

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

“APLICACIÓN DE CICLO DE DEMING PARA MEJORAR LA
PRODUCTIVIDAD EN LA REPARACIÓN DE EQUIPOS
SHOTCRETERAS DE LA EMPRESA CJ NETCOM S.A.C.”

Trabajo de suficiencia profesional para optar el título profesional
de:

Ingeniero Industrial

Autores: Antony

Gerald Diaz Medrano Nelly

Herleni Garcia Alberca

Asesor:

Ing. Ulises Abdon Piscoya Silva

<https://orcid.org/0000-0003-4805-2611>

Lima – Perú

DEDICATORIA

A Dios: Por darnos la vida y la oportunidad de realizar nuestras metas.

A nuestros padres: por ser un ejemplo a seguir y siempre brindarnos su apoyo incondicional en todo momento.

A nuestras familias que durante el transcurso de nuestras carreras nos alentaron a seguir adelante pese a las adversidades.

A nuestros docentes que gracias a sus enseñanzas hemos podido fortalecer nuestros conocimientos como profesionales que ahora ponemos en práctica en nuestra vida laboral.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Privada del Norte, a la Facultad de ingeniería Industrial, a ella nuestra gratitud por todo el conocimiento y las experiencias adquiridas a través de sus docentes; agradecimiento a todo el personal de logística, operaciones y mantenimiento de la empresa NETCOM, por permitirnos la toma y acceso de datos y por toda la confianza depositada en nosotros.

A nuestro asesor por aceptar acompañarnos durante el desarrollo de nuestro trabajo de suficiencia profesional.

Tabla de contenidos

DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTO	3
ÍNDICE DE TABLAS.....	6
ÍNDICE DE FIGURAS	7
RESUMEN EJECUTIVO	9
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	10
1.1. Descripción de la Empresa.....	10
1.1.1. Misión.....	17
1.1.2. Visión	17
1.1.3. Valores humanos.....	17
1.1.4. Políticas de la empresa CJ NETCOM SAC.....	17
1.1.5. Organigrama	19
1.2. Realidad problemática	20
1.2.1. A nivel internacional.....	20
1.2.2. A nivel nacional.....	21
1.3. Formulación del Problema.....	24
1.3.1. Problema general	24
1.3.2. Problemas Específicos	24
1.3.2.1. Problema Específico 01.....	24
1.3.2.2. Problema Específico 02.....	25
1.3.2.3. Problema Específico 03.....	25
1.3.2.4. Problema específico 04	25
1.4. Justificación	25
1.4.1. Justificación Teórica	25
1.4.2. Justificación Práctica	26
1.4.3. Justificación Académica	26
1.5. Objetivos.....	27
1.5.1. Objetivo general.....	27
1.5.2. Objetivos Específicos	27
1.5.2.1. Objetivo Específico 01	27
1.5.2.2. Objetivo Específico 02	27
1.5.2.3. Objetivo Específico 03	27
1.5.2.4. Objetivo específico 04	27
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	28
CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA.....	46

CAPÍTULO IV. RESULTADOS	59
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	106
REFERENCIAS	109
ANEXOS	114

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	<i>Información de la empresa</i>	15
Tabla 2	<i>Lista de maquinaria asignada</i>	47
Tabla 3	<i>Identificación de causas de baja productividad en reparación de equipos shotcreteras</i>	54
Tabla 4	<i>Causas del problema</i>	55
Tabla 5	<i>Causas más significativas del problema</i>	60
Tabla 6	<i>Mantenimientos programados vs ejecutados</i>	89
Tabla 7	<i>Lecciones aprendidas</i>	95

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	<i>Localización de la empresa</i>	11
Figura 2	<i>Shotcrete</i>	12
Figura 3	<i>Sostenimiento de talud</i>	13
Figura 4	<i>Alquiler de maquinaria</i>	13
Figura 5	<i>Revestimiento y fortificación de macizo rocoso</i>	14
Figura 6	<i>Trabajo en mina</i>	14
Figura 7	<i>Certificaciones con las que cuenta</i>	16
Figura 8	<i>Equipo Shocretera</i>	16
Figura 9	<i>Organigrama de la empresa</i>	19
Figura 10	<i>Grafica del índice de producción minera y de Hidrocarburos-Variaciones Interanuales Enero 2020-Marzo 2022</i>	22
Figura 11	<i>Grafica del índice de producción minera y de Hidrocarburos-Según actividad</i>	23
Figura 12	<i>Etapas del ciclo de Deming</i>	34
Figura 13	<i>Herramientas para el análisis de la causa raíz (ACR)</i>	44
Figura 14	<i>Diagrama Causa – Efecto</i>	45
Figura 15	<i>Experiencia laboral</i>	46
Figura 16	<i>Área de mantenimiento</i>	51
Figura 17	<i>Diagrama de Ishikawa</i>	53
Figura 18	<i>Diagrama de Pareto</i>	56
Figura 19	<i>Medición de productividad antes de la aplicación del ciclo de Deming</i>	58
Figura 20	<i>Diagrama de Gantt</i>	61
Figura 21	<i>Equipo de técnico de trabajo</i>	62
Figura 22	<i>Producción Real mes de enero y febrero 2022</i>	64
Figura 23	<i>Formato de registro de mantenimiento</i>	65
Figura 24	<i>Cronograma del Plan de mantenimiento preventivo</i>	66
Figura 25	<i>Cronograma del Plan de mantenimiento correctivo</i>	67
Figura 26	<i>Inventario de equipos</i>	67
Figura 27	<i>Reporte de máquinas inoperativas</i>	68
Figura 28	<i>Cronograma de capacitación</i>	69
Figura 29	<i>Capacitación al personal de mantenimiento</i>	70
Figura 30	<i>Capacitación al personal de mantenimiento</i>	70
Figura 31	<i>Diagrama de operaciones (DOP) del servicio de reparación del tablero eléctrico de Robot Shotcretera</i>	72
Figura 32	<i>Lección puntual – correcta posición del bloque hidráulico</i>	73
Figura 33	<i>Lección puntual – correcta instalación de componentes de equipo shotcrete</i>	74
Figura 34	<i>Lección puntual – correcta instalación de tablero eléctrico de equipo shotcrete</i>	75
Figura 35	<i>Ficha técnica de equipo shotcrete SPM 4210</i>	77
Figura 36	<i>Producción Real mes de febrero y marzo 2022</i>	81
Figura 37	<i>Medición de la disponibilidad y confiabilidad del equipo Shotcretera</i>	83
Figura 38	<i>Formato de reporte diario de fallas en los equipos</i>	84
Figura 39	<i>Registro de capacitación</i>	86
Figura 40	<i>Inspección de tablero eléctrico</i>	87
Figura 41	<i>Verificación en campo de cumplimiento de turnos</i>	87
Figura 42	88
Figura 43	<i>Producción Real del mes de marzo y abril 2022</i>	90
Figura 44	<i>Plan de mejora</i>	92
Figura 45	<i>Plan de auditoria</i>	94
Figura 46	<i>Producción Real mes de abril y mayo 2022</i>	96
Figura 47	<i>Incremento de productividad mes a mes</i>	97
Figura 48	<i>Medición de la productividad después de la aplicación del ciclo de Deming</i>	98
Figura 49	<i>Variación de productividad antes y después de la aplicación del ciclo de Deming</i>	98
Figura 50	<i>Costos de horas hombre</i>	99

Figura 51	<i>Inversión en capacitaciones.</i>	100
Figura 52	<i>Inversión en materiales.</i>	100
Figura 53	<i>Inversión en ejecución de mantenimiento preventivo.</i>	101
Figura 54	<i>Inversión en repuestos para mantenimiento.</i>	102
Figura 55	<i>Inversión en insumos para mantenimiento.</i>	103
Figura 56	<i>Inversión para la etapa de verificar y actuar del mantenimiento.</i>	103
Figura 57	<i>Costo total de la implementación.</i>	104

RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo se desarrolló en la empresa CJ NETCOM S.A.C, ubicada en la provincia de Lima distrito de Ate, específicamente en el área de mantenimiento, teniendo como objetivo el desarrollo de una aplicación de mejora para aumentar la productividad en la reparación de equipos shotcreteras, aplicando el Ciclo de Deming.

En la primera etapa se realizó un diagnóstico inicial de la realidad problemática en la que se encontraba la empresa, en el cual se utilizó diferentes herramientas para identificar las principales causas del problema, tales como el diagrama de Ishikawa, diagrama de Pareto y un diagrama Gantt para organizar las tareas a ejecutar.

En la segunda etapa de esta investigación, se describe la base teórica, estudios ya realizados sobre la aplicación del Ciclo de Deming, conceptos y definiciones que nos ayudaron a comprender mejor el tema. Así mismo se describió la experiencia laboral desarrollada, la aplicación de métodos y los resultados obtenidos. Se concluyó que la aplicación del Ciclo de Deming durante los meses de febrero a mayo, mejoró la productividad en un 6.95%, pasando de 87.20% de productividad del año 2021 a obtener un resultado de 94.15% al cierre de la aplicación.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1.Descripción de la Empresa

La compañía CJ NETCOM SAC, con registro único de contribuyente 20518224477 tiene como inicios de fundación el segundo mes del año 2008, su localización es en la calle 09 de setiembre en el distrito de Ate, en la capital peruana. Dicha compañía permite dar un servicio de sostenimiento mecanizado con shotcrete en la minería a lo largo del territorio nacional, además de otros servicios como taludes y fortificación y revestimiento del macizo rocos, alquiler y venta de equipos, entre otras actividades. Promueve el buen uso de sus recursos y busca en todo momento el respeto por la parte ambiental, desempeñándose de la mejor manera en su rubro asociado a minería y construcción en búsqueda de la mejora continua día tras día.

Figura 1

Localización de la empresa



Nota. Ubicación según google maps, 2022.

Servicios que brinda

Algunos de los principales servicios que brinda son el sostenimiento en mina, el shotcrete, alquiler y venta de estos equipos, tal como se muestra en la figura 2.

Shotcrete

Este servicio se refiere al lanzamiento de concreto, es decir dirigir el hormigón, una mezcla que utiliza diferentes componentes aditivos químicos, fibras de soporte y materiales finos, que son lanzados a gran velocidad sobre una superficie.

Figura 2

Shotcrete



Nota. Flota de equipos mecanizados para el área de sostenimiento, en la unidad Minera Atacocha Milpo. Tomado de CJ NETCOM, 2015.

Figura 3

Sostenimiento de talud



Nota. Tomado de CJ NETCOM, 2015.

Alquiler y venta de maquinaria

Figura 4

Alquiler de maquinaria



Nota. Recepción de equipo robot lanzador, en la Unidad Minera Atacocha Milpo. Tomado de CJ NETCOM, 2015.

Revestimiento y fortificación de macizo rocoso.

Figura 5

Revestimiento y fortificación de macizo rocoso



Nota. Tomado de CJ NETCOM, 2015.

Construcción

Figura 6

Trabajo en mina



Nota. Tomado de CJ NETCOM, 2015.

Tabla 1*Información de la empresa*

INFORMACIÓN DEL ORGANO DE CONTROL AUDITOR	
Número de RUC:	20518224477 - CJ NETCOM S.A.C.
Tipo Contribuyente:	SOCIEDAD ANONIMA CERRADA
Nombre Comercial:	-
Fecha de Inscripción:	04/02/2008
Domicilio Fiscal:	CAL.9 DE SETIEMBRE 124-122 NRO. 124 (EX 137 - 139 - PUERTA Y PORTON AZUL) LIMA - LIMA - ATE
Actividad(es) Económica(s):	Principal - 4100 - CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIOS Secundaria 1 - 0990 - ACTIVIDADES DE APOYO PARA OTRAS ACTIVIDADES DE EXPLOTACIÓN DE MINAS Y CANTERAS Secundaria 2 - 4690 - VENTA AL POR MAYOR NO ESPECIALIZADA

Nota. Consulta de inscripciones al RUC por internet, 2022, por SUNAT.

Además, la empresa cuenta con certificaciones internacionales del sostenimiento en mina (tune y talud), el shotcrete, la fortificación de mazico rocos, entre otros. Estas certificaciones ISO son la 9001, 14001 y la OHSAS 18001. Tal como se muestra en la figura 7.

Figura 7

Certificaciones con las que cuenta



Nota. La empresa cuenta con ISO 9000:2015, ISO 14001:2015 y la ISO 45001: 2018

Uno de los equipos más representativos es la shotcretera. El cual se muestra en la figura 8.

Figura 8

Equipo Shocretera



Nota. En el lugar de trabajo con el equipo shotcretera. Tomado de CJ NETCOM, 2022.

1.1.1. Misión

La empresa busca ser una compañía que otorgue servicios de fortificación y revestimiento del macizo rocoso, sostenimiento en mina (túnel y talud), sirviendo a los usuarios del rubro de mina y construcción, con una maquinaria innovadora.

1.1.2. Visión

Busca ser una empresa de bienes que compromueve la mejora continua en constante auge, que priorice la atención personalidad y la eficiencia de cara a sus cliente, buscando el desarrollo empresarial de sus colaboradores, no dejando de lado los aspectos que connllevan a trabar de manera responsable en entorno con la minería y el país.

1.1.3. Valores humanos

La compañía presenta el concepto de una calidad personificada, es decir, promueve el trabajo colaborativo y la unificación de todos los colaboradores en búsqueda de un meta común. No se promueve el individualismo, sino la innovación, para acercarse a la satisfacción del cliente.

1.1.4. Políticas de la empresa CJ NETCOM SAC

La empresa busca como principales políticas mantener un uso prudente dentro de las redes de comunicaciones para evitar el uso indiscriminado de energía y luz, promoviendo el cuidado del medio ambiente.

Por el lado de los recursos humanos, busca que el personal evite el consumo de estupefacientes dentro y fuera del lugar de trabajo, promoviendo el cuidado sano de sus colaboradores.

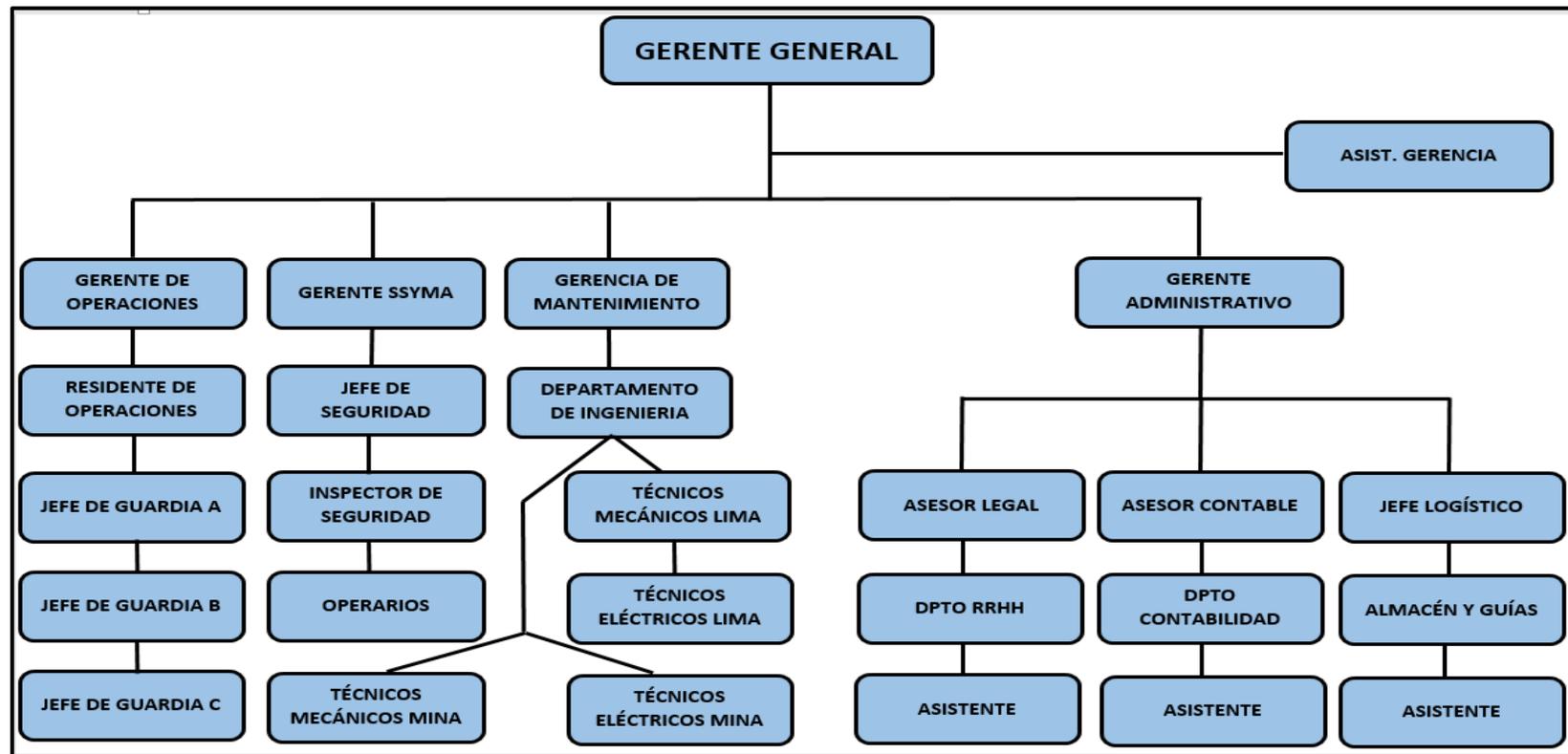
Además, dentro del aspecto organizacionales, busca a toda costa prevenir accidentes de trabajo, brindando la capacitación debida a cada uno de sus colaboradores, además de controlar sus horas de trabajo para evitar fatigas o enfermedades ocupacionales a costa del estrés.

Por último, cumplir el horario de trabajo, promoviendo la puntualidad de sus colaboradores y el respeto tanto por sus compañeros y los clientes.

1.1.5. Organigrama

Figura 9

Organigrama de la empresa



Nota: Tomado de CJ NETCOM, 2022.

1.2. Realidad problemática

En diciembre del año 2021, precisamente en el área de mantenimiento de la empresa CJ NETCOM, se pudo evidenciar una serie de falencias que impedían cumplir con los tiempos establecidos para la reparación de los equipos shotcreteras de concreto, errores en el mantenimiento a causa de personal poco capacitado, equipos inoperativos, y falta de seguimiento al cronograma de mantenimiento preventivo, esto tenía como consecuencia la baja productividad de los equipos.

En ese sentido se realizó un diagnóstico de la situación actual, identificando las causas que generaban retrasos en la reparación de equipos, evaluando los espacios de trabajo, la mano de obra disponible y la maquinaria o equipos empleados, todo esto con la finalidad de buscar soluciones efectivas que nos permitan resolver el problema identificado. Para esto se hizo uso de diferentes herramientas de la ingeniería y teniendo como metodología la implementación del Ciclo de Deming para incrementar la productividad en la reparación de los equipos shotcreteras.

1.2.1 A nivel internacional

A nivel mundial, el sector minero está enfrentando desafíos ante una escena cada vez más complicado con una enorme lista de conceptos que solamente la organización, planificación y optimización adecuadas son las llaves del éxito: Al respecto, la presencia de condiciones de maniobra nefasto es una variable que se duplica en todo emprendimiento minero. Frente a labores que necesitan de esfuerzos intensivos tanto para el personal como para las maquinarias; la industria dispone una herramienta clave a la hora de avalar una operatividad continua y esta es el mantenimiento. Por consiguiente, cuando en un proyecto

se precisa ajustar variables o trabajar en las condiciones más óptimas posibles, el mantenimiento se muestra como un instrumento de especial consideración para ofrecer fiabilidad (Panorama Minero, 2022).

