



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERIA

CARRERA DE INGENIERIA INDUSTRIAL

“MEJORA CONTINUA UTILIZANDO MANUFACTURA
ESBELTA EN EL TENDIDO DE CABLEADO ELÉCTRICO
PARA AUMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DE LA
EMPRESA GYM EN UN PROYECTO MINERO EN LA
CIUDAD DE AREQUIPA, 2016”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Industrial

Autor:

Br. Carlos Eduardo Villar Zapata

Asesor:

Mg. Ing. Marco Baca López

Trujillo – Perú

2016

APROBACIÓN DE LA TESIS

El asesor y los miembros del jurado evaluador asignados, **APRUEBAN** la tesis desarrollada por el Bachiller **Carlos Eduardo Villar Zapata**, denominada:

**“MEJORA CONTINUA UTILIZANDO MANUFACTURA ESBELTA EN EL
TENDIDO DE CABLEADO ELÉCTRICO PARA AUMENTAR LA
PRODUCTIVIDAD DE LA EMPRESA GYM EN UN PROYECTO MINERO EN LA
CIUDAD DE AREQUIPA, 2016”**

Ing. Marcos Baca López
ASESOR

Ing. Jorge García González
JURADO 01

Ing. Ramiro Mas McGowen
JURADO 02

Ing. Miguel Rodríguez
JURADO 03

DEDICATORIA

A Dios por las bendiciones dadas día tras día

A mi familia, en especial a mi madre por ser la persona más importante en mi vida, brindándome siempre su apoyo y amor incondicional en todo momento.

AGRADECIMIENTO

En mi primer lugar, agradecer a mi casa de estudios, por la formación impartida durante mis días de estudiante. También a mis asesores y profesores de universidad por sus consejos y enseñanzas para el desarrollo de este trabajo.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CAPÍTULO 1. GENERALIDADES DE LA INVESTIGACIÓN	13
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	13
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	14
1.3. HIPÓTESIS	15
1.4. OBJETIVOS	15
1.4.1. <i>Objetivo General</i>	15
1.4.2. <i>Objetivos Específicos</i>	15
1.5. JUSTIFICACIÓN	15
1.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	16
1.7. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	18
1.7.1. <i>Según el Propósito</i>	18
1.7.2. <i>Según el Diseño de Investigación</i>	18
1.8. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	18
1.9. VARIABLES	18
1.9.1. <i>Sistema de Variables</i>	18
CAPÍTULO 2. REVISIÓN DE LITERATURA	20
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	20
2.1.1. <i>Antecedentes Internacionales</i>	20
2.1.2. <i>Antecedentes Nacionales</i>	20
2.2. BASES TEÓRICAS.....	21
2.2.1. <i>La Manufactura Esbelta</i>	21
2.2.2. <i>Principios de Manufactura Esbelta</i>	22
2.2.3. <i>Herramientas de Manufactura Esbelta</i>	23
2.2.4. <i>Tendido de Cableado Eléctrico</i>	35
2.2.5. <i>Técnicas de Tendido de Cableado</i>	36
2.2.6. <i>Tendido manual</i>	37
2.2.7. <i>Recomendaciones para el Tendido de Cableado</i>	38
2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS.....	39
CAPÍTULO 3. DIAGNOSTICO DE LA REALIDAD ACTUAL	41
3.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA EMPRESA	41
3.1.1. <i>Misión y Visión</i>	42
3.1.2. <i>Principales Productos/Servicios</i>	42
3.1.3. <i>Reseña del proyecto de expansión minera en Arequipa</i>	43
3.1.4. <i>Estructura organizacional del proyecto de expansión minera</i>	45
3.1.5. <i>El cableado eléctrico</i>	45
3.2. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA Y DIAGNÓSTICOS.....	46
3.2.1. <i>MAPA Y CARACTERIZACIÓN DE PROCESOS</i>	47
3.2.2. <i>Identificación de Problemas</i>	54
3.2.3. <i>Análisis de "Causa - Efecto"</i>	55
3.2.4. <i>Diagrama de Pareto</i>	57
3.2.5. <i>Conclusiones de Análisis de Problemas</i>	61
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA	63
CAPÍTULO 4. SOLUCIÓN PROPUESTA	64
4.1.1. <i>"5S" en el tendido de cableado eléctrico</i>	64
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA	67
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA	69
BENEFICIO – COSTO DE LA MEJORA IMPLEMENTADA	78

4.1.2.	<i>JUST IN TIME</i>	80
4.1.3.	<i>KAIZEN EN EL TENDIDO DE CABLEADO ELECTRICO</i>	92
4.3.3.1	<i>PLAN DE IMPLEMENTACIÓN</i>	92
4.3.3.2	<i>Implementación de Círculos de Calidad</i>	94
4.3.3.3	BENEFICIO – COSTO DE PROPUESTA KAIZEN	98
4.1.4.	<i>Single Minute Exchange Die (DOE) en el Tendido de Cableado Eléctrico.</i>	100
4.1.5.	<i>Evaluación de Desempeño en el Tendido de Cableado</i>	115
	BENEFICIO – COSTO DE PROPUESTA EVALUACIÓN DE DESEMPEÑO	119
CAPÍTULO 5.	EVALUACIÓN ECONÓMICA FINANCIERA	122
5.1.	ANÁLISIS CUANTITATIVO	122
CAPÍTULO 6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	132
ANEXOS		136

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 01.....	17
Tabla N° 02.....	18
Tabla N° 03.....	25
Tabla N° 04.....	39
Tabla N° 05.....	40
Tabla N° 06.....	41
Tabla N° 07.....	52
Tabla N° 08.....	54
Tabla N° 09.....	56
Tabla N° 10.....	59
Tabla N° 11.....	59
Tabla N° 12.....	60
Tabla N° 13.....	61
Tabla N° 14.....	62
Tabla N° 15.....	68
Tabla N° 16.....	69
Tabla N° 17.....	69
Tabla N° 18.....	70
Tabla N° 19.....	71
Tabla N° 20.....	71
Tabla N° 21.....	72
Tabla N° 22.....	76
Tabla N° 23.....	77
Tabla N° 24.....	77
Tabla N° 25.....	78
Tabla N° 26.....	79
Tabla N° 27.....	80
Tabla N° 28.....	81

Tabla N° 29.....	82
Tabla N° 30.....	82
Tabla N° 31.....	83
Tabla N°32.....	86
Tabla N° 33.....	86
Tabla N° 34.....	87
Tabla N° 35.....	88
Tabla N° 36.....	89
Tabla N° 37.....	90
Tabla N° 38.....	91
Tabla N° 39.....	92
Tabla N° 40.....	95
Tabla N° 41.....	97
Tabla N° 42.....	99
Tabla N° 43.....	101
Tabla N° 44.....	103
Tabla N° 45.....	105
Tabla N° 46.....	108
Tabla N° 47.....	109
Tabla N° 48.....	109
Tabla N° 49.....	110
Tabla N° 50.....	111
Tabla N° 51.....	112
Tabla N° 52.....	113
Tabla N° 53.....	113
Tabla N° 54.....	115
Tabla N° 55.....	116
Tabla N° 56.....	116
Tabla N° 57.....	117
Tabla N° 51.....	112

ÍNDICE DE DIAGRAMAS

Diagrama N° 01	21
Diagrama N° 02	23
Diagrama N° 03	24
Diagrama N° 04	42
Diagrama N° 05	45
Diagrama N° 06	46
Diagrama N° 07	48
Diagrama N° 08	51
Diagrama N° 09	53
Diagrama N° 10	55
Diagrama N° 11	96
Diagrama N° 12	96
Diagrama N° 13	98
Diagrama N° 14	98
Diagrama N° 15	100
Diagrama N° 16	100
Diagrama N° 17	102
Diagrama N° 18	102
Diagrama N° 19	106
Diagrama N° 20	107
Diagrama N° 20	107

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1	31
Figura N° 2	33
Figura N° 3	49
Figura N° 4	64
Figura N° 5	65
Figura N° 6	66
Figura N° 7	66
Figura N° 8	67
Figura N° 9	87

RESUMEN

En los últimos años, se han venido presentando numerosos proyectos de gran envergadura, por lo que las exigencias en la construcción han aumentado considerablemente. Las empresas constructoras se proyectan ahora en entregar proyectos en el menor tiempo posible, ofreciendo un producto basado en los estándares de calidad.

Cada proyecto de construcción abarca distintas actividades, entre ellas el montaje de estructuras, montaje de tuberías (piping), instalación y conexión de equipos, soldadura, actividades mecánicas y eléctricas, entre otras. Una de las actividades que representa una parte importante de la obra realizada en este proyecto, es el cableado eléctrico. Esta actividad es pieza clave de la construcción, debido a que requiere de un gran esfuerzo y equipo de trabajo dedicado a realizar dicha obra. Muchas veces presenta problemas de operación y la obra debe ser retrasada en entrega debido a algún error en su ejecución.

En la presente investigación se propone la implementación de la metodología de Manufactura Esbelta en la actividad de cableado eléctrico, ya que generaría un aumento de productividad a un 78% y una disminución de tiempos de espera, sea por falta de materiales o búsqueda de herramientas a un 20%, comprobando así que la Manufactura Esbelta es una herramienta multifacética y adaptable a diversas realidades.

ABSTRACT

In the last years, they have come presenting various projects of great importance, requirements in construction have increased considerably. Construction companies are projected now in delivering projects in the minor possible time, offering a product based on the quality standards.

Every project of construction includes different activities, between them the assembly of structures, assembly of pipelines (piping), installation and hookup of equipments, weld, mechanical and electrical activities like others. One of the activities that represents an important part of the work realized in this project, is wired up electrically. This activity is a key part of the construction, due to the fact that it needs a great effort and equipment of work dedicated to realizing the above mentioned work. Often it presents problems of operation and the work must be been late in delivery due to some mistake in his execution.

In the present investigation one proposes the implementation of the methodology of Slender Manufacture in the activity of wired up electrically, since it would generate an increase of productivity to 78 % and a decrease of times of wait, be for lack of materials or search of tools to 20 %, verifying so the Slender Manufacture is a many-sided and adaptable tool to diverse realities.

CAPÍTULO 1. GENERALIDADES DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Descripción del Problema de Investigación

(Valencia, 2014) señala que “la construcción civil es una de las actividades que representa los grandes avances en el entorno económico a nivel mundial debido a las grandes inversiones de empresas tanto en el sector público como privado (entre 1 a 2 billones de dólares). En países como Alemania, ha experimentado en los últimos años una ligera mejora, donde esperan una tasa de crecimiento del 2% en el 2015. En Estados Unidos, el sector de la construcción continua con el repunte que inició en el 2012, se espera un incremento del 9% para 2015. Sin embargo en México, la construcción sufrió una disminución de la producción en el 2014, pero ya en el 2015, muestra signos de mejoría gracias al nuevo Plan Nacional de Infraestructura; dicha inversión representa alrededor del 11% del PBI, en más de 1000 proyectos en el transporte, energía, vivienda y desarrollo humano. Mientras que en países como India y Corea supera tasas de crecimiento del 30% y en China más del 40% anual; generando más de 5 millones de puestos de trabajo”. Así mismo, (Martinez, 2015) sostiene que “los países en desarrollo cuentan con un amplio mercado potencial debido a las grandes carencias de infraestructura y en los países industrializados ha ido aumentando el interés de llevar a cabo desarrollos tecnológicos que permitan conservar la vanguardia dentro de la industria. Es por ello que el sector de la construcción tiene una gran importancia en el mundo”.

(Arbulú, 2015) sostiene que “la construcción y los proyectos mineros son los principales ejes de la economía peruana. El INEI indica que en el 2015 representaron aproximadamente el 7% del PBI nacional. Sin embargo, debido a los constantes cambios de la coyuntura económica global, son sectores que han ido disminuyendo su crecimiento en los últimos años y por tal motivo se encuentran en un proceso de re-estructuración y mejora que se proyecta a escenarios aún más alentadores de los que actualmente se vive”. De otro modo, (Valdivia, 2016) asegura que “el sector construcción en el Perú proyecta un crecimiento cercano al 1.96% durante 2016, gracias al dinamismo de la actividad inmobiliaria y a la mayor fortaleza de la inversión pública, especialmente, en proyectos de infraestructura”.

Graña y Montero S.A. es una de las empresas más grandes en cuanto a obras civiles de gran magnitud, se encuentra presente a nivel nacional con diversos proyectos en cartera, entre ellos el proyecto de expansión minera en la ciudad de Arequipa, el cual tiene mucha expectativa por parte de la población y la región, ya que es responsable de producir el 21.4% de cobre en el país. Sin embargo el proyecto de expansión minera representa un gran reto para GyM por los tiempos de entrega que deben ser cumplidos, respetando los estándares de calidad de obra que espera el cliente, a ello se suma que la empresa tiene una productividad del 78% con respecto al avance planificado, tal como se muestra en el

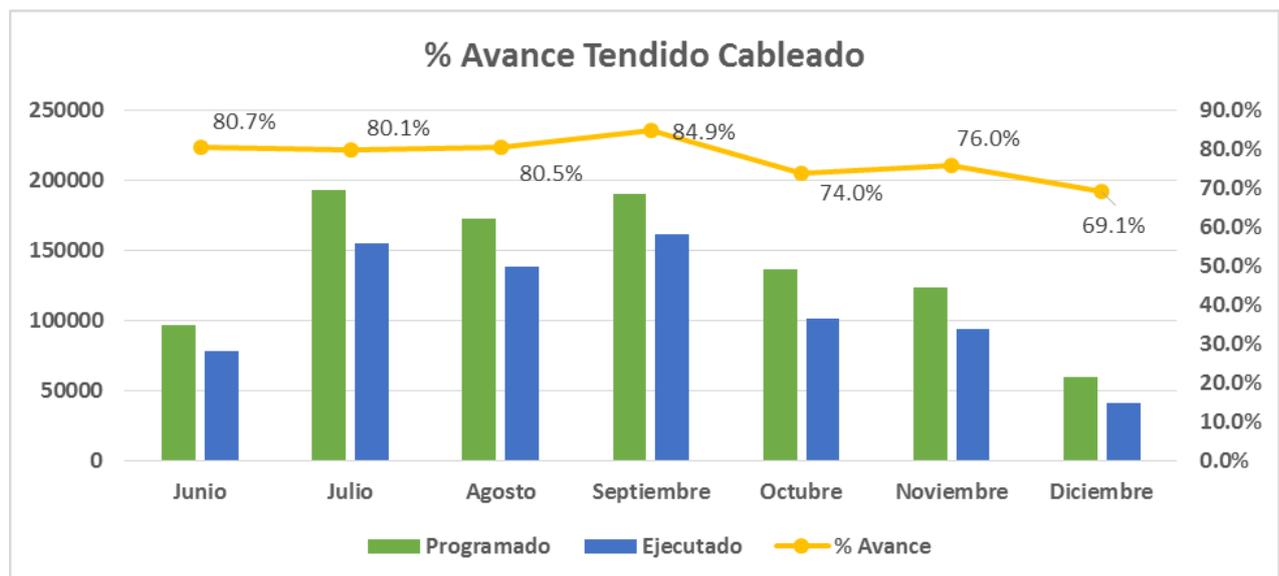
Diagrama N°01. Con esto se planteó la hipótesis de que el problema radica en la mano de obra, el método y organización del proceso de cableado.

Tabla N°01: Programación Tendido Cableado

	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Programado	97,037	193,503	172,717	190,116	137,133	123,300	59,568
Ejecutado	78,265	154,936	139,013	161,499	101,512	93,761	41,156
% Avance	80.7%	80.1%	80.5%	84.9%	74.0%	76.0%	69.1%

Fuente: Elaboración Propia

Diagrama N°01: % Avance Tendido Cableado



Fuente: Elaboración Propia

1.2. Formulación del problema

¿De qué manera la Manufactura Esbelta impactará en la productividad de la empresa GyM en la actividad de tendido de cableado eléctrico en un proyecto de Unidad de Expansión Minera en la ciudad de Arequipa, 2016?

1.3. Hipótesis

Es factible lograr una mejora continua utilizando Manufactura Esbelta en al tendido de cableado eléctrico para un proyecto minero en la ciudad de Arequipa en el 2016

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Incrementar la productividad mediante una propuesta de mejora continua utilizando Manufactura Esbelta en el tendido de cableado eléctrico de la empresa GyM para un proyecto minero en la ciudad de Arequipa en el 2016.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Realizar un diagnóstico de la situación de la empresa y los recursos existentes para el tendido de cableado eléctrico.
- Evaluar y proponer alternativas de mejora continua en base a manufactura esbelta para los problemas identificados en la actividad de tendido de cableado eléctrico.
- Elaborar un plan de implementación de mejora en la actividad del tendido de cableado eléctrico.
- Evaluar el impacto en la productividad con respecto a la implementación de Manufactura Esbelta

1.5. Justificación

El presente trabajo está fundamentado en los siguientes criterios:

Justificación teórica. El presente trabajo de investigación es pertinente desde el aspecto teórico debido a que busca la aplicación de teorías y conceptos de Manufactura Esbelta. La aplicación de herramientas de Manufactura Esbelta, pondrán a prueba las aptitudes del bachiller encargado del proyecto, con respecto a esta herramienta propia de la profesión de Ingeniería Industrial. Con respecto a la aplicación en el sector de construcción, específicamente en el tendido de cableado eléctrico, no existe aún aplicaciones de dicha herramienta a esta actividad, y aún la aplicación de Mejora Continua en el sector de construcción es aún insipiente, sobre todo cuando el cambio que se pretende implementar es para lograr impacto en la productividad. Por ello es importante no solo buscar mejorar en una sola área de la empresa, sino trabajar de manera conjunta para tener la perspectiva de la interdependencia que existe entre todos los miembros de la empresa.

Justificación aplicativa o práctica. El presente trabajo de investigación será aplicado en un proyecto de expansión minera en la ciudad de Arequipa a cargo de GyM. Se pretende mejorar el proceso productivo de la empresa a través del uso de Manufactura Esbelta (5S, JIT, Kaizen). La aplicación de esta propuesta de mejora además de solucionar problemas mediante un sistema integrado que abarca las principales actividades de la empresa pretende sentar las bases para poner en práctica la solución de problemas futuros logrando satisfacer las exigencias de los clientes en todos los aspectos y en definitiva alcanzar ventajas competitivas sostenibles.

Justificación valorativa. El proyecto tiene un estudio cualitativo y otro cuantitativo, la propuesta de integrar el área de producción para que la empresa “GyM” incremente su rentabilidad se refleja en mejorar el proceso productivo y disminuir los productos defectuosos.

Para desarrollar cualitativamente esta investigación se recaudará información a través de encuestas y/o entrevistas para medir el grado de satisfacción que los trabajadores tienen en la empresa y de manera cuantitativa medir el impacto que tiene un aumento de la productividad y su respectivo impacto en los costos que la empresa tiene para que aumente su nivel de rentabilidad.

Justificación académica. Se tomó en cuenta la empresa “GyM” para desarrollar el presente trabajo de investigación, debido a que era conocida la situación que estaba pasando, también se abre una oportunidad para que el desarrollador del trabajo muestre sus capacidades en el área de producción ya que harán notar sus capacidades intelectuales desarrolladas en sus años de estudio en la universidad.

Además este proyecto permitirá hacer ver a la gerencia de la empresa la posibilidad de tener en cuenta siempre a universitarios capaces de ofrecer una mejora en su empresa y que por un lado se beneficie el estudiante desarrollando nuevos conocimientos y habilidades que le favorecerán en su desarrollo profesional y por otro lado la empresa, que se beneficiará aumentando o mejorando su nivel de competitividad.

1.6. Operacionalización de Variables

Tabla 01. Matriz de Operacionalización de Variables Independientes

Variable	Mejora Continua	Indicador	Forma de Cálculo	Descripción
Implementación de Manufactura Esbelta	5S	Variabilidad del tiempo de organizar materiales de trabajo	$\frac{Tpo\ anterior - Tpo\ nuevo}{Tiempo\ anterior} \times 100$	A partir de la toma de tiempo usados anteriormente y los tiempos actuales se calcula el porcentaje de variación de tiempos que se logró para organizar materiales.
	JIT	Nivel de producción del producto final	$\frac{Km\ de\ Cabl\ act - Km\ de\ Cab\ esp}{Km\ de\ Cabl\ act} \times 100$	Se determina midiendo el aumento de producción respecto al metrado de cable actual y el metrado esperado.
		Variabilidad del tiempo de producción	$\frac{Tpo\ prod\ act - Tpo\ prod\ esp}{Tpo\ de\ prod\ act} \times 100$	Este indicador va en paralelo con el aumento del nivel de producción de acuerdo a eso se mide el porcentaje de disminución de tiempo de producción actual y el tiempo esperado.
	SMED	Ubicar la mejor metodología para el tendido de cable	Tiempo de tendido de cable	Este indicador busca lograr una mejora en el tendido del cableado.
	KAIZEN	Satisfacción y búsqueda de mejora continua	Encuesta calificativa (de 1 a 5) de satisfacción y capacitación con respecto a la mejora continua	Este indicador medirá la satisfacción de los colaboradores de la empresa con respecto al trabajo y a su vez su interiorización de la búsqueda de mejora continua

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 02. Matriz de Operacionalización de Variables Dependientes

Variable	Área	Indicador	Forma de Cálculo	Descripción
La productividad de la empresa GyM en el proyecto de expansión minera en la ciudad de Arequipa	Producción	Porcentaje de representación de costos operativos del área de producción	$\frac{\text{Costos operativos producción}}{\text{Total de costos operativos}} \times 100$	Porcentaje de los costos operativos de producción sobre los costos operativos totales en que se incurren.
		Porcentaje de cumplimiento de plan de producción	$\Delta \frac{\text{Avance Ejecutado}}{\text{Avance Programado}} \times 100$	Nivel de cumplimiento del avance programado para la obra.

Fuente: Elaboración Propia

1.7. Tipo de Investigación

1.7.1. Según el Propósito

El tipo de Investigación es Aplicativa.

1.7.2. Según el Diseño de Investigación

La investigación es No Experimental.

1.8. Diseño de la Investigación

La investigación realizada es de tipo no experimental con características descriptivas y explicativas, lo que permite analizar, diagnosticar y generar mejoras en el elemento de estudio planteado.

1.9. Variables

1.9.1. Sistema de Variables

Variable Independiente:

- Implementación de 5S's.

- Implementación de JIT.
- Implementación de KAIZEN.
- Implementación de SMED.

CAPÍTULO 2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Antecedentes de la Investigación

No existen textos ni estudios donde se hablen de aplicación de la Manufactura Esbelta a la actividad de tendido de cable en la construcción, sin embargo podemos referenciar la actividad considerando algunos aspectos importantes de dicha actividad, y relacionarla con información disponible de Manufactura Esbelta en la construcción.

2.1.1. Antecedentes Internacionales

Díaz (2012) de la Universidad de Chile indica que la Manufactura Esbelta es una herramienta destinada a estabilizar el flujo de trabajo y para ello se basa en los principios del “Lean Production” aplicados a la construcción. Así, se puede mejorar el tiempo de ciclo de la cadena productiva y al mismo tiempo, hacer que los trabajadores no pierdan tanto tiempo en actividades que no agregan valor, como por ejemplo, esperas de material o falta de herramientas.

Infante y Erazo (2013) de la Universidad de San Buenaventura Cali, señalan que la aplicación de herramientas Manufactura Esbelta son vitales para la mejora del sector manufacturero, ya que contribuye al mejoramiento de los procesos eliminando las actividades que no generan valor trayendo como consecuencia mayor satisfacción al cliente e incluso ahorros financieros sin realizar grandes inversiones.

La actividad de tendido de cable, por ser una actividad importante en la construcción y que a su vez requiere del uso de mano intensiva en su realización, debe considerar aspectos de seguridad en su realización.

En aspectos técnicos de la actividad de tendido de cableado eléctrico, Grupo ISASTUR (2010) indica en su Manual de Seguridad señala que existen parámetros en la actividad que deben ser respetados para su correcta ejecución como la zona de trabajo, que deberá estar debidamente señalizada y delimitada mediante cinta y/o plástica sustentada por poste o material similar como forma de señalización de la zona de trabajo, así como manipulación del cableado y prácticas del operario al momento de realizarlo.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

Orihuela (2011) realizó un estudio sobre el “Lean Construction”, una nueva forma de producción, cuyo objetivo es eliminar y/o minimizar las pérdidas en los recursos que se usa para construir un proyecto, ya que los niveles de desperdicio, en la construcción, en

todo el mundo, son muy altos. Con el fin de generar el máximo valor posible para los clientes

Palomino (2012) de la Pontificia Universidad Católica del Perú, asegura que las implementaciones de Manufactura Esbelta, ayudarían significativamente a combatir los problemas de rendimiento y productividad en las líneas de envasado de lubricantes. El éxito se ve asegurado, aplicando las herramientas asociadas como la filosofía de 5S's y un cambio en la cultura organizacional.

Sedamano (2013) de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, afirma que la metodología Lean no es simplemente una cantidad definida de herramientas a fines de reducir los desperdicios en la empresa; esta técnica demostró ser también un asegurador de la calidad en el producto, asegura la eficacia en la realización de las actividades y la eficiencia en el uso de recursos y horas de trabajo.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. La Manufactura Esbelta

Rajadell, M.; Sanchez, J. (2010) indican que el Lean Manufacturing o Manufactura Esbelta es un conjunto de herramientas que tienen como fin la eliminación del desperdicio, siendo éste definido como todas las acciones que no aportan valor al producto y por las que el cliente no está dispuesto a pagar.

Esta herramienta se origina en Japón debido a la necesidad de la empresa Toyota de fabricar automóviles a un buen precio, en pequeños volúmenes y de muchos modelos diferentes sin poder aprovechar los recursos de las economías de escala y la estandarización *taylorista* y *fordiana*. Las razones por las que las empresas optan por la implantación de Manufactura Esbelta porque sus técnicas proporcionan pequeñas y frecuentes mejoras que incrementan la competitividad de una organización de manera sostenida en el tiempo. A ésta se le adhiere la reducción de los costos globales mientras se mantienen los estándares de calidad y se disminuyen los tiempos de ciclo de fabricación.

