

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE VIÑA DEL MAR – JOSÉ MIGUEL CARRERA

**MODELO DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO Y PRODUCCIÓN EN BASE A
TRATAMIENTO DE DATOS CON APOYO COMPUTACIONAL**

Trabajo de Titulación para optar al título de
INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO
INDUSTRIAL.

Alumno:

Sr. Rodrigo Gabriel Nicolás Reinoso López.

Profesor Guía:

Mg. Ing. Félix Pizarro Martínez.



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN Y CONFIDENCIALIDAD DE MONOGRAFÍA A REPOSITORIO ACADÉMICO

1.- IDENTIFICACIÓN DEL TRABAJO ACADÉMICO

Tipo de monografía (marcar una opción): ☒ Memoria o trabajo de título; ☐ Tesis de Postgrado;

Título del trabajo: MODELO DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO Y PRODUCCIÓN EN BASE A TRATAMIENTO DE DATOS CON APOYO COMPUTACIONAL.

Nombre del candidato(a): Rodrigo Gabriel Nicolás Reinoso López.

Carrera / Grado: Ingeniería en Mantenimiento Industrial, con Licenciatura.

Campus: Viña del Mar ; **Departamento:** Mecánica.

2.- VALIDACIÓN DEL PROFESOR GUÍA/DIRECTOR DE TESIS

Yo, Félix Pizarro Martínez, en mi calidad de profesor(a) guía/director(a) del trabajo académico mencionado anteriormente **DEJO CONSTANCIA** que:

- He revisado esta versión del documento y corresponde a la versión final aprobada del trabajo.
- El trabajo cumple con los requisitos académicos y de formato establecidos por la institución

3.- EVALUACIÓN DE CONFIDENCIALIDAD POR PROPIEDAD INDUSTRIAL

☒ El trabajo **NO contiene información que amerite confidencialidad** y puede ser publicado de inmediato en repositorio con acceso abierto.

☐ El trabajo **CONTIENE** información con potenciales implicancias de propiedad industrial o intelectual y requiere un periodo de confidencialidad (embargo) por:

☐ 6 meses; ☐ 12 meses; ☐ 2 años; ☐ 3 años; ☐ 5 años; ☐ 10 años

Fundamentación de la necesidad de confidencialidad (obligatorio si se solicita embargo):

4.- FIRMAS

Profesor(a) guía o director(a) de memoria o tesis: Félix Pizarro Martínez

Fecha: 19/06/2025

; Firma:

Estudiante o Candidato(a): Rodrigo Reinoso López

Fecha: 19/06/2025

; Firma:

Este formulario debe ser insertado como página 2 de la memoria o tesis, completado y firmado por estudiante y profesor(a) antes de la entrega en portal PRISMA de Biblioteca USM.

RESUMEN.

Keywords: Base de datos, Mantenimiento y Producción.

El presente documento escrito busca desarrollar un sistema integral que permita gestionar los procesos de mantenimiento y producción en una fábrica papelera, utilizando una herramienta computacional como lo es Microsoft Access, para el tratamiento y análisis de datos. El proyecto está dirigido a abordar la problemática del pobre y antiguo sistema de almacenaje de datos que posee actualmente la empresa, en términos de eficiencia organizacional.

El trabajo comienza con un estudio del contexto operacional de la planta productiva, destacando la variedad de equipos mecánicos y procedimientos para llevar a cabo el producto. Este marco teórico diagnóstica detalladamente los procesos internos de la empresa industrial en estudio. Donde, se propone un modelo de gestión basado en un diseño de tratamiento de datos en Microsoft Access, con funcionalidades específicas, como el registro de datos de producción, historial de tareas de mantenimiento y generación de informes automatizados, que enfatiza la recopilación y organización de datos en tiempo real permitiendo tomar decisiones estratégicas que mejoran la continuidad operacional y reducen costos innecesarios.

El diseño incluye un enfoque modular que integra procesos clave de la producción, el mantenimiento y el manejo de datos, facilitando la conexión entre distintas áreas de la planta. Asimismo, se definen criterios para los campos de las tablas y para validar el sistema, como pruebas con los datos históricos existentes, simulaciones de escenarios reales, y validación por parte de los usuarios finales. Todo esto con el objetivo de garantizar que el sistema sea funcional, accesible y adaptable a las necesidades cambiantes de la empresa.

En términos generales, el proyecto demuestra que la integración de tecnologías de tratamiento de datos puede ser efectivo para mejorar los procesos industriales y garantizar una operación más eficiente.

ÍNDICE

<i>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES</i>	4
<i>ÍNDICE DE TABLAS</i>	5
<i>SIGLAS Y SÍMBOLOS</i>	6
<i>INTRODUCCIÓN</i>	7
<i>OBJETIVO GENERAL</i>	8
<i>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</i>	8
<i>CAPÍTULO 1: CONTEXTO OPERACIONAL</i>	9
1.1 <i>ANTECEDENTES DE LA EMPRESA</i>	10
1.2 <i>DESCRIPCIÓN DE LA FÁBRICA</i>	10
1.3 <i>SISTEMA PRODUCTIVO: LÍNEA MURAVINIL</i>	12
1.4 <i>COMPONENTES MECÁNICOS DEL SISTEMA PRODUCTIVO</i>	16
<i>CAPÍTULO 2: DESARROLLO DEL MODELO DE GESTIÓN</i>	25
2.1 <i>HOJAS DE INFORMACIÓN</i>	26
2.1.1 <i>Descripción de los artículos</i>	31
2.2 <i>INTRODUCCIÓN A ACCESS</i>	33
2.2.1 <i>Otras alternativas de gestión de datos</i>	34
2.3 <i>DISEÑO DE TABLAS RELACIONALES</i>	35
2.4 <i>TABLAS DE DATOS</i>	39
2.4.1 <i>Tabla de Equipos</i>	39
2.4.2 <i>Tabla de Mantenimientos</i>	40
2.4.3 <i>Tabla Egan</i>	40
2.4.4 <i>Tabla Calandra</i>	40
<i>CAPÍTULO 3: ANÁLISIS DEL SISTEMA DE BASE DE DATOS</i>	46
3.1 <i>CONSULTAS</i>	48
3.2 <i>INFORMES</i>	52
3.3 <i>ANÁLISIS DE IMPACTO</i>	54
3.3.1 <i>Impacto en el mantenimiento</i>	56
<i>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</i>	58

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Logo empresarial.....	10
Ilustración 2: Vista en planta de la fábrica.	11
Ilustración 3: Mapeo de proceso Decomural.....	12
Ilustración 4: Layout Zona Egan	14
Ilustración 5: Diagrama de flujo Zona Egan.	14
Ilustración 6: Layout Zona Calandra.	15
Ilustración 7: Diagrama de flujo Zona Calandra	15
Ilustración 8: Cancha de bobinas.....	23
Ilustración 9: Sector de empaque y paletizado.	23
Ilustración 10: Hoja de OT.	27
Ilustración 11: Hoja del cuaderno de producción Egan.....	28
Ilustración 12: Hoja de bobinas Egan.....	29
Ilustración 13: Hoja del cuaderno de producción Calandra.	30
Ilustración 14: Hoja cortadora.	31
Ilustración 15: Logo Access.	34
Ilustración 16: Indicación para abrir una base de datos en blanco.	36
Ilustración 17: Indicación para crear un diseño de tabla.	36
Ilustración 18: Señalización de clave principal.	37
Ilustración 19: Indicación para relacionar tablas de equipos y mantenimiento.....	38
Ilustración 20: Indicación para crear consulta.	48
Ilustración 21: Indicación para agregar tablas y sus campos a la consulta.....	49
Ilustración 22: Cuadro de consulta sobre que artículo mostrar.	49
Ilustración 23: Cuadro de consulta sobre que lote mostrar.....	50
Ilustración 24: Ejecución de consulta.	50
Ilustración 25: Cuadro de guardado de consulta.	51
Ilustración 26: Indicación de creación de informe.	52
Ilustración 27: Vista de diseño informe con su hoja de propiedades.....	53

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Diagrama EPS.....	13
Tabla 2: Componentes del sistema productivo.	17
Tabla 3: Componentes del 1° Proceso.	18
Tabla 4: Componentes del 2° Proceso.	21
Tabla 5: Codificación de Artículos.	32
Tabla 6: Codificación de Textura.....	32
Tabla 7: Codificación de Color.	32
Tabla 8: Codificación de Gramajes.	32
Tabla 9: Tabla de Equipos.....	41
Tabla 10: Tabla de Mantenimientos.....	42
Tabla 11: Tabla Egan.	43
Tabla 12: Tabla Calandra.	44
Tabla 13: Comparación de registro antiguo y nuevo modelo.	55

SIGLAS Y SÍMBOLOS

m ²	:	Metro cuadrado.
ml	:	Metro lineal.
kg	:	Kilogramo.
gr	:	Gramo.
S.A.	:	Sociedad Anónima.
PVC	:	Policloruro de Vinilo.
ERP	:	Enterprise Resource Planning.
GMAO	:	Gestión de Mantenimiento Asistido por Ordenador.
SQL	:	Structured Query Language.
BI	:	Bussiness Intelligence.
MTBF	:	Mean Time Between Failures.
MTTR	:	Mean Time To Repaire
Hnos y Cía	:	Hermanos y Compañía.
Ltda	:	Limitada.
DINP	:	Diisononyl Phthalate.
CLP	:	Pesos Chilenos.
bar	:	Unidad de medida de presión.
°C	:	Grado Celsius.
BAT-1	:	Batidora.
BBR-1	:	Bobinador.
BCH-0	:	Bomba Chiller.
BHI-2	:	Bomba hidráulica.
BVF-1	:	Bomba vertical y filtro.
CIL-1	:	Cilindros.
COM-0	:	Compresor MSV45.
COT-2	:	Cortadora.
DBB-1	:	Desbobinadora.
EXT-0	:	Extractor.
GOF-2	:	Gofrador.
HCA-2	:	Horno Calandra.
HEG-1	:	Horno Egan.
TYC-2	:	Tirador y cinta.

INTRODUCCIÓN

A medida que Chile avanzaba en su desarrollo y modernización en el siglo XIX, se importaron numerosos productos del mundo, incluyendo el papel mural, que tiene una larga historia en Chile. Durante la época colonial, la decoración de interiores era sencilla, utilizaban elementos como pinturas, murales y azulejos para decorar las paredes, hasta que el papel mural se convirtió en una tendencia importante, y por la década de 1950, la demanda del papel mural creció considerablemente.

La producción nacional de papel mural se consolidó en Chile, con la primera fábrica de papeles murales de Latinoamérica “Decomural S.A.”, que se fundó en 1959 por “Maluk Hnos. y Cía”. Quienes empezaron a producir papeles murales con rigurosos procesos operativos y maquinaria mantenible. En la década del 2000, el papel mural comenzó a perder popularidad, debido a que las tendencias decorativas se volvieron más minimalistas. Esto genera una mayor competitividad de las empresas por clientes dentro de la industria papelería.

El mantenimiento se hizo fundamental dentro de las industrias, debido a que es clave asegurar la mejor condición operativa a los equipos, evitando paradas no programadas. Por eso, la aplicación de un sistema de gestión de mantenimiento y producción adecuado es ideal para esta fábrica papelería. Un modelo basado en datos es un enfoque estratégico que implica reunir, almacenar y analizar toda la información relevante de un sistema, permitiendo a la organización tener una visión precisa de sus operaciones. Al adoptar este enfoque, el directorio puede tomar decisiones más informadas, lo que se traduce en un mejor rendimiento global y en un fortalecimiento de su posición en el mercado.

Los datos históricos en mantenimiento impactan directo en la eficiencia operativa, ya que la disponibilidad y el rendimiento óptimo de los equipos son fundamentales para mantener una producción continua, a través de apoyo computacional que ayudan a controlar y medir estos procesos.

OBJETIVO GENERAL

- Desarrollar modelo de gestión de mantenimiento y producción basado en un sistema de tablas de datos con Microsoft Access, para fábrica de papel mural.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Definir contexto operacional, por medio de estudio detallado del sistema de operaciones, predeterminado el método de gestión.
2. Diseñar modelo de gestión, basado en tablas de datos relacionales con Access, conociendo su sistema de configuración.
3. Analizar el sistema de base de datos, a través de consultas e informes generados por el usuario con Access. Y dando recomendaciones finales.

CAPÍTULO 1: CONTEXTO OPERACIONAL.

1.1 ANTECEDENTES DE LA EMPRESA.

La fábrica de producción de la empresa “Decoraciones Decomural S.A.”, está ubicada en la comuna de Quilpué en la región de Valparaíso, donde fabrican mediante una serie de operaciones y procesos manufacturados con maquinaria, dos importantes productos nacionales, dentro de la industria papelera.

Poseen una red de locales propios, distribuidores a lo largo de todo país, con un equipo de ventas enfocado en el negocio inmobiliario. Ofreciendo una extensa variedad de productos desde papel mural importado, patrones clásicos, hasta diseños personalizados con una amplia paleta de colores y variadas texturas.

En el 2007 se incorpora a la sociedad el grupo “Cargus Ltda.” con el objetivo de potenciar el desarrollo de la empresa, que busca una mejora continua de su línea de producción de papel vinílico doble ancho a través de la gestión del mantenimiento.



Fuente: www.decomural.cl

Ilustración 1: Logo empresarial.

1.2 DESCRIPCIÓN DE LA FÁBRICA.

El terreno de la planta principalmente contempla en infraestructura zonas de producción, bodegas, taller, oficinas, la sala de venta y atención al cliente como se evidencia en la Ilustración 2: Vista en planta de la fábrica. Donde cada área está claramente delimitada de manera funcional, con una disposición organizada para permitir un flujo lógico, evitando interferencias y accidentes. La distribución de la planta es un factor clave para cualquier instalación industrial, porque influye directamente en la eficiencia operativa y la seguridad.



Ilustración 2: Vista en planta de la fábrica.

Fuente: Elaboración propia.

Actualmente en la planta se producen dos tipos de papeles murales, denominados “Muravinil” y el “Duplexado”. En un régimen operativo de 44 horas a la semana en la fábrica, las cuales se reparten entre mantenimiento y producción. Contando con 12 hombres entre operadores y mantenedores, con 3 asistentes de bodega para cumplir con los requerimientos de los clientes.

