

Universidad Nacional de Rosario

Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura

Escuela de Posgrado y Capacitación Continua



Tesis de Maestría

**GESTIÓN DE PROYECTOS DE MEJORAS DE
MANTENIMIENTO MEDIANTE TERCERIZACIÓN DE
MANO DE OBRA**

Caso de Análisis: Empresa del Sector Siderúrgico

Autor: Ing. Rodrigo Ariel Patriarca

Director: Mg. Ing. Ariel Bouhier

Co-Director: Dr. Juan Sebastián Landoni

Maestría en Ingeniería de Gestión Empresarial

Agosto 2021

ÍNDICE

1. CAPÍTULO I – INTRODUCCIÓN	5
1.1. Fundamentación	5
1.2. Breve historia del mantenimiento industrial	6
1.3. Descripción del problema	9
1.4. Hipótesis	10
1.5. Objetivos	10
2. CAPÍTULO II - MARCO TEÓRICO	11
2.1. Estructura de mantenimiento	11
2.2. Plan estratégico de mantenimiento	11
2.3. Recursos humanos	12
2.4. Recursos económicos	13
2.5. El ingeniero de mantenimiento	14
2.6. Tercerización	15
2.7. Gestión de proyectos	16
2.8. Cuadro de mando	18
2.9. Habilidades de liderazgo	26
2.10. Conclusiones del marco teórico	29
3. CAPÍTULO III - METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	31
3.1. Etapas del proyecto	31
4. CAPÍTULO IV - ESTRUCTURA DE LA COMPAÑÍA	41
4.1. Sectores y Líneas productivas	41
4.2. Organigrama y división de funciones	42
5. CAPÍTULO V - ESTRATEGIA DE TERCERIZACIÓN	48
5.1. Actividades que no conviene tercerizar	49
5.2. Actividades que conviene tercerizar	51
5.3. Cartera de empresas contratistas seleccionadas	51

6. CAPÍTULO VI – DISEÑO DE LA HERRAMIENTA DE GESTIÓN	54
6.1. Objetivos del SGP	55
6.2. Diseño del SGP	56
7. CAPÍTULO VII - IMPLEMENTACIÓN EN UN CASO REAL	71
7.1. Introducción	71
7.2. Índices de gestión utilizados	72
7.3. Implementación del proyecto A	72
7.4. Implementación del proyecto B	78
8. CAPÍTULO VIII - ANÁLISIS DE RESULTADOS	112
CONCLUSIONES	115
ACRÓNIMOS	117
BIBLIOGRAFÍA	119

1. CAPÍTULO I – INTRODUCCIÓN

1.1. Fundamentación

El presente trabajo de investigación se focaliza en estudiar el mantenimiento preventivo dentro de una Industria siderúrgica y cómo resolver problemáticas típicas que suelen presentarse, tomando como actor principal al ingeniero de mantenimiento, quien se encarga de liderar proyectos de mejora de equipos y maquinaria de producción coordinando personas y gestionando recursos económicos.

Es importante primero comprender de dónde surge esta necesidad relacionada con el mantenimiento de los equipos utilizados para la producción. Es por ello que se dedica una primera parte del trabajo a explicar de forma resumida la historia del mantenimiento industrial desde su surgimiento a finales del siglo XIX y cómo ha sido su proceso evolutivo hasta llegar a ser lo que es hoy en día. Iniciar el trabajo con esta introducción es clave para entender su esencia y no perder nunca de vista el objetivo que debería perseguir un ingeniero.

A partir de lo anterior se explica cómo conviene que sea la estructura de mantenimiento dentro de una industria siderúrgica, qué rol ocupa dentro de ella un ingeniero de mantenimiento, y con qué actores interactúa dentro de la organización. Luego, se comentarán los objetivos que un ingeniero de mantenimiento debe perseguir, los lineamientos que no debe perder de vista para mantener su esencia y las actividades que tendría que desarrollar para mejorar su performance.

Entrando más en detalle, se llegará a definir una metodología que sea lo más conveniente posible para la gestión de toda su función, pero sobre todo focalizada en la actividad más importante que desarrolla que es la gestión de proyectos de mejora de mantenimiento.

Los proyectos de mejora pueden ser desde pequeños hasta grandes en alcance, y por lo general están destinados a resolver problemas crónicos de los equipos tecnológicos instalados. En la mayoría de los casos buscan un retorno económico, ya que están focalizados en aumentar la producción, vida útil de los equipos o la calidad del producto, lo cual se traduce en una mayor satisfacción de los clientes que consumen el producto final. Sin embargo, existen también otros tipos de

proyectos que persiguen un retorno económico más indirecto como por ejemplo el aumento de la eficiencia energética, mejoras en la seguridad de los trabajadores, optimización del cuidado al medio ambiente, entre otras.

Todo proyecto siempre involucra la participación de personal interdisciplinario y con diferentes especialidades, así como la definición, control y seguimiento de un cronograma y de un presupuesto, todo esto siendo dirigido y liderado por el ingeniero de mantenimiento. Es por ello que resulta de gran importancia que una organización defina un procedimiento estándar que describa la manera en que sus ingenieros lleven adelante la gestión de los proyectos para que estén alineados con sus políticas. La tercerización de mano de obra es también de suma importancia. Se analizarán también sus ventajas y desventajas, y en qué casos conviene implementarla.

En definitiva, se pretende diseñar una herramienta de gestión para guiar al ingeniero de mantenimiento en su labor de gestionar sus proyectos de mejora y demostrar su eficiencia en comparación de métodos convencionales.

1.2. Breve historia del mantenimiento industrial

Como sostiene García Garrido (2010), durante los últimos dos siglos el problema del mantenimiento industrial ha cambiado sustancialmente hasta llegar a ser lo que es hoy en día, atravesando varias etapas y sufriendo cambios importantes como consecuencia de necesidades crecientes de productividad, calidad y seguridad. Esto fue haciendo que tome progresivamente mayor relevancia dentro de la industria.

Se entiende como *mantenimiento industrial* al "conjunto de normas y técnicas establecidas para la conservación de la maquinaria e instalaciones de una planta industrial, para que proporcione mejor rendimiento en el mayor tiempo posible" (Yunior Andrés Castillo, 2014).

En sus comienzos a fines del siglo XIX, el mantenimiento no tenía tanta importancia, era realizado por el mismo grupo dedicado a operar la planta, y se hacía sólo mantenimiento correctivo, es decir que se realizaba la reparación recién cuando se producía la falla. En ese período la estructura organizacional dentro de una industria era muy simple y se puede graficar de la siguiente manera:

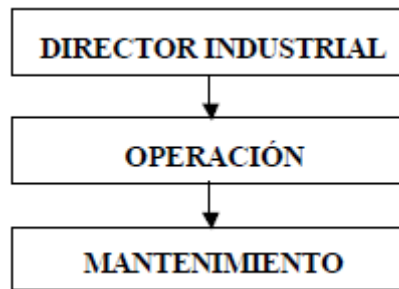


Figura 1 - Posición del Mantenimiento hasta la década de 1930

Fuente: Tavares, L.A. (1999). Administración moderna de mantenimiento. (p. 1)

Lo anterior se mantuvo así hasta la década del 1930. Luego, con la llegada de la Segunda Guerra Mundial y la producción en serie instaurada por Ford, hubo una consecuente necesidad de aumentar la productividad, razón por la cual se requirió independizar el grupo de mantenimiento del de operaciones para que sea más eficiente y comenzar a trabajar más desde la prevención, surgiendo así el mantenimiento preventivo que, sumado al correctivo que se venía realizando, componían la nueva estructura del mantenimiento en una industria:

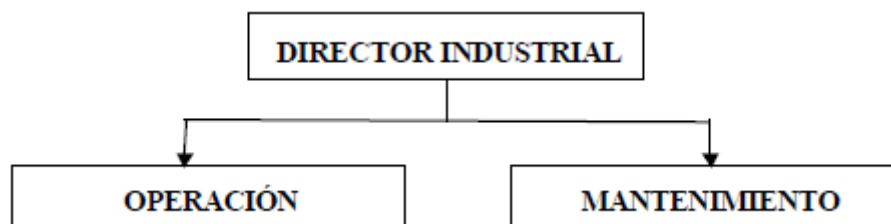


Figura 2 - Posición del Mantenimiento en las décadas de 1930 y 1940

Fuente: Tavares, L.A. (1999). Administración moderna de mantenimiento. (p. 2)

Más tarde, alrededor de los años 50, "los gerentes de mantenimiento observaron que, en muchos casos, el tiempo empleado para diagnosticar las fallas era mayor que el tiempo empleado en la ejecución de la reparación, y seleccionaron grupos de especialistas para conformar un órgano asesor que se llamó Ingeniería de Mantenimiento y recibió las funciones de planificar y controlar el mantenimiento preventivo analizando causas y efectos de las averías" (Tavares, 1999). Había surgido entonces la Ingeniería de Mantenimiento, dividida a su vez en Ingeniería y Ejecución, como se muestra en la siguiente imagen:

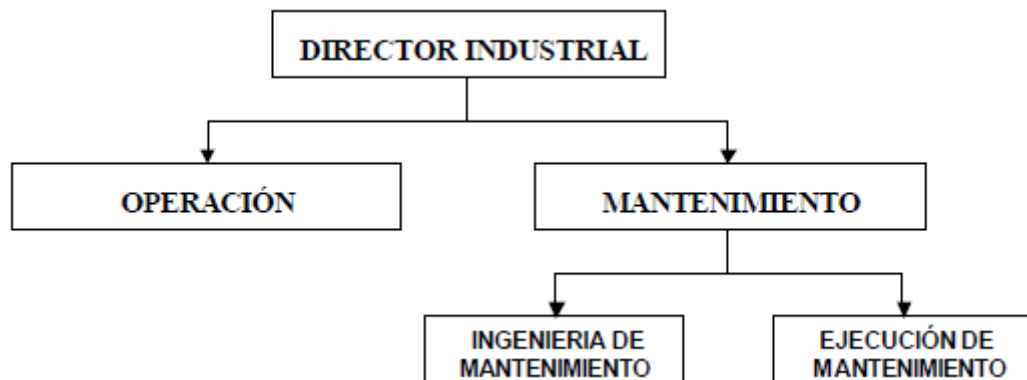


Figura 3 - División organizacional del mantenimiento

Fuente: Tavares, L.A. (1999). Administración moderna de mantenimiento. (p. 2)

Finalmente, con el desarrollo de las computadoras y tecnologías de medición y control, la ingeniería de mantenimiento quedó a su vez subdividida en dos grupos, uno dedicado al estudio de fallas crónicas y otro a la Planificación y Control del Mantenimiento. La estructura orgánica para operar y mantener una industria terminó resultando de la siguiente manera:

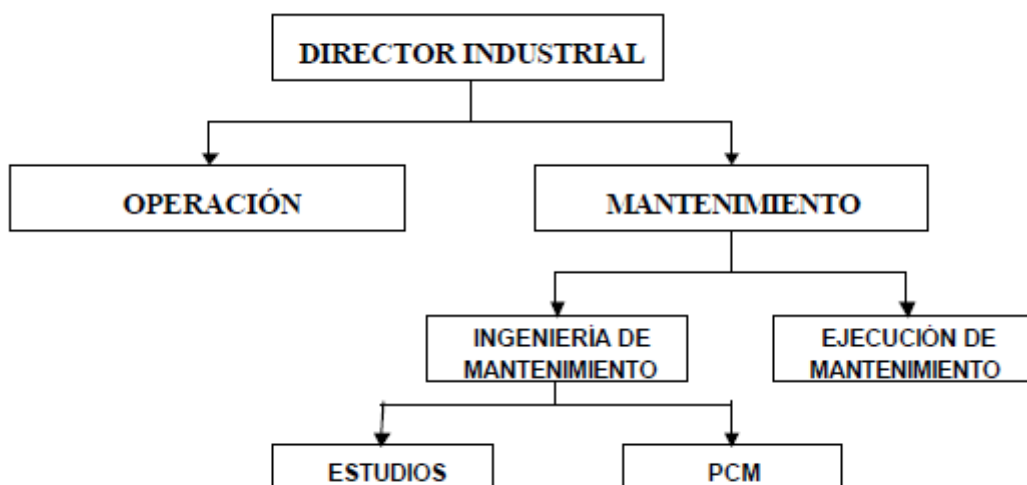


Figura 4 - Subdivisión de la Ingeniería de Mantenimiento en área de Estudios y PCM

Fuente: Tavares, L.A. (1999). Administración moderna de mantenimiento. (p. 3)

1.3. Descripción del problema

Partiendo del último esquema, se torna imprescindible definir una estrategia de mantenimiento y gestionar de la forma más eficiente posible los recursos para poder cumplir con ella, estando siempre alineados con la política, estrategia, misión y visión de la compañía.

En el presente trabajo se aborda esta problemática para el caso particular de la gestión de proyectos de mejora de mantenimiento dentro de una fábrica del sector siderúrgico.

Estos proyectos implican manejar de la manera más eficiente posible los recursos materiales y humanos.

En cuanto a los recursos materiales, es necesaria una correcta planificación y gestión de compras, evitando adquirir por error elementos de calidad inadecuada o cantidades erradas que podrían traducirse en sobre-costos.

Con respecto a los recursos humanos, para lograr una exitosa ejecución de sus proyectos es importante que el ingeniero de mantenimiento cuente con habilidades de liderazgo como empatía, inteligencia emocional y delegación de tareas, entre otras.

En algunas ocasiones, es preferible que aborde una estrategia de tercerización para obtener fácilmente conocimientos especializados en ciertas tareas. Es fundamental un buen control y seguimiento de los trabajos de la mano de obra contratada para que su accionar pueda estar alineada con los objetivos de la compañía.

Asimismo, García Garrido (2010) sostiene que muchas veces es preferible huir de una plantilla propia que tendría que mantenerse en momentos de baja demanda, y que es conveniente ponerla en manos de un contratista que le pueda ofrecer una flexibilidad que por sí mismo es difícil de afrontar, sobre todo en la gestión de la mano obra de mantenimiento.

De todo lo antes dicho, surge la necesidad de que un ingeniero de mantenimiento cuente con una metodología lo más clara posible que le sirva de guía

para planificar, ejecutar y controlar sus múltiples proyectos que lleva adelante dentro de la fábrica donde se desempeña.

1.4. Hipótesis

Con el diseño e implementación de una nueva herramienta de gestión, se logrará mejorar la ejecución de proyectos de mejora de mantenimiento en una empresa del sector siderúrgico.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo General

La presente investigación busca establecer una nueva metodología para que un ingeniero de mantenimiento mejore la performance en la gestión de sus proyectos.

1.5.2. Objetivos Específicos

1.5.2.1. Objetivo específico 1

Diseñar una herramienta de gestión para la planificación y ejecución de proyectos de mejoras de mantenimiento, que incluya un cuadro de mando con indicadores para seguimiento y evaluación de resultados.

1.5.2.2. Objetivo específico 2

Aplicar esta metodología en un caso de estudio real que haya sido implementado anteriormente sin esta herramienta. Comparar los resultados de ambos proyectos y sacar conclusiones.

2. CAPÍTULO II - MARCO TEÓRICO

2.1. Estructura de mantenimiento

Para comprender la actividad desarrollada por un ingeniero de mantenimiento, primero conviene describir la estructura completa a la cual pertenece.

Un ingeniero de mantenimiento desarrolla sus actividades dentro del sector de "Ingeniería de Mantenimiento" según se muestra en la figura 4 presentada anteriormente, la cual junto con "Ejecución de Mantenimiento" están comprendidas dentro de "Mantenimiento". Ésta última está liderada por el gerente de mantenimiento.

2.2. Plan estratégico de mantenimiento

Lo primero que debe realizar el gerente de mantenimiento es definir el plan estratégico.

"Estrategia es una búsqueda deliberada de un plan de acción que crea y desarrolla una ventaja competitiva de la empresa". (Martínez Pedrós & Milla Gutiérrez, 2005, p. 6)

La estrategia será el punto de partida a partir del cual quedará claro hacia dónde ir. De ella se debe desprender un plan de acción alineado con los objetivos de la compañía.

Luego, debe estudiar cuidadosamente los recursos que necesita para elaborar dicho plan. Teniendo en cuenta que los mismos son limitados, siempre ocurre que no alcanzan para cubrir todo el plan de acción propuesto, con lo cual en este punto es fundamental definir prioridades y plazos. Explicado de manera más sencilla, se debe definir en qué hacer más foco y fijar plazos realistas en función de los recursos con que se cuenta.

Lourival Tavares (1999) sostiene que los costos del mantenimiento pueden dividirse principalmente en los relacionados al personal, materiales, contratación, depreciación y pérdidas de facturación. Por este motivo, en el presente trabajo se prestará atención a los recursos humanos y económicos, de la manera que se describe en los puntos siguientes.

Los objetivos que se persiguen con el plan estratégico no sólo son de índole cuantitativo sino también cualitativo, como por ejemplo la reducción de accidentes, disminución de contaminación ambiental, aumento de calidad del producto, mejora de la eficiencia energética, entre otras.

2.3. Recursos humanos

La selección del personal está relacionada directamente con la estructura que se necesita para elaborar y cumplir el plan estratégico. Se tomará como base la siguiente estructura presentada anteriormente (tomando como referencia a Tavares, 1999) y luego se la adaptará al caso de estudio puntual del sector siderúrgico.

2.3.1. Mantenimiento

Es el sector en el cual se elabora la estrategia (que tiene que estar alineada con los objetivos y visión impulsada desde la dirección industrial), se definen las prioridades, se decide el tamaño de la estructura completa de mantenimiento (recursos humanos) y se decide el presupuesto económico anual que se utilizará para cumplir con el plan de acción definido (estrategia o plan estratégico).

2.3.2. Ingeniería de mantenimiento (IM)

Es el sector en el cual se estudia qué tareas de mantenimiento realizar.

2.3.3. Estudios (E)

Sector que realiza el estudio de fallas crónicas.

2.3.4. PCM

Sector dedicado a la Planificación y Control del Mantenimiento.

2.3.5. Ejecución del mantenimiento (EM)

Es el sector o grupo de personas que realizan las tareas de mantenimiento definidas en el sector Ingeniería de mantenimiento.

De manera muy resumida, desde la gerencia de mantenimiento se debe decidir la cantidad de personas que ocupará cada uno de estos sectores, y si contratarlos bajo encuadre dentro o fuera de convenio, o si serán propios o contratados.

Para los puestos con mando es prácticamente imprescindible que sean profesionales y con encuadre fuera de convenio para que tengan mayor flexibilidad horaria. Es bueno que sean profesionales para asegurar perfiles con alta capacidad planificadora y buena base técnica. En resumen: mano de obra profesional y propia. Estos casos se dan en M, IM, E y PCM.

Dentro de IM, PCM, los puestos sin mando deben ser cubiertos por personal propio y profesional, debido a que es mano de obra calificada y con capacidad de planificación. En resumen: mano de obra profesional y propia.

Para el caso del sector E, si bien deben ser profesionales, puede elegirse entre propio o contratado, ya que son personas con alta capacidad y profunda base técnica, pero no participan en cuestiones estratégicas alineadas con el core business de la compañía. En resumen: mano de obra profesional y contratada.

En el caso del sector "Ejecución de Mantenimiento" no conviene elegir profesionales ya que son puestos sin posible crecimiento jerárquico y sin necesidad de que tomen decisiones gerenciales. Se trata de personal para ejecutar tareas definidas por otros y generalmente repetitivas, con lo cual a su vez podría ser mano de obra contratada. En resumen: mano de obra no profesional y contratada.

2.4. Recursos económicos

Los autores Welsch & Hilton & Gordon & Rivera tratan el tema "presupuesto anual" en el libro Presupuestos, Planificación y Control (2005). En el mismo, muestran qué tan importante es para que una compañía pueda realizar una correcta planificación y control de sus desembolsos de capital.

El gerente debe definir cuál será el monto total con que contará para poder cumplir con el plan estratégico, y debe hacerlo una vez al año. Este monto será el presupuesto económico anual (PEA) y será el comprometido a consumir durante cada ejercicio. Los ejercicios son los períodos anuales y no necesariamente coinciden con el año calendario. De hecho, en las industrias siderúrgicas es común que vayan de julio a junio.

Una vez definido el PEA total, debe subdividirlo en presupuestos parciales por sector según los requerimientos de cada uno. Esta subdivisión parece sencilla pero

no lo es, y debe guardar cierto balance entre la planificación, la ejecución y el control.

La definición de los PEAs parciales debe delegarlo a los responsables de cada sector (dentro de la estructura de mantenimiento) y luego controlar que nadie se sobre-pase de los límites que ha definido según su estrategia.

2.5. El ingeniero de mantenimiento

El ingeniero de mantenimiento desempeña su gestión dentro del sector "Ingeniería de Mantenimiento", y tiene a cargo las dos áreas "planificación y control del mantenimiento" (PCM) y "Estudios" (E).

Su misión comprende:

2.5.1. Análisis de fallas

Investigar las fallas crónicas de los equipos mediante el equipo de trabajo del área Estudios.

2.5.2. Elección de proyectos

Proponer qué proyectos de mejora considera más relevantes para llevar adelante durante el ejercicio para resolver las fallas crónicas.

Luego, deberán ser sometidos a una etapa de aprobación por parte del gerente de mantenimiento. Todos los proyectos que sean aprobados formarán parte de un portafolio de proyectos que gestionará el jefe de ingeniería de mantenimiento. Dicho portafolio incluirá los proyectos de todos los ingenieros de mantenimiento.

Finalmente, cada ingeniero de mantenimiento gestionará los proyectos que han sido aprobados (relacionados con las áreas productivas donde trabaja).

2.5.3. Presupuestación

Definir qué presupuesto (PEA) se va a destinar a los proyectos de mejora.

2.5.4. Planificación de proyectos

Planificar los proyectos de mejora. Para cada uno de ellos debe definir presupuesto, plazos y equipo de trabajo (mano de obra propia y contratada).

2.5.5. Seguimiento

Liderar los proyectos de mejora según la planificación realizada, controlando periódicamente si se está logrando cumplir con los plazos y presupuestos definidos.

2.5.6. Planes de mantenimiento

Trabajar en conjunto con el supervisor del mantenimiento preventivo y predictivo del sector "Ejecución de Mantenimiento" para revisar y mantener actualizados los planes predictivos y de inspección periódicos. Este sector no depende del ingeniero de mantenimiento, sin embargo, es de suma importancia que trabajen de la mano con una comunicación muy fluida.

2.6. Tercerización

Hoy en día las organizaciones tienen como gran desafío enfrentar los cambios constantes que presenta el mercado y de esa forma asegurar su posición competitiva. Esto les permite diferenciarse de la competencia y lo logran a través de herramientas administrativas de gestión empresarial.

"Entre las herramientas administrativas se encuentra la tercerización, conocida también como outsourcing, la cual consiste en dejar en manos de expertos algunos servicios para que la empresa se dedique a su especialidad. Los empresarios, a través de esta herramienta, pueden crecer minimizando los riesgos de inversión". (Cobo, 2017, p. 6)

La tercerización se define como "el uso contratado de los recursos, bienes y capacidades de un tercero con niveles garantizados de los criterios de calidad, rendimiento y valor frente al costo". (Bravand, 2007, p. 25)

Bajo este concepto se ha transformado en una herramienta muy usada por las compañías para delegar trabajos especializados para poder realizarlos con las mejores prácticas del mercado y concentrarse en cumplir con su actividad principal

de la manera más eficiente posible. Por otro lado, brinda flexibilidad para adaptarse a los cambios de demanda.

La mano de obra destinada a la ejecución de los proyectos de mejora, liderados por el ingeniero de mantenimiento, pertenece al sector de ingeniería de mantenimiento (a diferencia de la mano de obra destinada al mantenimiento preventivo y predictivo). Es recomendable que esta mano de obra sea contratada porque tiene una demanda que puede ser variable y se necesita flexibilidad. Además, son tareas no relacionadas directamente con la actividad principal (core business) de la compañía.

2.7. Gestión de proyectos

“Un proyecto es un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único”. (Domínguez, 2010, p. 2)

Tras esta sencilla introducción, se define entonces que todo proyecto tiene carácter temporal, es decir con un principio y final, y único, o sea que su resultado es algo que nunca se hizo antes. Esto lo diferencia de los planes de mantenimiento o de las operaciones, ya que ambas son continuas y repetitivas.

Estas definiciones son trasladables directamente al mantenimiento industrial. Se hará foco precisamente en el caso particular de los proyectos de mejora de mantenimiento en una industria siderúrgica, porque este tipo de industrias goza de una amplia variedad de procesos y contiene una gama muy rica de tecnologías, con lo cual existe una importante diversidad de proyectos que pueden aplicarse a mejorar el mantenimiento de las distintas áreas de producción.

Para diseñar una herramienta de gestión que sea útil para los proyectos de mejora de mantenimiento, se tomarán como base las etapas propuestas por Roberto Domínguez en su libro "Formulación y Gestión de Proyectos", 2010:



Figura 5 - Etapas de un proyecto

Fuente: Dominguez, R. (2010). Formulación y gestión de proyectos. (p. 8)

A estas etapas luego se les hará algunas modificaciones para adaptarlas al caso de estudio.

Dominguez hizo una adaptación del Project Management Body of Knowledge (PMBOK®), pero dejó afuera la gestión de adquisiciones. Las adquisiciones son todo aquello que el proyecto carece internamente y requiere traer de afuera.

En su libro “Administración de Proyectos”, 2017, Pablo Lledó escribe:

Durante la gestión de las adquisiciones se desarrollarán y gestionarán las contrataciones para comprar los bienes y servicios que necesita el proyecto.

El DP no debe ser un experto en contrataciones y adquisiciones, pero si no maneja los conceptos básicos en esta materia, pondrá en riesgo el éxito del proyecto.

La metodología y herramienta de gestión de proyectos desarrolladas en la presente tesis sí aborda esta temática, incluyendo el tema contratación de servicios especializados como una estrategia importante para la ejecución de proyectos de Ingeniería de Mantenimiento.

2.8. Cuadro de mando

Kaplan y Norton (2002) afirman:

El Cuadro de Mando Integral complementa los indicadores financieros de la actuación pasada con medidas de los inductores de actuación futura. Los objetivos e indicadores de Cuadro de Mando se derivan de la visión y estrategia de una organización; y contemplan la actuación de la organización desde cuatro perspectivas: la financiera, la del cliente, la del proceso interno y la de formación y crecimiento. Estas cuatro perspectivas proporcionan la estructura necesaria para el Cuadro de Mando Integral.

El Cuadro de Mando Integral expande el conjunto de objetivos de las unidades de negocio más allá de los indicadores financieros. Los ejecutivos de una empresa pueden ahora medir la forma en que sus unidades de negocio crean valor para sus clientes presentes y futuros, y la forma en que deben potenciar las capacidades internas y las inversiones en personal, sistemas y procedimientos que son necesarios para mejorar su actuación futura. El Cuadro de Mando Integral captura las actividades críticas de creación de valor creadas por expertos y motiva los empleados de la organización. Mientras sigue reteniendo, por medio de la perspectiva financiera, un interés en la actuación a corto plazo, el Cuadro de Mando Integral revela claramente los inductores de valor para una actuación financiera y competitiva de categoría superior a largo plazo.

Kaplan y Norton (2002) sostienen que se debe balancear y equilibrar el paquete de mediciones, e intentar proporcionar un marco para comunicar la misión y la estrategia. Hasta entonces, lo habitual era que los de la alta dirección eran los únicos que se ocupaban de las medidas financieras, mientras que los niveles jerárquicos inferiores trabajaban en los aspectos intangibles. Pero esto traía aparejado el problema de que los niveles inferiores desconocían las consecuencias financieras de sus acciones.

El cuadro de mando integral propuesto vino a dar una solución a esta problemática, al traducir la misión y la estrategia de una compañía en un amplio conjunto de medidas de la actuación. Es una herramienta que permite revisar la

estrategia constantemente, y enriqueció el control de la gestión ayudando a alinear los objetivos de la organización con los de cada empleado.

Hoy en día, el cuadro de mando integral (adaptado de diversas maneras) es el principal medio con que cuentan la mayoría de los empresarios y directivos para asegurarse de que su empresa marcha de forma correcta, ya que no se puede controlar lo que no se puede medir.

"Si se quiere aumentar la calidad de los productos o servicios que se suministran a los consumidores, es necesario medir determinados aspectos para intentar mejorarlos, pues sólo se puede mejorar aquello que se puede medir". (Salgueiro, 2001, p. XV)

Para el caso en estudio, se tomará como referencia el cuadro de mando para contar con un criterio apropiado para la elección de proyectos propuestos (tarea del ingeniero de mantenimiento), para la aprobación de los proyectos que se alinean con los objetivos de la compañía (tarea del gerente de mantenimiento) y para la gestión de portafolios de estos proyectos aprobados (tarea del jefe de ingeniería de mantenimiento). Este criterio deberá estar alineado con los ejes de gestión de la compañía, buscando siempre que todo proyecto sea rentable y genere una de estos beneficios: aumentar la calidad del producto, aumentar la productividad, mejorar la seguridad para las personas, aumentar la eficiencia energética o mejorar el impacto al medio ambiente.

2.8.1. Cómo expresar un indicador

Peter Drucker (1976) dice:

La verdadera dificultad no radica en determinar qué objetivos necesitamos, sino en decidir cómo fijarlos. Existe solamente una forma fructífera de tomar esta decisión: determinar qué habrá de medirse en cada aspecto y cuál será la unidad de medida. Porque la medida que se utilice determinará lo que habrá de concentrar nuestra atención. Hace que las cosas sean visibles y tangibles. Las cosas que se incluyen en la medición se hacen significativas; las omitidas quedan fuera de la vista y del pensamiento.