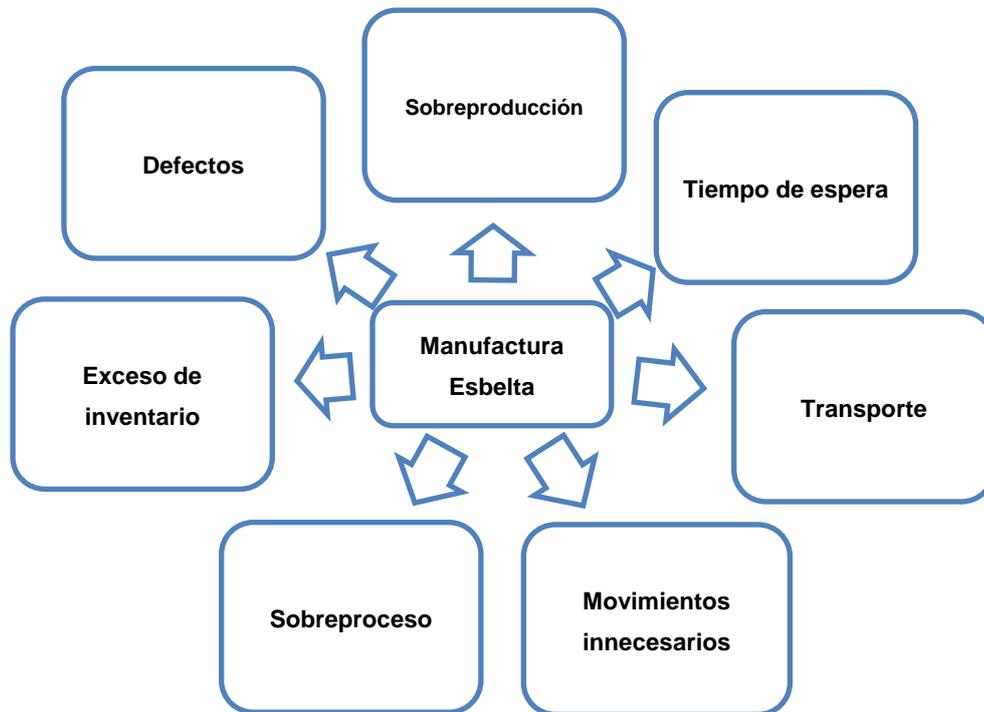


Diagrama 01. Despilfarros que ataca la Manufactura Esbelta

Fuente: Elaboración propia

2.2.2. Principios de Manufactura Esbelta

La manufactura esbelta se basa en catorce principios agrupados en cuatro categorías.

• **Categoría 1: Filosofía a Largo Plazo.**

- Basar las decisiones administrativas en una filosofía a largo plazo.

• **Categoría 2: Los procesos correctos van a producir resultados correctos.**

- Crear flujos continuos en los procesos para hacer que los problemas salgan a la luz.

- Utilizar sistemas "pull".

- Nivelar la carga de trabajo.

- Crear una cultura en la que la gente se detenga para arreglar los problemas y se logre alcanzar la calidad adecuada desde el inicio.

- La estandarización de tareas es la base para la mejora continua.

- Utilizar el control visual para que todos los problemas sean visibles.

- Utilizar la tecnología para ayudar al proceso y a la gente, más no para reemplazarla
- **Categoría 3: Agrega valor a la organización por medio del desarrollo de tu gente y tus socios.**
- Desarrollar líderes que comprendan el trabajo, vivan la filosofía y enseñen a los demás.
- Desarrollar gente y equipos excepcionales orientados a la filosofía.
- Respetar a los socios y proveedores.
- **Categoría 4: Resolver continuamente problemas de raíz impulsa el aprendizaje de la organización.**
- Ir a ver uno mismo para comprender la situación.
- Tomar decisiones lentamente y por consenso e implementarlas rápidamente.
- Convertir a la empresa en una organización que persigue el aprendizaje por mejor de la reflexión y mejora continua.

2.2.3. Herramientas de Manufactura Esbelta

Villaseñor, A. (2010), la Manufactura Esbelta utiliza diversas herramientas para eliminar los despilfarros, entre estas se tiene:

- Mejora continua (Kaizen)
- 5's.
- Justo a tiempo (JIT)
- Kanban.
- Mantenimiento Productivo Total (TPM)
- Cambio rápido del modelo (SMED)
- Control de la Calidad Total (TQM)
- Verificación de Proceso (Jidoka)

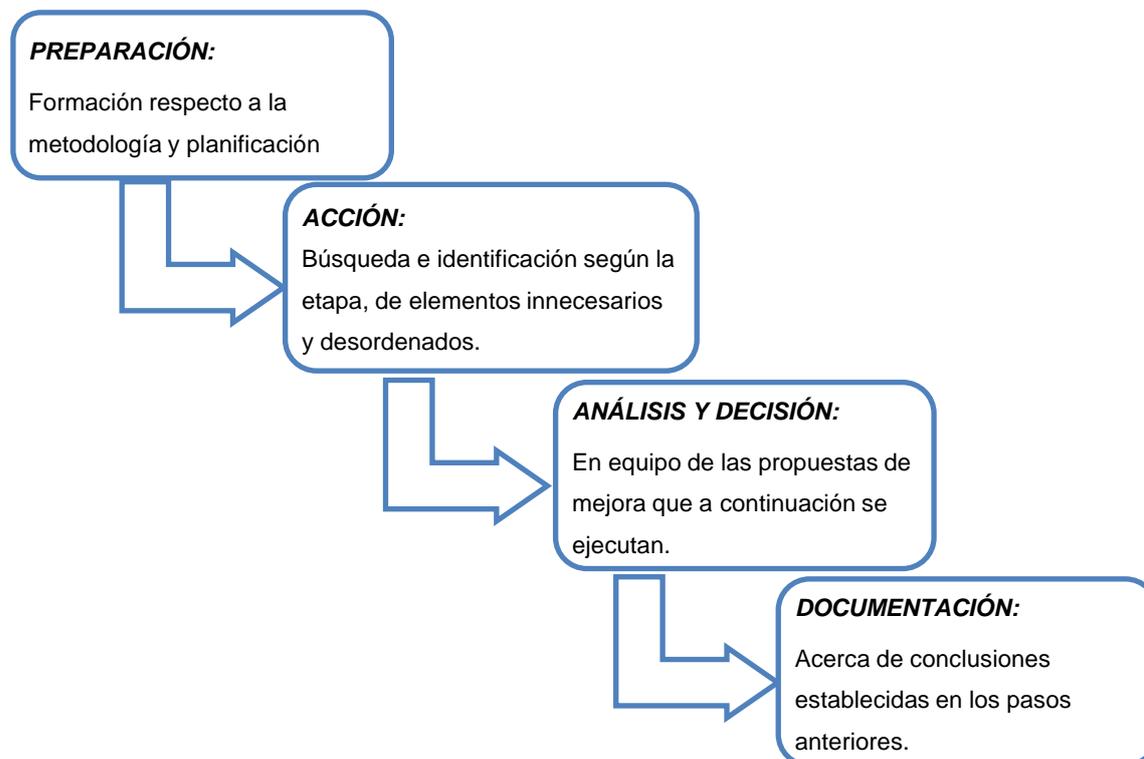
5'S

Las 5'S forman una parte esencial para la implantación de cualquier programa de manufactura esbelta, pues implica sumar esfuerzos para lograr beneficios, manteniendo un lugar de trabajo bajo condiciones tales que logre contribuir a la disminución de desperdicios y reprocesos, así como mejorar la moral del personal.

Su importancia radica en mantener un buen ambiente de trabajo, que es crítico para lograr encaminar a una organización hacia la calidad, bajos costos y entregas inmediatas. Además de que la clasificación, organización, limpieza, disciplina y estandarización son aspectos que representan una necesidad importante en cualquier organización. Entre los principales beneficios se tiene:

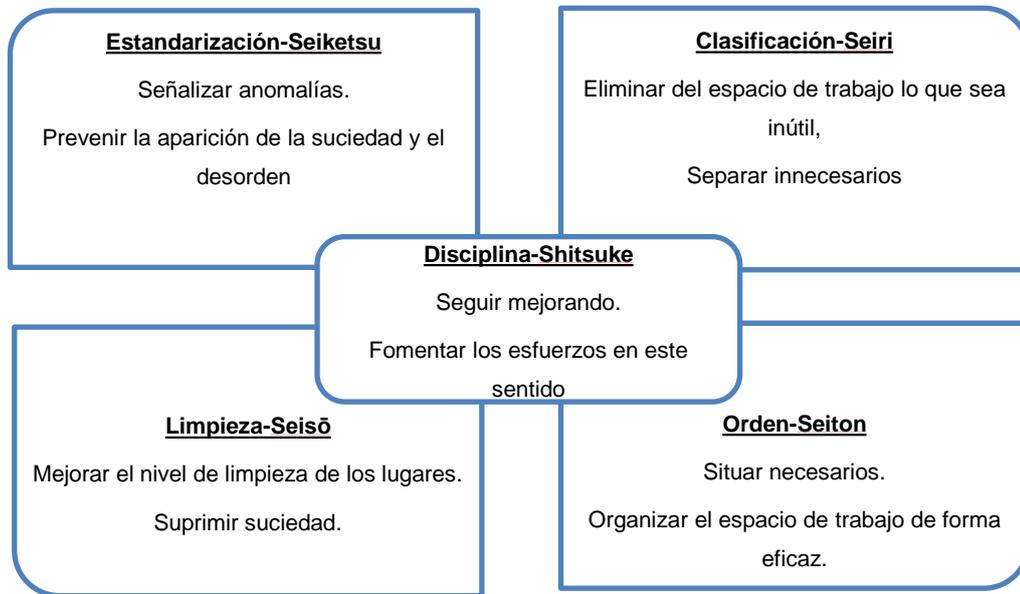
- Ayuda a los empleados a adquirir la autodisciplina
- Permite resaltar los desperdicios en el área de trabajo, el reconocer problemas en el primer paso para su eliminación.
- Señala anomalías, como rechazos y excedentes de inventario
- Reduce movimientos inútiles y trabajos intensos
- Resuelve importantes problemas de logística, presentes en el área de trabajo de una manera simple.
- Hace más obvios los problemas relacionados con calidad.
- Reduce accidentes al eliminar pisos grasosos y resbaladizos.

Diagrama 02. Pasos Comunes de cada una de las Etapas



Fuente: Elaboración propia

Diagrama 03. Pasos Comunes de Disciplina - Shitsuke



Fuente: Elaboración propia

JUST IN TIME (JIT)

El *Justo a tiempo* o JIT en sus siglas en inglés (just in time), implica hacer uso de los recursos en el momento requerido, reduciendo al máximo tanto los niveles de stocks como así también los tiempos involucrados en los ciclos operativos. El JIT tiende a la eliminación de siete grandes desperdicios que ocasionan menores niveles de calidad y productividad como así también costos más elevados.

JIT se base en el proceso y la secuencia de montaje utilizando solo las cantidades de elementos necesarios, sólo cuando son necesarios. JIT ofrece un flujo de trabajo cómodo, continuo y optimizado, con ciclos de trabajo cuidadosamente medidos y planeados, reduce el coste de la pérdida de tiempo, materiales y capacidad. Los miembros del equipo pueden concentrarse en sus tareas sin interrupción, lo que conlleva a una mejor calidad, entrega oportuna y tranquilidad para los clientes.

- **Actividades de grupo pequeños.** Conformado por las actividades de los círculos de Control de Calidad incrementan la participación activa del personal en la solución del problema, tanto de calidad como a los costos de productividad, seguridad, atención al cliente entre muchas otras.

Hoy más que nunca es necesario que el empleado ponga a disposición tanto sus manos como su cerebro. Si a más se le agrega el trabajo en equipo, ello permitirá encontrar continuamente nuevas formas de mejorar la performance de la empresa. Para lograr esas labores grupales de manera eficaz es fundamental la capacitación del personal en tres aspectos: el trabajo en equipo, las herramientas de gestión y control estadístico de procesos (SPC).

- **El sistema de sugerencias**, constituye una manera efectiva por lo cual es personal expresa tanto sus conocimientos, experiencias y capacidades creativas a los efectos de mejorar tanto los procesos, como el diseño de los servicios. Y por último tenemos en el despliegue de las Políticas la forma por la cual la dirección hace participe al resto de la estructura organizacional en la conformación de los planes operativos y el diseño de las políticas.

- **Benchmarking**. Es un proceso positivo, proactivo, para cambiar las operaciones en una forma estructurada para lograr el desempeño excelente. Los beneficios de utilizar el benchmarking son que se obliga a las empresas a investigar las mejores prácticas de la industria externa e incluirlas en sus operaciones. Esto conduce a negocios rentable, con alta utilización de los activos que satisfacen las necesidades de los clientes y que tienen una ventaja competitiva. Benchmarking se basa firmemente en la insistencia de Sun Tzu de contemplar y comprender no solo el mundo interno de la empresa sino más importante aún evaluar constantemente el externo. El termino japonés “*danotsu*” que significa “ser el mejor entre los mejores”, refleja claramente la filosofía que persigue el benchmarking.

- **Reducción de residuos**: La metodología de reducción de residuos se resume a continuación (ver Tabla 03).

Tabla 03. Clasificación de Residuos

Muda (desperdicio)	Descripción	Causa
Sobreproducción	Hacer más de lo requerido por el siguiente proceso. Hacer antes de lo requerido por el siguiente proceso. Hacer más rápido de lo requerido por el siguiente proceso. Causas de sobreproducción	– Falta de usos de automatización. – Proceso largo del tiempo de puesta en marcha. – Producción desnivelada. – Carga de trabajo desbalanceada. – Inspecciones redundantes. – Incentivos de producción.

<p>Inventario</p>	<p>Almacenamiento de bienes como producto terminado, o como producto en proceso.</p> <p>Exceso de inventario oculta los problemas, mientras que inventarios "Lean" los expone. "Cualquier suministro en exceso de un flujo de una pieza a través de su proceso de manufactura.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Protege a la compañía de ineficiencias y problemas inesperados - Complejidad del producto - Producción desnivelada - Pronósticos del mercado pobre - Carga de trabajo desbalanceada - Embarque desconfiable de proveedores - Comunicaciones equivocadas - Sistema de recompensa - Stock de reserva
<p>Defectos</p>	<p>Producto que requiere inspección, ordenamiento, reemplazo/reparación.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Control débil del proceso. - Calidad pobre de los insumos. - Mantenimiento planeado deficiente. - Equipo no diseñado para mantenimiento. - Educación/entrenamiento/instrucciones de trabajo inadecuadas. - Cuestiones de diseño de producto. - Producto no diseñado para ser manufacturado. - Necesidades del cliente no comprendidas.
<p>Sobre-procesamiento</p>	<p>Esfuerzo que no agrega valor al producto o servicio desde el punto de vista del cliente (interno o externo).</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Cambios en el producto sin cambios en el proceso - Los verdaderos requisitos del cliente no están definidos. - Sobre-procesamiento para acomodar tiempo de caída de productividad. - Falta de comunicación. - Aprobación redundante. - Copias extra/información excesiva.
<p>Espera</p>	<p>Tiempo de espera para materiales, maquinaria, medidas, información, etc</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Carga de trabajo desbalanceada. - Mantenimiento no planeado. - Tiempo de puesta marcha largos. - Falta de automatización. - Problemas de calidad.

		<ul style="list-style-type: none"> – Calendario de producción desnivelado.
Gente	El desecho por no usar las habilidades de la gente (mentales, creativas, competencias)	<ul style="list-style-type: none"> – Pensamiento de la guardia antigua, políticas obsoletas, la cultura organizacional. – Prácticas salariales pobres. – Poca o ninguna inversión en entrenamiento. – Pagos bajos, estrategia de alta rotación. – Ambiente competitivo, más que cooperativo. – Estructura organizacional.
Movimiento	Cualquier movimiento de la gente o de las máquinas que no agrega valor al producto o servicio.	<ul style="list-style-type: none"> – Efectividad baja de la gente/máquina. – Métodos de trabajo inconsistentes, incompletos, incorrectos. – Distribución celular o infraestructura desfavorable. – Organización pobre del espacio de trabajo y limpieza. – Movimientos concurrenciosos mientras esperamos por partes o máquinas.
Transporte	Transporte partes y materiales alrededor de la planta	<ul style="list-style-type: none"> – Distribución de planta pobre. – Bajo entendimiento del flujo del proceso productivo. – Tamaños grandes de lote, largos tiempo de trabajo, y amplias áreas de almacenamiento. – Estrategia de llevar inventarios extra.

Fuente: Elaboración Propia

Takt time

“Takt time” es un concepto fundamental en “Lean” y representa el ritmo de fabricación de acuerdo a la demanda del cliente. Se obtiene dividiendo el tiempo disponible para producción, por la demanda del cliente. Para hacer buen uso de la herramienta y aplicarla correctamente se debe:

- Revisar previamente los procesos, logrando un equipo de operarios flexibles y polivalentes por otra parte, es imprescindible que tanto los procesos como las maquinarias y equipos sean flexibles dado que ante una variación del tiempo Takt pueda regularse fácilmente.
- Es necesario definir el horizonte temporal para la evaluación del Takt Time.
- Entender la demanda del cliente, incluyendo las características de calidad, tiempos de entrega (Lead Time) y precio. El cliente es quien marca el ritmo, decide la manera y forma en la que se le entregaran los productos o servicios que desea; además es quien decide que agrega y que no agrega valor dentro de los procesos, que es lo que genera desperdicio y por lo cual no está dispuesto a pagar.
- Saber cuál es la cantidad que el cliente bajo todas las indicaciones anteriores está demandando a la empresa.
- Determinar con claridad cuáles son los tiempos totales de producción, es decir el tiempo en el que realmente se está produciendo dentro de la organización, sacando todos los tiempos improductivos (mantenimiento, descansos, comida, limpieza, entre otros).
- Con las informaciones anteriores, calcular el Takt Time que se debe tener para cumplir satisfactoriamente al cliente, y saber si estamos en capacidad para ello.
- Tener en cuenta unos aspectos claves que conllevaran al éxito del programa, tales como:
 - Proveer rápida respuesta (dentro del takt time) a los problemas que se presenten en las áreas de producción y de apoyo.
 - Eliminar las causas de los tiempos caídos o fallas no programadas. El takt time es un rango de tiempo o ritmo en el cual una compañía debe producir sus productos para satisfacer la demanda del cliente.
 - El takt time mantiene un paso regular y predecible que forma parte del trabajo estandarizado.
 - De ser calculado antes de que las actividades puedan ser planeadas. Cada vez que el takt time cambie, las actividades del personal deben cambiar, así como muy probablemente el layout de las células de trabajo.
 - En caso de que el volumen aumente o disminuya, el takt time debe ser ajustado para que la demanda y la producción estén sincronizadas. Si la demanda disminuye, el takt time aumenta, y si la demanda aumenta, el takt time disminuye

Kanban

Los sistemas Kanban consisten en un conjunto de formas de comunicarse e intercambiar información entre los diferentes operarios de una línea de producción, de una empresa, o entre proveedor y cliente. Su propósito es simplificar la comunicación, agilizándola y evitando errores producidos por falta de información.

El ejemplo más común de “Kanban” son las etiquetas que se les incorporan a los productos mientras son fabricados, para que posteriormente quede identificado a dónde tienen que enviarse o qué características tiene.

Los “Kanban” también pueden ser ordenes de trabajo, es decir, incluir información acerca nos dé información acerca de qué operaciones se deben hacer y con cada producto, en qué cantidad, mediante qué medios y como transportarlo.

- Algunas de las formas de implementar un sistema “Kanban” son:
- Etiquetas de transporte con información de lo que contiene cada paquete y su destino.
- Etiquetas de fabricación con información de las características del producto a fabricar.
- Etiquetas con cualquier otro tipo de información relevante para la realización de las actividades.
- Estas etiquetas pueden estar en formato tradicional (escritas a mano o a máquina), o bien incluir la información codificada en códigos numéricos, o en formato de código de barras / código QR para ser leídas por un lector conectado a un ordenador.

Beneficios:

- Aumenta la flexibilidad de los procesos de producción y transporte.
- Si se usa un sistema informatizado, permite conocer la situación de todos los ítems en cada momento y dar instrucciones basadas en las condiciones actuales de cada área de trabajo.
- Prevenir el trabajo innecesario y prevenir el exceso de papeleo innecesario.
- En operaciones logísticas, mejor control del stock de material.
- Posibilidad de priorizar la producción: el tipo de producto con más importancia o urgencia se pone primero que los demás.
- Se facilita el control de material.

KAIZEN

- **Planificar (Plan):** Se buscan las actividades susceptibles de mejora y se establecen los objetivos a alcanzar. Para buscar posibles mejoras se pueden realizar grupos de trabajo, escuchar las opiniones de los trabajadores, buscar nuevas tecnologías mejores a las que se están usando ahora, etc.
- **Hacer (Do):** Se realizan los cambios para implantar la mejora propuesta. Generalmente conviene hacer una prueba piloto para probar el funcionamiento antes de realizar los cambios a gran escala.
- **Controlar o Verificar (Check):** Una vez implantada la mejora, se deja un periodo de prueba para verificar su correcto funcionamiento. Si la mejora no cumple las expectativas iniciales habrá que modificarla para ajustarla a los objetivos esperados.
- **Actuar (Act):** Por último, una vez finalizado el periodo de prueba se deben estudiar los resultados y compararlos con el funcionamiento de las actividades antes de haber sido implantada la mejora. Si los resultados son satisfactorios se implantará la mejora de forma definitiva, y si no lo son habrá que decidir si realizar cambios para ajustar los resultados o si desecharla. Una vez terminado el paso 4, se debe volver al primer paso periódicamente para estudiar nuevas mejoras a implantar.

SMED

Angel Alonso (2012), indica que la metodología SMED (Single Minute Exchange Die) es una de las técnicas más exitosas en la reducción de tiempos perdidos, lo cual permite trabajar con lotes más reducidos, es decir, tiempos de fabricación más cortos, lo cual redundará en una mejora sustancial de tiempos de entrega y de niveles de producto en tránsito.

Condiciones para Implementar SMED

- Tomar conciencia de la importancia que tiene para la empresa y sus actividades la disminución de los tiempos de preparación.
- Hacer tomar conciencia de la problemática a los empleados, y prepararlos mediante la capacitación y el entrenamiento a los efectos de incrementar la productividad y reducir los costos mediante la reducción en los tiempos de preparación.
- Hacer un cambio de paradigmas, terminando con las creencias acerca de la imposibilidad de disminuir radicalmente los tiempos de preparación.
- Cambiar la manera de pensar de los directivos y profesionales acerca de las técnicas y medios para el análisis y mejora de los procedimientos. Se debe dejar

de estar pendiente de métodos ya construidos, para pasar a crear sus propios métodos. Cada actividad, cada máquina, cada instrumento, tienen sus propias y especiales características que las hacen únicas y diferentes, razón por la cual sólo se puede contar con un esquema general y una capacidad de creatividad aplicada a los efectos de dar o encontrar solución a los problemas atinentes a la reducción en los tiempos de preparación.

Dar importancia clave a la reducción de los tiempos, tanto de preparación, cómo de proceso global de la operación productiva, dado sus notorios efectos sobre la productividad, costos, cumplimiento de plazos y niveles de satisfacción. Por ésta razón se constituye su tratamiento en una cuestión de carácter estratégico.

Aplicación de SMED

Esta técnica permite disminuir el tiempo que se pierde en las máquinas e instalaciones debido al cambio de utillaje necesario para pasar de producir un tipo de producto a otro. Algunos de los beneficios que aporta esta herramienta son:

- Reducir el tiempo de preparación y pasarlo a tiempo productivo.
- Reducir el tamaño del inventario.
- Reducir el tamaño de los lotes de producción.
- Producir en el mismo día varios modelos en la misma máquina o línea de producción.

Esta mejora en el acortamiento del tiempo aporta ventajas competitivas para la empresa ya que no tan sólo existe una reducción de costos, sino que aumenta la flexibilidad o capacidad de adaptarse a los cambios en la demanda. Al permitir la reducción en el tamaño de lote colabora en la calidad ya que al no existir stocks innecesarios no se pueden ocultar los problemas de fabricación. Algunos de los tiempos que tenemos que eliminar aparecen como despilfarros habitualmente de la siguiente forma:

- Los productos terminados se trasladan al almacén con la máquina parada.
- El siguiente lote de materia prima se trae del almacén con la máquina parada.
- Las cuchillas, moldes, matrices, no están en condiciones de funcionamiento.
- Algunas partes que no se necesitan, se llevan cuando la máquina todavía no está funcionando.
- Faltan tornillos y algunas herramientas no aparecen cuando se necesitan durante el cambio.
- El número de ajustes es muy elevado y no existe un criterio en su definición.

El SMED, asociado al proceso de mejora continua, va a tratar de eliminar todos estos desperdicios.

Metodología de aplicación de SMED

La implementación del proyecto SMED consta de cuatro etapas:

1. Etapa Preliminar

Lo que no se conoce no se puede mejorar, si puede filmar el procedimiento hágalo, y se dará cuenta del sinnúmero de movimientos inútiles, paseos, distracciones, etcétera, en que incurren los operarios.

Pueden tomar hasta 40 minutos buscando por toda la planta una llave Allen, otro tanto localizando los tornillos en el almacén o hasta un troquel en los racks, afilando las piezas necesarias o llenando formatos de calidad y producción. Todo esto mientras el equipo permanece detenido esperando a que el operador se decida a empezar el desmontaje de las herramientas usadas por el artículo anterior y el acoplamiento de las que se necesitan para el que viene. Por ello en esta etapa se realiza un análisis detallado del proceso inicial de cambio con las siguientes actividades:

- Registrar los tiempos de cambio:
 - Conocer la media y la variabilidad.
 - Escribir las causas de la variabilidad y estudiarlas.
- Estudiar las condiciones actuales del cambio:
 - Análisis con cronómetro.
 - Entrevistas con operarios.
 - Grabar en vídeo.
 - Sacar fotografías.

Esta etapa es más útil de lo que se cree, y el tiempo que invirtamos en su estudio puede evitar posteriores modificaciones del método al no haber descrito la dinámica de cambio inicial de forma correcta.

2. Separar las tareas internas y externas

En esta fase. Primero será necesario realizar un listado de las actividades secuenciales realizadas durante el set up, para poder identificar cuáles son internas (realizadas durante un paro de máquina) y externas (ejecutadas durante la operación normal de la máquina). Se detectan problemas de carácter básico que forman parte de la rutina de trabajo:

- Se sabe que la preparación de las herramientas, piezas y útiles no debe hacerse con la máquina parada, pero se hace.

- Los movimientos alrededor de la máquina y los ensayos se consideran operaciones internas.

Es muy útil realizar una lista de comprobación con todas las partes y pasos necesarios para una operación, incluyendo nombres, especificaciones, herramientas, parámetros de la máquina, etc. A partir de esa lista realizaremos una comprobación para asegurarnos de que no hay errores en las condiciones de operación, evitando pruebas que hacen perder el tiempo.

3. Convertir las tareas internas en externas

La idea es que al tiempo en el cual el sistema no está produciendo, es decir, no agrega valor, se le considera como desperdicio; por lo tanto, se requiere de su eliminación. En esta etapa es necesario hacer una revisión minuciosa de las actividades internas, para poder hacer la conversión pertinente y así ganar más tiempo productivo es decir, hacer todo lo necesario en preparar troqueles, matrices, punzones, etc, fuera de la máquina en funcionamiento para que cuando ésta se pare se haga el cambio necesario, de modo de que se pueda comenzar a funcionar rápidamente.