Ambas producciones se llevan a cabo en dos etapas por cada producto, como es definido en la Ilustración 3: Mapeo de proceso Decomural. La menor demanda es el papel “Duplexado” que se lleva a cabo en la maquinaria Grabadora y en la maquinaria Emerson, y por otro lado el papel “Muravinil” se elabora en la maquinaria Egan en conjunto con la maquinaria Calandra. Este último producto abarca un 75% de las ventas anuales, siendo clave para los ingresos de la compañía. Esta línea (Egan-Calandra) es la más crítica de las dos, porque presenta un flujo de producción más lento en comparación con la otra línea (Grabadora-Emerson), debido a sus requerimientos más específicos de materiales, por su complejidad operativa, por los estándares de calidad exigidos por los clientes y por la cantidad de recursos humanos que involucra. Esto se traduce en mayores tiempos de procesamiento y una menor eficiencia de la línea, afectando directamente a la programación y control de producción. Por estas principales razones es importante mantener su continuidad operacional y mejora continua de sus procesos.

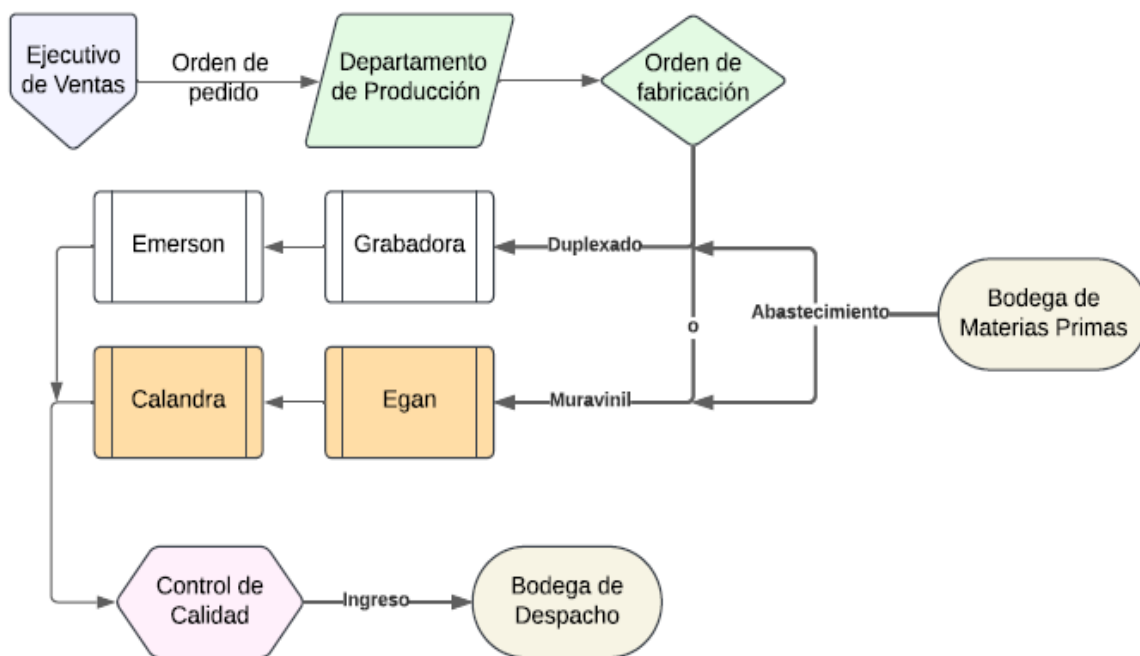


Ilustración 3: Mapeo de proceso Decomural.

Fuente: Elaboración propia.

1.3 SISTEMA PRODUCTIVO: LÍNEA MURAVINIL.

El sistema productivo por estudiar está definido por la línea de producción Egan-Calandra, donde se produce papel mural bajo el nombre “Muravinil”, caracterizado por su revestimiento de vinilo. La producción del papel requiere dos procesos secuenciales; primero, se aplica la pasta vinílica (plastisol) de 120 a 250 gr/m² (según artículo a fabricar) al papel base (de 100 gr/m²), utilizando los equipos de la maquinaria Egan. Luego, el papel en formato de bobina encapada pasa a la maquinaria Calandra para formarle textura (gofrándolo), cortarlo en rollos de 33 m², prepararlo empacándolo y paletizarlo para su distribución en bodega.

A continuación, se expone en la Tabla 1: Diagrama EPS, de forma simplificada y representativa el flujo principal del proceso productivo, que se desglosa anunciando la entrada, definiendo el proceso y determinando la salida de este.

Tabla 1: Diagrama EPS

Diagrama EPS Papel Muravinil.		
Entrada	Proceso	
1- Materias primas: Papel Base. Energías (Gas y Electricidad). Plastisol, pigmentos y otros insumos. 2- Componentes mecánicos.	Aplicar Pasta vinílica a bobinas de papel, texturizarlo, cortarlo y paletizarlo.	
	Subprocesos	Equipos principales
	Elaboración y revestimiento a papel base con plastisol. Aplicar rodillo gofrador y cortarlo en rollos.	Bobinadores, Hornos, Rodillos, Cilindros, Cortadora, Extractor, Bombas y Compresor.
		Rollo en formato: 33 m2. Producción de: 1000 m2/hora Aproximadamente.

Para el entendimiento de la elaboración del producto es importante conocer los subprocesos y sus equipos principales. Este enfoque identifica los insumos claves utilizados, el proceso productivo realizado y el producto resultado.

La misión principal de la línea de producción es abastecer de manera confiable y continua a bodega, de acuerdo con los pedidos de los clientes, aproximadamente 100.000 m² del producto mensualmente, para cumplir con esta demanda, el proceso de fabricación está dividido en dos fases operacionales:

- 1° Proceso Zona Egan:** Esta etapa comienza con la elaboración del plastisol (pasta vinílica) por los mismos operadores, utilizando la batidora industrial (BAT-1) para mezclar las materias primas en un tarro que puede almacenar hasta 1200 kg. Esta mezcla incluye resinas de PVC, carbonato de calcio, pigmentos en polvo (titanio y celogen) y aditivos líquidos como DINP, Varflex y Lastab. La mezcla final (en el mismo sector) es transportada mediante una bomba con filtro antes de aplicarla al papel. Aquí el papel base en forma de bobina de 1,1 metro de ancho, 390 kg y 3500 ml aproximadamente (varia en un par de kg y ml), avanza desenrollándose a una velocidad constante (depende del gramaje de plastisol a aplicar) desde la desbobinadora (DBB-1), pasando por los cilindros aplicadores (CIL-1) donde es vertido el plastisol al papel, para luego pasar por un horno (HEG-1) a temperatura fija de 200°C, para adherir el encapado y sellar el revestimiento. A continuación, para ejemplificar mejor este proceso, se ilustra mediante un layout y un diagrama de flujo del 1° proceso.

- **Layout: Zona Egan 1° Proceso:**

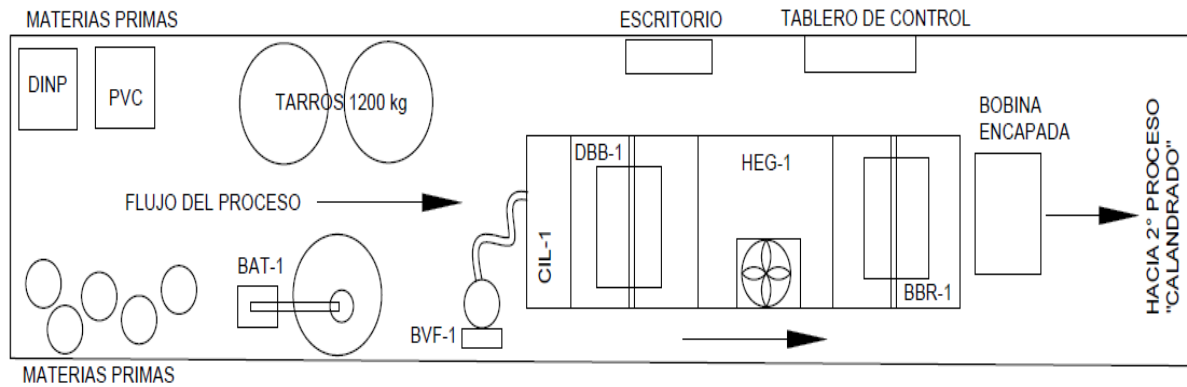


Ilustración 4: Layout Zona Egan

- **Diagrama de flujo: Zona Egan 1° Proceso:**

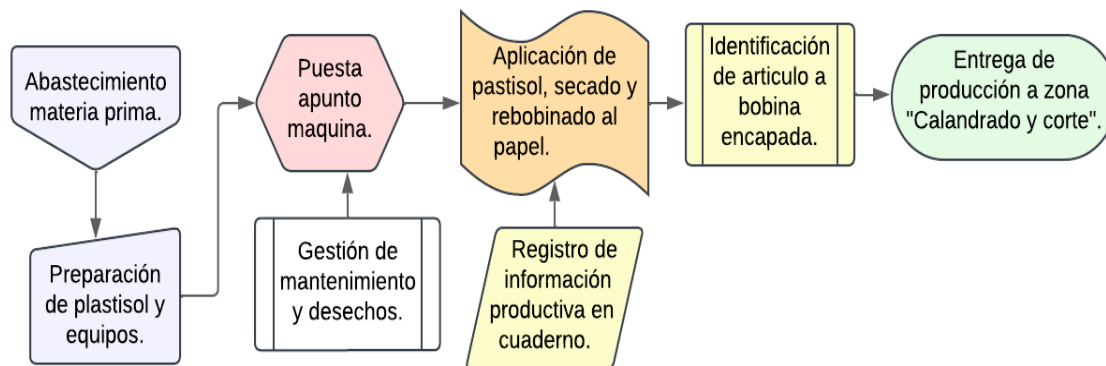


Ilustración 5: Diagrama de flujo Zona Egan.

Fuente: Elaboración propia.

- **2° Proceso Zona Calandra:** En esta fase final, las bobinas encapadas llegan desde la maquinaria Egan y son recibidas en la cancha de bobinas. Después se montan en un eje con alineación automática, para pasar de nuevo por un horno (HCA-2) en la maquinaria Calandra, realizando el texturizado con el rodillo gofrador (GOF-2) en el revestimiento del papel, terminando con el corte en rollos de 33 m² (30 ml x 1,1 metro de ancho) en la cortadora (COT-2), empackando en bolsas y cajas, terminando con el paletizado para su almacenamiento en bodega. A continuación, para demostrar mejor este proceso, se ilustra mediante un layout y un diagrama de flujo del 2° proceso.

- **Layout: Zona Calandra 2° Proceso:**

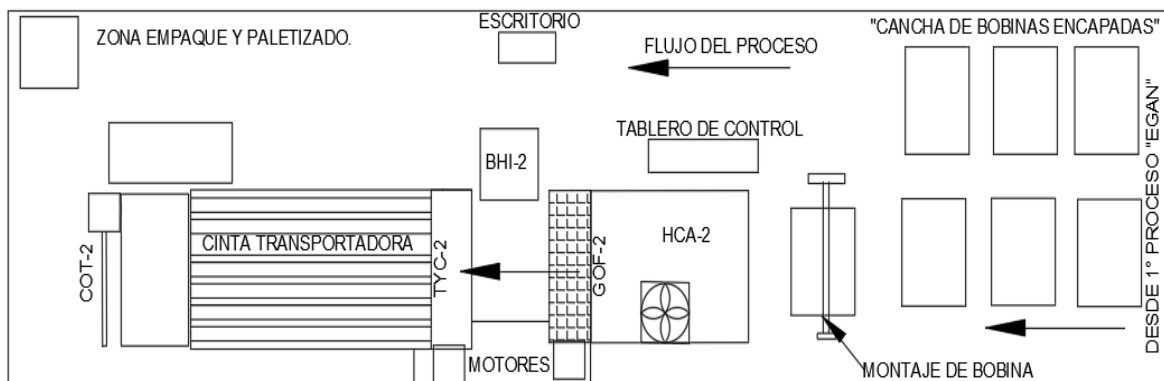


Ilustración 6: Layout Zona Calandra.

- **Diagrama de flujo: Zona Calandra 2° Proceso:**

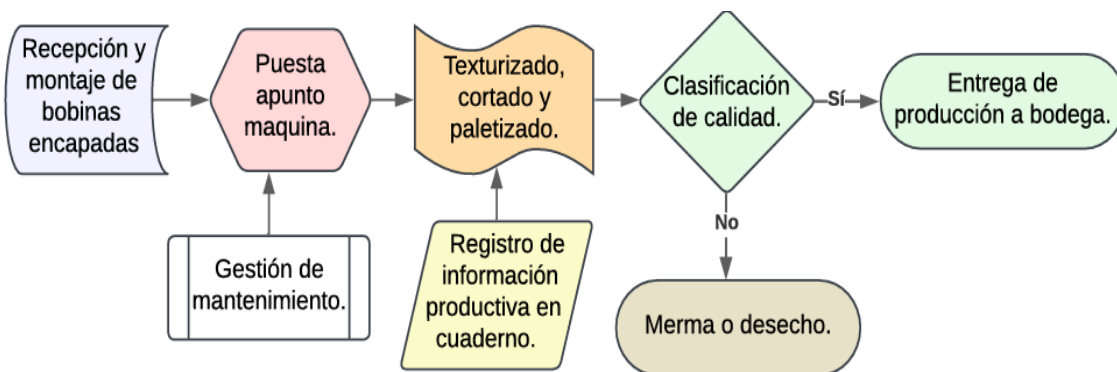


Ilustración 7: Diagrama de flujo Zona Calandra

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a estándares ambientales y de seguridad, la planta cumple con las normativas correspondientes. Sobre el manejo de emisiones contaminantes, tiene un sistema de ductos con un extractor que transforma los humos generados en aceite, para su adecuado desechamiento, reduciendo el impacto ambiental en la región. Además, existe una gran cantidad de desechos de papeles que se clasifican como merma, los cuales son etiquetados como producto en oferta, regalados, reutilizados o directamente desechados en botaderos autorizados.