Un factor importante para la persistencia de las operaciones y de la producción en la minería es que sus maquinarias y equipos se encuentran en perfectas condiciones. Para lograr ello, las áreas responsables ejecutan una constante y escrupuloso evaluación; puesto que una parada o falla declararía cuantiosas pérdidas (Chacón, 2022).

Ante lo mencionado el mantenimiento es uno de los factores esenciales para una correcta y próspera operación y desarrollo en todas las plantas tanto industriales como mineras. Ello se puede conceptualizar como una serie de actividades ejecutadas para conservar en buenas condiciones de funcionamiento los equipos y/o maquinarias presentes en las instalaciones de cada organización, que faciliten la maximización de la disponibilidad de estos para una producción (Valverde, 2021, p.18).

1.2.2 A nivel nacional

En el Perú las empresas buscan ser más competitivas en el mercado, para ello implementan diferentes sistemas que les asegure, la eficiencia, seguridad y calidad en el desarrollo de sus operaciones y procesos.

En ese sentido la productividad es un factor clave dentro de las operaciones de una empresa, industria y economía de un país. Por ello es importante medirla, para controlar la eficiencia en los procesos, corregir desviaciones e implementar mejoras que nos aseguren el incremento de la productividad.

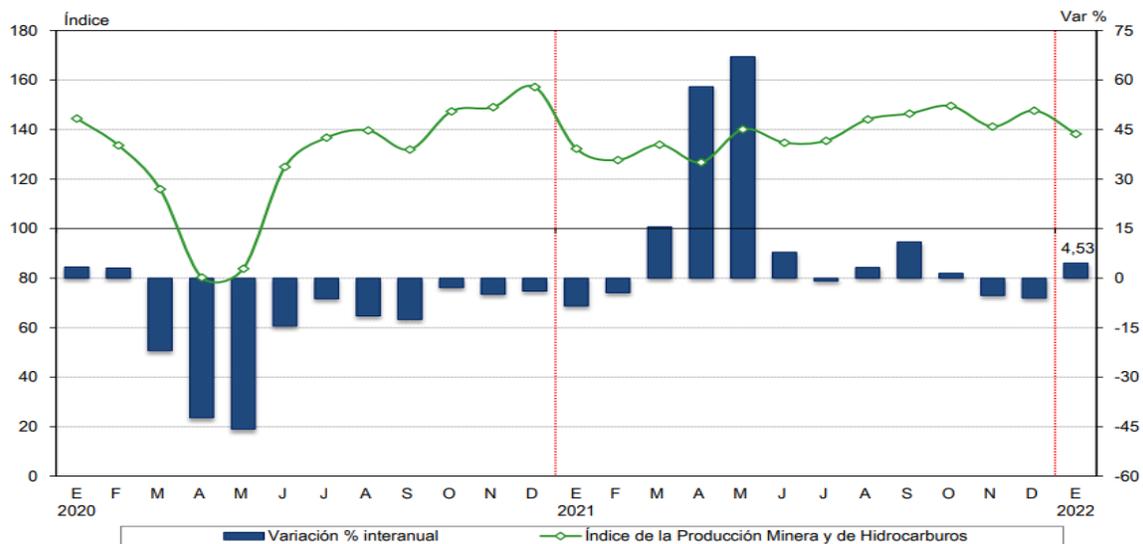
En la presente investigación donde analizamos la aplicación del Ciclo de Deming para incrementar la productividad, en la empresa CJ NETCOM, que pertenece al sector de

la industria de minera es importante conocer como en nuestro país, se viene desarrollando la producción en dicho sector.

Según el INEI, 2022 en su informe técnico de producción nacional a marzo del 2022, nos dice, El Índice de la Producción Minera y de Hidrocarburos en marzo 2022 registró una disminución de 1,21%, como resultado de la contracción de la actividad minera metálica en -3,21% ante la caída en los niveles de producción de zinc, oro, cobre, plata, molibdeno, plomo y estaño. Sin embargo, el subsector de hidrocarburos creció en 12,27% por el mayor volumen de explotación de líquidos de gas natural y de gas natural.

Figura 10

Grafica del índice de producción minera y de Hidrocarburos-Variaciones Interanuales Enero 2020-Marzo 2022



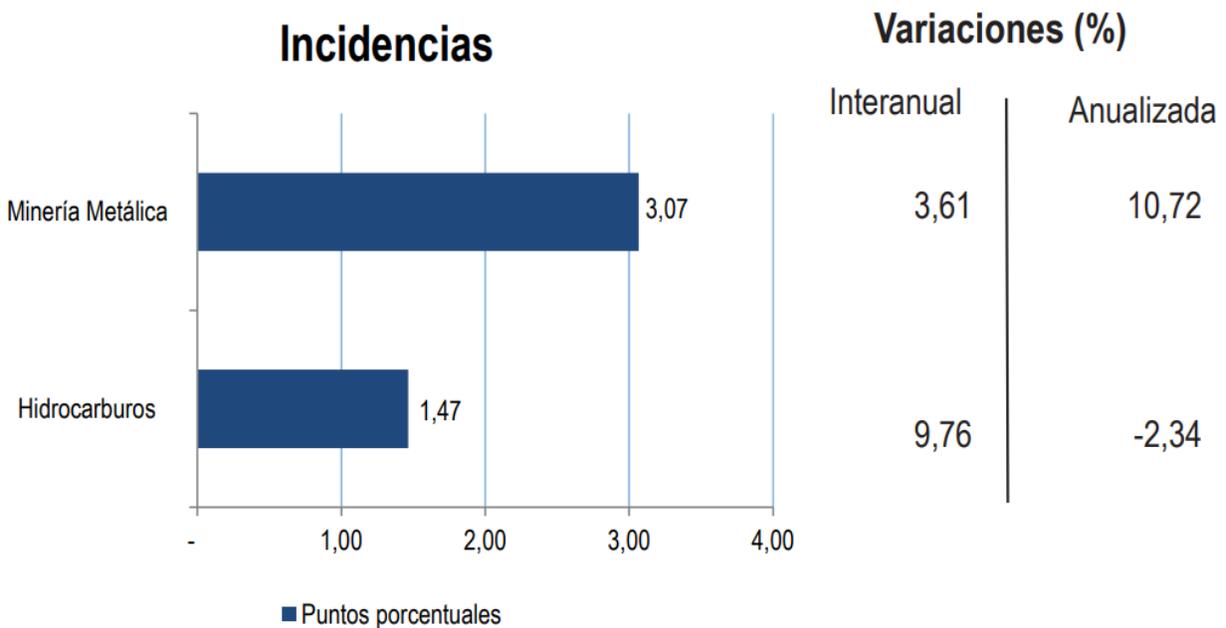
Nota. Tomado del INEI (p.5), Informe Técnico de Producción Nacional, 2022.

Podemos apreciar también dentro del mismo informe que la producción de minería metálica disminuyó en -3.21% esto debido a la menor producción de diferentes metales

tales como el oro, zinc, cobre, plata, molibdeno, plomo y estaño, mientras que la de hidrocarburos creció en 12.27% por la mayor explotación de líquidos de gas natural y gas natural.

Figura 11

Grafica del índice de producción minera y de Hidrocarburos-Según actividad.



Nota. Tomado del INEI (p.5), Informe Técnico de Producción Nacional, 2022.

Con estas estadísticas es importante conocer cómo impacta la minería en la productividad del Perú.

Somos un país cuyas exportaciones del 2011 y 2020, fueron el 60% productos mineros, de esto la mitad es cobre y casi un tercio es oro. Así mismo la contribución de la minería al crecimiento del PBI es muy importante, cuyas cifras para el 2015 y 2016 fueron de 1.2% y 1.8% respectivamente, esto según Diego Macera gerente general del instituto peruano de economía.

El gerente de IPE, siendo estas las siglas del Instituto Peruano de Economía, el Sr. Macera, menciona que el Perú ha mantenido exportaciones en el orden de 60 por ciento dentro del sector de minería en la segunda década del nuevo milenio, representando en su mayoría cobre y oro. Contribuyendo al sector en gran medida al producto bruto interno y en los últimos 6 o 7 años el crecimiento fue superior al 1 por ciento llegando casi al 2 por ciento (Instituto Peruano de Economía, 2021).

La minería se conecta con toda la economía de un país, puesto que necesita insumos, productos y servicios, genera empleo y estos a su vez más puestos de trabajo en los diversos sectores, tales como transporte, manufactura y otros, por ello debería considerarse como el motor principal para la reactivación económica, después de la crisis financiera y la pandemia por COVID 19.

1.3 Formulación del Problema

1.3.1 Problema general

De qué manera la aplicación del Ciclo de Deming en la reparación de equipos shotcretera de la empresa CJ NETCOM S.A.C, incrementa la productividad.

1.3.2 Problemas Específicos

1.3.2.1 Problema Específico 01

¿Cuál es impacto de la planificación del Ciclo de Deming en la productividad de la reparación de los equipos shotcreteras en la empresa CJ NETCOM?

1.3.2.2 Problema Específico 02

¿Cuáles son los procedimientos de la etapa hacer del Ciclo de Deming, para aumentar la productividad en la reparación de los equipos shotcreteras en la empresa CJ NETCOM?

1.3.2.3 Problema Específico 03

¿Cómo se desarrolla la etapa verificar del Ciclo de Deming, en la empresa CJ NETCOM para aumentar la productividad en la reparación de los equipos shotcreteras?

1.3.2.4 Problema específico 04

¿De qué manera debemos desarrollar la etapa actuar del Ciclo de Deming para aumentar la productividad en la reparación de los equipos shotcreteras en la empresa CJ NETCOM?

1.4 Justificación

1.4.1 Justificación Teórica

El mantenimiento puede considerarse tan antiguo como la existencia del hombre. Por relatos históricos sabemos que el hombre desde sus principios practicaba el mantenimiento, hasta de sus utensilios más primitivos, aunque no en forma lógica y ordenada, sino forzado por las necesidades básicas para su supervivencia, utilizando cada día medios más efectivos para conseguir sus fines (García, 2006, p.1).

Posteriormente con el comienzo del presente siglo se inició la etapa de realización del mantenimiento correctivo y la creación de los primeros talleres, que vino a tomar

importancia relevante durante la Segunda Guerra Mundial en la industria militar, donde se vio la necesidad de implantar técnicas con el fin de prevenir las fallas de los equipos en acción; después de lo cual se estableció el mantenimiento en la industria como una actividad paralela a la producción y al control de calidad (García, 2006, p. 1).

Así mismo es importante mencionar que el hacer uso de herramientas de ingeniería en las empresas hace que éstas mejoren sus procesos productivos y/o de servicios, dado a que para mantenerse en el mercado cada vez más globalizado, se necesitan empresas cada vez más productivas y eficientes.

1.4.2 Justificación Práctica

La presente investigación es muy importante porque propone mejoras en el proceso de reparación de máquinas shotcreteras, para disminuir paradas y baja disponibilidad del equipo en el área de mantenimiento en el año 2022, aplicando procedimientos, capacitaciones y adquiriendo instrumentos de medición. Esto Permite que el personal esté capacitado, se ordene, cumpla con las políticas y procedimientos propios del área, con la finalidad de brindar una respuesta productiva al momento de realizar las reparaciones de los equipos.

1.4.3 Justificación Académica

El objetivo del presente trabajo de suficiencia es que sea de utilidad como guía los estudiantes, investigadores y profesionales que se interesen en desarrollar aplicaciones de mejora tomando como herramienta la implementación del Ciclo de Deming.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo general

Mejorar la productividad en la reparación de equipos shotcreteras de la empresa CJ NETCOM aplicando el Ciclo de Deming en el área de mantenimiento.

1.5.2 Objetivos Específicos

1.5.2.1 Objetivo Específico 01

Evidenciar el impacto de la planificación del Ciclo de Deming en la mejora de la productividad en la reparación de equipos shotcreteras de la empresa CJ NETCOM.

1.5.2.2 Objetivo Específico 02

Determinar los procedimientos de la etapa hacer del Ciclo de Deming, en la mejora de la productividad de la reparación de equipos shotcreteras de la empresa CJ NETCOM.

1.5.2.3 Objetivo Específico 03

Evidenciar el desarrollo de la etapa verificar del Ciclo de Deming, para mejorar la productividad en la reparación de equipos shotcreteras de la empresa CJ NETCOM.

1.5.2.4 Objetivo específico 04

Desarrollar los procedimientos de la etapa actuar del Ciclo de Deming, para mejorar la productividad en la reparación de equipos shotcreteras de la empresa CJ NETCOM.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

Para el desarrollo del presente trabajo “Aplicación de Ciclo de Deming para mejorar la productividad en la reparación de equipos shotcreteras de la empresa CJ NETCOM S.A.C” se realizó búsqueda y consulta de diversas fuentes de información, tales como investigaciones, libros y revisas de estudios ya existentes sobre el problema de estudio, esto con la finalidad de tener una base de los antecedentes tanto internacionales como nacionales, conceptos, teorías y definiciones de los términos básicos que nos permitan entender, sustentar y orientar nuestra investigación de manera coherente.

En ese sentido vamos a citar a diferentes autores que estudiaron la relación del Ciclo de Deming con la productividad, donde explican los resultados obtenidos con dichas investigaciones.

2.1 Antecedentes

2.1.1 Antecedentes internacionales

Guerra y Montes de Oca (2018). En su artículo científico titulado: Relationship between the productivity, the maintenance and the replacement in the large mining; menciona que existe la necesidad de unificar relación entre la productividad, el mantenimiento y el reemplazo del equipamiento minero, puesto que la planificación y realizar mantenimiento de los equipos influye significativamente en la operatividad de los quipos, todo ello conforme avanza los años de explotación. Los autores hicieron un estudio de caso, lo cual el resultado más resaltante fue el cálculo de la productividad total de los equipos fueron: transporte (51,72%), excavación – carga (48,88%) y bulldozers (55,51%).

Asimismo, el índice de productividad de los equipos mineros decae en porcentajes de 44% al 51%, ello por el incremento de deficiencias en el cumplimiento de los planes de mantenimiento. En síntesis, la planificación y programación de mantenimientos generales identifica necesidades, coordina actividades y planifica recursos que permita al equipo sin incidentes y/o accidentes.

Por consiguiente, Batista (2021) en su trabajo de investigación inscrito: análise das interferências no tempo produtivo da equipe de manutenção: o caso de uma oficina de máquinas de grande porte de uma mineradora; resumen que el estudio tuvo como fin reducir interferencias que repercuten en el tiempo productivo del equipo de mantenimiento en taller de máquinas de perforación de estructuras de minas, lo realizaron a través de metodologías cualitativas y cuantitativas, descriptivas y de estudio de caso. El descontento de la coordinación al comprobar los resultados de las intervenciones de los equipos; ello surgió de análisis empíricos por la pericia del equipo de ingenieros y especialistas, al verificar la situación de las máquinas. Al respecto, los autores plasmaron que el cambio del taller a una nueva ubicación incidía en la comprensión de cómo sería la dinámica diaria de los equipos de mantenimiento, y que las consecuencias de los resultados obtenidos podrían estar en el hecho de no saber esta dinámica, por consecuencia una programación ineficiente de los pedidos semanales. Asimismo, el equipo podría estar ejecutando una intervención ineficaz, debido a presiones de entrega en el tiempo.

Jaquin et al. (2020). En su artículo científico nombrado: Case Study in Increasing Overall Equipment Effectiveness on Progressive Press Machine Using Plan-do-check-act Cycle; los autores mencionan que la compañía de fabricante

de componentes automotrices de prensa en Indonesia, con el logro de la efectividad general del equipo (OEE) tuvo un porcentaje de 60,7%, lo cual estuvo por debajo del nivel de la compañía mundial como se menciona en el Instituto Japonés de Mantenimiento de Plantas (JIPM) - Estándar de Mantenimiento Productivo Total (TPM), los repuestos más enormes de OEE la dificultad fue el valor de disponibilidad que consiguió el 63,3%, por consiguiente el mayor problema de disponibilidad fue el tiempo de preparación de los troqueles. Usando el método TPM y el ciclo Planificar, Hacer, Verificar o Controlar, Actuar (PDCA), con el gráfico de Pareto y el diagrama de espina de pescado, se logró mejorar el tiempo de configuración de los troqueles en un mes. Asimismo, también se pudo aumentar el valor de disponibilidad del 63,3 % al 67,8 % y finalmente el valor OEE aumentó del 60,7 % al 65,3 %.

Salgueiro (2019), cuyo título de tesis fue: organization of the maintenance - method to implement a maintenance management system and methodology for efficient maintenance on heavy machinery, esta investigación tuvo como objeto crear un método para una gestión efectiva de la organización en el rubro de mantenimiento de maquinarias pesadas, puesto que el sostenimiento es considerado pilar fundamental en las actividades industriales e indispensable para que la organización sea competitiva. La presente investigación se enfocó en el método de Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad. Para los 03 tipos de máquinas (excavadora, máquina forestal y cargadoras de ruedas) se detallaron lo siguiente: Lista de verificación,

mantenimiento preventivo / tiempo de mantenimiento y el diagrama de procedimiento utilizado por el operador al momento de hacer la verificación; con

dicha metodología es se logra sistematizar la política de mantenimiento basado en la Norma Portuguesa EN NP 4483:2019. Los resultados presentados muestran una disponibilidad de 99,87%, 99,60% y 99,80% respectivamente.

2.2.2 Antecedentes nacionales

Razo (2017) en su investigación titulada “Aplicación del Ciclo de Deming para mejorar la productividad en el área de plataforma de los almacenes del Hipermercado Tottus”, empezó por identificar las causas que presentaban y que declinaban su productividad al no gestionarse eficientemente zonas del almacén como recepción, tránsito, bodega y patio de maniobras por el cual se propuso la aplicación del Ciclo de Deming como propuesta para mejorar la gestión y desempeño del área, concluyéndose que después de la aplicación del Ciclo de Deming su productividad se elevó de un 72% al 84%, eso implica que el factor tiempo empleado en las operaciones del área se aprovecharan de manera óptima bajo los parámetros dados por el Ciclo de Deming.

Salazar (2017), en su investigación titulada “Propuesta de mejora continua en el proceso de producción de techos ligeros aplicando la metodología PHVA y LAS 5S” encontró que el mayor factor de incidentes era el trabajo inadecuado y como segundo factor falta de capacitación de los operarios, por lo tanto, concluyó que al implementar la metodología PHVA y 5S la productividad aumenta en un 4 % ya que los procesos alcanzaron mayor control y estandarización.

Alcántara (2018), en su investigación titulada “Diseño de un sistema de mejora continua en el área de encomiendas de la Empresa de Transportes Línea S.A” obtiene como resultado una mejora en la productividad de la mano de obra de 3,35 encomiendas por hora/hombre a 4,32 encomiendas por hora/hombre, lo cual indica que el sistema de mejora

continúa basado en el ciclo PHVA influye directamente en la productividad de la mano de obra.

Apolinares y Lartiga (2021) en su tesis titulado: “Implementación del ciclo Deming y su impacto en la eficiencia del área de operaciones Claro HFC de la empresa DominionPerú Soluciones y Servicios SAC. Lima 2020”, tuvo como objetivo implementar el Ciclo de Deming para incrementar la eficiencia de la empresa DominionPerú. Los autores se basaron en un enfoque cuantitativo, aplicada con metodologías de ingeniería entre ellas diagrama de Pareto, histogramas, y lo más resaltante el Ciclo de Deming. Se concluye que el Ciclo de Deming hace que la eficiencia aumente en un 0.36 otr/h a 0.43 otr/h. Gracias a ello, se logró asumir un mayor número de instalaciones y el uso de horas hombre, lo que fue se logró acrecentar tiempo y utilidad adicional en la empresa.