- Reevaluar para ver si alguno de los pasos está erróneamente considerado como interno.
- Arreglaje de herramientas.
- Eliminación de ajustes: las operaciones de ajuste suelen representar del 50 al 70% del tiempo de preparación interna. Es muy importante reducir este tiempo de ajuste para acortar el tiempo total de preparación. Esto significa que se tarda un tiempo en poner a andar el proceso de acuerdo a la nueva especificación requerida.

Los ajustes normalmente se asocian con la posición relativa de piezas y troqueles, pero una vez hecho el cambio se demora un tiempo en lograr que el primer producto bueno salga bien. Se llama ajuste en realidad a las no conformidades que a base de prueba y error van llegando hasta hacer el producto de acuerdo a las especificaciones (además se emplea una cantidad extra de material).

Partiremos de la base de que los mejores ajustes son los que no se necesitan, por eso se recurre a fijar las posiciones. Se busca recrear las mismas circunstancias que la de la última vez. Como muchos ajustes pueden ser hechos como trabajo externo se requiere fijar las herramientas. Los ajustes precisan espacio para acomodar los diferentes tipos de matrices, troqueles, punzones o utillajes por lo que requiere espacios standar.

4. Perfeccionar las tareas internas y externas

El objetivo de esta etapa es perfeccionar los aspectos de la operación de preparación, incluyendo todas y cada una de las operaciones elementales (tareas externas e internas).

La optimización de las operaciones internas y externas restantes, aun las reducciones obtenidas en las etapas previas pueden ser mejoradas. Esta labor es de alto nivel de detalle y, aunque también requiere de mucha imaginación y del diseño de dispositivos y elementos de sujeción novedosos. De hecho, la mayor parte de los equipos con los que se logra esta mejora se encuentran estandarizados en el mercado.

2.2.4. Tendido de Cableado Eléctrico

Herrizaingo (2011), indica que previo a la realización del tendido de cable, es necesario algunas de las siguientes acciones:

- **Cuidado general del cable**

El cable deberá manejarse con cuidado para no deteriorar sus propiedades ni las de la fibra. No se debe deformar con abrazaderas, bridas, soportes etc. En caso de tener que atar el cable se tendrá especial cuidado en no deformar la cubierta. Si se almacena se dejará en forma de “ocho” en un sitio plano asegurando que los radios de curvatura son mayores que el radio mínimo especificado por el fabricante.

- **Señalización y acotación de las zonas de trabajo**

Las zonas donde se realicen los trabajos han de estar debidamente acotadas y señalizadas (señales de aviso y peligro) de acuerdo a la autoridad competente del lugar en el que se ejecuten los trabajos.

- **Transporte de la bobina y acondicionamiento para la instalación**

Previo a la realización del tendido de cable se ha de transportar la bobina hasta el lugar de los trabajos y se ha de acondicionar para su posterior instalación colocando debidamente la bobina para su desenrollado.

Figura 01. Tendido de Cableado



Fuente: Elaboración Propia

Se descargará la bobina y se acondicionará para su instalación. Ésta se dispondrá de forma que durante la instalación se desenrolle por la parte superior. Si el suelo presentase irregularidades que pudiesen deteriorar el cable, deberán llevarse a cabo tareas de adecuación del mismo.

- **Garantizado del radio mínimo de curvatura.**

En los tendidos por conducto, con el fin de evitar roces del cable a la salida y entrada de los conductos, que deteriorarían la cubierta del cable, se colocarán sendos protectores donde se realice el tendido, garantizándose que en ningún momento se trabaja por debajo del radio mínimo de curvatura.

2.2.5. Técnicas de Tendido de Cableado

El tendido de cable es la acción propia de desplegar el cable entre los extremos a conectar, existiendo varios métodos de tendido según la zona en la que realizar el tendido de cable. Básicamente se diferencian dos tipos de tendidos: tendidos en exteriores y tendidos en interiores. Dentro de los tendidos en exteriores, se diferencian en:

- Tendidos en canalización exterior.
- Tendidos en fachada.
- Tendidos aéreos.

Pero independientemente del método de tendido que se emplea se han de mantener las siguientes indicaciones generales:

- En todo momento se respeta el mínimo radio de curvatura del cable a instalar.
- La bobina se coloca suspendida sobre gatas o grúa, de manera que pueda girar libremente y de forma que el cable salga de la bobina por su parte superior.
- La tracción del cable debe realizarse en el sentido de su generatriz. No se ha de doblar el cable para obtener mejor apoyo durante su tendido.

- Las personas que intervienen en la operación de tendido, especialmente las situadas junto a la bobina, deben observar atentamente el cable según salga de ella, a fin de denunciar cualquier deterioro aparente de éste. En aquel caso en el que se detecte alguno, ha de ser comunicado instantáneamente a su jefe inmediato quien decide si se debe continuar o no con el proceso.
- El cable debe quedar correctamente sujeto e inmovilizado. Para ello se utilizan sistemas de fijación adecuados, bien atornillables, sujetos con tirafondos o abrazaderas, no debiendo en ningún caso alterar las propiedades de las fibras y teniendo que permitir la dilatación de la fibra instalada en caso de ser necesario.

2.2.6. Tendido manual

Esta técnica se denomina manual distribuida ya que la tracción es realizada manualmente. De este modo, la tensión total del tendido es distribuida independientemente por secciones de canalización entre arquetas de registro, esto es, en cada arqueta el operario sólo tiene que vencer la tensión generada por el peso del cable y el rozamiento de éste y el sub-conducto correspondiente a la sección de canalización comprendida entre la arqueta anterior y la suya.

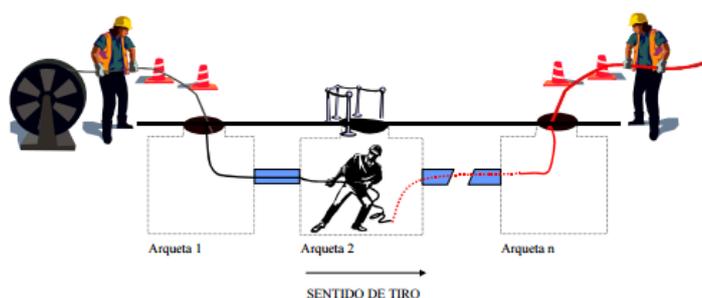
Para el tendido manual, un encargado está permanentemente en el lugar donde está ubicada la bobina del cable. Su misión es la de controlar el avance y parada de la operación de tendido, según la información recibida desde todas las arquetas. Otro encargado reconoce la ruta según avanza el cable para solucionar los problemas que se pueden presentar en cada una de las arquetas. Como mínimo, el personal situado en punta y en la bobina de cable debe estar en contacto vía radio continuamente. El resto del personal que se encuentra en las arquetas intermedias se puede comunicar de viva voz consecutivamente.

En general, en aquellas arquetas con cambio de dirección en el recorrido del cable, hay un operario ejerciendo el tiro en el sub conducto de entrada, y otro embocando el cable en el sub conducto de salida para evitar que se produzcan cualquier deformación axial del cable.

Los operarios que intervienen en la embocadura del cable en los sub-conductos de salida y en la operación de tiro, controlan la longitud de cable almacenado, para disminuir, si fuese necesario, la presión de tendido en la arqueta adyacente y regular así la velocidad, de modo que se garantice que no se cierra el lazo, y que se mantiene ampliamente el radio mínimo de curvatura y la independencia de tensiones entre secciones.

Si un operario intermedio no pudiera mantener el ritmo establecido, el cable irá perdiendo la longitud almacenada o, en el caso de una arqueta de cambio de dirección, ira reduciéndose el radio de curvatura del lazo. Antes de que esto ocurra, se debe dar la orden de parada del proceso en la arqueta siguiente hasta que el operario recupere el suficiente cable para proseguir normalmente.

Figura 02. Tendido Manual



Fuente: Elaboración Propia

2.2.7. Recomendaciones para el Tendido de Cableado

Manual de Seguridad Grupo ISASTUR (2010), señala que la operación de tendido de cable es una de las tareas más habituales realizadas en los distintos proyectos de expansión, exponiendo a los trabajadores a posibles sobreesfuerzos musculares. Para ello es necesario conocer pautas posturales para realizar dicha actividad:

A. Evitar flexiones de la columna

- Procurar introducir en el recorrido alturas intermedias o superficies de apoyo para evitar trabajar en cunclillas o de rodillas. En caso de tener que realizar tareas en esta postura, utilizar rodilleras y/o superficies alcochadas.

B. Evitar posturas extremas en la realización del esfuerzo de tracción

- Distribuir el esfuerzo, siempre que sea posible, de forma que se realice el desbobinado entre dos trabajadores.

C. Evitar realizar la tracción con el tronco girado

- Realizar la tracción del cable en la bobina de frente a la misma, evitando rotaciones de columna, de extremidades inferiores, etc.

D. Procurar mantener la columna erguida

E. Reducir el esfuerzo mediante la rotación de puestos

- En cada ciclo de tirada deben rotar los trabajadores, desde el primero hacia atrás. El primer puesto hace mayor esfuerzo que los dos últimos

F. Evitar la postura forzada de articulación del hombro

- Para esta operación es necesario tirar la mayor cantidad de cable, y una vez que se tiene un tramo de cable adecuado, se comienza la tracción con el cable al hombro. En todo momento se debe tener la espalda erguida inclinada ligeramente hacia delante del eje central del cuerpo.

G. Evitar posturas en tensión

- En la fase de enhebrar el acero del cable conductor, se recomienda hacerlo entre dos trabajadores, uno frente a otro manteniendo una posición erguida con los pies, hasta conseguir enfundar el cable por completo.

Finalmente se recomienda lo siguiente:

- Utilizar medios auxiliares y de protección siempre que sea posible.
- Realizar calentamientos previos a la realización de la tarea y ejercicios de estiramiento al finalizarla.
- Desarrollar descansos programados.

2.3. Definición de Términos

- **Manufactura Esbelta:** O también llamado Lean Manufacturing, es un modelo de gestión que se enfoca en la creación de valor para los clientes y atacando los “desperdicios” que pueden presentarse en el proceso principal.
- **Proceso:** Conjunto de actividades que se interrelacionan para la transformación de recursos, en un producto final de tipo bien o servicio.
- **Mejora continua:** o también llamado en japonés *Kaizen* es una metodología que busca mejorar la calidad del trabajo, básicamente está relacionado a las estrategias de mejora en la industria.
- **Justo a tiempo:** o también llamado JIT por sus siglas en inglés (Just In Time) es una metodología que se enfoca en la gestión de recursos y almacenes, donde se atacan las acciones innecesarias para la reducción de pérdida de recursos.

- **Kanban:** término japonés que se traduce literalmente como “tarjeta visual”, es un sistema que busca controlar los flujos de producción en cuanto a cantidades y tiempos, comúnmente utilizado en fábricas industriales.

- **Cableado Eléctrico:** Actividad referida al tendido o instalación de cables para la transmisión de corriente eléctrica en cierto punto determinado, en el caso de la construcción, es referida a la instalación de cables de transmisión eléctrica en una infraestructura.

- **Tendido:** proviene del verbo tender, y en el uso de cableado, se refiere a la instalación de un conjunto de cables para la conducción eléctrica

- **Bobina:** Dispositivo en forma de carrete o cilindro en el cual se envuelve el cable eléctrico para su transporte y manipulación efectiva.

- **Tirafondos:** es una pieza metálica de tipo tornillo, tiene la capacidad de avanzar a medida que se gira, al mismo tiempo que genera su propia rosca.

- **Arqueta:** son ductos, donde se permite recibir o enlazar canalizaciones conductos subterráneos, comúnmente utilizada en las redes de distribución de electricidad.

CAPÍTULO 3. DIAGNOSTICO DE LA REALIDAD ACTUAL

3.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA EMPRESA

La empresa “GyM” empieza a servir a sus clientes desde 1933, se constituye como la más antigua y más grande empresa constructora del Perú. Ha desarrollado, a lo largo de su historia, innumerables proyectos en todos los sectores de la construcción: Infraestructura, Energía, Edificaciones, Minería, Petróleo, Industria, entre otros. En el curso de los diversos proyectos se ha asociado con las más importantes empresas de construcción del mundo, tales como Bechtel, Fluor, Dumez GTM (Vinci), Aker Solutions, entre otros.

“GyM” ofrece sus servicios a todas las empresas del país y del resto de Latinoamérica, poniendo a disposición de sus clientes, un equipo de profesionales y técnicos altamente especializados y de gran experiencia. A continuación se detalla la historia de la empresa por décadas:

La década de 1930

El primer contrato que recibe Gramovel es la construcción de una residencia particular, en una Lima que no llega al medio millón de habitantes. Paulatinamente, va ganando experiencia.

La década de 1940

En 1942 Gramovel recibe su primer contrato en el extranjero y entre otras obras, construye la ciudad de Talara. En 1949 se fusiona con Moris y Montero convirtiéndose en Graña y Montero S.A.

La década de 1950

Se consolida la obra más importante de Graña y Montero: su cultura empresarial, basada en el valor de la seriedad y compromiso con el cliente. Se construyen importantes obras en Lima y provincia.

La década de 1960

Ingresa una nueva generación de ingenieros que respetan y valoran la herencia recibida. Ellos son formados no solo en los procesos de “GyM” sino sobre todo en su filosofía.

La década de 1970

Los nuevos líderes desarrollan el trabajo en equipo y el respeto por el conocimiento. La empresa concentra sus esfuerzos en dos metas: la dirección por objetivos y la búsqueda de la excelencia.

La década de 1980

En 1983 cumplen sus primeros 50 años e inicia una nueva etapa. La oferta se diversifica sin salir del rubro de los “servicios de ingeniería”. Crecer y diversificarse son los desafíos.

La década de 1990

La estrategia consiste en priorizar los contratos que generen flujos estables, pues proporcionan estabilidad económica a la empresa. La internacionalización se convierte en una decisión estratégica.

La década de 2000

La empresa tiene un crecimiento constante participando en los principales proyectos del país. En el año 2008 cumple 75 años y se ratifica como la empresa constructora más grande y reconocida del Perú. Nace GMV, la empresa inmobiliaria del grupo.

3.1.1. Misión y Visión

MISIÓN

Nuestra misión es resolver las necesidades de Servicios de Ingeniería e Infraestructura de sus clientes más allá de las obligaciones contractuales, trabajando en un entorno que motive y desarrolle a su personal respetando el medio ambiente en armonía con las comunidades en las que opera y asegurando el retorno a sus accionistas.

VISIÓN

Ser la empresa de Construcción más confiable de Latino América.

3.1.2. Principales Productos/Servicios

Minería:

- Cerro Verde (Arequipa; 2013-2015)
- Las Bambas (Apurímac; 2012-2015)
- Inmaculada (Ayacucho; 2014-2015)
- Aurora Golda (Guyana; 2014-2015)
- Toromocho (Junín; 2012-2013)
- Antapacay (Cuzco; 2010-2012)

Gas y Petróleo:

- Planta de Licuefacción de Gas Natural en Pampa Melchorita (Cañete; 2007-2010)
- EPC Planta de Procesamiento de Gas Natural de Pariñas (Talara; 2007-2008)
- EPC Expansión de la Planta de Procesamiento de Gas Natural de Malvinas (Cusco; 2006-2008)
- Red de Gas de Contugas (Chincha, Pisco, Ica, Nazca, Marcona; 2012-2013)

Infraestructura

- Metro de Lima, Tramo 1, Línea 1 (Lima; 2008-2011)
- Planta de Tratamiento de Agua Potable en Arequipa (Arequipa; 2009-2011)
- Proyecto Especial Chavimochic – 1ra y 2da etapa (La Libertad; 1988-1993)

Industria

- Planta de Molienda y Piro Procesos de Cemento Yura (Arequipa; 2009-2011)
- Planta de Cementos Lima (Lima; 1969-1970 / 1996-1997 / 2011-2012)

Energía

- Central Hidroeléctrica Santa Teresa (Cusco; 2012-2015)
- Central Hidroeléctrica de Machu Picchu (Cusco; 2009-2013)

Edificaciones

- Gran Teatro Nacional (Lima; 2010-2011)
- Westin Lima Hotel & Convention Center (Lima; 2008-2011)
- Universidad del Pacífico (Lima; 2010-2012)

3.1.3. Reseña del proyecto de expansión minera en Arequipa

El Proyecto de Expansión Minera permitirá triplicar la extracción y proceso de mineral de sulfuro, un proyecto estimado en \$4,6 mil millones con un incremento proyectado en la producción anual de aproximadamente 600 millones de libras de concentrado de cobre y 15 millones de libras de molibdeno.

Adicionalmente, la vida útil de las instalaciones de lixiviación se extenderá hasta el año 2025. Una vez concluida la nueva planta concentradora, la minera será uno de los complejos concentradores más grandes de todo el mundo. La ampliación minera producirá aproximadamente mil millones de libras de cobre y 25 millones de libras de molibdeno, que colocará a la minera casi entre los 5 mayores productores de cobre del mundo. El proyecto producirá un impacto económico positivo y significativo a la región de Arequipa y el Perú, incluyendo el aumento en oportunidades de empleo, oportunidades de negocios con proveedores locales de productos y servicios para las operaciones mineras e ingresos a los gobiernos y las comunidades locales. Un componente clave del proyecto es la financiación y construcción a cargo de la minera, de una planta de tratamiento de aguas residuales que proporcionará el incremento de agua necesaria para la expansión, al mismo tiempo que mejorará significativamente la calidad del agua del río Chili, que es la fuente de agua para más de 1 millón de personas en Arequipa.

A continuación se presenta un cuadro sobre el avance de las actividades durante el proyecto de expansión:

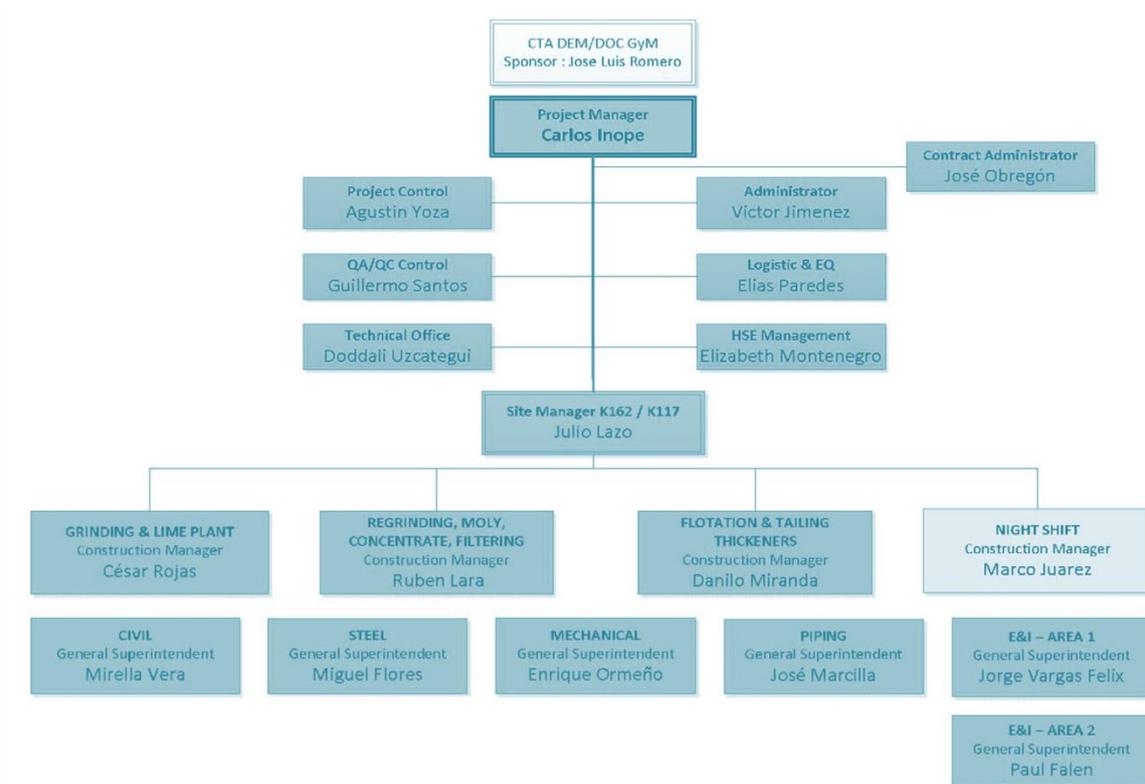
Tabla 04. Cuadro resumen de proyecto minero

FECHA	DESCRIPCION
2008	- Se inicia la investigación del Estudio de Impacto Ambiental y Social (EIAS) del Proyecto de Expansión.
Diciembre, 2012	- El Ministerio de Energía y Minas del Perú aprueba el EIAS del Proyecto de Expansión.
Marzo, 2013	- Se inician los trabajos de construcción.
Diciembre, 2014	- El Proyecto de Expansión logra el 50% de avance. - Se realiza el jalado de cable desde la sala eléctrica ER-65 hasta el edificio de molienda.
Febrero, 2015	- Se instaló la última coraza para la disposición final del molino de bolas. - Se instalaron los cuatro molinos verticales Vertimill en el edificio de remolienda.
Julio, 2015	- Se realizaron las primeras pruebas en el molino de bolas #6.

Fuente: Elaboración Propia

3.1.4. Estructura organizacional del proyecto de expansión minera

Diagrama 04. Organigrama General de Proyecto



Fuente: Elaboración Propia

3.1.5. El cableado eléctrico

La meta del cableado eléctrico planificado para el proyecto fue de aproximadamente 970 kilómetros de cable entre cables de Electricidad, P&C, Comunicación, FFOO, y cable Bus.

Tabla 05. Cableado programado por mes, 2015

	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Electricidad	55 568	127 048	107 040	129 199	72 074	75 533	32 959
Ca P&C	5 479	7 747	11 121	16 150	7 106	4 606	3 424
Ca P&C (Vendor)	2 348	4 648	2 780	8 075	3 045	2 763	856
Ca Com	9 392	7 747	4 170	4 845	12 181	4 606	1 284

Ca FFOO	1 565	6 197	5 561	1 615	2 030	3 685	1 712
Cable Bus	3 913	1 549	8 341	1 615	5 076	2 568	921
TOTAL	78 265	154 936	139 013	161 499	101 512	93 761	41 156

Fuente: Elaboración Propia

3.2. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA Y DIAGNÓSTICOS

La identificación de problemas se realizó mediante la observación de incidentes en un determinado tiempo establecido de 6 meses (Julio, 2015 – Diciembre, 2015), en los cuales se tomaron nota de los diversos problemas. Así mismo se entrevistaron de manera verbal y personal a cada uno de los trabajadores de la empresa, de tal manera de identificar la mayor cantidad de problemas posibles dentro de la empresa. Cabe resaltar que gracias a ocupar un cargo dentro de la empresa, el autor de esta investigación también pudo dar una perspectiva de todos los problemas que se presentan desde su puesto de trabajo.

La metodología de recolección de datos, y siguiente la práctica del “*Gemba*” fue de la siguiente manera:

- Presentación del proyecto de mejora para la empresa y finalidad de la investigación.
- Coordinación con la administración de la empresa para el levantamiento de la información y entrevistas con los colaboradores de la empresa.
- Sensibilización al personal que se encuentra en el campo a través de cuestionar breve de entrevistas con preguntas abiertas.
- Procesamiento y análisis de datos
- Resultados de análisis de información

Para la realización de dicha actividad, se detalla a continuación el cronograma de trabajo que se siguió para el levantamiento de la información:

Tabla 06. Cronograma de trabajo para identificar la problemática de la empresa

Actividades	Semanas (Jul,15 – Dic,15)											
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
Presentación del proyecto de mejora para la empresa y finalidad de la investigación.												
Coordinación con la administración de la empresa para el levantamiento de la información y entrevistas con los colaboradores de la empresa												

Sensibilización al personal que se encuentra en el campo a través de cuestionar breve de entrevistas.												
Procesamiento y análisis de datos												
Resultados de análisis de información												

Fuente: Elaboración Propia

3.2.1. MAPA Y CARACTERIZACIÓN DE PROCESOS

3.2.1.1. Trabajos Previos:

Previo al traslado de las bobinas de cables en el almacén de SMI se realizará junto con la supervisión una inspección visual (*check list*) de cada bobina de cable.

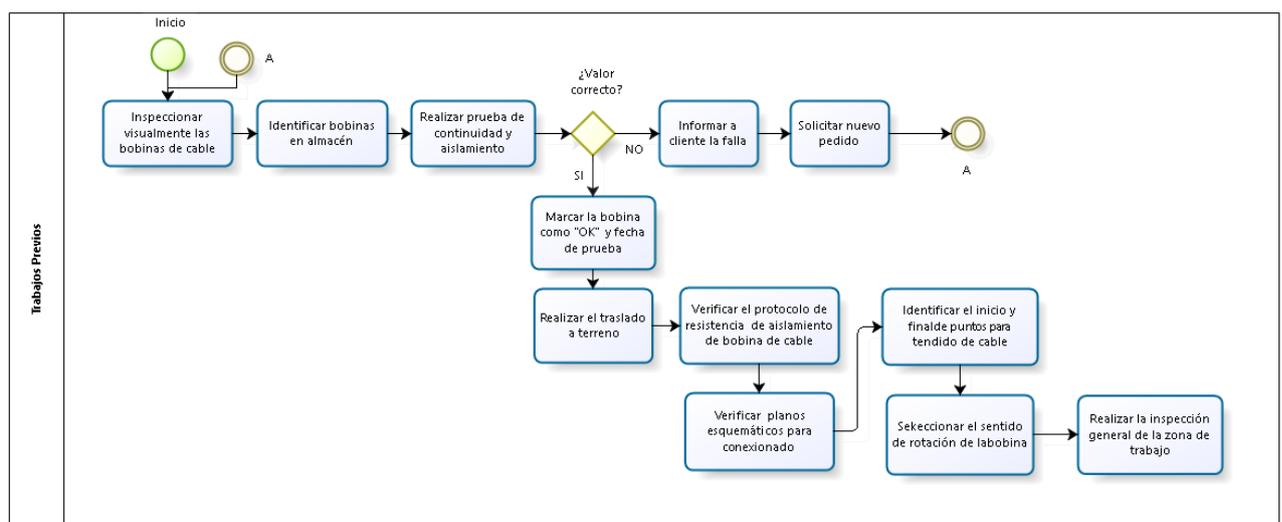
Se identificarán las bobinas de cables en el almacén y se realizará la prueba de continuidad y aislamiento, si el valor es correcto se marcará en la bobina con "OK", se colocará la fecha de la prueba realizada y serán trasladados a terreno. Caso contrario se procederá a informarla al cliente.