Por otro lado, la alta frecuencia de uso de la cadena productiva y la recurrencia de actividades de mantenimiento asociadas, que también generan una gran cantidad de datos relacionados, la convierten en un objeto de análisis ideal para evaluar la efectividad de un sistema de gestión basado en datos. Estudiar esta línea de fabricación permite identificar con mayor claridad los beneficios de la digitalización de los registros y sus efectos directos en la mejora de la trazabilidad, la programación de mantenimiento y la eficiencia en producción.

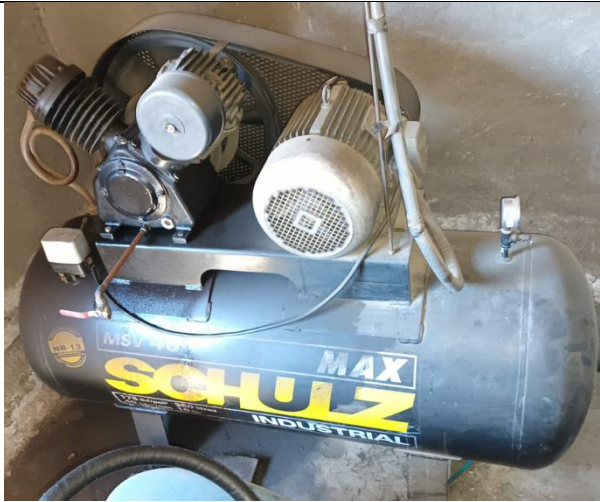
1.4 COMPONENTES MECÁNICOS DEL SISTEMA PRODUCTIVO

La composición de la maquinaria se utiliza para fabricar el producto de manera continua y eficiente. El proceso de fabricación es una serie de pasos específicos, cada uno llevado a cabo con los equipos de trabajo especializados. A medida que el producto se mueve a lo largo de la línea, se va añadiendo valor y se realiza la serie de pasos hasta que está listo para su distribución.

Existen componentes que sustentan los dos procesos dentro de esta planta de producción, como lo son el suministro eléctrico, de agua y de gas, pero dentro de este estudio no serán considerados, porque se alejan del alcance del tema y se entienden como componentes de la instalación (infraestructura) y no son exclusivos del sistema productivo.

Por lo contrario, existen tres componentes que sustentan los dos procesos dentro de la línea Egan-Calandra, como lo son la presurización, la extracción y refrigeración. Estos se detallan en la Tabla 2: Componentes del sistema productivo, que serán considerados en la base de datos.

Tabla 2: Componentes del sistema productivo.

• <u>Compresor MSV 45 [COM-0]</u> Función: Utiliza el aire del ambiente para transformarlo en energía presurizada. Ubicación: Sala de Máquinas. Partes clave: Motor, Tanque y Filtro. Parámetros: Potencia de 10 HP motor y 12 bar de presión.	
• <u>Extractor [EXT-0]</u> Función: Extraer humos provenientes de los hornos en planta (HEG-1 y HCA-2) y transformarlos en aceite mediante proceso de condensación. Ubicación: Patio trasero. Ductos desde los hornos en planta (HEG-1 y HCA-2) hasta afuera del recinto. Partes clave: Ductos, Motor, Rodete y Aspas. Parámetros: Potencia 65 HP.	
• <u>Bomba Chiller [BCH-0]</u> Función: Circulación de agua refrigerante a sistema de polines en línea de producción. Ubicación: Patio trasero. Tuberías provenientes desde diferentes polines refrigerantes en línea productiva. Partes clave: Estanque, Impulsor y Válvulas. Parámetros: Mantiene el agua entre 5 a 15°C.	

A continuación, se nombran el resto de maquinaria utilizada en la Zona Egan, en la Tabla 3: Componentes del 1° Proceso. Que serán ingresados en la base de datos como equipos mecánicos.

Tabla 3: Componentes del 1° Proceso.

• <u>Desbobinadora [DBB-1]</u> Función: Liberar papel enrollado en la bobina de papel para que pueda ser procesado. Ubicación: Zona Maquinaria Egan 1°Proceso. Partes clave: Eje, Freno y Montador de bobinas. Parámetros: Velocidad según artículo.	
• <u>Batidora [BAT-1]</u> Función: Mezclar materias primas para elaborar plastisol. Ubicación: Zona Plastisol 1°Proceso. Partes clave: Motor, Aspa y Correa. Parámetros: Potencia 5 HP.	

- **Bobinador [BBR-1]**

Función: Enrollar papel en forma de bobina para que pueda ser transportado al 2° proceso.

Ubicación: Zona Maquinaria Egan 1°Proceso.

Partes clave: Eje, Motor y Desmontador de bobinas.

Parámetros: Velocidad según artículo.



- **Cilindros [CIL-1]**

Función: Aplicar plastisol a papel base continuamente.

Ubicación: Limite entre zona maquinaria Egan y zona plastisol.

Partes clave: Cilindros, Motor y Rodamientos.

Parámetros: Velocidad según artículo.



• <u>Bomba vertical y filtro [BVF-1]</u> Función: Filtrar y trasladar plastisol desde los tarros a los cilindros aplicadores (CIL-1). Ubicación: Zona Plastisol 1° Proceso. Partes clave: Malla fina, Mangueras y Pistón. Parámetros: Velocidad de bombeo de la pasta, regulada con válvula manual de aire a presión.	
• <u>Horno Egan [HEG-1]</u> Función: Aplicar calor controlado al papel, para llevar a cabo el secado de plastisol. Ubicación: Zona Egan 1° Proceso. Partes clave: Quemador, Aislación, y Termostato. Parámetros: Temperatura estable de 200 °C.	

Y, por último, la maquinaria utilizada en la Zona Calandra, que serán ingresados en la base de datos como equipos mecánicos, se describen en la Tabla 4: Componentes del 2° Proceso.

Tabla 4: Componentes del 2° Proceso.

• <u>Bomba Hidráulica [BHI-2]</u> Función: Suministrar flujo necesario de presión para sostener al gofrador (GOF-2) Ubicación: Zona Calandra 2° Proceso, debajo de cinta transportadora (TYC-2). Partes clave: Sellos, Motor y Válvulas. Parámetros: Potencia de 5 HP y 50 bar de presión máx.	
• <u>Gofrador [GOF-2]</u> Función: Formar textura en papel encapado. Ubicación: Zona Calandra 2° Proceso. Partes clave: Rodamientos, Rodillo y Motor. Parámetros: Presión de trabajo entre 20 y 25 bar. Velocidad según artículo y temperatura del horno.	

• <u>Tirador y Cinta [TYC-2]</u> Función: Transportar el papel desde el cilindro gofrador (GOF-2) hasta la cortadora (COT-2) Ubicación: Zona calandra 2° Proceso. Partes clave: Cilindro de goma, Motor y Cintas. Parámetros: Velocidad estable de 900 rpm.	
• <u>Horno Calandra [HCA-2]</u> Función: Aplicar calor controlado al papel, para llevar a cabo proceso de gofrado. Ubicación: Zona Calandra, 2° Proceso Partes clave: Quemador, Aislación y Termostato. Parámetros: Temperatura inicia 200 y avanza gradualmente hasta 290 °C.	
• <u>Cortadora [COT-2]</u> Función: Cortar papel en de bobinas a rollos de 33 m². Ubicación: Zona Calandra, 2° Proceso. Partes clave: Motor, Eje y Contador digital. Parámetros: Con una aspiradora y un rotor pequeño, a velocidad normal, saca 1 rollo por minuto.	



Ilustración 8: Cancha de bobinas encapadas.



Ilustración 9: Sector de empaque y paletizado.

Fuente: Fotografías propias.

Las imágenes de las páginas anteriores sirven para ilustrar ciertos sectores de la planta, y la distribución de los equipos para comprender el flujo de los procesos y su secuencia operativa. Se destaca la relación entre las zonas, enfatizando la conexión entre la culminación de una etapa en el primer proceso e inicio de otro proceso en la siguiente fase. También existe la posibilidad de reconocer posibles cuellos de botella, equipos críticos para mantenimiento y sectores donde se puede optimizar el uso del área (reubicación), disminuyendo el tiempo de espera entre los procesos con la interpretación de los flujos productivos. Con respecto en seguridad laboral e impacto ambiental, la visión y perspectiva son fundamentales en la prevención de accidentes y reducción de riesgos operativos, ya que ayuda a identificar zonas de peligro, de evacuación y lugares donde se necesita señalización o medidas de protección para los trabajadores. El diseño de planta optimiza el uso de materias primas y las practicas sostenibles ayudan en la minimización de emisiones contaminantes.

Conocer el contexto operacional de la empresa entendiendo la organización más a fondo, permite comprender la importancia de la gestión eficiente de la producción y lo esencial que es el mantenimiento. La descripción de los procesos productivos en conjunto con sus correspondientes componentes refleja una cantidad de flujo de información que necesita una trazabilidad dentro de sus sistemas, que agrupe, organice y también, analice los resultados de manera óptima. Sin una adecuada gestión y control de los procesos, sin el seguimiento de las tareas productivas y de mantenimiento se puede tornar difícil el ámbito de la planificación y programación de las actividades correspondientes.

Con el análisis detallado del contexto operacional de la fábrica, queda en evidencia la necesidad de contar con un sistema que permita recopilar, organizar y analizar de manera eficiente la información crítica de mantenimiento y producción. Dado que en la actualidad se registran a mano con lápiz los datos en hojas de papel y en cuadernos físicos, lo que puede provocar errores en los registros, dificultad para acceder a la información y hasta falta de control sobre los procesos, presentando limitaciones significativas en términos de exactitud, accesibilidad y trazabilidad de los datos. Afectando en los tiempos de inactividad productiva y en la eficiencia operativa, esto significa un impacto a la continuidad operativa y la toma de decisiones estratégicas. Dada esta situación, surge la oportunidad de implementar un sistema de gestión basado en tecnologías de tratamiento de datos que permita digitalizar y optimizar estos procesos.

En las próximas páginas de este texto, se describirá la metodología utilizada para el diseño del modelo, detallando mejor la problemática actual, la estructura de las tablas a desarrollar, los vínculos entre ellas y los resultados del modelo de gestión, mediante consultas programadas e informes automáticos. Asimismo, se justifica la elección del software y se establecen los principios que rigen la lógica de funcionamiento del modelo propuesto.

CAPÍTULO 2: DESARROLLO DEL MODELO DE GESTIÓN.

En el contexto actual, registrar manualmente la información en cuadernos puede parecer simple, pero presenta desventajas e inconvenientes significativos que afectan la utilidad de los datos almacenados en los procesos. Aunque antiguamente ha sido una práctica común, hoy en día, donde la precisión y el análisis rápido de los datos son esenciales, este método de registro de información a través de formularios encuadernados resulta obsoleto.

Como consecuencia de lo anterior, esto representa una de las principales debilidades operacionales dentro de la planta. En un entorno industrial donde la continuidad operacional y la mejora continua son factores clave para la competitividad, la falta de trazabilidad y sistematización de la información genera retrasos en la toma de decisiones, limita la capacidad de anticiparse a fallas y reduce el control sobre los recursos técnicos y materiales utilizados.

Asimismo, la carencia de un sistema digital impide implementar métricas clave como indicadores de eficiencia, tasa de fallas o cumplimiento de mantenimientos programados. Esto impide a los responsables de producción y mantenimiento tener una mejor visión del desempeño de la planta, lo cual restringe la capacidad de planificación estratégica y dificulta la implementación de buenas prácticas de gestión.

2.1 HOJAS DE INFORMACIÓN.

Al presente dentro de toda la línea de producción, existen hojas de información dentro de los procesos que se documentan en cuadernos. Información la cual debe ser completada a mano por los operarios de turno (tipo formulario). Sus propósitos son servir como herramientas de control, seguimiento y almacenamiento de información, aunque dejan bastante que desear, ya que mantiene un registro obsoleto de llenado de datos, que fue una herramienta útil en su momento, pero hoy es poco funcional frente a los desafíos actuales de eficiencia, control y mejora continua que exige la industria, pues el registro manual dificulta la trazabilidad de datos, impide aplicar indicadores de rendimiento en tiempo real y aumenta la posibilidad de errores de transcripción que afectan la confiabilidad de los reportes de producción y mantenimiento.

Esta metodología fragmenta la comunicación entre las áreas de producción y mantenimiento, lo que impide una coordinación eficiente y una toma de decisiones basada en datos más fiables. Al depender del registro manual, es propenso a errores humanos, omisiones y deterioro físico de los cuadernos.

A continuación, se describen las hojas de documentación utilizadas en los procesos, junto a sus características y aporte a la gestión de mantenimiento y control de producción:

- **Hoja de orden de trabajo (OT):** El primer documento detalla una tarea solicitada que debe cumplirse, esta hoja proporciona instrucciones claras describiendo la tarea a realizar, incluyendo cualquier información relevante para resolver mejor el trabajo a ejecutar. La ubicación, un breve diagnóstico y una posible solución son partes importantes de este documento a completar, que ayudan a comprender mejor la orden de esta tarea, que pueden ser de mantenimiento, de reparación, de cualquier acción en general, etc. La O.T. se lleva a cabo con un registro enumerado para controlar el estado de la tarea, organizar el trabajo y asegurar la realización de este, como se ejemplifica en la Ilustración 10: Hoja de OT.

O.T.	Fecha ingreso	Fecha de cierre	Prioridad	Terminada	Estado
DESCRIPCION ACTIVIDAD PENDIENTE O PROBLEMA:					
MANTENIMIENTO / MEJORA ZONA TOP: sellos, siliconas, soplador, manguera de bomba TOP, etc					
AREA					
Energias	☒ Mantencion	Manten Edificios	Mant Maq	☒ Produccion	casino
Sist Mejora Continua	SSMA	Bodegas			
SECCION / MAQUINA					
Horno Emerson	Espumadora	Baños	C1	C 2	Hueco
Selladora Espu	Techo planta	Flexo	Gas	A1	Riles
Residuos Peligrosos	Cortadora C1	Riques	Rises	Seguridad	Pastas
TORRES ENRIQUES	maquinas	Electricidad	AZ	☒ Emerson	Tintas
Cortadora Emerson	Selladora Bolsas	Chiller	EGAN	Planta	Seguridad
Selladora Emerson					
DIAGNOSTICO:					
Filtración de liquido TOP en BANDEJA de Aplicación.					
Reemplazo manguera Bomba TOP					
IMPACTO:					
Derrame y desperdicio liquido TOP, otros problemas que afectan a la producción					
Solución:					
MANTENIMIENTO MA YOR ZONA TOP					
Acción pendiente:					

10/7/24
R. R.