Salgueiro Amado (2001) afirma que es recomendable en muchos casos expresar los indicadores en forma de ratio de gestión, porque no tiene sentido considerarlas aisladamente. Para eso, hay que compararlas con otras para que adquieran significado. La forma de hacerlo es en forma de cociente y, en la mayoría de los casos, pasado a porcentaje.

2.8.2. Indicadores de gestión

Se eligen los siguientes indicadores de gestión.

Los primeros 3 corresponden a la gestión de portafolios y se evalúan al finalizar cada proyecto. La finalidad es evaluar qué tan bueno y bien gestionado ha sido un proyecto para compararlo con el resto de proyectos que conforman el portafolio general.

Los últimos 3 indicadores corresponden a la gestión de proyectos y se evalúan de forma dinámica durante la evolución de cada proyecto. Buscan como objetivo tomar decisiones sobre la marcha para mantenerlos encausados en el cumplimiento de tiempos y presupuestos planificados a medida que se avanza con la ejecución de los mismos.

Indicadores para el cuadro de mando (gestión de portafolios):

- Eficacia
- Eficiencia
- Efectividad

Indicadores para el seguimiento de cada proyecto (gestión de proyectos):

- Costos
- Plazos
- Avance

A continuación, se explica cada uno de ellos.

2.8.2.1. Eficacia

Según Peter Drucker (1967), eficacia es hacer las cosas correctas, es decir, hacer las cosas que mejor conducen a la consecución de los resultados. La eficacia tiene que ver con qué cosas se hacen.

Para Domínguez (2009), la eficacia se entiende por la relación que existe entre el bien o servicio y el grado de satisfacción del cliente y de la empresa. De esta manera, al hablar de calidad, de satisfacción del cliente y del logro de los objetivos corporativos se hace referencia a la eficacia. Por ejemplo, cuando la gestión está fallando en la eficacia, las acciones correctivas estarán orientadas a mejorar la calidad del producto, la satisfacción del cliente y la empresa.

En 2016, Araujo Medina escribe “Lo principal consiste en definir un objetivo previamente. La eficacia se basa en lo que se llama “operacionalización”: todo aquello que es tangible y que nos sirve para cumplir el objetivo que se ha planificado. Estrategias de marketing, planeamiento, establecimiento de métricas, estadísticas... pero sobre todo, buenas ideas, creatividad e innovación.” (Araujo Medina, p. 27)

Dicho de manera más sencilla, un recurso es eficaz si sirve para cumplir un objetivo determinado. Por ende, la eficacia no es una variable cuantitativa sino más bien cualitativa. Muchas veces se habla de que algo simplemente es o no es eficaz para lograr tal fin.

Llevando este término a la gestión de proyectos, la pregunta que surge es cómo expresar en un índice numérico si un proyecto cumplió con el objetivo propuesto y en qué medida lo hizo. Para poder medirlo, se propone que haya un responsable del indicador que sea el encargado de medirlo al finalizar el proyecto, tomando como base lo siguiente:

En caso de que no se haya logrado cumplir con todos los objetivos propuestos en la etapa de planificación, entonces la eficacia será menor al 100%. El valor exacto dependerá del criterio adoptado por el responsable del indicador.

Pero si se logró cumplir con todos los objetivos propuestos, entonces la eficacia sí será del 100%.

Si además se alcanzaron objetivos adicionales, la eficacia será mayor al 100%. El responsable del indicador deberá tener cierto criterio para decidir qué número exacto poner, pero por lo general será un número que esté entre 100 y 150% aproximadamente. Un valor de 200% sería muy difícil de alcanzar, y correspondería a un proyecto que ha logrado cumplir con el doble de los objetivos propuestos, por ejemplo, por una redefinición de alcance durante la ejecución en la que se instalaron dos equipos en lugar de uno.

Entonces, el mismo será expresado en % y tendrá un valor que rondará el 100% en el caso ideal de haberse cumplido con los objetivos propuestos, ni uno más ni uno menos, pero podría valer menos o más de 100% dependiendo de si algún objetivo no se cumplió o se cumplió a medias, o si se alcanzaron objetivos adicionales.

Se plantea que este valor pueda oscilar entre 50% y 200% como grandes límites, lo cual podría presentarse en casos muy particulares de fracaso o cambios importantes de alcance, pero lo normal en la gran mayoría de los casos es que esté comprendido entre 80% y 120%.

Fórmula de cálculo:

$$EFICACIA (\%) = (\text{Resultado alcanzado} * 100) / (\text{Resultado previsto})$$

2.8.2.2. Eficiencia

Tal como sostiene Peter Drucker (1967), eficiencia es hacer bien las cosas, es decir, hacer las cosas buscando la mejor relación posible entre los recursos empleados y los resultados obtenidos. La eficiencia tiene que ver con «cómo» se hacen las cosas.

Por otra parte, Mokate (2001) la define como el grado en que se cumplen los objetivos de una iniciativa al menor costo posible.

De las dos definiciones anteriores, se puede medir la eficiencia de un proyecto como la relación entre el beneficio obtenido y los recursos insumidos para obtener ese beneficio. Estos recursos son el capital invertido y el tiempo empleado.

Fórmula de cálculo:

$$EFICIENCIA (\%) = \left(1 + \frac{\text{beneficio obtenido}}{\text{inversión}}\right) \times \left(\frac{\text{tiempo proyectado}}{\text{tiempo empleado}}\right) \times 100 \%$$

Beneficio obtenido: se mide en dólares o pesos, según se prefiera. Es la ganancia monetaria que se obtuvo con el proyecto, luego de recuperar la inversión. Si es un número positivo, sea cual fuera, entonces el proyecto ha sido rentable. Si es igual a cero, entonces el proyecto no fue rentable, sino que se recuperó la inversión, pero no se obtuvo ganancia. Si es negativo, no sólo no fue rentable sino que fue una pérdida, es decir que no se llegó a recuperar la inversión.

Inversión: es el monto total en dólares o pesos que se invirtió en el proyecto, durante toda su evolución desde su inicio hasta su fin.

Tiempo proyectado: es el tiempo que se planificó que iba a durar el proyecto.

Tiempo empleado: es el tiempo que realmente llevó realizar todo el proyecto hasta concretarlo. Lo ideal es cumplir lo mejor posible con el tiempo proyectado o mejorarlo. Es importante cumplirlo, ya que de ello depende el tiempo que se va a estar desembolsando fondos para la mano de obra, pero también porque si luego se demora más se estaría quitando tiempo a nuevos proyectos que resulten de necesidad para la compañía.

2.8.2.3. Efectividad

Peter Drucker (1967) define la efectividad como hacer bien las cosas correctas, es decir, hacer las cosas de forma eficiente y eficaz. Entonces, la efectividad tiene que ver con qué cosas se hacen y con «cómo» se hacen esas cosas.

La clave para el desarrollo del trabajo del conocimiento es la efectividad porque tanto la eficiencia como la eficacia se centran únicamente en aspectos parciales de esta nueva forma de trabajo.

Por eso, la efectividad que plantea Drucker persigue encontrar un término medio con sentido, un punto de equilibrio ideal entre eficiencia y eficacia.

Para calcular la efectividad, basándonos en lo dicho anteriormente, se realiza el producto entre la Eficacia y la Eficiencia.

Fórmula de cálculo:

$$EFECTIVIDAD (\%) = EFICACIA \times EFICIENCIA$$

2.8.2.4. Costos

Una variable fundamental para incorporar a la gestión de proyectos es el de los costos. Se puede hacer una previsión tanto del costo total como parcial por tarea. Esta es una buena práctica para ir controlando si se está avanzando según lo previsto para cada tarea. En caso de no estar cumpliéndose con lo proyectado por tarea, se podría evaluar si la diferencia fue por una ineficiente compra de materiales o una mala gestión de la mano de obra, o si es debido a un cambio de alcance. Al detectar esto a tiempo se podría tomar decisiones correctas sobre la marcha del proyecto.

La fórmula propuesta para medir los costos es como el real consumido sobre el previsto, expresado en porcentaje. Esta fórmula se va cargando por tarea y la herramienta de gestión lo muestra de forma global para todo el proyecto. En caso de haber desvíos según lo previsto, se puede hacer zoom para entrar a ver cuál fue la tarea que originó tal desfasaje. Pero podría darse que dos tareas se compensen porque una gastó más y otra menos de lo previsto, en cuyo caso se estaría cumpliendo con el objetivo global de costos.

Fórmula de cálculo:

$$COSTOS (\%) = \frac{\text{real acumulado } (\$)}{\text{presupuesto acumulado } (\$)} \times 100 \%$$

El número ideal es 100%, lo cual indica que se está gastando tal cual se planificó, lo que implica una gestión prolija.

Si es menor a 100%, quiere decir que se está logrando gastar menos de lo previsto, pero es malo porque ese fondo sobrante se podría haber invertido en otro proyecto.

Si es mayor al 100 %, se está consumiendo más de lo acordado, y también es malo porque no se cuenta con dicho presupuesto.

Por lo general, se definen márgenes de tolerancia con semáforos. Por ejemplo, un semáforo amarillo cuando se sobrepasa el +/- 5 % para avisar que se debe tener cuidado y revisar con más detenimiento la gestión, y un semáforo rojo en +/- 10 % para indicar que ya se sobrepasó el límite de tolerancia.

2.8.2.5. Plazos

En toda buena planificación deben estar las tareas bien subdivididas, cada una con responsables y personal para la ejecución bien clarificados, y con los plazos predefinidos. Sobre esta base luego se puede dar un seguimiento temporal que permite saber si se está cumpliendo con el cronograma comprometido. En caso de que las tareas se estén atrasando hay que evaluar el motivo para poder tomar decisiones sobre la marcha. Posibles causas pueden ser: que el personal de ejecución no tiene capacidad o formación suficiente, imprevistos, que el alcance definido ha sido imposible de cumplir en la realidad, etc. Según sea la razón, será la acción que convenga tomar para encausar nuevamente el proyecto a lo previsto, o bien para redefinir alcances.

La forma de medir este indicador es mediante el cociente entre el plazo real y el previsto para el avanza que se tiene hasta el momento.

Fórmula de cálculo:

$$PLAZOS (\%) = \frac{\text{plazo real (semanas)}}{\text{plazo previsto (semanas)}} \times 100 \%$$

En el tablero de comandos se irá mostrando este indicador en función de plazos estándares precargados para las etapas Formulación, Planificación, Control y Cierre y en función del Diagrama de Gantt cargado en la etapa de Planificación mientras se esté transitando la etapa de Ejecución.

De la misma forma que en Costos, se pueden definir un semáforo amarillo y uno rojo para indicar sobrepaso del 10 y 20 % respectivamente.

2.8.2.6. Avance

Se calcula como el porcentaje de tareas finalizadas con respecto al total de tareas planificadas para ejecutar el proyecto entero.

Fórmula de cálculo:

$$AVANCE (\%) = \frac{\text{tareas finalizadas}}{\text{tareas totales planificadas}} \times 100 \%$$

2.9. Habilidades de liderazgo

Aquí se explica en mayor detalle las habilidades de liderazgo necesarias durante la ejecución del proyecto, para asegurar un buen aprovechamiento de los recursos humanos que participan del mismo.

Un ingeniero de mantenimiento necesita ser un buen líder para poder llevar adelante proyectos de mejora, porque debe lograr que todo el equipo multidisciplinario se desenvuelva de la forma más eficiente posible. Para ello, debe tener desarrolladas las siguientes habilidades:

2.9.1. Inteligencia emocional

Goleman (2010) afirma:

¿Por qué algunas personas parecen dotadas de un don especial que les permite vivir bien aunque no sean las que más se destacan por su inteligencia? ¿Por qué no siempre el alumno más inteligente termina siendo el adulto que más éxito tiene en el trabajo? ¿Por qué algunos son más capaces que otros en enfrentar contratiempos, superar obstáculos y ver las dificultades bajo una óptica distinta? Un nuevo concepto viene a darnos la respuesta a estos interrogantes. Es la inteligencia emocional la que nos permite tomar conciencia de nuestras emociones, comprender los sentimientos de los demás, tolerar las presiones y frustraciones que soportamos en el trabajo, incrementar nuestra capacidad de empatía, nuestras habilidades sociales, y aumentar nuestras posibilidades de desarrollo social.

Desde el enfoque de inteligencia emocional, lo más importante para ser un buen líder es ser inteligente emocionalmente, lo cual nos permite tener empatía con el otro para poder conocerlo a fondo y lograr trabajar en equipo permitiendo que pueda desarrollarse y estar a gusto con el trabajo que realiza en el día a día. Esta es la clave que un líder nunca debe descuidar y que debe desarrollar día a día.

Para desarrollar este tipo de inteligencia, hay que llegar a conocerse bien uno mismo o, dicho de otra forma, llegar a ser consciente de uno mismo.

Las personas que poseen esta habilidad, ya sea por naturaleza o porque lograron desarrollarla, tienen una buena claridad acerca de sus emociones, "son independientes y están seguras de sus propios límites, poseen una buena salud psicológica y suelen tener una visión positiva de la vida." (Goleman, 2010, p. 69)

Dentro de esta habilidad se encuentra la comunicación y la empatía.

2.9.2. Delegación

En 2010, Alles escribe:

Un jefe que delega una tarea sigue siendo, de un modo u otro, responsable por dicha tarea... Cuando se delega una tarea, la persona que la asume será responsable por su ejecución. Sin embargo, el jefe no se libera de la responsabilidad. Será el que responda por la tarea delegada de la cual es responsable su colaborador" (p. 11).

Lo que menciona Alles nos sirve como punto de partida para introducir este concepto. Es fundamental entender que nunca se delega la responsabilidad de una tarea, sólo su ejecución, y por eso es importante en la gestión de un proyecto el seguimiento y control para poder asegurar que avance en tiempo y forma pudiendo cumplir según el plan asumido.

Delegar tareas es posiblemente lo más difícil de enfrentar cuando se tiene que liderar un grupo de trabajo multidisciplinario, y representa un gran desafío siempre.

Para poder hacerlo correctamente no hay una receta única de éxito, aunque se pueden adoptar ciertas herramientas como por ejemplo las que plantea Martha Alles (2010) en su libro "Cómo delegar efectivamente en 12 pasos" que se transcribirán a continuación:

- **Analice las tareas a su cargo**

Analice todas las tareas bajo su responsabilidad para luego elegir cuáles puede delegar y cuáles llevará a cabo usted mismo. Haga un listado de las tareas que se propone a delegar y consigne al lado de cada una de ellas qué hace falta para

llevarlas a cabo eficazmente: qué conocimientos, qué competencias, qué grado y tipo de experiencia son necesarios.

- **Evalúe las capacidades de sus colaboradores**

Determine y analice las capacidades de quienes están a su cargo: conocimientos, competencias y experiencia.

- **Elija a quién delegar**

Sobre la base de las capacidades de sus colaboradores, elija a quiénes les delegará tareas.

- **Comunique las tareas a delegar**

Comunique a sus colaboradores (uno por uno) las tareas que les serán delegadas, sus características, alcance, responsabilidades, etc.

- **Brinde indicaciones precisas**

Dé a sus colaboradores las indicaciones necesarias para una ejecución eficaz de las tareas delegadas.

- **Determine necesidades de aprendizaje**

Determine si su colaborador requiere formación tanto en conocimientos como en competencias para realizar la tarea delegada.

- **Analice caso por caso**

Determine el grado de apoyo, seguimiento y control que necesita cada colaborador al cual se le ha delegado una nueva tarea.

- **Asegúrese de contar con los recursos necesarios**

Corrobore que su colaborador posee los elementos requeridos para realizar la tarea delegada.

- **Brinde retroalimentación**

Realice el apoyo, seguimiento y control definidos en el paso 7. Brinde retroalimentación a su colaborador al respecto.

- **Evalúe el proceso de delegación**

Evalúe los resultados finales. Brinde aliento y estímulo a su colaborador.

- **Analice otra vez las tareas a su cargo**

Ya se ha realizado la primera fase del proceso de delegación. A la luz de la experiencia (ha delegado tareas y éstas ya se han realizado), analice las tareas bajo su responsabilidad y luego elija nuevas tareas a delegar y cuáles hará usted mismo.

- **Delegue nuevas tareas**

Elija para las nuevas tareas a delegar a aquellos colaboradores que hayan tenido un desempeño superior al asumir nuevas actividades.

2.10. Conclusiones del marco teórico

Todos los temas presentados sirven de base para establecer una metodología para que un ingeniero de mantenimiento mejore la performance en la gestión de sus proyectos.

Primero, se introducen conceptos generales relacionados con el mantenimiento industrial, tales como estructura y plan estratégico de mantenimiento, recursos humanos y económicos, los cuales permiten entender dentro de qué marco un ingeniero de mantenimiento desarrolla sus proyectos. Sirven como referencia para el capítulo IV donde se describe el caso de estudio de una fábrica de acero con alto horno, de un tamaño grande y complejo.

Se presenta también el tema tercerización, que es un poco más específico y contemporáneo, e introduce el uso de recursos humanos contratados en la ejecución de estos proyectos. Es un punto de partida para entender qué tareas conviene tercerizar y cuáles no, y más adelante en el capítulo V definir una correcta estrategia de tercerización para el caso de estudio.

Luego, se muestran las etapas propuestas por Roberto Domínguez en su libro "Formulación y Gestión de Proyectos", 2010. En el capítulo siguiente (metodología de la investigación) se toman como punto de partida para diseñar una herramienta de gestión de proyectos, haciéndole algunos cambios para que se adapte a los proyectos de mejora de mantenimiento dentro de una fábrica siderúrgica.

Por otro lado, se trata el tema Cuadro de Mando introducido por Kaplan & Norton, que permite traducir la misión y la estrategia de una compañía a través de indicadores sencillos de entender y darles seguimiento. Es una herramienta que busca alinear los objetivos de la organización con el accionar diario de cada empleado. En función de esto, en el capítulo VI se adoptan indicadores específicos para definir un tablero de control como parte de la herramienta de gestión de proyectos diseñada.

Por último, se hace referencia a dos habilidades de liderazgo que se consideran importantes para la gestión de proyectos: La inteligencia emocional (tratada por Goleman) y la delegación (estudiada por Marta Alles). Ambas son habilidades de liderazgo.

3. CAPÍTULO III - METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Se propone diseñar y poner a prueba una herramienta de gestión de proyectos de mejora de mantenimiento para una industria siderúrgica y se busca demostrar que con la implementación de esta herramienta se mejora la eficiencia en la gestión y ejecución del de un proyecto.

El primer paso será establecer una estrategia de tercerización y fijar una lista de habilidades de liderazgo para usar en la gestión de proyectos.

Luego, se diseñará la herramienta de gestión en cuestión, la cual será una guía para dar seguimiento de manera eficaz a este tipo de proyectos, utilizando la estrategia de contratación de mano de obra elegida, y haciendo fuerte uso de las habilidades de liderazgo propuestas.

Se tomará como caso de estudio un proyecto que haya sido implementado y del cual se cuente con suficiente documentación. Luego se implementará la herramienta de gestión en otro proyecto que sea la más similar posible y se realizará una comparación de resultados.

Para diseñar esta herramienta de gestión, se tomará como referencia la metodología propuesta por Roberto Domínguez (2010) en su libro "Formulación y Gestión de Proyectos", haciéndole algunos cambios para que se adapte a los proyectos de mejora de mantenimiento dentro de una fábrica siderúrgica. Esta metodología irá guiando al ingeniero de mantenimiento por las etapas que se explican a continuación.

3.1. Etapas del proyecto

3.1.1. Formulación

Consta de los siguientes pasos: identificación del problema, definición de objetivos, análisis de alternativas y análisis de riesgos.

3.1.1.1. Identificación del problema

Se detallará claramente cuál es la necesidad que se está cubriendo o el problema que se pretende resolver con el proyecto.

3.1.1.2. Definición de objetivos

Se enumerarán todos los objetivos globales que se quieren cumplir con este proyecto. Es fundamental que cada objetivo tenga las siguientes características:

- **Específico**

Debe estar claramente definido

- **Medible**

Debe tener carácter cuantitativo para poder medirse

- **Alcanzable**

Definir cómo se lo va a cumplir

- **Realista**

No plantear uno imposible

- **Acotado en tiempo**

Definir cuándo se desea cumplir

3.1.1.3. Análisis de alternativas

Se trata de estudiar si no existe otra forma más sencilla, de menor presupuesto o que demande menor tiempo para solucionar el problema en cuestión o cubrir la necesidad existente.

3.1.1.4. Análisis de riesgos

Estudiar qué pasa si no se termina o si no logra cumplirse en su totalidad. O sea, pararse en condiciones peores a la ideal y tratar de cuantificar qué pérdidas puede ocasionar a la compañía. Esto es importante porque ayudará a justificar el proyecto.

3.1.2. Planificación

Consta de los siguientes pasos: definición de alcance, definición de plazos, ingeniería básica, creación del Gantt y estimación de flujo de fondos, justificación del

proyecto y aprobación del presupuesto, definición del director del proyecto y equipo de trabajo, creación del cuadro de mando con sus índices de gestión

3.1.2.1. Definición de alcance

Se establecerá hasta dónde llegar, sino se corre el riesgo de que el horizonte sea difuso y que no se llegue nunca a concretar. Se aclarará hasta dónde se debe llegar para dar por terminado el proyecto y es lo que se evaluará durante la etapa de cierre.

3.1.2.2. Definición de plazos

A la hora de realizar el cronograma temporal, cada tarea debe estar definida con una fecha de comienzo y de fin. En las industrias siderúrgicas esto varía en función de las oportunidades operativas y paradas programadas del sector de la planta donde se implementa. La herramienta de gestión calculará el plazo final en función del camino crítico del proyecto.

3.1.2.3. Ingeniería básica

Se trata de una primera ingeniería general y rápida, sin detalles, para poder proyectar un diagrama de Gantt y flujo de fondos estimado.

3.1.2.4. Creación del Diagrama de Gantt

Un modelo gráfico que permita visualizar el seguimiento de las tareas de forma concatenada, y que muestre el camino crítico para poder atajar a tiempo retrasos importantes.

3.1.2.5. Estimación de flujo de fondos

El flujo de fondos saldrá directamente de los dos puntos anteriores. Se hará una planificación de los montos a desembolsar por tarea, el costo total y se cuantificará el beneficio generado a la empresa.

3.1.2.6. Justificación del proyecto y aprobación de presupuesto

A raíz del análisis costo-beneficio realizado anteriormente, se elevará la propuesta a la gerencia de mantenimiento para pedir por su aprobación. El proyecto no sólo debe ser rentable, sino que también debe cumplir con uno de estos requisitos para que se considere como un activo económico: Alargar el tiempo de vida de un equipo, aumentar la calidad del producto, aumentar la productividad, mejorar la seguridad para las personas, aumentar la eficiencia energética o mejorar el impacto al medio ambiente.

3.1.2.7. Definición del director del proyecto

En caso de que el proyecto haya superado la etapa anterior y ya se cuente con el presupuesto aprobado, se designará quién será el director del proyecto. Puede ser el mismo ingeniero de mantenimiento que lo está impulsando, y así lo es en la mayoría de los casos, o puede ser otro ingeniero de un sector central de la planta (por ej. un tecnólogo) a quién él le delegue la dirección.

3.1.2.8. Definición del equipo de trabajo

El director del proyecto elije al personal que participará en cada tarea del diagrama de Gantt, asignando roles y responsabilidades. Esto le permite contar con su equipo de trabajo completo y estimar cuánta gente necesita para cada etapa, en especial para las tareas de montajes que involucran cuadrillas de personal contratista.

3.1.2.9. Creación del cuadro de mando

Se procede a diseñar un cuadro de mando con índices de gestión para dar seguimiento periódico al proyecto durante a lo largo de la ejecución del mismo. Esto permitirá comprometer a los participantes y detectar demoras o cualquier tipo de problemas a tiempo.

3.1.2.10. Tablero de indicadores

Contiene los indicadores de gestión de portafolios y de gestión de proyectos requeridos en forma de semáforos. Como se explicó en el punto 2.8.2 del marco

teórico, se definen 3 indicadores para gestión de portafolios y 3 para gestión de proyectos

Indicadores para el cuadro de mando (gestión de portafolios):

- Eficacia
- Eficiencia
- Efectividad

Indicadores para el seguimiento de cada proyecto (gestión de proyectos):

- Costos
- Plazos
- Avance

Para cada indicador, luego cuando se diseñe la herramienta de gestión se definirán las condiciones en que se activarán los colores rojo, amarillo y verde de cada semáforo.

Para el caso de los 3 indicadores de gestión de proyectos, los semáforos servirán para revisar el estado de cada proyecto en las reuniones semanales de avance entre los participantes, y poder influenciar sobre ellos con el objetivo de corregir desvíos.

Para el caso de los 3 indicadores de gestión de portafolios, será de utilidad para el jefe de ingeniería de mantenimiento para evaluar luego de finalizado un proyecto si el mismo cumplió con los objetivos propuestos, y si se administraron bien los recursos tiempo y dinero.

- **Eficacia**

Fórmula de cálculo:

$$EFICACIA (\%) = (\text{Resultado alcanzado} * 100) / (\text{Resultado previsto})$$

Responsable del indicador: El responsable de este indicador será el director del proyecto, es decir el ingeniero de mantenimiento encargado de gestionarlo, ya que nadie sabe más que él el criterio adecuado para medir correctamente este indicador.

Frecuencia de evaluación: Al finalizar la ejecución del proyecto.

Fuente de información: Según el criterio adoptado por el ingeniero de mantenimiento, quién será el responsable del indicador.

- **Eficiencia**

Fórmula de cálculo:

$$EFICIENCIA (\%) = \left(1 + \frac{\text{beneficio obtenido}}{\text{inversión}}\right) \times \left(\frac{\text{tiempo proyectado}}{\text{tiempo empleado}}\right) \times 100 \%$$

Beneficio obtenido: se mide en dólares o pesos, según se prefiera. Es la ganancia monetaria que se obtuvo con el proyecto, luego de recuperar la inversión. Si es un número positivo, sea cual fuera, entonces el proyecto ha sido rentable. Si es igual a cero, entonces el proyecto no fue rentable, sino que se recuperó la inversión, pero no se obtuvo ganancia. Si es negativo, no sólo no fue rentable sino que fue a pérdida, es decir que no se llegó a recuperar la inversión.

Inversión: es el monto total en dólares o pesos que se invirtió en el proyecto, durante toda su evolución desde su inicio hasta su fin.

Tiempo proyectado: es el tiempo que se planificó que iba a durar el proyecto.

Tiempo empleado: es el tiempo que realmente llevó realizar todo el proyecto hasta concretarlo. Lo ideal es cumplir lo mejor posible con el tiempo proyectado o mejorarlo. Es importante cumplirlo, ya que de ello depende el tiempo que se va a estar desembolsando fondos para la mano de obra, pero también porque si luego se demora más se estaría quitando tiempo a nuevos proyectos que resulten de necesidad para la compañía.

Responsable del indicador: El ingeniero de mantenimiento a cargo del proyecto.

Frecuencia de evaluación: Al finalizar la ejecución del proyecto.

Fuente de información: Según el tiempo en semanas proyectado en la etapa de planificación, el costo total invertido al finalizar el proyecto, el tiempo total insumido al finalizar el proyecto y el beneficio obtenido para la compañía recién podrá evaluarse una vez transcurrido el tiempo de repago de la inversión, o bien podrá

estimarse luego de un mes de finalizar el proyecto según cómo viene la evolución del recupero de la inversión y en función de cálculos teóricos proyectados.

- **Efectividad**

Fórmula de cálculo:

$$EFECTIVIDAD (\%) = EFICACIA \times EFICIENCIA$$

Responsable del indicador: El ingeniero de mantenimiento a cargo del proyecto.

Frecuencia de evaluación: Al finalizar la ejecución del proyecto.

Fuente de información: Se calcula en función de los dos indicadores anteriores: eficacia y eficiencia.

- **Costos**

Fórmula de cálculo:

$$COSTOS (\%) = \frac{\text{real acumulado (\$)}}{\text{presupuesto acumulado (\$)}} \times 100 \%$$

El número ideal es 100%, lo cual indica que se está gastando tal cual se planificó, lo que implica una gestión prolija.

Si es menor a 100%, quiere decir que se está logrando gastar menos de lo previsto, pero es malo porque ese fondo sobrante se podría haber invertido en otro proyecto.

Si es mayor al 100 %, se está consumiendo más de lo acordado, y también es malo porque no se cuenta con dicho presupuesto.

Por lo general, se definen márgenes de tolerancia con semáforos. Por ejemplo, un semáforo amarillo cuando se sobrepasa el +/- 5 % para avisar que se debe tener cuidado y revisar con más detenimiento la gestión, y un semáforo rojo en +/- 10 % para indicar que ya se sobrepasó el límite de tolerancia.

Responsable del indicador: El ingeniero de mantenimiento a cargo del proyecto.

Frecuencia de evaluación: semanal (todos los viernes antes del mediodía para ser presentado en la reunión de seguimiento de ese mismo día a la tarde).

Fuente de información: Los datos cargados en la herramienta de gestión de proyectos.

- **Plazos**

Fórmula de cálculo:

$$PLAZOS (\%) = \frac{\text{plazo real (semanas)}}{\text{plazo previsto (semanas)}} \times 100 \%$$

En el tablero de comandos se irá mostrando este indicador en función de plazos estándares precargados para las etapas Formulación, Planificación, Control y Cierre y en función del Diagrama de Gantt cargado en la etapa de Planificación mientras se esté transitando la etapa de Ejecución.

De la misma forma que en Costos, se pueden definir un semáforo amarillo y uno rojo para indicar sobrepaso del 10 y 20 % respectivamente.