Antes de realizar el tendido de cables, se verificará el protocolo de resistencia de aislamiento de la bobina de cable, y que el valor este de acuerdo según la especificaciones del proyecto. Así mismo, se comprobará que se dispone de los planos esquemáticos para el conexionado y listados de cables aprobados para construcción en última revisión, identificando el inicio y final de los puntos para el tendido de cables.

Seleccionar el sentido de rotación de la bobina, el cual debe de salir la punta por el lado superior de la bobina.

Se realizará una inspección general de la zona de trabajo (pasarelas, andamios, escaleras, etc.).

Diagrama 04. Trabajos Previos al Tendido de Cable



Fuente: Elaboración Propia

3.2.1.2. Ejecución de Trabajos:

Antes de iniciar la jornada de trabajo el capataz procederá a dar la charla de 05 minutos, difundiendo el presente procedimiento, indicando la metodología de trabajo, elaborará con todos los trabajadores los respectivos AST, enfatizando en la evaluación de riesgos y las medidas de control que requiere el trabajo.

Contar con los permisos de trabajo en altura, bloqueo y/o espacio confinado si es necesario.

El jefe de grupo y/o capataz procederá a verificar el recorrido de los cables de acuerdo a los planos y el listado de cables de M.T., B.T., control e instrumentación (donde indica que bandeja, escalerilla o conduit se va a tender o instalar), teniendo en cuenta la información recibida por Oficina Técnica sobre el aprovechamiento de los cables.

Con la ayuda de Camión Grúa se izarán las bobinas de cables, las mismas que serán instaladas en las porta bobinas.

Para realizar el izaje de las bobinas de cables se seguirá el procedimiento de izaje, y se realizarán los permisos necesarios.

Antes de realizar las maniobras se revisará los equipos de izaje para garantizar que sean seguros, así mismo se tendrá en cuenta que nadie podrá trasladarse por debajo del radio de giro de la carga durante la descarga.

Se verificará previo al traslado que las bobinas estén correctamente fijados a la plataforma del camión grúa.

Luego se procederá con el traslado y descarga de las bobinas de cables en el área de tendido de cables.

Una vez que se hayan quitado las tablas de las bobinas o abierto el embalaje de protección de los rollos de cables, examinarlos para comprobar si han sufrido daños externos y el perfecto estado de las cubiertas de protección de los extremos de los cables.

Una vez montada la bobina de cable, el personal procederá a tender plástico o geomembrana para protección de los cables a lo largo del recorrido por el piso.

El cable deberá desenrollarse por la parte superior de la bobina. La bobina deberá apoyarse con un eje en los caballetes o sobre gatos hidráulicos certificados. Al extraer el cable se deberá evitar en todo caso de tratar de hacerlo jalando el cable, para ello se deberá hacer girar la bobina con la mano, con el fin de no producir esfuerzos de tracción inadmisibles.

Se usará guantes con superficie antideslizantes para realizar el tendido de cables.

Todos los trabajos que se realicen a más de 1.80 m. están considerados como trabajos en altura, por lo que deberá implementarse el sistema de protección contra caídas de acuerdo al procedimiento para trabajos en altura y contar con el permiso respectivo.

Los arneses de seguridad deberán contar con absorbedor de impacto para alturas mayores a 5 m. y líneas de anclaje de doble cola, con sello de aprobación, el casco de seguridad con barbiquejo.

En caso de alturas menores deberán usar el sistema de posicionamiento o restricción de movimiento.

Se utilizará el apoyo de escaleras telescópicas de fibra de vidrio en puntos específicos donde se encontraran debidamente amarradas.

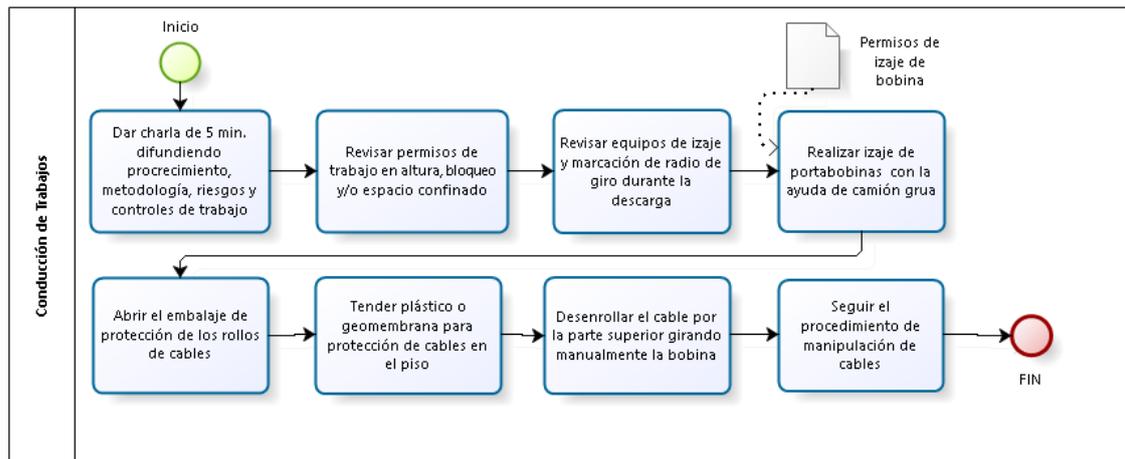
En cada punto donde se utilice una escalera telescópica de fibra de vidrio se encontraran 02 personas una debidamente con el EPP para trabajos en altura y la otra al pie de la escalera (para sujetar y mantenerla fija la escalera) y tener controlado el riesgo de caídas.

- Las escaleras portátiles no presentarán rajaduras, abolladuras o daños a su estructura o peldaño, tendrán pie antideslizante.
- Antes del uso de la escalera se realizara el check list respectivo.
- En cualquier escalera, se ascenderá y descenderá de las mismas de frente y con las manos libres (sin cargar ningún objeto), siempre tendrán 3 puntos de apoyo, se utilizarán bolsas de cuero o mochilas para transportar herramientas.
- Las escaleras rectas deberán asegurarse amarrándolas en el extremo superior o utilizarlo con un ayudante que las sujete firmemente en el transcurso del trabajo. También los materiales o herramientas se podrán izar usando una cuerda.
- La escalera portátil recta o tijera no se colocara sobre andamios, mesas o cajas ni se pisará sobre los tres últimos peldaños.

En algunos puntos específicos se contara con andamios los que deben ser armados por personal calificado y especializado de acuerdo al procedimiento de armado de

andamios, los andamios contarán con tarjeta roja mientras sean armados o desarmados y tarjeta verde cuando estén totalmente habilitados.

Diagrama 05. Ejecución de Tendidos de Cable



Fuente: Elaboración Propia

3.2.1.3. Tendido de cables al exterior

Para iniciar las actividades se deben de contar con los permisos para trabajo en altura, si fuese necesario.

Tener todas las herramientas marcadas con el color al mes de trabajo.

Se tendrá una soga de nylon a lo largo de la bandeja según el circuito que se desee cablear. Esta debe considerar tener rotulada la longitud del recorrido de la canalización.

Se verificará que el cable este perfectamente sujetado al halador.

Antes de iniciar el tendido de los cables, se revisará la lista de cables en la que se debe indicar el tipo de cable, la marca, la longitud, numero de bobina, longitud de tendido del cable proyectado en metros y será comparada con la longitud requerida en terreno. En cada extremo del cable, se considerará una longitud adicional de 01 vuelta al contorno del equipo para las tareas de arreglo y conexionado.

El personal procederá a realizar el tendido de los cables en sus respectivas bandejas según la ruta de los cables (listado de cables y planos de canalización), y tenderlo de forma coordinada con la ayuda de radios de comunicación. Los cables de menor calibre

y livianos que tengan el mismo recorrido se podrán tender en grupos. Durante el proceso de cableado se cumplirá con los radios de curvatura mínimo de los cables (Anexo 2).

Para el tendido de los cables se apoyarán las escaleras telescópicas sobre las bandejas y escalerillas eléctricas existentes o se armarán andamios en ciertos tramos del recorrido de las bandejas y escalerillas. Luego a una sola voz (comunicación verbal o radial) se procederá con el inicio del tendido del cable.

Si es necesario se procederá a instalar polines para facilitar el tendido de cables en todo el recorrido, evitando que se produzcan cortes en los cables a instalar.

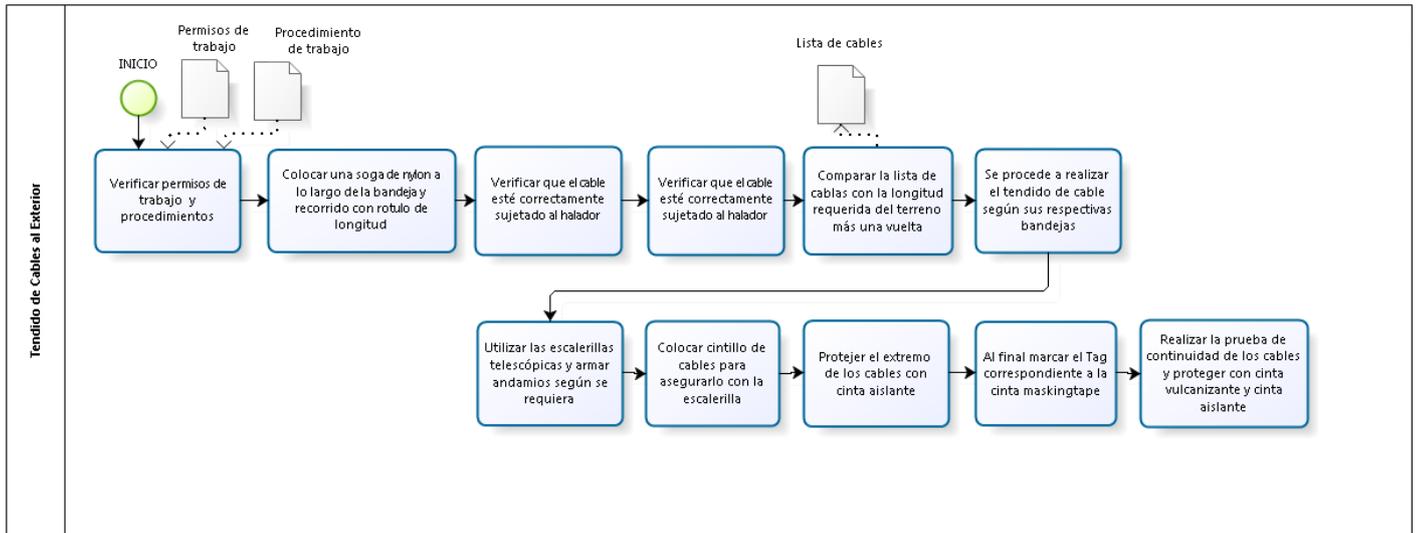
Luego se procederá a la colocación del cintillo en grupo de cables para asegurarlo con la escalerilla o bandeja para el peinado final.

Los extremos de los cables se protegerán con cinta aislante; en los extremos se deberá marcar el *tag* correspondiente con cinta *maskingtape* y de embalaje, el *tag* final se colocará al momento de la conexión.

Para el caso de tendido de cables en tubería *conduit*, se tomara en cuenta el porcentaje de ocupación de cables según recomendaciones de la norma NEC (tabla 4 cap. 9) ver tabla en Anexo 1.

Una vez tendido los cables e ingresado a su celda, cubículo, tablero u equipo, se deberá realizar la prueba de continuidad y de aislamiento correspondiente, luego se protegerán nuevamente los extremos con cinta vulcanizante y cinta aislante. Así también se protegerán del ingreso de humedad, agua, roedores y otros objetos.

Diagrama 06. Tendido de cable al exterior



Fuente: Elaboración Propia

3.2.1.4. Tendido de cables de banco de ductos

Como trabajo preliminar se deberá hacer una limpieza mecánica y secado de la tubería, para ello se usara trapo industrial amarrado a un alambre para que recorra toda la tubería internamente.

Si los cables eléctricos, en tanto no se guie el cable sobre rodillos, hay que transportarlo a mano situándose los operarios a distancias uniformes de aproximadamente 4 a 6 m. a lo largo del cable.

Se verificara la redondez del tubo PVC instalado en los bancos de ductos previo a la actividad del tendido de cables.

Los ductos serán debidamente codificados de acuerdo a los planos del proyecto, asegurando así que el tendido de cables se realice por la ruta y posición correcta en el interior del banco de ducto.

Recubrir con talco de saponita, talco pulverizado o un compuesto para tendido comercial que haya sido aprobado para dichos efectos. En los tramos y en general donde se considere que el esfuerzo a realizar sea mayor al permitido, asegurarse que el lubricante utilizado concuerde con las especificaciones para este trabajo.

Antes de iniciar el tendido de los cables, se revisará la lista de cables en la que se debe indicar el tipo de cable, la marca, la longitud, número de bobina, longitud de tendido del cable proyectado en metros y será comparada con la longitud requerida en terreno.

En cada extremo del cable, se considerará una longitud adicional de 01 vuelta al contorno del equipo para las tareas de arreglo y conexión.

Cuando los recorridos son largos o tienen algunas curvas, los cables se tienden por tramos, utilizando los lugares planos como cajas de paso, dejando una cierta cantidad de cable en éstas para poder tender el segundo tramo, esta operación se repite tantas veces como sea necesario.

Para el caso de tracción dentro de los *conduit* se deben utilizar compuestos lubricantes, solo si es requerido, para prevenir excesivas cargas de tracción, éstos compuestos deben ser compatibles con las especificaciones del fabricante del cable así como las especificaciones del proyecto.

Los tubos deberán tener un diámetro como mínimo 1.5 veces el diámetro exterior del cable, las curvas o radios en el tubo tendrán los radios mínimos para poder introducir posteriormente los cables.

Si bien se recomienda que en el diseño esté especificada la manera de realizar el tendido del cable o cables que estarán por banco de ductos, el personal que lo realiza debe tener en cuenta que la manera como se realiza afecta directamente a la capacidad de carga del conductor.

Durante el proceso de cableado se cumplirá con los radios mínimos de curvatura de los cables (Anexo 2).

Luego de confirmar los correctos tendidos, se deberá sellar la tubería con un material apropiado para prevenir la propagación de gases, vapores o llamas.

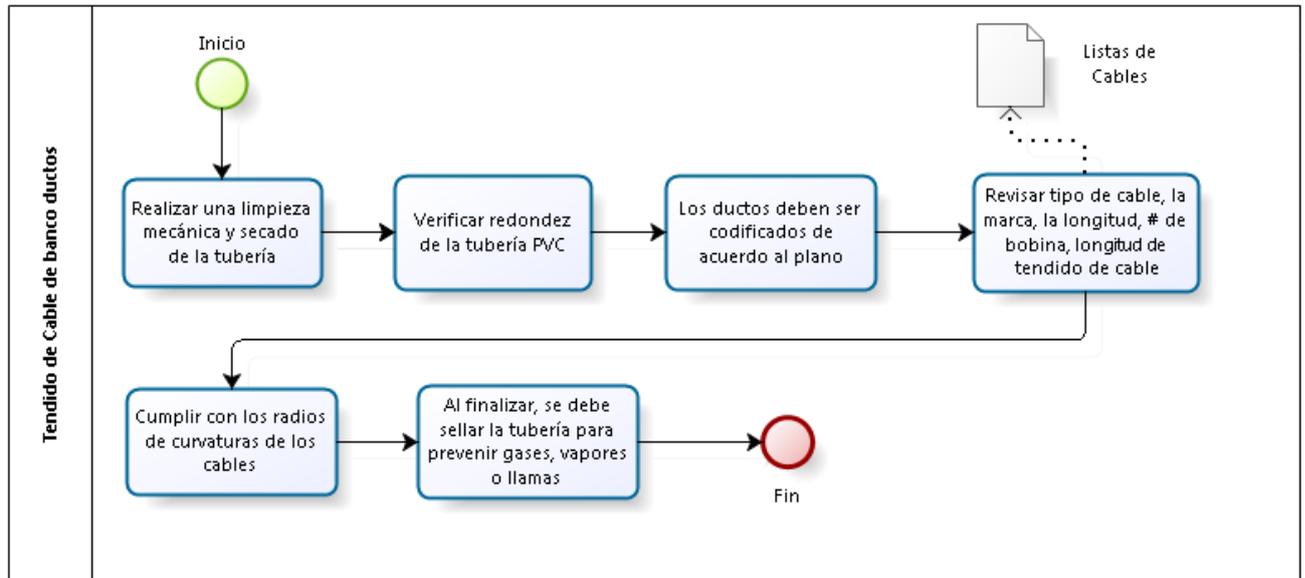
Se identificarán los cables adecuadamente en la entrada y salida de los ductos.

El personal al término del tendido de cables y cuando lo requiera realizará en el área limpieza y orden.

Trabajos posteriores:

- Limpieza del área de trabajo.
- Retiro de materiales, equipos y herramientas del área de trabajo.

Diagrama 07. Proceso Tendido de Cable de Banco Ductos



Fuente: Elaboración Propia

3.2.2. Identificación de Problemas

Durante el presente capítulo se realizaron los siguientes análisis, con el objeto de encontrar la problemática y la causa raíz de las deficiencias en el área de producción de la empresa:

- Nivel de cumplimiento de plan de producción.
- Nivel de satisfacción del cliente
- Incidentes de trabajo

Mediante el análisis realizado se buscó identificar las diversas deficiencias y problemas con que cuenta la empresa, todo esto con la finalidad de tener una visión clara y sintetizada de los problemas sus causas y consecuencias. A continuación se detallan los problemas identificados:

- *NIVEL DE CUMPLIMIENTO DE PLAN DE PRODUCCIÓN*
- *NIVEL DE SATISFACCIÓN DEL CLIENTE*
- *INCIDENTES EN PLANTA*

Uno de los principales problemas identificados en la empresa es la falta de andamios para lograr realizar el correcto tendido de cable, pasa subsanar esta falta, los operarios realizan el tendido utilizando camiones grúa, lo cual conlleva a grandes riesgos para los operarios que realizan esta labor.

Figura 03. Uso de camión grúa para el tendido de cable

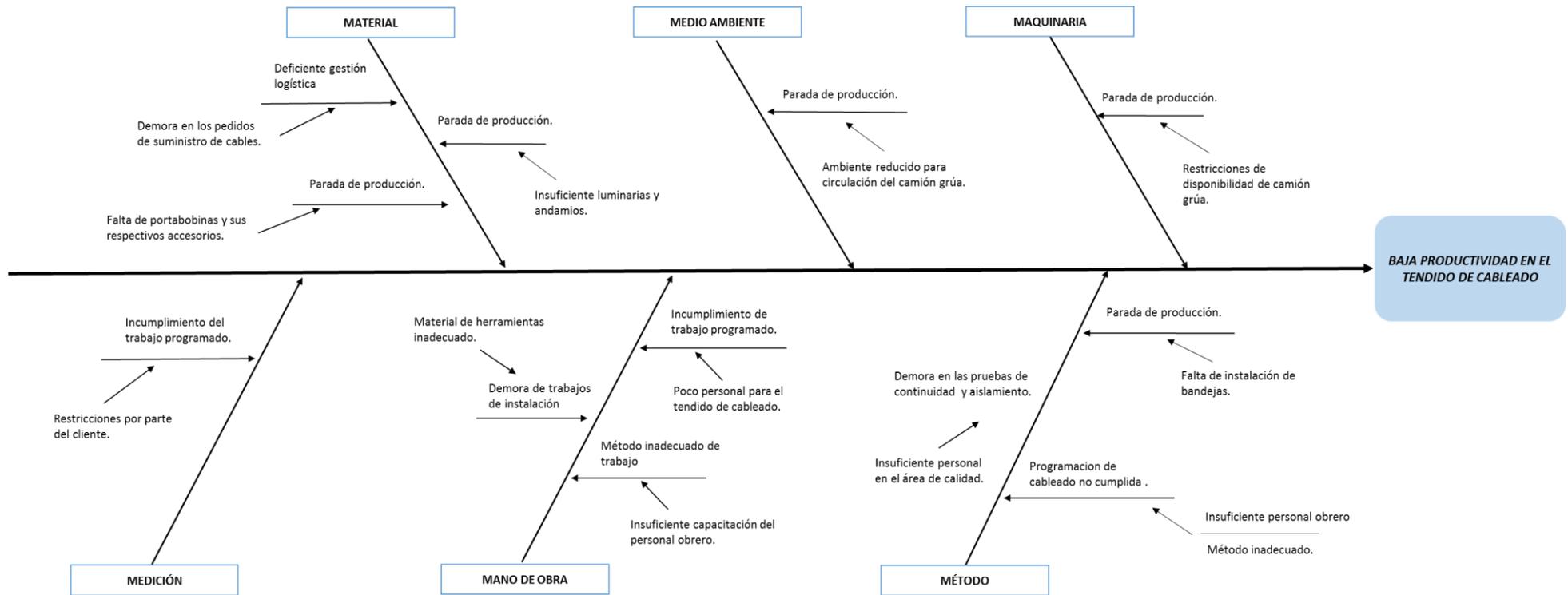


Fuente: Elaboración Propia

3.2.3. Análisis de “Causa - Efecto”

En la Figura 11 se detalla el análisis Causa – Efecto de los principales causantes del control deficiente de productividad y control de planta dentro de la empresa “GyM.”

Diagrama 08. Diagrama Causa – Efecto “GyM”



Fuente: Elaboración Propia

3.2.4. Diagrama de Pareto

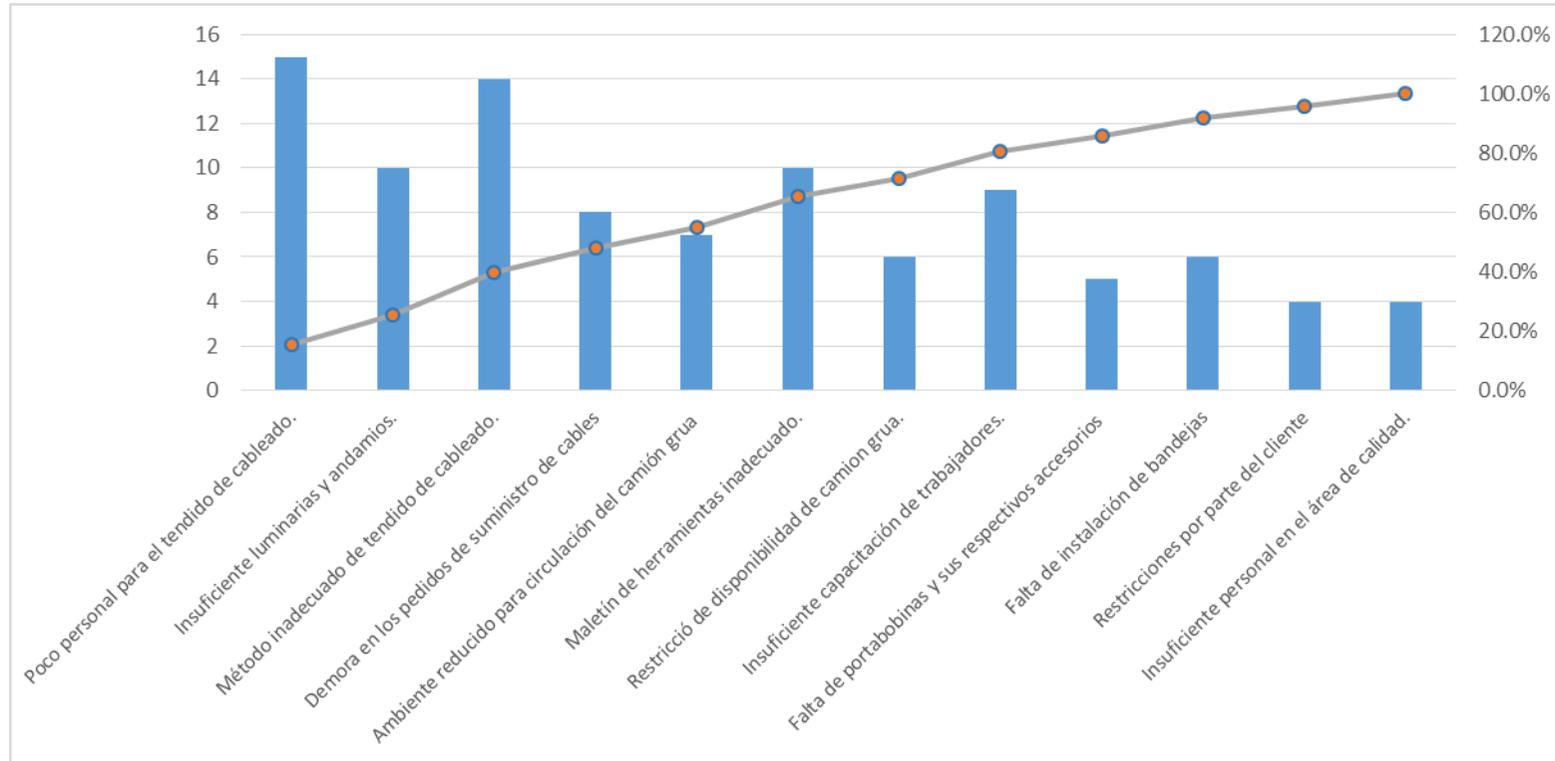
Se realiza un diagrama de Pareto de los problemas presentes dentro de la empresa utilizando una ponderación de frecuencia del 01 al 15, siendo 01 = Nulo y 15 = Siempre. Los siguientes datos se obtuvieron de encuestas realizadas a los Ings. de Campo de las diferentes áreas de trabajo, tal como se observa en el Anexo N° 03.