REVISADO
GERENCIA DE OPERACIONES

Ilustración 10: Hoja de OT.

- **Cuaderno de producción Egan:** Cada página de este cuaderno contiene información detallada de los artículos, cantidad de m² fabricados, cantidad de kg de plastisol usados, gramaje aplicado, tiempos productivos (horas y fechas), nombres de operarios, metas, indicadores de calidad, observaciones y otros detalles específicos. Completada diariamente por el operador de la maquinaria Egan, permitiendo almacenar información relevante del proceso productivo. Demostrado en la Ilustración 11: Hoja del cuaderno de producción Egan.

FECHA: 13/12/24

OPERADOR: A. L. L. S.	VISCOSIDAD: 13	IND. LEVANTE: 0,0029
CILINDRO: 28	T: 28	KG PASTA: 750
ARTICULO: 803-A62	PRUEBAS: 149	MB: 1896
APROBACION DE COLOR	SI/NO	TOLERANCIA DATA COLOR
		-0,15 0,15

N°	PASTA	CAMISA	HR. INICIO	HR. TERMINO	OBSERVACION
1	1443	02	13:50	14:08	
2	1340	61	14:12	14:47	
3	1355	61	14:51	15:27	
4	1014	63	15:30	16:05	
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					

TOTAL	5292	ESPEJOR	
120		GRAMAJE	240

CORTES	HR INICIO	HR TERMINO	M²	MOTIVO
1				
2				
3				
4				

OBSERVACIONES

Tc Cilindro 29
T: Ambiente 30.1
INICIO 260

Ilustración 11: Hoja del cuaderno de producción Egan.

Fuente: Fotografías propias. Formatos diseñados por el departamento de producción de Decomural.

- **Hoja de papel base:** Almacenada en una carpeta, contiene información de la cantidad de materia prima utilizada, específicamente de las bobinas del papel base. Registra metraje, peso (kilos), desperdicios y observaciones del material recibido (papel base = 100 gr/m²). Al inicio del uso de este, debe ser rellenada por el operador de la maquinaria Egan, permitiendo guardar información del rendimiento de esta materia prima. Demostrado en la Ilustración 12: Hoja de bobinas Egan.

HOJA N° _____

BOBINAS EGAN

	Codigo	Peso Bruto Kg	Desponche Kg	Peso ocupado	Grms / m2 medido	Mts m2 tirados	observacion
12/12/24	1271090341	403	4				3663
	1271120145	382	3				3475
	1271040346	402	3				3714
	1041010446	415	5				3807
13/12/24	1040990242	413	3				3620
16/12/24	1041040444	409	5				3632
17/12/24	1040560345	411	7				3670
19/12/24	1280330535	400	3				3782
	1041040141	405	4				3622
21/12/24	1041020144	410					3644

Ilustración 12: Hoja de bobinas Egan.

Fuente: Fotografías propias. Formatos diseñados por el departamento de producción de Decomural.

- **Cuaderno de producción Calandra:** Cada página de este cuaderno contiene información detallada de los artículos (y lotes) fabricados, cantidad de m², tiempos productivos (horas y fechas), metas y observaciones o comentarios específicos. Completada por el operador de la maquinaria Calandra, permitiendo almacenar información importante dentro del proceso productivo. Demostrado en la Ilustración 13: Hoja del cuaderno producción Calandra.

ARTICULO	803-A63			FRENO	108	OPERADOR	PAUL
OP	18563			PRESIÓN	24-24	CORTE	JUAN
LOTE	50			MB	1868	EMPAQUE	Barry
N°	FECHA	M2	HR. INICIO	T° INICIO	HR. TERMINO	T° TERMINO	OBS.
BOBINA 1	01-10-24	1152	8:45	151	4:50	151	
BOBINA 2		1192	10:05	151	10:55	151	
BOBINA 3		1177	11:10	151	11:50	151	
BOBINA 4		1254	12:00	151	12:55	151	
BOBINA 5		1206	14:00	151	14:55	151	
BOBINA 6							
BOBINA 7							
BOBINA 8							
BOBINA 9							
BOBINA 10							
BOBINA 11							
BOBINA 12							
BOBINA 13							
BOBINA 14							
BOBINA 15							

TOTAL C2		TOTAL EGAN		AP. COLOR	
MERMAS		DESPONCHE			

N° CORTE	HR. INICIO	HR. TERMINO	M2	MOTIVO
1				
2				
3				
4				

	m² PRIMERA	m² SEGUNDA	ROLLOS CORTOS
Bodega			
Local			
Oferta			

FECHA	N° CAJA

OBSERVACIONES

Ilustración 13: Hoja del cuaderno de producción Calandra.

- **Hoja cortadora:** Almacenadas en una carpeta, contiene información del metraje y desperdicio del papel en el final del proceso de producción, registrando producto de segunda y tercera calidad, también contando las mermas y desperdicios. Completada por el operador de la cortadora. Permitiendo guardar información sobre las pérdidas (Causa merma y cantidad) y la clasificación de productos en oferta. Demostrado en la Ilustración 14: Hoja cortadora.

803-23											
LOTE: 89											
M2											
FECHA:	18-11-24			M.B:	ARTICULO			LOTE: 89			total m2
CAMISA	01931996-4	60	60								120
CALANDRA	01931996-1	10	7	10							27
Causa merma		HEX	HEX	HEX							
EGAN	01931996-1										
Causa merma											
ROLLOS		19,7	27,5	19,7							65,9
CORTOS											
OFERTA											

803-17											
LOTE: 89											
M2											
FECHA:	18-11-24			M.B:	ARTICULO			LOTE: 89			total m2
CAMISA	01931996-4	60	70	60	60	50					300
CALANDRA	01931996-1	10	20	5	15	60	10	10	8		138
Causa merma		HEX	HEX	HEX	HEX	HEX	HEX	HEX	HEX		
EGAN	01931996-1										
Causa merma											
ROLLOS		16,5	16,5	27,5	24,7						85,2
CORTOS											
OFERTA											

Ilustración 14: Hoja cortadora.

Fuente: Fotografías propias. Formatos diseñados por el departamento de producción de Decomural.

2.1.1 Descripción de los artículos.

Como anteriormente se han mencionado, existen diferentes artículos dentro del producto “muravinil doble-ancho”, los cuales se diferencian por color, textura y gramaje (peso) del producto. Estos artículos se fabrican en la misma línea de producción, diferenciados por detalles como; cantidad de plastisol aplicado en el papel (gramos de revestimiento), una amplia gama de colores y la textura gofrada en la zona de calandrado (cinco cilindros gofradores distintos).

La diferenciación de los artículos es en códigos (80X-YZ), esto ayuda a reconocer de forma única el artículo. La “X” en el código identifica la textura del artículo, la “Y” identifica el color y la “Z” representa su gramaje. Estos identificadores están dados por los siguientes parámetros:

Tabla 5: Codificación de Artículos.

80X-YZ	
X	Nº de gofrado
Y	Nº Código color
Z	Nº Código gr

Tabla 6: Codificación de Textura.

80X-YZ	
800	Textil
801-802	Telar
803-804	Lino
805-806	Rustic
807	New Gala

Tabla 7: Codificación de Color.

80X-YZ	
80X-1	BLANCO
80X-2	AMARILLO
80X-3	CAFÉ
80X-4	GRIS
80X-5	AZUL

Tabla 8: Codificación de Gramajes.

80X-YZ	
80X-Y1	220
80X-Y2	240
80X-Y3	280
80X-Y4	260
80X-Y5	300
80X-Y6	320
80X-Y7	350

Fuente: Elaboraciones propias. Según codificación del departamento de producción de Decomural.

Cabe recordar que el papel base tiene su propio peso de 100 gr/m², esto quiere decir que, para llegar al gramaje solicitado solo hay que aplicar los gramos que faltan. Este conocimiento es necesario tenerlo en cuenta, a la hora de registrar la información en las tablas de producción. Identificando sus gramajes para facilitar el llenado de indicadores de eficiencia y rendimiento.

Por otro lado, cuando se fabrica en la maquinaria “Calandra”, a los artículos se le asigna un número de lote, para reconocer el momento, condición de producción o un posible defecto de fabricación. Por ejemplo, si existe una orden de pedido para fabricar un artículo “New Gala, color blanco de 260 gr” y teniendo en nuestro registro que se ha fabricado solo una vez. El código sería: “807-14” lote n°2.

2.2 INTRODUCCIÓN A ACCESS.

Microsoft Access es un software incluido en las versiones profesionales de Microsoft Office desde 1992. Se define como un sistema que combina la funcionalidad de un motor de base de datos con una interfaz gráfica de usuario, lo que lo convierte en una herramienta accesible tanto para usuarios principiantes como para expertos en gestión de datos. Una de sus principales fortalezas radica en su compatibilidad con otras aplicaciones de Microsoft Office, como Excel y Word, lo que permite a los usuarios trabajar de manera integrada y potenciar sus flujos de trabajo.

Access utiliza un modelo de base de datos en tablas (filas y columnas) para almacenar datos, utilizando un lenguaje de ingreso estructurado (SQL) para realizar almacenamiento, consultas y manipulación de datos, cada tabla tiene: campos (tipo de dato), identificador (ID) y los registros. Logrando una estructuración de información sobre los equipos, el historial de mantenimiento y producción. Esto facilita la generación de informes y análisis mediante consultas, permitiendo extraer, filtrar, ordenar y analizar los datos almacenados en las tablas, dependiendo del tipo de consulta (de selección o acción son las más usadas), lo que ayuda a identificar patrones de mantenimiento y tendencias de fallas. Esta herramienta balanceada entre potencia, simplicidad y bajo costo, ideal para empresas que necesitan mejorar su gestión sin recurrir a sistemas complejos o costosos. Es especialmente útil cuando se busca centralizar información, automatizar tareas y generar informes claros a partir de datos operacionales. Permitiendo a las organizaciones tomar decisiones informadas y optimizar sus operaciones de mantenimiento y producción.



Ilustración 15: Logo Access.

Fuente: Google imágenes.

2.2.1 Otras alternativas de gestión de datos.

Existen diversas alternativas a Microsoft Access para implementar sistemas de control de gestión, cada una con características particulares según el nivel de complejidad, escalabilidad y recursos disponibles por las organizaciones. Por ejemplo, Excel que es una opción ampliamente utilizada por su facilidad de uso y disponibilidad, pero al no ser específicamente una base de datos relacional, más bien un programa de hojas de cálculo, es propenso a errores y difícil de escalar sin otros complementos como macros programables. También existe otra opción de base de datos y hoja de cálculo en la nube como Google Sheets, útil para pequeños equipos colaborativos, pero con limitaciones en estructuración relacional y seguridad de datos. Otros sistemas de bases de datos como MySQL o PostgreSQL, combinadas con aplicaciones web, tienen una personalización más profunda y manejo de grandes volúmenes de datos, aunque requieren conocimientos técnicos en programación y servidores. Un sistema de gestión y planificación de recursos empresarial (ERP) más avanzado como SAP, Oracle Database o Microsoft Dynamics ofrecen soluciones integradas que abarcan producción, mantenimiento, finanzas y hasta logística, pero requieren una inversión económica significativa, personal especializado y largos tiempos de implementación. En este contexto, Microsoft Access representa una solución intermedia, que equilibra funcionalidad, bajo costo y facilidad de implementación, siendo adecuada para organizaciones que buscan digitalizar sus procesos sin afrontar los desafíos técnicos o financieros de otras plataformas más complejas.

Microsoft Access fue elegido herramienta modelo para el desarrollo del sistema de gestión debido a su bajo costo y alta disponibilidad, ya que forma parte del paquete Microsoft Office instalado en la mayoría de los computadores. Su interfaz amigable e intuitiva facilita el uso por parte del personal sin necesidad de conocimientos técnicos avanzados, lo que reduce significativamente la curva de aprendizaje. Otra ventaja clave es su capacidad para

automatizar consultas y generar informes personalizados, lo que optimiza el análisis de datos y apoya la toma de decisiones. Ofreciendo una solución flexible y escalable, que se adapta fácilmente a las necesidades específicas de la empresa, permitiendo iniciar el proceso de digitalización sin recurrir a herramientas más complejas o costosas.

En los siguientes apartados de este trabajo, se utilizará Access para desarrollar una base de datos relacional que permita centralizar, analizar y gestionar la información clave relacionada con los procesos de producción y mantenimiento. Este enfoque busca demostrar cómo el uso adecuado de tecnologías accesibles puede contribuir a la mejora continua y a la eficiencia operativa en el ámbito industrial.

2.3 DISEÑO DE TABLAS RELACIONALES.

A continuación, para darle una propuesta de solución de mejora a la problemática, en los siguientes apartados de este texto, se desarrollará el modelo de gestión de mantenimiento y producción basado en el tratamiento de datos con apoyo computacional del software Microsoft Access. Permitiendo estructurar la información de manera más clara y digital, a través de la creación de una base de datos relacionales. Se describirán los campos de cada tabla, especificando su diseño y estructura, determinando conexiones entre los elementos cruciales como los componentes mecánicos y producción. Y se definen funcionalidades que llevarán a la mejora continua de la producción y el mantenimiento de la planta.

Cada tabla debe cumplir una función específica, ser clara y precisa, sin redundancias. Además, de estar conectadas mediante claves primarias que relacionan las tablas. Serán elaboradas para satisfacer las necesidades actuales de la empresa, siendo modificable y actualizable como por futuras expansiones del negocio.

Las tablas son creadas y diseñadas de la misma manera, modificando algunos datos solicitados por el contexto de la información de la tabla. A continuación, se describe en una serie de pasos como diseñar las tablas de datos en Access.

- **Paso 1: Crear base de datos:** Para iniciar cualquier base de datos básica, se debe ingresar desde la pantalla inicial de Microsoft Access y se crea una base de datos en blanco, se escribe un nombre a la base de datos y se selecciona la carpeta donde se guardará. Como se señala en la Ilustración 16: Indicación para abrir una base de datos.