Lujan (2020) en su tesis titulada: Aplicación del mantenimiento preventivo para mejorar la productividad de la empresa Emcapsac, Lurín 2020. Tuvo como objetivo mejorar la productividad de la empresa, basándose en la eficiencia. Como metodología de implementación del mantenimiento preventivo hizo uso del Ciclo de Deming. En síntesis, la productividad se acrecentó de 65% a 79%, y con ello incremento de la eficiencia de 80% a 89% y la eficacia de 81% a 89%, con ello demuestra que el mantenimiento preventivo si mejora la productividad en las organizaciones.

Pozo (2018) en su trabajo de investigación titulado “Aplicación de la metodología PHVA para mejorar la productividad en el área de mantenimiento de la empresa Power Technology”, tuvo como finalidad aplicar el Ciclo de Deming con el objetivo de mejorar la productividad en el área de mantenimiento. El autor realizó un pre y post test después de aplicar el Ciclo de Deming, con un total de 16 semanas antes y 16 semanas después.

Concluye que posterior a la aplicación de la metodología mencionada, el índice de productividad aumento en 16.86%.

2.2 Base teórica

El Ciclo de Deming

El nombre del Ciclo PDCA viene de las siglas Planificar, Hacer, Verificar y Actuar, en inglés “Plan, Do, Check, Act”. También conocido como el Ciclo de Mejora Continua del Círculo de Deming, este nombre fue atribuido a Deming, quien lo originó. Esta metodología describe los cuatro pasos esenciales que deben llevarse a cabo de manera sistemática para lograr la mejora continua, es decir, la mejora continua de la calidad.

El círculo de Deming está compuesto de cuatro etapas cíclicas, de forma que una vez acabada la última etapa se debe volver a la primera y repetir el ciclo de nuevo, de forma que las actividades son reevaluadas periódicamente para incorporar nuevas mejoras. La aplicación de esta metodología está enfocada principalmente para para ser usada en empresas y organizaciones.

Figura 12

Etapas del ciclo de Deming



Nota: Tomada de Lifeder por Sy Corvo, Helmut, 2020.

1- PLAN (planificar):

Planificar es la etapa principal de Ciclo de Deming, en la cual se realiza el diagnóstico de la problemática, se determinan los problemas y las causas de estos con la finalidad de buscar, proponer y ejecutar mejoras. Se determinan también los objetivos que se quieren alcanzar y se evalúan y establecen las herramientas y método a utilizarse.

En esta fase se trabaja en la identificación del problema o actividades susceptibles de mejora, se establecen los objetivos a alcanzar, se fijan los indicadores de control y se

definen los métodos o herramientas para conseguir los objetivos establecidos (Gutiérrez, 2014, p. 13).

Una forma de identificar estas mejoras puede ser realizando grupos de trabajo o bien buscar nuevas tecnologías o herramientas que puedan aplicarse a los procesos actuales (Santiago, 2022, p. 1).

2 – DO (hacer/ejecutar):

Llega el momento de llevar a cabo el plan de acción, mediante la correcta realización de las tareas planificadas, la aplicación controlada del plan y la verificación y obtención del feedback necesario para el posterior análisis (Santiago, 2022, p. 1).

En numerosas ocasiones conviene realizar una prueba piloto para probar el funcionamiento antes de realizar los cambios a gran escala. La selección del piloto debe realizarse teniendo en cuenta que sea suficientemente representativo, pero sin que suponga un riesgo excesivo para la organización. señala Gutiérrez (2014) que es lo esencial involucrar a los afectados y explicarles la significación del problema y los objetivos que se desea alcanzar con la aplicación del Ciclo de Deming (p. 14).

3 – CHECK (comprobar/verificar):

Una vez implantada la mejora se comprueban los logros obtenidos en relación a las metas u objetivos que se marcaron en la primera fase del ciclo mediante herramientas de control (Diagrama de Pareto, Check lists, KPIs, etc.). En otras palabras, se debe realizar el seguimiento, medir los procesos, productos y/o servicios; verificar también los objetivos, actividades planificadas y sobre todo reportar los resultados encontrados (Salazar et al., 2020, p. 464).

Para evitar subjetividades, es conveniente definir previamente cuáles van a ser las herramientas de control y los criterios para decidir si la prueba ha funcionado o no (Rodríguez, s.f., p. 1).

4 – ACT (actuar):

Por último, tras comparar el resultado obtenido con el objetivo marcado inicialmente, es el momento de realizar acciones correctivas y preventivas que permitan mejorar los puntos o áreas de mejora, así como extender y aprovechar los aprendizajes y experiencias adquiridas a otros casos, y estandarizar y consolidar metodologías efectivas. Dentro de esta etapa se debe incluir: mejorar los productos y/o servicios, modificar, corregir, reducir los efectos no deseados, mejorar el desempeño y la eficacia del sistema de gestión de la calidad (ISO, 2019, p. 1).

En el caso de que se haya realizado una prueba piloto, 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 sin desecharla (Palo, 2019, p. 1).

Algunos de los beneficios que proporcionan una adecuada mejora de procesos son los siguientes:

TIMMING: se disminuyen tiempos, aumentando la productividad.

QUALITY: Se reducen los errores, y se busca prevenirlos.

COST: Se disminuyen recursos (materiales, personas, dinero, mano de obra, etc.), aumentando la eficiencia (Palo, 2019, p. 1).

En conclusión, un sistema de gestión de la calidad aprueba una organización para desarrollar políticas, establecer objetivos y procesos, y tomar las decisiones para mejorar

su rendimiento. La utilización de la metodología PDCA impulsada por Deming, ayuda a la empresa a revelarse a sí misma y cambios para hacerla más eficaz y competitiva.

2.3 Definición de términos básicos

Definición del Mantenimiento

Existen varias o muchas definiciones de mantenimiento, pero resumiendo, defino “el mantenimiento”, como:

Toda una serie de acciones que deben realizar las personas encargadas de este departamento o área, con la finalidad de que los equipos, máquinas, componentes e instalaciones involucrados dentro de un proceso industrial estén en las condiciones requeridas de funcionamiento para lo que fue diseñado, construido, instalado y puesto en operación.

Esta serie de actividades incluyen toda una combinación de conocimiento, experiencia, habilidad y trabajo en equipo, junto con las otras dependencias de la organización, para que exista una buena labor administrativa y operativa, cumpliendo así con los indicadores de desempeño o de gestión que cada organización aplica y para que sus metas se alcancen.

Mantenimiento Preventivo:

Se considera mantenimiento preventivo al programa de revisión periódica de las máquinas, todo esto antes de culminar su vida útil. Este mantenimiento garantiza su buen funcionamiento y fiabilidad de las máquinas y/o equipos. Por consiguiente, la periodicidad de las intervenciones de mantenimiento se basa a cálculos teóricos o estimaciones de la duración de los componentes que fallan según patrones basados en el tiempo de funcionamiento (Universidad Nacional de Misiones, 2020, p. 5).

Mantenimiento Predictivo:

El mantenimiento predictivo examina el estado de la maquinaria y aconseja intervenir o no, lo cual genera grandes ahorros económicos en mantenimiento (Universidad Nacional de Misiones, 2020, p. 6).

Mantenimiento Planificado:

El mantenimiento planificado anticipa lo que se realizará con anterioridad a producir el fallo, de modo que cuando ocurra paradas de equipos para efectuar la reparación, ya se disponga repuestos, documentos necesarios y del personal técnico capacitado con anterioridad en una programación de tareas (Universidad ECCI, s.f., p.1).

Este tipo de mantenimiento difiere del no planeado en que se evita ese grado de apremio, porque los trabajos han sido programados con antelación (Universidad ECCI, s.f., p.1). Para ejecutarlo se programa la parada del equipo, pero previo a esto, se efectúa una lista de tareas a efectuarse sobre el mismo y programamos su ejecución en dicha oportunidad, aprovechando para llevar a cabo toda reparación, recambio o ajuste que no sería posible realizarlo con la máquina en funcionamiento (Universidad ECCI, s.f., p.1).

Esto se recomienda ejecutarse en los tiempos de menor actividad, en otras palabras; en períodos de baja demanda, en horario nocturno, en los fines de semana, períodos de vacaciones, etc. (Universidad ECCI, s.f., p.1).

Mantenimiento Correctivo:

El mantenimiento correctivo radica en el pronto reparo de la falla y se le considera de corto plazo. Las personas apoderadas de informar la ocurrencia de las averías son los operarios de las máquinas o equipos y las reparaciones corresponden al personal de mantenimiento. El primer inconveniente que muestra este tipo de acción de mantenimiento

consiste en que el usuario detecta la falla cuando el equipo está en servicio, en el preciso momento en que pierde su funcionalidad, ya sea al ponerlo en marcha o durante su utilización (Universidad Nacional de Misiones, 2020, p. 2).

Gestión de mantenimiento

Es la efectiva y eficiente utilización de los recursos materiales, económicos, humanos y de tiempo para alcanzar los objetivos del mantenimiento.

Componente o pieza:

Es un dispositivo que forma parte de un circuito eléctrico, electrónico, mecánico (Pérez, 2021, p. 23).

Confiabilidad:

Se puede explicar, como la capacidad de una máquina, equipo o sistema para desempeñar funciones específicas o requeridas, esto bajo condiciones de operación establecido en un período definido (Pérez, 2021, p. 23).

Disponibilidad:

Esta función permite calcular el porcentaje de tiempo en el que una máquina o equipo está disponible para ejecución de funciones para la cual fue diseñado y construido. Esto no implica exclusivamente que esté operando o funcionando, sino que se encuentre en condiciones óptimas de operar (Pérez, 2021, p. 23).

Equipo:

Según Pérez (2021) menciona que es conjunto total de máquinas que son necesarias para cumplir una finalidad (p. 23).

Falla:

Se considera falla a la situación dada, este afecta la capacidad de un equipo, de completar su función. (Pérez, 2021, p. 23).

Inspección:

Actividades que se cumplen en el mantenimiento preventivo, empleando rutas definidas con cierta periodicidad y corta duración en el instante de revisar el equipo y/o máquina, donde generalmente se hace uso de instrumentos de medición o los sentidos del ser humano, con el único objetivo de corroborar funcionamiento bueno del equipo, sin provocar que esto genere pararlo (Pérez, 2021, p. 23).

Productividad:

Es una medida económica que calcula cuántos bienes y servicios se han producido por cada factor utilizado (trabajador, capital, tiempo, tierra, etc.) durante un periodo determinado.

El objetivo de la productividad es medir la eficiencia de producción por cada factor o recurso utilizado, entendiendo por eficiencia el hecho de obtener el mejor o máximo rendimiento utilizando un mínimo de recursos. Es decir, cuantos menos recursos sean

necesarios para producir una misma cantidad, mayor será la productividad y por tanto, mayor será la eficiencia.

Eficiencia

Tiene relación con la implementación adecuada y con la menor proporción de recursos para lograr un objetivo o una vez que se alcanza más fines con los mismos o menos recursos.

Eficacia

Según George et al. (2017) dice que: La eficacia quiere decir que el propósito a que se aspira puede lograrse bajo condiciones ideales, es decir, que favorezcan al máximo su consecución. Cuando se llevan a la práctica acciones para lograr el propósito que previamente se alcanzó bajo condiciones ideales y éste se consigue bajo las condiciones reales existentes, los recursos puestos en función para ese fin fueron efectivos (p. 153).

Calidad

La calidad es una propiedad que tiene una cosa u objeto, y que define su valor, así como la satisfacción que provoca en un sujeto.

Principios de calidad:

La norma NTP-ISO 9004:2001 presenta ocho principios de gestión de la calidad, que han sido desarrollados para que los directivos de la organización los utilicen para liderar el mejoramiento continuo del desempeño en la organización. Estos principios de gestión de la calidad son los siguientes.

- Organización enfocada al cliente: Las organizaciones dependen de sus clientes y por lo tanto deberían comprender las necesidades actuales y futuras de los clientes, satisfacer los requisitos de los clientes y esforzarse en exceder las expectativas de los clientes.

- Liderazgo: Los líderes establecen la unidad de propósito y la orientación de la organización. Ellos deberían crear y mantener un ambiente interno, en el cual el personal pueda llegar a involucrarse totalmente en el logro de los objetivos de la organización.

- Participación del personal: El personal, a todos los niveles, es la esencia de una organización y su total compromiso posibilita que sus habilidades sean usadas para el beneficio de la organización.

- Enfoque a los procesos: Un resultado deseado se alcanza eficientemente cuando las actividades y los recursos relacionados se gestionan como un proceso.

- Sistema enfocado hacia la gestión: Identificar, entender y gestionar los procesos interrelacionados como un sistema, contribuye a la eficacia y eficiencia de una organización en el logro de sus objetivos.

- Mejoramiento continuo: La mejora continua del desempeño global de la organización debería ser un objetivo permanente de ésta. - Toma de decisiones basada en hechos: Las decisiones eficaces se basan en el análisis de los datos y la información. - Relación mutuamente benéfica con proveedores: Una organización y sus proveedores son interdependientes, y una relación mutuamente beneficiosa aumenta la capacidad de ambos para crear valor.

Proceso

Es una serie de ocupaciones que se conducen a cabo para poder hacer un fin definido. En la microeconomía, o en el campo empresarial, se puede hacer alusión al proceso beneficioso por el que las materias primas se convierten en bienes intermedios o en productos finales. Asimismo, la cadena de abastecimiento es un proceso, que encierra a partir de que la compañía se provee de insumos hasta que consigue llegar la mercancía hasta el consumidor. Esto, no sin previamente tal vez haber pasado por un mayorista y/o por un minorista.

Reparación

El término reparación nos remonta etimológicamente al latín “reparationis”, acción e impacto del verbo componer, del latín “reparare”, palabra incluido por el prefijo regresivo “re” y por el verbo “parare” en esta situación, utilizado como “preparar”.

Una compostura es un arreglo, es intentar de volver las cosas o situaciones que se han deteriorado, roto o que no funcionan como corresponde, a su estado óptimo, o por lo menos, al mejor viable.

Es la acción y el impacto de arreglar objetos que no funcionan de manera correcta o que fueron mal hechos.

Herramientas para el Análisis de la Causa Raíz (ACR)

Se denomina ACR a un conjunto de metodologías que son utilizadas en las organizaciones para implantar causas que ocasionan a determinadas cuestiones. La finalidad es utilizar el pensamiento objetivo para interpretar el por qué algo salió mal o por qué algo no es factible, en lugar de acusar a los individuos o creer a los detractores que aseguran que no se puede hacer o que se puede mejorar (Ovalles et al., 2017, p.3).

Por otro lado, Osorio (2016) menciona que el ACR es un instrumento empleada para reconocer las causas de proveniencia de los fallos y/o problemas, las cuales al ser identificadas y subsanadas prevendrán la recurrencia de los mismos (p.19). En otras palabras, es una técnica que sirve para identificar las causas principales que conllevan a fallos constantes. Cabe mencionar que las causas identificadas son causas lógicas y en su efecto están relacionado.

Figura 13

Herramientas para el análisis de la causa raíz (ACR)



Nota: Tomado de Espinosa, s.f.

Análisis de Pareto:

Un diagrama de Pareto, es un gráfico de barras que enumera las categorías en orden descendente de izquierda a derecha, este puede ser usado por un equipo para analizar causas, estudiar resultados y planificar una mejora continua (Gonzales, p.5, s.f.)

Con otras palabras, es una gráfica en donde se organizan diversas clasificaciones de datos por orden descendente, de izquierda a derecha por medio de barras simple posterior de juntado la información para calificar las causas. De forma que sea dable asignar un orden de prioridades.

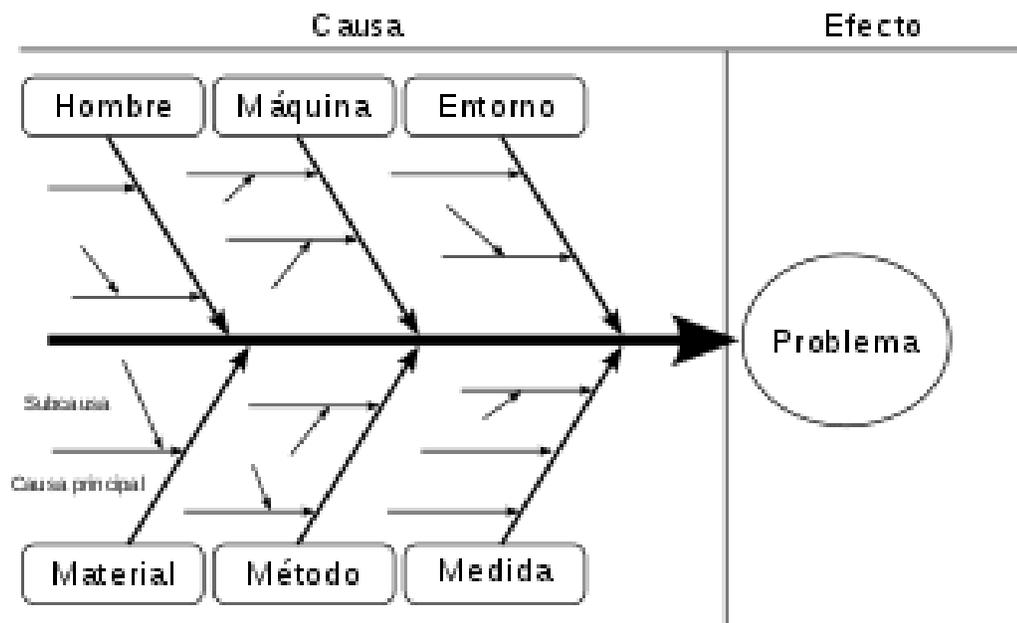
Diagrama de Causa-Efecto:

El Diagrama de Ishikawa o Diagrama de Causa Efecto consiste en una presentación gráfica que facilita visualizar las causas que fundamentan un determinado problema. Tienen una estructura muy intuitiva ya que identifica un problema o efecto y

posteriormente enumera un conjunto de causas que probablemente interpretan dicho comportamiento. Asimismo, cada causa se puede desagregar con un grado máximo de detalle en subcausas. Ello resulta útil al momento de considerar acciones correctivas dado que se deberá actuar con precisión sobre el fenómeno que explica el comportamiento no deseado. Al respecto, el mencionado diagrama es una herramienta de calidad eficaz y eficiente en las acciones de reducción de un problema central. (Burgasí et al., 2021, p.1213).

Figura 14

Diagrama Causa – Efecto



Nota: Tomado de Revista electrónica Tambara, 2022.

CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA

3. Descripción de la experiencia

El presente trabajo de Suficiencia Profesional fue desarrollado en la empresa CJ NETCOM S.A.C., la cual fue creada el 05 de febrero del 2008. La mencionada empresa desde el año 2008 hasta el 2015 se dedicó en el rubro telefónica y/o datos de comunicaciones. Asimismo, en el rubro de lanzador de concreto y/o shotcrete inició en el año 2010 hasta la actualidad.

La experiencia laboral inicia el 01 de abril del 2015, en la compañía en mención; en el área de mantenimiento, con el cargo de supervisor de mantenimiento en la Unidad Minera Atacocha – Milpo, Cerro de Pasco.

Figura 15

Experiencia laboral



Nota: Tomado de CJ NETCOM, 2022.

Se asignó una lista de equipos para la gestión de las actividades propias del área.

Las cuales se detallan a continuación en tabla.