Tabla 07. Análisis de Frecuencias por problema detectado “GyM”

Nro	Clasificación	Problema	Ponderacion	% Frecuencia	% Frec. Acumulado
01	Mano de Obra	Insuficiente personal para el tendido de cableado.	15	15.3%	15.3%
02	Material	Insuficiente luminarias y andamios.	10	10.2%	25.5%
03	Método	Método inadecuado de tendido de cableado.	14	14.3%	39.8%
04	Material	Demora en los pedidos de suministro de cables	08	8.2%	48.0%
05	Medio ambiente	Ambiente reducido para circulación del camión grúa.	07	7.1%	55.1%
06	Mano de Obra	Maletín de herramientas inadecuado.	10	10.2%	65.3%
07	Máquina	Restricción de disponibilidad de camión grúa.	06	6.1%	71.4%
08	Mano de Obra	Insuficiente capacitación de trabajadores.	09	9.2%	80.6%
09	Material	Falta de portabobinas y sus respectivos accesorios	05	5.1%	85.7%
10	Método	Falta de instalación de bandejas	06	6.1%	91.8%
11	Medición	Restricciones por parte del cliente.	04	4.1%	95.9%
12	Método	Insuficiente personal en el área de calidad.	04	4.1%	100.0%
			98	100.0%	

Fuente: Elaboración Propia

Diagrama 09. Pareto de problemas identificados



Fuente: Elaboración Propia

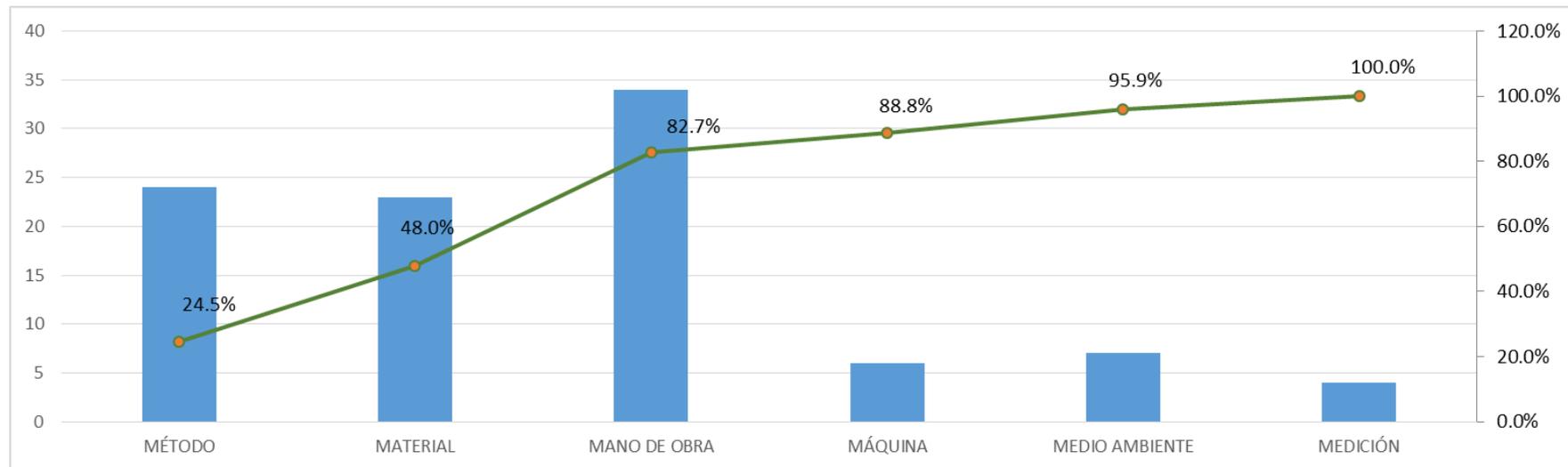
De acuerdo a los resultados obtenidos en la Tabla N° 07, se realiza un acumulado de las cantidades de acuerdo a la clasificación, tal como se muestra en la Tabla N° 08,

Tabla 08. Cuadro de clasificación de problemas identificados

CLASIFICACIÓN	Ponderación	%	% Acumulado
MÉTODO	24	24.5%	24.5%
MATERIAL	23	23.5%	48.0%
MANO DE OBRA	34	34.7%	82.7%
MÁQUINA	06	6.1%	88.8%
MEDIO AMBIENTE	07	7.1%	95.9%
MEDICIÓN	04	4.1%	100.0%
	98	100.0%	

Fuente: Elaboración Propia

Diagrama 10. Diagrama de Pareto de los problemas identificados



Fuente: Elaboración Propia

El diagrama de Pareto de los problemas identificados nos indica que la mayor cantidad de problemas y los más importantes se presentan en los aspectos de mano de obra y método, y por último, menos importante los problemas de medición.

3.2.5. Conclusiones de Análisis de Problemas

Tabla 09. Métodos implementados para los problemas detectados en el tendido de cableado

CAUSAS		INDICADOR	VALOR ACTUAL	VALOR META	METODOLOGÍA	HERRAMIENTAS	
Método	Programación de cableado no cumplida	Insuficiente Personal	$\Delta Prs = \left \frac{Pac - Pat}{Pat} \times 100 \right $ Pac: Personal actual Pat: Personal anterior	60	80	Gestión de Personal	- Análisis y Perfil de Puesto - Reclutamiento y Selección de Personal
		Método Inadecuado	$\Delta Avc = \left \frac{Ave - Avp}{Ave} \times 100 \right $ Ave: Avance ejecutado Avp: Avance programado	78%	84%	Lean Manufacturing	- SMED
Material	Parada de Producción	Insuficiente luminarias y andamios	$\%Hp = \frac{\#Hp}{\#Ht} \times 100$ #Hp: Nro de horas paradas #Ht: Nro total de horas de producción	40%	25%	Lean Manufacturing	- Just Time

	Gestión logística inadecuada	Demora en el pedido de suministros de cables.	$\%Mf = \frac{\#Mf}{\#Mt} \times 100$ #Mf: Materiales faltantes #Mt: Materiales totales	32%	20%	Lean Manufacturing	- Just Time
Mano de Obra	Incumplimiento de trabajo programado	Poco personal para el tendido de cableado	$\%Kme = \frac{\#Kme}{\#Kmp} \times 100$ #Kme: Km ejecutados #Kmp: Km programados	78%	84%	Lean Manufacturing	- Kaizen
	Demora en trabajos de instalación	Baúl y maletín de herramientas inadecuado	$\%Tm = \frac{\#Tm}{\#Tp} \times 100$ #Tm: Tiempo muerto #Tp: Tiempo de producción	24%	16%	Lean Manufacturing	- 5S
	Método inadecuado	Insuficiente capacitación para trabajadores	$\Delta Avc = \left \frac{Ave - Avp}{Ave} \times 100 \right $ Ave: Avance ejecutado Avp: Avance programado	65%	85%	Lean Manufacturing	- SMED
Maquinaria	Parada de producción	Restricción de disponibilidad de camión grúa	$\%Mf = \frac{\#Mf}{\#Mt} \times 100$ #Mf: Nro de cam. disponibles #Mt: Nro de cam. totales	55%	70%	Lean Manufacturing	- Just in Time

Medio Ambiente	Parada de producción	Ambiente reducido para circulación del camión grúa	$\%Hp = \frac{\#Hp}{\#Ht} \times 100$ <p>#Hp: Nro de horas paradas #Ht: Nro total de horas de producción</p>	40%	25%	Lean Manufacturing	- Kaizen
-------------------	-------------------------	---	--	-----	-----	-----------------------	----------

Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO 4. SOLUCIÓN PROPUESTA

4.1.1. “5S” en el tendido de cableado eléctrico

4.1.1.1. Plan de Implementación

Objetivo Principal:

- La implementación de 5S genera un ambiente de trabajo productivo, seguro y confortable, contribuyendo a la mejor utilización de los procesos que permita elaborar productos y brindar servicios de capacidad en el tiempo establecido por el cliente.

Objetivos Específicos:

- Elaborar un plan de implementación de 5S's en el proyecto.
- Estimar recursos necesarios para su implementación
- Conformación de Equipos de trabajo para la implementación
- Propuesta de Implementación de la metodología 5S's
- Cálculo de resultados estimados

Restricciones Identificadas

- Existe un límite de usos de recursos económicos por parte de la empresa.
- Existe poco personal en al área de almacén como responsable.

Riesgos Identificados

- Des-interés y resistencia por parte de los trabajadores para poder cumplir con las funciones encargadas del proyecto.
- Escases de recursos económicos para la mejora una vez implementado el proyecto.

Estimación de Recursos

Material

El material necesario, será básicamente para lograr un diferenciador visual en los insumos y a la vez, llevar un control de los materiales mediante un formato impreso.

Tabla 10. Costos Total 5S

Item	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Etiquetas autoadhesivas de papel	20 pack x 100 unidades	S/. 6,00	S/. 120,00
Plumones rotuladores indelebles	5 plumones	S/. 9,00	S/. 45,00
Impresiones de formatos	1500 hojas	S/. 0,20	S/. 300,00
Anaqueles	5 mts x 2.8 mts	S/. 350,00	S/. 1.050,00
Maletín organizador de herramientas	10 unid	S/. 180,00	S/. 1.800,00
Tableros organizadores de herramientas	5 unid	S/. 120,00	S/. 600,00
TOTAL			S/. 3.915,00

Fuente: Elaboración Propia

Equipo de Trabajo

El equipo de trabajo será el del mismo proyecto, y en horarios de trabajo regular, las capacitaciones serán realizadas por el facilitador, quien a su vez llevará el control del cumplimiento de metas y medición de cumplimiento de objetivos.

Tabla 11. Equipo de Trabajo 5S

Rol	Descripción	Responsable	Horas Semanales
Líder de Proyecto	Lleva a cabo la aprobación de cambios y confirmación de cumplimiento de metas	Gerente de Obra	4 horas
Supervisor	Controla el adecuado de objetivos y asigna carga de trabajo	Superintendente de Producción	6 horas
Personal del área de implementación	Cumple con las actividades asignadas para la implementación de método	Jefe de Almacén	8 horas
Metodista /Facilitador	Da los lineamiento de 5S's y capacita a personal	Asistente de Control de Proyectos	12 horas
Total Horas Semanales Requeridas			30 horas

Fuente: Elaboración Propia

Cronograma de Tiempo de Trabajo

Considerando las 5 etapas de la implementación de las 5S's para el área de almacén de la empresa, se considera prudente 1 semana por cada etapa a implementar.

Tabla 12. Cronograma de Trabajo 5S

	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 5
<i>SEIRI</i>	X				
<i>SEITON</i>		X			
<i>SEISO</i>			X		
<i>SEIKETSU</i>				X	
<i>SHITSUKE</i>					X

Fuente: Elaboración Propia

4.1.1.2. Equipo de implementación propuesto

En la primera etapa de implementación de 5S's, se hizo una charla de 20 minutos a todo el personal operario de la empresa acerca del proyecto a implementarse, en donde se explicó un poco de la teoría y los hallazgos de problemas que se crearon en planta. A dicha charla asistieron 6 ingenieros de campo y 1 gerente de proyecto.

Las etapas de implementación que se llevaron a cabo, junto con el rol de cada uno de los participantes en el equipo de trabajo, se detalla a continuación (ver Tabla 13)

Tabla 13. Actividades realizadas por el equipo de trabajo para la implementación de 5S's

EQUIPO DE TRABAJO		SEIRI	SEITON	SEISO	SEIKETSU	SHITSUKE
		SEPARAR	ORDENAR	LIMPIAR	ESTANDARIZAR	RESPETAR
LIDER DE PROYECTO	GERENTE DE PROYECTO	Indica las "reglas de juego" de la fase, Toma decisiones en cada fase, aprueba las acciones del equipo de trabajo, informa su importancia a toda la organización.				
SUPERVISOR	SUPERINTENDENTE DE PRODUCCION	*Encargado de dar la orden de selección/ eliminación a ejecutar por los operarios	*Encargado de dar la orden de selección/ eliminación a ejecutar por los operarios * Encargado de dar la orden de ordenar a ejecutar por los operarios	*Encargado de dar la orden de selección/ eliminación a ejecutar por los operarios * Encargado de dar la orden de ordenar a ejecutar por los operarios * Encargado de dar la orden de limpiar a ejecutar por los operarios	*Dueño de proceso y encargado de su cumplimiento.	*Dueño de proceso y encargado de su cumplimiento. * Medición de indicadores para verificar el correcto cumplimiento del procedimiento establecido

EQUIPO DE TRABAJO	SEIRI	SEITON	SEISO	SEIKETSU	SHITSUKE
-------------------	-------	--------	-------	----------	----------

Tabla 14. Actividades realizadas por el equipo de trabajo para la implementación de 5S's

		SEPARAR	ORDENAR	LIMPIAR	ESTANDARIZAR	RESPETAR
PERSONAL DEL ÁREA DE IMPLEMENTACIÓN	JEFE DE ALMACEN	<ul style="list-style-type: none"> * Ejecutan el método indicado por el supervisor * Identificar causas de elementos no pertenecientes al área y propone soluciones preventivas/correctivas 	<ul style="list-style-type: none"> * Ejecutan el método indicado por el supervisor * Identificar causas de elementos no pertenecientes al área y propone soluciones preventivas/correctivas * Identificar causas de desorden y proponer soluciones preventivas/correctivas 	<ul style="list-style-type: none"> * Ejecutan el método indicado por el supervisor * Identificar causas de elementos no pertenecientes al área y propone soluciones preventivas/correctivas * Identificar causas de desorden y proponer soluciones preventivas/correctivas * Identificar causas de suciedad y proponer soluciones preventivas/correctivas 	<ul style="list-style-type: none"> * Ejecutan el procedimiento establecido por la organización * Identificar causas de elementos no pertenecientes al área y propone soluciones preventivas/correctivas * Identificar causas de desorden y proponer soluciones preventivas/correctivas * Identificar causas de suciedad y proponer soluciones preventivas/correctivas 	<ul style="list-style-type: none"> * Ejecutan el procedimiento establecido por la organización * Identificar causas de elementos no pertenecientes al área y propone soluciones preventivas/correctivas * Identificar causas de desorden y proponer soluciones preventivas/correctivas * Identificar causas de suciedad y proponer soluciones preventivas/correctivas
METODISTA / FACILITADOR	ASISTENTE DE CONTROL DE PROYECTOS	Explicar el método de selección / eliminación	Explicar el método de ordenamiento	Explicar el método de limpieza	Documentar el procedimiento establecido y formalizarlo en la organización	Verificar el correcto funcionamiento de los indicadores establecidos
		Retroalimentar en comités de seguimiento de implementación de 5S's	Retroalimentar en comités de seguimiento de implementación de 5S's	Retroalimentar en comités de seguimiento de implementación de 5S's	Establecer indicadores de cumplimiento de procedimiento	
		Explicar los problemas e identificar indicadores (visuales) medibles				

Fuente: Elaboración Propia

Primero el grupo de trabajo se enfoca en el primer problema relacionado con los materiales (materia prima y desperdicios), en el cual como ya se menciona en el anterior capítulo se utilizará la 5's como herramienta de mejora. La herramienta 5's se enfoca principalmente a lograr el funcionamiento más eficiente y uniforme de las personas en los centros de trabajo, puesto que cuando el ambiente laboral está organizado y limpio la productividad aumenta, generalizando el deseo de hacer bien las cosas y donde cada uno pueda detectar y eliminar desperdicios.

Como primera medida se asignó a una persona encargada específicamente del manejo de almacén de materia prima y subproductos, para así liberar de dicha responsabilidad al personal de planta y tener una sola responsable del área.

Para lo cual se le dio como funciones:

- Recepción de materia prima
- Despacho de productos terminados y subproductos.
- Organización del almacén.

Para lograr una mejor organización y manejo de insumos se aplicó la herramienta de las 5's, para lo cual se explicará a continuación como se implanto:

SEIRI (Separar – Clasificar):

El primer paso será retirar todo lo que no es necesario del lugar de trabajo, en el caso del almacén se deberá comenzar haciendo una clasificación de los productos obsoletos, así como los desechos (cajas y bolsas que ya no se ocupan, artículos dañados, etc.).

Una vez clasificados y señalizados los artículos obsoletos se deberán retirar de los anaqueles y decidir por parte del jefe del almacén que se hará con dichos artículos. Estos pueden ser vendidos, donados o reutilizados para otras funciones.

Realizar una categorización de los elementos en general del almacén identificando los equipos, herramientas, dispositivos, repuesto. Mover los elementos a otro lugar fuera del almacén en caso de puedan ser reparados.

En la siguiente ilustración se muestran las herramientas que se debieron clasificar en obsoletas y no obsoletas.

Figura 04. Herramientas a Seleccionar



Fuente: Elaboración Propia

SEITON (Organizar):

El siguiente paso a seguir en la metodología 5S es situar los artículos necesarios en el lugar más adecuado para que sea más eficiente el servicio de despacho de pedidos del almacén.

Consiste en implementar un sistema de ubicación fija y aleatoria de los materiales y herramientas, tratando de aprovechar al máximo la infraestructura con la que actualmente cuenta el almacén, utilizando los anaqueles ya existentes y utilizando cambio de layout.

Se liberó el espacio que ocupan aquellos productos que no generan valor para el almacén. En este caso muchos de los productos almacenados, eran obsoletos o habían sido pedidos incorrectamente, sin embargo seguían siendo almacenados. En

En la siguiente ilustración se muestra como fueron ubicados los accesorios de materiales fijos, que son aquellos que tienen mayor frecuencia de demanda, es por ello que fueron ubicados en el primer estante. Así mismo se mejoró la caja de herramientas que se le asigna a cada trabajador garantizando así el orden y la disminución de demoras y transporte en búsqueda de herramientas.

Figura 05. Desorden en Almacén



Fuente: Elaboración Propia

Figura 06. Nueva Organización de Materiales



Fuente: Elaboración Propia

Figura 07. Caja de Herramientas actual



Fuente: Elaboración Propia

Figura 08. Nueva Caja de Herramientas



Fuente: Elaboración Propia

SEISO (Limpieza):

Un puesto de trabajo sucio y desordenado no cumple con las condiciones mínimas de higiene y seguridad para sus empleados generando así pérdidas de tiempo y de productividad, es por ello, que con la tercera S, se pretende crear espacios de trabajo agradables para su óptimo desempeño, aumentando la productividad y evitando enfermedades ocasionadas por la suciedad y contaminación.

Además de mantener un ambiente de trabajo más agradable, la limpieza brinda mayor calidad a los artículos almacenados, y ayuda a que se preserven en buenas condiciones mientras están guardados, considerando que hay una gran cantidad de artículos que permanecen almacenados mucho tiempo, evitando que estos pierdan calidad o pasen a ser defectuosos u obsoletos.

Los ingenieros y supervisores de campo, deben inspeccionar diariamente que todos los equipos, herramientas, maquinarias, suelos, paredes, materias primas y productos procesados deberían permanecer y observarse limpios después de ser usados.

Finalmente, se propone hacer un plan de limpieza con el auxiliar del almacén, asignando diariamente 15 minutos, pues son los mismos trabajadores del área quienes deben mantener limpio y ordenado su lugar de trabajo.

SEIKETSU (Mantenimiento):

Luego de haber aplicado las 3 primeras S dentro del proyecto, el comité acordó realizar un pre auditoría para constatar que el programa fue entendido y comprendido. Esta inspección se realiza para establecer sugerencias y recomendaciones al personal sobre los resultados obtenidos, a fin de que la mejora pueda reflejarse aún más de lo ya logrado.

A continuación, se presentan las siguientes tablas, que permiten llevar a cabo el seguimiento de cada una de las áreas del proyecto.

Tabla 15. Variación de Orden y Limpieza

Fecha:	18 de Octubre de 2015						
Área:	Molienda (Producción)						
Encargado de Verificación:	Ing de Campo (Molienda)						
Calificación	0: Malo 1: Muy Malo 2: Aceptable 3: Bueno 4: Muy Bueno						
Elementos	Calificación						
Clasificación	0	1	2	3	4	Pts	%
Arreglo							
Lugar apropiado para equipos y herramientas				X			
Desperdicio (resinas, material procesado, material de prueba)					X		
Desechos (basura, restos de comida, papel)			X				
TOTAL	0	0	2	3	4	9	75
Orden							
Materiales					X		
Pasillos					X		
Sitios de trabajo			X				
Equipos y herramientas				X			
TOTAL	0	0	2	3	8	13	81
Limpieza							
Basura			X				
Equipos y herramientas				X			
Papeleros o botes para basuras			X				
Polvo e insectos		X					
Grasas, aceites y tintas			X				
Utensilios de limpieza				X			
TOTAL	0	1	6	6	0	13	81
Seguridad							
Estado de pisos			X				
Estado de paredes		X					
Estado de techos				X			
Estado de iluminacion y ventilacion				X			
Estado de equipos y herramientas				X			
Estado de equipos de proteccion					X		
Riesgos				X			
Accidentes				X			
TOTAL	0	1	2	15	4	22	69
Mantenimiento y Disciplina							
Seguimiento en arreglo				X			
Seguimiento en orden				X			
Seguimiento en limpieza			X				
Trabajo en equipo			X				
Equipos de seguridad				X			
Señalización		X					
Conducta y cooperacion				X			
Seguimiento y respeto a las reglas			X				
TOTAL	0	1	6	12	0	19	59
						PROMEDIO	73

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 16. Resultados de Evaluación por Área

AREA	ARREGLO	ORDEN	LIMPIEZA	SEGURIDAD	MANTENIMIENTO Y DISCIPLINA	TOTAL (%)	RESULTADO
MOLIENDA	75	81	81	69	59	73	ACEPTABLE
REMOLIENDA	79	83	55	78	59	71	ACEPTABLE
ALIMETADORES	88	84	61	71	63	73	ACEPTABLE
PLANTA DE CAL	85	74	52	67	56	67	ACEPTABLE
FLOTACION	72	77	57	63	54	65	ACEPTABLE
MOLYPLANT	67	68	51	77	58	64	ACEPTABLE
ESPEADORES	79	81	59	70	61	70	ACEPTABLE

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 17. Escala de Calificación

ESCALA	MEDIDAS EN %
MALO	0 - 55
ACEPTABLE	56 - 75
BUENO	76 - 85
MUY BUENO	86 - 100

Fuente: Elaboración Propia

Se le informo al personal encargado de cada área la calificación obtenida, lo cual se indicó que su resultado fue aceptable. Sin embargo, se hizo ver a los trabajadores que su meta es llegar a obtener muy buenas condiciones y que las mejoras debían continuar cada día dentro del proyecto.

SHITSUKE

La quinta S busca hacer un seguimiento periódico con el objetivo que la calidad alcanzada no decaiga con el tiempo y que las personas no dejen de llevar a cabo sus responsabilidades.

En este paso se recomienda realizar auditorías internas en cada área de trabajo para determinar si se están cumpliendo a cabalidad los pasos anteriores. Esta tarea debe estar a cargo del Ing. de Campo de cada área.

Finalmente, la Gerencia del Proyecto, mostró satisfacción por el resultado inicial obtenido, en las que se observaron algunas mejoras, en cuanto a la participación que todos reflejaron para lograr el propósito y disposición hacia el cambio. Al observar el interés que cada área tenía al llevar a cabo el programa, el Gerente del proyecto junto con el Superintendente de Producción determinaron dar bonos a aquellos trabajadores que durante el tiempo estipulado cumplieron con las 5'S, tratando

así de demostrar a todo el personal de la empresa que los objetivos pueden lograrse sólo si se tiene la plena disposición de mejorar y voluntad para lograr un cambio en beneficio de todos.

BENEFICIO – COSTO DE LA MEJORA IMPLEMENTADA

Beneficio

Los Beneficios percibidos en la implementación, fueron costeados y anualizados para obtener un comparativo con los costos inicialmente identificados en el análisis de problemas.

Tabla 18. Beneficio Total identificado con 5S's

CLASIFICACION	PROBLEMA	Costo Materiales	Costo Mano de Obra	Costo Logístico	Frec. Anterior	Costo Total Anterior	Frec. Actual	Costo Total Actual	Beneficio Total
MANO DE OBRA / MATERIAL	a) Baúl y maletín de herramientas inadecuado (21%)	S/. 1.800,00	S/. 0,00	S/. 83,00	21	S/. 39.543,00	16	S/. 30.128,00	S/. 9.415,00
	(b) Mala ubicación y organización de material de almacén (16%)	S/. 1.050,00	S/. 48,62	S/. 72,00	16	S/. 18.729,92	13	S/. 15.218,06	S/. 3.511,86
	(c) Material sin identificación (8%)	S/. 600,00	S/. 48,62	S/. 65,00	8	S/. 5.708,96	4	S/. 2.854,48	S/. 2.854,48
TOTAL									S/. 15.781,34

Fuente: Elaboración Propia

Como se muestra en la Tabla anterior, el beneficio total anualizado esperado con la implementación de 5S's es de S/. 15,781.34, básicamente dado por la reducción de frecuencias de los problemas de la gestión de almacén en la empresa.

Costos

- Costo Fijo Tangible

Las inversiones tangibles constituyen los activos fijos de la empresa y corresponden a las efectuadas en bienes o elementos que no son materia de transacciones continuas o usuales durante la vida útil del proyecto, y una vez adquiridos son reconocidos como patrimonio físico, capital fijo de la empresa hasta la liquidación del mismo.

Tabla 19. Costos Tangibles – 5S's

Item	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Etiquetas autoadhesivas de papel	20 pack x 100 unidades	S/. 6,00	S/. 120,00
Plumones rotuladores indelebles	5 plumones	S/. 9,00	S/. 45,00
Impresiones de formatos	1500 hojas	S/. 0,20	S/. 300,00
Anaqueles	5 mts x 2.8 mts	S/. 350,00	S/. 1.050,00
Maletín organizador de herramientas	10 unid	S/. 180,00	S/. 1.800,00
Tableros organizadores de herramientas	5 unid	S/. 120,00	S/. 600,00
TOTAL			S/. 3.915,00

Fuente: Elaboración Propia

- Costo Fijo Intangible

Los activos intangibles a diferencia de los activos tangibles se caracterizan por su inmaterialidad y por lo tanto no están sujetos a desgaste o depreciación física.

Las inversiones en activos intangibles son todas aquellas que se realizan sobre activos constituidos por los servicios o derechos adquiridos necesarios para la puesta en marcha del proyecto o por los derechos y servicios recibidos en el periodo Pre-operativo del proyecto. En el caso del proyecto desarrollado en la empresa, se contabilizarán como intangibles las horas dedicadas por los diferentes actores del proyecto.

Tabla 20. Costos Intangibles – 5S

COSTOS INTAGIBLES	Horas Semanales	Sem	Costo Hora (S/.)	Costo Total (S/.)
Gerente de Proyecto	4	5	S/. 83,33	S/. 1.666,60
Superintendente de Producción	6	5	S/. 41,67	S/. 1.250,10
Jefe de Almacén	8	5	S/. 25,00	S/. 1.000,00
Asistente de CdP	12	5	S/. 7,50	S/. 450,00
TOTAL				S/. 4.366,70

Fuente: Elaboración Propia

Índice Costo – Beneficio

En análisis costo-beneficio ayuda a evaluar la efectividad de un proyecto con respecto a los costos incurridos para realizar el mismo, con este indicador se puede justificar la aprobación o continuidad de un proyecto. Para nuestro caso, ayudará a ver el impacto del proyecto de 5S's llevado a cabo.

$$\frac{B}{C} = \frac{\text{Total Ingresos}}{\text{Total Costos}}$$

$$\frac{B}{C} = \frac{15781.34}{3915 + 4366.70} = \frac{15781.34}{8271.70}$$

$$B/C = 1.91$$

Al ser el índice costo-beneficio mayor a la unidad, entonces podemos decir que el proyecto es positivo para la empresa.