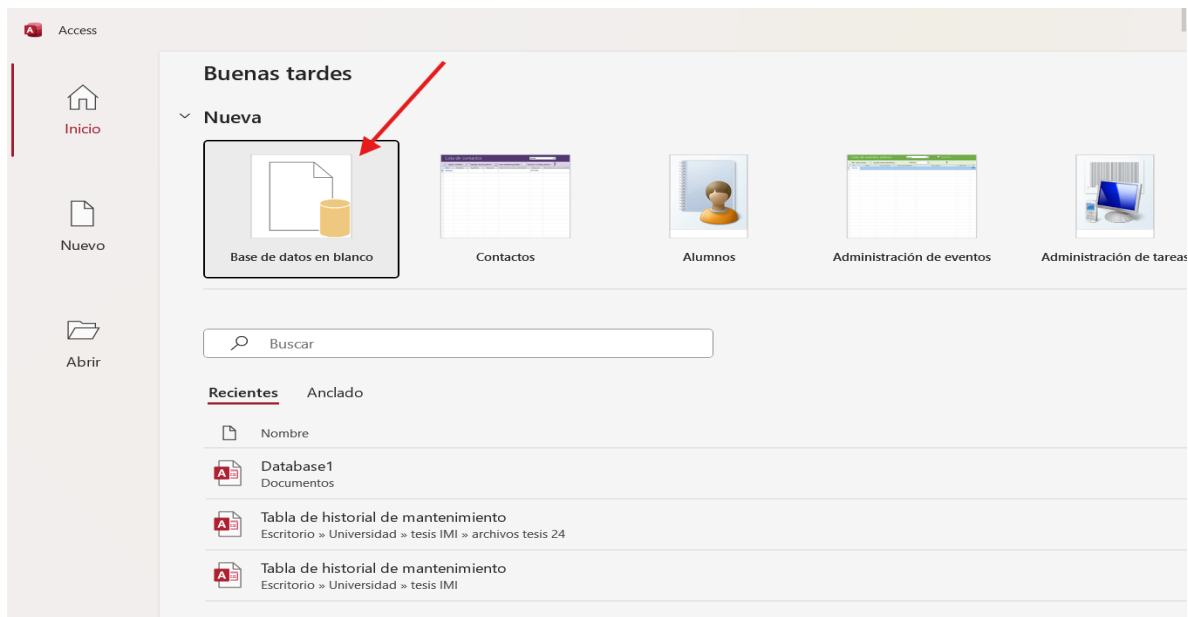


Ilustración 16: Indicación para abrir una base de datos en blanco.

Fuente: Captura de pantalla desde el inicio software Access.

- **Paso 2: Diseño de tablas:** En el interfaz “Crear” seleccionar “Diseño de tabla”, esto te permitirá elaborar las tablas, definiendo los campos, su tipo de dato y personalizar cada columna de la tabla. Como se señala en la Ilustración 17: Indicación para crear un diseño de tabla.

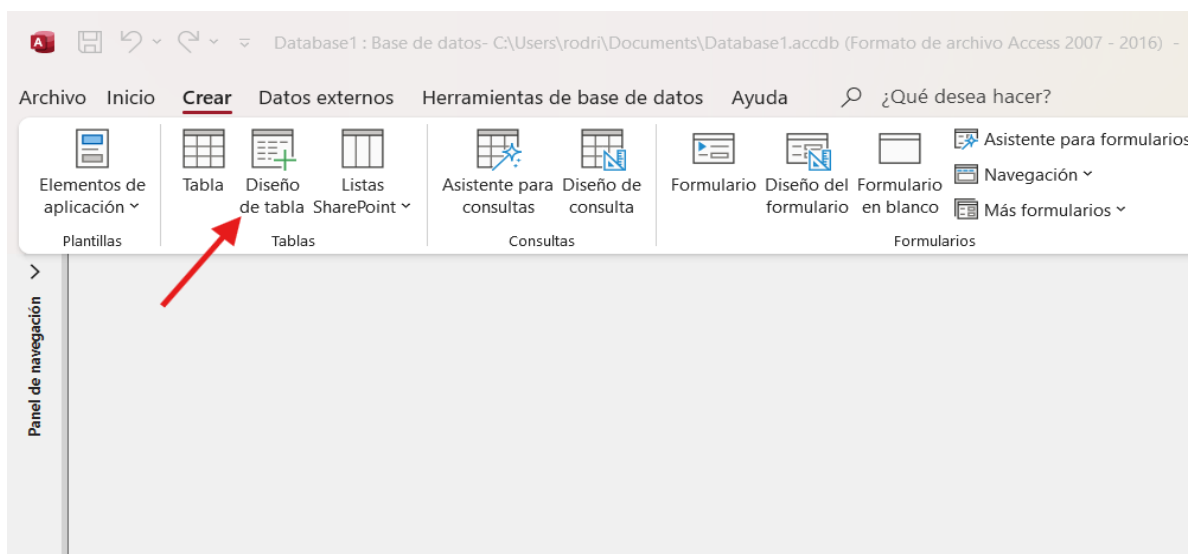
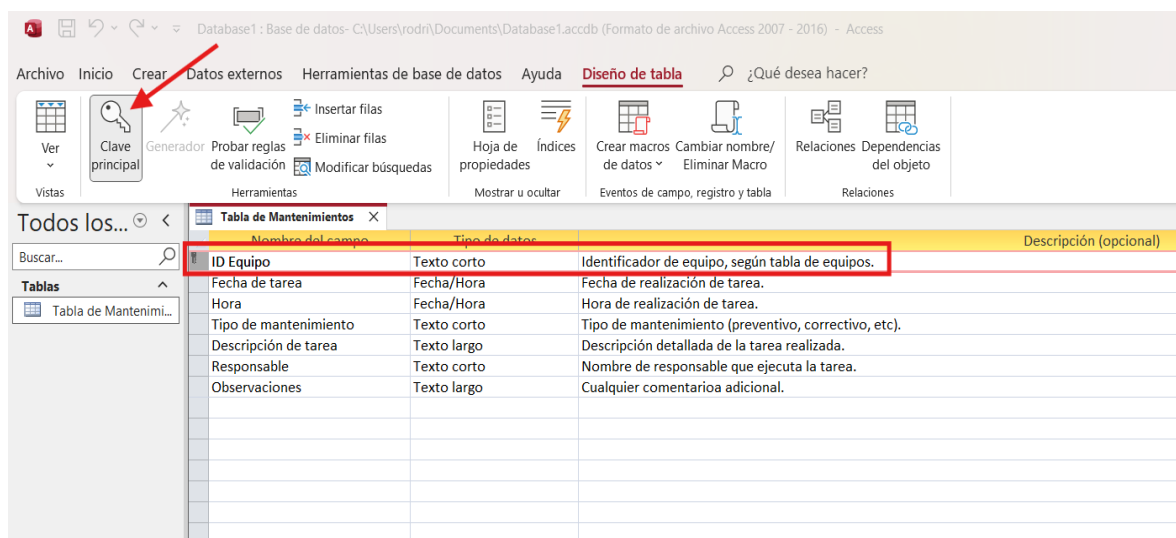


Ilustración 17: Indicación para crear un diseño de tabla.

La definición de los campos en una base de datos es crucial para garantizar que cada tabla almacene los datos relevantes y optimizados para las consultas, sin duplicaciones. También se incluye dentro de las tablas de producción los campos calculados, que a raíz de llenado de estas se calculan datos como rendimientos y eficiencias.

- **Paso 3: Define una clave principal:** En la vista de diseño, se debe autonumerar un campo único dentro de las tablas como la clave principal, permitiendo identificar de manera exclusiva ciertos registros y hacer relación entre las tablas. En el caso de la “Tabla de equipos” y la “Tabla de mantenimiento” la integridad referencial (clave principal) entre ellas será el campo “ID Equipo”. Señalado en la Ilustración 18: Señalización de clave principal.



Nombre del campo	Tipo de datos	Descripción (opcional)
ID Equipo	Texto corto	Identificador de equipo, según tabla de equipos.
Fecha de tarea	Fecha/Hora	Fecha de realización de tarea.
Hora	Fecha/Hora	Hora de realización de tarea.
Tipo de mantenimiento	Texto corto	Tipo de mantenimiento (preventivo, correctivo, etc).
Descripción de tarea	Texto largo	Descripción detallada de la tarea realizada.
Responsable	Texto corto	Nombre de responsable que ejecuta la tarea.
Observaciones	Texto largo	Cualquier comentario adicional.

Ilustración 18: Señalización de clave principal.

Fuente: Captura de pantalla desde diseño de tabla en la tabla de mantenimiento en el software Access.

Por otro lado, las tablas de producción de los procesos (Egan y Calandra), cuentan con una doble clave principal para poder ser relacionadas, puesto que, el producto final debe pasar por dos etapas y es necesario identificarlo en ambas, pero como un mismo artículo se puede volver a fabricar, es diferenciado por un número de lote, componiendo así, su clave primaria.

- **Paso 4: Relacionar tablas:** Una vez se hallan elaborado las tablas que se puedan relacionar, como la “Tabla de mantenimientos” y la “Tabla de equipos” se puede crear la relación. Desde el interfaz “Herramientas de base de datos” en la opción “Relaciones”. Y luego, arrastrando la clave principal en común desde cualquiera de las dos tablas hacia la otra. Como se señala en la Ilustración 19: Indicación para relacionar tablas de equipos y mantenimiento.

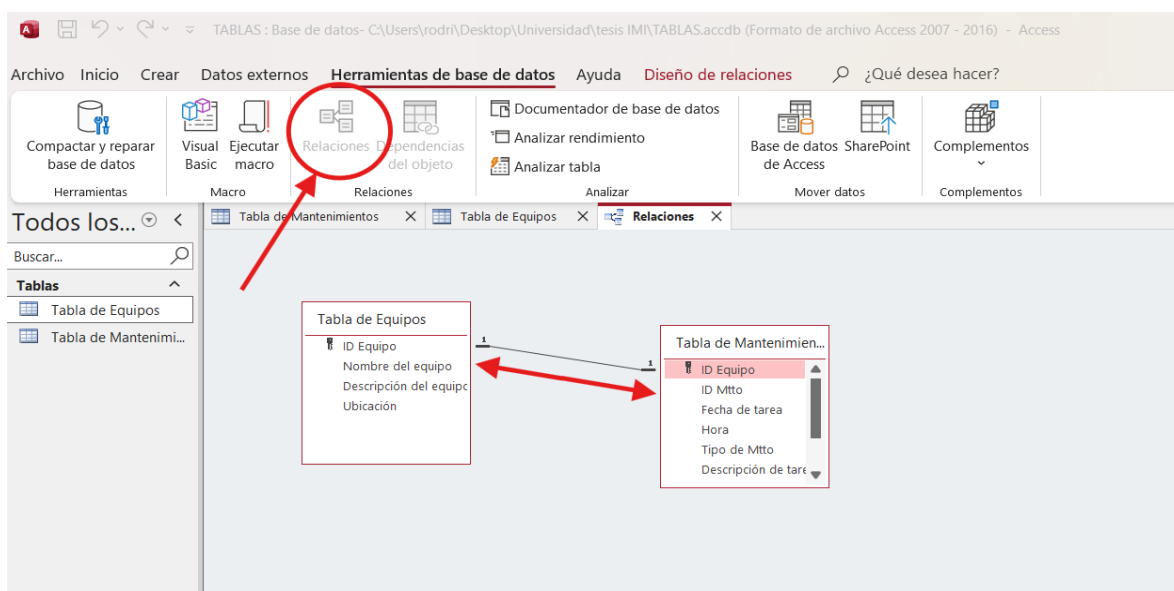


Ilustración 19: Indicación para relacionar tablas de equipos y mantenimiento.

Fuente: Captura de pantalla desde diseño de tabla en la tabla de mantenimiento en el software Access.

- **Paso 5: Tablas de producción:** Para las tablas de producción se deben diseñar de la misma manera. Modificando los campos según corresponda. Este caso, contemplara una “Tabla Egan” y otra “Tabla Calandra”. Teniendo listo sus campos para las columnas y la clave principal (Código Artículo y Lote N°), estas se pueden relacionar.

Una vez que se conformen las tablas, se relacionen entre sí y los campos reflejen los procesos medibles del negocio, hay que empezar a probar el sistema de tratamiento de datos con los registros históricos documentados en las hojas de información en los cuadernos de producción, poblando la base de datos, para detectar posibles errores y asegurar que el sistema de gestión responde de manera eficiente. Ingresar los datos iniciales comenzando por la “Tabla de equipos”, porque es la más básica y la que debe estar completa a la hora de la carga inicial de las demás tablas.

2.4 TABLAS DE DATOS

Una tabla de equipos y otra tabla de mantenimientos, es útil para registrar y gestionar los mantenimientos a los equipos, asegurando su función principal y evitando paradas no deseadas. Deberían incluir campos como: Equipo a intervenir, número de OT, responsable, tiempo y horario, etc. Esta estructura permite filtrar datos, generar reportes y automatizar recordatorios para los mantenimientos.

Por otro lado, las tablas de producción ayudan a registrar, organizar y analizar información sobre las actividades de producción de cada proceso en la línea productiva, provenientes de las hojas de información y cuadernos de producción. Estas tablas pueden incluir datos como el material utilizado, la cantidad producida, el tiempo de producción, los responsables, etc. Son necesarias para el seguimiento del rendimiento y para identificar oportunidades de optimización en los procesos productivos.

2.4.1 Tabla de Equipos:

Una tabla de equipos para mantenimiento es una herramienta útil para organizar y gestionar información detallada de los equipos y sus requerimientos. Su propósito principal es centralizar toda la información clave sobre cada equipo, facilitando así el seguimiento y la planificación de las tareas de mantenimiento.

Esta tabla almacenará datos de los equipos mencionados en las tablas de componentes del sistema del capítulo 1. Datos como su respectivo nombre, identificación, una breve descripción, ubicación, fechas y otros detalles técnicos. Siendo esta la única tabla que pasará por menores modificaciones y/o registros a la hora de implementar este sistema de tablas, ya que es únicamente la tabla de enumeración de activos.