Tabla 2

Lista de maquinaria asignada

EQUIPO	MARCA	MODELO	CANTIDAD
Mixer	Putzmeister	Mixkret 4	2
Robot Lanzador	Putzmeister	SPM4210	1
Volquete 10 Toneladas	Dong Feng	Siton	1
Mini cargador	Jhondere	318E	1
Chut Convencional	Genérico		1
Camioneta	Toyota	Hilux	1

Así mismo se asignó dos personas a cargo, Ivan Ñahuin Cchocha y Elmer Gonzales, ambos mecánicos. Con quienes se coordinaba los trabajos a realizar; tales como:

- Mantenimiento 125 horas de todos los equipos.
- Mantenimiento 250 horas de todos los equipos.
- Mantenimiento 500 horas de todos los equipos.
- Mantenimiento 1000 horas de todos los equipos.
- Mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo.
- Inspecciones rutinarias, antes, durante y después de cada trabajo.
- Seguimiento de funcionamiento de los equipos en la labor.
- Evaluaciones y reparaciones en la labor.
- Instrucción al operador sobre el buen funcionamiento de los equipos.
- Rellenado la cartilla de mantenimiento de los equipos.

Así también una lista de actividades a desarrollar en la unidad minera, se hace mención según frecuencia, diaria, semanal y mensual.

Funciones diarias:

- Reportar a la organización sobre estado de operatividad de todos los equipos.
- Reunión matinal con el área de residencia, seguridad con CIA de la Unidad Minera Atacocha por cada turno (día y noche).
- Reunión matinal con las áreas de CJ NETCOM, mantenimiento, seguridad, almacén, costos, administración, residencia, jefes de guardia y supervisor de turno.
- Se brindaba instructivos de seguridad, operaciones de los equipos y cuidado de los equipos; al personal de mantenimiento y operadores.
- Realizar orden de trabajo según actividad coordinada para el día.
- Informar al personal sobre las coordinaciones tratadas con las demás áreas.
- Revisión del procedimiento de las actividades que se coordinó para el día; ejemplo: IPERC, reporte de incidente, orden de trabajo, procedimiento, ATS y el PETAR, para trabajos de alto riesgo.
- Revisión bandeja de correos.
- Seguimiento de repuestos solicitados a Lima.
- Inspección a las áreas de trabajo.
- Comunicación con el jefe de mantenimiento Lima, para solicitudes de los repuestos y estados de los equipos.

Funciones semanales:

- Reporte semanal de los equipos
- Verificar hoja de monóxido de todos los equipos.
- Capacitar al personal de todas las áreas.
- Realizar programa de mantenimiento de los equipos.

Funciones mensuales:

- Pedido mensual de materiales consumibles
- Pedido mensual de repuestos críticos.
- Realizar KPI mensual (Presentar a CIA y Lima).
- Inspección de herramientas
- Inspección de máquinas chicas
- Mapeo de fallas más repetitivas durante el mes.

Desde inicio de obra 01/04/2015 hasta el 30/04/2016, se solicitaban repuestos y mantenimiento que garantizan a los equipos de obra, los cuales no se tenían a tiempo. A causa de ello, los equipos tenían paradas imprevistas por fallas eléctricas, mecánicas, hidráulicas y por falta de repuestos; por ende tenía retrasos en las operaciones y no se cumplían con las metas trazadas por turno. Todo esto perjudicaba a la producción de sostenimiento de concreto.

A raíz de los problemas con los equipos que presentaban muchas fallas, en coordinación con el Gerente se llega a una conclusión de hacer un cambio que implicaba trasladarse a Lima al taller central, con la finalidad de mejorar los mantenimientos a los equipos que viajaban hacia los proyectos de minería al interior del país, así garantizar la operatividad en Obra; porque la

empresa se estaba viendo afectada con las paradas de obra, producto de las fallas con los equipos.

La incorporación en el taller Central Lima se realizó el 04 de mayo del 2016, con el cargo de supervisor electricista. Cumpliendo una lista de funciones asignadas para dicho cargo.

Lista de funciones en taller Lima.

- Pruebas de funcionamiento de los repuestos eléctricos, mecánicos e hidráulicos de los equipos.
- Mantenimiento general del sistema eléctrico de los equipos.
- Comunicación diaria con el encargado de obra.
- Reparto de tareas diarias a cada personal de mantenimiento.
- Proyección de trabajos a realizarse en forma semanal.
- Verificar correos de obra y proveedores
- Cotización de repuestos.
- Identificación de los repuestos según números de partes en el manual de mantenimiento.
- Seguimiento a los proveedores para el cumplimiento las cotizaciones solicitadas.
- Garantizar la operatividad de todos los equipos.
- Pruebas de funcionamiento en vacío y con carga en taller central Lima.
- Verificar la calidad de repuestos.

En taller Lima se inició con tres (03) personas; un electricista (encargado), un mecánico y un ayudante quienes tenían que realizar desmontaje de los componentes eléctricos, mecánicos, hidráulicos, así como de estructura y pintura.

Así, se empezó a realizar los trabajos en los equipos, se vino cumpliendo todas las actividades y levantando todas las fallas que se presentaban con mayor frecuencia.

Figura 16

Área de mantenimiento.



Nota: Tomado de CJ NETCOM, 2015.

3.2 Descripción del área de mantenimiento de la empresa CJ NETCOM antes de la aplicación del Ciclo de Deming.

El área de trabajo de mantenimiento es un espacio de 140m², en dicha área se trabaja en dos turnos de doce horas cada uno, el primero 6:00 am a 6:00 pm y el segundo turno de 6:00 pm a 6:00 am, el área está compuesta por el jefe de mantenimiento, supervisores, mecánicos, eléctricos, soldadores y operarios.

La actividad principal que la empresa realiza es el shotcrete, cuya producción se mide en metros cúbicos y para realizar esta labor se hace uso de los equipos Shotcreteras, actualmente la

empresa cuenta con 5 equipos codificados de la siguiente manera SHM02, SHM03, SHM06, SMH07 Y SMH08, los cuales necesitan de mantenimiento para el buen funcionamiento.

Se identificó equipos shocreteras inoperativos por meses en el área de trabajo, las reparaciones no eran efectivas pues se constató en la baja productividad de estos.

Así mismo se evidenció que no existía orden en el correcto almacenamiento de los materiales que se utilizaban en el proceso de reparación de los equipos shotcreteras, esto debido también a que el personal no estaba capacitado y el área de mantenimiento se tenía que cimentar en campo, es decir en los espacios de obra.

Cuando se inició trabajos de los equipos shotcreteras, en el taller central de Lima se necesitaban materiales consumibles, herramientas básicas y otros insumos, los cuales no se tenían en su totalidad, en el momento y lugar que se necesitaban, se tenía que solicitar las compras de los materiales faltantes y esto hacía que los tiempos se alarguen debido a la espera de esos productos, para poder continuar con las reparaciones.

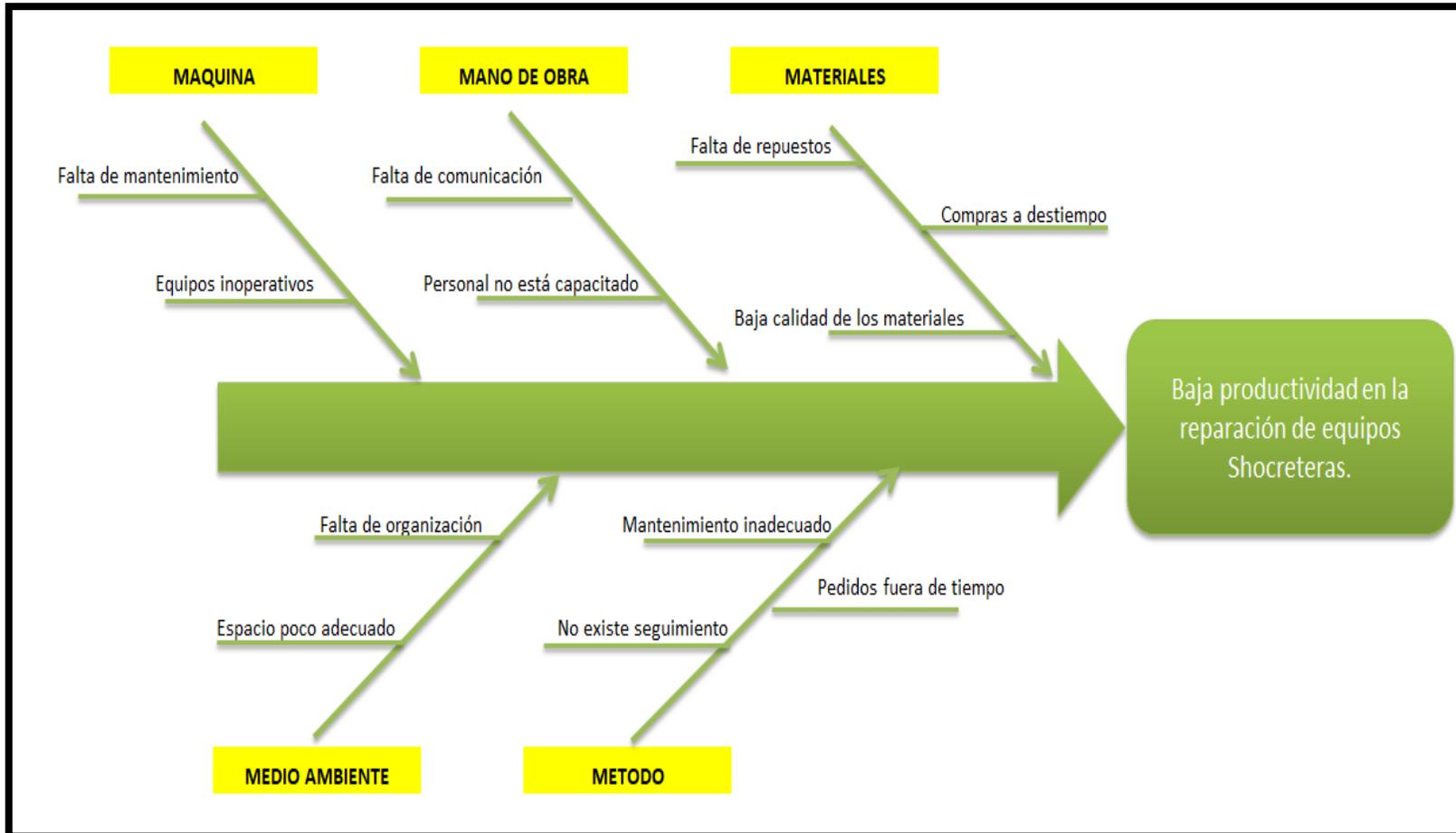
Mientras se desempeñaba en el área de mantenimiento se pudo evidenciar la baja productividad, cuyo principal problema era la demora en la reparación de los equipos shotcreteras.

Para determinar las causas de este problema se hizo uso del desarrollo de un diagrama de Ishikawa, el cual evidenciaría las principales causas que originarían el problema, analizando 5 factores principales tales como los materiales, la mano de obra, la maquinaria o equipo, el metodo utilizado y el medio ambiente.

De esta manera se pudo detectar varias causas que originaban el problema del retraso en la reparación de los equipos shotcreteras, que esto a su vez detonaba en la baja productividad de los mismos.

Figura 17

Diagrama de Ishikawa



Se elaboró en una lista todas las fallas en el orden en que se mencionaron durante la reunión realizada con la participación del equipo de mantenimiento. Estas se detallan en la tabla N° 3.

Tabla 3

Identificación de causas de baja productividad en reparación de equipos shotcreteras

CAUSAS	
C1	Errores al realizar el mantenimiento (error del procedimiento)
C2	Equipos inoperativos
C3	Falta de mantenimiento preventivo (no hay seguimiento al cronograma de mantenimiento)
C4	Pedidos fuera de tiempo (solicitudes extras del cliente)
C5	Falta de organización del área (tiempo de búsqueda de materiales)
C6	Fallas ocasionadas por la mala capacitación del personal
C7	Compras a destiempo (mala planificación de materiales)
C8	Baja calidad de los materiales
C9	Falta de repuestos
C10	Fallas de comunicación entre las áreas (días de retraso de documento u otros archivos)

Tomando en consideración las fallas determinadas después de la reunión se realizó el diagnóstico y seguimiento de estas fallas durante un periodo de tiempo calculado en cantidad de días, esto con la finalidad de cuantificar estas causas y determinar su

frecuencia, para luego ordenarlas de mayor a menor y poder realizar un análisis más profundo haciendo uso de la herramienta diagrama de Pareto.

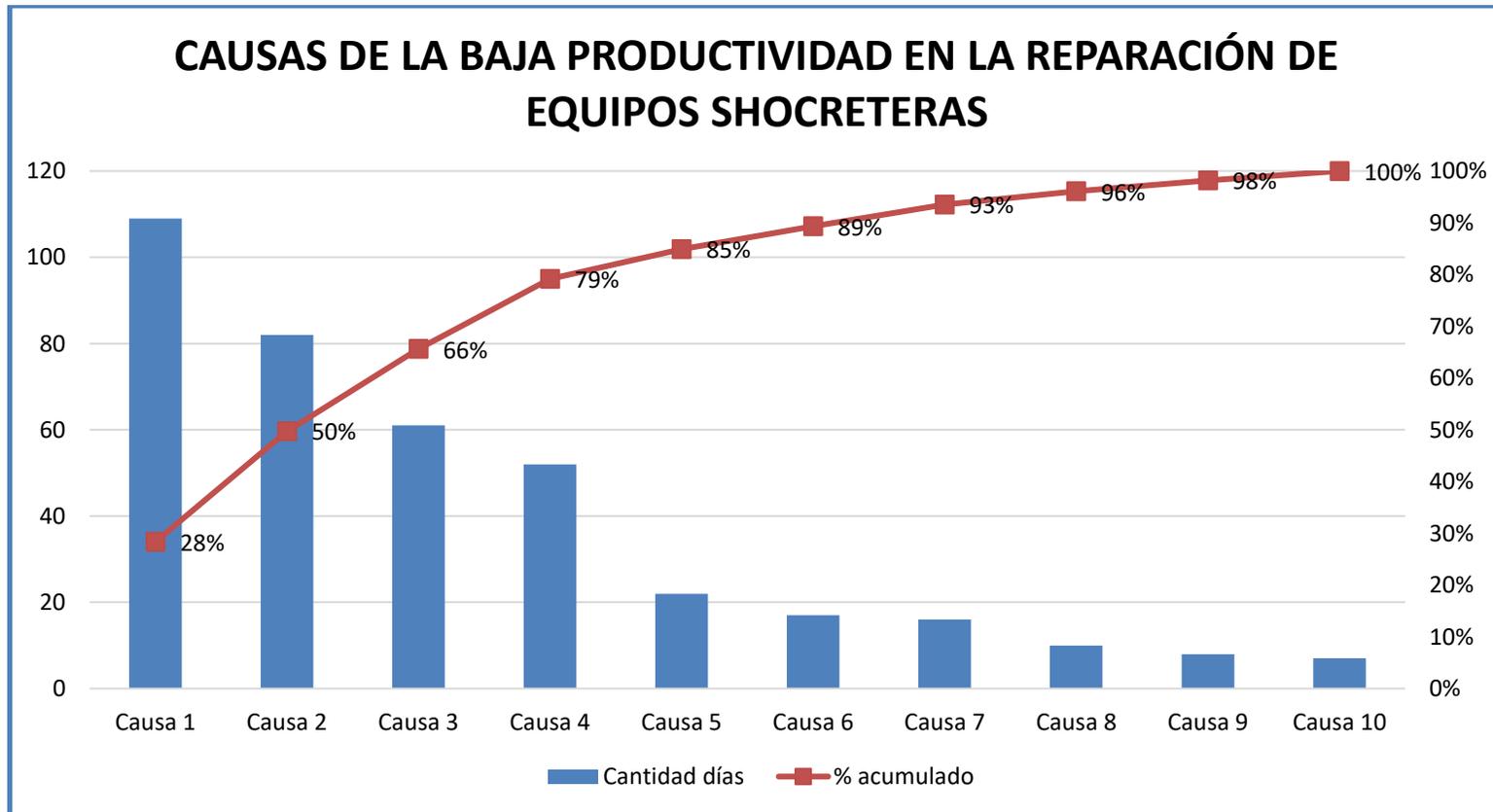
Tabla 4

Causas del problema

Causas	Descripción	Cantidad días	% relativo	% acumulado
Causa 1	Falta de mantenimiento preventivo (no hay seguimiento al cronograma de mantenimiento)	109	28%	28%
Causa 2	Equipos inoperativos	82	21%	50%
Causa 3	Fallas ocasionadas por la mala capacitación del personal	61	16%	66%
Causa 4	Errores al realizar el mantenimiento (error del procedimiento)	52	14%	79%
Causa 5	Pedidos fuera de tiempo (solicitudes extras del cliente)	22	6%	85%
Causa 6	Falta de repuestos	17	4%	89%
Causa 7	Compras a destiempo (mala planificación de materiales)	16	4%	93%
Causa 8	Baja calidad de los materiales	10	3%	96%
Causa 9	Falta de organización del área (tiempo de búsqueda de materiales)	8	2%	98%
Causa 10	Fallas de comunicación entre las áreas (días de retraso de documento u otros archivos)	7	2%	100%
Total (días)		384		

Figura 18

Diagrama de Pareto



Nota: En este grafico evidenciamos que el 20% de las causas que se centra en las 4 primeras, representan el 80% de los problemas.

Se realizó una reunión con gerencia para mostrar los resultados de las principales causas que estaban generando la baja productividad en la reparación de los equipos shotcreteras. Se mapeó las falencias presentadas con mayor frecuencia, siendo el principal cuello de botella la falta de mantenimiento preventivo, seguido de equipos inoperativos, fallas ocasionadas por la falta de capacitación al personal y errores al realizar el mantenimiento predictivo y preventivo. Estas 4 causas fueron las más representativas evidenciadas en diagrama de Pareto.

Este levantamiento de causas del problema principal se hace para diagnosticar el área y proponer acciones de mejora.

Así mismo se levantó las principales fallas que se presentan en la reparación de los equipos shotcreteras, las cuales se muestran en el anexo 1.

En el área de mantenimiento se trabaja con 3 de 5 equipos shotcreteras, se toma solo los disponibles bajo la codificación de SMH02, SMH06 y SMH07, tomando como punto de partida la productividad obtenida durante el mes de enero en 4 semanas de medición, para ello se observó la producción de cada equipo en M3 (Metros cúbicos) de shotcrete. Obteniendo de esta manera la productividad inicial que se tomó como referencia, la misma que será comparada con la productividad después de la aplicación del ciclo de Deming.

Figura 19

Medición de productividad antes de la aplicación del ciclo de Deming

2021		INDICADORES					
		EFICIENCIA			EFICACIA		
MESES	TP (Hr)	TU (Hr)	RATIO	PR (M3)	PE (M3)	RATIO	EFICIENCIA*EFICACIA
JUL	70	73	0.96	1960	2110	0.93	89.07%
AGO	70	75	0.93	1975	2110	0.94	87.36%
SET	70	73	0.96	1952	2110	0.93	88.71%
OCT	70	74	0.95	1955	2110	0.93	87.65%
NOV	70	75	0.93	1950	2110	0.92	86.26%
DIC	70	78	0.90	1979	2110	0.94	84.17%
							87.20%

LEYENDA:
 TP (Hr): TIEMPO PROGRAMADO EN HORAS
 TU (Hr): TIEMPO UTILIZADO EN HORAS
 PR (M3): PRODUCCIÓN REAL EN METROS CÚBICOS DE SHOTCRETE
 PE (M3): PRODUCCIÓN ESTIMADA EN METROS CÚBICOS DE SHOTCRETE

En la figura N° 19 se puede apreciar la medición de la productividad de julio a diciembre del 2021, donde se consideró los factores tiempo en horas y producción en metros cúbicos de shotcrete, obteniendo una productividad equivalente a 87.20%, considerada baja para la empresa, puesto que no supera el 90%.