4.1.2. JUST IN TIME

La filosofía de Just in Time (JIT) fue escogida debido a que se necesitaban aplicar mejoras en la Gestión de la Producción. Con los resultados obtenidos inicialmente con el proyecto de 5S's, se expuso el objetivo de la implementación de la metodología del JIT en la empresa a la Jefatura de Producción, quien al mostrar interés en participar y a su vez en apoyar al cumplimiento en la implementación, se procedió con la planificación de su implementación en la empresa.

Tabla 21. Problemas de la empresa y Justificación para la implementación de JIT

CLASIFICACIÓN	PROBLEMA	EFECTO	JUSTIFICACIÓN DE USO DE JIT
GESTIÓN DE LA PRODUCCIÓN	Demora en la entrega de suministros de cables (40%)	Existe un incremento de costo por falta de materiales para realizar el tendido de cableado causando molestias constantes por parte de los Supervisores e Ing. de Campo.	-Crear un flujo constante en la cadena de suministro, al producir a un ritmo constante. -Se minimizan las fluctuaciones en las cargas de trabajo. -Reducción del tiempo de espera en la entrega y maximización de la flexibilidad.
MATERIALES	Insuficiente iluminaria y andamios (32%)	Parada de producción debido al poco abastecimiento de materiales, generando demoras en el cumplimiento de actividades.	- Elaboración de pedidos de producción a tiempo y cumpliendo los tiempos necesarios mediante la organización de estos pedidos según criterios de importancia (prioridad, tamaño y tiempo promedio de producción)

Fuente: Elaboración Propia

4.1.2.1. PLAN DE IMPLEMENTACIÓN

La filosofía del Just in Time (JIT) será llevada a cabo combinando cuatro herramientas que ayudarán a que la producción logre mejores eficiencias. El plan de implementación fue también presentado en un acta de proyecto.

ACTA DE INICIO DE PROYECTO

Proyecto: Implementación de la filosofía "Just in Time" (JIT)

Sponsor: Gerente de Proyecto – GyM S.A.

Responsable / Jefe de Proyecto: Julio Lazo

Descripción:

Implementación de la filosofía "Just in Time" o JIT para la gestión de la producción de la empresa, que le permita funcionar con mayor eficiencia y eficacia.

Objetivo Principal:

- Elabora un plan que permita una mejor gestión de proyecto.

Objetivos Específicos:

- Elaborar un plan de implementación de la filosofía Just in Time (JIT).
- Estimar recursos necesarios para su implementación.

- Conformación de equipos de trabajo para la implementación.
- Proyección de resultados.

Restricciones Identificadas

- Existe un límite de usos de recursos económicos por parte de la empresa.
- La gestión de la producción, se encuentra a cargo de la gerencia de la empresa, por lo que cierta información es confidencial.

Riesgos Identificados

- Desconfianza con que el nuevo método pueda ser mejor que el actual, debido a que no ha sido probado aún en la empresa.
- Desinterés y resistencia por parte de los trabajadores para poder cumplir con las funciones encargadas del proyecto.
- Escases de recursos económicos para la mejora una vez implementado el proyecto.

Estimación de Recursos

Material

El material necesario, será básicamente para lograr un diferenciador visual en los insumos y a la vez, llevar un control de los materiales mediante un formato impreso.

Item	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Plumones rotuladores indelebiles	5 plumones	S/. 9,00	S/. 45,00
Impresiones de formatos	1500 hojas	S/. 0,20	S/. 300,00
Material para andamios	12 unid	S/. 100,00	S/. 1.200,00
Tableros organizadores de herramientas	3 unid	S/. 120,00	S/. 360,00
TOTAL			S/. 1.905,00

Equipo de Trabajo

El equipo de trabajo será el del mismo proyecto, y en horarios de trabajo regular, para no incurrir en horas extra, las capacitaciones serán realizadas por el facilitador, quien a su vez llevará el control del cumplimiento de metas y medición de cumplimiento de objetivos.

Rol	Descripción	Responsable	Horas Semanales
Líder de Proyecto	Lleva a cabo la aprobación de cambios y confirmación de cumplimiento de metas	Gerente de Obra	4 horas
Supervisor	Controla el adecuado de objetivos y asigna carga de trabajo	Superintendente de Producción	6 horas
Personal del área de implementación	Cumple con las actividades asignadas para la implementación de método	Jefe de Almacén	8 horas
Metodista /Facilitador	Da los lineamiento de 5S's y capacita a personal	Asistente de Control de Proyectos	12 horas
Total Horas Semanales Requeridas			30 horas

Cronograma de Tiempo de Trabajo

Considerando algunas etapas para la implementación de JIT en la empresa, se considera prudente una semana por cada etapa a implementar:

	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 5
<i>PLANIFICACIÓN</i>	X				
<i>IDENTIFICACIÓN</i>		X			
<i>ANÁLISIS</i>			X	X	
<i>ELABORACIÓN DE RESULTADOS</i>					X

4.1.2.2. IMPLEMENTACIÓN DE PROYECTO

Para su implementación como vimos anteriormente se procedió a realizar un plan de implementación concluyendo con un Project Charter. En la siguiente etapa del proyecto, se realizará la identificación de los problemas y análisis de cada etapa del proceso productivo. Se realizaron los siguientes análisis, con el objeto de encontrar la problemática y la causa raíz de las deficiencias en el área de producción de la empresa:

Procedimientos.

Visual.

Data histórica.

Mediante el desarrollo de los análisis realizados se logró identificar las diversas deficiencias y problemas con que cuenta la empresa. Estos han sido clasificados según el ámbito de la filosofía JIT, donde adicional se identifica el impacto del problema sobre la empresa y la causa-raíz del problema identificado, todo esto con la finalidad de tener una visión clara y sintetizada de los problemas sus causas y consecuencias.

Avance de Producción

La empresa "GyM S.A" cuenta con una planificación de tendido de cableado para el proyecto de aproximadamente 970 Km de cable. A continuación se muestra el tendido de cable diario ejecutado y la demora de búsqueda de herramientas y/o materiales. Cabe mencionar que el metrado de tendido de cableado varía de acuerdo al tipo de cable como es el caso de la Fibra Optica (FFOO), Cable Eléctrico, P&C, Comunicación y Cable Bus.

Tabla 22. Cuadro de tendido de cable de "GyM S.A"

Tipo de Cable	Cantidad Programada Diaria	Tiempo de Demora (min)	Mts / DIA
Eléctrico	2 445	45	1907.10
			1907.10

Tipo de Cable	Cantidad Programada Diaria	Tiempo de Demora (min)	Mts / DIA
P&C	828	42	645.84
			206.4

Tipo de Cable	Cantidad Programada Diaria	Tiempo de Demora (min)	Mts / DIA
Comunicación	883	43	688.74
			688.74

Tipo de Cable	Cantidad Programada Diaria	Tiempo de Demora (min)	Mts / DIA
Cable Bus	848	40	661.44
			661.44

Tipo de Cable	Cantidad Programada Diaria	Tiempo de Demora (min)	Mts / DIA

FFOO	777	36	606.06
			606.06

Fuente: Elaboración Propia

La problemática como se puede observar en los cuadros anteriores del tendido de cableado es la demora en la búsqueda de herramientas y/o materiales que se genera al inicio de dicha actividad, ya que teniendo un tendido de cable programado en todo el proyecto de aproximadamente 970 Km, sólo se logra ejecutar aproximadamente el 78% de tendido requerido a diario, ya que el área de almacén no cuenta con un orden establecido en el suministro de cada tipo de cable, generando demoras y paradas de producción.

Así mismo también se generan retrasos de producción al no contar con las herramientas y/o materiales necesarios teniendo que esperar al pedido y la fecha de entrega, generando incomodidades por parte del cliente.

El cuadro a continuación es la cantidad de tendido de cableado ejecutado en la empresa, en la cual se observa que no existe un cumplimiento en la programación por el inadecuado suministro de materiales de cada tipo de cables, ocasionando retrasos que son luego transformados en quejas del cliente.

Tabla 23. Programación de Tendido de Cableado "GyM S.A."

	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Electricidad	66 367	155 241	128 010	146 267	95 466	94 089	46 766
Ca P&C	6 892	9 435	12 516	18 406	10 080	7 325	4 560
Ca P&C (Vendor)	4 968	7 431	5 638	11 112	5 551	4 837	1 240
Ca Com	10 034	9 331	8 031	8 038	13 890	6 426	2 118
Ca FFOO	3 297	8 543	8 148	2 966	4 717	5 800	3 425
Cable Bus	5 479	3 522	10 374	3 327	7 429	4 823	1 459
TOTAL	97 037	193 503	172 717	190 116	137 133	123 300	59 568

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 24. Ejecución de Tendido de Cableado "GyM S.A"

	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Electricidad	55 568	127 048	107 040	129 199	72 074	75 533	32 959
Ca P&C	5479	7747	11121	16 150	7 106	4 606	3 424
Ca P&C (Vendor)	2 348	4 648	2 780	8 075	3 045	2 763	856
Ca Com	9 392	7 747	4 170	4 845	12 181	4 606	1 284
Ca FFOO	1 565	6 197	5 561	1 615	2 030	3 685	1 712
Cable Bus	3 913	1 549	8 341	1 615	5 076	2 568	921
TOTAL	78 265	154 936	139 013	161 499	101 512	93 761	41 156

Fuente: Elaboración Propia

Resultados de Análisis

Actualmente la empresa no cumple con la programación del tendido de cableado, esto se debe a la falta de materiales o a la demora de entrega de los mismos. El proyecto tiene programado aproximadamente 970 km de tendido de cableado en un plazo de 6 meses, de lo cual, sólo se ha logrado completar un 78%, generando retrasos en las actividades y molestias por parte del cliente.

En un modo por aumentar la cantidad de tendido y evitar paradas mayores de producción, se optó por realizar como primera acción de mejora el debido control de la implementación realizada de 5S en el área de almacén, esto facilitará la rápida entrega de diversos materiales para el tendido de cada tipo de cable, lo cual reducirá el tiempo de espera y el tiempo por parada de producción.

La segunda acción de mejora que se propondrá será la de elaborar correctamente los pedidos de producción en coordinación con los Supervisores e Ing de Campo, cumpliendo con los tiempos necesarios, con el fin de generar un mayor avance de tendido y evitar la parada de producción debido a la falta de materiales.

Aplicando estas nuevas acciones de mejora, se propone aumentar la capacidad de producción a un 84% y reducir la cantidad de tiempo perdido a un 10%. Así mismo, esto generará una entrega del producto en el menor tiempo posible evitando tiempos extras para concluir con las metas establecidas.

Para demostrar la mejora de producción mencionada anteriormente se proyectó un nuevo avance de tendido de cableado lo cual beneficiará para nuevos proyectos a futuro:

4

Tabla 25. Producción Proyectada de Tendido de Cableado utilizando Lean Manufacturing

	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Electricidad	55 748	130 402	107 528	122 864	80 191	79 035	39 283
Ca P&C	5 789	7 925	10 513	15 461	8 467	6 153	3 830
Ca P&C (Vendor)	4 173	6 242	4 736	9 334	4 663	4 063	1 042
Ca Com	8 429	7 838	6 746	6 752	11 668	5 398	1 779
Ca FFOO	2 769	7 176	6 844	2 491	3 962	4 872	2 877
Cable Bus	4 602	2 958	8 714	2 795	6 240	4 051	1 226
TOTAL	81 511	162 543	145 082	159 697	115 192	103 572	50 037

Fuente: Elaboración Propia

Nuevo plan de producción según las estrategias propuestas

La presentación resumida de las estrategias propuestas para alcanzar los objetivos planificados, se encuentran descritas en el siguiente cuadro, señalando los plazos de tiempos que se necesitan para la ejecución de las estrategias y teniendo en cuenta que algunas actividades se realizan de forma repetitiva todos los meses por ser de carácter constante.

Tabla 26. Cronograma de implementación de proyecto JIT propuesto

Objetivos	Estrategias	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 5
Elaborar una propuesta en la gestión de la producción	Elaborar una propuesta de JIT en la empresa	X				
	Presentar Project Charter a Gerencia		x			
	Elaborar estudio y análisis de la producción		x			
	Elaboración de resultados de estudio y propuesta de mejora			x		
Gestionar la realización del cambio propuesto	Acción 1: Seguimiento de 5S, orden en almacén				x	
	Acción 2: Capacitación para la correcta realización de órdenes de pedido de producción.					x
Controlar su cumplimiento y resultados	Llevar un control de adquisiciones				x	x
	Llevar el control de cumplimiento de cronograma				x	x

Formato:
Control1

Logo

CONTROL DE ESTRATEGIAS

Empresa: _____ Área: _____
Proceso: _____ Uso: _____

Hecho por: _____ Revisado por: _____

Objetivos	Estrategias	Progreso	Evaluación	Estado	Problemas	Ideas para lograr el Objetivo
Gestionar la realización del cambio propuesto	Acción 1: Seguimiento de 5S, orden de almacén					
	Acción 2: Capacitación para la correcta realización de órdenes de pedido de producción					
Observación:						

Lugar y Fecha: _____

Fuente: Elaboración Propia

4.1.2.3. BENEFICIO – COSTO DE LA PROPUESTA JIT

Beneficio

Los Beneficios percibidos en la implementación, fueron costeados y anualizados para obtener un comparativo con los costos inicialmente identificados en el análisis de problemas.

Tabla 28. Beneficio Total identificado con JIT

CLASIFICACIÓN	PROBLEMA	Costo Materiales	Costo Mano de Obra	Costo Logístico	Frecuencia Anterior	Costo Total Anterior	Frecuencia Actual	Costo Total Actual	Beneficio Total
MATERIALES	Demora en la entrega de suministros de cables (34%)	S/. 360,00	S/. 0,00	S/. 95,00	34	S/. 15.470,00	28	S/. 12.740,00	S/. 2.730,00
	Insuficiente iluminaria y andamios (40%)	S/. 1.200,00	S/. 0,00	S/. 74,00	40	S/. 50.960,00	32	S/. 40.768,00	S/. 10.192,00
TOTAL									S/. 12.922,00

Fuente: Elaboración Propia

Como se observa en la tabla anterior, el beneficio total esperado con la implementación de JIT es de S/. 12,922.00 básicamente dado por reducción de tiempo de esperas en el área de almacén y la correcta realización de pedidos de producción.

Costo

Costo Fijo Tangible

Las inversiones tangibles constituyen los activos fijos de la empresa y corresponden a las efectuadas en bienes o elementos que no son materia de transacciones continuas o usuales durante la vida útil del proyecto, y una vez adquiridos son reconocidos como patrimonio físico, capital fijo de la empresa hasta la liquidación del mismo.

Tabla 29. Costos Tangibles – JIT

Item	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Plumones rotuladores indelebles	5 plumones	S/. 9,00	S/. 45,00
Impresiones de formatos	1500 hojas	S/. 0,20	S/. 300,00
Material para andamios	12 unid	S/. 100,00	S/. 1.200,00

Tableros organizadores de herramientas	3 unid	S/. 120,00	S/. 360,00
TOTAL			S/. 1.905,00

Fuente: Elaboración Propia

Costo Intangible

Los activos intangibles a diferencia de los activos tangibles se caracterizan por su inmaterialidad y por lo tanto no están sujetos a desgaste o depreciación física.

Las inversiones en activos intangibles son todas aquellas que se realizan sobre activos constituidos por los servicios o derechos adquiridos necesarios para la puesta en marcha del proyecto o por los derechos y servicios recibidos en el periodo Pre-operativo del proyecto. En el caso del proyecto desarrollado en la empresa, se contabilizarán como intangibles las horas dedicadas por los diferentes actores del proyecto.

Tabla 30. Costos Intangibles – JIT

COSTOS INTAGIBLES	Horas Semanales	Sem	Costo Hora (S/.)	Costo Total (S/.)
Gerente de Proyecto	4	5	S/. 83,33	S/. 1.666,60
Superintendente de Producción	6	5	S/. 41,67	S/. 1.250,10
Ing de Campo	8	5	S/. 33,33	S/. 1.333,20
Asistente de CdP	12	5	S/. 7,50	S/. 450,00
			TOTAL	S/. 4.699,90

Fuente: Elaboración Propia

Índice Costo – Beneficio

En análisis costo-beneficio ayuda a evaluar la efectividad de un proyecto con respecto a los costos incurridos para realizar el mismo, con este indicador se puede justificar la aprobación o continuidad de un proyecto. Para nuestro caso, ayudará a ver el impacto del proyecto de JIT llevado a cabo.

$$\frac{B}{C} = \frac{\text{Total Ingresos}}{\text{Total Costos}}$$

$$\frac{B}{C} = \frac{12922.00}{1905 + 4699.90} = \frac{12922.00}{6604.90}$$

$$B/C = 1.96$$

Al ser el índice costo-beneficio mayor a la unidad, entonces podemos decir que el proyecto es positivo para la empresa.

4.1.3. KAIZEN EN EL TENDIDO DE CABLEADO ELECTRICO

El Kaizen fue escogido debido a que se necesitaban aplicar mejoras en la gestión de operaciones de la empresa. Con los resultados obtenidos inicialmente con el proyecto de 5S's y propuesta de implementación JIT, se expuso el objetivo de la implementación de Kaizen a la organización, quien al mostrar interés en participar y a su vez en apoyar al cumplimiento en la implementación, se procedió con la planificación de su implementación en la empresa.

Tabla 31. Problemas de empresa y Justificación para implementar Kaizen

CLASIFICACIÓN	PROBLEMA	EFEECTO	JUSTIFICACIÓN DE USO DE KAIZEN
MANO DE OBRA	Personal insuficiente para el tendido de cableado.	Incumplimiento del trabajo programado.	<ul style="list-style-type: none"> - Cubrir la deficiencia mediante la creación de planes de producción que empiecen desde almacén, hasta la entrega de servicio, mediante la comunicación de procesos y objetivos del puesto de trabajo. - Implementar un sistema de mejora mediante capacitación de los operarios para generar un pensamiento de mejora continua.
	Insatisfacción por bonos de Producción	Desmotivación de Personal.	
MAQUINARIA	Restricciones de camión grúa	Parada de Producción.	<ul style="list-style-type: none"> - Realizar un cronograma de actividades junto a los Ing. de Campo y Supervisores para el correcto y adecuado uso de las maquinarias en un tiempo establecido.

Fuente: Elaboración propia

4.3.3.1 PLAN DE IMPLEMENTACIÓN

IMPLEMENTACIÓN

Capacitación

Para que la aplicación del programa pueda ser efectiva, dentro de la empresa GyM, es muy importante iniciar con el entrenamiento, pues resulta imposible realizar alguna actividad si no se ha tenido la capacitación adecuada y mantener la disciplina en la aplicación del programa.

Se dará información y material, que puede ser utilizado y que por consiguiente cada una de las áreas con su respectivo personal podrá conocer, comprender y saber aplicar en su lugar de trabajo, terminado el plan de capacitación.

Charla

Se proporcionó una charla como introducción al tema incluyendo los principios y fundamentos del sistema a implantar. Se dio la charla a todo el personal del proyecto en dos turnos para que así tengan un conocimiento claro del sistema de las 5's y JIT, dándole un mayor énfasis a la parte de producción y almacén siendo los más críticos.

Después se explicó la herramienta que se utilizará para lograr la mejora continua en el área del almacén mediante las 5's en cuanto a su aplicación, participación, beneficios y ventajas. Especialmente haciendo énfasis en la disminución de carga de trabajo que representa para el personal encargado del área al mantener un orden y limpieza adecuado.

Se explicó los pasos a seguir por cada una de las 5's y JIT que se realizara en el área, así como también la manera de mantener y mejorar a nuestro beneficio.

Auditoria

Después de haber cumplido con la integración del programa, se efectuara una auditoría, para verificar y constatar que efectivamente, sí se está llevando a cabo satisfactoriamente el programa, descubrir qué cosas podían ser mejoradas, qué podría aún hacer falta para estar mejor.

Las auditorías, son siempre de sorpresa por lo cual siempre deberán estar preparados todos los participantes del programa dentro del proyecto. De tal forma, ésta permitirá determinar si las actividades y los resultados del programa 5'S y JIT cumplen con los objetivos y expectativas que se plantearon, y si no se cumplen, buscar su mejoramiento.

Objetivo

El objetivo de la auditoria no es para buscar culpables de algún error cometido, sino de evaluar el sistema y que todo se esté cumpliendo con lo planificado, por lo que una auditoria efectiva proporciona las oportunidades de mejoramiento detectadas en el área, por los miembros del equipo evalúan las causas de esa oportunidad de mejora y puedan establecer el plan de acción con el cual van a trabajar para solucionarlo.

Para este caso los encargados de realizar dichas auditorias vendrían a ser la persona encargada de implementar el programa, el ingeniero de campo y el supervisor de turno.

Funciones:

- Preparar auditorias mensualmente.
- Visitar el área de trabajo.
- Verificar que se esté cumpliendo con lo establecido.
- Preparar un informe de lo observado indicando el resultado obtenido.
- Informar sobre los problemas detectados en el área.
- Presentar alguna solución.

Las auditorias buscan evaluar el programa de las 5's y lograr el mejoramiento continuo:

- La materia prima se encuentre en su lugar de acuerdo al mapa de las 5's y JIT.
- Área ordenada de la mejor manera posible.

Limpieza.

Materia prima correctamente identificada.

No se encuentren desprendimiento de materia prima.

4.3.3.2 Implementación de Círculos de Calidad

La implementación de los círculos de calidad se realizará mediante etapas:

Etapas de Iniciación: En esta etapa se trabaja la parte formativa de la consciencia para toda la organización. Buscando captar la atención de quienes potencialmente conformarían los círculos de calidad.

Etapas de Plan Piloto: Una vez realizada la presentación del proyecto, se elaborarán las políticas de calidad de la empresa, junto con la capacitación para el cumplimiento de la misma.

Etapas de Propuestas de implementación: En este punto se elaboran las primeras propuestas de implementación para la mejora de la empresa, evaluando las propuestas y generando reuniones donde todos sean escuchados.

Etapas de Estabilización: Una vez implementado, se buscará capacitar a todo el personal participante para que pueda llevar a cabo en búsqueda de la mejora continua.

Tabla 32. Pasos de implementación de Círculos de Calidad

Etapas	Actividades	Problemas
Inicio	- Información - Expectativas - Capacitación	Romper inercia, pragmatismo, claridad, expectativas.
Plan Piloto	- Políticas - Capacitación	Presentación del programa, selección de voluntarios.
Propuestas de implementación (Permanente)	- Evaluación - Motivación	Mandos medios Reacción gerencia
Estabilización (Permanente)	- Capacitación - Renovación	Estímulos Integración en otros programas

Fuente: Elaboración propia

Para la conformación de los integrantes de los círculos de calidad (CC), se realizará de manera jerárquica:

Tabla 33. Integrantes del Círculo de Calidad

Cargo en Empresa	Cargo en Círculo de Calidad	Responsabilidades
Gerente General	Coordinador General de Círculo de Calidad	Ejecutar los acuerdos del comité de calidad.
Ingenieros de Campo	Comité Central	Elaborar plan de funcionamiento, reconocimientos, capacitación, objetivos y estrategias para mantener el buen desempeño
Asistente de Control de Proyectos	Facilitador	Facilitador de herramientas de gestión, promueve cursos de capacitación
Supervisores	Líder	Dirigir las reuniones del círculo de calidad, organiza la agenda de la reunión, elaborar informes de comité de calidad, presenta las sugerencias propuestas.
Colaboradores	Miembros del Círculo de	Participación voluntaria, libertad de

de área administrativa, almacén y producción.	Calidad	opinión y voto.
---	---------	-----------------

Fuente: Elaboración propia

Figura 09. Anuncio para participación voluntaria al círculo de calidad



Fuente: Pagina web

Cronograma de Círculos de Calidad

Tabla 34. Cronograma de Círculos de Calidad

	Oct-15	Nov-15	Dic-15	Ene-16	Feb-16	Mar-16
1° CC	03-10					
2° CC		07-11				
3° CC			5-12			
4° CC				9-01		
5° CC					06-02	
6° CC						05-03

Fuente: Elaboración propia

Se programaron las primeras 6 reuniones del comité de calidad (CC) desde el mes de octubre, todos serán realizados los sábados a partir de las 10:00 am hasta las 12:00 pm donde se presentarán en la primera reunión, los avances de los tres primeros proyectos de mejora implementados y propuestos (5S, JIT, Kaizen) y en adelante se revisarán los indicadores de cada una de las áreas y los reclamos o problemas de producción que se presentaron en el mes.

Formato de Informe de Comité de Calidad

Tabla 35. Informe de Comité de Calidad

<i>Formato: Control1</i>	ACTA DE REUNIÓN					Logo
Tema:		Asistentes				
Fecha:		Ausentes				
Objetivos						
Agenda de Reunión						
Asunto	Presentador	Hora	Duración	Estado	Fecha Comprometida	Responsable
Observación:						
<div style="display: flex; justify-content: space-between; width: 80%; margin: 0 auto;"> <div style="border-bottom: 1px solid black; width: 20%;"></div> <div style="border-bottom: 1px solid black; width: 60%;"></div> <div style="border-bottom: 1px solid black; width: 20%;"></div> </div>						

Fuente: Elaboración Propia

4.3.3.3 BENEFICIO – COSTO DE PROPUESTA KAIZEN

Beneficio

Los Beneficios percibidos en la implementación, fueron costeados y anualizados para obtener un comparativo con los costos inicialmente identificados en el análisis de problemas.

Tabla 36. Beneficio Total identificado con Kaizen

CLASIFICACIÓN	PROBLEMA	Costo Materiales	Costo Mano de Obra	Costo Logístico	Frecuencia Anterior	Costo Total Anterior	Frecuencia Actual	Costo Total Actual	Beneficio Total
MAQUINARIA	(a) Restricciones de camión grúa. (40%)	S/. 75,00	S/. 295,20	S/. 0,00	40	S/. 14.808,00	32	S/. 11.846,40	S/. 2.961,60
MEDIO AMBIENTE	(a) Ambiente reducido para la circulación del camión grúa. (40%)	S/. 0,00	S/. 295,20	S/. 0,00	40	S/. 11.808,00	32	S/. 9.446,40	S/. 2.361,60
								TOTAL	S/. 5.323,20

Elaboración propia

Además de los beneficios esperados por los problemas identificados, la aplicación de Kaizen ayudará a llevar a cabo nuevos proyectos de mejora que podrían impactar en toda la empresa, sin embargo estos no pueden ser determinados en un monto fijo debido a que se desconoce su naturaleza e impacto.

Costo

Costo Fijo Tangible

Las inversiones tangibles constituyen los activos fijos de la empresa y corresponden a las efectuadas en bienes o elementos que no son materia de transacciones continuas o usuales durante la vida útil del proyecto, y una vez adquiridos son reconocidos como patrimonio físico, capital fijo de la empresa hasta la liquidación del mismo.