Responsable del indicador: El ingeniero de mantenimiento a cargo del proyecto.

Frecuencia de evaluación: semanal (todos los viernes antes del mediodía para ser presentado en la reunión de seguimiento de ese mismo día a la tarde).

Fuente de información: Los datos cargados en la herramienta de gestión de proyectos.

- **Avance**

Fórmula de cálculo:

$$AVANCE (\%) = \frac{\text{tareas finalizadas}}{\text{tareas totales planificadas}} \times 100 \%$$

Responsable del indicador: El ingeniero de mantenimiento a cargo del proyecto.

Frecuencia de evaluación: semanal (todos los viernes antes del mediodía para ser presentado en la reunión de seguimiento de ese mismo día a la tarde).

Fuente de información: Los datos cargados en la herramienta de gestión de proyectos.

3.1.3. Ejecución

Se trata de ir recorriendo las etapas definidas durante la etapa de planificación en el diagrama de Gantt para el proyecto específico en cuestión.

Etapas usuales que aplican de manera genérica para la gran mayoría de proyectos podrían ser las siguientes: ingeniería de detalle, compras de materiales, tareas de montaje, puesta en marcha, codificación de repuestos, creación de planes de mantenimiento, capacitación a personal de operación y mantenimiento, reuniones de seguimiento de avances, etc.

Para asegurar la ejecución en el día a día, logrando que se cumplan las tareas en los plazos previstos y sin sobrepasar los costos comprometidos, el ingeniero de mantenimiento que lidera el proyecto debe hacer un seguimiento periódico muy prolijo.

La forma de hacerlo puede ser con reuniones semanales, por ejemplo los viernes a la tarde, donde se discutirá entre los principales participantes si se está avanzando según lo previsto o si existen demoras importantes, y tomar acciones para corregir el rumbo. En estas reuniones se verá el diagrama de Gantt real vs el planificado, el flujo de fondos y los indicadores.

El director debe gestionar muy bien tanto personal propio como contratado, y de diferentes capacidades, perfiles y motivaciones.

Por eso es imprescindible que el ingeniero de mantenimiento haga uso de dos habilidades importantes de liderazgo, las cuales se explican a continuación:

3.1.3.1. Habilidades de liderazgo

- **Inteligencia emocional**

Puede ser de gran ayuda tener presente los conceptos e ideas desarrollados por Daniel Goleman en su libro "La Inteligencia Emocional" en año 2010. De forma resumida conocerse bien a uno mismo y generar empatía con cada persona que constituye el equipo de trabajo.

- **Delegación**

Le será de mucha utilidad aplicar los 12 pasos desarrollados por Martha Alles en su libro "Cómo delegar efectivamente en 12 pasos" en año 2010.

3.1.4. Control

Se realiza una reunión post proyecto entre todos los participantes donde se repasan los resultados obtenidos y lecciones aprendidas. Se comentan tanto las cosas que salieron bien como las que salieron mal para tenerlas en cuenta para un futuro proyecto. Se revisa que no haya quedado ningún pendiente importante.

3.1.5. Cierre

Luego de evaluar los resultados obtenidos, el director del proyecto realiza un informe de cierre incluyendo los indicadores de gestión finales y las lecciones aprendidas.

Finalmente, se informa al solicitante que planteó la necesidad que el proyecto fue finalizado con éxito.

4. CAPÍTULO IV - ESTRUCTURA DE LA COMPAÑÍA

Se toma como caso de estudio una estructura típica de una fábrica de acero con alto horno, de un tamaño grande y complejo, ya que luego puede extrapolarse fácilmente a empresas más chicas juntando funciones en menor cantidad de áreas y personas. La estructura que se irá describiendo a continuación no corresponde a una empresa en particular si no que se trata de una empresa ficticia propuesta como caso de estudio, tomando como referencia empresas reales y aplicando algunos cambios para simplificar.

4.1. Sectores y Líneas productivas

Por un lado, se encuentran los sectores subdivididos en líneas productivas. Son los sectores de la planta donde se transforma la materia prima en el producto final. En este caso son cuatro concatenados entre sí, de forma tal que el producto final de uno es la materia prima del siguiente:



Figura 6 – Sectores y líneas productivas de la fábrica siderúrgica en estudio

4.2. Organigrama y división de funciones

Por otro lado, la compañía cuenta con un organigrama compuesto por un Director Industrial del cual dependen tres grandes gerencias: Operaciones, Mantenimiento y Áreas Centrales.

4.2.1. Gerencia de Operaciones

La Gerencia de Operaciones es la que está relacionada directamente con los procesos productivos y por ende es la encargada de transformar la materia prima en el producto final de cada una de las 4 líneas.

4.2.2. Gerencia de Mantenimiento

La Gerencia de Mantenimiento brinda un servicio a Operaciones y está compuesta por las siguientes jefaturas: Mantenimiento Preventivo, Ingeniería de Mantenimiento, Tecnología de Mantenimiento, Sistema de Mantenimiento, Ingeniería de Repuestos, Oficina Técnica, Taller Central, Laboratorio de Reparaciones Electrónicas y Laboratorio de Calibración de Instrumentos.

4.2.2.1. Mantenimiento Preventivo

Su misión es atacar de antemano todos aquellos problemas que pueden llegar a tener los equipos usados para producir, evitando que lleguen a dañarse y quedar fuera de servicio. Tiene una importancia crucial porque gracias a esta gestión se logra una disponibilidad operativa objetivo con un presupuesto acotado.

4.2.2.2. Ingeniería de mantenimiento

Área que se ocupa de ejecutar proyectos de mejoras de mantenimiento. Compuesto por cuatro ingenieros de mantenimiento, uno por cada sector, los cuales son coordinados por un jefe de Ingeniería de Mantenimiento.

El jefe de ingeniería de mantenimiento tiene la función de centralizar los pedidos y elegir los proyectos a ejecutar y priorizarlos, según las necesidades de la planta, mientras que cada uno de los otros 4 dedican su esfuerzo a ejecutarlos, cada uno con su propia estructura de personal.

Cada ingeniero de mantenimiento lidera entonces un equipo de trabajo. Cada uno de estos grupos asignados a los proyectos están compuestos por un ingeniero mecánico y uno eléctrico, los cuales dan seguimiento en el día a día a los proyectos que se ejecutan y aseguran su correcta implementación, escriben las especificaciones para los pedidos a la oficina técnica, revisan los planos y listas de materiales entregados en las ingenierías básicas y de detalle, revisan los estudios de factibilidad, coordinan y dan seguimiento a las tareas ejecutadas por personal de empresas contratistas, quienes son los ejecutores de las obras.

Tomando como base esta estructura, se busca elaborar un sistema que funcione como herramienta de coordinación y seguimiento de estos proyectos. Deberá ser de utilidad tanto para el jefe de ingeniería de mantenimiento, quien necesita gestionar con una mirada global, como así también para los ingenieros de mantenimiento que necesitan llevar adelante con mayor detalle el día a día de los trabajos dentro de un sector productivo.

Es importante destacar que el área de ingeniería de mantenimiento brinda un servicio interno. A continuación, se detallan posibles áreas que pueden actuar como clientes de un ingeniero de mantenimiento solicitándoles un proyecto específico a partir de una necesidad puntual:

- Operaciones
- Calidad
- Eficiencia energética
- Medio ambiente
- Mantenimiento preventivo
- Seguridad e Higiene

4.2.2.3. Tecnología de mantenimiento

Área compuesta por ingenieros especialistas, los cuales serán llamados tecnólogos. Cada uno de ellos es especialista en una familia de tecnologías determinada: mecánica, eléctrica, instrumentación, informática, hidráulica, estructura, grúas. Su misión es asegurar un estándar y mejores prácticas para cada una de estas tecnologías, dar soporte y asistencia especializada, centralizar contacto con proveedores, participar en proyectos para definir la mejor tecnología, liderar proyectos específicos de su tecnología, hacer codificar repuestos centrales a

todas las áreas, asegurar un óptimo capital de trabajo, organizar capacitaciones internas y externas. Todos ellos son coordinados por un jefe de Tecnología de Mantenimiento y tienen relación estrecha con los ingenieros de mantenimiento ya que participan activamente en la totalidad de sus proyectos.

Utilizan también una cartera de proveedores para asistencia especializada y otras tareas puntuales como relevos de parque instalado, seguimiento de proyectos y otras tareas afines que ayudan al tecnólogo a cumplir sus objetivos.

En el caso de estudio, se cuenta con los tecnólogos asignados para las siguientes tecnologías:

- **Instrumentación y Balanzas**

Sistemas de medición, sensorística, balanzas, sistemas contra incendio.

- **Medidores complejos**

Medidores dimensionales por láser y rayos X.

- **Control y potencia**

UPS, Drives de motores, Controladores PLC.

- **Informática y redes**

Computadoras personales, computadoras de proceso, redes de datos, telefonía.

- **Mecánica**

Estructuras, grúas, acoples.

- **Eléctrica**

Motores, tableros eléctricos, seguridad eléctrica.

- **Hidráulica**

Centrales hidráulicas, lubricantes y todos los equipos y sensores derivados.

- **Civil**

Obras civiles en general como pavimentado, fundaciones de estructuras, encofrados, grouting, hormigonados, estudios de suelo, etc.

4.2.2.4. Sistema de mantenimiento

Se ocupan de realizar mantenimiento, cambios y mejoras al sistema de gestión que se utiliza para gestionar el mantenimiento de los equipos destinados a la producción. Les llegan pedidos tales como generar o modificar planes de mantenimiento, crear o modificar números de equipos, asignarles los códigos de los repuestos, modificar los entornos gráficos, etc.

Sector compuesto por un jefe y varios colaboradores según la necesidad de la planta. Para el caso de estudio, serán elegidos cuatro, o sea uno enfocado a cada área productiva.

4.2.2.5. Ingeniería de repuestos

Se ocupan de gestionar los repuestos de los equipos destinados a la producción instalados en las líneas productivas. Sus tareas comprenden crear códigos de repuestos, asignarles criticidad, generarles stock de seguridad, etc.

4.2.2.6. Oficina técnica

Se ocupa de elaborar las ingenierías básicas y de detalle necesarias para poder encarar cualquier proyecto. liderado por un ingeniero de mantenimiento o por un tecnólogo. Trabajan como clientes principales de los ingenieros de mantenimiento y de los tecnólogos (ya que muchas veces los tecnólogos también lideran sus propios proyectos específicos).

Cuando un ingeniero de mantenimiento quiere evaluar si encara un proyecto, el primer paso siempre es elaborar la ingeniería básica donde se hace un estudio de factibilidad y se tiene una idea de costos y plazos estimados para decidir si avanzar con el proyecto. En caso de que prosiga, el siguiente paso es solicitar a la oficina técnica una ingeniería de detalle para contar con los planos de montaje y listas de materiales a comprar. Luego siguen entonces los procesos de compra y ejecución.

4.2.2.7. Taller central

Se ocupa de realizarle a las áreas productivas servicios de mantenimiento y reparaciones mecánicas y eléctricas a ciertos equipos que requieren la intervención con equipamiento especializado. Ejemplos: trabajos de tornería para mecanizar cilindros, fresado, mecanizado de piezas planas, bobinado de motores, etc.

4.2.2.8. Laboratorio de reparaciones electrónicas

Repara los equipos electrónicos que le envían los sectores

4.2.2.9. Laboratorio de calibración de instrumentos

Calibra los instrumentos que le envían los sectores. Debe tener trazabilidad con patrones internacionales para asegurar cumplir con las normas de calidad requeridas.

4.2.3. Áreas Centrales

Las áreas centrales, al igual que mantenimiento, no están relacionadas directamente con el proceso productivo, pero también son esenciales para la operación de la compañía.

4.2.3.1. Almacenes

Centraliza los materiales y repuestos que se necesitan guardar desde que se compran hasta que son utilizados.

4.2.3.2. Logística

Gestiona los insumos y materias primas desde los proveedores a planta y los traslados del producto final desde la planta hasta los clientes.

4.2.3.3. Eficiencia energética

Se ocupa de realizar las gestiones e impulsar los proyectos necesarios para asegurar el uso más eficiente posible de los recursos energéticos consumidos por los distintos sectores productivos de la planta, así como también en los edificios centrales.

4.2.3.4. Calidad

Su misión es asegurar la mejor calidad posible del producto final que se despacha a los clientes.

4.2.3.5. Medio ambiente

Asegura que los desechos arrojados al medio ambiente le produzcan el menor daño posible y cumplan con las normativas vigentes.

4.2.3.6. Ingeniería

Se ocupa de ejecutar proyectos de nuevas instalaciones de gran envergadura e importancia para la compañía.

4.2.3.7. Seguridad e higiene

Equipo de trabajo que se encarga de impulsar gestiones y proyectos que aseguren la menor cantidad de accidentes dentro y en los alrededores de la planta. La cantidad de accidentes graves y fatales deben ser cero sí o sí.

4.2.3.8. Recursos humanos

Se ocupa de reclutar personal para las distintas áreas, gestionar capacitaciones, coordinar programas de jóvenes profesionales y desarrollo de líderes.

4.2.3.9. Compras

Gestiona y negocia las operaciones de compras a los proveedores de insumos, materiales, repuestos y materias primas.

4.2.3.10. Ventas

Coordina y negocia las operaciones de ventas a los clientes.

5. CAPÍTULO V - ESTRATEGIA DE TERCERIZACIÓN

La tercerización es un proceso ampliamente utilizado hoy en día por compañías productoras de bienes y servicios. Es una herramienta a través de la cual subcontratan parte de su proceso de fabricación con un proveedor externo. Y toma un papel mucho más crucial en compañías grandes, como es el presente caso de estudio que se centra en una empresa del sector siderúrgico.

Se toma como referencia la tesis "Diseño de la metodología para transferir un componente fabricado de una empresa a un proveedor externo (Outsourcing)" elaborada por el Ing. Mg. Gustavo Moreno Carreón en el año 2001.

Ventajas que representa para una compañía hacer uso del outsourcing

Al respecto, Moreno Carreón (2001) afirma:

En la actualidad existen variadas razones por las cuales se lleva a cabo este proceso como son el enfocarse a actividades primordiales de la compañía, buscar tecnología externa con los proveedores cuando no se tiene la propia. O simplemente hacer más flexible la operación de la compañía, así como compartir los riesgos de inversión con los proveedores. Otro punto importante es que al subcontratar procesos con los proveedores hace a la compañía más esbelta o liviana pues al sacar algunos procesos de fabricación se queda solo con las líneas de ensamble, algunos procesos estratégicos, y la administración de la tecnología de su producto. (p. 5)

Una empresa productora de acero es claramente beneficiada por todos los puntos mencionados anteriormente, porque es de suma importancia que pueda ser flexible para adaptarse a las necesidades de los mercados que son en gran parte influenciados por los cambios macroeconómicos y políticas internacionales.

Para ello, necesita ser liviana y así poder enfocarse en su core-business, es decir su razón de ser y aquello en lo que va a aportar valor agregado. Además, se logra asegurar que las tecnologías que aportan soporte y servicio a esta actividad principal sean lo más eficiente posible, al impulsar una competencia entre proveedores que actúan como oferentes de bienes y servicios asociados al proceso

productivo del acero, con alto grado de especialización de sus tecnologías. Es necesario que la empresa que proveedora tenga el know-how adecuado, que es el conjunto de conocimientos técnicos y administrativos necesarios para llevar a cabo su labor.

Este caso de estudio se concentra en la tercerización de bienes y servicios necesarios para el mantenimiento y, más aún, aquellos que se requieren para llevar a cabo proyectos de mejora de mantenimiento.

Como se explicó en la introducción, en este tipo de compañías, la estructura generalmente se divide en Operaciones y Mantenimiento. Además, existe el sector de Ingeniería que se ocupa de las inversiones para la instalación de nuevos procesos activos que generen un retorno que justifique la inversión, pero no se incluye en el esquema por no estar relacionado directamente con las líneas de producción. Ambas son iguales de importantes, siendo Operaciones el sector dedicado a hacer funcionar el proceso entero de producción y Mantenimiento el encargado de asegurar que los equipos usados para producir se mantengan disponibles y confiables en el tiempo.

A continuación, se propone una estrategia de tercerización apropiada para que un ingeniero de mantenimiento implemente desde su función, tomando como criterio todo lo anteriormente explicado. Se toma como alcance el sector Ingeniería de Mantenimiento.

5.1. Actividades que no conviene tercerizar

- **Definición de la estructura y organigrama**

El ingeniero de mantenimiento es el responsable de elegir su equipo de trabajo, dentro del cual puede tener tareas que pueden ser tercerizadas como otras que no.

- **Definición de prioridades para las tareas en curso**

Las empresas contratistas serán los ejecutantes de las tareas, las cuales abarcan una gran diversidad como se comentará más adelante, mientras que el ingeniero de mantenimiento será el encargado de manejar las prioridades de estas tareas con cierto criterio basado siempre en estar alineado con los actuales requerimientos de la compañía.

- **Definición del estándar de tecnologías para los equipos**

Conjunto de marcas y modelos homologados dentro de la planta, lo cual se trata de que sea similar para todos los subprocesos o líneas productivas, con la menor diversidad posible para unificar y centralizar los repuestos y el contacto con proveedores. Conviene aceptar una tecnología diferente a la definida sólo en casos particulares en donde la aplicación lo requiera.

- **Definición de los planes de mantenimiento:**

Aquí se define para cada equipo cómo, con quiénes y con qué frecuencia realizarle tareas preventivas y predictivas para asegurar su disponibilidad y confiabilidad en el tiempo.

- **Definición de estrategia de repuestos:**

Se define para cada tecnología cuáles son aquellos repuestos que son necesarios tener disponibles qué cantidad total en planta se necesitan, en función a la criticidad, parque instalado y dificultad para conseguirlo (tiempos de entrega).

- **Elección de los proyectos de inversión a implementar:**

El área de Ingeniería estudia en posibles proyectos relacionados con instalaciones nuevas y/o incorporación de activos y elige implementar aquellos que mejor repago y beneficio tengan para la compañía.

- **Elección de los proyectos de mejora de mantenimiento a implementar:**

Se decide en qué equipos invertir para mejorar su disponibilidad y confiabilidad, cuando ya no es posible asegurarlo con los planes de mantenimiento rutinarios. Las causas pueden ser obsolescencia, fallas crónicas, o que el proceso cambió y hay que adaptar la tecnología. No se tienen en cuenta aquí proyectos que involucren la instalación de los equipos asociados a un nuevo proceso o subproceso productivo, porque eso ya se trata de una nueva inversión y la maneja el sector de Ingeniería, como se explicó en el punto anterior.

5.2. Actividades que conviene tercerizar

Comprende todas aquellas tareas que tienen alto grado de conocimiento técnico pero que no están relacionadas necesariamente con el core-business de la compañía, que en este caso es la producción de acero.

Con lo cual son tareas pueden ser realizadas por un tercero capacitado en la tecnología específica.

Para el caso de estudio, las tareas a tercerizar son las siguientes:

- Trabajos de montaje
- Asesoramiento especializado
- Comisionado para puesta en marcha
- Programación de equipos
- Capacitación
- Análisis técnico de fallas
- Calibración de equipos
- Ingeniería de detalle
- Estudio de factibilidad

5.3. Cartera de empresas contratistas seleccionadas

Para el caso de estudio se elige la siguiente cartera de empresas contratistas dando servicio al sector de ingeniería de mantenimiento, con el objetivo de cubrir la demanda para la ejecución del tipo de proyectos descritos anteriormente. Es importante destacar que esta cartera de empresas conviene que también pueda ser utilizada por los tecnólogos, ya que cada una de ellas puede tener a disposición personal tanto para mano de obra abocada a los proyectos que lideran los ingenieros de mantenimiento como también personal de asistencia especializada para los tecnólogos. Además, la mano de obra también podría ser utilizada por los

tecnólogos para proyectos puntuales que requieran máxima dedicación, seguimiento y liderazgo por parte de ellos.

5.3.1. Empresa especialista en confección de ingeniería

Proveedora de personal especializado en relevos de equipos, confección de ingeniería básica e ingeniería de detalle. Cuenta con personal capacitado en diversas tecnologías como mecánica, eléctrica, instrumentación, civil, sistemas de control, electrónica de potencia.

5.3.2. Empresa especialista en instrumentación y válvulas

Proveedora de asistencia especializada, mano de obra para montaje, programación, puesta en marcha, calibración, análisis de fallas y reparaciones de instrumentos y válvulas. Incluye montaje eléctrico aplicado a instrumentación (armado de tableros, canalizaciones, pasajes de cables y conexiones) y montaje de tubings y accesorios de instrumentos y válvulas.

5.3.3. Empresa especialista en sistemas de control

Proveedora de asistencia especializada, mano de obra especializada para montaje, programación, puesta en marcha, análisis de fallas y reparaciones de controladores lógicos programables.

5.3.4. Empresa especialista en balanzas

Proveedora de asistencia especializada, mano de obra especializada de montaje, programación, puesta en marcha, calibración, análisis de fallas y reparaciones de balanzas. Incluye calibraciones fiscales.

5.3.5. Empresa especialista en sistemas contra incendio

Proveedora de asistencia especializada, servicio de pruebas efectivas de funcionamiento, mano de obra de montaje, programación, puesta en marcha, análisis de fallas y reparaciones de sistemas contra incendio. Incluye montaje eléctrico aplicado a sistemas contra incendio: canalizaciones, pasajes de cables y conexiones.

5.3.6. Empresa especialista en electrónica de potencia

Proveedora de asistencia especializada, servicio de pruebas efectivas de funcionamiento, mano de obra de montaje, puesta a tierra, ups, contactores, puesta en marcha de equipos, análisis de fallas y reparaciones de equipos de electrónica de potencia. Incluye montaje eléctrico aplicado a electrónica de potencia, armado de tableros, canalizaciones, pasajes de cables y conexiones.

5.3.7. Empresa especialista en obras civiles

Proveedora de asistencia especializada y ejecución de pavimentado, fundaciones de estructuras, encofrados, grouting, hormigonados, estudios de suelo, etc.

5.3.8. Empresa especialista en obras mecánicas

Proveedora de profesional especializado para liderar montajes mecánicos y cálculos de estructuras, y de mano de obra para la ejecución de montajes mecánicos.

5.3.9. Empresa especialista en obras eléctricas

Proveedora de profesional especializado para liderar montajes eléctricos, y de mano de obra para la ejecución de montajes eléctricos.

6. CAPÍTULO VI – DISEÑO DE LA HERRAMIENTA DE GESTIÓN

Esta es la sección más relevante del trabajo, ya que se trata del diseño de la herramienta de gestión de proyectos de ingeniería de mantenimiento encuadrada en el marco teórico y caso de estudio introducido anteriormente.

Pretende ser una guía para todo aquel ingeniero de mantenimiento que lidere múltiples temas dentro de un área para su seguimiento diario. A su vez, busca establecerse como un sistema de gestión para el seguimiento general que el jefe del sector Ingeniería de Mantenimiento realiza.

Esta herramienta será llamada Sistema de Gestión de Proyectos de Ingeniería de Mantenimiento, que de ahora en más será abreviado como SGP. La idea es que la misma cuente con una sección desde la cual se pueda dar seguimiento temporal a cada proyecto en particular y por otro lado también dar seguimiento a nivel macro para todos a la vez.

Resulta de gran importancia poder contar con una gestión global para toda la planta, y así ver cómo los proyectos impactan y están alineados hacia los objetivos de la compañía. Además, permite fácilmente presentar los resultados a la Gerencia de Mantenimiento y Dirección Industrial.

Para diseñar el SGP, se tomará como referencia el punto 2.7 del capítulo 2 del presente trabajo donde se adaptó para el caso de estudio la programación en etapas propuesta por Roberto Domínguez, 2010, en su libro "Formulación y Gestión de Proyectos".

Esta programación será dividida en cinco etapas: Formulación, Planificación, Ejecución, Control y Cierre.

Se pondrá mucho foco en la etapa de Planificación, para la cual se elaborará un cuadro de mando integral con semáforos, compuesto por un diagrama de Gantt para dar seguimiento temporal a cada proyecto puntual, y por un tablero de indicadores con semáforos donde se pueda ver de forma resumida el estado general.

El principal desafío del SGP es permitir gestionar proyectos de índole muy diversa, con diferentes impactos, y reportando a distintos clientes. Además, deberá

ser capaz de desglosarlos en micro-tareas, organizando una agenda para poder avanzar de forma eficiente y organizada en el día a día.

6.1. Objetivos del SGP

Es conveniente tener en claro cuáles son los objetivos que persigue la implementación de esta herramienta de gestión para entender qué ventajas brinda:

- **Optimizar el tiempo**

Conocer cómo se tiene ocupada la utilización del tiempo por sector, tecnología e impacto, para lograr una atención balanceada en estos ejes.

- **Alinearse con los ejes de gestión**

Saber cómo se está alineado con los ejes de gestión o políticas de la compañía: Seguridad, Costos, Producción, Calidad, Medio Ambiente y Eficiencia Energética.

- **Mejorar la orientación al cliente**

Documenta qué cliente interno de la compañía pidió cada tema, con quién verlo, y cuáles son los documentos asociados al ERP (sistema de gestión de recursos empresariales) como avisos, órdenes de trabajo, solicitudes de pedido y órdenes de compra.

- **Agilizar el seguimiento diario**

Agiliza los tiempos de seguimiento al conocer de antemano si se cuenta con los recursos propios o cuáles hay que solicitar con tiempo.

- **Evitar la saturación de la capacidad de trabajo**

Poder detectar si se está saturado en tareas para decidir qué postura tomar ante nuevas solicitudes, como por ejemplo reprogramar prioridades, delegar o rechazar.

- **Predecir fechas de finalización**

Predecir cuándo se podrá finalizar cada proyecto para comprometerse tiempos reales.

- **Facilitar la presentación a la gerencia**

Contar con una presentación gráfica de datos para mostrar a la gerencia en las reuniones mensuales de gestión

- **Evaluar el desempeño del ingeniero**

Contar con una herramienta objetiva para realizar una evaluación de desempeño al ingeniero de mantenimiento y al jefe de ingeniería de mantenimiento

6.2. Diseño del SGP

Se propone la herramienta en formato software de base de datos donde cada ingeniero de mantenimiento ingresaría los proyectos o simplemente temas en los que va a estar trabajando para responder a necesidades puntuales de clientes internos del sector que atiende. A su vez, la jefatura de Ingeniería de Mantenimiento podrá verlos todos juntos para gestionarlos a nivel general para toda la planta.

6.2.1. Pantalla principal

Desde la pantalla principal se puede acceder a las siguientes operaciones:

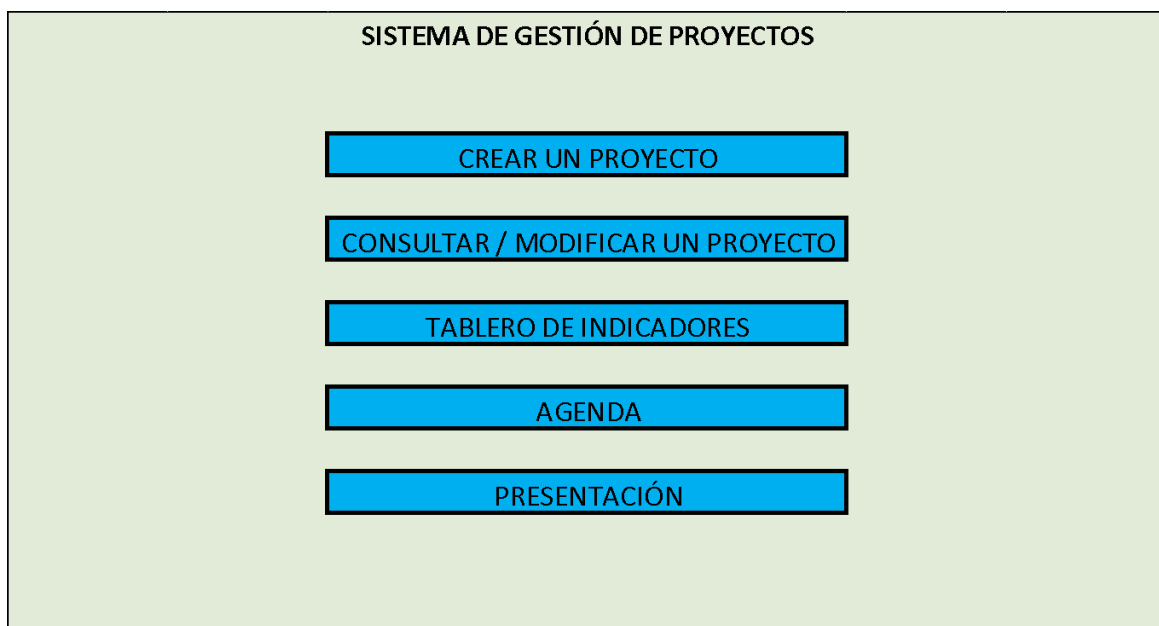


Figura 7 – Pantalla principal del SGP

6.2.2. Crear un proyecto

Se ingresa aquí cada vez que se desee cargar un nuevo proyecto al sistema. Al hacerlo, aparece la siguiente ventana que pide completar una serie de datos obligatorios. Una vez ingresados los datos se debe presionar aceptar para crearlo.

A continuación, se muestra un ejemplo:

CREAR UN PROYECTO	
PROYECTO	RECAMBIO DE DOSADORA HORNO B
SECTOR	ACERÍA
LÍNEA	CALCINACIÓN
SOLICITANTE	Ernesto García
IMPACTO	Producción
TECNOLOGÍA	Balanzas
PRIORIDAD	A
ACEPTAR	

Figura 8 – Pantalla “Crear un Proyecto” del SGP

La prioridad puede ser A, B o C, siendo A la más prioritaria y C la menor.