Este valor se tomó como referencia para realizar la comparación de como varió la productividad con la aplicación del ciclo de Deming al finalizar la etapa actuar.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

La implementación del Ciclo de Deming para mejorar la productividad en los equipos shotcreteras de la empresa CJ NETCOM, se desarrolló de manera organizada y cronológica durante los meses de febrero a mayo del 2022, siguiendo las pautas en cada una de las etapas de la aplicación.

4.1 Descripción del área de mantenimiento de la empresa CJ NETCOM después de la aplicación del Ciclo de Deming.

Al conocer las debilidades del área de mantenimiento mecánico y observar las falencias, el personal de mantenimiento, administrativos y de campo, se decidió aplicar una herramienta de ingeniería, con la finalidad obtener la operatividad de los equipos shotcreteras y optimizar los procesos de productividad de mantenimiento.

La herramienta elegida es el Ciclo de Deming que se identifican con cuatro palabras claves: Planear, Hacer, Verificar y Actuar; con esta herramienta que hemos elegido demostraremos resultados favorables al área de mantenimiento y se reflejaran los resultados en la producción.

Teniendo en consideración que esta es una herramienta de mejora continúa donde se desarrolló cada una de sus etapas durante los meses de febrero a mayo del año 2022, se deberá contar también con un plan de mejora continua, al finalizar la última etapa de actuar.

PRIMERA ETAPA: PLANIFICAR

Para llevar a cabo todo el desarrollo de la implementación del Ciclo de Deming, es importante definir en primer lugar un cronograma de actividades con la finalidad de que

sirva como guía para establecer fechas y plazos que debe considerarse para el cumplimiento de las distintas actividades dentro de las 4 etapas del ciclo de Deming.

El objetivo de esta implementación es lograr mejorar la productividad en la reparación de los equipos shotcreteras, atacando las principales causas que generan el problema.

Tabla 5

Causas más significativas del problema

Causas	Descripción
Causa 1	Falta de mantenimiento preventivo (no hay seguimiento al cronograma de mantenimiento)
Causa 2	Equipos inoperativos
Causa 3	Fallas ocasionadas por la mala capacitación del personal
Causa 4	Errores al realizar el mantenimiento (error del procedimiento)

Nota: En la tabla 5 se detalla las cuatro causas que generan el problema perteneciente al área de mantenimiento de la empresa CJ NETCOM.

Figura 20

Diagrama de Gantt

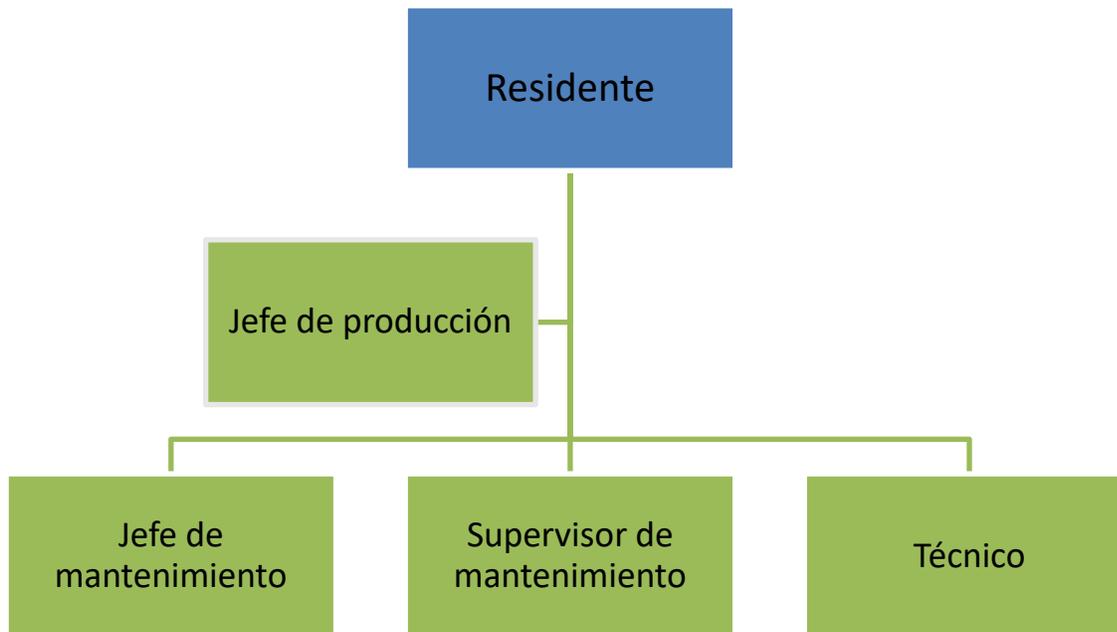
 DIAGRAMA DE GANTT		FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO			
NUMERO	ACTIVIDADES	SEM 1	SEM 2	SEM3	SEM 4	SEM 1	SEM 2	SEM3	SEM 4	SEM 1	SEM 2	SEM3	SEM 4	SEM 1	SEM 2	SEM3	SEM 4
1ra Etapa	PLANIFICAR																
1.1	Reunión de apertura																
1.2	Definir los objetivos del trabajo																
1.3	Realizar el gantt general de la aplicación																
1.4	Establecer el equipo de trabajo																
1.5	Medir la productividad																
2da Etapa	HACER																
2.1	Cronograma de mantenimiento preventivo																
2.2	Cronograma de mantenimiento correctivo																
2.3	Cronograma de capacitaciones																
2.4	Elaborar formatos de control de actividades																
2.5	Diseñar procedimientos																
2.6	Medir la productividad																
3ra Etapa	VERIFICAR																
3.1	Verificar cumplimiento de actividades																
3.2	verificar confiabilidad y disponibilidad de equipo																
3.3	Medir la productividad																
4ta Etapa	ACTUAR																
4.1	Establecer proyectos de mejora continua																
4.2	Proponer plan de auditoria																
4.3	Levantamiento de lecciones aprendidas																
4.4	Costeo de la implementación																

Nota: Se exhibe el diagrama de Gantt, con las actividades a realizarse durante los meses de febrero a mayo del año 2022.

Así mismo como segundo punto importante se definió el equipo de trabajo que tuvo la responsabilidad de formar parte del comité de la aplicación del Ciclo de Deming, para ello se comprometió a la cabeza de la organización para que se involucre en el desarrollo del mismo, sabiendo que para el éxito de la implementación de la mejora continua en una organización se debe contar con el compromiso desde el nivel gerencial hasta el nivel operativo.

Figura 21

Equipo de técnico de trabajo



- El Residente es el órgano decisor en la implementación de la herramienta, toda planificación deberá ser aprobada directamente por él, fue el vocero en la organización buscó siempre involucrar y comprometer a todo el personal de la organización.

- Jefe de producción, es el responsable de presupuestar todo el plan de implementación del Ciclo de Deming, de dar a conocer los avances semanales a la dirección (Residente) y velar por el cumplimiento de los objetivos.
- El jefe de mantenimiento es el responsable definir las acciones a poner en marcha, establecer los equipos de trabajo y salvaguardar el correcto desarrollo de las actividades de mantenimiento.
- Supervisor de mantenimiento es quien realiza y establece los turnos de trabajo de cada equipo, evalúa las herramientas y recursos a utilizarse y velar por el correcto desarrollo de las actividades previamente establecidas en el Gantt de trabajo.
- El técnico es el encargado de determinar desviaciones durante el desarrollo de la implementación de la mejora, ya sea incumplimientos de actividades, falta de organización, falta de recursos, cuidar y proteger a las personas y las instalaciones donde se llevó a cabo la aplicación del ciclo de Deming.

Una limitación en la implementación del Ciclo de Deming que se tuvo en la empresa es la falta de presupuesto para contratar una consultora externa que brinde asesorías o se encargue de la gestión y proceso de la mejora, por lo que se optó porque el equipo definido se establezca como el comité de mantenimiento, y así evitar sobre costos para la organización.

De esa manera se comunicó a todos los miembros de la empresa el comité de gestión de mantenimiento e implementación del Ciclo de Deming en la empresa CJ NETCOM.

Figura 22

Producción Real mes de enero y febrero 2022

PRODUCCIÓN REAL MES ENERO 2022					PRODUCCIÓN REAL MES FEBRERO 2022				
SEMANA	EQUIPOS			TOTAL GENERAL (m3)	SEMANA	EQUIPOS			TOTAL GENERAL (m3)
	SHM02	SHM06	SHM07			SHM02	SHM06	SHM07	
1	255	247	147	648	1	255	247	147	648
2	211	77	200	488	2	120	77	129	326
3	100		233	333	3	100	164	233	497
4	184	147	171	501	4	184	147	171	501
TOTAL	749	470	751	1,969	TOTAL	658	634	680	1,971
PRODUCTIVIDAD OBTENIDA									0.10%

Al finalizar la etapa de planear se realizó la medición del incremento de productividad, comparando la producción de los tres equipos durante el mes de enero versus la producción obtenida durante el mes de febrero, obteniendo así un incremento de productividad equivalente a 0.10%, la cual se muestra en la figura 22 que comparada versus el valor de producción del mes de diciembre vemos que no hubo variación. El incremento de la productividad al concluir la etapa de planeación sigue siendo la misma y esto se debe a que en esta etapa solo se realizaron planes, más no ejecución de los mismos.

SEGUNDA ETAPA: HACER

En esta segunda etapa se puso en marcha la ejecución de las acciones para las 4 causas del problema identificado; se realizó creación de formatos, manuales, fichas

técnicas, procedimientos, y diseño de cronogramas de capacitación, tal como fueron plasmadas en la primera etapa en el Gantt de actividades.

CAUSA 1: Falta de mantenimiento preventivo

Esta fue la primera causa identificada y la de mayor frecuencia, por ello para poder verificar la falta de mantenimiento preventivo se diseñó como formato, una ficha de control de mantenimiento preventivo, la que nos permitirá contar con información de primera mano para evidenciar la falta de mantenimiento preventivo.

Figura 23

Formato de registro de mantenimiento

		FORMATO DE REGISTRO DE MANTENIMIENTO	CODIGO: RT-001
EQUIPO:		FECHA	
FECHA:		VERIFICACIÓN N°	
CODIGO:		FRECUCENCIA	
		MENSUAL	TRIMESTRAL
		<input type="text"/>	<input type="text"/>
		SEMESTRAL	ANUAL
		<input type="text"/>	<input type="text"/>
FALLA:			
ACTIVIDAD:			
MATERIALES UTILIZADOS			
ESTADO DEL EQUIPO			
OBSERVACIONES:			
EJECUTADO POR:			

Nota: Tomado de CJ NETCOM, 2022.

Plan de Mantenimiento Preventivo

Se elaboró también el cronograma del plan de mantenimiento preventivo que empezó en la tercera semana del mes de febrero y finalizó la primera semana del mes de marzo de 2022, en el cual se detalló las actividades a realizarse. Todo esto con la finalidad de tener un mejor control, ordenar y sistematizar las tareas de modo que permita tener una mejor visión del trabajo a realizar.

Figura 24

Cronograma del Plan de mantenimiento preventivo

ACTIVIDADES	PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO						
	FEBRERO (2022)		MARZO (2022)				ABRIL (2022)
	SEM 3	SEM 4	SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4	SEM 1
1. Mantenimiento preventivo de alternador							
2. Mantenimiento preventivo del tablero de control							
3. Mantenimiento preventivo de conectores tipo plug							
4. Mantenimiento preventivo del autolube							
5. Mantenimiento preventivo de la excéntrica							
6. Mantenimiento preventivo de la tambora							
7. Mantenimiento preventivo de la bomba de aditivo							
8. Mantenimiento preventivo del controlador de traslación del equipo							
9. Mantenimiento preventivo del compresor							
10. Mantenimiento preventivo del cilindro de dirección							

Nota: En la figura 23 se adjunta el plan de mantenimiento preventivo con 10 actividades a realizar dentro de la fecha plasmada. Tomado de CJ NETCOM, 2022.

Plan de Mantenimiento Correctivo

En esta fase se muestra el cronograma del plan de mantenimiento correctivo del mes de marzo (2022) con sus respectivas actividades, el cual se consideró en las cuatro semanas del mes de marzo.

Figura 25

Cronograma del Plan de mantenimiento correctivo

 PLAN DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO		MARZO (2022)			
		SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4
1. Engrase de sistema de bombeo y transmisión					
2. Mantenimiento de motor diesel					
3. Cambio de aceite del sistema de transmisión					
4. Mantenimiento del compresor de aire					
5. Mantenimiento de la bomba de aditivo					
6. mantenimiento del sistema de bombeo					
7. mantenimiento del brazo telescópico					
8. mantenimiento del tablero eléctrico					
9. Mantenimiento del sistema de tambora					
10. Mantenimiento bloque hidráulico del brazo telescópico					

Nota: Tomado de CJ NETCOM, 2022.

CAUSA 2: Equipos inoperativos

Para atacar esta causa hemos elaborado un reporte de control de inventario de máquinas inoperativas, siendo estas las shotcreteras, con la finalidad de poder identificarlas y conocer su disponibilidad.

Figura 26

Inventario de equipos

		INVENTARIO DE EQUIPOS SHOCRETERAS							
		Código del equipo	Marca del equipo	Modelo del equipo	Nro de serie del equipo	Capacidad	Año	Marca del motor	Modelo del motor
SHM02	PUTZMEISTER	SPM4210	490701203	20 m ³ /hr	2015	DEUTZ	BF4L914	8895786	71.7
SHM03	PUTZMEISTER	SPM4211	490701395	20 m ³ /hr	2015	DEUTZ	BF4L914	09237335	71.7
SHM06	PUTZMEISTER	SPM4212	490701636	20 m ³ /hr	2019	DEUTZ	BF4L914	8926027	71.7
SHM07	PUTZMEISTER	SPM4213	490700717	20 m ³ /hr	2010	DEUTZ	BF4L914	8922366	71.7
SHM08	PUTZMEISTER	WETKLER 4	490701606	20 m ³ /hr	2018	CATERPILLAR	C4.4	W2305213	80

Nota: Tomado de CJ NETCOM, 2022.

Figura 27

Reporte de máquinas inoperativas

 REPORTE DE MAQUINAS INOPERATIVAS				
REVISADO POR:			CODIGO: REI-001	
CARGO:			FECHA	
FIRMA:			VERIFICACIÓN N°	
GRUPO	EQUIPO	MODELO	ESTADO	DETALLE
R O B O T				

Nota: Tomado de CJ NETCOM, 2022.

CAUSA 3: Fallas ocasionadas por la capacitación del personal

Se desarrolló el cronograma de capacitación de los meses de marzo y abril de 2022 con sus respectivos temas a tratar. El tiempo de duración de las capacitaciones fue de una hora, por lo que se pudo cumplir con las 10 horas de capacitación mensual. Dichas capacitaciones surgieron a causa de fallas ocasionadas por escasas de capacitaciones del personal; por lo que en el cronograma muestran temas de errores frecuentes en taller; esto sirvió para nutrir conocimientos y de esa manera reducir las fallas por falta de capacitación al personal de mantenimiento.

Figura 28

Cronograma de capacitación

TEMAS	MARZO (2022)					ABRIL (2022)				
	SEM 4					SEM 1				
	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V
Importancia de las guardas de seguridad de equipos shotcreteras	■									
Limpieza del brazo telescópico del equipo Shotcretera		■								
Lectura de planos hidráulicos de la shotcretera			■							
Toma de parámetros hidráulicos				■						
Bloqueo fuentes de energía eléctrica					■					
Engrase del sistema bombeo						■				
Importancia de la inspección rutinaria							■			
Importancia de los niveles de aceite								■		
Importancia de la parada de emergencia									■	
Importancia del lavado de la shotcretera										■

Nota: En la figura 28 los temas a considerar en las capacitaciones son puntos críticos que se evidencian en las fallas de la reparación de los equipos shotcreteras. Tomado de CJ NETCOM, 2022.

Evidencias de Capacitación

En las imágenes adjuntadas se evidencian las capacitaciones dictadas al personal técnico operario, sobre temas netamente de mantenimiento. Dichas capacitaciones fueron dictadas por el técnico con mayores años de experiencia en el rubro de mantenimiento en maquinarias shotcreteras.

Figura 29

Capacitación al personal de mantenimiento



Nota: Capacitación al personal técnico de mantenimiento en taller Lima. Tomado de CJ NETCOM, 2022.

Figura 30

Capacitación al personal de mantenimiento.



Nota: Esta imagen muestra la capacitación brindada al personal de mantenimiento. Tomado de CJ NETCOM, 2022.

CAUSA 4: Errores al realizar el mantenimiento por procedimiento

Para evitar que se produzcan demasiados errores por incumplimiento de procedimiento se realizó una serie de actividades que permitió reducir estas fallas.

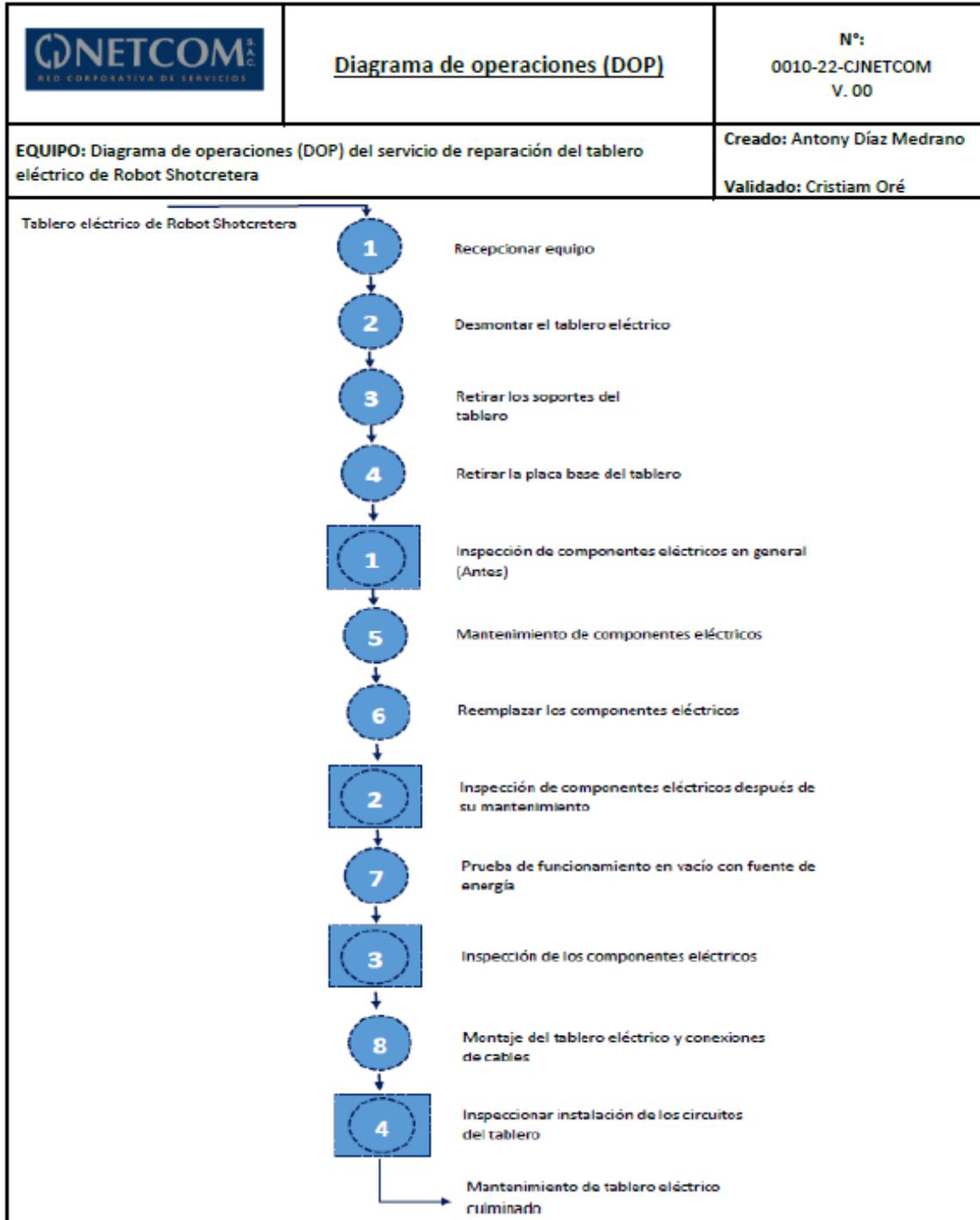
En primer lugar, se elaboró el DOP de la reparación del tablero eléctrico del robot shotcretera con la finalidad de que sirva como punto de partida al momento de iniciar las reparaciones.