Tabla 37. Costos Tangibles – Kaizen

COSTOS TANGIBLES	CANTIDAD	Costo Unitario	Costo Total
Impresiones de formatos	150	S/. 0,50	S/. 75,00
TOTAL	150	S/. 0,50	S/. 75,00

Elaboración propia

Costo Intangible

Los activos intangibles a diferencia de los activos tangibles se caracterizan por su inmaterialidad y por lo tanto no están sujetos a desgaste o depreciación física.

Las inversiones en activos intangibles son todas aquellas que se realizan sobre activos constituidos por los servicios o derechos adquiridos necesarios para la puesta en marcha del proyecto o por los derechos y servicios recibidos en el periodo Pre-operativo del proyecto. En el caso del proyecto desarrollado en la empresa, se contabilizarán como intangibles las horas dedicadas por los diferentes actores del proyecto.

Tabla 38. Costos Intangibles – Kaizen

COSTOS INTAGIBLES	Horas Semanales	Sem	Costo Hora (S/.)	Costo Total (S/.)
Gerente General	2	6	S/. 83,33	S/. 999,96
Superintendente de Producción	4	6	S/. 41,67	S/. 1.000,08
Asistente de CdP	8	6	S/. 7,50	S/. 360,00
Ing. de Campo	6	6	S/. 33,33	S/. 1.199,88
Capataz	4	6	S/. 8,20	S/. 196,80
			TOTAL	S/. 3.756,72

Fuente: Elaboración propia

Índice Costo – Beneficio

En análisis costo-beneficio ayuda a evaluar la efectividad de un proyecto con respecto a los costos incurridos para realizar el mismo, con este indicador se puede justificar la aprobación o continuidad de un proyecto.

$$\frac{B}{C} = \frac{\text{Total Ingresos}}{\text{Total Costos}}$$

$$\frac{B}{C} = \frac{5323.20}{75.00 + 3756.72} = \frac{5323.20}{3831.72}$$

$$\frac{B}{C} = 1.39$$

Al ser el índice costo-beneficio mayor a la unidad, entonces podemos decir que el proyecto es positivo para la empresa.

4.1.4. Single Minute Exchange Die (DOE) en el Tendido de Cableado Eléctrico.

Inicialmente, los Ing de Campo venían empleado un método de trabajo no tan factible, a consecuencia del insuficiente personal o la falta de capacitación; generando incumplimientos en el avance programado, excesivos tiempos de esperas y re trabajos. Para ello, se realiza el Diagrama de Análisis de Proceso Actual, para analizar las

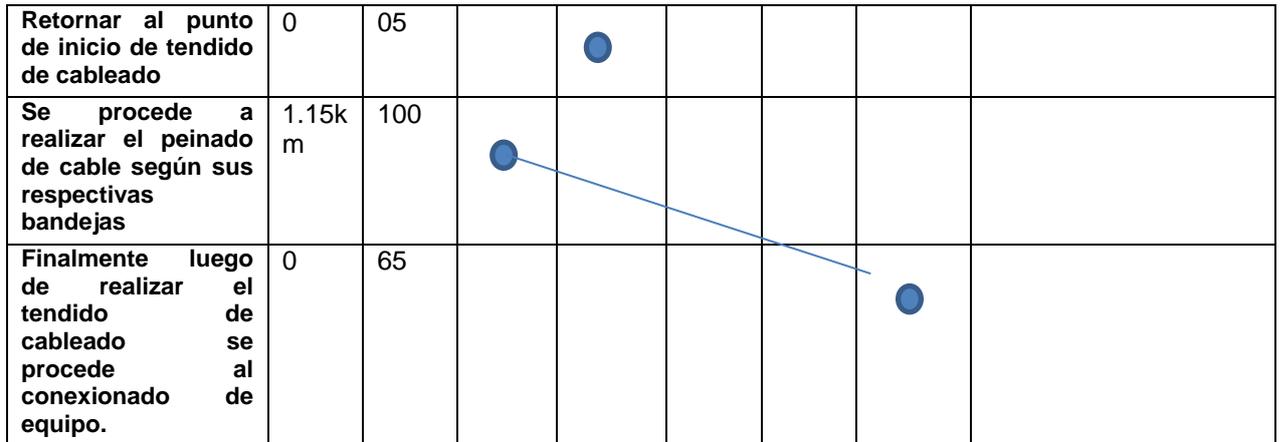
diferentes actividades, el tiempo empleado y el personal a cargo para dicha actividad, (observar Tabla N° 38).

Tabla 39. Diagrama de Análisis de Proceso (DAP) - Actual

Diagrama de Análisis de Procesos (DAP)- Operarios								
Diagrama N°: 01		Nro de Hojas: 02		Resumen				
Objetivo: Incrementar el Tendido de Cableado				Actividad	Actual		Prop	Econ.
Actividad: Tendido de Cableado Eléctrico				Operación	13			
Método: actual				Transporte	02			
				Espera	03			
				Inspección	04			
				Almacenamiento	01			
				Distancia				
Lugar: Minera Cerro Verde - Arequipa				Tiempo/Produc	10.5 h / 1.15 km			
Operarios: 1 capataz, 6 operarios, 5 oficiales, 3 ayudante				Costos:	S/.			
N°: 01				Mano de Obra	Capataz	688.91		
					Operario	2574.81		
					Oficial	1372.35		
					Ayudante	765.77		
				Materiales	Maquinaria (uso)	2827.08		
Compuesto por: Carlos Villar				Costo Total:	S/.	8228.92		
Fecha: 05-12-2015								
Aprobado por: Gerente de Proyecto								
Fecha: 06-12-2015								
DESCRIPCIÓN	D	T (min)	○	⇒	◻	◻	▽	OBSERVACIONES
Ubicar tipo de cable en Almacén	0	08	●					
Realizar pruebas de continuidad y asilamiento	0	30	●					
Transportar el tipo de cable al Lugar donde se hará el tendido	8m	20		●				
Verificar planos esquemáticos para conexión	0	10			●			
Identificar el punto de inicio y final del cableado	0	08	●					
Seleccionar el sentido de rotación de bobina	0	05	●					

Realizar la inspección general de la zona de trabajo	0	07							
Brindar charlas de 5 min difundiendo procedimiento, riesgos, y controles de trabajo	0	05							
Revisar permisos de trabajo en altura, bloqueo, y/o espacios confinados	0	15							
Realizar izaje portabobinas con la ayuda camión grúa	0	18							
Abrir el embalaje de protección de los rollos de cables	0	12							
Tender plástico para la protección de cables en el piso	0	08							
Desenrollar el cable por la parte superior girando manualmente la bobina	0	06							
Colocar una soga de nylon a lo largo de bandeja y recorrido con rotulo de longitud	0	12							
Verificar que el cable este correctamente sujetado al halador	0	05							
Se procede a separar y cortar el cable de acuerdo a la cantidad aproximada para luego realizar el tendido	1.15k m	230							
Desechar cable sobrante del tendido	0	10							
Proteger el extremo de los cables con cinta aislante	0	10							
Finalmente marcar el Tag correspondiente	0	06							
Realizar la prueba de continuidad de los cables y proteger con cinta vulcanizante y aislante	0	35							

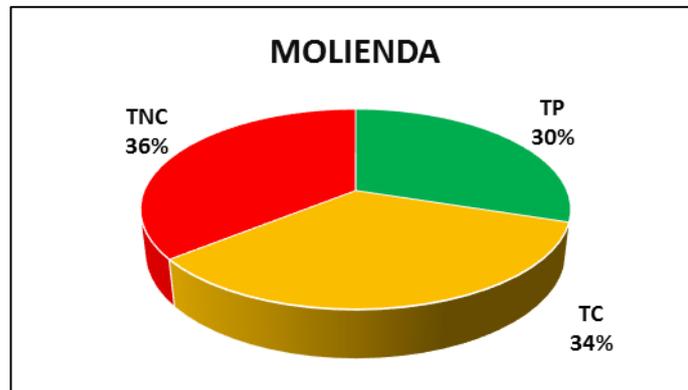
Retornar al punto de inicio de tendido de cableado	0	05							
Se procede a realizar el peinado de cable según sus respectivas bandejas	1.15k m	100							
Finalmente luego de realizar el tendido de cableado se procede al conexionado de equipo.	0	65							



Fuente: Elaboración Propia

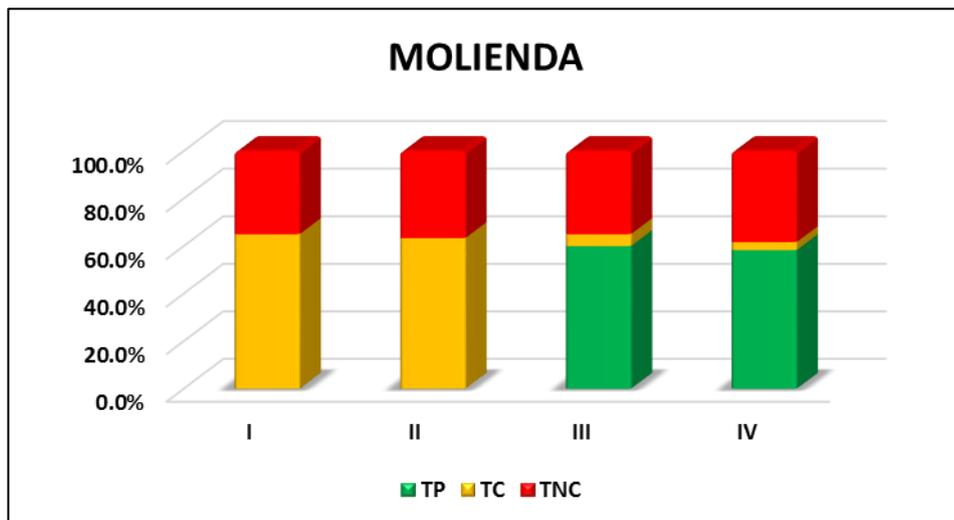
El método actual para el tendido de cableado genera una producción de 1.15 Km diario empleando 15 trabajadores, en base a dichos resultados, se realiza un análisis general de actividades de producción en las cuatro áreas de trabajo (Molienda, Remolienda, Flotación, Espesadores), con el fin de conocer las causas que originan la poca productividad.

Diagrama 11. Resultados por Tipo de Trabajo – Área Molienda



Fuente: Elaboración Propia

Diagrama 12. Distribución por Tipo de Trabajo – Área Molienda

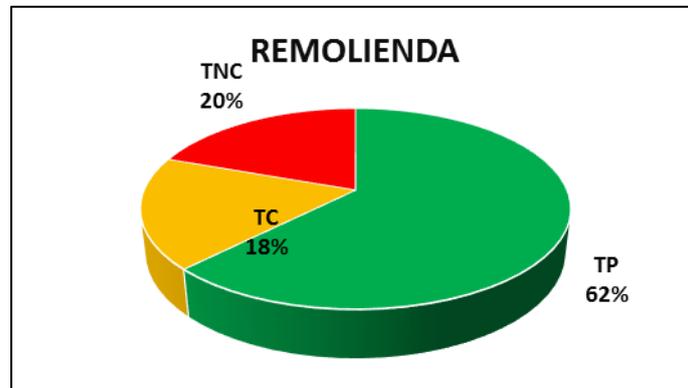


Fuente: Elaboración Propia

Observaciones Área Molienda:

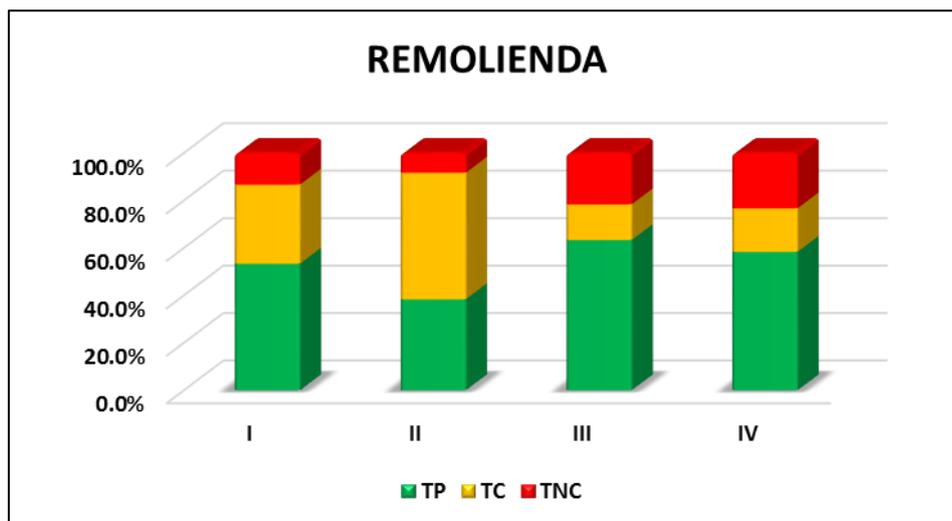
- Indican no tener avance por falta de andamios
- Los capataces recomiendan la utilización de wincha métrica láser para mejorar los tiempos de medición de campo.
- Faltan accesorios de portabobinas.
-

Diagrama 13. Resultados por Tipo de Trabajo – Área Remolienda



Fuente: Elaboración Propia

Diagrama 14. Distribución por Tipo de Trabajo – Área Remolienda

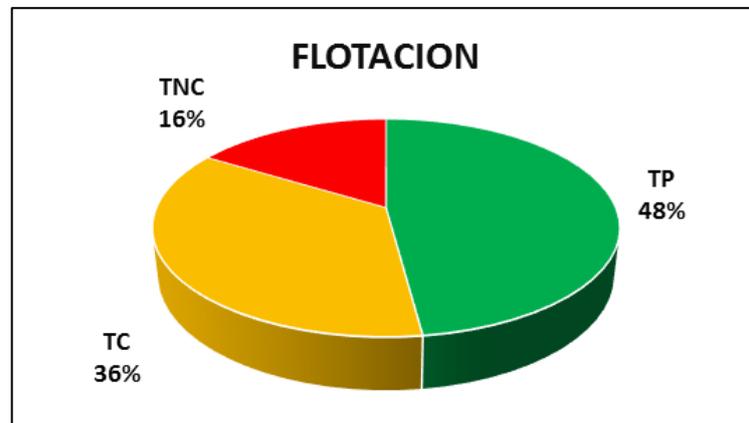


Fuente: Elaboración Propia

Observaciones Área Remolienda:

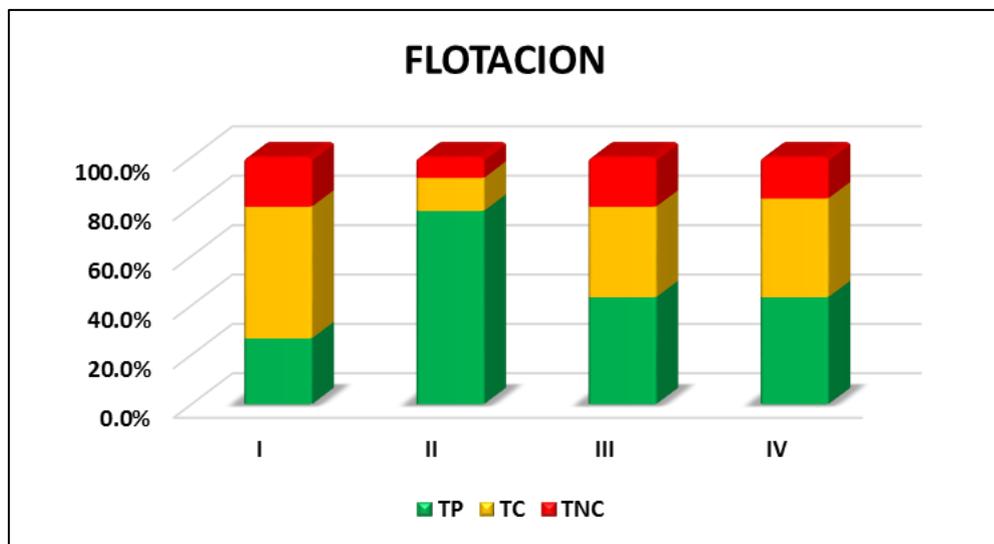
- Dado que los trabajos de peinado se realizan en serie y se requiere de una buena coordinación entre frentes de trabajo, los tiempos de espera aumentan mientras se realizan las coordinaciones para saber qué cable hay que jalar. Estas horas de TNC impactan directamente en la eficiencia del ratio de cableado.
- Se recomienda contar con una cuadrilla detrás de cableado, es decir, una cuadrilla para el peinado de cable.
- No cablear si no se tiene la bandeja instalada, finalmente se consumen más horas para cerrar un sector de trabajo

Fuente: Elaboración Propia
 Diagrama 15. Resultados por tipo de Trabajo Área Flotación



Fuente: Elaboración Propia

Diagrama 16. Distribución por tipo de Trabajo Área Flotación



Fuente: Elaboración Propia

Observaciones Área Flotación:

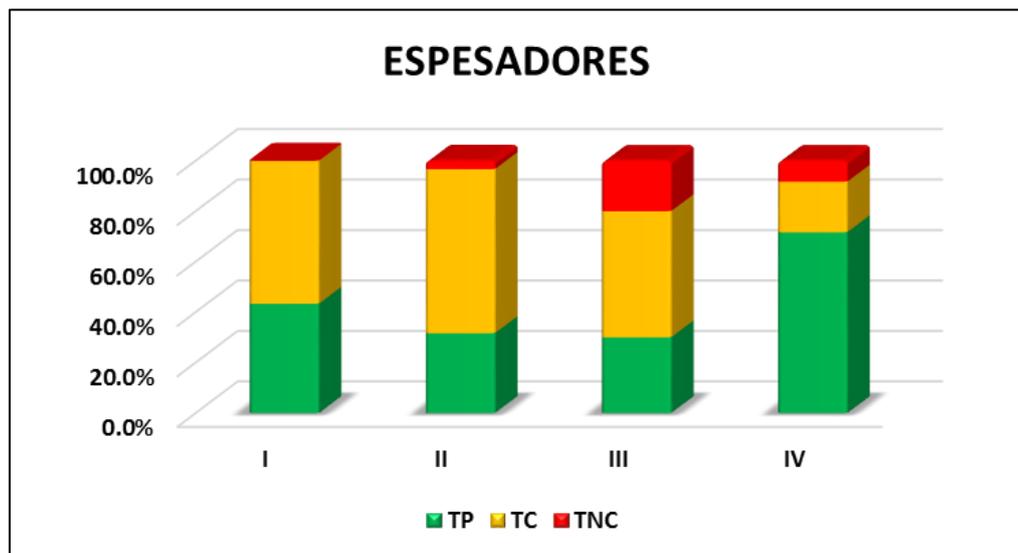
- Tiempos de esperas por no contar con el material habilitado.
- Faltan accesorios (conectores para aterramiento, pernos, etc).
- La espera del material genera inproductividad.

Diagrama 17. Resultados por tipo de Trabajo Área Espesadores



Fuente: Elaboración Propia

Diagrama 18. Distribución por tipo de Trabajo Área Espesadores



Fuente: Elaboración Propia

Observaciones Área Espesadores:

- Mayor cantidad de TC debido al armado de andamio para el tendido de cableado a mayor nivel.

Debido a las restricciones observadas en cada área de trabajo, se propone modificar el método de trabajo, para ello se necesita un aumento de personal para realizar el tendido y

peinado de cable en una misma actividad. A continuación se presenta el nuevo Diagrama de Análisis de Proceso (DAP) Mejorado.

Tabla 44. Diagrama de Análisis de Proceso (DAP) – Mejorado

Diagrama de Análisis de Procesos (DAP)- Operarios								
Diagrama N°: 01		Nro de Hojas: 02		Resumen				
Objetivo: Incrementar el Tendido de Cableado		Actividad	Actual		Prop	Econ.		
Actividad: Tendido de Cableado Eléctrico		Operación	12					
Método: actual		Transporte	01					
		Espera	02					
		Inspección	04					
		Almacenamiento	01					
		Distancia						
Lugar: Minera Cerro Verde - Arequipa		Tiempo/Produc	10.5 h / 1.3km					
Operarios: 1 capataz, 8 operarios, 6 oficial, 5 ayudante		Costos:	S/.					
N°: 01		Mano de Obra	Capataz	688.91				
			Operario	3433.08				
			Oficial	1646.82				
			Ayudante	1276.76				
		Materiales	Maquinaria (uso)	2827.08				
			Cable a instalar					
Compuesto por: Carlos Villar		Costo Total:	S/.	9872.65				
Fecha: 05-12-2015								
Aprobado por: Gerente de Proyecto								
Fecha: 06-12-2015								
DESCRIPCIÓN	D	T (min)	○	⇒	◻	◻	▽	OBSERVACIONES
Ubicar tipo de cable en Almacén	0	08	●					
Realizar pruebas de continuidad y asilamiento	0	30	●					
Transportar el tipo de cable al Lugar donde se hará el tendido	8m	20		●				
Verificar planos esquemáticos para conexonado	0	10			●			
Identificar el punto de inicio y final del cableado	0	08	●					
Seleccionar el sentido de rotación de bobina	0	05	●					
Realizar la inspección general de la zona de trabajo	0	07				●		

Brindar charlas de 5 min difundiendo procedimiento, riesgos, y controles de trabajo	0	05							
Revisar permisos de trabajo en altura, bloqueo, y/o espacios confinados	0	15							
Realizar izaje portabobinas con la ayuda camión grúa	0	18							
Abrir el embalaje de protección de los rollos de cables	0	12							
Tender plástico para la protección de cables en el piso	0	08							
Desenrollar el cable por la parte superior girando manualmente la bobina	0	06							
Colocar una soga de nylon a lo largo de bandeja y recorrido con rotulo de longitud	0	12							
Verificar que el cable este correctamente sujetado al halador	0	05							
Se procede a realizar el tendido y peinado de cable según sus respectivas bandejas	1.3 km	345							
Proteger el extremo de los cables con cinta aislante	0	10							
Finalmente marcar el Tag correspondiente	0	06							
Realizar la prueba de continuidad de los cables y proteger con cinta vulcanizante y aislante	0	35							
Finalmente luego de realizar el tendido de cableado se procede al conexionado de equipo.	0	65							

Fuente: Elaboración Propia

4.1.5. Evaluación de Desempeño en el Tendido de Cableado

El proceso de evaluación de desempeño, ha sido establecido en una evaluación que se realizará cada 6 meses, en los cuales se evaluarán todas las competencias generales del trabajador, así como el cumplimiento de sus indicadores de medición por las actividades a realizar. En el diagnóstico inicial y por encargo de la gerencia se observó dificultades en el proceso de tendido de cableado, es por ello que en la Tabla N° 28 se muestra la descripción de puesto que el trabajador debe cumplir.

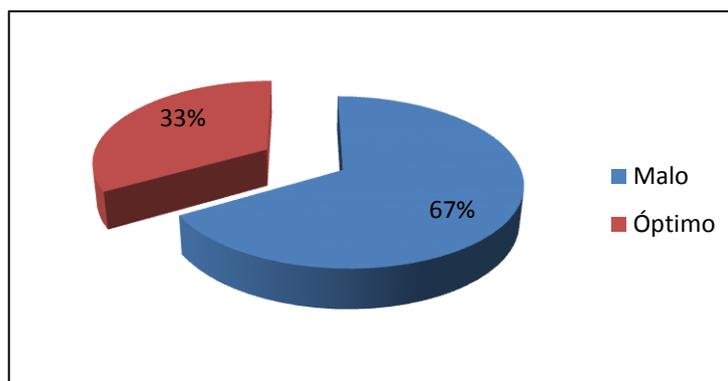
Tabla 45. Descripción del Puesto de Trabajo

PERFIL DE PUESTO								
PUESTO	Operario Electricista							
DEPARTAMENTO	Producción							
EXPERIENCIA LABORAL	EN EL PUESTO					2 años		
NIVEL EDUCATIVO	SECUNDARIA	Si						
	PROFESIONAL	No						
FUNCIONES	FUNCIONES							
	Correcto uso de herramientas y materiales							
	Realizar el tendido de cable de manera eficaz							
	Orden y limpieza en área de trabajo							
COMPETENCIAS	COMPETENCIAS							GRADO
	Rapidez, agilidad y proactividad							Alto
	Organizar y planificar							Alto
	Trabajar bajo presión							Alto
RESPONSABILIDADES	Por manejo de documentación e información confidencial							No
	Por resultados							Si
	Por equipos y materiales							Si
	Por dinero en efectivo							No
TAREAS DE APOYO		Informar	Colaborar	Controlar	Asesorar	Asistencia Técnica	Evaluar	Capacitar
	Superiores	X	X					
	Colega	X	X					
	Colaboradores			X	X			
	Cientes	X	X					
	Proveedores							
AUTONOMÍA	Requiere supervisión ocasional, debe manejar un buen nivel de criterio para afrontar las situaciones que se le presenten en el trabajo.			DIFICULTAD DE TRABAJO			Presión	
ESFUERZO FÍSICO	Alto, en constante movimiento			ESFUERZO MENTAL			Alto	
CONDICIONES DEL MEDIO AMBIENTE	Buenas condiciones de trabajo			RELACIONES CON OTROS GRUPOS			Con todos	

Fuente: Elaboración Propia

Según los resultados obtenidos de la evaluación de desempeño inicial, es de vital importancia el desarrollo de capacidades a los trabajadores, pues de este modo les permite desempeñar mejor su trabajo actual, además los beneficios se pueden prolongar a toda la vida laboral y pueden contribuir al desarrollo del empleado.

Diagrama 19. Resultados iniciales de los trabajadores



Fuente: Elaboración Propia

En las cuadrillas de trabajadores con respecto al tendido de cableado (actualmente se cuenta con 60 obreros para dicha actividad), se indica que están siendo dirigidos por un nivel de competencia de 67% malo y sólo un 33% óptimo, lo cual lleva a identificar el nivel de desempeño en las funciones que realizan actualmente en la empresa.

Para observar con mayor detalle cual son los inconvenientes que tiene el trabajador, se realizó una evaluación de desempeño para detectar que puntos se tienen que tratar en las capacitaciones, esta evaluación se trabajó sólo con un reducido número de trabajadores, como se muestra en la Tabla N° 49.

Se utiliza esta herramienta para tener a los operarios en el proceso de armado con la capacidad de reducir el grosor de algunas piezas del cuero en sus bordes y facilitar así la dobles del cuero, correspondiente al modelo en la línea de producción. En esta Área se ensambla las partes de cuero cortadas de acuerdo al modelo del zapato, obteniendo un pre-armado (por docena). Este trabajo se realiza pegando y cociendo con la ayuda de una máquina de coser manual.