2.4.2 Tabla de Mantenimientos:

Esta tabla estará relacionada con la “Tabla de equipos”, porque facilitará llevar el registro de todas las intervenciones en los equipos. Es esencial en este sistema de mantenimiento, ya que permite tener un historial claro y detallado de cada equipo. Con ella se pueden; hacer seguimientos de los mantenimientos, planificar mantenimientos preventivos y generar informes. Tendrá campos como: orden de trabajo (OT), estado de OT, fecha, hora, responsable, descripción, duración y observaciones. No obstante, como en Access los campos de base de datos son modificables, existe la posibilidad de agregar campos a la tabla como: costos, diagnóstico y resultado. También se podría relacionar con alguna “Tabla de responsables” para enlazarla con esta tabla de mantenimientos, si se quisiera administrar con el recurso humano.

2.4.3 Tabla Egan:

Las Tablas Egan y Tabla Calandra forman parte del sistema de gestión de producción y están diseñadas para registrar y almacenar datos clave sobre la fabricación del papel mural muravinil en la línea de producción “Egan-Calandra”. La Tabla Egan registra la información del primer proceso, donde se aplica el plastisol al papel base. Que contiene campos como: fecha, artículo de producción, lote, desechos, metros cuadrados fabricados, eficiencia, etc. Su principal objetivo es optimizar el uso de las materias primas y evaluar la eficiencia del proceso. La cual estará relacionada con la Tabla Calandra, mediante dos campos identificadores: “Código artículo” y “Lote N°”, relacionando así de manera precisa, los productos fabricados en sus dos procesos secuenciales.

2.4.4 Tabla Calandra:

La Tabla Calandra registra la información del segundo proceso de fabricación, donde se realiza el gofrado y cortado del papel. Contiene campos como: fecha, artículo y lote de fabricación, desperdicios, metros cuadrados fabricados, eficiencia del proceso, etc. Sus principales objetivos son registrar la producción, medir la eficiencia del proceso y reducir pérdidas en la producción final. El análisis y aplicación de esta tabla permite un mayor control a la producción, permitiendo un seguimiento del rendimiento. Por ejemplo, si hay un aumento de mermas o una disminución de la eficiencia, se puede investigar que ocurrió en cada etapa del proceso productivo. Considerando que, al estar relacionada con la Tabla Egan, se pueden realizar consultas o generar informes personalizados en base a la producción.

A continuación, se muestran las cuatro tablas mencionadas exportadas desde el software Access, ya creadas e implementadas en el sistema de base de datos. Que contribuyen la estructura fundamental del modelo de gestión, permitiendo organizar la información de manera más eficiente.

- **Tabla de Equipos.**

Exportada desde Access en archivo: Base de datos Decomural.

Tabla 9: Tabla de Equipos.

ID Equipo	Nombre del equipo	Descripción del equipo	Ubicación
HEG-1	Horno Egan	Se usa para secar el plastisol.	Zona Egan
DBB-1	Desbobinadora	Donde se montan las bobinas para su uso.	Zona Egan
CIL-1	Cilindros	Aplicadores de plastisol al papel base.	Zona Egan
BVF-1	Bomba vertical y filtro	Para mover y filtrar el plastisol.	Zona Egan
BBR-1	Bobinador	Enrolla el papel procesado en el horno Egan.	Zona Egan
BAT-1	Batidora	Mezcla materias primas para generar plastisol.	Zona Egan
TYC-2	Tirador y Cinta	Hace que el papel avance hasta la cortadora.	Zona Calandra
HCA-2	Horno Calandra	Aplica calor al papel encapado.	Zona Calandra
GOF-2	Gofrador	Genera textura con rodillo con relieve.	Zona Calandra
COT-2	Cortadora	Corta el papel en rollos de 30 ml.	Zona Calandra
BHI-2	Bomba Hidráulica	Suministra la presión necesaria para gofrado.	Zona Calandra
COM-0	Compresor MSV45	Abastece de aire presurizado a toda la línea.	Sala Máquinas.
EXT-0	Extractor	Lleva los humos desde el horno hasta el exterior.	Patio trasero.
BCH-0	Bomba Chiller	Encargada de refrigerar líneas donde se concentra el calor.	Patio trasero.

- **Tabla de Mantenimientos.**

Exportada desde Access en archivo: Base de datos Decomural.

Tabla 10: Tabla de Mantenimientos.

ID Equipo	OT	Fecha	Hora	Tipo de Mantenimiento	Descripción de tarea	Responsable	Observación	Tiempo de tarea (min)
BAT-1	30924	15-10-24	10:00	Correctivo	Cambio correa distribución.	Mecánico	Correa cortada.	45
BYF-1	30924	15-10-24	16:00	Preventivo	Lavado interno a bomba y filtro.	Mecánico	Mantenimiento de rutina.	30
EXT-0	11024	12-10-2024	16:00	Preventivo	Cambio fibra de filtros.	Operador Egan	Cambio preventivo.	60
HCA-2	21024	10-10-2024	10:00	Correctivo	Cambio de teflón dentro del horno.	Operador Calandra	Teflón quemado, horno quema papel	60
DBB-1	41024	07-10-2024	12:00	Correctivo	Reparación sistema de freno del eje	Mecánico	Falla freno del eje desbobinador.	100
CIL-1	61024	05-10-2024	10:00	Preventivo	Rectificación de cilindros.	Mecánico	Rectificación preventiva.	120
COT-2	71024	04-10-2024	10:00	Correctivo	Reparación sistema eléctrico.	Eléctrico	Reparación eléctrica.	60
HCA-2	101024	02-10-2024	09:00	Preventivo	Inspección y limpieza horno	Operador Calandra	Limpieza de rutina.	30
BAT-1	121024	01-10-24	09:00	Preventivo	Limpieza de rutina, lavar aspa y tarro.	Operador Egan	Plastisol seco obstruye aspa.	30
BCH-0	151024	30-09-2024	12:00	Correctivo	Cambio válvula de paso en estanque.	Mecánico	Bola no gira, vástago roto.	60

- **Tabla Egan.**

Exportada desde Access en archivo: Base de datos Decomural.

Tabla 11: Tabla Egan.

Fecha	Código artículo	Nombre artículo	Lote N°	Papel base (kg)	Merma papel (kg)	Plastisol fabricado (kg)	Plastisol usado (kg)	Fabricado (m²)	Desechos (m²)	Eficiencia total (Rendimientos)
19-12-2024	803-33	Lino café	18	410	10	850	803	4462	202	95,83%
18-12-2024	803-53	Lino azul	51	767	13	850	819	4555	199	96,76%
11-12-2024	803-12	Lino blanco	422	797	14	1800	1737	12401	99	97,98%
19-11-2024	803-13	Lino blanco	30	797	9	1200	1196	7036	80	99,13%
18-11-2024	801-12	Telar blanco	461	767	13	1200	1200	8576	78	99,13%
17-11-2024	802-83	Telar verde	14	411	7	1200	1196	6646	631	96,16%
15-11-2024	803-17	Lino blanco	83	429	2	1200	1140	4573	80	97,59%
14-11-2024	803-23	Lino amarillo	88	385	7	1200	1180	6945	33	98,68%
12-11-2024	803-52	Lino azul	40	766	6	1200	1200	8589	360	98,34%
07-11-2024	801-42	Telar gris	209	802	9	1200	1185	8471	140	98,66%

- **Tabla Calandra**

Exportada desde Access en archivo: Base de datos Decomural.

Tabla 12: Tabla Calandra.

Fecha	Código artículo	Nombre artículo	Lote N°	Fabricado Egan (m²)	Fabricado Calandra (m²)	Merma y desechos (m²)	Observación de desperdicios	Eficiencia
06-11-24	803-12	Lino blanco	422	6936	6687	249	Producto quemado.	96,41%
05-11-24	804-53	Lino azul	2	2114	2029	85	Producto crudo.	95,98%
03-10-24	803-17	Lino blanco	83	3729	3619	110	Arrugas en papel.	97,05%
25-10-24	803-27	Lino blanco	9	3666	3525	141	Producto sobre cocido.	96,15%
23-10-24	803-14	Lino blanco	420	9952	9729	223	Corte en papel por tensión.	97,76%
22-10-24	803-53	Lino azul	51	6633	6457	176	Producto sobre cocido.	97,35%
21-10-24	803-23	Lino blanco	88	2476	2398	78	Arrugas en papel.	96,85%
18-10-24	801-12	Telar blanco	461	8566	7796	770	Papel quemado.	91,01%
16-10-24	801-42	Telar gris	209	8412	8060	352	Cortes en papel por tensión.	95,82%
01-10-24	803-13	Lino blanco	30	2463	2455	8	Arrugas en papel.	99,68%

Estableciendo la estructura fundamental mediante las tablas relacionales y vínculos de datos, el siguiente paso consiste en evaluar la operatividad de los sistemas, sus funcionalidades en el tratamiento de datos y el impacto que genera en la gestión interna de la empresa.

El diseño del modelo de gestión de mantenimiento y producción puede digitalizar y estructurar los registros clave de la fábrica, con la creación de las tablas relacionadas optimizando el almacenamiento de datos, resguardando el acceso, la integridad y la manipulación de la información. Este sistema de tratamiento de datos no solo resuelve las limitantes del sistema actual de recopilación de información, sino que también abre infinitas posibilidades para el análisis de la base de datos. La utilidad del software no radica solo en la capacidad de almacenamiento de los registros, sino en el procesamiento y tratado de los datos, convirtiéndolos en información fundamental a través de las consultas e informes generadas por los usuarios. De igual forma, la comodidad de Access permite la exportación a diferentes formatos de Microsoft Office como Word y Excel, hasta otros softwares de lenguaje de consultas estructuradas con la manipulación de datos relacionables (SQL).

Para mantener y actualizar la base de datos periódicamente, se podría recopilar retroalimentación con comentarios y sugerencias de los usuarios mensualmente para realizar posibles ajustes que mejoren el sistema de gestión de base de datos, corrigiendo errores que optimicen funciones si fuese necesario, incluyendo un respaldo de los datos diariamente, dado por el guardado automático del software. Estas funciones deben ser un proceso constante, asegurando que el sistema de gestión con tratamiento de datos responda de manera cambiante a las necesidades de la empresa, esto incluye actualización de los campos en las tablas, ingresos de nuevas tablas a la base de datos, actualización y creación de nuevas consultas o agregando nuevas herramientas de análisis.

Es importante abordar el análisis del sistema, explorando y usando las consultas en Access para extraer la información que se requiera. Complementando con la generación de informes que permiten controlar y visualizar el resultado de los procesos operativos. Con eso se demostrará a través de esas herramientas del software, como la digitalización de datos puede ayudar significativamente a la administración de recursos basada en una información más precisa.

Una vez desarrollado el modelo de gestión a través de la creación y estructuración de las bases de datos en Access, es fundamental analizar cómo estas herramientas transforman los registros de mantenimiento y producción en información valiosa para la toma de decisiones estratégicas. En el siguiente capítulo se analizará el comportamiento de la base de datos implementada, utilizando consultas e informes para validar su efectividad y explorar su potencial como motor de mejora continua en los procesos industriales.

CAPÍTULO 3: ANÁLISIS DEL SISTEMA DE BASE DE DATOS.

El modelo de gestión de mantenimiento y producción en base a tratamiento de datos, registrados por los operadores y mantenedores de la empresa, se valida con el tiempo de uso e implementación dentro de la fábrica, es importante que los trabajadores se vayan familiarizando con el software día a día, para su correcto uso y aprovechamiento al máximo de este recurso tecnológico. Esto es fundamental para evaluar el desempeño de la planta de producción y detectar futuras mejoras en sus procesos.

Para analizar los datos del sistema y poder trabajar con ellos, aparte de solo utilizarlo como base de datos históricos, es importante saber interpretar los registros. Conocer cuáles son las necesidades de la empresa con respecto a la mantenibilidad y productividad, para poder dirigir una toma de decisiones más informada, con datos en tiempo real.

Muchas fábricas tradicionales dependen de registros manuales en papel o archivos dispersos en Excel, lo que dificulta la accesibilidad y la integridad de la información. Con Access, la empresa debería obtener ventajas como:

- La automatización en Access elimina la redundancia del registro manual, permitiendo entradas de datos más rápidas y consultas instantáneas.
- Las consultas automatizadas pueden identificar tendencias de fallos y programar mantenimientos preventivos de forma proactiva.
- Los informes proporcionan información visual y estadística clara para apoyar decisiones estratégicas, como optimización de recursos y ajustes de producción.
- El diseño modular asegura que el sistema sea adaptable, capaz de incorporar nuevas tablas, campos o relaciones en la base de datos sin afectar la funcionalidad y evolucione con el crecimiento las nuevas demandas del negocio.

Finalmente, en este capítulo final se presentan las principales potencialidades del sistema de base de datos, con ejemplos prácticos de cómo crear las consultas en Access, para obtener los datos de interés con opciones de filtrar, calcular y agruparlos, sin perder tiempo en la búsqueda de la información dentro de las tablas. Asimismo, Access permite la generación de informes personalizados (reportes) desde la automatización considerando la información que se extrae desde las tablas y consultas. Todo esto para demostrar que con Access se puede transformar los datos almacenados en información útil para analizar los equipos y eficiencia de los procesos de fabricación, contribuyendo al rendimiento de la empresa.

3.1 CONSULTAS.

Las consultas y los informes son herramientas esenciales para trabajar con los datos almacenados en una base de datos. Las consultas procesan y extraen datos, mientras que los informes a partir de las consultas, los presentan de forma organizada para facilitar la interpretación y la toma de decisiones.

Las consultas permiten buscar, filtrar y manipular datos en una base de datos. Son instrucciones que recuperan información específica de una o varias tablas según criterios definidos. A través de consultas de selección, se pueden obtener registros específicos según criterios definidos, mientras que las consultas de acción pueden actualizar, eliminar o agregar datos automáticamente. Además, el uso de funciones agregadas por el usuario en consultas resumen posibilita el cálculo de totales, promedios y otros valores estadísticos esenciales para la evaluación de la eficiencia en los procesos.