6.2.3. Consultar o modificar el estado de un proyecto

Una vez creado, se puede ingresar a un proyecto para modificar la información cargada hasta el momento, cargar nuevos datos, actualizar avances o simplemente realizar consultas. Para ello, desde el menú principal se debe hacer clic en el botón “CONSULTAR / MODIFICAR UN PROYECTO”, y aparecerá la siguiente ventana.

The screenshot shows a window titled "CONSULTAR / MODIFICAR UN PROYECTO". It contains the following fields:

- PROYECTO: *RECAMB*DOSAD*B*
- SECTOR: [Empty]
- LÍNEA: [Empty]
- SOLICITANTE: [Empty]
- IMPACTO: [Empty]
- TECNOLOGÍA: [Empty]
- PRIORIDAD: [Empty]
- ESTADO: [Empty]

At the bottom right, there is a blue button labeled "ACEPTAR".

Figura 9 – Pantalla “Consultar/Modificar un Proyecto” del SGP

Si uno recuerda el nombre exacto del proyecto, lo ingresa y al aceptar se abrirá el mismo. De lo contrario, existe la posibilidad de usar los otros campos para filtrar hasta llegar a encontrarlo. Por ejemplo, si se recuerda que es en la línea de la Colada Continua y está en estado de Evaluación, se ingresa “COLADA CONTINUA” en el campo “LINEA”, y “EN EVALUACIÓN” en el campo “ESTADO”. Al presionar “ACEPTAR” el sistema mostrará la lista de todos los proyectos que actualmente se encuentran en Evaluación en esa línea productiva, y de ahí se encuentra fácilmente el que se está buscando. Es más, si es el único que concuerde con esa búsqueda lo abrirá directamente.

Otra herramienta potente que puede utilizarse para encontrarlo son los comodines de búsqueda. Por ejemplo, si se recuerda que el proyecto lleva la palabra “caudal” en su nombre, entonces se puede tipear *CAUDAL* en el campo nombre, y al dar clic en “ACEPTAR” mostrará todos los proyectos que cumplan con esa regla. Más aún, también se puede filtrar con más de una palabra, por ejemplo si se recuerda que lleva la palabra “caudal” y “gas natural” se puede tipear *CAUDAL*GAS*NATURAL*. En este último caso se lograría acotar más la búsqueda.

Una vez dentro del proyecto, se mostrará la siguiente ventana. Se toma como ejemplo estar situado en la fecha 10/09/2020:

NUEVO MEDIDOR DE TEMPERATURA DEL REPARTIDOR

ESTADO	EN CURSO	COSTOS	80%	EFICACIA	
AVANCE	55%	PLAZOS	65%	EFICIENCIA	
PRIORIDAD	A			EFFECTIVIDAD	

FORMULACIÓN	PLANIFICACIÓN	EJECUCIÓN	CONTROL	CIERRE
-------------	---------------	-----------	---------	--------

SECTOR	ACERÍA
LÍNEA	COLADA CONTINUA
FECHA SOLICITUD	10/7/2020
FECHA INICIO	20/7/2020
FECHA FIN	18/9/2020
SOLICITANTE	Pablo Britto
IMPACTO	Calidad
TECNOLOGÍA	Instrumentación
ORD DE TRABAJO	1557301
ORD DE COMPRA	6601435949
IMPUTAC	10130127
PRESUP	USD 30.000
PRESUP PARCIAL	USD 23.726
REAL	USD 18.900

NECESIDAD
Se necesita migrar a un equipo nuevo para mejorar la confiabilidad de la medición, porque el sistema actual es obsoleto y ya no se consiguen repuestos, y porque al ser inalámbrico se elimina la probabilidad de que el operario se tropiece con los cables y sufra un accidente. Además, se disminuyen costos de mantenimiento porque ya no se tendrán que cambiar los cables que se dañan seguido por estar expuestos al acero líquido a alta temperatura.

RESUMEN DE AVANCE
Materiales comprados y despachados. Fabricación de la placa orificio en curso. En próxima RP se tiene planificado el montaje de la placa y los instrumentos, y la puesta en marcha. Una vez transcurrida la RP se hará la programación en PLC y pasaje a Scada de las variables para que sean visualizadas.

GESTIONAR TAREAS
DIAGRAMA DE GANTT
FLUJO DE FONDOS
CARPETA DE WINDOWS
REVISAR INGENIERÍA

TAREAS					
Responsable	Empresa	Tarea asignada	Inicio	Fin	Estado
Rodrigo Pereyra	Propio	Evaluar factibilidad del proyecto	14/7/2020	17/7/2020	Finalizado
Juan Berserker	Ingeniería S. A.	Realizar ingeniería de detalle para el montaje	20/7/2020	24/7/2020	Finalizado
Carlos Tiento	Compras S. A.	Comprar los transmisores y materiales para el montaje	27/7/2020	4/9/2020	Finalizado
Maximiliano Pronovich	Propio	Fabricar nueva placa orificio	27/7/2020	11/9/2020	En curso
Néstor Aguirre	Instrum S. A.	Montar los transmisores de presión y temperatura	7/9/2020	11/9/2020	En curso
Pedro Sotomayor	Piping S. A.	Reforma en cañerías e instalar nueva placa orificio	14/9/2020	18/9/2020	No iniciada
Bryan Estepa	PLC S. A.	Ingresar fórmula de cálculo de caudal en el PLC	9/9/2020	11/9/2020	En curso
Bryan Estepa	PLC S. A.	Cargar las variables para ser visualizadas en el Scada	14/9/2020	16/9/2020	No iniciada

ACEPTAR

Figura 10 – Pantalla “Consultando/Modificando un Proyecto” del SGP

Aquí se pueden realizar las siguientes operaciones:

- Ver o modificar el nombre del proyecto
- Ver o modificar el campo ESTADO, cuyas entradas posibles son: EN EVALUACIÓN, EN CURSO, FRENADO, FINALIZADO. El proyecto se encuentra en etapa de EVALUACIÓN mientras que permanezca en la primera etapa de FORMULACIÓN, durante la cual se realiza el examen de viabilidad. Ni bien se pase a la siguiente etapa, conmuta automáticamente a estado EN CURSO. Finalmente, cuando se finalice la última etapa de CIERRE, el proyecto conmutará automáticamente al estado FINALIZADO. Existe un cuarto estado que se llama FRENADO, y uno lo puede elegir manualmente en cualquier momento, en caso de que el proyecto se frene por el motivo que fuera, como por ejemplo falta de presupuesto.
- Cargar avances al proyecto.
- Ver el campo AVANCE, que se irá actualizando automáticamente a medida que se le vaya cargando avances al proyecto. Este campo toma un valor entre 0 y 100%.
- Ver o modificar los datos cargados en cualquiera de los otros campos, salvo por las de fecha de solicitud, inicio y fin, que se actualizarán automáticamente en la medida que el proyecto avance por sus diferentes etapas. La fecha inicio será fijada el día que se pase de la etapa Formulación a la de Planificación. La fecha fin, se irá actualizando a medida que se cargue avances y se actualice el estado del Diagrama Gantt, el cual se diseña en la etapa de Planificación, pero que luego se irá modificando a lo largo de la etapa de Ejecución.
- Agregar, modificar o quitar tareas. Cada tarea tiene asignado un responsable, fecha de inicio o tarea predecesora (en caso de que no se haya asignado fecha de inicio fija), y fecha de fin comprometida. Además, contiene otros datos importantes como la empresa para la cual trabaja (en caso de ser contratista), o si es propio, la fecha de inicio y el estado.
- Esta lista de tareas además puede verse (y modificarse) en formato diagrama de Gantt, donde se puede ver el camino crítico que el programa calcula en función

de la tarea predecesora de cada tarea, en caso de que se le haya asignado tarea predecesora en lugar de fecha de inicio fija.

- La etapa actual se muestra en azul, y se puede ingresar a la misma para actualizar avances. También puede darse por finalizada, y en ese caso el proyecto conmutará a la etapa siguiente.
- Ver o modificar el diagrama de flujos
- Ir a la carpeta de Windows donde se tiene guardada toda la documentación del proyecto.
- Cargar, ver o modificar la ingeniería hecha durante la etapa de planificación, que se compone de los planos y la lista de materiales.
- Ver o modificar un comentario que resuma el estado de avance.
- Ver o modificar un comentario que explica la necesidad que dio origen al proyecto.
- Ver los indicadores COSTOS, PLAZOS y AVANCE que son medidos de forma dinámica y se van actualizando semanalmente durante la etapa de ejecución.
- Ver los indicadores EFICACIA, EFICIENCIA y EFECTIVIDAD que se calculan luego del cierre del proyecto.

6.2.4. Tablero de indicadores

Desde el TABLERO DE INDICADORES se puede ver el estado de todos los proyectos organizados por sector y línea.

Esta herramienta le permite al jefe de mantenimiento hacer una gestión de portafolios de todos los proyectos en curso y finalizados. En particular, para los proyectos finalizados puede ver los indicadores EFICACIA, EFICIENCIA Y EFECTIVIDAD para saber qué tan buena fue la gestión de los mismos, qué tan provechosos fueron para la compañía y compararlos entre sí.

También le permite al ingeniero de mantenimiento poder observar en una pantalla unificada las variables de gestión AVANCE, COSTOS Y PLAZOS para dar seguimiento a todos sus proyectos y poder detectar a tiempo desvíos y corregirlos.

A continuación, se muestra un tablero de indicadores a modo de ejemplo:

														EFECTIVA	EFICIENCIA	EFFECTIVIDAD							
														100%	90%	100%							
PROYECTOS	AVANCE	ESTADO	PRIO	FECHA SOLIC	FECHA INIC	FECHA FIN	SOLICITA	VER CON	IMPACTO	TECNOLOGÍA	ORD TRABAJO	ORD COMPRA	IMPUTAC	PRESUP TOTAL	PRESUP PARC	COSTOS	PLAZOS						
ACERÍA 70%														GLOBAL	1.540.000	1.484.212	88%	88%					
CALCINACION																							
Configurar Tasm Wireless TempHorno	100%	Terminado	B	16/10/2020	15/03/2021	12/11/2021	Manuel Ortiz	Celeste Cruz	Producción	Instrumentación	1593083	6601437851	10130121	1.000	1.000	59%	100%	110%	104%	111%			
Normalizar para el emerg dosador A Horno A	100%	Terminado	A	17/01/2020	11/02/2020	01/03/2020	Rodolfo Mendoza	Soledad Augusti	Seguridad	Balanzas	1546087	6601436270	10130013	2.000	2.000	60%	110%	92%	119%	109%			
CHATARRA																							
Medición Toxas Ferroaleaciones	100%	Terminado	C	24/01/2020	26/02/2020	31/03/2020	Emilia Martínez	Soledad Augusti	Costos	Balanzas	1554444	6601435477	10130007	1.000	1.000	39%	100%	100%	63%	63%			
Mejora la línea de camiones	95%	En curso	A	28/08/2020	02/11/2020	16/04/2021	Emilia Martínez	Nelson Rivarola	Costos	Balanzas	1558764	6601437894	10130170	250.000	240.263	99%	103%						
COLADA CONTINUA																							
Mejora confiabilidad Línea by Ba Acería	90%	En curso	B	02/10/2020	16/01/2021	13/09/2021	Sonia Asovedo	Federico Lombardo	Calidad	Balanzas	1552583	6601437712	10130034	5.000	3.881	111%	80%						
Plande Acción emergente del incendio	30%	Frenado	A	07/08/2020	18/09/2020	16/01/2021	Hernán Arias	Johnatan Gabón	Producción	Instrumentación	1566744	6601435025	10130069	350.000	337.689	110%	98%						
Nuevo Medidor Temp del Repartidor	95%	En curso	A	10/07/2020	20/07/2020	18/09/2020	Pablo Brito	Juan Beneker	Calidad	Instrumentación	1557301	6601435949	10130127	30.000	28.276	80%	69%						
Mejora de Medicación Temp Repartidor	100%	Terminado	A	21/08/2020	18/10/2020	17/03/2021	Pablo Brito	Manuel Ortiz	Calidad	Instrumentación	1556334	6601437752	10130147	5.000	5.000	50%	100%	120%	90%	108%			
Sistema de Evacuación del Taller Zonal	10%	En curso	B	18/09/2020	17/12/2020	15/07/2021	Pablo Brito	Pedro Antonio	Seguridad	Sist Ctra Incendi	1560251	6601436150	10130030	20.000	10.731	99%	88%						
COMERTIDOS																							
Migra Wireless Med Temp de Vuelco	25%	En evaluación	C	24/07/2020	19/08/2020	17/11/2020	Carina Lacoste	Cristian Balmseda	Calidad	Instrumentación	1562331	6601436201	10130034	20.000	14.761	89%	88%						
Mejora confiabilidad Estación de Vuelco	50%	En curso	B	30/10/2020	17/08/2020	11/01/2021	Ezequiel Accuénaga	Soledad Augusti	Seguridad	Medio Ambiente	1546513	6601435379	10130068	50.000	35.277	108%	71%						
Dosificador Argón Agitado Cucharas Conv 1	100%	Terminado	C	10/01/2020	27/01/2020	31/01/2020	Juan Pérez	Cristian Balmseda	Efic. Energética	Instrumentación	1546086	6601436271	10130012	5.000	5.000	95%	115%	85%	197%	167%			
DESULFURADO																							
Nuevo Medidor Temp Acero Líquido	10%	En curso	C	17/07/2020	04/08/2020	18/10/2020	Carina Lacoste	Pedro Antonio	Calidad	Instrumentación	1556918	6601437503	10130027	35.000	37.312	79%	99%						
Reparación Detectores de Partic Chimeñas	50%	En curso	B	04/09/2020	17/11/2020	16/05/2021	Verónica Ledesma	Agustín De La Fuente	Medio Ambiente	Instrumentación	1551282	6601436252	10130086	30.000	42.048	79%	103%						
GENERAL																							
Acondic Mediciones de Cauda IGN	80%	En curso	B	25/09/2020	01/01/2021	14/08/2021	Fidel Alonso	Hugo Sosa	Efic. Energética	Instrumentación	1549446	6601436167	10130006	3.000	2.128	85%	59%						
Nuevos Medic Cauda y Pto Recb Aire	100%	Terminado	B	28/10/2020	02/08/2021	12/12/2021	Fidel Alonso	Cristian Balmseda	Efic. Energética	Instrumentación	1550187	6601437903	10130105	7.000	7.000	120%	100%	100%	132%	132%			
HORNO DE AFINO																							
Lanzas automáticas inalámbricas	95%	En curso	A	14/08/2020	08/10/2020	15/02/2021	Florencia Tamandí	Guillermo Quirós	Seguridad	Instrumentación	1559812	6601436783	10130155	25.000	22.746	91%	35%						
Mejora confiabilidad detección de baño	80%	En curso	A	09/10/2020	31/01/2021	13/10/2021	Florencia Tamandí	Celeste Cruz	Producción	Instrumentación	1563658	6601435529	10130020	2.500	1.981	103%	93%						
Calibración Dosador Ferroaleaciones	95%	En curso	A	31/07/2020	08/09/2020	17/12/2020	Florencia Tamandí	Lionel Serra	Calidad	Instrumentación	1550896	6601437148	10130031	1.000	954	97%	89%						
Reforma Ba de Grúa del Horno Afino	40%	En curso	A	11/09/2020	02/12/2020	15/06/2021	Gabriel Soto	Alberto Díaz	Calidad	Balanzas	1568299	6601436611	10130027	50.000	35.305	91%	111%						
LACA																							
BOBINADOR																							
Comunicar Nva Bca Viga 1a Red Control	90%	En curso	C	08/11/2020	01/04/2021	10/02/2022	Andrea Simeoni	Alejandro Fernández	Calidad	Balanzas	1556801	6601436447	10130079	5.000	4.387	97%	107%						
HORNDOS																							
Reparar Medidor Gas a Hornos	100%	Terminado	A	26/08/2021	26/01/2022	08/10/2023	Fidel Alonso	Cristian Balmseda	Efic. Energética	Instrumentación	1556019	6601435847	10130080	2.500	2.500	52%	100%	95%	98%	93%			
Mejora Confiabilidad Opa cimento Hornos	5%	En evaluación	B	27/11/2020	16/08/2021	11/05/2022	Verónica Ledesma	Raúl Estévez	Medio Ambiente	Instrumentación	1561140	6601437921	10130076	5.000	3.940	74%	74%						
LAMINADOR																							
Nuevo refrigerador para instrumentos	90%	En curso	C	13/11/2020	16/04/2021	12/05/2022	Bautista López	Sebastián Jiménez	Calidad	Instrumentación	1558487	6601437862	10130174	25.000	22.028	82%	45%						
Nueva línea para Productos Descarte	70%	En curso	C	20/11/2020	01/05/2021	11/04/2022	Bautista López	Sol Germán	Calidad	Balanzas	1540676	6601436255	10130173	45.000	52.880	99%	104%						
REDUCCIÓN																							
ALTO HORNO																							
Reemplazo Digitemp Salas Colada	15%	En curso	A	01/01/2021	30/07/2021	08/10/2022	Daniel Crespo	Pedro Antonio	Calidad	Instrumentación	1553592	6601435487	10130110	35.000	24.256	103%	75%						
Reemplazo Analizador de tipo del A Horno	25%	En curso	B	29/01/2021	28/09/2021	05/02/2023	José Luis Almirante	José Luis Almirante	Producción	Instrumentación	1554261	6601437851	10130040	100.000	89.876	109%	92%						
Reemplazo Bala de productos intermedios	10%	Frenado	C	05/02/2021	13/10/2021	07/03/2023	José Luis Almirante	José Luis Almirante	Calidad	Balanzas	1560322	6601436261	10130117	70.000	65.294	89%	112%						
COQUERIA																							
Reforma Bas Carros 4y5 Coquería	40%	En curso	B	26/02/2021	27/11/2021	05/06/2023	Omar Granada	Bruno Solís	Calidad	Balanzas	1562572	6601437885	10130184	15.000	20.053	79%	90%						
Reparación de Opa cimento Bateria 5	100%	Terminado	C	15/01/2021	29/03/2021	07/11/2022	Samantha García	Fabrizio Garrampo	Medio Ambiente	Instrumentación	1558763	6601435399	10130064	40.000	20.467	89%	87%						
Instalación Detectores Partic Filtros Manga	50%	En curso	B	08/01/2021	14/03/2021	07/11/2022	Belén García	Pedro Antonio	Medio Ambiente	Instrumentación	1556480	6601436421	10130153	45.000	45.411	74%	109%						
Reparación Analizadores de Gases Chimeña	100%	En curso	A	05/08/2021	12/12/2021	05/07/2023	Samantha García	Ignacio Paré	Medio Ambiente	Instrumentación	1566791	6601435277	10130033	25.000	28.596	87%	77%						
Reparación Analizador de O2 Vigeo Chimeña	100%	En curso	A	12/08/2021	27/12/2021	04/08/2023	Samantha García	Ignacio Paré	Medio Ambiente	Instrumentación	1568619	6601436375	10130085	15.000	19.051	83%	114%						
SINTER																							
Reemplazo Dosados 2y9 Sinter	5%	En evaluación	B	12/02/2021	28/10/2021	05/04/2023	Mario Alberti	Brenda Acemar	Producción	Balanzas	1552745	6601435881	10130137	150.000	1.26.094	92%	93%						
Mejora acceso Bca Cinta Salida Dosados	100%	Terminado	C	22/01/2021	13/09/2021	05/01/2023	Mario Alberti	Bruno Solís	Seguridad	Balanzas	1551481	6601436295	10130189	10.000	10.000	87%	100%	115%	113%	130%			
Cadena Calib Bca Cinta Salida Dosados	95%	En curso	A	19/02/2021	12/11/2021	05/05/2023	Mario Alberti	Bruno Solís	Calidad	Balanzas	1544434	6601436909	10130105	25.000	36.421	83%	77%						
SUBPRODUCTOS																							
Verificar sellos de agua para vaporación	5%	En evaluación	C	19/08/2021	11/01/2022	08/09/2023	Pedro Andaruz	Luis Sánchez	Seguridad	Instrumentación	1565502	6601435996	10130184	1.500	1.021	104%	78%						
LAMFER																							
PRAC																							
Sist Instrum de Seguridad por Sobre-Temp	90%	En curso	A	04/12/2020	31/05/2021	10/05/2022	Pablo Aranda	Natación Morales	Seguridad	Instrumentación	1547052	6601437711	10130138	2.500	1.683	98%	20%						
RECOCIDO																							
Medición remota predictiva de motores	60%	En curso	B	18/12/2020	30/05/2021	09/08/2022	Marcos Retamar	Federico Lombardo	Seguridad	Instrumentación	1554796	6601435789	10130070	5.000	5.514	92%	102%						
TANDEM																							
Medic Cauda Aire Soplado Salida Emulsión	50%	En curso	B	11/12/2020	15/09/2021	10/07/2022	Esteban Tetamanti	Ignacio Puerta	Efic. Energética	Instrumentación	1550849	6601437604	10130180	5.000	3.103	103%	79%						
TEMPER																							
Nuevo Sist Contra Incendios	30%	En curso	B	28/12/2020	15/07/2021	08/09/2022	Laura Fratich	Pedro Antonio	Seguridad	Sist Ctra Incendi	1541192	6601437485	10130006	50.000	63.299	91%	109%						
Avance general														55%									

Figura 11 – Pantalla “Tablero de Indicadores” del SGP

Ofrece la posibilidad de filtrar filtrar por sector, línea, avance, prioridad, fecha de solicitud, fecha inicio, fecha fin, solicitante, con quién verlo, impacto, tecnología, orden de trabajo, orden de compra, imputación, presupuesto y monto real consumido hasta el momento. Además, muestra el porcentaje de avance de cada sector y el general para toda la planta.

Desde aquí es posible también acceder a un proyecto en particular para verlo con mayor detalle o modificarlo, de la misma forma que se puede ingresar desde la operación CONSULTAR / MODIFICAR UN PROYECTO explicado en el apartado 6.2.3.

Elementos de la pantalla:

- **AVANCE:** Muestra el porcentaje de avance de cada proyecto. El sistema lo calcula automáticamente a partir de los datos que se le va cargando cada vez que se ingresa a modificarlo. Se muestra resaltado en color rojo cuando alguna tarea del Gantt se encuentra con atraso en comparación con la fecha prevista y/o comprometida de finalización.
- **ESTADO:** Ya explicado en el punto 6.2.3, puede adoptar una de estas 4 posibles entradas: EN EVALUACIÓN, EN CURSO, FRENADO, FINALIZADO. El sistema lo actualiza automáticamente dependiendo de la etapa en la cual se encuentre, y permite en cualquier momento conmutar de forma manual al estado FRENADO.
- **PRIO:** es la prioridad que tiene, y se la ingresa de forma manual, siendo posible cambiarla en cualquier momento. Se puede elegir A, B o C.
- **FECHA SOLIC:** Es la fecha en que fue solicitado el proyecto. El sistema la fija automáticamente cuando se crea el proyecto.
- **FECHA INI:** Es la fecha en que se inicia a planificar el proyecto una vez que se haya determinado que es viable, es decir el día en que se comienza con la etapa de PLANIFICACIÓN. El sistema la fija automáticamente cuando se inicia esta etapa.
- **FECHA FIN:** Es la fecha de finalización prevista. Al principio se debe ingresar una fecha tentativa, y luego el sistema la calcula automáticamente a partir de los avances que se vayan cargando en el Diagrama Gantt.
- **SOLICITA:** Es la persona que solicitó el proyecto o la necesidad que dio origen al proyecto.
- **VER CON:** Es la persona o grupo de personas con quién/es se necesita trabajar en equipo o delegar alguna tarea para que el proyecto pueda avanzar. En el

tablero de indicadores se muestra sólo la primera persona cargada, que es considerada la más importante, pero si se ingresa al proyecto se muestran todos los participantes, cada uno con su tarea asignada.

- IMPACTO: Es el eje de gestión de la compañía que se atiende al llevar a cabo el proyecto. Puede ser: PRODUCCIÓN, COSTOS, CALIDAD, SEGURIDAD, MEDIO AMBIENTE, EFICIENCIA ENERGÉTICA.
- TECNOLOGÍA: Es la dimensión tecnológica principal a la cual corresponde, y sirve para luego sacar conclusiones de cuáles tecnologías son las que impactan más en determinados ejes de gestión, y con qué tecnólogo y proveedores se puede trabajar en equipo.
- ORD TRAB: Orden de trabajo madre cargada en el sistema para atender el proyecto. Además, pueden ser creadas sub-órdenes de trabajo para las diferentes tareas en las que se subdivide el proyecto.
- ORD CPRA: El o las órdenes de compra de los materiales que se requieren.
- IMPUTAC: Centro de costo donde se imputa el proyecto.
- PRESUP TOTAL: Presupuesto en USD de todo el proyecto global. Se carga durante la etapa de PLANIFICACIÓN.
- PRESUP PARC: Presupuesto parcial en USD del proyecto. Es el presupuesto acumulado hasta el momento, o en otras palabras el monto que se ha planificado gastar desde el comienzo del proyecto hasta la fecha actual.
- COSTOS: Es el porcentaje que representa el dinero que se ha gastado hasta el momento (REAL) en relación a lo que se debería haber gastado (PRESUP PARC) según el flujo de fondos planificado por tarea. Valor ideal: 100%

Semáforo:

- Verde: 80%-100%
 - Amarillo: 60%-79% y 101% a 110%
 - Rojo: 0%-59% y más de 111%
- PLAZOS:

Expresa el plazo que demandó el avance hasta el momento en relación al plazo que debería haber demandado en relación al planificado

$$PLAZOS (\%) = \frac{PLAZO REAL (semanas)}{PLAZO PREVISTO (semanas)} \times 100 \%$$

El sistema lo muestra en porcentaje ya que compara en todo momento el real con el planificado. Para las etapas de Formulación, Planificación, Control y Cierre, el sistema tiene plazos estándares precargados, mientras que para la etapa de Ejecución el sistema lo calcula en relación al diagrama de Gantt que se cargó durante la etapa de planificación. Valor ideal: 100% o menor

Semáforo:

- Verde: 0%-100%
 - Amarillo: 101% a 110%
 - Rojo: más de 111%
- EFICACIA: Mide en qué grado de alcanzaron los objetivos propuestos.

$$EFICACIA (\%) = (Resultado alcanzado * 100) / (Resultado previsto)$$

Semáforo:

- Verde: 100% o más
 - Rojo: 0%-99%
- EFICIENCIA: Mide el beneficio obtenido en relación a los recursos utilizados de tiempo y dinero.

$$EFICIENCIA (\%) = \left(1 + \frac{\text{beneficio obtenido}}{\text{inversión}}\right) \times \left(\frac{\text{tiempo proyectado}}{\text{tiempo empleado}}\right) \times 100 \%$$

Semáforo:

- Verde: más de 120%
 - Amarillo: 100% a 120%
 - Rojo: 0%-99%
- EFECTIVIDAD: Conjuga los dos indicadores anteriores.

$$EFECTIVIDAD (\%) = EFICACIA \times EFICIENCIA$$

Semáforo:

- Verde: más de 120%
- Amarillo: 100% a 120%
- Rojo: 0%-99%

6.2.5. Agenda

Esta sección del software es una herramienta tan simple como útil para el seguimiento diario de los temas, es decir, la gestión de las micro-tareas. La finalidad es que el ingeniero pueda anotar cualquier tipo de tarea que necesite desempeñar. Funciona como un recordatorio personal, pero más ordenado. A medida que se vaya agregando tareas a la lista, se les puede asignar días y horarios para que queden volcadas dentro de una agenda. Además, permite referenciar a qué proyecto, área y línea productiva pertenece.