Diagrama 20. Evaluación de Desempeño

EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO.					
Nombre del trabajador _____					Fecha: _____
Departamento / Sección _____					Puesto: _____
Desempeño en la función: Considere sólo el desempeño actual del trabajador en su función.					
	Óptimo	Bueno	Regular	Tolerable	Malo
Producto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Volumen y cantidad de trabajo ejecutados normalmente	Siempre va más allá de lo exigido. Muy rápido.	Con frecuencia va más allá de lo exigido.	Satisface lo exigido.	A veces está por debajo de lo exigido.	Siempre está por debajo de lo exigido. Muy lento.
Calidad	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Exactitud, esmero y orden en el trabajo ejecutado.	Siempre superior. Excepcionalmente exacto en su trabajo.	A veces superior. Muy exacto en su trabajo.	Siempre satisfactorio. Su exactitud es regular.	Parcialmente satisfactorio. En ocasiones presenta errores.	Nunca satisfactorio. Presenta gran cantidad de errores.
Conocimiento del trabajo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Grado de conocimiento del trabajo.	Sabe todo lo necesario y no cesa de aumentar sus conocimientos.	Sabe lo necesario.	Sabe suficiente del trabajo.	Sabe parte del trabajo. Necesita capacitación	Sabe poco del trabajo.
Cooperación	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Actitud ante la empresa, jefe y colegas.	Tiene un excelente espíritu de colaboración. Gran desempeño.	Funciona bien en el trabajo en equipo. Procura colaborar.	Normalmente colabora en el trabajo en equipo.	No demuestra buena disposición. Solo colabora cuando es muy necesario.	Es reticente a colaborar.
Características individuales: Considere sólo las características individuales del evaluado y su comportamiento funcional dentro y fuera de su función.					
Comprensión de las situaciones.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Grado en que percibe la esencia de un problema. Capaz de plegarse a	Óptima intuición y capacidad de percepción.	Buena intuición y capacidad de percepción.	Satisfactoria intuición y capacidad de percepción.	Poca intuición y capacidad de percepción	Ninguna intuición ni capacidad de percepción.
Creatividad	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Empeño. Capacidad para crear ideas y proyectos.	Siempre tiene ideas óptimas. Tipo creativo y original.	Casi siempre tiene buenas ideas y proyectos.	Algunas veces presenta sugerencias.	Un poco rutinario. Tiene pocas ideas propias.	Tipo rutinario. No tiene ideas propias.
Capacidad de realización.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Capacidad para poner en práctica ideas y proyectos.	Capacidad óptima para concretar nuevas ideas.	Buena capacidad para concretar nuevas ideas.	Realiza y pone en práctica nuevas ideas con habilidad satisfactoria.	Tiene dificultad para concretar nuevos proyectos.	Incapaz de poner en práctica una idea o proyecto cualquiera.

Las competencias genéricas por la cuales se medirá a todo el personal son las siguientes:

- **Interés por el Cliente:** Se esfuerza por cumplir y superar las expectativas y satisfacer las necesidades del cliente externo e interno. Habla y toma decisiones pensando en los clientes.
- **Orientación a la acción obteniendo resultados:** Le gusta trabajar intensamente, enfrenta los desafíos con mucha energía. Se mantiene concentrado en los objetivos a alcanzar, logra buenos resultados de sí mismo y de los demás.
- **Establecimiento de Prioridades:** Ocupa su tiempo y el de los demás en lo que es realmente importante. Detecta rápidamente los asuntos cruciales. Intuye rápidamente lo que ayudará o impedirá a conseguir un objetivo. Establece prioridades
- **Trabajo en Equipo:** Sabe inculcar buen ánimo y espíritu de equipo. Comparte los logros y triunfos. Define el éxito como producto del trabajo de todo el equipo. Promueve el dialogo franco.

En base a los resultados obtenidos, se muestra el programa de capacitación que permitirá desarrollar nuevas habilidades a los trabajadores y poder mejorar sus capacidades en sus diferentes funciones y el contenido de los temas, así mismo aumentar la productividad en un 8%. Ver tabla N° 30.

Tabla 46. Programa de Capacitación

Programa de Capacitación				
Fecha de inicio	15/11/2015			
Personal a capacitar	Trabajadores del área del tendido de cableado			
Lugar	GyM S.A.			
Actividades	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
Tipos de materiales y herramientas a utilizar.				
Tipos de cables a utilizar.				
Método de trabajo adecuado.				
Higiene y Seguridad				

Fuente: Elaboración Propia

BENEFICIO – COSTO DE PROPUESTA EVALUACIÓN DE DESEMPEÑO

Beneficio

Los Beneficios percibidos en la implementación, fueron costeados y anualizados para obtener un comparativo con los costos inicialmente identificados en el análisis de problemas.

Tabla 47. Beneficio Total identificado con Evaluación de Desempeño

CLASIFICACIÓN	PROBLEMA	EFECTO	Costo Materiales	Costo Mano de Obra	Costo Logístico	Frecuencia Anterior	Costo Total Anterior	Frecuencia Actual	Costo Total Actual	Beneficio Total
GESTIÓN DE LA PRODUCCIÓN	Falta de capacitación a los trabajadores (40%)	Existe una baja productividad y por tanto no se cumple con las fechas programadas de trabajo.	S/. 8.00	S/. 4.24	S/. 0.00	70	S/. 856.80	15	S/. 183.60	S/. 673.20
TOTAL										S/. 673.20

Fuente: Elaboración Propia

Como se observa en la tabla anterior, el beneficio total esperado con la implementación de Evaluación de Desempeño es de S/. 673.20, básicamente dado por el alto rendimiento de los trabajadores y el correcto método utilizado para el tendido de cableado.

Costos

- Costo Fijo Tangible

Las inversiones tangibles constituyen los activos fijos de la empresa y corresponden a las efectuadas en bienes o elementos que no son materia de transacciones continuas o usuales durante la vida útil del proyecto, y una vez adquiridos son reconocidos como patrimonio físico, capital fijo de la empresa hasta la liquidación del mismo.

Tabla 48. Costos Tangibles – Evaluación de Desempeño

Item	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Plumones rotuladores indelebles	3 plumones	S/9.00	S/. 27.00
Impresiones de formatos	100 hojas	S/0.20	S/. 20.00
TOTAL			S/. 47.00

Fuente: Elaboración Propia

- Costo Intangible

Los activos intangibles a diferencia de los activos tangibles se caracterizan por su inmaterialidad y por lo tanto no están sujetos a desgaste o depreciación física.

Las inversiones en activos intangibles son todas aquellas que se realizan sobre activos constituidos por los servicios o derechos adquiridos necesarios para la puesta en marcha del proyecto o por los derechos y servicios recibidos en el periodo Pre-operativo del proyecto. En el caso del proyecto desarrollado en la empresa, se contabilizarán como intangibles las horas dedicadas por los diferentes actores del proyecto.

Tabla 49. Costos Intangibles – Evaluación de Desempeño en “GyM”

COSTOS INTAGIBLES	Horas Semanales	Sem	Costo Hora (S/.)	Costo Total (S/.)
Gerente de Proyecto	0	4	80	0
Ing. de Campo	2	4	28	224
Supervisor	2	4	20	160
Asistente de CdP	2	4	12	56
TOTAL				440

Fuente: Elaboración Propia

Índice Costo – Beneficio

En análisis costo-beneficio ayuda a evaluar la efectividad de un proyecto con respecto a los costos incurridos para realizar el mismo, con este indicador se puede justificar la aprobación o continuidad de un proyecto. Para nuestro caso, ayudará a ver el impacto del proyecto de JIT llevado a cabo.

$$\frac{B}{C} = \frac{\text{Total Ingresos}}{\text{Total Costos}}$$

$$\frac{B}{C} = \frac{673.20}{47 + 440} = \frac{673.20}{487}$$

$$B/C = 1.38$$

Al ser el índice costo-beneficio mayor a la unidad, entonces podemos decir que el proyecto es positivo para la empresa. Adicionalmente a la evaluación de desempeño del personal, se detectó la necesidad de capacitación del personal de la planta a manera de asegurar que la productividad mejore.

Tabla 50. Plan de Capacitación (2 meses)

CARGO	UNIT	COSTO UNIT		COSTO TOTAL	
Capataz Electromecánico	6	S/.	55,00	S/.	660,00
Operario Electricista	32	S/.	50,00	S/.	3.200,00
Oficial Electricista	23	S/.	50,00	S/.	2.300,00
Ayudante	19	S/.	46,00	S/.	1.748,00
COSTO TOTAL DE CAPACITACIÓN	80	S/.	201,00	S/.	7.908,00

Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO 5. EVALUACIÓN ECONÓMICA FINANCIERA

5.1. ANALISIS CUANTITATIVO

Totalizando las mejorar propuestas para el proyecto, se resume el siguiente cuadro:

COSTO TANGIBLE (MATERIALES)

Tabla 51. Costos Tangibles

PROYECTO DE MEJORA	Item	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
5S's	Etiquetas autoadhesivas de papel	20 pack x 100 unidades	S/. 6,00	S/. 120,00
	Plumones rotuladores indelebles	5 plumones	S/. 9,00	S/. 45,00
	Impresiones de formatos	1500 hojas	S/. 0.20	S/. 300,00
	Anaqueles	5 mts x 2.8 mts	S/. 350,00	S/. 1.050,00
	Maletín organizador de herramientas	10 unid	S/. 180,00	S/. 1.800,00
	Tableros organizadores de herramientas	5 unid	S/. 120,00	S/. 600,00
Just in Time (JIT)	Plumones rotuladores indelebles	5 plumones	S/. 9,00	S/. 45,00
	Impresiones de formatos	1500 hojas	S/. 0,20	S/. 300,00
	Material para andamios	12 unid	S/. 100,00	S/. 1.200,00
	Tableros organizadores de herramientas	3 unid	S/. 120,00	S/. 360,00
Kaizen	Impresiones de formatos	150	S/. 0,50	S/. 75,00
Evaluación de Desempeño	Plumones rotuladores indelebles	3 plumones	S/. 9,00	S/. 27,00
	Impresiones de formatos	100 hojas	S/. 0,20	S/. 20,00
				S/. 5.942,00

Fuente: Elaboración Propia

COSTO INTANGIBLE (MANO DE OBRA)

Tabla 52. Costos Intangibles

PROYECTO DE MEJORA	COSTOS INTAGIBLES	Horas Semanales	Sem	Costo Hora (S/.)	Costo Total (S/.)
5S's	Líder de Proyecto	4	5	S/. 83,33	S/. 1.666,60
	Supervisor	6	5	S/. 41,67	S/. 1.250,10
	Personal del área de implementación	8	5	S/. 25,00	S/. 1.000,00
	Metodista /Facilitador	12	5	S/. 7,50	S/. 450,00
Just in Time (JIT)	Gerente de Proyecto	4	5	S/. 83,33	S/. 1.666,60
	Superintendente de Producción	6	5	S/. 41,67	S/. 1.250,10
	Ing de Campo	8	5	S/. 33,33	S/. 1.333,20
	Asistente de CdP	12	5	S/. 7,50	S/. 450,00
Kaizen	Gerente General	2	6	S/. 83,33	S/. 999,96
	Superintendente de Producción	4	6	S/. 41,67	S/. 1.000,08
	Asistente de CdP	8	6	S/. 7,50	S/. 360,00
	Ing. de Campo	6	6	S/. 33,33	S/. 1.199,88
	Capataz	4	6	S/. 8,20	S/. 196,80
Evaluación de Desempeño	Gerente de Proyecto	0	4	S/. 80,00	S/. 0,00
	Ing. de Campo	2	4	S/. 28,00	S/. 224,00
	Supervisor	2	4	S/. 20,00	S/. 160,00
	Asistente de CdP	2	4	S/. 12,00	S/. 56,00
	Plan de capacitación 2 meses				
					S/. 21.171,32

Fuente: Elaboración Propia

Como costo total del proyecto tenemos que es de S/27,113.32 (veintisiete mil ciento trece con 32/100 soles).

Tabla 53. Costos Totales

	Costo Total
Tangible (Material)	S/. 5.942,00
Inangible (Mano de Obra)	S/. 21.171,32
Total	S/. 27.113,32

Fuente: Elaboración Propia

Por otro lado, totalizando el beneficio esperado por la mejora en los problemas arrojados en el cuadro de Ishikawa (ver Tabla N° 07), se obtiene el siguiente cuadro.

NRO	PROBLEMA	Costo Materiales	Costo Mano de Obra	Costo Logístico	Frec. Anterior	Costo Total Anterior	Frec. Actual	Costo Total Actual	Beneficio Total
01	Insuficiente personal para el tendido de cableado.	S/. 0.00	S/. 1,228.34	S/. 0.00	22	S/. 27,023.48	14	S/. 17,196.76	S/. 9,826.72
02	Insuficiente luminarias y andamios.	S/. 550.00	S/. 0.00	S/. 120.00	16	S/. 10,720.00	10	S/. 6,700.00	S/. 4,020.00
03	Método inadecuado de tendido de cableado	S/. 348.62	S/. 300.00	S/. 0.00	22	S/. 14,269.64	12	S/. 7,783.44	S/. 6,486.20
04	Demora en los pedidos de suministros de cables.	S/. 360.00	S/. 0.00	S/. 95.00	14	S/. 6,370.00	8	S/. 3,640.00	S/. 2,730.00
05	Ambiente reducido para circulación del camión grúa.	S/. 771.29	S/. 294.97	S/. 0.00	16	S/. 17,060.16	12	S/. 12,795.12	S/. 4,265.04
06	Maletín de herramientas inadecuado.	S/. 295.20	S/. 75.00	S/. 0.00	18	S/. 6,663.60	10	S/. 3,702.00	S/. 2,961.60
07	Restricción de disponibilidad de camión grúa.	S/. 0.00	S/. 273.16	S/. 0.00	15	S/. 4,097.40	9	S/. 2,458.44	S/. 1,638.96
08	Insuficiente capacitación de trabajadores.	S/. 104.24	S/. 158.01	S/. 0.00	20	S/. 5,245.00	12	S/. 3,147.00	S/. 2,098.00
								Total	S/. 34,026.54

Fuente: Elaboración Propia

Como se puede apreciar en el cuadro anterior, el beneficio total esperado por la implementación de los métodos de mejora en el tiempo de estudio del proyecto es de S/. 34,026.54 (Treinta y cuatro mil veintiséis con 54/100 soles)

Con estos resultados, podemos realizar una prueba de análisis de Beneficio – Costo (B/C) para evaluar a que nivel el proyecto es beneficioso para la organización.

$$\frac{B}{C} = \frac{\text{Total Ingresos}}{\text{Total Costos}}$$

$$\frac{B}{C} = \frac{34,026.54}{5,942 + 21,171.32} = \frac{34,026.54}{27,113.32}$$

$$\frac{B}{C} = 1,26$$

El resultado de la evaluación nos da un índice de 1.26 (B/C), lo cual al ser mayor a la unidad indica que es un proyecto con resultados positivos para la organización.

VAN y TIR de proyecto.

El ingreso total esperando por el proyecto se muestra a continuación.

Tabla 54. Ingresos Totales

PROYECTO DE MEJORA	PROBLEMA	Costo Total Anterior	Costo Total Actual	Beneficio Total
01	Insuficiente personal para el tendido de cableado.	S/. 27,023.48	S/. 17,196.76	S/. 9,826.72
02	Insuficiente luminarias y andamios.	S/. 10,720.00	S/. 6,700.00	S/. 4,020.00
03	Método inadecuado de tendido de cableado	S/. 14,269.64	S/. 7,783.44	S/. 6,486.20
04	Demora en los pedidos de suministros de cables.	S/. 6,370.00	S/. 3,640.00	S/. 2,730.00
05	Ambiente reducido para circulación del camión grúa.	S/. 17,060.16	S/. 12,795.12	S/. 4,265.04
06	Maletín de herramientas inadecuado.	S/. 6,663.60	S/. 3,702.00	S/. 2,961.60
07	Restricción de disponibilidad de camión grúa.	S/. 4,097.40	S/. 2,458.44	S/. 1,638.96
08	Insuficiente capacitación de trabajadores.	S/. 5,245.00	S/. 3,147.00	S/. 2,098.00
			Total	S/. 34.026,54

Fuente: Elaboración Propia

En cuanto a los costos, tenemos lo siguiente:

Considerando como inversión total en el proyecto. Tenemos los siguientes costos.

Tabla 55. Costos Tangibles e Intangibles

	Costo Total
Tangible (Material)	S/. 5.942,00
Intangible (Mano de Obra)	S/. 21.171,32
Total	S/. 27.113,32

Fuente: Elaboración Propia

El monto mensual de costos para el mantenimiento y la continuidad del proyecto es como sigue.

Tabla 56. Costos Totales

PROYECTO DE MEJORA	COSTOS INTAGIBLES	Horas Semanales	Sem	Costo Hora (S/.)	Costo Total (S/.)
5S's	Líder de Proyecto	4	5	S/. 83,33	S/. 1.666,60
	Supervisor	6	5	S/. 41,67	S/. 1.250,10
	Personal del área de implementación	8	5	S/. 25,00	S/. 1.000,00
	Metodista /Facilitador	12	5	S/. 7,50	S/. 450,00
Just in Time (JIT)	Gerente de Proyecto	4	5	S/. 83,33	S/. 1.666,60
	Superintendente de Producción	6	5	S/. 41,67	S/. 1.250,10
	Ing de Campo	8	5	S/. 33,33	S/. 1.333,20
	Asistente de CdP	12	5	S/. 7,50	S/. 450,00
Kaizen	Gerente General	2	6	S/. 83,33	S/. 999,96
	Superintendente de Producción	4	6	S/. 41,67	S/. 1.000,08
	Asistente de CdP	8	6	S/. 7,50	S/. 360,00
	Ing. de Campo	6	6	S/. 33,33	S/. 1.199,88
	Capataz	4	6	S/. 8,20	S/. 196,80
Evaluación de Desempeño	Gerente de Proyecto	0	4	S/. 80,00	S/. 0,00
	Ing. de Campo	2	4	S/. 28,00	S/. 224,00
	Supervisor	2	4	S/. 20,00	S/. 160,00
	Asistente de CdP	2	4	S/. 12,00	S/. 56,00
	Plan de capacitación 2 meses				
					S/. 21.171,32

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 57. Estados Financieros

Inversión total	S/. 27.113,32
(Costo oportunidad) COK	20%
PRECIO DE VENTA	S/. 34.026,54
COSTO TOTAL	S/. 21.171,32

Estado de resultados													
Meses	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ingresos		S/. 34.026,54											
Costos Operativos		S/. 21.171,32											
Depreciación activos		S/. 0,00											
GAV		S/. 2.117,13											
Utilidad antes de Impuestos		S/. 10.738,09											
Impuestos (30%)		S/. 0,00											
Utilidad después de Impuestos		S/. 10.738,09											

Flujo de Caja													
Meses	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Utilidad después de Impuestos		S/. 10.738,09											
Depreciación		S/. 0,00											
Inversión	S/. - 27.113,3												

Meses	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Flujo Neto de Efectivo	S/. - 27.113,32	S/. 10.738,09											

Meses	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ingresos		S/. 34.026,54											
Egresos		S/. 23.288,45											

VAN Ingresos	S/. 151.051,1 9
VAN Egresos	S/. 103.382,4 9

INDICADORES ECONÓMICOS	
VAN	S/. 20.555,38
TIR	39%
PRI (meses)	6,83

Fuente: Elaboración Propia

Según la evaluación económica, vemos que el proyecto tiene un VAN de S/. 20,555.38 y una TIR de 39%, la cual es mayor al COK de 20% planteado para el proyecto.

CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

DISCUSIÓN

Los resultados de la presente investigación, fueron obtenidos a través de entrevistas, encuestas y visitas a las zonas de trabajo, quedando registro de todas las actividades mencionadas por medio de fotografías, filmaciones y cuestionarios.

En el caso de las herramientas utilizadas, fueron sometidos al criterio, dos Ingenieros de Campo quienes observaron y recomendaron mejoras y optimizaciones para la obtención de resultados lo más precisos posibles. Las técnicas empleadas permitieron realizar el análisis de fiabilidad correspondiente, certificando la validez de los resultados que se consiguieron.

Las herramientas de la metodología empleada en la investigación, cumplen la función de averiguar al detalle y recopilar la información necesaria sobre el proceso productivo desarrollado, las formas de trabajo empleadas y las deficiencias existentes. Así mismo se puede emplear en cualquier actividad constructiva, sea el caso de instalación de bandejas, instalación de luminarias, conexiado de equipos e instalación de equipos mayores y menores.

Las limitaciones que tuvo esta investigación fue el poco tiempo disponible para desarrollar la metodología Lean Manufacturing, ya que los proyectos de construcción no poseen un tiempo estable de duración. Para futuras investigaciones, se recomienda implementar esta metodología para cumplir con los avances programados y los estándares de calidad que solicita cada cliente.

CONCLUSIONES

- Se propone emplear la metodología Lean Manufacturing para la empresa GyM en un proyecto de expansión minera u otro tipo de proyecto con el fin de aumentar la productividad.
- De acuerdo a los resultados de la investigación, se plantea ejecutar un nuevo método de trabajo para el tendido de cableado, dónde se proyecta cumplir con los avances programados y evitar aumentar los tiempos de entrega.
- La metodología Lean Manufacturing le permite a la empresa GyM aumentar su productividad, generando así mayor ventaja competitiva frente a la competencia; así mismo reduce sus números de errores y gastos generados durante el proceso de tendido de cableado.
- Según la propuesta, se obtiene un B/C de 1.26, siendo el proyecto factible y beneficioso para la empresa GyM. A su vez cuenta con un VAN de S/. 20,555.38 y una TIR de 39%, la cual es mayor al COK de 20% planteado para el proyecto.

RECOMENDACIONES

- Implementar la presente investigación, permitirá obtener una mayor productividad, una adecuada programación y control de la producción y la disminución de producción defectuosa.
- Para el correcto funcionamiento de la cadena productiva es necesario la optimización de todos sus eslabones. El proceso productivo al ser el más importante, debe ser gestionado de una manera óptima a través de la delimitación de funciones y responsabilidades de los obreros, pero exigiendo la participación de la totalidad de ellos, con el fin de compartir los logros y fracasos que se puedan originar.
- Con el fin de reducir costos y aumentar la competitividad, la empresa debe priorizar a los empleados desarrollando un programa de capacitación que sean muy puntuales en sus temas y en la forma de aplicarlos.

REFERENCIAS

- Feld, William M. Lean Manufacturing: Herramientas, técnicas y como usarlas. Editorial The St. Lucie Press.
- Fernandez, Juan Carlos (2012). Disponible en internet: www.bbastcllc.com/leanmanufacturing.htm. Acceso el 10 de marzo 2015.
- García, Criollo. (1998). Estudio del trabajo, Vol. II. 1ª. Edición. México: McGraw – Hill.
- Gómez Botero, P. A. (2010) Lean Manufacturing: flexibilidad, agilidad y productividad. Paper.
- Madariaga, Francisco (2003). Lean Manufacturing. Neto.
- Magalhaes, Jose (2010). Sistemas de Producción y Manufactura Esbelta. Disponible en internet: <http://manufacturaesbelta.blog.com/2010/11/15/los-7-desperdicios-en-la-manufactura-esbelta-2/>. Acceso el 10 de marzo del 2015.
- Masaaki Imai. (1998). Cómo implementar el Kaizen en el sitio de trabajo. México: McGraw Hill
- Miranda, Hugo (2008) Beneficios de la Manufactura Esbelta. (2008). Disponible en internet: <http://ingenieriametodos.blogspot.com/2008/04/beneficios-de-la-manufactura-esbelta.html>. Acceso el 10 de marzo 2015
- Padilla, Lillían. (2012). Manufactura Esbelta. Guatemala: Universidad De San Carlos De Guatemala, n.d.
- Rajadell , M., Sánchez, J.L. (2010). Lean Manufacturing. La evidencia de una necesidad. Madrid
- Villalba, Guillermo (2008). Herramientas y técnicas Lean Manufacturing en sistemas de producción y calidad.
- Martinez, Julio (2014). Importancia de la construcción en el mundo.
- Valencia, Emilio (2015). Disponible en internet. <http://valenciaeconomica.com/el-sector-de-la-construccion-a-nivel-mundial-afrenta-un-2015-con-perspectivas-que-no-son-muy-halaguenas/>
- Alonso, Angel (2012). Conceptos de Organización Industrial.

ANEXOS

ANEXO 1: TABLA DE PORCENTAJES DE OCUPACION DE CABLES EN CONDUITS (NEC-2007)

TABLE 15.1.1

Number of Conductors	All Conductor Types
1	53
2	31
Over 2	40

ANEXO 2: RADIOS MINIMOS DE CURVATURA PARA CABLES

Power and Control Cables with Metallic Shielding or Armor

Cable Type	Minimum Bending Radius For Single Conductors	Minimum Bending Radius For Multiple Conductors [†]
Interlocked and Polymeric Armor (without shielded conductor)	7	7
Interlocked Armor and Polymeric Armor (with shielded conductor)	12	7
Wire Armored Cable	12	12
Metallic Tape Shielded Cable	12	7
Metallic Fine Wire Shield	12	7
Concentric Neutral Wire Shielded Cable	8	5
Lead Sheath Cable	12	7
LC Shielded Cable	12*	7

[†] Use the larger of the two minimum bending radii when considering the minimum-bending radius for multiple conductors.

* For conductor sizes 1500kcm and larger the minimum bending radius for LC Shielded cable is 18X the cable diameter.

NOTE 1: To obtain the minimum-bending radius, multiply the diameter of the cable (or cable assembly) by the factor in the above table.

NOTE 2: These limits may not be suitable for conduit bends, sheaves or other curved surfaces around which the cable may be pulled under tension while being installed due to sidewall bearing pressure limits of the cable. The minimum radius specified refers to the inner radius of the cable bend and not to the axis of the cable.

ANEXO 3: Encuesta Frecuencia Problemas Identificados en el Tendido de Cableado

Fecha	06 de Octubre de 2015					
Área	Remolienda (Producción)					
Encargado de Verificación	Ing de Campo Área Remolienda					
Calificación	0: Nunca 1: Casi Nunca 2: Regular 3: Frecuentemente 4: Siempre					
Elementos	Clasificación					
Clasificación	0	1	2	3	4	Pts
Mano de Obra						
Poco personal para el tendido de cableado					X	4
Maletín de herramientas inadecuado				X		3
Insuficiente capacitación de trabajadores				X		3
TOTAL						10
Material						
Insuficiente iluminarias y andamios			X			2
Demora en los pedidos de suministros de cables				X		3
Falta de portabobinas y sus respectivos accesorios				X		3
TOTAL						8
Método						
Método inadecuado para el tendido de cableado					X	4
Falta de instalación de bandejas			X			2
Insuficiente personal en el área de calidad			X			2
TOTAL						8
Medio Ambiente						
Ambiente reducido para circulación del camión grúa		X				1
TOTAL						1
Medición						
Restricciones por parte del cliente			X			2
TOTAL						2