A continuación, se describe en una serie de pasos, para la realización de una consulta, que pregunta la cantidad de m² fabricados según el artículo y su correspondiente lote ingresados por el usuario. De esta manera se encuentran respuestas más específicas, sin perder tiempo buscando dentro de las tablas.

- **Paso 1: Crear consulta:** Dentro del archivo de las tablas abierto en Access, se debe “Crear” un “Diseño de consulta” y agrega la tabla desde la opción “Agregar tabla” del interfaz, arrastrando la tabla que se desea realizar la consulta. En este caso se usará la “Tabla Calandra” para el ejemplo gráfico en las Ilustraciones 20,21,22,23,24 y 25.

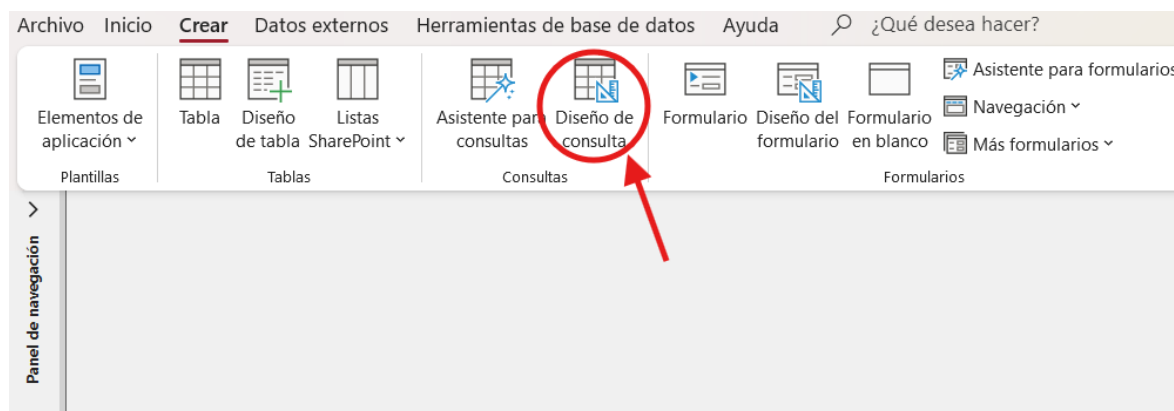


Ilustración 20: Indicación para crear consulta.

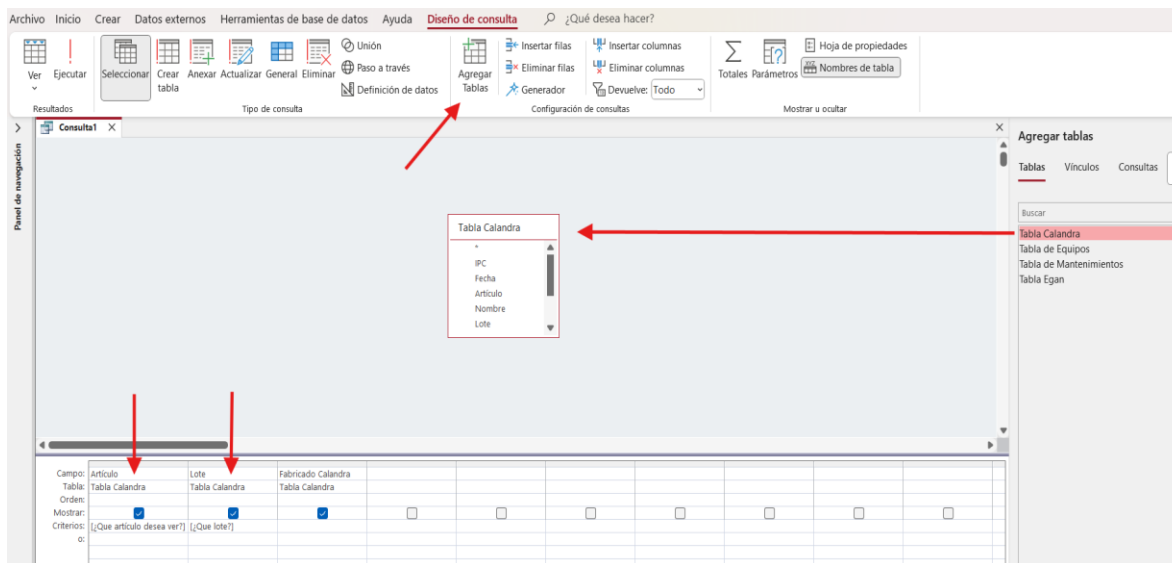


Ilustración 21: Indicación para agregar tablas y sus campos a la consulta.

Fuente: Captura de pantalla desde diseño de consulta en el software Access.

- **Paso 2: Agrega los “Campos”:** Dese el cuadro de campos, agrega los necesarios, según la tabla para desarrollar la consulta. En el ejemplo ilustrado, se utilizan los campos; artículo, lote y fabricado calandra m².
- **Paso 3: Programación de consulta:** Los campos de la consulta dependen del tipo de información que desees obtener de tus tablas, por eso son editables que pueden incluir expresiones, cálculos, datos ocultos, datos específicos, etc. Dentro de la opción “Criterio” se puede editar lo mencionado, en el ejemplo de las ilustraciones se demuestra que, con unos simples corchetes, se puede programar una búsqueda de un valor parametrizado: “[(Ingrese el artículo que busca)]”, y también: “[(Ingrese el lote del artículo que busca)]” o en otro caso podría ser: “[(Ingrese el dato del campo que busca)]”.

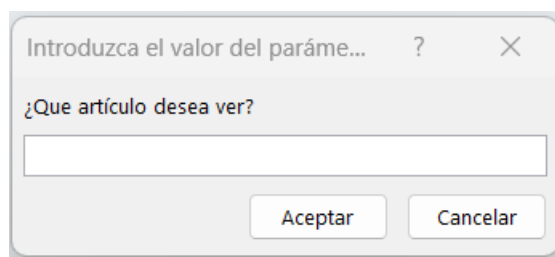


Ilustración 22: Cuadro de consulta sobre que artículo mostrar.

Ilustración 23: Cuadro de consulta sobre que lote mostrar.

Fuente: Captura de pantalla desde diseño de consulta en el software Access.

- Paso 4: Ejecución de consulta:** Una vez diseñado toda la consulta, se tiene que ejecutar con el botón signo de exclamación rojo (!), para probar su funcionamiento, realizando las acciones especificadas en ella. Sin necesidad de cerrarla como definitiva, esta se puede volver a modificar en la opción de vista “Diseño de consulta”. Con la consulta ejecutada y verificada se puede guardar con el nombre de ella, es recomendable asignarle un nombre a la consulta que se pueda reconocer fácilmente. El nombre asignado de la consulta en ejemplo es “m² según artículo y lote por el usuario”. De esta manera se puede saber claramente lo que entrega esta consulta.

Artículo	Lote	Fabricado Calandra m ²
803-13	31	2450
*	0	0

Ilustración 24: Ejecución de consulta.

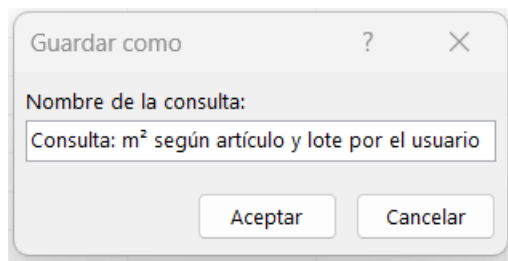


Ilustración 25: Cuadro de guardado de consulta.

Fuente: Captura de pantalla desde diseño de consulta en el software Access.

Existen varios tipos de consultas, entre las más comunes están: las consultas de parámetros, consultas de selección, hasta consultas de cálculos. Por ejemplo, una consulta puede responder preguntas como: ¿Cuántos metros cuadrados de papel se produjeron en una fecha específica? o ¿Cuáles equipos necesitan mantenimiento en los próximos días?

A continuación, se enlistan descriptivamente diferentes casos de consultas, que se pueden desarrollar para ampliar la automatización del sistema y estar al tanto de la situación de la empresa:

- **Consulta de producción por periodo:** Una consulta de fabricación de producción por un periodo de tiempo específico o también llamado “campana”, que sea ingresado por el usuario dará a conocer rápidamente la cantidad de metros cuadrados producidos.
- **Consulta de comparación de productos:** La consulta de comparación de artículos fabricados a lo largo de un tiempo determinado, sirve para evaluar tendencias de la producción. Esto ayudaría en el pronóstico de la demanda, agilizando la planificación de producción.
- **Consulta del historial de un equipo específico:** La consulta del historial de mantenimientos, ayuda a obtener el registro de las intervenciones realizadas a un equipo determinado, para evaluar y comparar sus factores como tiempos de intervención o hasta justificar decisiones de inversión.
- **Consulta de equipos sin mantenimiento:** Una consulta sobre los equipos que no han recibido ningún tipo de mantenimiento, serviría para prevenir su falla planificándole y priorizando los equipos descuidados. Evitando gastar tiempo y recursos en equipos recientemente revisados.

3.2 INFORMES.

Los informes en Access son una herramienta esencial para presentar información de manera clara y organizada. Dependiendo de la necesidad, se pueden generar informes simples o avanzados, permitiendo tomar decisiones estratégicas basadas en datos precisos. Por ejemplo, un informe puede mostrar la eficiencia de los equipos durante un mes, con gráficos que comparen diferentes períodos, o listar el historial de producción de un artículo específico.

Los informes presentan la información de la base de datos de manera estructurada y legible para ser compartida con otros usuarios o para su análisis visual, que permiten crear documentos formateados que incluyen texto, tablas, gráficos y cálculos basados en datos de consultas o tablas. Se caracterizan por su diseño personalizado, automatización de cálculos y exportación, permitiendo agregar filtros y agrupaciones según los criterios deseados. Otro aspecto importante es que pueden incluir elementos visuales como logotipos, colores, secciones de encabezado y pie de página para mejorar la presentación de la información.

Desde el menú de opciones en “Crear” existen varias formas de hacer informes o reportes, siendo las más comunes la generación de un informe a través de una tabla o consulta ya implementadas, editable o no. Esto quiere decir que el informe se puede presentar tal cual está la tabla o consulta a utilizar, desde el botón “Informe” como se señala en la Ilustración 26: Indicación de creación de informe. O se puede modificar el informe que se desea visualizar desde la opción “Asistente para informes” ejemplificado en la Ilustración 27: Vista de diseño informe con su hoja de propiedades, desde allí se seleccionan los campos que se quieren incluir, está la configuración de orden y diseño, incluso se puede crear un informe desde cero (en blanco).

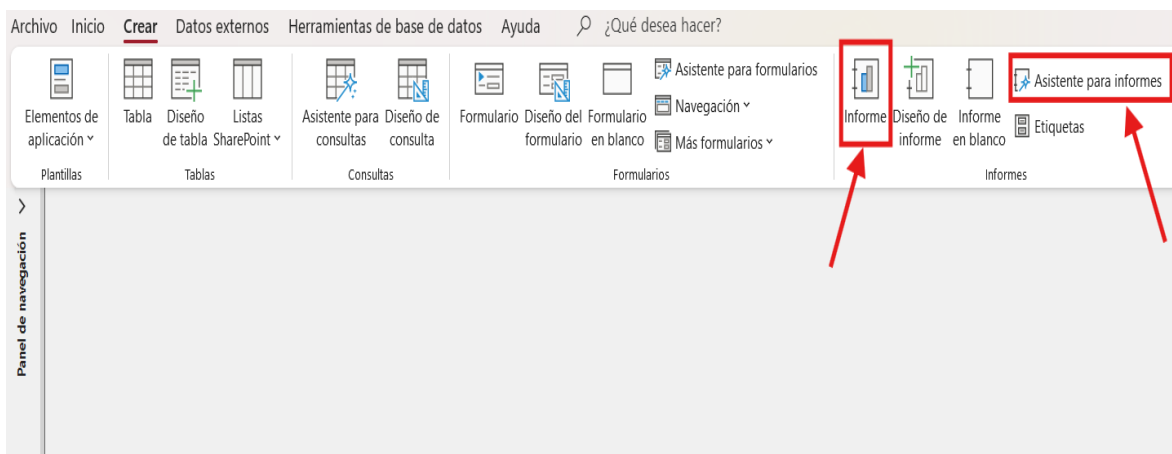


Ilustración 26: Indicación de creación de informe.

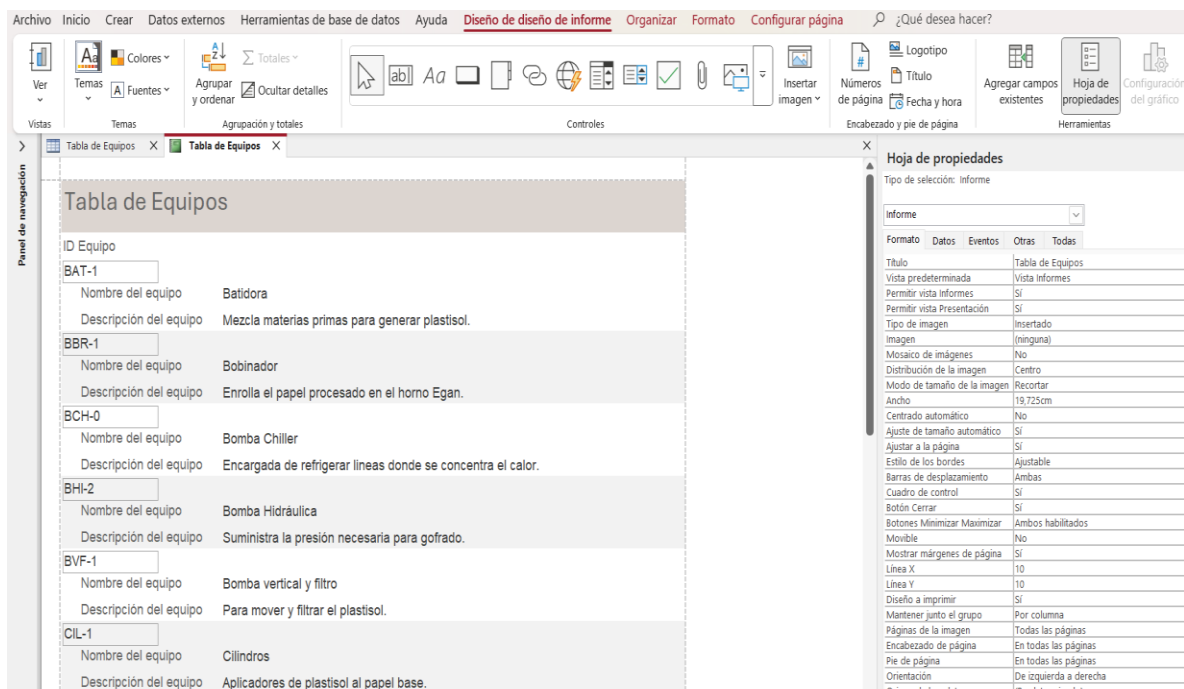


Ilustración 27: Vista de diseño informe con su hoja de propiedades.