Esto resulta de suma utilidad para conocer cuánto tiempo de gestión está insumiendo cada proyecto, llevar los temas al día, programar reuniones, evitar superposición de tareas, dosificar los tiempos en que se necesite acudir personalmente a una visita de obra, saber si se cuenta con suficiente tiempo para la gestión de cierto proyecto, recalcular plazos, así como también otras tomas de decisiones del día a día. Lo que sigue es un ejemplo de implementación de la Agenda:

AGENDA									
Tarea	Proyecto	Sector	Línea	Fecha	H Inicio	H Fin			
Consultar a Marcos Pérez cómo va la compra de los detectores de nivel	Medic Nivel Cucharas Estación de Vuelco	ACERÍA	CONVERTIDORES				✓	✗	
Hacer orden de compra para la balanza de camiones	Nueva balanza de camiones	ACERÍA	CHATARRA	14/8/2020	08:30	09:30	✓	✗	
Visita de obra en balanza de camiones para ver alcance de la obra civil	Nueva balanza de camiones	ACERÍA	CHATARRA	12/8/2020	09:30	11:30	✓	✗	
Pedir al tecnólogo que defina celda de carga más apropiada	Nueva balanza para Productos Descarte	LACA	LAMINADOR				✓	✗	
Averiguar qué pasó con la compra del chiller para LACA BOB	Nuevo refrigerador para instrumentos	LACA	LAMINADOR				✓	✗	
Preparar presentación para la gerencia	General	GENERAL	GENERAL	12/8/2020	08:30	11:00	✓	✗	
Hacer visita de obra para definir la ingeniería del Digitemp Alto Horno	Reemplazo Digitemp Salas Colada	REDUCCIÓN	ALTO HORNO	10/8/2020	08:30	10:00	✓	✗	
Consultar al proveedor si ya tiene el presupuesto reparación Opacimetro	Reparación de Opacimetro Bateria 5	REDUCCIÓN	COQUERÍA				✓	✗	
Estudiar el manual del controlador SIF p/ PRAC que llegó	Sist Instrum de Seguridad por Sobre-Temp	LAMFRI	PRAC	10/8/2020	10:30	12:00	✓	✗	
Solicitar al tecnólogo propuesta tecnológica para el medidor de caudal	Medic Caudal Aire Soplado Salida Emulsión	LAMFRI	TANDEM	11/8/2020	08:15	09:00	✓	✗	
Participar al tecnólogo p/ que defina Stock de Seguridad p/ Nivel Cucharas	Medic Nivel Cucharas Estación de Vuelco	ACERÍA	CONVERTIDORES				✓	✗	
Ensayar en laboratorio el convertidor Serie a Ethernet que me prestaron	Comunicar Nva Bza Viga 1 a Red Control	LACA	BOBINADOR	13/8/2020	09:00	12:00	✓	✗	
Definir cantidad de cables que vamos a pasar hasta el PLC	Instalación Detectores Partic Filtros Manga	REDUCCIÓN	COQUERÍA	13/8/2020	08:15	08:45	✓	✗	
Conseguir los suplementos que faltan para montar el bastidor	Reemplazo Dosadores 2y 9 Sinter	REDUCCIÓN	SINTER	14/8/2020	10:00	12:00	✓	✗	

NUEVA TAREA	MOSTRAR SÓLO TAREAS PENDIENTES	MOSTRAR SÓLO TAREAS FINALIZADAS	MOSTRAR TODAS LAS TAREAS	VOLVER
-------------	--------------------------------	---------------------------------	--------------------------	--------

	LUNES 10/08/2020	MARTES 11/08/2020	MIÉRCOLES 12/08/2020	JUEVES 13/08/2020	VIERNES 14/08/2020	SÁBADO 15/08/2020
08:00						
09:00	Hacer visita de obra para definir la ingeniería del Digitemp Alto Horno	Solicitar al tecnólogo propuesta tecnológica para el medidor de caudal	Preparar presentación para la gerencia	Definir cantidad de cables que vamos a pasar hasta el PLC	Hacer orden de compra para la balanza de camiones	
10:00		Visita de obra en balanza de camiones para ver alcance de la obra civil		Ensayar en laboratorio el convertidor Serie a Ethernet que me prestaron		
11:00	Estudiar el manual del controlador SIF p/ PRAC que llegó				Conseguir los suplementos que faltan para montar el bastidor	
12:00						
13:00						

SEMANA ANTERIOR	IR A OTRA SEMANA	SEMANA SIGUIENTE
-----------------	------------------	------------------

Figura 12 – Pantalla “Agenda” del SGP

El ejemplo está ubicado en el día miércoles 12/08/2020.

Las tareas pintadas en amarillo son las que ya tienen fecha y horario asignado, y se encuentran en el futuro, con lo cual están en estado de programadas.

Las tareas pintadas en verde son las que ya fueron concretadas.

Las tareas pintadas en rojo, ya quedaron en el pasado y por algún motivo no pudieron concretarse, por lo que requieren reprogramación.

A medida que los días pasan, las tareas del pasado quedan automáticamente pintadas en rojo por defecto, a menos que luego se le dé clic al botón “Tarea Finalizada” que se encuentra a la derecha (símbolo de la tilde).

En el ejemplo, hubo una tarea que no se logró hacer y será necesario reprogramar, por el momento se la dejó pintada en rojo. Finalmente, cuando se asigne un nuevo día y horario, el sistema lo dejará nuevamente sin pintar.

Para editar los datos de una tarea, simplemente se posiciona el cursor sobre la celda en cuestión y se edita el texto, fecha u hora correspondiente. En caso de editar fecha y/o la hora, se cambiará automáticamente en la agenda de abajo.

Haciendo clic en el botón “NUEVA TAREA” se agrega una nueva tarea a la lista.

Haciendo clic en el botón “MOSTRAR SÓLO TAREAS PENDIENTES” se dejan de mostrar las tareas finalizadas.

Haciendo clic en el botón “MOSTRAR SÓLO TAREAS FINALIZADAS” se muestran sólo las tareas finalizadas.

Haciendo clic en el botón “MOSTRAR TODAS LAS TAREAS” se muestran todas las tareas, es decir las pendientes y las finalizadas.

De los 3 botones explicados anteriormente, siempre habrá uno que esté resaltado para indicar que es el que está seleccionado.

Para eliminar una tarea, sólo hay que hacer clic en el último botón de la “X” correspondiente a esa misma tarea en la tabla.

6.2.6. Presentación

Al ingresar a la pantalla de presentación, se muestra cómo los proyectos en curso impactan por sector, impacto y tecnología a nivel general para toda la planta. Además, permite filtrar para ver sólo los proyectos de una línea en particular.

La pantalla principal donde se ven todos los proyectos de planta le es de utilidad al jefe de Ingeniería de Mantenimiento, mientras que las pantallas específicas para cada sector sirven para la gestión de cada ingeniero de mantenimiento.

A continuación, se muestran estas pantallas para la lista de proyectos ejemplo que se vienen viendo hasta el momento.

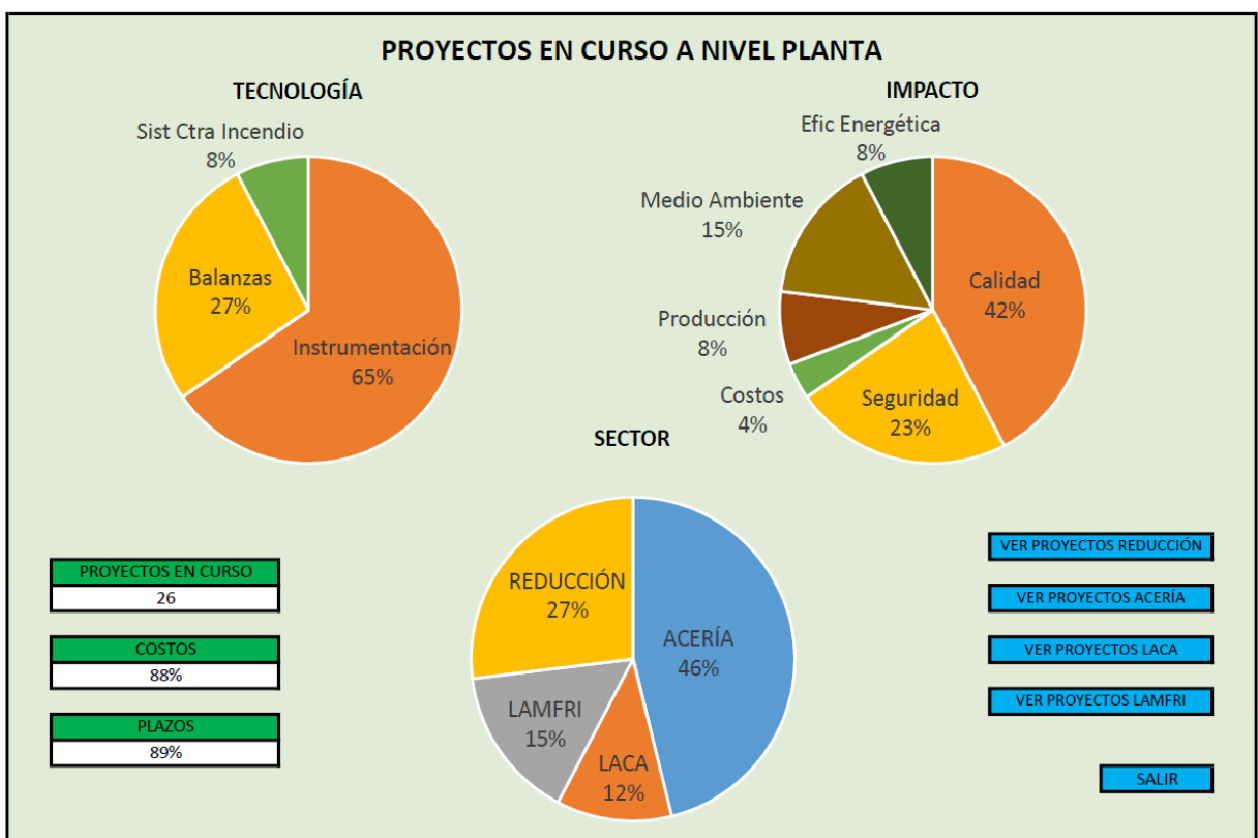


Figura 13 – Pantalla “Proyectos en Curso a Nivel Planta” del SGP

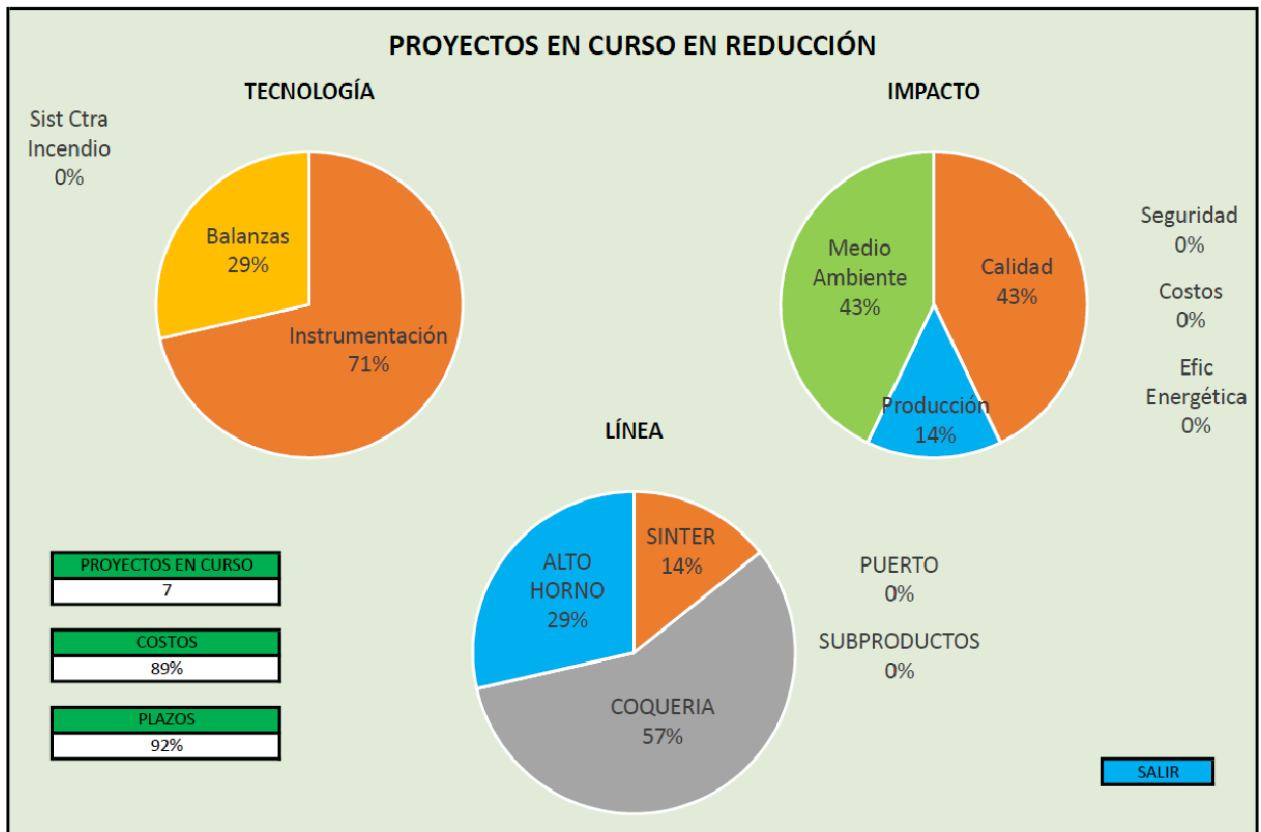


Figura 14 – Pantalla “Proyectos en Curso en el Sector Reducción” del SGP

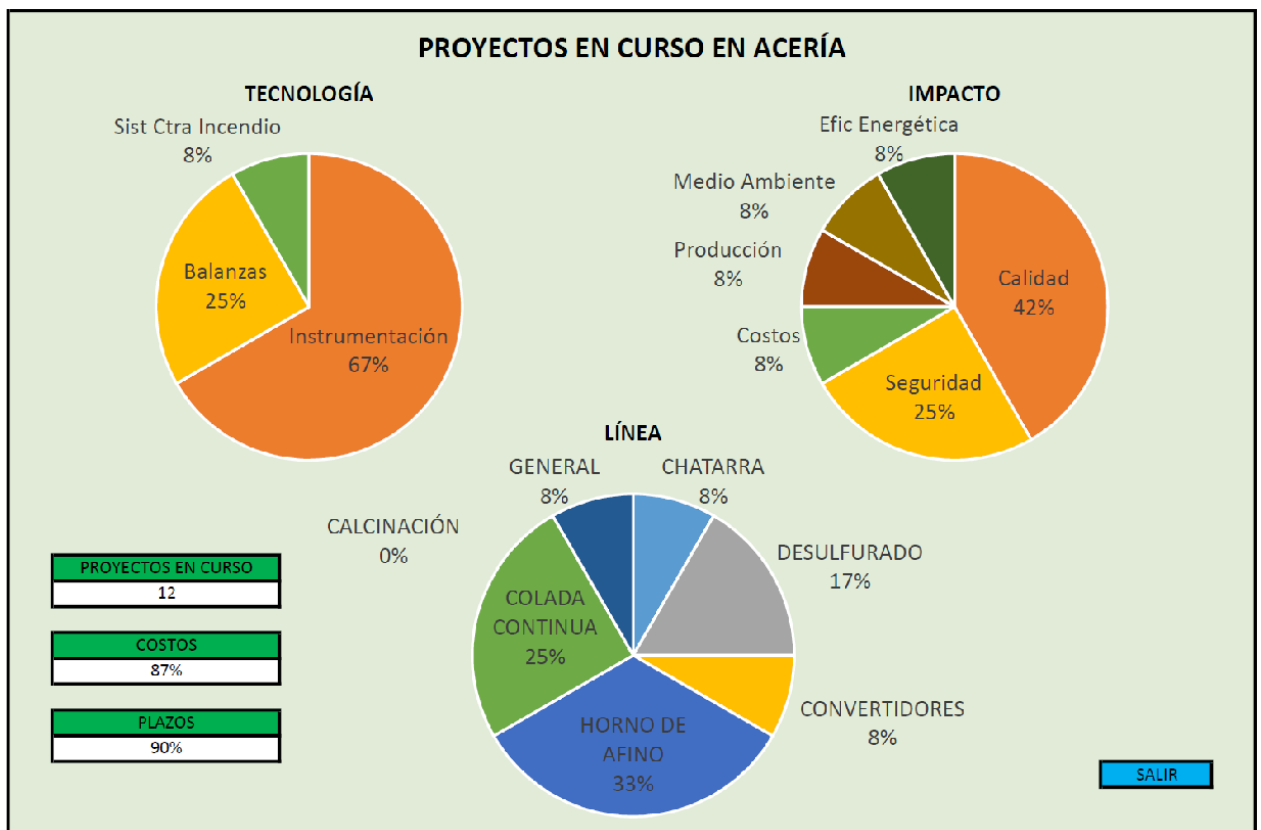


Figura 15 – Pantalla “Proyectos en Curso en el Sector Acería” del SGP

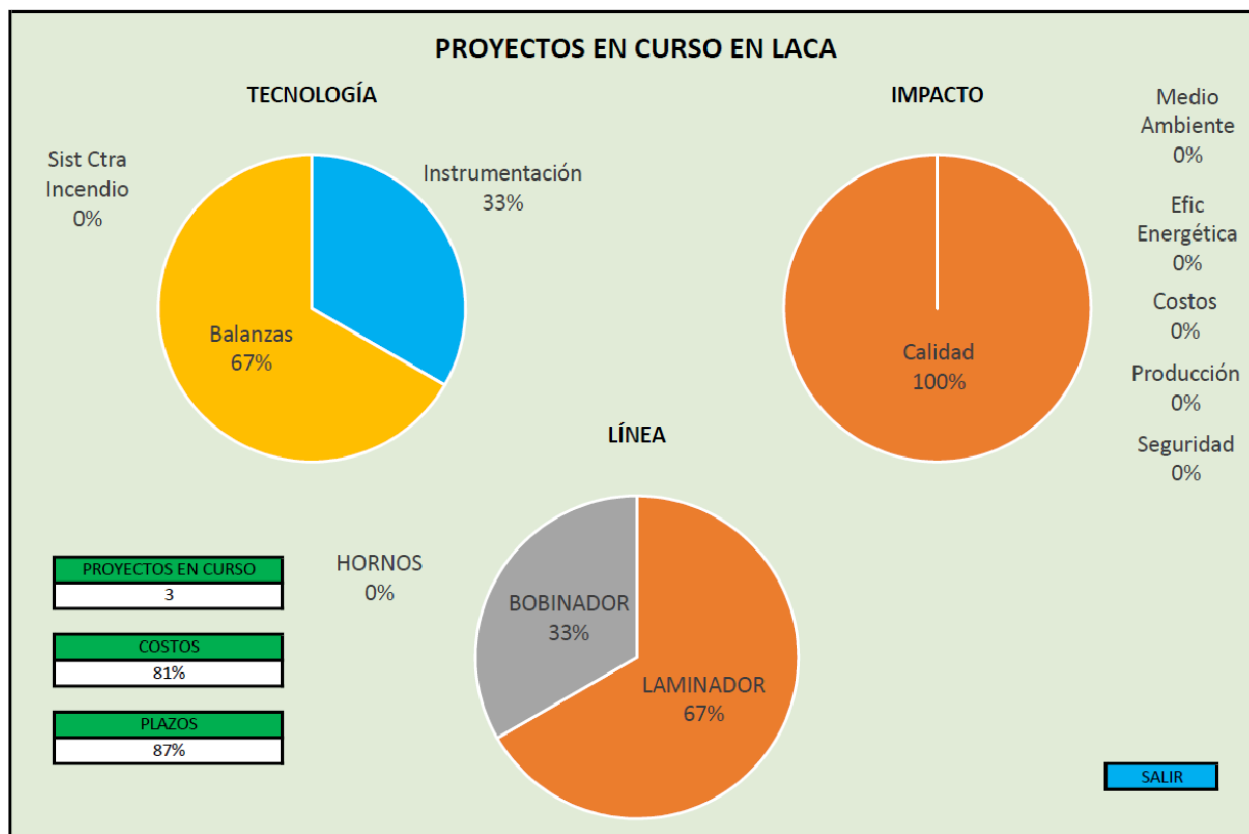


Figura 16 – Pantalla “Proyectos en Curso en el Sector LACA” del SGP

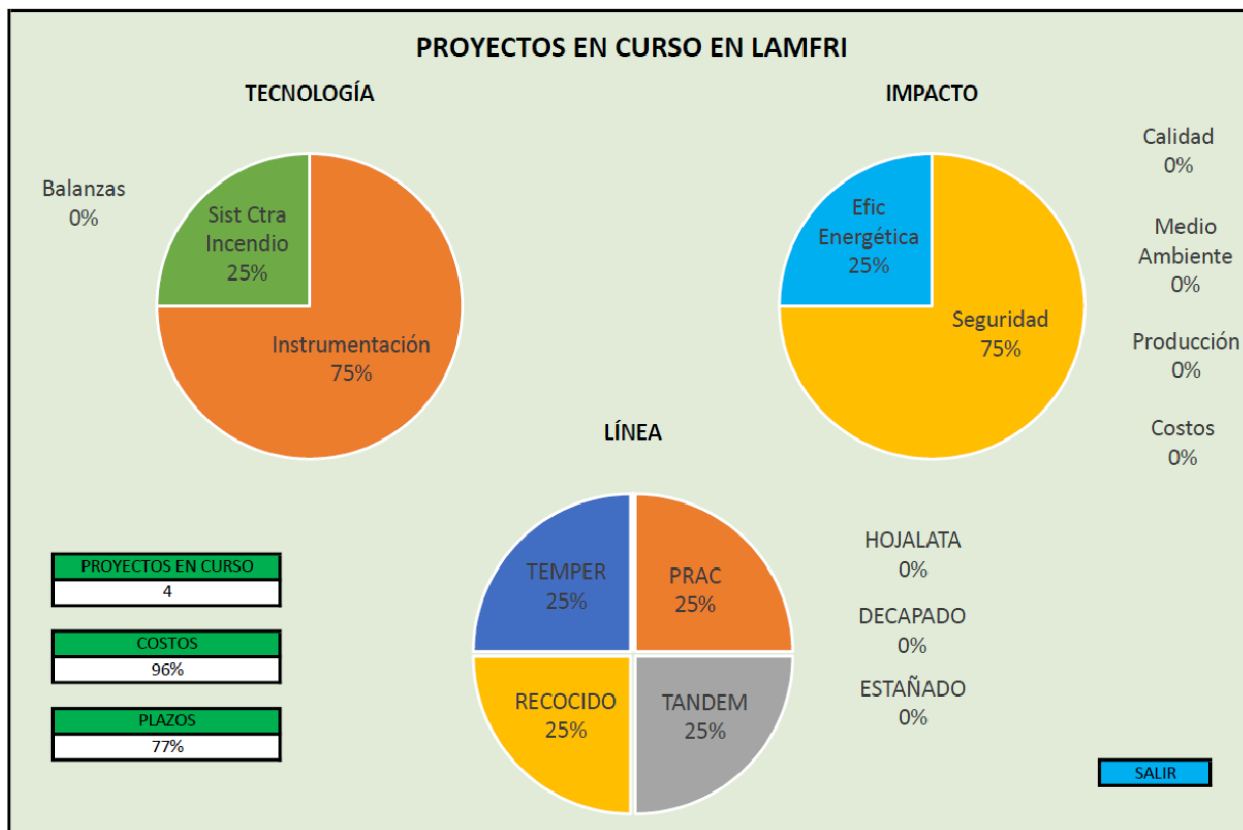


Figura 17 – Pantalla “Proyectos en Curso en el Sector LAMFRI” del SGP

7. CAPÍTULO VII - IMPLEMENTACIÓN EN UN CASO REAL

7.1. Introducción

Con el objetivo de poner a prueba la herramienta diseñada, se implementó en un proyecto real para evaluar su eficacia. Este proyecto ya había sido implementado anteriormente con métodos de seguimiento convencionales, pero sin ninguna herramienta de gestión. Gracias a esto es que pudo hacerse una comparativa entre ambas implementaciones para sacar conclusiones acerca de cómo la herramienta SGP mejora los resultados.

El proyecto en cuestión es el recambio tecnológico de una dosificadora de piedra caliza que alimenta un horno de calcinación, en planta Savio de Ternium Argentina, principal fabricante de acero en Argentina. Por motivos de confidencialidad se cambiaron los nombres de las personas involucradas en el proyecto, así como también datos relevantes como montos exactos de presupuestos, nombres de compañías proveedoras, etc.

La planta cuenta con un sector llamado Calcinación, donde se procesa (calcina) piedra caliza comprada, y de esa forma se la transforma químicamente para adherir al acero líquido en los convertidores del sector Acería. Se cuenta con dos hornos rotativos (A y B) de 70 metros de largo que trabajan de forma simultánea. Cada uno gira a una velocidad aproximada de 1 giro por minuto y, al tener una leve inclinación, logran hacer circular desde un extremo más alto hacia el otro la carga de piedras que se le va inyectando a través de una dosadora. Las piedras ingresan por el extremo más alto y van yendo lentamente hacia el otro extremo desde el cual se inyecta calor (1100 grados Celsius aproximadamente). El calor circula en contracorriente a las piedras, logrando el proceso de calcinación requerido.

La dosadora es en sí mismo un sistema automático que controla el caudal de piedra caliza (en tn/h) que ingresa al horno, el cual debe ir de la mano con la velocidad con que gira el mismo y la temperatura a la que se lo lleva. Es el corazón del proceso, ya que de este sistema depende la calidad de piedra que sale como resultado. Además, si no funciona, el proceso para y deja de producir, con lo cual asegurar la disponibilidad del equipo es de suma criticidad.

Se encaró un proyecto de recambio de ambas dosadoras, iniciando por la del horno A durante el 2019 y siguiendo con la del horno B este año 2020. Al proyecto de recambio de la del horno B se le implementó este sistema de gestión SGP y se compararon los resultados con el primer proyecto para el cual no se implementó ningún sistema de gestión de proyectos, y se lo siguió sólo con métodos convencionales.

7.2. Índices de gestión utilizados

Estos proyectos involucraron tareas de tecnología mecánica, topográfica, eléctrica, instrumentación, balanza, control y potencia, con lo cual ha sido un buen ejemplo para evaluar la herramienta de gestión diseñada.

Las variables o índices de gestión utilizados para comparar ambos proyectos son:

- Eficacia
- Eficiencia
- Efectividad

- Costos
- Plazos
- Avance

Primero se explicará cómo se implementó el proyecto en el horno A, luego en el horno B con la herramienta de gestión, y finalmente se analizarán los resultados haciendo una comparativa entre ambos.

7.3. Implementación del proyecto A

Este proyecto no tuvo planificación, si no que se estimó de manera muy aproximada un presupuesto para tener una idea si se podía afrontar y se comenzó a ejecutar directamente. En cuanto al equipo de trabajo, lo lideró el ingeniero de mantenimiento al cual se le solicitó, y comenzó a trabajar rápidamente con su especialista mecánico y con el tecnólogo asociado. En cuanto al montaje, lo hizo con 6 mecánicos y 4 eléctricos, todos ellos contratados.

La duración total terminó siendo de 70 semanas. En la página siguiente se muestra el diagrama de Gantt y luego se explica cada etapa.

7.3.1. Gantt y Flujo de Fondos del proyecto A

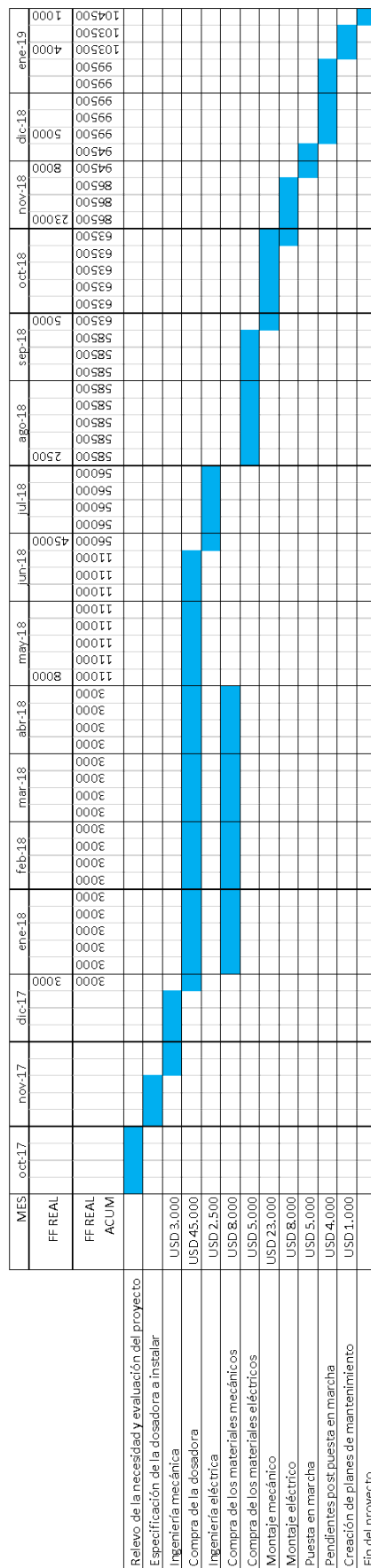


Figura 18 - Gantt y Flujo de Fondos del proyecto A

7.3.2. Etapas del proyecto A

- **Relevo de la necesidad y evaluación del proyecto (4 semanas)**

En esta primera etapa el jefe operativo del sector planteó al ingeniero de mantenimiento que desde hace varios años la dosadora no venía funcionando bien, ocasionando muchas paradas imprevistas y generando muchas demoras al funcionamiento del horno y por ende bajas importantes de producción. Se determinó que el equipo era ya muy viejo y su producción discontinuada, por lo que ya no se podía acceder a los repuestos. Esto presentaba una gran amenaza de disponibilidad por obsolescencia. Además, su tecnología envejecida provocaba fallos inesperados, y los arreglos que se iban haciendo para solucionarlos no eran más que parches caros y que nunca terminaban de resolver el problema concreto. Por último, el diseño del sistema era inadecuado porque el sistema de control estaba en el controlador lógico programable PLC siendo ajeno al equipo, el motor estaba muy cerca a la boca de descarga de las piedras quedando así expuesto a los resoplos eventuales de aire caliente, lo cual le provocaba quemaduras y por ende la salida de servicio del equipo entero.

- **Especificación de la dosadora a instalar (3 semanas)**

Se decidió entonces hacer un recambio del sistema completo, migrando a una nueva dosadora con un diseño totalmente renovado. Se analizaron las alternativas ofrecidas por 3 proveedores diferentes, se hizo una comparativa técnica y comercial, y se eligió la mejor teniendo en cuenta facilidad de instalación, costos asociados al montaje, mantenimiento requerido, precio de la provisión, precisión, etc.

Esta etapa podría haberse hecho mucho más rápido si se lo había participado desde el principio al tecnólogo de instrumentación y balanzas, que ya contaba con mucho conocimiento y experiencia técnica en equipos similares instalados anteriormente en otro sector de la planta. Tranquilamente se podría haber resuelto en 1 semana. En cambio, demoró 3 semanas y porque recién se lo participó al tecnólogo al final. De hecho, si no se lo participaba podría haber demorado 2 semanas más.

- **Ingeniería mecánica (5 semanas)**

Una vez elegida la dosadora, se lanzó una ingeniería mecánica (elaboración de planos de montaje mecánico) de la cual resultó que hubo que salir a comprar y hacer fabricar ciertos materiales necesarios para la instalación.