Por otro lado, se implementó fichas de lección de un punto (LUP), de modo que conceda compartir y difundir conocimiento. Por lo mismo, que la LUP es una herramienta que permite compartir información puntual, simple y breve. Entre ellas puede ser conocimiento básico, mejora y disfuncionamiento. A continuación, se adjunta algunos modelos de fichas de lección de un punto, implementadas en la organización en ejecución.

Figura 31

Diagrama de operaciones (DOP) del servicio de reparación del tablero eléctrico de Robot

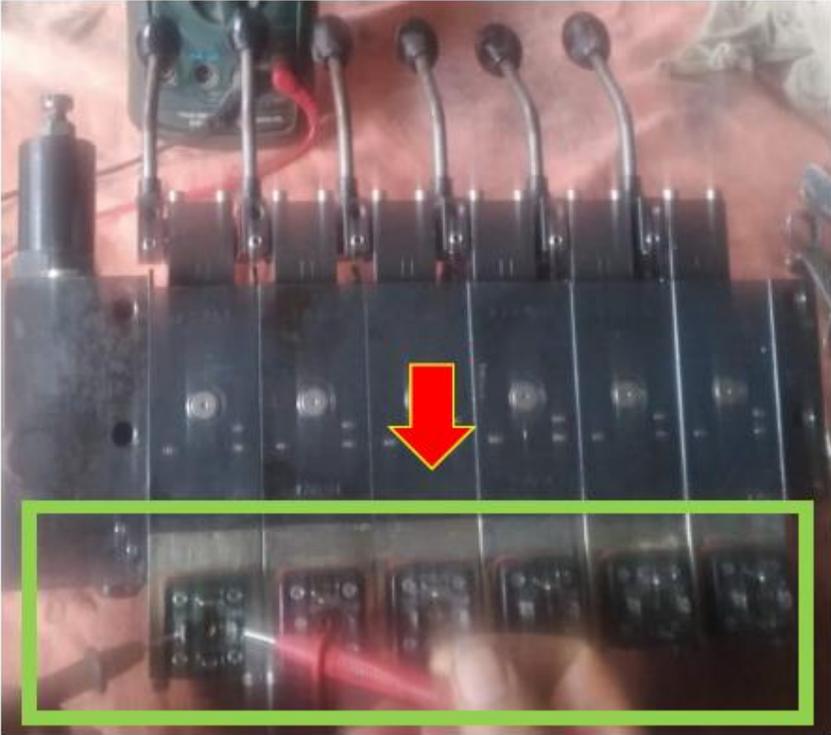
Shotcretera



Nota: Tomado de CJ NETCOM, 2022.

Figura 32

Lección puntual – correcta posición del bloque hidráulico

	<p align="center">LECCIÓN PUNTUAL</p> <p>Conocimiento Básico <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Mejora <input type="checkbox"/></p> <p>Disfuncionamiento <input type="checkbox"/></p>	<p>N°: 0015-22-CJNETCOM V. 00</p>
<p>Tema: Correcto posición de Bloque hidráulico de pluma de la shotcretera SPM 4210</p> <p>Razón de Selección: Debido a prácticas incorrectas en posición de Bloque hidráulico de pluma de la shotcretera SPM 4210</p>		<p>Fecha: Noviembre 2021</p> <p>Creado: Antony Díaz Medrano</p> <p>Validado: Cristiam Oré</p>
<div style="text-align: center;">  </div> <div style="background-color: #003366; color: white; padding: 10px; text-align: center; margin-top: 10px;"> <p>Cuando se realiza un mantenimiento preventivo, el bloque hidráulico tiene que estar en esa posición para evitar que se dañe la conexión eléctrica de las bobinas.</p> </div>		

Nota: En dicha figura se muestra una lección puntual sobre la correcta posición del bloque hidráulico, perteneciente a equipo shotcretera SPM 4210. Tomado de CJ NETCOM, 2022.

Figura 33

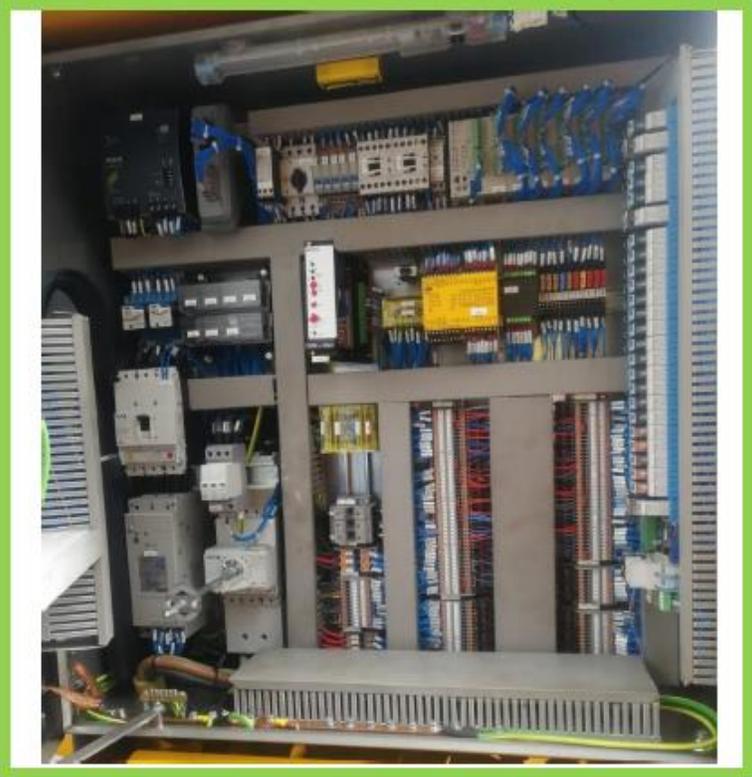
Lección puntual – correcta instalación de componentes de equipo shotcrete

	<p align="center">LECCIÓN PUNTUAL</p> <p>Conocimiento Básico <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Mejora <input type="checkbox"/></p> <p>Disfuncionamiento <input type="checkbox"/></p>	<p align="center">N°: 0015-22-CJNETCOM V. 00</p>
<p>Tema: Equipo robotizado para shotcrete – SPM 4210 Wetkret</p> <p>Razón de Selección: Debido a desconocimiento de componentes de equipo robot shotcretera SPM 4210 Wetkret</p>		<p>Fecha: Noviembre 2021</p> <p>Creado: Antony Díaz Medrano</p> <p>Validado: Cristiam Oré</p>
<div style="display: flex;"> <div style="flex: 1;"> <p>1 Control remoto proporcional para un fácil manejo de los movimientos del brazo, dual (radio / cable).</p> <p>2 Bomba de aditivos líquidos sincronizada con el caudal de hormigón.</p> <p>3 Sistema de engrase automático para el correcto mantenimiento de equipo.</p> <p>4 Bomba de hormigón Putzmeister PM 1507 con caudal máximo teórico de 20m³/h.</p> <p>5 Tolva con agitador y vibrador eléctrico regulable en la parilla. Bombeo de fibras de acero o de polímero. Fácil apertura para mantenimiento y limpieza.</p> <p>6 Sistema de control con display multilingüe a color, indica el caudal de hormigón, la dosificación de aditivos, fallos, diagnósticos y alarmas.</p> </div> <div style="flex: 2;">       </div> </div> <div style="text-align: center; background-color: #003366; color: white; padding: 10px; margin-top: 10px;"> <p>Instalación correcta de componentes de equipo robot shotcretera SPM 4210 Wetkret</p> </div>		

Nota: La figura 33 muestra una lección puntual sobre la instalación correcta de componentes de equipo robot shotcretera, ello se realizó debido a desconocimientos de sus componentes de la mencionada máquina. Tomado de CJ NETCOM, 2022.

Figura 34

Lección puntual – correcta instalación de tablero eléctrico de equipo shotcrete

	<p align="center">LECCIÓN PUNTUAL</p> <p>Conocimiento Básico <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Mejora <input type="checkbox"/></p> <p>Disfuncionamiento <input type="checkbox"/></p>	<p>N°: 0015-22-CJNETCOM V. 00</p>
<p>Tema: Correcto instalación de tablero eléctrico del equipo shotcretera SPM 4210</p> <p>Razón de Selección: Debido a incorrectas instalaciones del tablero eléctrico del equipo shotcretera SPM 4210</p>		<p>Fecha: Noviembre 2021</p> <p>Creado: Antony Díaz Medrano</p> <p>Validado: Cristiam Oré</p>
<div style="text-align: center;">  </div> <div style="background-color: #003366; color: white; padding: 10px; text-align: center; margin-top: 10px;"> <p>Instalación correcta, cables estandarizados, componentes fijas y mantener limpio para evitar fallas y/o paradas en la operación.</p> </div>		

Nota: Lección puntual sobre correcta instalación, cables estandarizados, componentes fijas.

Tomado de CJ NETCOM, 2022.

Asimismo, se implementó fichas técnicas de equipo shotcrete. Cabe mencionar que; la ficha técnica del equipo es el documento de partida que utiliza el personal de mantenimiento, puesto que la digitalización de las mismas permite hacer versátil su uso, actualizar su información y ponerlas al alcance de todos en simultaneo. Dentro de las fichas técnicas existe información relevante, de forma que menciona características técnicas del equipo, razón por la cual forma parte importante en la mejora continua. Adicional a ello y no menos importante, estas fichas contienen información muy valiosa dado a que el correcto uso de las mismas prolongará la vida de las maquinarias, mantendrá la seguridad, la fiabilidad de los equipos, y reducirá riesgos y/o incidentes laborales. A continuación, se incluye la ficha técnica del equipo robot shotcrete SPM 4210.

Figura 35

Ficha técnica de equipo shotcrete SPM 4210

	<p>FICHA TÉCNICA</p>	<p>N°: 0015-22-CJNETCOM V. 00</p>
<p>EQUIPO: Equipo robotizado shotcretera SPM 4210</p>		<p>Creado: Antony Díaz Medrano Validado: Cristiam Oré</p>
<p>BRAZO TELESCÓPICO DE PROYECCIÓN PUTZMEISTER SA 10.1</p>		
Alcance máximo de proyección	Vertical 10 m / horizontal 8 m	
Sección mínima de trabajo	Vertical 2,5 m / horizontal 2,4 m	
Número de extensiones del brazo	4 secciones (3 telescópicas) de accionamiento hidráulico proporcional	
Movimiento telescópico del brazo	4 m	
Movimientos de ejes	6	
Ángulo máximo del brazo	+65° / -40°	
Luces	2 focos Xenon 24 V 45 W	
<p>CABEZAL PROYECTOR</p>		
Rotación	360°	
Inclinación	+120° / -120°	
Nutación	10°	
Tobera	DN40	
<p>CONTROL REMOTO PROPORCIONAL PUTZMEISTER</p>		
Accionamiento	Eléctrico, doble uso radio/cable	
Longitud del cable	20 m	

	FICHA TÉCNICA	N°: 0015-22-CJNETCOM V. 00																																																																																							
EQUIPO: Equipo robotizado shotcretera SPM 4210		Creado: Antony Díaz Medrano Validado: Cristiam Oré																																																																																							
<table border="0" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="3" style="border-top: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black;">BOMBA DE HORMIGÓN PUTZMEISTER PM 1507</td> </tr> <tr> <td style="width: 60%;">Tipo</td> <td colspan="2">Doble pistón, accionamiento hidráulico</td> </tr> <tr> <td>Caudal máx. (teór.)</td> <td colspan="2">20 m³/h (variable 4 – 20 m³/h)</td> </tr> <tr> <td>Diámetro cilindro de transporte</td> <td colspan="2">150 mm</td> </tr> <tr> <td>Presión máx. (teór.) sobre el hormigón</td> <td colspan="2">65 bar</td> </tr> <tr> <td>Árido max.</td> <td colspan="2">16 mm</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Sistema de engrase automático</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="border-top: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black;">TOLVA</td> </tr> <tr> <td>Capacidad de la tolva llena</td> <td colspan="2">250 l</td> </tr> <tr> <td>Altura de llenado</td> <td colspan="2">1.300 mm</td> </tr> <tr> <td>Foco</td> <td colspan="2">24 V / 70 W</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="border-top: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black;">ACCIONAMIENTO SISTEMA DE BOMBEO Y PROYECCIÓN</td> </tr> <tr> <td>Eléctrico</td> <td colspan="2">37 kW</td> </tr> <tr> <td>Diesel (versión DUAL DRIVE[®])</td> <td colspan="2">Motor Diesel de traslación</td> </tr> <tr> <td colspan="3">= accionamiento dual (eléctrico / Diesel)</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="border-top: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black;">BOMBA DE ADITIVOS SINCRONIZADA CON EL BOMBEO DE HORMIGÓN</td> </tr> <tr> <td>Campo de regulación</td> <td colspan="2">60 – 500 l/h</td> </tr> <tr> <td>Presión máxima de trabajo</td> <td colspan="2">7,5 bar</td> </tr> <tr> <td>Depósito de aditivo</td> <td colspan="2">400 l</td> </tr> <tr> <td>Sistema de control</td> <td colspan="2">PLC</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="border-top: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black;">BOMBA DE AGUA DE ALTA PRESIÓN PARA LIMPIEZA</td> </tr> <tr> <td>Presión max.</td> <td colspan="2">140 bar</td> </tr> <tr> <td>Caudal</td> <td colspan="2">10,8 l/min</td> </tr> <tr> <td>Manguera</td> <td colspan="2">15 m</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="border-top: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black;">ENROLLACABLES</td> </tr> <tr> <td>Operación</td> <td colspan="2">Manual</td> </tr> <tr> <td>Cable</td> <td colspan="2">50 m</td> </tr> <tr> <td>Alimentación</td> <td colspan="2">400 V 50 Hz ó 440 V 60 Hz</td> </tr> <tr> <td>Diámetro</td> <td colspan="2">900 mm</td> </tr> </table>			BOMBA DE HORMIGÓN PUTZMEISTER PM 1507			Tipo	Doble pistón, accionamiento hidráulico		Caudal máx. (teór.)	20 m ³ /h (variable 4 – 20 m ³ /h)		Diámetro cilindro de transporte	150 mm		Presión máx. (teór.) sobre el hormigón	65 bar		Árido max.	16 mm		Sistema de engrase automático			TOLVA			Capacidad de la tolva llena	250 l		Altura de llenado	1.300 mm		Foco	24 V / 70 W		ACCIONAMIENTO SISTEMA DE BOMBEO Y PROYECCIÓN			Eléctrico	37 kW		Diesel (versión DUAL DRIVE [®])	Motor Diesel de traslación		= accionamiento dual (eléctrico / Diesel)			BOMBA DE ADITIVOS SINCRONIZADA CON EL BOMBEO DE HORMIGÓN			Campo de regulación	60 – 500 l/h		Presión máxima de trabajo	7,5 bar		Depósito de aditivo	400 l		Sistema de control	PLC		BOMBA DE AGUA DE ALTA PRESIÓN PARA LIMPIEZA			Presión max.	140 bar		Caudal	10,8 l/min		Manguera	15 m		ENROLLACABLES			Operación	Manual		Cable	50 m		Alimentación	400 V 50 Hz ó 440 V 60 Hz		Diámetro	900 mm	
BOMBA DE HORMIGÓN PUTZMEISTER PM 1507																																																																																									
Tipo	Doble pistón, accionamiento hidráulico																																																																																								
Caudal máx. (teór.)	20 m ³ /h (variable 4 – 20 m ³ /h)																																																																																								
Diámetro cilindro de transporte	150 mm																																																																																								
Presión máx. (teór.) sobre el hormigón	65 bar																																																																																								
Árido max.	16 mm																																																																																								
Sistema de engrase automático																																																																																									
TOLVA																																																																																									
Capacidad de la tolva llena	250 l																																																																																								
Altura de llenado	1.300 mm																																																																																								
Foco	24 V / 70 W																																																																																								
ACCIONAMIENTO SISTEMA DE BOMBEO Y PROYECCIÓN																																																																																									
Eléctrico	37 kW																																																																																								
Diesel (versión DUAL DRIVE [®])	Motor Diesel de traslación																																																																																								
= accionamiento dual (eléctrico / Diesel)																																																																																									
BOMBA DE ADITIVOS SINCRONIZADA CON EL BOMBEO DE HORMIGÓN																																																																																									
Campo de regulación	60 – 500 l/h																																																																																								
Presión máxima de trabajo	7,5 bar																																																																																								
Depósito de aditivo	400 l																																																																																								
Sistema de control	PLC																																																																																								
BOMBA DE AGUA DE ALTA PRESIÓN PARA LIMPIEZA																																																																																									
Presión max.	140 bar																																																																																								
Caudal	10,8 l/min																																																																																								
Manguera	15 m																																																																																								
ENROLLACABLES																																																																																									
Operación	Manual																																																																																								
Cable	50 m																																																																																								
Alimentación	400 V 50 Hz ó 440 V 60 Hz																																																																																								
Diámetro	900 mm																																																																																								

	FICHA TÉCNICA	N°: 0015-22-CJNETCOM V. 00
EQUIPO: Equipo robotizado shotcretera SPM 4210		Creado: Antony Díaz Medrano Validado: Cristiam Oré
<hr style="border: 1px solid yellow;"/>		
VEHÍCULO OFF-ROAD ARTICULADO DE TRACCIÓN INTEGRAL, PUTZMEISTER		
Motor	Turbo diesel, 4 cilindros	
Potencia del motor	55 kW (74 HP) a 2.600 rpm	
Emisiones del motor	Acorde EU-Stage III A / EPA-Tier 3	
Transmisión	Hidrostática	
Reductora	2 velocidades en ambas direcciones	
Dirección	Dirección articulada hidráulica	
Tracción	4 WD	
Velocidad	Máx. 20 km/h	
Sistema de freno	Frenos de servicio: en ambos ejes, sistema multi-disco en baño de aceite. Freno de parking: en ambos ejes, sobre discos interiores (negativos de tipo SAHR)	
Focos de trabajo	4 focos LED 24 V, 25 W	
Cabina de conducción	Certificada FOPS/ROPS. Asiento del conductor con suspensión mecánica, regulable y cinturón de seguridad	
Equipo eléctrico	2 baterías, 12 V / 70 A	
Depósito diesel	65 l	
<hr style="border: 1px solid yellow;"/>		
PESO		
9.500 kg / 8.850 kg sin compresor		