Fuente: Captura de pantalla desde diseño de informe en el software Access.

A continuación, se enlistan detalladamente diferentes casos de informes, que se pueden desarrollar para ampliar la automatización de los reportes, y visualizar periódicamente estando al tanto de la situación de la empresa:

- **Informe de producción por periodo:** Un reporte de la producción fabricada en un periodo de tiempo o por campaña, que sea solicitado por el usuario. Que desglose los artículos con sus respectivos lotes, fechas y tiempos de fabricación, mermas y desperdicios, etc. Y cualquier otra información que se programe por necesidades de la empresa.
- **Informe de mantenimientos preventivos:** Una lista de los mantenimientos pendientes (las OT) a los equipos programados en los próximos días, ayudando al personal técnico a preparar la tarea, optimizando la planificación.
- **Informe de mermas y desperdicios:** Un reporte del análisis de la cantidad de material que pierde precio, pero aún consigue un valor en el mercado (mermas) y la cantidad de material desechado (pérdida) que no tiene retorno. Pudiendo reconocer oportunidades de mejora en los procesos productivos y en el control de calidad.
- **Informe de eficiencia operativa:** Un documento de análisis del rendimiento de los equipos y eficiencia de la producción, que deberá evaluar de qué manera se están

usando los recursos para alcanzar el máximo desempeño con el menor desperdicio posible. Existen muchas maneras de realizar este análisis, mediante la medición de indicadores clave o determinados por la empresa y comparando los datos con históricos para reconocer tendencias o pronosticar el futuro.

- **Informe de mantenimientos correctivos:** Una lista con los mantenimientos no programados realizados en un periodo de tiempo determinado por el usuario, para analizar un historial de fallas, conociendo tiempos entre paradas (MTBF) y tiempos para reparar fallas (MTTR), permitiendo identificar patrones de falla en los equipos.

3.3 ANÁLISIS DE IMPACTO.

Controlar las etapas de la productividad mediante datos estructurados es el primer paso para mejorarlos. Con este modelo, la empresa pasará de una gestión reactiva a una gestión proactiva y estratégica, lo que resultará en una operación más eficiente, sostenible y competitiva en el mercado.

La implementación de un software como Microsoft Access en una fábrica que registran sus procesos en cuadernos a mano puede generar un impacto significativo en diversos aspectos operativos y administrativos. Aunque Access no es un sistema de planificación de recursos empresariales (ERP), ni tampoco un software de gestión de mantenimiento (GMAO), su capacidad para gestionar bases de datos y automatizar procesos puede representar una mejora importante en la eficiencia y control de gestión.

El impacto de este nuevo modelo será una mejora significativa en la capacidad de análisis de la empresa. Se espera una reducción en los tiempos de gestión, facilitará la programación de intervenciones preventivas y el análisis de tendencias de fallas, reduciendo los costos asociados a paradas inesperadas y prolongando la vida útil de los equipos. Asimismo, en la producción, permitirá detectar ineficiencias, desperdicios y oportunidades de mejora, contribuyendo a la optimización del rendimiento de la planta, identificando puntos críticos en la línea, como la sobreproducción de mermas, o fallas recurrentes en equipos. Mediante indicadores como la eficiencia por lote o el MTBF por equipo, se podrán tomar decisiones correctivas basadas en datos reales y no en percepciones.

Se verá a continuación, una tabla comparativa que evidencia los contrastes entre el registro antiguo (en papel) y el nuevo modelo (base de datos en Microsoft Access), que destaca las mejoras y beneficios del sistema digital en la gestión de mantenimiento y producción.

Tabla 13: Comparación de registro antiguo y nuevo modelo.

Criterio	Registro antiguo	Nuevo Modelo
Almacenamiento de datos	En hojas de papel en cuadernos físicos.	Digital en base de datos relacional.
Accesibilidad	Solo accesible físicamente en la fábrica.	Disponible desde cualquier computador con Access
Precisión de datos	Errores frecuentes por escritura manual y error de cálculos.	Datos estructurados que minimizan errores
Tiempo de registro	Lento, por la transcripción y consolidación manual	Rápido, con ingresos automatizados.
Búsqueda de información	Toma tiempo revisar cuadernos y archivos físicos.	Las consultas o reportes permiten buscar información al instante.
Análisis de datos	Limitado a cálculos manuales y revisión visual.	Puede generar informes y análisis automatizados.
Historial de mantenimiento	Información dispersa, difícil de rastrear.	Registro centralizado con el historial de cada equipo.
Planificación de mantenimiento	Basado en anotaciones manuales, comúnmente olvidadas.	Consultas programadas para saber sobre próximos mantenimientos.
Control de producción	Datos escritos en cuadernos de producción, sin estructura clara.	Tablas relacionales que permiten cruzar información y calcular eficiencias.
Seguridad de información	Riesgo de pérdida o deterioro en la manipulación de hojas físicas.	Respaldo digital con opciones de copia de seguridad y restricción de acceso.
Toma de decisiones	Información fragmentada, difícil de interpretar.	Análisis en tiempo real con reportes de información automáticos.
Integración de otras herramientas	No se puede integrar con otros sistemas.	Exportación a otros softwares más avanzados.

Fuente: Elaboración propia.

La comparación muestra que el modelo aquí planteado, mejora significativamente la gestión de mantenimiento y producción, dándole precisión, rapidez y accesibilidad a la información. Eliminando la necesidad de buscar registros manualmente, lo que ahorra tiempo a los operarios y al personal de mantenimiento. Con datos organizados y consultas automatizadas, los trabajadores pueden dedicar su tiempo a actividades más estratégicas o importantes, en lugar de tareas administrativas innecesarias. Además de adoptar una mentalidad de mejora continua basada en información objetiva, lo que impulsara sus actividades, desarrollando una cultura organizacional más enfocada en el análisis de datos.

Con la capacidad de generar reportes automáticos mediante el tratamiento de datos, se facilitarán próximas auditorías, mejorará la documentación de los procesos y garantizará que las operaciones sigan estándares de seguridad y eficiencia. A futuro, el modelo asegurará que la empresa cumpla con normativas industriales y estándares de calidad de manera más eficiente.

En el contexto industrial, la falta de un control eficiente sobre los procesos puede derivar en errores operativos, mantenimientos reactivos y pérdida de productividad. Microsoft Access marcará un cambio fundamental en la gestión de mantenimiento y producción, alineándose con el principio de que "Lo que no se controla, no se puede mejorar". También representa un progreso clave en la innovación de la organización, favoreciendo la trazabilidad de los datos y a una gestión más efectiva de los equipos industriales.

En pocas palabras la digitalización del sistema permite reducir errores, optimizar tiempos y mejorar la toma de decisiones estratégicas en la empresa. Esta progresión no solo optimiza la operación actual, sino que también sienta las bases para futuras integraciones tecnológicas. Si bien Access, es una solución viable para fábricas con presupuestos limitados, presenta ciertas limitaciones cuando se usa en ambientes industriales de mayor envergadura. En algunos casos, Access puede servir como un primer paso hacia la modernización, pero a medida que la fábrica crezca, será recomendable migrar a sistemas más avanzados como un software ERP o un GMAO más completo.

3.3.1 Impacto en el mantenimiento.

En un entorno industrial donde la continuidad operativa es clave para la competitividad, el mantenimiento de los equipos deja de ser una tarea meramente reactiva para convertirse en una práctica estratégica y basada en datos. Gracias al modelo de gestión implementado en Microsoft Access, que centraliza registros de intervenciones y genera consultas automáticas, es posible pasar de intervenciones puntuales a un programa preventivo fundamentado en indicadores como MTTR y MTBF. Este cambio no solo reduce las paradas no planificadas,

sino que optimiza el uso de recursos técnicos y económicos, sienta las bases para un mantenimiento predictivo y fortalece la resiliencia de la planta.

El sistema de base de datos ha generado cambios significativos en la gestión de mantenimiento, que se pueden cuantificar y calificar a través de indicadores clave como:

- **Reducción del MTTR:** Antes el tiempo promedio de reparación de órdenes correctivas era mayor, debido a la búsqueda manual de historiales y a la falta de preparación para tareas de mantenimiento. Después, con consultas automatizadas que muestran el historial completo de cada equipo, las tareas previas realizadas y la identificación de equipos con fallos recurrente para mantener un stock de repuestos críticos, el MTTR se ha reducido. Resolviendo cada parada no programada antes, lo que se traduce en tiempo liberando al equipo de mantenimiento para labores preventivas.
- **Aumento del MTBF:** Antes el tiempo promedio entre fallas era mayor, al no tener datos de intervenciones preventivas de manera consistente. Al programar y registrar mantenimientos preventivos de forma sistemática con alertas en Access, el MTBF sube, esto significa, menos paradas imprevistas, mayor continuidad de la línea Egan-Calandra y menos “turnos extra” de urgencia.
- **Incremento de la tasa de cumplimiento de mantenimientos preventivos:** Solo el 50% de las OT se ejecutaba en fecha, debido a la dispersión de los registros y a la falta de recordatorios. Al generar un informe mensual automático con las OT programadas y su estado, la tasa de cumplimiento asciende al 90%. En consecuencia, se observa una caída del 10% en fallas correctivas ya que los equipos reciben atención planificada, lo que mejora la confiabilidad en general.
- **Optimización de recursos y costos:** Gracias a la reducción del MTTR y al aumento del MTBF, se estiman 20 horas de trabajo mensuales liberadas del personal de mantenimiento. Valorando cada hora en \$10.000 CLP, representan \$200.000 CLP mensuales de ahorro directo en mano de obra de mantenimiento. Esos recursos pueden dedicarse a proyectos de mejora continua, capacitaciones o inspecciones adicionales, elevando la calidad del servicio.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El sistema de base de datos se va validando durante todo este modelo de gestión basado en el tratamiento de datos relacionales en Microsoft Access, que ha demostrado ser eficaz para la optimización de los procesos de registro de producción y mantenimiento en la industria papelera. Este enfoque ha permitido abordar y superar las limitaciones del sistema anterior, como la dispersión de datos en hojas de cuadernos y la falta de integración entre las distintas áreas involucradas en los procesos productivos.

En el capítulo 1 se describe el entorno de la fábrica que produce papel mural. Se explican gráficamente los procesos que se ejecutan para el correcto funcionamiento del negocio, destacando la importancia de cada proceso. La organización de la distribución de las zonas e involucramiento de los equipos detallados es importante para el proceso productivo. El enfoque está en la línea productiva “Egan-Calandra” que genera una parte importante de las ventas mensuales de la organización, enfatizando la necesidad de un sistema de gestión de mantenimiento y producción digital orientado al control y mejora de las operaciones, sentando las bases para el desarrollo del modelo propuesto en los capítulos posteriores.

Después, en el capítulo 2 se detalla el desarrollo del modelo de gestión de mantenimiento y producción, revisando las hojas de información actuales que se usan en la fábrica, abordando el conocimiento necesario para el uso del software Access, hasta el diseño y estructuración de las tablas relacionales. Una vez implementado este nuevo sistema de gestión, se evidencia como la digitalización de los registros mejora la trazabilidad y análisis de datos, facilitando la recopilación y recuperación de información, permitiendo una interpretación más eficiente y confiable, facilitando la toma de decisiones dentro de la empresa de manera más oportuna y fundamentada por parte del personal técnico, con la implementación de las tablas relacionadas, a través de un campo identificador.

Por último, el capítulo 3 se centra en la gestión y análisis de datos mediante las consultas e informes de Access. Se describen y explican la creación de estas consultas e informes para conocer y visualizar de forma más organizada la información relevante, facilitando el análisis de mantenimiento y producción, incluso usuarios sin conocimientos técnicos pueden consultar y entender la información gracias a estas herramientas. Manteniendo una base de datos segura, ya que los usuarios acceden a vistas específicas, sin modificar los datos base. El impacto de este modelo de gestión con tratamiento de datos es el mejoramiento de acceso y gestión de la información, reduciendo lo redundante en el registro a mano en hojas de cuadernos y generando informes automáticos para el análisis de la organización, constituyendo un primer paso hacia la digitalización integral de los procesos industriales, alineándose con los principios de mejora continua, eficiencia operativa y

modernización tecnológica, que son esenciales en un entorno competitivo y dinámico como el actual.

En definitiva, este proyecto destaca la importancia de integrar tecnologías de tratamiento de datos en entornos industriales, subrayando su potencial para mejorar la eficiencia operativa y garantizar la sostenibilidad del negocio a largo plazo. Mediante el diseño de tablas relacionales y la centralización de datos, el sistema propuesto facilita la toma de decisiones informadas, mejora el análisis de datos. Gracias a la capacidad de realizar consultas y generar informes automáticos permite un análisis más profundo del rendimiento de los equipos y de los procesos productivos. Se sugiere maximizar su utilización y asegurar su adaptabilidad frente a las necesidades futuras de la empresa. Por ejemplo, para relaciones más grandes se podría crear una tabla maestra de producción. Asimismo, se recomienda continuar desarrollando este sistema, con posibles incorporaciones futuras con herramientas más avanzadas en SQL como lo es “Power BI”, para una mayor visualización dinámica de la información clave.

Las recomendaciones aquí propuestas buscan asegurar la sostenibilidad del sistema implementado y facilitar una evolución progresiva hacia tecnologías más avanzadas, lo que redundará en una mayor competitividad y eficiencia a largo plazo. El futuro de la industria está en la automatización y la optimización basada en datos, y este sistema representa una base fundamental para que la empresa transite hacia una transformación digital más amplia y eficiente.