Hubo retraso porque no se lo siguió con constancia y al proyectista le asignaron otras prioridades, lo cual hizo que durante dos semanas no le dedique tiempo. Con una buena rutina de seguimiento se podría haber detectado a tiempo esto hablando con la jefatura de oficina técnica para que revise las prioridades, explicándole la importancia de este proyecto. Finalmente, cuando concluyó los planos, el ingeniero de mantenimiento se demoró 1 semana en revisarlo, demorando la última revisión que se solicitó hasta que quedó terminado en su versión final. Es una etapa que podría haber demorado 2 semanas si se lo seguía con constancia.

- **Compra de la dosadora (26 semanas)**

Se trata de la compra del equipo principal del proyecto. Al tratarse de una importación, tuvo muchas demoras en su entrega, pero se podría haber reducido si se le daba seguimiento al menos una vez por semana. Por un lado, se podría haber acelerado 2 semanas la entrega por parte del proveedor una vez generada la orden de compra. Por otro lado, se podría haber mejorado también los tiempos de gestión por parte del personal encargado de hacer la compra. Pero el principal error de esta etapa fue no haberla lanzado ni bien se terminó de especificar. En cambio, se esperó a contar con la ingeniería mecánica para lanzar esta compra, por miedo a que de esta ingeniería resulte algún cambio en la especificación de la dosadora, pero no fue así y fue un error de concepto que se podría haber evitado si se lo participaba al tecnólogo. El planteo debería haber sido desde un principio: se compra la dosadora y luego el montaje mecánico se adapta a la misma, y no al revés.

- **Compra de los materiales mecánicos (17 semanas)**

No generó una demora en el plazo total del proyecto, pero fue gracias a que se lanzó en paralelo a la compra de la dosadora. De todas formas, con un buen seguimiento semanal al taller que fabricó las piezas y al personal encargado de las compras se podría haber reducido unas 4 o 5 semanas. Además, se demoró 1 semana en lanzar la compra desde que se contaba con la ingeniería.

- **Ingeniería y compra de materiales eléctricos (13 semanas)**

Esto representó el principal y gran error en la gestión del proyecto. Debido a que el montaje es principalmente de carácter mecánico, se subestimó totalmente el montaje eléctrico y, una vez se contaba con la dosadora y materiales mecánicos listos para instalar, se detectó que el montaje eléctrico era más complejo de lo pensado y encima no se contaba con casi ningún material en planta. Se tuvo que salir de urgencia a realizar una ingeniería eléctrica que además demoró por estar la oficina técnica abocada a otras prioridades, demorando aún más todo, y el proyecto entero sufrió una demora de 3 meses (entre la ingeniería y compra de materiales eléctricos). Todo esto se podría haber evitado si se realizaba en paralelo a la compra de la dosadora, al igual que se hizo con la parte mecánica.

- **Montaje mecánico (6 semanas)**

Esta tarea se podría haber mejorado mucho en cuanto a los tiempos, si se hubieran tomado las siguientes acciones:

- Estudio previo del montaje: Se hubieran evitado imprevistos como falta de autoelevadores, error en la elección de la grúa para izar los materiales, error en la elección de la cantidad de gente para el montaje, se hubieran hecho tareas en paralelo que no requería terminar una para comenzar con la otra, pérdida de suplementos para nivelar el equipo, etc.
- No esperar a tener los materiales eléctricos para comenzar: Se tenía la idea de que era necesario contar con todos los materiales para poder comenzar, pero ciertamente no era necesario. Tranquilamente se podría haber comenzado con el montaje mecánico y así ganar tiempo valioso. Incluso, ni siquiera era necesario esperar a que llegue la dosadora para comenzar con ciertas tareas previas de montaje.

- **Montaje eléctrico (4 semanas)**

Se demoró 4 semanas, pero se podría haber hecho en la mitad de tiempo si se hacía un estudio previo para evitar imprevistos de cosas que se subestimaron como por ejemplo bloqueos eléctricos, ropa de seguridad eléctrica, elección del equipo de trabajo, herramientas necesarias, la necesidad de un montador para colocar el tablero, etc.

Lo que sí estuvo bien fue no esperar a terminar el montaje mecánico para comenzar, pero igual se podría haber iniciado una semana antes sin problema.

- **Puesta en marcha (2 semanas)**

Con una buena planificación previa, se podría haber evitado imprevistos y logrado en sólo una semana. Debido a que hubo que traer personal extranjero y hospedarlo, el ahorro de una semana hubiera representado un ahorro significativo de costos.

- **Pendientes post puesta en marcha (5 semanas)**

Hubo muchos problemas que fueron surgiendo luego de la puesta en marcha, como por ejemplo que la cinta se paraba de manera imprevista por atasco de piedras, rotura prematura de la cinta, fallas en la lógica, etc. Son todas cosas que se hubieran evitado o reducido bastante con una mejor planificación inicial durante las etapas incipientes del proyecto, con un mejor estudio previo de la instalación y puesta en marcha, y haciendo participar más al tecnólogo durante todo el proyecto.

- **Creación de planes de mantenimiento (2 semanas)**

Esta etapa final no estuvo tan mal encarada, aunque sí es cierto que con un mejor seguimiento diario se podría haber hecho un poco más rápido.

7.4. Implementación del proyecto B

7.4.1. Equipo de trabajo del proyecto B

A continuación, se describirá todo el personal que participó en este proyecto. Por motivos de confidencialidad, los nombres reales de las personas y empresas fueron cambiados.

- **Director del proyecto (personal propio)**

Sebastián De Santos. Se trata del Ing. de Mto de Acería al Ernesto García le transmitió la necesidad del proyecto.

- **Gerente del sector Acería (personal propio)**

Ernesto García. Es el gerente de Acería que planteó la necesidad que dio origen al proyecto.

- **Jefe de la línea Chatarra (personal propio)**

Fernando Bossi. Es el jefe de línea Chatarra y depende directamente de Ernesto García.

- **Tecnólogo de Instrumentación y Balanzas (personal propio)**

Pedro Bisonte. Tuvo un rol fundamental en la definición de la tecnología a utilizar, estudio de factibilidad y elaboración de presupuesto. Luego dio asistencia para la instalación, contacto con el proveedor para la puesta en marcha, elaboración de planes de mantenimiento y gestión de repuestos.

- **Tecnólogo de Control y Potencia (personal propio)**

Daniel Gómez. Participó durante la elección del drive y motor en la etapa inicial del proyecto, y durante la instalación y puesta en marcha para setear y dejar funcionando en óptimas condiciones el drive y motor, y finalmente durante las últimas etapas para elaborar los planes de mantenimiento y gestión de repuestos.

- **Tecnólogo Mecánico (personal propio)**

Esteban Gurruchaga. Participó dando asistencia mecánica a lo largo del proyecto, durante la etapa inicial para definir detalles de la instalación y cálculos de estructuras, luego durante la instalación y puesta en marcha, y finalmente en las últimas etapas para elaborar los planes de mantenimiento y gestión de repuestos.

- **Tecnólogo Eléctrico (personal propio)**

Néstor Rolón. Participó dando asistencia eléctrica a lo largo del proyecto, durante la etapa inicial para definir detalles de la instalación y elección de componentes adecuados, luego durante la instalación y puesta en marcha, y finalmente en las últimas etapas para elaborar los planes de mantenimiento y gestión de repuestos.

- **Proyectista mecánico (personal contratado a Tecno Solutions)**

José Peralta. Trabaja en la oficina técnica y se encarga de elaborar planos y listas de materiales de índole mecánica para los proyectos de mejora de mantenimiento. Estos planos son llamados ingeniería básica y de detalle.

- **Proyectista eléctrico (personal contratado a Tecno Solutions)**

Luis Conte. Trabaja en la oficina técnica y se encarga de elaborar planos y listas de materiales de índole eléctrica para los proyectos de mejora de mantenimiento. Estos planos son llamados ingeniería básica y de detalle.

- **Especialista en PLC (personal contratado a Hera)**

Rodrigo Balich. Está designado a realizar reformas de lógica en PLCs (controladores lógicos programables dedicados a controlar las líneas de producción) para los proyectos de mejora o para mejorar condiciones de procesos. Su rol es muy importante, ya que todos los procesos productivos están automatizados por PLCs. Depende directamente del ingeniero de mantenimiento Sebastián De Santos y trabaja en la misma oficina que él.

- **Especialista mecánico (personal contratado a Salamanca)**

Gerardo De La Fuente. Está designado a planificar en detalle los montajes mecánicos de los proyectos y seguirlos día a día en obra. Depende directamente del ingeniero de mantenimiento Sebastián De Santos y trabaja en la misma oficina que él.

- **Especialista eléctrico (personal contratado a Bernava)**

Damián Siliconti. Está designado a planificar en detalle los montajes eléctricos de los proyectos y seguirlos día a día en obra. Depende directamente del ingeniero de mantenimiento Sebastián De Santos y trabaja en la misma oficina que él.

- **Mano de obra de montaje mecánico (personal contratado a Minerva)**

Cuadrilla de 6 técnicos montadores mecánicos. Se los contrató para la ejecución del montaje mecánico. Cuentan con todas las herramientas y experiencia necesarias para hacerlo.

- **Mano de obra de montaje eléctrico (personal contratado a Calipso)**

Cuadrilla de 4 técnicos montadores eléctricos, pero con experiencia en instrumentación. Se los contrató para la ejecución del montaje eléctrico. Cuentan con todas las herramientas y experiencia necesarias para hacerlo, así como también conocimientos en equipos de instrumentación y balanzas, lo que asegura que tengan todos los cuidados y reglas del arte necesarios durante el montaje.

- **Repuestista de Acería (personal propio)**

Pablo Litz. Encargado de gestionar todas las compras de materiales de Acería.

- **Técnico para puesta en marcha (personal contratado a Super Scales)**

Germán Zarzuela. Es el técnico enviado por la empresa Super Scales de Alemania (que proveyó la balanza) para hacer la puesta en marcha.

- **Especialista en Sistemas de Mantenimiento (personal propio)**

Dorian Verteti. Es el encargado de gestionar todos los equipos y planes de mantenimiento cargados al sistema.

- **Especialista en Repuestos (personal propio)**

Julián Sarraceno. Es el encargado de hacer la gestión de repuestos de los equipos de planta. Se encarga de codificar repuestos (es decir generar nuevos códigos), modificar existentes, dar de baja los que no se usan, y generar stocks de seguridad de repuestos críticos que deben estar sí o sí en el Almacén de la Planta por algún imprevisto.

Figura 19 - Gantt y Flujo de Fondos del proyecto B

En la figura anterior, las barras verdes muestran lo proyectado y las celestes cómo se dio en la realidad.

7.4.3. Etapas del proyecto B

En las siguientes imágenes se muestra cómo se le fue dando seguimiento con la herramienta de gestión a cada una de las etapas mostradas en el diagrama de Gantt anterior, desde la sección “Consultar o Modificar un Proyecto”.

En el cuadro RESUMEN DE AVANCE el director del proyecto fue actualizando semanalmente los comentarios acerca de los avances.

Etapa 1 – Identificación del problema

RECAMBIO DE DOSADORA HORNO B

ESTADO	EN CURSO	COSTOS	100%	EFICACIA	
AVANCE	0%	PLAZOS	100%	EFICIENCIA	
PRIORIDAD	A			EFFECTIVIDAD	
				FECHA ACTUAL	1/4/2019

FORMULACIÓN	PLANIFICACIÓN	EJECUCIÓN	CONTROL	CIERRE
-------------	---------------	-----------	---------	--------

SECTOR	ACERÍA	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="text-align: center; background-color: #008000; color: white; margin: 0;">NECESIDAD</p> <p>Se necesita hacer el recambio completo de la dosadora que alimenta con piedra caliza el horno B de Planta Calcinación, porque el equipo actual es obsoleto, no admite ciertas reparaciones y ya no se fabrican más repuestos. Además, el diseño es inadecuado y no permite alcanzar los requerimientos de precisión y repetibilidad requeridos.</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p style="text-align: center; background-color: #008000; color: white; margin: 0;">RESUMEN DE AVANCE</p> <p>Estado actual: Identificación del problema.</p> <p>Proyecto recién solicitado por el gerente del área y se encuentra en estado de evaluación para identificar el problema.</p> </div>	<div style="background-color: #008000; color: white; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">GESTIONAR TAREAS</div> <div style="background-color: #008000; color: white; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">DIAGRAMA DE GANTT</div> <div style="background-color: #008000; color: white; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">FLUJO DE FONDOS</div> <div style="background-color: #008000; color: white; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">CARPETA DE WINDOWS</div> <div style="background-color: #008000; color: white; padding: 2px;">REVISAR INGENIERÍA</div>
LÍNEA	CALCINACIÓN		
FECHA SOLICITUD	1/4/2019		
FECHA INICIO			
FECHA FIN			
SOLICITANTE	Ernesto García		
IMPACTO	Producción		
TECNOLOGÍA	Balanzas		
ORD DE TRABAJO			
ORD DE COMPRA			
IMPUTAC			
PRESUP			
PRESUP PARCIAL			
REAL			

TAREAS					
Responsable	Empresa	Tarea asignada	Inicio	Fin	Estado
Sebastián De Santos	Ternium	Reunión con Fernando Bossi para relevar el problema	1/4/2019	5/4/2019	En curso

ACEPTAR

Figura 20 – Etapa 1 del proyecto B

Etapa 2 – Definición de objetivos, análisis de alternativas y de riesgos

RECAMBIO DE DOSADORA HORNO B

ESTADO	EN CURSO	COSTOS	100%	EFICACIA	
AVANCE	2%			EFICIENCIA	
PRIORIDAD	A	PLAZOS	100%	EFFECTIVIDAD	

FORMULACIÓN	PLANIFICACIÓN	Ejecución	CONTROL	Cierre
-------------	---------------	-----------	---------	--------

FECHA ACTUAL	8/4/2019
--------------	----------

SECTOR	ACERÍA
LÍNEA	CALCINACIÓN
FECHA SOLICITUD	1/4/2019
FECHA INICIO	
FECHA FIN	
SOLICITANTE	Ernesto García
IMPACTO	Producción
TECNOLOGÍA	Balanzas
ORD DE TRABAJO	
ORD DE COMPRA	
IMPUTAC	
PRESUP	
PRESUP PARCIAL	
REAL	

NECESIDAD	
	<p>Se necesita hacer el recambio completo de la dosadora que alimenta con piedra caliza el horno B de Planta Calcinación, porque el equipo actual es obsoleto, no admite ciertas reparaciones y ya no se fabrican más repuestos. Además, el diseño es inadecuado y no permite alcanzar los requerimientos de precisión y repetibilidad requeridos.</p>

RESUMEN DE AVANCE	
	<p>Estado actual: Definición de objetivos, análisis de alternativas y de riesgos</p> <p>Ya se identificó el problema la semana pasada, y esta semana se pretende llegar a definir los objetivos, analizar las alternativas y los riesgos junto con los tecnólogos de Instrumentación y Balanzas, Control y Potencia, Eléctrico y Mecánico. En esta etapa se decidirá si se le da curso o no el proyecto.</p>

GESTIONAR TAREAS
DIAGRAMA DE GANTT
FLUJO DE FONDOS
CARPETA DE WINDOWS
REMSAR INGENIERÍA

TAREAS					
Responsable	Empresa	Tarea asignada	Inicio	Fin	Estado
Sebastián De Santos	Ternium	Reunión c/ Jefe y Gte para definir objetivos	8/4/2019	10/4/2019	En curso
Sebastián De Santos	Ternium	Reunión c/ Tecnólogos p/ evaluar viabilidad y alternativas	10/4/2019	12/4/2019	No iniciada

ACEPTAR

Figura 21 – Etapa 2 del proyecto B

Etapa 3 – Inicio de la planificación del proyecto

RECAMBIO DE DOSADORA HORNO B

ESTADO	EN CURSO	COSTOS	100%	EFICACIA	
AVANCE	4%			EFICIENCIA	
PRIORIDAD	A	PLAZOS	100%	EFFECTIVIDAD	

FORMULACIÓN	PLANIFICACIÓN	EJECUCIÓN	CONTROL	CIERRE
-------------	---------------	-----------	---------	--------

FECHA ACTUAL	15/4/2019
--------------	-----------

SECTOR	ACERÍA
LÍNEA	CALCINACIÓN
FECHA SOLICITUD	1/4/2019
FECHA INICIO	
FECHA FIN	
SOLICITANTE	Ernesto García
IMPACTO	Producción
TECNOLOGÍA	Balanzas
ORD DE TRABAJO	
ORD DE COMPRA	
IMPUTAC	
PRESUP	
PRESUP PARCIAL	
REAL	

NECESIDAD

Se necesita hacer el recambio completo de la dosadora que alimenta con piedra caliza el horno B de Planta Calcinación, porque el equipo actual es obsoleto, no admite ciertas reparaciones y ya no se fabrican más repuestos. Además, el diseño es inadecuado y no permite alcanzar los requerimientos de precisión y repetibilidad requeridos.

RESUMEN DE AVANCE

Estado actual: Inicio de la planificación del proyecto

Ya se conocen los objetivos buscados y se verificó que el proyecto es viable desde el punto de vista técnico, con lo cual se inicia la planificación del mismo. Esto no significa que se vaya a ejecutar, ya que para eso es necesario que se apruebe el presupuesto.

GESTIONAR TAREAS

DIAGRAMA DE GANTT

FLUJO DE FONDOS

CARPETA DE WINDOWS

REMSAR INGENIERÍA

ACEPTAR

Figura 22 – Etapa 3 del proyecto B

Etapa 4 – Definición de alcance y plazos

RECAMBIO DE DOSADORA HORNO B

ESTADO	EN CURSO	COSTOS	100%	EFICACIA	
AVANCE	4%	PLAZOS	100%	EFICIENCIA	
PRIORIDAD	A			EFFECTIVIDAD	

FORMULACIÓN	PLANIFICACIÓN	EJECUCIÓN	CONTROL	CIERRE
-------------	---------------	-----------	---------	--------

FECHA ACTUAL	15/4/2019
--------------	-----------

SECTOR	ACERÍA
LÍNEA	CALCINACIÓN
FECHA SOLICITUD	1/4/2019
FECHA INICIO	
FECHA FIN	
SOLICITANTE	Ernesto García
IMPACTO	Producción
TECNOLOGÍA	Balanzas
ORD DE TRABAJO	
ORD DE COMPRA	
IMPUTAC	
PRESUP	
PRESUP PARCIAL	
REAL	

NECESIDAD

Se necesita hacer el recambio completo de la dosadora que alimenta con piedra caliza el horno B de Planta Calcinación, porque el equipo actual es obsoleto, no admite ciertas reparaciones y ya no se fabrican más repuestos. Además, el diseño es inadecuado y no permite alcanzar los requerimientos de precisión y repetibilidad requeridos.

RESUMEN DE AVANCE

Estado actual: Definición de alcance y plazos

Durante esta etapa se busca definir el alcance del mismo, los plazos requeridos por el solicitante y los plazos reales que se puede comprometer a realizar. Se está programando reunión con jefe y colaboradores para definirlo entre todos.

GESTIONAR TAREAS
DIAGRAMA DE GANTT
FLUJO DE FONDOS
CARPETA DE WINDOWS
REMSAR INGENIERÍA

TAREAS					
Responsable	Empresa	Tarea asignada	Inicio	Fin	Estado
Sebastián De Santos	Ternium	Reunión con jefe y colaboradores p/ definir alcance y plazos	15/4/2019	19/15/19	En curso

ACEPTAR

Figura 23 – Etapa 4 del proyecto B

Etapa 5 – Ingeniería básica

RECAMBIO DE DOSADORA HORNO B

ESTADO	EN CURSO	COSTOS	100%	EFICACIA	
AVANCE	7%			EFICIENCIA	
PRIORIDAD	A	PLAZOS	100%	EFFECTIVIDAD	

FORMULACIÓN	PLANIFICACIÓN	Ejecución	CONTROL	Cierre
-------------	---------------	-----------	---------	--------

FECHA ACTUAL	22/4/2019
--------------	-----------

SECTOR	ACERÍA
LÍNEA	CALCINACIÓN
FECHA SOLICITUD	1/4/2019
FECHA INICIO	
FECHA FIN	
SOLICITANTE	Ernesto García
IMPACTO	Producción
TECNOLOGÍA	Balanzas
ORD DE TRABAJO	
ORD DE COMPRA	
IMPUTAC	
PRESUP	
PRESUP PARCIAL	
REAL	

NECESIDAD

Se necesita hacer el recambio completo de la dosadora que alimenta con piedra caliza el horno B de Planta Calcinación, porque el equipo actual es obsoleto, no admite ciertas reparaciones y ya no se fabrican más repuestos. Además, el diseño es inadecuado y no permite alcanzar los requerimientos de precisión y repetibilidad requeridos.

RESUMEN DE AVANCE

Estado actual: Ingeniería básica

Se solicitó a la oficina técnica una primer ingeniería general y rápida, sin detalles, para poder proyectar un diagrama de gantt y flujo de fondos estimado. Se pidió ayuda a los tecnólogos para que revisen la ingeniería una vez lista.

GESTIONAR TAREAS
DIAGRAMA DE GANTT
FLUJO DE FONDOS
CARPETA DE WINDOWS
REMSAR INGENIERÍA

TAREAS					
Responsable	Empresa	Tarea asignada	Inicio	Fin	Estado
José Peralta	Tecno Solutions	Ingeniería básica eléctrica	22/4/2019	26/4/2019	En curso
Luis Conte	Tecno Solutions	Ingeniería básica mecánica	22/4/2019	26/4/2019	En curso

ACEPTAR

Figura 24 – Etapa 5 del proyecto B

Etapa 6 – Creación del Gantt y estimación de flujo de fondos

15

RECAMBIO DE DOSADORA HORNO B

ESTADO	EN CURSO	COSTOS	80%	EFICACIA	
AVANCE	11%			EFICIENCIA	
PRIORIDAD	A	PLAZOS	120%	EFFECTIVIDAD	
				FECHA ACTUAL	6/5/2019

FORMULACIÓN	PLANIFICACIÓN	EJECUCIÓN	CONTROL	CIERRE
-------------	---------------	-----------	---------	--------

SECTOR	ACERÍA	NECESIDAD	
LÍNEA	CALCINACIÓN	<p>Se necesita hacer el recambio completo de la dosadora que alimenta con piedra caliza el horno B de Planta Calcinación, porque el equipo actual es obsoleto, no admite ciertas reparaciones y ya no se fabrican más repuestos. Además, el diseño es inadecuado y no permite alcanzar los requerimientos de precisión y repetibilidad requeridos.</p>	
FECHA SOLICITUD	1/4/2019		
FECHA INICIO			
FECHA FIN			
SOLICITANTE	Ernesto García		
IMPACTO	Producción		
TECNOLOGÍA	Balanzas		
ORD DE TRABAJO			
ORD DE COMPRA			
IMPUTAC			
PRESUP		RESUMEN DE AVANCE	
PRESUP PARCIAL		<p>Estado actual: Creación del Gantt y estimación de flujo de fondos</p> <p>A pesar de que la ingeniería básica junto con su revisión se demoró una semana más, ya se cuenta con la misma y ahora se procede a elaborar Gantt y FF estimado con el objetivo de poder presentar un presupuesto total. Se pidió colaboración en la elaboración de los presupuestos a los tecnólogos.</p>	
REAL			

TAREAS					
Responsable	Empresa	Tarea asignada	Inicio	Fin	Estado
Sebastián De Santos	Ternium	Elaborar Gantt y FF. Consultar presupuestos a Tecnólogos.	6/5/2019	10/5/2019	En curso

GESTIONAR TAREAS
DIAGRAMA DE GANTT
FLUJO DE FONDOS
CARPETA DE WINDOWS
REVISAR INGENIERÍA

ACEPTAR

Figura 25 – Etapa 6 del proyecto B

Etapa 7 – Justificación del proyecto y aprobación del presupuesto

RECAMBIO DE DOSADORA HORNO B

ESTADO	EN CURSO	COSTOS	80%	EFICACIA	
AVANCE	16%	PLAZOS	133%	EFICIENCIA	
PRIORIDAD	A			EFFECTIVIDAD	

FORMULACIÓN	PLANIFICACIÓN	Ejecución	CONTROL	Cierre
-------------	---------------	-----------	---------	--------

FECHA ACTUAL	20/5/2019
--------------	-----------

SECTOR	ACERÍA
LÍNEA	CALCINACIÓN
FECHA SOLICITUD	1/4/2019
FECHA INICIO	
FECHA FIN	
SOLICITANTE	Ernesto García
IMPACTO	Producción
TECNOLOGÍA	Balanzas
ORD DE TRABAJO	
ORD DE COMPRA	
IMPUTAC	
PRESUP	
PRESUP PARCIAL	
REAL	

NECESIDAD

Se necesita hacer el recambio completo de la dosadora que alimenta con piedra caliza el horno B de Planta Calcinación, porque el equipo actual es obsoleto, no admite ciertas reparaciones y ya no se fabrican más repuestos. Además, el diseño es inadecuado y no permite alcanzar los requerimientos de precisión y repetibilidad requeridos.

RESUMEN DE AVANCE

Estado actual: Justificación del proyecto y aprobación del presupuesto

En función del Gantt y FF ya estimado se está procediendo a elaborar un presupuesto total y presentarlo a la Gerencia junto con una justificación explicando los beneficios que traerá para la compañía para solicitar su aprobación. Esta etapa determina si el proyecto se ejecutará.

GESTIONAR TAREAS
DIAGRAMA DE GANTT
FLUJO DE FONDOS
CARPETA DE WINDOWS
REMSAR INGENIERÍA

TAREAS					
Responsable	Empresa	Tarea asignada	Inicio	Fin	Estado
Sebastián De Santos	Ternium	Elaborar presupuesto y presentarlo a Ernesto García	20/5/2019	24/5/2019	En curso
Ernesto García	Ternium	Esperar a que Ernesto lo apruebe	27/5/2019	31/5/2019	No iniciada

ACEPTAR

Figura 26 – Etapa 7 del proyecto B

Etapa 8 - Definición del director del proyecto y equipo de trabajo

RECAMBIO DE DOSADORA HORNO B

ESTADO	EN CURSO	COSTOS	80%	EFICACIA	
AVANCE	20%	PLAZOS	1.25%	EFICIENCIA	
PRIORIDAD	A			EFFECTIVIDAD	

FORMULACIÓN	PLANIFICACIÓN	Ejecución	CONTROL	Cierre
-------------	---------------	-----------	---------	--------

FECHA ACTUAL	3/6/2019
--------------	----------

SECTOR	ACERÍA
LÍNEA	CALCINACIÓN
FECHA SOLICITUD	1/4/2019
FECHA INICIO	
FECHA FIN	
SOLICITANTE	Ernesto García
IMPACTO	Producción
TECNOLOGÍA	Balanzas
ORD DE TRABAJO	
ORD DE COMPRA	
IMPUTAC	
PRESUP	
PRESUP PARCIAL	
REAL	

NECESIDAD
<p>Se necesita hacer el recambio completo de la dosadora que alimenta con piedra caliza el horno B de Planta Calcinación, porque el equipo actual es obsoleto, no admite ciertas reparaciones y ya no se fabrican más repuestos. Además, el diseño es inadecuado y no permite alcanzar los requerimientos de precisión y repetibilidad requeridos.</p>

RESUMEN DE AVANCE
<p>Estado actual: Definición del director del proyecto y equipo de trabajo</p> <p>Ya se aprobó el presupuesto, con lo cual se le dará curso al proyecto. En esta etapa se procede a definir el director del proyecto y su equipo de trabajo.</p>

GESTIONAR TAREAS

DIAGRAMA DE GANTT

FLUJO DE FONDOS

CARPETA DE WINDOWS

REMSAR INGENIERÍA

TAREAS					
Responsable	Empresa	Tarea asignada	Inicio	Fin	Estado
Sebastián De Santos	Ternium	Reunión en el área p/ definir director y equipo de trabajo	3/6/2019	7/6/2019	En curso

ACEPTAR

Figura 27 – Etapa 8 del proyecto B

Etapa 9 - Creación del cuadro de mando con sus índices de gestión

RECAMBIO DE DOSADORA HORNO B

ESTADO	EN CURSO	COSTOS	80%	EFICACIA	
AVANCE	22%	PLAZOS	1.22%	EFICIENCIA	
PRIORIDAD	A			EFFECTIVIDAD	

FORMULACIÓN	PLANIFICACIÓN	Ejecución	CONTROL	Cierre
-------------	---------------	-----------	---------	--------

FECHA ACTUAL	10/6/2019
--------------	-----------

SECTOR	ACERÍA	
LÍNEA	CALCINACIÓN	
FECHA SOLICITUD	1/4/2019	
FECHA INICIO		
FECHA FIN		
SOLICITANTE	Ernesto García	
IMPACTO	Producción	
TECNOLOGÍA	Balanzas	
ORD DE TRABAJO		
ORD DE COMPRA		
IMPUTAC		
PRESUP		
PRESUP PARCIAL		
REAL		

NECESIDAD
Se necesita hacer el recambio completo de la dosadora que alimenta con piedra caliza el horno B de Planta Calcinación, porque el equipo actual es obsoleto, no admite ciertas reparaciones y ya no se fabrican más repuestos. Además, el diseño es inadecuado y no permite alcanzar los requerimientos de precisión y repetibilidad requeridos.

RESUMEN DE AVANCE
Estado actual: Creación del cuadro de mando con sus índices de gestión
Se está trabajando con todo el equipo para generar un cuadro de indicadores para dar seguimiento durante toda la ejecución del proyecto y luego poder evaluarlo una vez finalizado. Es muy importante que todos estén involucrados con los plazos comprometidos para cada etapa.