	FICHA TÉCNICA	N°: 0015-22-CJNETCOM V. 00																								
EQUIPO: Equipo robotizado shotcretera SPM 4210		Creado: Antony Díaz Medrano Validado: Cristiam Oré																								
<div style="text-align: center;"> <h3>EQUIPO OPCIONAL</h3> <hr/> <h4>MOTORIZACIÓN ALTERNATIVA</h4> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td>Motor</td> <td style="text-align: right;">Turbo Diesel, 4 cilindros</td> </tr> <tr> <td>Potencia</td> <td style="text-align: right;">72 kW (97 HP) a 2.500 rpm</td> </tr> <tr> <td>Emisiones</td> <td style="text-align: right;">Acorde EU-Stage II / EPA-Tier 2</td> </tr> <tr> <td>Sistema AAC</td> <td style="text-align: right;">Compensación automática de altitud</td> </tr> </table> <hr/> <h4>COMPRESOR ELÉCTRICO</h4> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td>Potencia</td> <td style="text-align: right;">37 kW</td> </tr> <tr> <td>Presión de trabajo máx.</td> <td style="text-align: right;">7,5 bar</td> </tr> <tr> <td>Caudal de aire máx.</td> <td style="text-align: right;">6,8 m³/min</td> </tr> </table> <hr/> <h4>COMPRESOR DIESEL (VERSIÓN DUAL DRIVE)</h4> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td>Potencia del motor independiente</td> <td style="text-align: right;">55 kW</td> </tr> <tr> <td>Presión de trabajo máx.</td> <td style="text-align: right;">7 bar</td> </tr> <tr> <td>Caudal de aire máx.</td> <td style="text-align: right;">6,8 m³/min</td> </tr> </table> <hr/> <h4>SISTEMA DE SUPRESIÓN DE INCENDIOS</h4> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td>Accionamiento</td> <td style="text-align: right;">Automático / manual</td> </tr> </table> <hr/> <h4>OTROS</h4> <ul style="list-style-type: none"> Ruedas para minería Michelin Catalizador (versión DUAL DRIVE de serie) Filtro de partículas Tolva especial de perfil bajo (1.150 mm) 50 m adicionales de cable (total 100m) Enrollables de accionamiento hidráulico Luces de navegación <hr/> <h4>TENSIONES ESPECIALES</h4> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td>Alimentación</td> <td style="text-align: right;">660 V 50/60 Hz ó 1.000 V 50/60 Hz</td> </tr> </table> </div>			Motor	Turbo Diesel, 4 cilindros	Potencia	72 kW (97 HP) a 2.500 rpm	Emisiones	Acorde EU-Stage II / EPA-Tier 2	Sistema AAC	Compensación automática de altitud	Potencia	37 kW	Presión de trabajo máx.	7,5 bar	Caudal de aire máx.	6,8 m³/min	Potencia del motor independiente	55 kW	Presión de trabajo máx.	7 bar	Caudal de aire máx.	6,8 m³/min	Accionamiento	Automático / manual	Alimentación	660 V 50/60 Hz ó 1.000 V 50/60 Hz
Motor	Turbo Diesel, 4 cilindros																									
Potencia	72 kW (97 HP) a 2.500 rpm																									
Emisiones	Acorde EU-Stage II / EPA-Tier 2																									
Sistema AAC	Compensación automática de altitud																									
Potencia	37 kW																									
Presión de trabajo máx.	7,5 bar																									
Caudal de aire máx.	6,8 m³/min																									
Potencia del motor independiente	55 kW																									
Presión de trabajo máx.	7 bar																									
Caudal de aire máx.	6,8 m³/min																									
Accionamiento	Automático / manual																									
Alimentación	660 V 50/60 Hz ó 1.000 V 50/60 Hz																									

Nota: Ficha técnica de equipo robotizado shotcretera SPM 4210. Tomado de CJ NETCOM, 2022.

Por último, se elaboró, los procedimientos para el correcto uso del equipo shotcretera, donde se detalla las actividades de cada componente tales como aceites y grasas, intervalos de mantenimiento de control de desgaste de repuestos, limpieza, brazo de proyección, sistema hidráulico, sistema aire-agua-aditivo, chasis, motor diésel, lista de chequeo de mantenimiento entre otros que se evidencian en el Anexo N° 2 y 3.

Al culminar esta etapa en la primera semana del mes de abril se realizó también la medición del incremento de productividad de febrero a marzo obteniendo en esta una productividad de 4.62%, esto gracias a las acciones preventivas aplicadas.

Figura 36

Producción Real mes de febrero y marzo 2022

PRODUCCIÓN REAL MES FEBRERO 2022					PRODUCCIÓN REAL MES MARZO 2022				
SEMANA	EQUIPOS			TOTAL GENERAL (m3)	SEMANA	EQUIPOS			TOTAL GENERAL (m3)
	SHM02	SHM06	SHM07			SHM02	SHM06	SHM07	
1	255	247	147	648	1	255	247	147	648
2	120	77	129	326	2	211	77	129	417
3	100	164	233	497	3	100	164	233	497
4	184	147	171	501	4	184	147	171	501
TOTAL	658	634	680	1,971	TOTAL	749	634	680	2,062
PRODUCTIVIDAD OBTENIDA									4.62%

TERCERA ETAPA: VERIFICAR

CAUSA 1: Falta de mantenimiento preventivo

Para esta causa se logró evidenciar que existía falta de mantenimiento preventivo en los equipos shotcreteras, esto gracias a la elaboración de los formatos que se realizaron en la segunda etapa hacer.

En esta etapa se realizó también la medición de la confiabilidad y disponibilidad de los equipos shotcreteras con la finalidad de conocer cómo se encontraban estos equipos al realizar el mantenimiento preventivo.

Esta medición se realizó durante 30 días, obteniendo una disponibilidad promedio de 87 % de los equipos y una confiabilidad de 556 minutos.

Figura 37

Medición de la disponibilidad y confiabilidad del equipo Shotcretera

MEDICIÓN DE LA DISPONIBILIDAD Y CONFIABILIDAD DEL EQUIPO SHOTCRETERA						
			$D = \frac{TT-TP}{Tt} \times 100\%$		$C = \frac{TF}{F}$	
DIAS	DISPONIBILIDAD		CONFIABILIDAD		MANTENIMIENTO PREVENTIVO	
	TT	TP	TF	F	DISPONIBILIDAD	CONFIABILIDAD
1	16	1.99	1,800.00	5	88%	360
2	16	1.06	1,720.00	4	93%	430
3	16	1.06	1,747.00	4	93%	437
4	16	1.43	1,600.00	3	91%	533
5	16	2.30	1,876.00	4	86%	469
6	16	2.05	1,698.00	3	87%	566
7	16	1.42	1,765.00	3	91%	588
8	16	1.80	1,743.00	3	89%	581
9	16	1.67	1,893.00	5	90%	379
10	16	1.30	1,732.00	2	92%	866
11	16	1.44	1,976.00	5	91%	395
12	16	2.10	1,687.00	3	87%	562
13	16	1.46	1,873.00	2	91%	937
14	16	2.31	1,754.00	2	86%	877
15	16	2.03	1,763.00	2	87%	882
16	16	1.90	1,645.00	3	88%	548
17	16	3.00	1,876.00	4	81%	469
18	16	2.26	1,698.00	3	86%	566
19	16	2.34	1,765.00	4	85%	441
20	16	2.67	1,743.00	4	83%	436
21	16	2.89	1,893.00	5	82%	379
22	16	2.11	1,732.00	3	87%	577
23	16	2.65	1,976.00	5	83%	395
24	16	1.64	1,687.00	3	90%	562
25	16	2.97	1,873.00	4	81%	468
26	16	1.85	1,764.00	3	88%	588
27	16	2.64	1,802.00	3	84%	601
28	16	3.00	1,854.00	3	81%	618
29	16	2.97	1,732.00	3	81%	577
30	16	2.87	1,748.00	3	82%	583
					87%	556

LEYENDA:
D: Disponibilidad
TT: Tiempo Total
TP: Tiempo Perdido
C: Confiabilidad
TF: Tiempo de funcionamiento
F: Fallas

Nota: Datos Tomado de CJ NETCOM, 2022.

CAUSA 2: Equipos inoperativos

Como se mencionó en la etapa hacer se elaboró un reporte diario de máquinas para determinar los equipos inoperativos en cada turno. Se pudo evidenciar que de 5 equipos shotcreteras solo tres se encuentran operativos y dos en estado inoperativo.

Figura 38

Formato de reporte diario de fallas en los equipos

GRUPO		TURNO DIA				TURNO NOCHE	
Grupo	Equipo	Modelo	Estado	Descripción	Estado	Descripción	
ROBOT	SHM02	SPM 4210	operativo	(07:30 - 08:00) Se cambia fano de trabajo lado derecho.	operativo	(19:00 - 19:30) Se realiza engrase general / Equipo trabaja sin reporte de falla.	
	SHM03	SPM 4210	inoperativo	Equipo inoperativo por presentar problemas con el sistema de bombeo	inoperativo	Equipo inoperativo por presentar problemas con el sistema de bombeo	
	SHM06	SPM 4210	operativo	Equipo se encuentra en stand by.	operativo	(01:00 - 01:30) Se habilita exentrica, auxilio eléctrico por Display.	
	SHM07	SPM 4210	operativo	(08:01 - 08:20) Se realizó engrase general.	operativo	(20:00 - 20:20) Se agregó aceite hidraulico TELLUS 68	
	SHM08	SPM 4210	inoperativo	Mantenimiento general taller central por 22 dias de trabajo.	inoperativo	Mantenimiento general taller central por 25 dias de trabajo.	

Nota: Reporte diario de fallas en los equipos. Tomado de CJ NETCOM, 2022.

CAUSA 3: Fallas ocasionadas por la capacitación del personal

Se han realizado las capacitaciones al personal de mantenimiento, pero se evidenció que de un total de 12 técnicos de los turnos día y noche, solo 9 asistieron a las capacitaciones.

Teniendo de esta manera ausentismo a las capacitaciones derivadas principalmente por la atención de la operatividad propia del trabajo, lo cual no permitió que todos puedan asistir a las capacitaciones planificadas.

En esta etapa de verificar se levantó las observaciones, las mismas que serán presentadas en la etapa de actuar con la finalidad de proponer mejoras que permitan reducir las fallas a causa de errores en capacitación.

Figura 39

Registro de capacitación

		REGISTRO DE INDUCCIÓN, CAPACITACIÓN, ENTRENAMIENTO Y SIMULACROS DE EMERGENCIA			U.M. SIMSA	
Código: CJN-SIM-RRHH-RES-FOR-001		Versión: 02		Tipo de documento: Formato		
Fecha: 10/01/2022		Página: 1 de 1				
DATOS DEL EMPLEADOR						
RAZÓN SOCIAL DENOMINACIÓN SOCIAL	RUC	DOMICILIO (Dirección, distrito, departamento, provincia)		ACTIVIDAD ECONÓMICA	N° TRABAJADORES EN EL CENTRO LABORAL	
CJ NETCOM S.A.C.	20518224477	CAL 9 DE SEPTIEMBRE 125-122 P.O. 124 (EX 137 - 133 PUERTA Y PORTON AZUL) ATE - LIMA - LIMA		CIU 0990		
N° DE REGISTRO						
MARCAR (X)						
INDUCCIÓN () ENTRENAMIENTO () CAPACITACIÓN (X) SIMULACRO DE EMERGENCIA ()						
TEMA: <i>Cumplimiento de procedimientos</i>						
FECHA: <i>12/01/2022</i>						
NOMBRE CAPACITADOR O ENTRENADOR: <i>Franky Fernando Andrad</i>						
N° HORAS: <i>50 min.</i>						
N°	APELLIDOS Y NOMBRES DE LOS CAPACITADOS	N° DNI	AREA	FIRMA	OBSERVACIONES	
1	<i>Suliza Gutierrez Miguel</i>	<i>73444410</i>	<i>Mina</i>	<i>[Firma]</i>		
2	<i>Alvaro Jorge Gutierrez</i>	<i>48796774</i>	<i>Mina</i>	<i>[Firma]</i>		
3	<i>Aracelio C. Jarama D.</i>	<i>42105566</i>	<i>Mina</i>	<i>[Firma]</i>		
4	<i>Andrés Vinicio C.</i>	<i>82003790</i>	<i>Mina</i>	<i>[Firma]</i>		
5	<i>Nicolás Sánchez Miguel</i>	<i>7563664</i>	<i>Mina</i>	<i>[Firma]</i>		
6	<i>Keira Champiras Luis A.</i>	<i>71545566</i>	<i>Mina</i>	<i>[Firma]</i>		
7	<i>Eusebio Michel Miguel</i>	<i>77805871</i>	<i>Mina</i>	<i>[Firma]</i>		
8	<i>Dalmar Chojo Iván</i>	<i>76318001</i>	<i>Mina</i>	<i>[Firma]</i>		
9	<i>TITO AMONOS PULGAR</i>	<i>40045674</i>	<i>Mina</i>	<i>[Firma]</i>		
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
RESPONSABLE DEL REGISTRO						
NOMBRE:						
FECHA:						
CARGO:						
FIRMA:						

Nota: Tomado de CJ NETCOM, 2022.

CAUSA 4: Errores al realizar mantenimiento

Se detectaron errores en los mantenimientos, para esto se realizó un reporte diario de fallas en los equipos shotcreteras.

Figura 40

Inspección de tablero eléctrico



Nota: En la imagen se muestra la inspección realizada por el técnico de mantenimiento.

Tomado de CJ NETCOM, 2022.

Figura 41

Verificación en campo de cumplimiento de turnos



Nota: Tomado de CJ NETCOM, 2022.

Figura 42

Diagrama de operaciones (DOP) del servicio de inspección diaria del Robot Shotcretera.

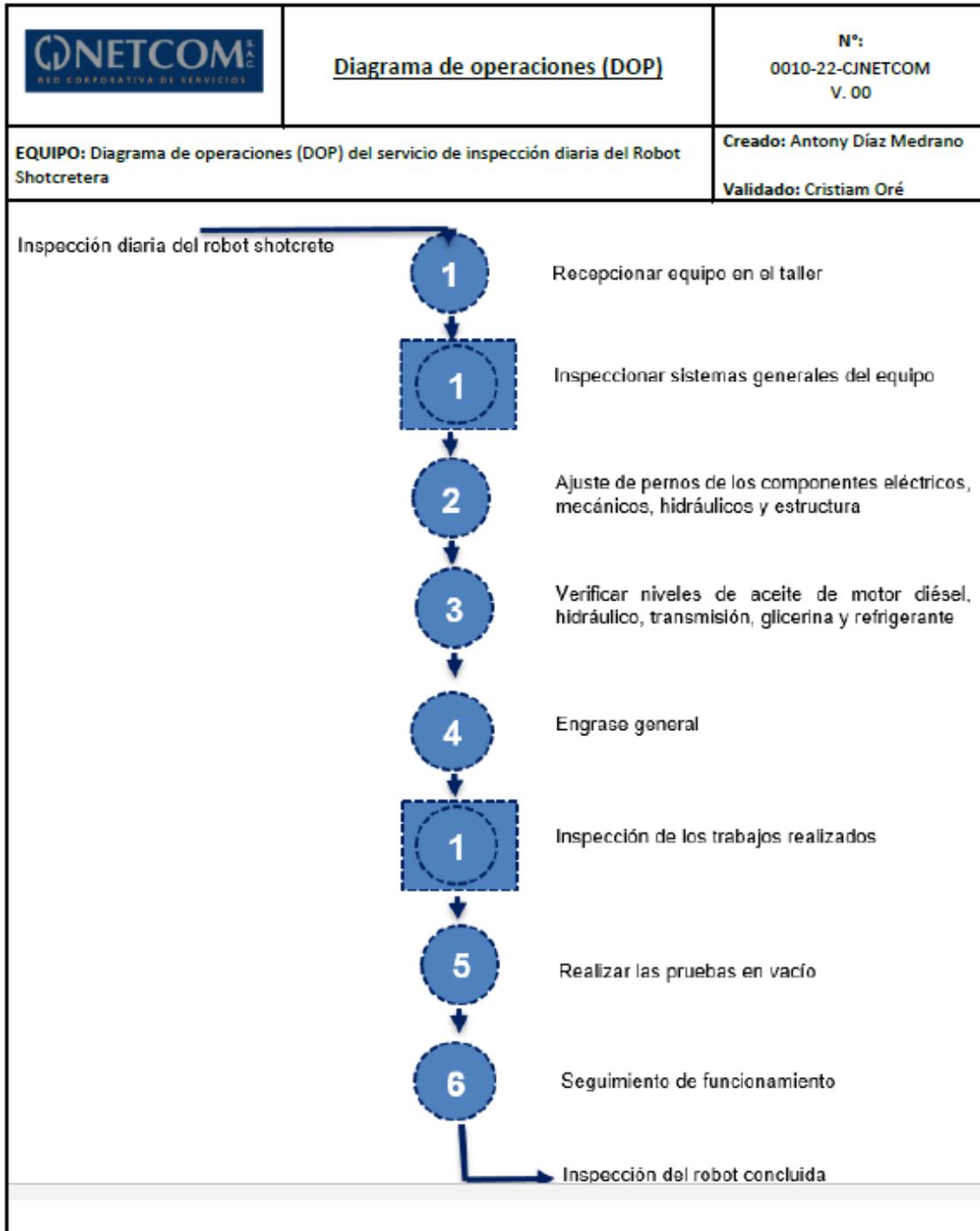


Diagrama de operaciones (DOP) del servicio de inspección diaria del Robot Shotcretera.

Nota: Tomado de CJ NETCOM, 2022.

Así mismo en esta etapa de verificación, se elaboró una tabla comparativa de los mantenimientos programados en la etapa de planificación versus los ejecutados durante los meses de implementación del ciclo de Deming, donde se evidenció que el cumplimiento de estos mantenimientos predictivos fue del 100%.

Tabla 6

Mantenimientos programados vs ejecutados

SEMANA	HORAS PROGRAMADAS	HORAS EJECUTADAS	CUMPLIMIENTO	MES	TIPO DE MANTENIMIENTO
SEMANA 1	8	8	100%	FEBRERO	Programado de 125horas
SEMANA 2	14	14	100%	FEBRERO	Predictivo
SEMANA 3	14	14	100%	FEBRERO	Predictivo
SEMANA 4	14	14	100%	FEBRERO	Predictivo
SEMANA 1	14	14	100%	MARZO	Predictivo
SEMANA 2	14	14	100%	MARZO	Predictivo
SEMANA 3	14	14	100%	MARZO	Predictivo
SEMANA 4	14	14	100%	MARZO	Predictivo

Nota: En la tabla 6 se hace una comparativa entre mantenimiento programado vs mantenimiento ejecutados obteniendo un resultado igual al 100%.

Al culminar esta etapa de verificar, la productividad comparada de marzo hasta abril fue de 2.11%.

Figura 43

Producción Real del mes de marzo y abril 2022

PRODUCCIÓN REAL MES MARZO 2022					PRODUCCIÓN REAL ABRIL MES				
SEMANA	EQUIPOS			TOTAL GENERAL (m3)	SEMANA	EQUIPOS			TOTAL GENERAL (m3)
	SHM02	SHM06	SHM07			SHM02	SHM06	SHM07	
1	255	247	147	648	1	255	247	147	648
2	211	77	129	417	2	211	120	129	460
3	100	164	233	497	3	100	164	233	497
4	184	147	171	501	4	184	147	171	501
TOTAL	749	634	680	2,062	TOTAL	749	678	680	2,106
PRODUCTIVIDAD OBTENIDA									2.11%

CUARTA ETAPA: ACTUAR

En esta etapa se verificó los resultados del desarrollo de las etapas anteriores, los cuales fueron positivos y favorables para el área de mantenimiento.