GESTIONAR TAREAS
DIAGRAMA DE GANTT
FLUJO DE FONDOS
CARPETA DE WINDOWS
REMSAR INGENIERÍA

TAREAS					
Responsable	Empresa	Tarea asignada	Inicio	Fin	Estado
Sebastián De Santos	Ternium	Reunión c/ colaboradores p/ definir cuadro de mando	10/6/2019	14/6/2019	En curso

ACEPTAR

Figura 28 – Etapa 9 del proyecto B

Etapa 10 - Inicio de la ejecución del proyecto

RECAMBIO DE DOSADORA HORNO B

ESTADO	EN CURSO	COSTOS	80%	EFICACIA	
AVANCE	24%	PLAZOS	120%	EFICIENCIA	
PRIORIDAD	A			EFFECTIVIDAD	

FORMULACIÓN	PLANIFICACIÓN	EJECUCIÓN	CONTROL	CIERRE
-------------	---------------	-----------	---------	--------

FECHA ACTUAL	17/6/2019
--------------	-----------

SECTOR	ACERÍA
LÍNEA	CALCINACIÓN
FECHA SOLICITUD	1/4/2019
FECHA INICIO	
FECHA FIN	
SOLICITANTE	Ernesto García
IMPACTO	Producción
TECNOLOGÍA	Balanzas
ORD DE TRABAJO	
ORD DE COMPRA	
IMPUTAC	
PRESUP	
PRESUP PARCIAL	
REAL	

NECESIDAD

Se necesita hacer el recambio completo de la dosadora que alimenta con piedra caliza el horno B de Planta Calcinación, porque el equipo actual es obsoleto, no admite ciertas reparaciones y ya no se fabrican más repuestos. Además, el diseño es inadecuado y no permite alcanzar los requerimientos de precisión y repetibilidad requeridos.

RESUMEN DE AVANCE

Estado actual: Inicio de la ejecución del proyecto

Se da por iniciada la ejecución del proyecto y su proceso de seguimiento y control a través del tablero de indicadores creado, el diagrama de gantt y el flujo de fondos.

GESTIONAR TAREAS

DIAGRAMA DE GANTT

FLUJO DE FONDOS

CARPETA DE WINDOWS

REMSAR INGENIERÍA

TAREAS					
Responsable	Empresa	Tarea asignada	Inicio	Fin	Estado

ACEPTAR

Figura 29 – Etapa 10 del proyecto B

Etapa 11 - Especificaciones tecnológicas de detalle

RECAMBIO DE DOSADORA HORNO B

ESTADO	EN CURSO	COSTOS	80%	EFICACIA	
AVANCE	24%	PLAZOS	120%	EFICIENCIA	
PRIORIDAD	A			EFFECTIVIDAD	

FORMULACIÓN	PLANIFICACIÓN	EJECUCIÓN	CONTROL	CIERRE
-------------	---------------	-----------	---------	--------

FECHA ACTUAL	17/6/2019
--------------	-----------

SECTOR	ACERÍA
LÍNEA	CALCINACIÓN
FECHA SOLICITUD	1/4/2019
FECHA INICIO	
FECHA FIN	
SOLICITANTE	Ernesto García
IMPACTO	Producción
TECNOLOGÍA	Balanzas
ORD DE TRABAJO	
ORD DE COMPRA	
IMPUTAC	
PRESUP	
PRESUP PARCIAL	
REAL	

NECESIDAD

Se necesita hacer el recambio completo de la dosadora que alimenta con piedra caliza el horno B de Planta Calcinación, porque el equipo actual es obsoleto, no admite ciertas reparaciones y ya no se fabrican más repuestos. Además, el diseño es inadecuado y no permite alcanzar los requerimientos de precisión y repetibilidad requeridos.

RESUMEN DE AVANCE

Estado actual: Especificaciones tecnológicas de detalle

Se inicia con lo principal que es especificar con sumo detalle todo lo necesario para el montaje. Se trabaja con fuerte participación del tecnólogo de Instrumentación y Balanzas para definir la dosadora, el tecnólogo eléctrico para definir la instalación eléctrica, del mecánico para la instalación mecánica y del de Control y Potencia para definir los cambios en el PLC y el Drive y Motor a instalar.

GESTIONAR TAREAS

DIAGRAMA DE GANTT

FLUJO DE FONDOS

CARPETA DE WINDOWS

REMSAR INGENIERÍA

ACEPTAR

Figura 30 – Etapa 11 del proyecto B

Etapa 12 - Compra de la dosadora

RECAMBIO DE DOSADORA HORNO B

ESTADO	EN CURSO	COSTOS	20%	EFICACIA	
AVANCE	29%	PLAZOS	127%	EFICIENCIA	
PRIORIDAD	A			EFFECTIVIDAD	

FORMULACIÓN	PLANIFICACIÓN	EJECUCIÓN	CONTROL	CIERRE
-------------	---------------	-----------	---------	--------

FECHA ACTUAL	1/7/2019
--------------	----------

SECTOR	ACERÍA
LÍNEA	CALCINACIÓN
FECHA SOLICITUD	1/4/2019
FECHA INICIO	
FECHA FIN	
SOLICITANTE	Ernesto García
IMPACTO	Producción
TECNOLOGÍA	Balanzas
ORD DE TRABAJO	
ORD DE COMPRA	
IMPUTAC	
PRESUP	
PRESUP PARCIAL	
REAL	

NECESIDAD

Se necesita hacer el recambio completo de la dosadora que alimenta con piedra caliza el horno B de Planta Calcinación, porque el equipo actual es obsoleto, no admite ciertas reparaciones y ya no se fabrican más repuestos. Además, el diseño es inadecuado y no permite alcanzar los requerimientos de precisión y repetibilidad requeridos.

RESUMEN DE AVANCE

Estado actual: Compra de la dosadora

Se salió a la compra de la dosadora en función a la especificación técnica definida por el tecnólogo de Instrumentación y Balanzas. Se estima que la compra demorará aproximadamente 5 meses (4 de provisión y 1 de gestión e importación)

TAREAS

Responsable	Empresa	Tarea asignada	Inicio	Fin	Estado
Pablo Litz	Ternium	Compra de la dosadora	1/7/2019	22/11/2019	En curso

GESTIONAR TAREAS

DIAGRAMA DE GANTT

FLUJO DE FONDOS

CARPETA DE WINDOWS

REMSAR INGENIERÍA

ACEPTAR

Figura 31 – Etapa 12 del proyecto B

Etapa 13 - Ingeniería de detalle mecánica y eléctrica

RECAMBIO DE DOSADORA HORNO B

ESTADO	EN CURSO	COSTOS	20%	EFICACIA	
AVANCE	29%	PLAZOS	127%	EFICIENCIA	
PRIORIDAD	A			EFFECTIVIDAD	

FORMULACIÓN	PLANIFICACIÓN	EJECUCIÓN	CONTROL	CIERRE
-------------	---------------	-----------	---------	--------

FECHA ACTUAL	1/7/2019
--------------	----------

SECTOR	ACERÍA
LÍNEA	CALCINACIÓN
FECHA SOLICITUD	1/4/2019
FECHA INICIO	
FECHA FIN	
SOLICITANTE	Ernesto García
IMPACTO	Producción
TECNOLOGÍA	Balanzas
ORD DE TRABAJO	
ORD DE COMPRA	
IMPUTAC	
PRESUP	
PRESUP PARCIAL	
REAL	

NECESIDAD

Se necesita hacer el recambio completo de la dosadora que alimenta con piedra caliza el horno B de Planta Calcinación, porque el equipo actual es obsoleto, no admite ciertas reparaciones y ya no se fabrican más repuestos. Además, el diseño es inadecuado y no permite alcanzar los requerimientos de precisión y repetibilidad requeridos.

RESUMEN DE AVANCE

Estado actual: Ingeniería de detalle mecánica y eléctrica

En función de la dosadora y detalles de instalación especificados por los tecnólogos, y tomando como referencia los planos de montaje mecánico y de conexiónado eléctrico enviados por el proveedor, se lanzan las ingenierías de detalle mecánica y eléctrica que darán como entregables no sólo los planos de instalación si no también los materiales a comprar y/o fabricar.

GESTIONAR TAREAS

DIAGRAMA DE GANTT

FLUJO DE FONDOS

CARPETA DE WINDOWS

REMSAR INGENIERÍA

ACEPTAR

Figura 32 – Etapa 13 del proyecto B

Etapa 14 - Compra de los materiales mecánicos y eléctricos

RECAMBIO DE DOSADORA HORNO B

ESTADO	EN CURSO	COSTOS	83%	EFICACIA	
AVANCE	36%	PLAZOS	1.21%	EFICIENCIA	
PRIORIDAD	A			EFFECTIVIDAD	

FORMULACIÓN	PLANIFICACIÓN	EJECUCIÓN	CONTROL	CIERRE
-------------	---------------	-----------	---------	--------

FECHA ACTUAL	22/7/2019
--------------	-----------

SECTOR	ACERÍA
LÍNEA	CALCINACIÓN
FECHA SOLICITUD	1/4/2019
FECHA INICIO	
FECHA FIN	
SOLICITANTE	Ernesto García
IMPACTO	Producción
TECNOLOGÍA	Balanzas
ORD DE TRABAJO	
ORD DE COMPRA	
IMPUTAC	
PRESUP	
PRESUP PARCIAL	
REAL	

NECESIDAD

Se necesita hacer el recambio completo de la dosadora que alimenta con piedra caliza el horno B de Planta Calcinación, porque el equipo actual es obsoleto, no admite ciertas reparaciones y ya no se fabrican más repuestos. Además, el diseño es inadecuado y no permite alcanzar los requerimientos de precisión y repetibilidad requeridos.

RESUMEN DE AVANCE

Estado actual: Compra de los materiales mecánicos y eléctricos

Ya se cuenta con la ingeniería de detalle mecánica y eléctrica, con lo cual se sale a comprar y hacer fabricar todos los materiales necesarios para el montaje global del nuevo equipo.

GESTIONAR TAREAS

DIAGRAMA DE GANTT

FLUJO DE FONDOS

CARPETA DE WINDOWS

REMSAR INGENIERÍA

TAREAS					
Responsable	Empresa	Tarea asignada	Inicio	Fin	Estado
Pablo Litz	Ternium	Compra de materiales mecánicos	22/7/2019	11/10/2019	En curso
Pablo Litz	Ternium	Fabricación de piezas mecánicas bajo plano	22/7/2019	13/9/2019	En curso
Pablo Litz	Ternium	Compra de materiales eléctricos	22/7/2019	11/10/2019	En curso

ACEPTAR

Figura 33 – Etapa 14 del proyecto B

Etapa 15 - Llegada de los materiales eléctricos

RECAMBIO DE DOSADORA HORNO B

ESTADO	EN CURSO	COSTOS	24%	EFICACIA	
AVANCE	56%	PLAZOS	113%	EFICIENCIA	
PRIORIDAD	A			EFFECTIVIDAD	
				FECHA ACTUAL	23/9/2019

FORMULACIÓN	PLANIFICACIÓN	EJECUCIÓN	CONTROL	CIERRE
-------------	---------------	-----------	---------	--------

SECTOR	ACERÍA	
LÍNEA	CALCINACIÓN	
FECHA SOLICITUD	1/4/2019	
FECHA INICIO		
FECHA FIN		
SOLICITANTE	Ernesto García	
IMPACTO	Producción	
TECNOLOGÍA	Balanzas	
ORD DE TRABAJO		
ORD DE COMPRA		
IMPUTAC		
PRESUP		
PRESUP PARCIAL		
REAL		

NECESIDAD

Se necesita hacer el recambio completo de la dosadora que alimenta con piedra caliza el horno B de Planta Calcinación, porque el equipo actual es obsoleto, no admite ciertas reparaciones y ya no se fabrican más repuestos. Además, el diseño es inadecuado y no permite alcanzar los requerimientos de precisión y repetibilidad requeridos.

RESUMEN DE AVANCE

Estado actual: Llegada de los materiales eléctricos

Ya legaron los materiales eléctricos antes de lo previsto, pero todavía faltan los mecánicos. Viene demorado 2 semanas el taller que está fabricando las piezas bajo plano. Se planifica visita para el próximo martes para ir a hablar con el dueño del taller y revisar por qué viene tan demorado y si puede apurarse. Faltan sólo 2 semanas para que lleguen los materiales mecánicos comprados y debemos tener las piezas fabricadas para ese entonces.

TAREAS					
Responsable	Empresa	Tarea asignada	Inicio	Fin	Estado
Pablo Litz	Ternium	Compra de materiales mecánicos	22/7/2019	11/10/2019	En curso
Pablo Litz	Ternium	Fabricación de piezas mecánicas bajo plano	22/7/2019	13/9/2019	Demorado

ACEPTAR

Figura 34 – Etapa 15 del proyecto B

Etapa 16 - Estudio previo del montaje y puesta en marcha

RECAMBIO DE DOSADORA HORNO B

ESTADO	EN CURSO	COSTOS	81%	EFICACIA	
AVANCE	62%	PLAZOS	112%	EFICIENCIA	
PRIORIDAD	A			EFFECTIVIDAD	

FORMULACIÓN	PLANIFICACIÓN	EJECUCIÓN	CONTROL	CIERRE
-------------	---------------	-----------	---------	--------

FECHA ACTUAL	14/10/2019
--------------	------------

SECTOR	ACERÍA
LÍNEA	CALCINACIÓN
FECHA SOLICITUD	1/4/2019
FECHA INICIO	
FECHA FIN	
SOLICITANTE	Ernesto García
IMPACTO	Producción
TECNOLOGÍA	Balanzas
ORD DE TRABAJO	
ORD DE COMPRA	
IMPUTAC	
PRESUP	
PRESUP PARCIAL	
REAL	

NECESIDAD

Se necesita hacer el recambio completo de la dosadora que alimenta con piedra caliza el horno B de Planta Calcinación, porque el equipo actual es obsoleto, no admite ciertas reparaciones y ya no se fabrican más repuestos. Además, el diseño es inadecuado y no permite alcanzar los requerimientos de precisión y repetibilidad requeridos.

RESUMEN DE AVANCE

Estado actual: Estudio previo del montaje y puesta en marcha

Ya se cuenta con todos los materiales en planta para el montaje mecánico y eléctrico, incluso las piezas bajo plano, pero aún no llega la dosadora. Se controlan todos los materiales y se inicia entre todos los participantes un estudio previo para el montaje, y para la puesta en marcha, para asegurarse de no tener ningún durante la obra. Se lanza un programa de reuniones semanales para seguir el tema, y se participa a los tecnólogos y especialistas.

TAREAS

Responsable	Empresa	Tarea asignada	Inicio	Fin	Estado
Pedro Bisonte	Ternium	Asistencia para planificación del montaje Dosadora y PM	14/10/2019	15/11/2019	En curso
Daniel Gómez	Ternium	Asistencia para planificación de montaje Motor y Drive	14/10/2019	15/11/2019	En curso
Esteban Guruchaga	Ternium	Asistencia para planificación del montaje mecánico	14/10/2019	15/11/2019	En curso
Néstor Rolón	Ternium	Asistencia para planificación del montaje eléctrico	14/10/2019	15/11/2019	En curso
Gerardo De La Fuente	Salamanca	Planificación del montaje mecánico	14/10/2019	15/11/2019	En curso
Damián Siliconti	Bernava	Planificación del montaje eléctrico	14/10/2019	15/11/2019	En curso
Gerardo De La Fuente	Hera	Planificación de cambios en PLC	14/10/2019	15/11/2019	En curso

ACEPTAR

GESTIONAR TAREAS

DIAGRAMA DE GANTT

FLUJO DE FONDOS

CARPETA DE WINDOWS

REMSAR INGENIERÍA

Figura 35 – Etapa 16 del proyecto B

Etapa 17 - Montaje mecánico

RECAMBIO DE DOSADORA HORNO B

ESTADO	EN CURSO	COSTOS	79%	EFICACIA	
AVANCE	73%	PLAZOS	110%	EFICIENCIA	
PRIORIDAD	A			EFFECTIVIDAD	
				FECHA ACTUAL	18/11/2019

FORMULACIÓN	PLANIFICACIÓN	EJECUCIÓN	CONTROL	CIERRE
-------------	---------------	-----------	---------	--------

SECTOR	ACERÍA	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <p style="text-align: center; background-color: #00AEEF; color: white; margin: 0;">NECESIDAD</p> <p>Se necesita hacer el recambio completo de la dosadora que alimenta con piedra caliza el horno B de Planta Calcinación, porque el equipo actual es obsoleto, no admite ciertas reparaciones y ya no se fabrican más repuestos. Además, el diseño es inadecuado y no permite alcanzar los requerimientos de precisión y repetibilidad requeridos.</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="text-align: center; background-color: #00AEEF; color: white; margin: 0;">RESUMEN DE AVANCE</p> <p>Estado actual: Montaje mecánico</p> <p>El sector de compras confirmó que la dosadora ya está en el país y dentro de una semana la tendremos en planta. Se inician entonces los trabajos de montaje mecánico para ir ganando tiempo.</p> </div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px; text-align: center; background-color: #00AEEF; color: white;">GESTIONAR TAREAS</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px; text-align: center; background-color: #00AEEF; color: white;">DIAGRAMA DE GANTT</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px; text-align: center; background-color: #00AEEF; color: white;">FLUJO DE FONDOS</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px; text-align: center; background-color: #00AEEF; color: white;">CARPETA DE WINDOWS</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px; text-align: center; background-color: #00AEEF; color: white;">REMSAR INGENIERÍA</div>
LÍNEA	CALCINACIÓN		
FECHA SOLICITUD	1/4/2019		
FECHA INICIO			
FECHA FIN			
SOLICITANTE	Ernesto García		
IMPACTO	Producción		
TECNOLOGÍA	Balanzas		
ORD DE TRABAJO			
ORD DE COMPRA			
IMPUTAC			
PRESUP			
PRESUP PARCIAL			
REAL			

TAREAS					
Responsable	Empresa	Tarea asignada	Inicio	Fin	Estado
Gerardo De La Fuente	Salamanca	Supervisión del montaje mecánico	18/11/2019	13/12/2019	En curso
Cuadrilla 6 montadores mecánicos	Minerva	Ejecución del montaje mecánico	18/11/2019	13/12/2019	En curso
Esteban Gurruchaga	Ternium	Asistencia para el montaje mecánico	18/11/2019	13/12/2019	En curso

ACEPTAR

Figura 36 – Etapa 17 del proyecto B

Etapa 18 - Llegada de la dosadora e inicio de su montaje

RECAMBIO DE DOSADORA HORNO B

ESTADO	EN CURSO	COSTOS	85%	EFICACIA	
AVANCE	76%	PLAZOS	109%	EFICIENCIA	
PRIORIDAD	A			EFFECTIVIDAD	

FORMULACIÓN	PLANIFICACIÓN	EJECUCIÓN	CONTROL	CIERRE
--------------------	----------------------	------------------	----------------	---------------

FECHA ACTUAL	25/11/2019
---------------------	------------

SECTOR	ACERÍA	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <p style="text-align: center; background-color: #008000; color: white; margin: 0;">NECESIDAD</p> <p>Se necesita hacer el recambio completo de la dosadora que alimenta con piedra caliza el horno B de Planta Calcinación, porque el equipo actual es obsoleto, no admite ciertas reparaciones y ya no se fabrican más repuestos. Además, el diseño es inadecuado y no permite alcanzar los requerimientos de precisión y repetibilidad requeridos.</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="text-align: center; background-color: #008000; color: white; margin: 0;">RESUMEN DE AVANCE</p> <p>Estado actual: Llegada de la dosadora e inicio de su montaje</p> <p>Llegó la dosadora, se está controlando que haya llegado bien junto con todas sus partes y se está iniciando su montaje</p> </div>		<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px; background-color: #008080; color: white;">GESTIONAR TAREAS</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px; background-color: #008080; color: white;">DIAGRAMA DE GANTT</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px; background-color: #008080; color: white;">FLUJO DE FONDOS</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px; background-color: #008080; color: white;">CARPETA DE WINDOWS</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px; background-color: #008080; color: white;">REMSAR INGENIERÍA</div>
LÍNEA	CALCINACIÓN			
FECHA SOLICITUD	1/4/2019			
FECHA INICIO				
FECHA FIN				
SOLICITANTE	Ernesto García			
IMPACTO	Producción			
TECNOLOGÍA	Balanzas			
ORD DE TRABAJO				
ORD DE COMPRA				
IMPUTAC				
PRESUP				
PRESUP PARCIAL				
REAL				

TAREAS					
Responsable	Empresa	Tarea asignada	Inicio	Fin	Estado
Gerardo De La Fuente	Salamanca	Supervisión del montaje mecánico y dosadora	18/11/2019	13/12/2019	En curso
Esteban Gurruchaga	Ternium	Asistencia para el montaje mecánico	18/11/2019	13/12/2019	En curso
Pedro Bisonte	Ternium	Asistencia en la instalación de la Dosadora	25/11/2019	13/12/2019	En curso
Daniel Gómez	Ternium	Asistencia en la instalación del Motor y Drive	25/11/2019	13/12/2019	En curso
Cuadrilla 6 montadores mecánicos	Minerva	Ejecución del montaje mecánico y dosadora	25/11/2019	13/12/2019	En curso

ACEPTAR

Figura 37 – Etapa 18 del proyecto B

Etapa 19 - Montaje eléctrico

RECAMBIO DE DOSADORA HORNO B

ESTADO	EN CURSO	COSTOS	59%	EFICACIA	
AVANCE	78%	PLAZOS	106%	EFICIENCIA	
PRIORIDAD	A			EFFECTIVIDAD	
				FECHA ACTUAL	2/12/2019

FORMULACIÓN	PLANIFICACIÓN	Ejecución	CONTROL	CIERRE
-------------	---------------	-----------	---------	--------

SECTOR	ACERÍA	
LÍNEA	CALCINACIÓN	
FECHA SOLICITUD	1/4/2019	
FECHA INICIO		
FECHA FIN		
SOLICITANTE	Ernesto García	
IMPACTO	Producción	
TECNOLOGÍA	Balanzas	
ORD DE TRABAJO		
ORD DE COMPRA		
IMPUTAC		
PRE SUP		
PRE SUP PARCIAL		
REAL		

NECESIDAD

Se necesita hacer el recambio completo de la dosadora que alimenta con piedra caliza el horno B de Planta Calcinación, porque el equipo actual es obsoleto, no admite ciertas reparaciones y ya no se fabrican más repuestos. Además, el diseño es inadecuado y no permite alcanzar los requerimientos de precisión y repetibilidad requeridos.

RESUMEN DE AVANCE

Estado actual: Montaje eléctrico

Ahora que la obra está más encaminada y se liberaron espacios en el lugar, se dio inicio al montaje eléctrico. Se pretende terminar ambas instalaciones mecánica y eléctrica al mismo tiempo.

GESTIONAR TAREAS

DIAGRAMA DE GANTT

FLUJO DE FONDOS

CARPETA DE WINDOWS

REMSAR INGENIERÍA

TAREAS					
Responsable	Empresa	Tarea asignada	Inicio	Fin	Estado
Gerardo De La Fuente	Salamanca	Supervisión del montaje mecánico y dosadora	18/11/2019	13/12/2019	En curso
Esteban Gurruchaga	Ternium	Asistencia para el montaje mecánico	18/11/2019	13/12/2019	En curso
Pedro Bisonte	Ternium	Asistencia en la instalación de la Dosadora	25/11/2019	13/12/2019	En curso
Daniel Gómez	Ternium	Asistencia en la instalación del Motor y Drive	25/11/2019	13/12/2019	En curso
Cuadrilla 6 montadores mecánicos	Minerva	Ejecución del montaje mecánico y dosadora	25/11/2019	13/12/2019	En curso
Damián Siliconti	Bernava	Supervisión del montaje eléctrico	2/12/2019	13/12/2019	En curso
Néstor Rolón	Ternium	Asistencia para el montaje eléctrico	2/12/2019	13/12/2019	En curso
Cuadrilla 4 montadores eléctricos	Calipso	Ejecución del montaje eléctrico	2/12/2019	13/12/2019	En curso

ACEPTAR

Figura 38 – Etapa 19 del proyecto B

Etapa 20 - Puesta en marcha

RECAMBIO DE DOSADORA HORNO B

ESTADO	EN CURSO	COSTOS	83%	EFICACIA	
AVANCE	82%	PLAZOS	106%	EFICIENCIA	
PRIORIDAD	A			EFFECTIVIDAD	

FORMULACIÓN	PLANIFICACIÓN	EJECUCIÓN	CONTROL	CIERRE
-------------	---------------	-----------	---------	--------

FECHA ACTUAL	16/12/2019
--------------	------------

SECTOR	ACERÍA
LÍNEA	CALCINACIÓN
FECHA SOLICITUD	1/4/2019
FECHA INICIO	
FECHA FIN	
SOLICITANTE	Ernesto García
IMPACTO	Producción
TECNOLOGÍA	Balanzas
ORD DE TRABAJO	
ORD DE COMPRA	
IMPUTAC	
PRESUP	
PRESUP PARCIAL	
REAL	

NECESIDAD

Se necesita hacer el recambio completo de la dosadora que alimenta con piedra caliza el horno B de Planta Calcinación, porque el equipo actual es obsoleto, no admite ciertas reparaciones y ya no se fabrican más repuestos. Además, el diseño es inadecuado y no permite alcanzar los requerimientos de precisión y repetibilidad requeridos.

RESUMEN DE AVANCE

Estado actual: Puesta en marcha

Se concluyó el viernes pasado la instalación y se terminaron de verificar los últimos detalles. Esta semana se inició con la puesta en marcha con la asistencia del técnico enviado por el proveedor desde Alemania.

GESTIONAR TAREAS

DIAGRAMA DE GANTT

FLUJO DE FONDOS

CARPETA DE WINDOWS

REMSAR INGENIERÍA

TAREAS					
Responsable	Empresa	Tarea asignada	Inicio	Fin	Estado
Pedro Bisonte	Ternium	Asistencia durante la puesta en marcha de la dosadora	16/12/2019	20/12/2019	En curso
Daniel Gómez	Ternium	Asistencia durante la puesta en marcha del drive y motor	16/12/2019	20/12/2019	En curso
Germán Zarzuela	Super Scales	Ejecución de la puesta en marcha	16/12/2019	20/12/2019	En curso

ACEPTAR

Figura 39 – Etapa 20 del proyecto B

Etapa 21 - Pendientes post puesta en marcha

RECAMBIO DE DOSADORA HORNO B

ESTADO	EN CURSO	COSTOS	88%	EFICACIA	
AVANCE	84%	PLAZOS	105%	EFICIENCIA	
PRIORIDAD	A			EFFECTIVIDAD	

FORMULACIÓN	PLANIFICACIÓN	EJECUCIÓN	CONTROL	CIERRE
-------------	---------------	-----------	---------	--------

FECHA ACTUAL	23/12/2019
--------------	------------

SECTOR	ACERÍA
LÍNEA	CALCINACIÓN
FECHA SOLICITUD	1/4/2019
FECHA INICIO	
FECHA FIN	
SOLICITANTE	Ernesto García
IMPACTO	Producción
TECNOLOGÍA	Balanzas
ORD DE TRABAJO	
ORD DE COMPRA	
IMPUTAC	
PRESUP	
PRESUP PARCIAL	
REAL	

NECESIDAD

Se necesita hacer el recambio completo de la dosadora que alimenta con piedra caliza el horno B de Planta Calcinación, porque el equipo actual es obsoleto, no admite ciertas reparaciones y ya no se fabrican más repuestos. Además, el diseño es inadecuado y no permite alcanzar los requerimientos de precisión y repetibilidad requeridos.

RESUMEN DE AVANCE

Estado actual: Pendientes post puesta en marcha

Se logró poner en marcha con éxito, pero se está monitoreando el funcionamiento y con la asistencia remota de Germán Zarzuela se están solucionando algunas fallas imprevistas que se están generando. Se está documentando cómo se van resolviendo por si el día de mañana se vuelven a presentar.

TAREAS

Responsable	Empresa	Tarea asignada	Inicio	Fin	Estado
Germán Zarzuela	Super Scales	Resolución de fallas post puesta en marcha	23/12/2019	10/1/2020	En curso
Pedro Bisonte	Ternium	Asistencia para la resolución de fallas en dosadora	23/12/2019	10/1/2020	En curso
Daniel Gómez	Ternium	Asistencia para la resolución de fallas en motor y drive	23/12/2019	10/1/2020	En curso
Gerardo De La Fuente	Salamanca	Supervisión de tareas mecánicas post puesta en marcha	23/12/2019	10/1/2020	En curso
Damián Siliconti	Bernava	Supervisión de tareas eléctricas post puesta en marcha	23/12/2019	10/1/2020	En curso
Cuadrilla 3 montadores mecánicos	Minerva	Ejecución de tareas mecánicas post puesta en marcha	23/12/2019	10/1/2020	En curso
Cuadrilla 2 montadores eléctricos	Calipso	Ejecución de tareas eléctricas post puesta en marcha	23/12/2019	10/1/2020	En curso

ACEPTAR

Gestionar Tareas

Diagrama de Gantt

Flujo de Fondos

Carpeta de Windows

Revsar Ingeniería

Figura 40 – Etapa 21 del proyecto B

Etapa 22 - Planes de mantenimiento y gestión de repuestos

RECAMBIO DE DOSADORA HORNO B

ESTADO	EN CURSO	COSTOS	86%	EFICACIA	
AVANCE	91%			EFICIENCIA	
PRIORIDAD	A	PLAZOS	105%	EFFECTIVIDAD	
				FECHA ACTUAL	13/1/2020

FORMULACIÓN	PLANIFICACIÓN	Ejecución	CONTROL	CIERRE
-------------	---------------	-----------	---------	--------

SECTOR	ACERÍA	
LÍNEA	CALCINACIÓN	
FECHA SOLICITUD	1/4/2019	
FECHA INICIO		
FECHA FIN		
SOLICITANTE	Ernesto García	
IMPACTO	Producción	
TECNOLOGÍA	Balanzas	
ORD DE TRABAJO		
ORD DE COMPRA		
IMPUTAC		
PRESUP		
PRESUP PARCIAL		
REAL		

NECESIDAD

Se necesita hacer el recambio completo de la dosadora que alimenta con piedra caliza el horno B de Planta Calcinación, porque el equipo actual es obsoleto, no admite ciertas reparaciones y ya no se fabrican más repuestos. Además, el diseño es inadecuado y no permite alcanzar los requerimientos de precisión y repetibilidad requeridos.

RESUMEN DE AVANCE

Estado actual: Planes de mantenimiento y gestión de repuestos

Habiendo transcurrido 3 semanas luego de puesta en marcha, se lograron resolver las fallas imprevistas y se resolvieron detalles que quedaron pendientes de la instalación. Se comienza con la creación de los planes de mantenimiento, codificación de repuestos y creación de stocks de seguridad para repuestos críticos con la asistencia de los tecnólogos.

GESTIONAR TAREAS

DIAGRAMA DE GANTT

FLUJO DE FONDOS

CARPETA DE WINDOWS

REMSAR INGENIERÍA

TAREAS					
Responsable	Empresa	Tarea asignada	Inicio	Fin	Estado
Pedro Bisonte	Ternium	Asistencia p/ creación de planes de mtto dosadora	13/1/2020	24/1/2020	En curso
Pedro Bisonte	Ternium	Asistencia p/ gestión de repuestos dosadora	13/1/2020	24/1/2020	En curso
Daniel Gómez	Ternium	Asistencia p/ creación de planes de mtto motor y drive	13/1/2020	24/1/2020	En curso
Daniel Gómez	Ternium	Asistencia p/ gestión de repuestos motor y drive	13/1/2020	24/1/2020	En curso
Dorian Verteti	Ternium	Generación de planes de mantenimiento	13/1/2020	24/1/2020	En curso
Julián Sarraceno	Ternium	Codificación de repuestos y creación de stocks de seguridad	13/1/2020	24/1/2020	En curso

ACEPTAR

Figura 41 – Etapa 22 del proyecto B

Etapa 23 - Capacitación y entrega del equipo a Mantenimiento

RECAMBIO DE DOSADORA HORNO B

ESTADO	EN CURSO	COSTOS	86%	EFICACIA	
AVANCE	91%	PLAZOS	105%	EFICIENCIA	
PRIORIDAD	A			EFFECTIVIDAD	
				FECHA ACTUAL	13/1/2020

FORMULACIÓN	PLANIFICACIÓN	EJECUCIÓN	CONTROL	CIERRE
-------------	---------------	-----------	---------	--------

SECTOR	ACERÍA	
LÍNEA	CALCINACIÓN	
FECHA SOLICITUD	1/4/2019	
FECHA INICIO		
FECHA FIN		
SOLICITANTE	Ernesto García	
IMPACTO	Producción	
TECNOLOGÍA	Balanzas	
ORD DE TRABAJO		
ORD DE COMPRA		
IMPUTAC		
PRESUP		
PRESUP PARCIAL		
REAL		

NECESIDAD
<p>Se necesita hacer el recambio completo de la dosadora que alimenta con piedra caliza el horno B de Planta Calcinación, porque el equipo actual es obsoleto, no admite ciertas reparaciones y ya no se fabrican más repuestos. Además, el diseño es inadecuado y no permite alcanzar los requerimientos de precisión y repetibilidad requeridos.</p>

RESUMEN DE AVANCE
<p>Estado actual: Capacitación y entrega del equipo a Mantenimiento</p> <p>Se entrega el equipo a mantenimiento junto con los planes de inspección, calibración y preventivos generados, una carpeta con todos los planos, manuales de uso, especificaciones del equipo, lista de repuestos y stocks de seguridad, y una capacitación. La capacitación la realiza el tecnólogo de Instrumentación y Balanzas junto con el proveedor que se conecta de forma online desde Alemania. Se da por finalizada la ejecución y se da inicio al proceso de cierre.</p>

GESTIONAR TAREAS

DIAGRAMA DE GANTT

FLUJO DE FONDOS

CARPETA DE WINDOWS

REMSAR INGENIERÍA

TAREAS					
Responsable	Empresa	Tarea asignada	Inicio	Fin	Estado
Pedro Bisonte	Ternium	Capacitación a Personal de Mantenimiento	13/1/2020	17/1/2020	En curso
Germán Zarzuela	Super Scales	Capacitación a Personal de Mantenimiento	13/1/2020	17/1/2020	No iniciada
Sebastián De Santos	Ternium	Entrega formal del equipo al Personal de Mantenimiento	20/1/2020	24/1/2020	No iniciada

ACEPTAR

Figura 42 – Etapa 23 del proyecto B

Etapa 24 - Evaluación de los resultados obtenidos

RECAMBIO DE DOSADORA HORNO B

ESTADO	EN CURSO	COSTOS	87%	EFICACIA	
AVANCE	96%	PLAZOS	105%	EFICIENCIA	
PRIORIDAD	A			EFFECTIVIDAD	

FORMULACIÓN	PLANIFICACIÓN	EJECUCIÓN	CONTROL	CIERRE
-------------	---------------	-----------	---------	--------

FECHA ACTUAL	27/1/2020
--------------	-----------

SECTOR	ACERÍA
LÍNEA	CALCINACIÓN
FECHA SOLICITUD	1/4/2019
FECHA INICIO	
FECHA FIN	
SOLICITANTE	Ernesto García
IMPACTO	Producción
TECNOLOGÍA	Balanzas
ORD DE TRABAJO	
ORD DE COMPRA	
IMPUTAC	
PRESUP	
PRESUP PARCIAL	
REAL	

NECESIDAD

Se necesita hacer el recambio completo de la dosadora que alimenta con piedra caliza el horno B de Planta Calcinación, porque el equipo actual es obsoleto, no admite ciertas reparaciones y ya no se fabrican más repuestos. Además, el diseño es inadecuado y no permite alcanzar los requerimientos de precisión y repetibilidad requeridos.

RESUMEN DE AVANCE

Estado actual: Evaluación de los resultados obtenidos

Se realiza una reunión post proyecto entre todos los participantes donde se repasan los resultados obtenidos y lecciones aprendidas. Se comentan tanto las cosas que salieron bien como las que salieron mal para tenerlas en cuenta para un futuro proyecto. Se revisa que no haya quedado ningún pendiente importante.

GESTIONAR TAREAS

DIAGRAMA DE GANTT

FLUJO DE FONDOS

CARPETA DE WINDOWS

REMSAR INGENIERÍA

ACEPTAR

Figura 43 – Etapa 24 del proyecto B

Etapa 25 - Informe de cierre

RECAMBIO DE DOSADORA HORNO B

ESTADO	EN CURSO	COSTOS	87%	EFICACIA	
AVANCE	98%	PLAZOS	105%	EFICIENCIA	
PRIORIDAD	A			EFFECTIVIDAD	

FORMULACIÓN	PLANIFICACIÓN	EJECUCIÓN	CONTROL	CIERRE
-------------	---------------	-----------	---------	--------

FECHA ACTUAL	3/2/2020
---------------------	----------

SECTOR	ACERÍA
LÍNEA	CALCINACIÓN
FECHA SOLICITUD	1/4/2019
FECHA INICIO	
FECHA FIN	
SOLICITANTE	Ernesto García
IMPACTO	Producción
TECNOLOGÍA	Balanzas
ORD DE TRABAJO	
ORD DE COMPRA	
IMPUTAC	
PRESUP	
PRESUP PARCIAL	
REAL	

NECESIDAD
<p>Se necesita hacer el recambio completo de la dosadora que alimenta con piedra caliza el horno B de Planta Calcinación, porque el equipo actual es obsoleto, no admite ciertas reparaciones y ya no se fabrican más repuestos. Además, el diseño es inadecuado y no permite alcanzar los requerimientos de precisión y repetibilidad requeridos.</p>

RESUMEN DE AVANCE
<p>Estado actual: Informe de cierre</p> <p>A raíz de la reunión post proyecto, se realiza informe de cierre incluyendo los indicadores de gestión finales y las lecciones aprendidas.</p> <p>Se informa al gerente Ernesto García que planteó la necesidad que el proyecto fue finalizado con éxito.</p>

GESTIONAR TAREAS
DIAGRAMA DE GANTT
FLUJO DE FONDOS
CARPETA DE WINDOWS
REMSAR INGENIERÍA

TAREAS					
Responsable	Empresa	Tarea asignada	Inicio	Fin	Estado
Sebastián De Santos	Ternium	Realizar informe de cierre e informar a Ernesto	3/2/2020	7/2/2020	En curso

ACEPTAR

Figura 44 – Etapa 25 del proyecto B

Etapa 26 – Fin del Proyecto

RECAMBIO DE DOSADORA HORNO B

ESTADO	TERMINADO	COSTOS	87%	EFICACIA	96%
AVANCE	100%	PLAZOS	105%	EFICIENCIA	131%
PRIORIDAD	A			EFFECTIVIDAD	126%

FORMULACIÓN	PLANIFICACIÓN	EJECUCIÓN	CONTROL	CIERRE
-------------	---------------	-----------	---------	--------

FECHA ACTUAL	10/2/2020
--------------	-----------

SECTOR	ACERÍA
LÍNEA	CALCINACIÓN
FECHA SOLICITUD	1/4/2019
FECHA INICIO	
FECHA FIN	
SOLICITANTE	Ernesto García
IMPACTO	Producción
TECNOLOGÍA	Balanzas
ORD DE TRABAJO	
ORD DE COMPRA	
IMPUTAC	
PRESUP	
PRESUP PARCIAL	
REAL	

NECESIDAD
Se necesita hacer el recambio completo de la dosadora que alimenta con piedra caliza el horno B de Planta Calcinación, porque el equipo actual es obsoleto, no admite ciertas reparaciones y ya no se fabrican más repuestos. Además, el diseño es inadecuado y no permite alcanzar los requerimientos de precisión y repetibilidad requeridos.

RESUMEN DE AVANCE
Estado actual: Fin del proyecto Habiéndose hecho el informe de cierre, se da por concluido el proyecto

GESTIONAR TAREAS

DIAGRAMA DE GANTT

FLUJO DE FONDOS

CARPETA DE WINDOWS

REMSAR INGENIERÍA

TAREAS					
Responsable	Empresa	Tarea asignada	Inicio	Fin	Estado

ACEPTAR

Figura 45 – Etapa 26 del proyecto B

7.4.4. Evaluación del proyecto B

Se tiene en cuenta que con este proyecto se obtuvo como resultado lo que se proyectó obtener, ni más ni menos, con lo cual el resultado obtenido es del 100%, al igual que el proyectado.

Además, se estima que la nueva dosadora traerá un aumento de producción de USD 2000 mensuales, lo cual se traduce en USD 24.000 anuales. Se toma este número como beneficio para calcular la eficiencia.

7.4.4.1. Eficacia

$$EFICACIA (\%) = (\text{Resultado alcanzado} * 100\%) / (\text{Resultado previsto})$$

$$EFICACIA (\%) = (100 * 100\%) / (100)$$

$$EFICACIA (\%) = 100\% \text{ (OK)}$$

Se cumplieron todos los objetivos propuestos.

7.4.4.2. Eficiencia

$$EFICIENCIA (\%) = \left(1 + \frac{\text{beneficio obtenido}}{\text{inversión}}\right) \times \left(\frac{\text{tiempo proyectado}}{\text{tiempo empleado}}\right) \times 100 \%$$

$$EFICIENCIA (\%) = \left(1 + \frac{24000}{78300}\right) \times \left(\frac{44 \text{ semanas}}{46 \text{ semanas}}\right) \times 100 \%$$

$$EFICIENCIA (\%) = 125 \% \text{ (OK)}$$

7.4.4.3. Efectividad

$$EFECTIVIDAD (\%) = EFICACIA \times EFICIENCIA$$

$$EFECTIVIDAD (\%) = 100\% \times 125\% = 125\% \text{ (OK)}$$

7.4.4.4. Costos

$$COSTOS (\%) = \frac{\text{real acum (USD)}}{\text{presup acum (USD)}} \times 100 \% = \frac{78300}{83000} \times 100 \% = 87\% \text{ (OK)}$$

7.4.4.5. Plazos

$$PLAZOS (\%) = \frac{\text{plazo real (sem)}}{\text{plazo previsto (sem)}} \times 100 \% = \frac{46 \text{ semanas}}{44 \text{ semanas}} \times 100 \%$$

$$PLAZOS (\%) = 105\% \text{ (TOLERABLE)}$$

7.4.5. Evaluación del proyecto A

Al no haber sido planificado, hay algunos índices de gestión que no pueden calcularse, como por ejemplo Eficacia (por no haber tiempo previsto), Efectividad (por depender de la eficacia), Costos (por no existir un presupuesto inicial) y Plazos (por no haber tiempo previsto). Para poder calcular estos índices y así comparar ambos proyectos, se le adaptaron los valores del proyecto B para ver qué hubiera pasado si el A se hubiera planificado de esa manera.

7.4.5.1. Eficacia

$$EFICACIA (\%) = (\text{Resultado alcanzado} * 100\%) / (\text{Resultado previsto})$$

$$EFICACIA (\%) = (100 * 100\%) / (100)$$

$$EFICACIA (\%) = 100\% \text{ (OK)}$$

Se cumplieron todos los objetivos propuestos.

7.4.5.2. Eficiencia

$$EFICIENCIA (\%) = \left(1 + \frac{\text{beneficio obtenido}}{\text{inversión}}\right) \times \left(\frac{\text{tiempo proyectado}}{\text{tiempo empleado}}\right) \times 100 \%$$

$$EFICIENCIA (\%) = \left(1 + \frac{24000}{104500}\right) \times \left(\frac{44 \text{ semanas}}{70 \text{ semanas}}\right) \times 100 \%$$

$$EFICIENCIA (\%) = 77 \% \text{ (INTOLERABLE)}$$

7.4.5.3. Efectividad

$$EFECTIVIDAD (\%) = EFICACIA \times EFICIENCIA$$

$$EFECTIVIDAD (\%) = 100\% \times 77\% = 77\% \text{ (INTOLERABLE)}$$

7.4.5.4. Costos

$$COSTOS (\%) = \frac{\text{real acum}}{\text{presup acum}} \times 100\% = \frac{104500}{83000} \times 100\%$$

$$COSTOS (\%) = 126\% \text{ (INTOLERABLE)}$$

7.4.5.5. Plazos

$$PLAZOS (\%) = \frac{\text{plazo real (sem)}}{\text{plazo previsto (sem)}} \times 100\% = \frac{70}{44} \times 100\%$$

$$PLAZOS (\%) = 159\% \text{ (INTOLERABLE)}$$

8. CAPÍTULO VIII - ANÁLISIS DE RESULTADOS

8.1.1. Comparativa de los Gantt de ambos proyectos

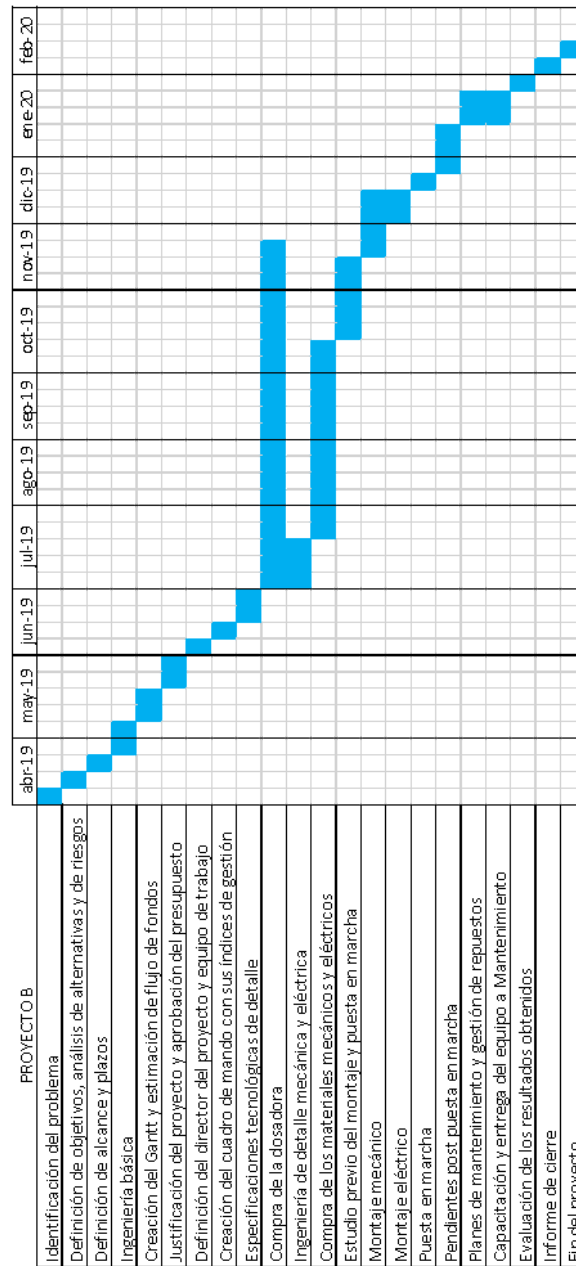
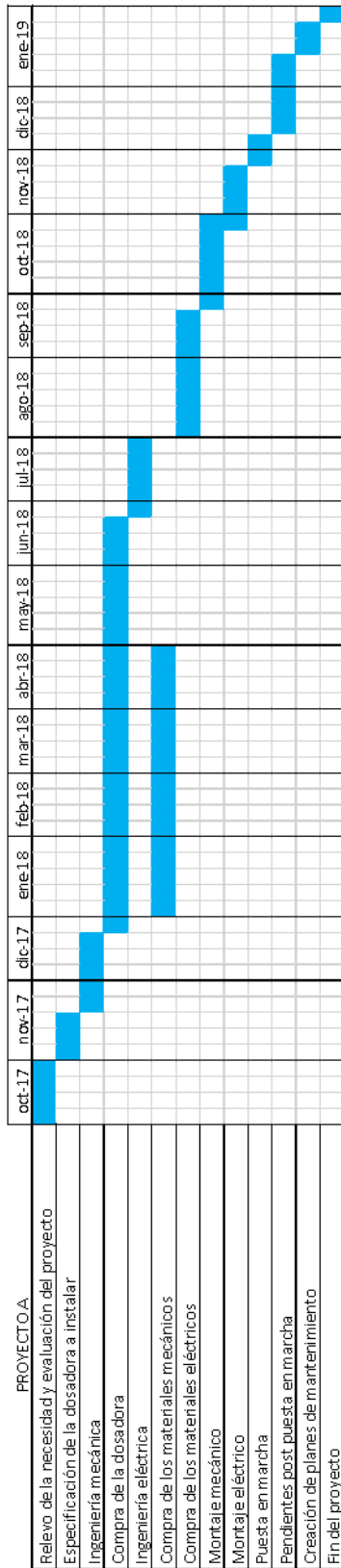


Figura 46 - Comparativa de los Gantt de ambos proyectos

Al comparar ambos Gantt se puede observar rápidamente cómo en el primer proyecto se ha manejado el tiempo de manera ineficiente.

Esto se dio por dos motivos:

- Una mala planificación, lo cual hizo que no se ataquen tareas en simultáneo, si no que se esperó a terminar una para recién arrancar con la otra, siendo que no eran dependientes entre sí. Esto sí fue corregido en el segundo, y se logró gracias a una planificación más detenida y estudiada.
- Falta de seguimiento, lo que provocó falta de compromiso y no haber detectado a tiempo demoras importantes en compras o ingenierías.

Por otro lado, en el segundo proyecto se logró optimizar el uso de los recursos económicos al punto tal de que incluso se gastó menos de lo presupuestado. Como lo fue con la gestión de plazos comentada anteriormente, esto también fue mérito de una mejor planificación y haber transcurrido correctamente las primeras etapas de elección de la mejor tecnología y haber consultado a una cantidad suficiente de proveedores.

8.1.2. Comparativa de los índices de ambos proyectos











	Proyecto A	Proyecto B	Dif B - A	Dif B - A (%)
Eficacia (%)	100 	100 	0	0%
Eficiencia (%)	77 	125 	48	62%
Efectividad (%)	77 	125 	48	62%
Costos (%)	126 	87 	-39	-31%
Plazos (%)	159 	105 	-54	-34%
Costo total (USD)	104500	78300	-26200	-25%
Plazo total (sem)	70	46	-24	-34%

Figura 47 - Comparativa de los índices de ambos proyectos

8.1.3. Interpretación de los resultados

Analizando los resultados, se deduce lo siguiente:

- En ambos proyectos se llegó a cumplir con los objetivos propuestos. Por este motivo, los dos cumplieron un 100% de eficacia
- El proyecto B fue un 48% más eficiente que el proyecto A
- El proyecto B fue un 48% más efectivo que el proyecto A.
- Los cálculos anteriores de eficiencia y efectividad resultaron idénticos para cada proyecto debido a que en ambos casos se consideró que la eficacia fue del 100% por haberse cumplido con los objetivos. Pero la diferencia entre ambos proyectos estuvo en la gestión de los plazos y del presupuesto.
- El proyecto B obtuvo un 31% mejor relación entre monto consumido y presupuestado. El proyecto A gastó un 26% más de lo presupuestado, mientras que el B gastó un 13% menos.
- Lo anterior traducido a dinero: el proyecto B logró un ahorro de USD 4.700 con respecto al presupuesto, mientras que el proyecto A gastó USD 21.500 de más con respecto al presupuesto inicial.
- Los dos proyectos no lograron cumplir con el tiempo, pero el B estuvo muy cerca de cumplirlo, mientras que el A se alejó mucho. El proyecto A sólo se demoró un 5% con respecto a lo previsto, mientras que el proyecto B un 59%, lo cual es mucho.

CONCLUSIONES

Al aplicar la metodología propuesta a través de la herramienta de gestión diseñada se consigue observar cómo se ha logrado mejorar la gestión de un proyecto específico de ingeniería de mantenimiento.

El primer aspecto que se optimizó fue el aprovechamiento del tiempo con una mejor planificación y seguimiento semanal. Esto se ve claramente al comparar ambos diagramas de Gantt. El primer proyecto se había ejecutado en 70 semanas, mientras que el segundo en sólo 46.

En el primer proyecto se habían cometido errores como por ejemplo esperar a que termine una compra que demandó meses para luego recién salir a realizar la ingeniería y compras de materiales de montaje, cuando se podría haber hecho esto en paralelo para ahorrar tiempo. Además, al no realizar reuniones periódicas de seguimiento que involucren y comprometan a todos los participantes, se demoraron muchas tareas importantes como las compras de materiales y elaboración de planos de montaje.

En el segundo proyecto, se demora un poco más las etapas iniciales de formulación y planificación, pero gracias a haberlas ejecutado de manera más ordenada, sin saltarse ningún paso, se logró avanzar de una forma mucho más eficiente en las etapas de ejecución.

El proceso de cierre también fue mejor, ya que se realizó una correcta capacitación al personal. Asimismo, se crearon todos los planes de mantenimiento necesarios y se codificaron todos los repuestos críticos para lograr la disponibilidad requerida por el proceso.

El otro aspecto que se ha logrado perfeccionar con resultados asombrosos fue la gestión del presupuesto. Incluso se logró consumir menos de lo presupuestado originalmente. Se obtuvo además una buena distribución temporal de los gastos para evitar caer en problemas financieros que hubieran requerido la adquisición de créditos de corto plazo innecesarios.

Finalmente, el hecho de haber sido más metódico, hizo que la gente esté mucho más involucrada y comprometida porque todos veían que había un seguimiento

semanal de avances y nadie quería quedar expuesto a mostrar una demora en su tarea. Esta claridad de objetivos consiguió alcanzar una visión compartida entre todos, lo cual fue clave para propiciar un buen liderazgo por parte del director del proyecto y un destacable trabajo en equipo. Por último, es importante también destacar cómo esta vorágine se tradujo en una gran motivación que realimentaba de forma positiva aún más la participación de todos.

Esta conclusión no es una generalización porque sólo se aplicó a un proyecto en particular, pero deja abierto el camino hacia una nueva investigación aplicándolo a más cantidad de casos concretos con el propósito de acercarse lo más posible a una generalización. Para lograrlo, sería necesario estudiar una muestra de proyectos de gran diversidad entre sí, por ejemplo, que impacten en diferentes ejes de gestión (seguridad, medio ambiente, costos, producción, calidad, eficiencia energética) y que involucren diferentes familias de tecnología.

ACRÓNIMOS

M: Mantenimiento

IM: Ingeniería de Mantenimiento

E: Estudios

EM: Ejecución del Mantenimiento

PCM: Planificación y Control del Mantenimiento

SGP: Sistema de Gestión de Proyectos

PEA: Planificación Económica Anual

OUTSOURCING: Sinónimo de Tercerización

SINTER: Planta de Sinterizado

PRAC: Planta de Regeneración de Ácido

TANDEM: Stands de Rodillos Laminadores

LACA: Laminación en Caliente

LAMFRI: Laminación en Frío

ING: Ingeniero

MTTO: Mantenimiento

P/: Para

C/: Con

GTE: Gerente

PLC: Controlador Lógico Programable

PM: Puesta en marcha

INGENIERÍA BÁSICA: Plano o conjunto de planos elaborado rápidamente y sin muchos detalles, para tener un primer boceto del proyecto que se desea realizar. Sirve para estimar diagrama de Gantt y flujo de fondos, para poder presupuestar el proyecto.

INGENIERÍA DE DETALLE: Plano o conjunto de planos con listas de materiales que contiene todo el detalle necesario para comprar los materiales y realizar el montaje de un proyecto, sin que se pase por alto nada, evitando cualquier imprevisto.

BIBLIOGRAFÍA

Alles, M. A. (2010). *Cómo delegar efectivamente en 12 pasos*. Buenos Aires: Granica.

Araujo Medina, S. R. (2016). Programa de entrenamiento físico para mejorar la efectividad en el tiro táctico de los miembros del grupo de intervención y rescate de la policía Nacional del Ecuador acantonado en la ciudad de Guayaquil de la provincia del Guayas (Bachelor's thesis, Universidad de Guayaquil. Facultad de Educación Física Deporte y Recreación). Recuperado el 07 de septiembre de 2018, de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/16258>

Castillo, Y. A. (2014). *El Mantenimiento Industrial*. Recuperado el 07 de septiembre de 2018, de <https://www.monografias.com/trabajos101/el-mantenimiento-industrial/el-mantenimiento-industrial.shtml>

Cobo, J. M. (2017). *La tercerización como herramienta de gestión empresarial*. Medellín: Universidad EAFIT.

Diana Maritza, M. M. (2010). *El outsourcing en recursos humanos selección de personal*. Bogotá: Universidad Militar Nueva Granada.

Díaz Navarro, J. D. (2007). *Técnicas de mantenimiento industrial*. Cádiz: Calpe Institute of Technology.

Domínguez, R. (2010). *Formulación y gestión de proyectos*. Lima: Escuela nacional de administración pública.

Drucker F. Drucker (1967). *The Effective Executive*. New York: Harper & Row.

Fórneas Carro, J. R. (2008). *Outsourcing: Saque el máximo partido de sus proveedores*. La Coruña: Netbiblo.

García Garrido, S. (2010). *La contratación del mantenimiento industrial*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos.

Goleman, D. (2010). *La inteligencia emocional*. Buenos Aires: Javier Vergara Editor.

González Fernández, F. J. (2005). *Teoría y práctica del mantenimiento industrial Avanzado*. Madrid: FC Editorial.

Instituto Universitario Politécnico Santiago Marino (2011). *Función del mantenimiento*. Recuperado el 07 de septiembre de 2018, de <https://es.slideshare.net/josjul/mantenimiento-industrial-8557169>

Kaplan, Robert S. & Norton, David P. (2002). *Cuadro de mando integral (2da edición)*. Barcelona: Ediciones Gestión 2000.

- Lledó, P. (2017). Administración de proyectos: El ABC para un Director de proyectos exitoso. 6ta ed. USA: pablolledo.
- Mokate, K. M. (2001). Eficacia, eficiencia, equidad y sostenibilidad: ¿qué queremos decir? Washington D. C.: Inter-American Development Bank.
- Moreno Carreón, G. (2001). Diseño de la metodología para transferir un componente fabricado de una empresa a un proveedor externo (Outsourcing). Tesis de Maestría en Ciencias De La Administración con Especialidad en Producción y Calidad. San Nicolás de los Garza: Universidad Autónoma de Nuevo León. México.
- Martínez Pedrós, D. M., & Milla Gutiérrez, A. M. (2005). La elaboración del plan estratégico y su implantación a través del cuadro de mando integral. Madrid: Ediciones Díaz de Santos.
- Project Management Institute (2021). A guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK guide) and the Standard for project management – 7th Ed. Newton Square, PA, United States: Project Managment Institute.
- Salgueiro, A. (2001). Indicadores de gestión y cuadro de mando. Madrid: Ediciones Díaz de Santos.
- Schneider, B. (2004). Outsourcing: la herramienta de gestión que revoluciona el mundo de los negocios. Lima: Grupo Editorial Norma.
- Tavares, L.A. (1999). Administración moderna de mantenimiento. Río de Janeiro: Novo Polo Publicações.
- Welsch, Glenn A. & Hilton, Ronald W. & Gordon, Paul N. & Rivera, Carlos. Presupuestos, Planificación y Control 6ta Edición (2005). México: Pearson Educación.