Se realizaron correcciones en las capacitaciones

Así mismo considerando que el Ciclo de Deming es una herramienta de mejora continúan es importante.

PLANES DE PROYECTOS DE MEJORA CONTINUA

El plan de mejora continua abarca lo siguiente: el punto débil o aspecto a mejorar, la acción correctiva, preventiva o de mejora, las tareas por acción, el personal implicado, el plazo de ejecución (corto o mediano), los recursos y finalmente, el método de evaluación o seguimiento. El jefe de mantenimiento y los líderes de turno, son los encargados de hacer seguimiento, velar por el cumplimiento, orientar a los demás técnicos; puesto que su experiencia en el rubro lo amerita.

En la figura 44 se muestra el plan de mejora de mantenimiento, ello para una relación entre mantenimiento y la productividad.

Figura 44

Plan de mejora

 PLAN DE MEJORA				
El mantenimiento preventivo incluye el ajuste de elementos eléctricos, mecánicos, limpieza y lubricación, pero no bajo un plan y cronograma de mantenimiento				
Crear planes de mantenimiento preventivo donde se establezcan cronogramas de actividades, parámetros y límites más específico				
Tareas de mejora	Personal involucrado	Plazo		Recursos necesarios
		C	M	
1. Definir a qué equipos se les va a diseñar un plan de mantenimiento preventivo	Jefe de mantto			Listado de equipos y clasificación de equipos críticos, manuales, planos, etc.
2. Calcular la criticidad de los equipos				
3. Estudiar mejor cada equipo, conocer sus componentes, partes, modos de fallads, su funcionamiento, etc.				
4. Definir el personal que va a llevar a cabo el mantenimiento preventivo y medir los tiempos para trabajos de mantenimiento	Jefe de mantto			Listado de la mano de obra disponible y nivel de conocimiento
5. Fortalecer los objetivos y el alcance del mantenimiento preventivo	Jefe de mantto			Objetivos del mantenimiento preventivo, instructivos, fotos, formatos
6. Desarrollar procedimientos normalizados para el mantenimientos preventivo				
7. Definir un patrón de medida en los equipos para la programación del mantenimiento preventivo	Jefe de mantto			Manuales, planos, especificaciones, etc.
8. Crear un cronograma de actividades de mantenimiento preventivo para los equipos definidos en la tarea				Herramienta ofimática Computador Calendario
9. Elaborar formatos y procedimientos que permitan la planeación, ejecución y control del mantenimiento preventivo				Computador Herramienta ofimática Instructivos
10. Planear y gestionar la compra de la herramienta, materiales y repuestos para las actividades planeadas	Jefe de mantto / Compras y almacén			Listado de requerimientos Capital económico
11. Sensibilizar y capacitar al personal involucrado	Jefe de mantto			Procedimientos, cronogramas, instructivos, materiales y repuestos
12. Implementar los planes de mantenimiento preventivo				
13. Hacer un seguimiento para evaluar la eficacia de los planes y proponer acciones de mejora	Residente			Indicadores de gestión Plan de acción Cinco a seis meses

Nota: En plazo se considera C (corto) y M (mediano). Tomado de CJ NETCOM, 2022.

PLAN DE AUDITORIA

En este plan de auditoría tomamos en cuenta 4 etapas necesarias para el éxito de la misma.

- Planificación y elaboración del programa de auditoria
- Ejecución de la auditoria.
- Presentación del informe.
- Seguimiento de auditoría.

Estos cuatro puntos están muy relacionados con las 4 etapas del ciclo de Deming.

Figura 45

Plan de auditoria

 PLAN DE AUDITORIA							
Proceso a Auditar	Planeación Estratégica	Área	Oficina de CJ Netcom			Líder del proceso	Jefe de Oficina de Planeación
Objetivo de la Auditoría	Verificar el cumplimiento de la implementación del Ciclo de Deming	Alcance de la Auditoría	Actividades desarrolladas en los meses anteriores 2022			Equipo Auditor	Carlos Torres
Criterios de la Auditoría		Norma ISO 9001 / OHSAS 18001:2007/ Manual de Calidad / Normas internas					
Actividades		Hora	Hora Inicio	Hora Final	Lugar	Equipo Auditor	Recursos
1. Reunión de Apertura		12/09/2022	08:00:00 a.m.	08:30:00 a.m.	Oficina CJ Netcom	Carlos Torres	Portatil / Video beam
2. Revisión de los documentos de la dirección		12/09/2022	08:30:00 a.m.	11:30:00 a.m.	Oficina CJ Netcom	Carlos Torres	Portatil / Papelera
3. Revisión de documentos y Taller de Mantenimiento		12/09/2022	11:30:00 a.m.	12:30:00 p.m.	Taller CJ Netcom	Carlos Torres	Portatil / Papelera
4. Almuerzo		12/09/2022	12:30:00 p.m.	13:30:00 p.m.	Restaurante	Carlos Torres	****
5. Revisión de hallazgos		12/09/2022	14:00:00 p.m.	15:00:00 p.m.	Oficina CJ Netcom	Carlos Torres	Portatil / Papelera
6. Reunión de Cierre		12/09/2022	15:00:00 p.m.	16:00:00 p.m.	Oficina CJ Netcom	Carlos Torres	Portatil / Video beam
Firma del Auditor Líder		Firma de Auditado		Fecha	12/09/2022		

Nota: Tomado de CJ NETCOM, 2022.

Lecciones Aprendidas

A continuación, se muestran las lecciones aprendidas durante la aplicación de esta metodología.

Tabla 7

Lecciones aprendidas

Título	Amenaza / Oportunidad	Descripción del impacto en los objetivos	Acciones Correctivas y Preventivas implementadas	Lección Aprendida / Recomendaciones
Capacitación	Amenaza	Inasistencia de algunos técnicos en la capacitación	C: Reuniones con los técnicos P: Avisar con anticipación	Avisar al personal con tiempo y recordatorio
Equipos inoperativos	Amenaza	Equipos inoperativos por largos plazos	C: Programación de reparación de equipos P: Realizar mantenimiento preventivo	Realizar mantenimiento predictivo y preventivo
Repuestos Stock	Amenaza	Falta de repuestos stock	C: Planificar el correcto abastecimiento.	Disponer de repuestos en stock para evitar pérdida de tiempo y/o tener equipos parados
Cronograma de mantenimiento	Oportunidad	Se implementó cronograma de mantenimiento programado	P: Hacer seguimiento de cumplimiento de dicho cronograma	Realizar vigilancia, capacitaciones y auditoria para el cumplimiento del mantenimiento programado
Minimizar fallas	Oportunidad	Se redujo fallas que retrasan las operaciones	P: Leer, capacitación constante del procedimiento y temas de mantenimiento	Realizar capacitación y pruebas de conocimiento a los técnicos de mantenimiento

Al finalizar esta etapa se midió el incremento de productividad tal como se realizó en las etapas anteriores; lo cual se obtuvo un incremento igual a 0.02%, respecto al mes de abril.

Figura 46

Producción Real mes de abril y mayo 2022

PRODUCCIÓN REAL MES ABRIL 2022					PRODUCCIÓN REAL MES MAYO 2022				
SEMANA	EQUIPOS			TOTAL GENERAL (m3)	SEMANA	EQUIPOS			TOTAL GENERAL (m3)
	SHM02	SHM06	SHM07			SHM02	SHM06	SHM07	
1	255	247	147	648	1	255	247	147	648
2	211	120	129	460	2	211	77	129	417
3	100	164	233	497	3	100	150	225	475
4	184	147	171	501	4	220	176	171	567
TOTAL	749	678	680	2,106	TOTAL	785	650	672	2,106
PRODUCTIVIDAD OBTENIDA									0.02%

Así mismo se realizó un cuadro comparativo con la evolución del incremento de productividad mes a mes, obteniendo un resultado de 6.95% después de la aplicación del ciclo de Deming. En la figura 47 se muestra la producción de lanzado de shotcrete expresado en metros cúbicos, de enero a mayo de 2022, la variación expresada en la misma unidad de medida y el incremento de la productividad cada mes en valor porcentual.

Figura 47

Incremento de productividad mes a mes.

MES	PRODUCCIÓN	VARIACIÓN VS INICIAL	INCREMENTO
Enero	1,969		0.10%
Febrero	1,971	↑ 2	0.10%
Marzo	2,062	↑ 93	4.62%
Abril	2,106	↑ 137	2.11%
Mayo	2,106	↑ 137	0.02%
INCREMENTO TOTAL			6.95%

Así mismo se realizó la medición de la productividad al final de toda la aplicación del ciclo de Deming con el objetivo de evidenciar si la variación fue positiva o negativa para la empresa. El resultado obtenido al cierre de mayo para la productividad fue de 94.15% tal como se muestra en la figura 48, el cual superó los 90 puntos porcentuales y por ende los 87.20% resultado antes de la aplicación del ciclo de Deming.

En la figura 49 se muestra la comparación del antes y después de la aplicación y se evidencia un crecimiento de 6.95 puntos porcentuales, como resultado al cierre de la aplicación del ciclo de Deming.

Figura 48

Medición de la productividad después de la aplicación del ciclo de Deming.

2021		INDICADORES					
		EFICIENCIA			EFICACIA		
MESES	TP (Hr)	TU (Hr)	RATIO	PR (M3)	PE (M3)	RATIO	EFICIENCIA*EFICACIA
ENE	70	72	0.97	1969	2110	0.93	90.73%
FEB	70	73	0.96	1971	2110	0.93	89.57%
MAR	70	72	0.97	2062	2110	0.98	95.01%
ABR	70	72	0.97	2106	2110	1.00	97.04%
MAY	70	71	0.99	2106	2110	1.00	98.40%
							94.15%

LEYENDA:
 TP (Hr): TIEMPO PROGRAMADO EN HORAS
 TU (Hr): TIEMPO UTILIZADO EN HORAS
 PR (M3): PRODUCCIÓN REAL EN METROS CÚBICOS DE SHOTCRETE
 PE (M3): PRODUCCIÓN ESTIMADA EN METROS CÚBICOS DE SHOTCRETE

Figura 49

Variación de productividad antes y después de la aplicación del ciclo de Deming

VARIACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD ANTES Y DESPUÉS	
Productividad antes de la aplicación	87.20%
Productividad después de la aplicación	94.15%
VARIACIÓN	6.95%

Por consiguiente, se realizó el plan de inversión de todo el ciclo de Deming, considerando los costos necesarios para cada una de sus etapas.

En primer lugar, se costea la mano de obra que interviene en la implementación, para esto se considera el total de personas, su costo por mes para poder calcular su costo diario y costo por hora.

Figura 50

Costos de horas hombre

Detalle	Personas	Costo/mes	días	Costo/diario	horas	costo/hora
Operarios	36	2100	30	70	8	9
Mecánicos	12	3500		117		15
Eléctricos	6	4000		133		17
Supervisores mantto	3	4500		150		19
Jefe de producción	1	7000		233		29
Jefe de mantenimiento	1	7000		233		29
Seguridad	3	8000		267		33
Soldador	1	3000		100		13
Residente	1	13000		433		54
Asistentes	5	3000		100		13

En la figura 49 se costeo la inversión en capacitaciones considerando el total de personas que participarán, el costo de mano de obra por hora por un total de 10 horas de capacitación.

Figura 51

Inversión en capacitaciones.

Costos de capacitaciones	Detalle	Costo	Cantidad	N° de horas	Total
	Operarios	9	36	10	3,150
	Mecánicos	15	12		1,750
	Eléctricos	17	6		1,000
	Supervisores mantto	19	3		563
	Jefe de producción	29	1		292
	Jefe de mantenimiento	29	1		292
	Seguridad	33	3		1,000
	Soldador	13	1		125
	Residente	54	1		542
	Asistentes	13	5		625
TOTAL					S/ 9,338

En la figura 50 se detalla el costo total de los materiales a utilizarse en las capacitaciones.

Figura 52

Inversión en materiales

Costos de Materiales	Detalle	Costo Unitario	Cantidad	Total
	Hoja bond	15	2	30
	Plumón de pizarra	3.5	3	11
	Impresiones	1	500	500
	Tablero de apuntes	8	69	552
	Archivadores	7	2	14
	Otros	3	69	207
Total				1313.5

En la figura 51 se detalla la inversión de mano de obra para la ejecución del mantenimiento preventivo el cual se estimó en 480 horas de trabajo.

Figura 53

Inversión en ejecución de mantenimiento preventivo

	Detalle	Costo	Cantidad	N° de horas	Total
Costos de ejecución de mantenimiento preventivo	Operarios	9	3	480	12,600
	Mecánicos	15	3		21,000
	Eléctricos	17	2		16,000
	Soldador	13	1		6,000
	Supervisores mantto	19	1		9,000
	Total				

En la figura 52 se detalla la inversión de costos en repuestos que se utilizarán en los mantenimientos, considerando que serán 4 equipos los que entrarán en mantenimiento preventivo. La figura 53 muestra el detalle de los insumos que serán empleados también en la ejecución del mantenimiento preventivo a los equipos shotcreteras.

Figura 54

Inversión en repuestos para mantenimiento

	Detalle	Costo	Cantidad	Total
Costos de repuestos de mantenimiento	Pulsador NC	70	25	1,750
	Contactos NC/NA	20	40	800
	Conectores	6	80	480
	Manguera hidraulica	14	20	280
	Manguera de aditivo	12	10	120
	Cruceta de la exentrica	80	2	160
	kits de oring	500	1	500
	Kits de terminales	400	1	400
	Locttite	105	1	105
	Pernos	2	100	200
	Cintillo	14	4	56
	Total			4,851

Figura 55

Inversión en insumos para mantenimiento

Insumo para mantenimiento	Detalle	Costo	Cantidad	Total
	Aceite Tellus 68	1400	1	1400
	Aceite 15w 40	1200	1	1200
	Grasa	1400	1	1400
	Engrasadora manual	800	1	800
	Frascos de muestreo	5	50	250
	Trapo industrial	5	100	500
	Limpia contacto	30	20	600
	Aflojatodo	30	20	600
Total				6750

Después de la ejecución del mantenimiento preventivo, se realizó el cuadro de inversión para el seguimiento y verificación a que los mantenimientos en las horas establecidas se cumplan, para ello se tomó en cuenta las personas que actuaron en esta etapa de verificar, las cuales fueron solo 4 personas, durante un periodo de 32 horas en dos meses.

Figura 56

Inversión para la etapa de verificar y actuar del mantenimiento

Costos de seguimiento y verificación del cumplimiento del mantenimiento preventivo	Detalle	Costo	Cantidad	N° de horas	Total
	Supervisores mantto	19	1	32	600
	Jefe de mantenimiento	29	1		933
	Seguridad	33	1		1,067
	Jefe de producción	29	1		933
Total					3,533

En la figura 55 se resume los costos de cada etapa. Planear que toma en consideración el costo de las capacitaciones, hacer que considera la ejecución del mantenimiento preventivo desde la asignación del recurso humanos hasta la inversión en materiales, insumos y repuestos y por último las etapas de verificar y actuar que consideran el cuadro mostrado en la figura 54. Con ello se tiene una inversión total que asciende a 90,385 soles.

Figura 57

Costo total de la implementación

ETAPAS	COSTOS
PLANEAR	S/ 9,338
HACER	S/ 77,515
VERIFICAR y ACTUAR	S/ 3,533
TOTAL	S/ 90,385

Nota. El costo total de la implementación del ciclo Deming asciende a 90,385 soles.

Se llegó solo hasta esta etapa de costeo, no se pudo realizar el análisis financiero del proyecto debido a la falta de información, no contamos con los datos para cuantificar los costos fijos y variables, ingresos y egresos que nos permitan realizar el retorno de la inversión, por ser información confidencial a la que no tuvimos acceso durante el desarrollo de la implementación.

Se comunicó a la empresa y la gerencia indicó que esto será evaluado y realizado por el área financiera de la organización.

El diagnóstico del área de mantenimiento nos arrojó que el problema principal era la baja productividad de los equipos, este indicador antes de la aplicación fue de 87.20% siendo las principales causas de este problema la falta de mantenimiento preventivo, equipos inoperativos, fallas ocasionadas por la mala capacitación del personal, y los errores al realizar el mantenimiento. Teniendo ya identificadas las causas principales se pudo atacar a cada una de ellas.

En ese sentido podemos afirmar que se logró incrementar la productividad de los equipos shotcreteras en 6.95 puntos porcentuales obteniendo una productividad equivalente a 94.15% en mayo de 2022 al cierre de la aplicación del ciclo Deming.

Este resultado se da producto de las acciones implementadas en las cuales se basó no solo la experiencia laboral sino también las competencias profesionales para garantizar el éxito de cada tarea.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

Según los resultados alcanzados, se ha llegado a las siguientes conclusiones:

La aplicación del Ciclo de Deming en el área de mantenimiento incidió en la mejora de la productividad en los tiempos de reparación de equipos shotcreteras en la empresa CJ NETCOM, este análisis fue el resultado de los meses febrero a mayo del 2022, tiempo que duró la implementación del mencionado ciclo. En síntesis, **la productividad final alcanzada fue de 94.15%** superior en 6.95 puntos versus la obtenida en diciembre de 2021, lo cual se considera bastante bueno para la empresa.

Considerando el equipo técnico de trabajo de la empresa CJ NETCOM se llevó a cabo la etapa de “**planificación**”, el impacto de esta etapa en la productividad de los equipos shotcreteras, si bien no fue mayor al ratio inicial de 0.10% sino que se mantuvo igual, se pudo evidenciar como el área pasó a estar más ordenada y controlada.

En esta etapa se logró comprometer a todos los niveles de la organización, gracias a la correcta planificación de actividades y equipos, la comunicación asertiva y el trabajo colaborativo de los miembros de la organización.

Se ha determinado que la implementación del Ciclo de Deming en su fase “**hacer**” permitió mejorar el incremento de productividad en un 4.62%; estos resultados fueron obtenidos bajo la comparación del mes de febrero y marzo del 2022. Esta mejora se reflejó debido a la implementación de documentos que fueron claves para erradicar las

cuatro causas encontradas del problema principal en este trabajo de investigación. Demostrando de esta manera que el resultado de todo lo implementado en esta etapa fue de gran beneficio para la empresa CJ NETCOM.

La etapa “**verificar**” se desarrolló en base a todo lo ejecutado en la etapa anterior, en esta etapa se realizó seguimiento y verificación comprobando que las actividades se cumplan y que los equipos se encuentren en buen estado.

se evidenció un incremento de productividad de 2.11% comparado entre los meses de marzo y abril; este progreso fue debido a ejecución de formatos realizados en la etapa “hacer” lo cual sirvió para mejorar la productividad en la reparación de equipos shotcreteras.

En esa última etapa “**actuar**” se hizo un análisis en base a los resultados de las fases anteriores. Se ejecutaron planes de mejora continua a corto y mediano plazo, planes de auditoria con la finalidad de verificar el cumplimiento de la implementación del Ciclo de Deming, y finalmente se plasmaron las lecciones aprendidas.

Se examinó el cumplimiento de los procedimientos y manuales. Asimismo, gracias a las lecciones puntuales se permitió compartir conocimientos básicos al personal de la empresa, el cual se dio a conocer con el desarrollo de un taller.

Al finalizar esta etapa se realizó la medición de la productividad del antes y después de la aplicación y se evidenció un resultado igual al 94.15% superior en 6.95 puntos a la obtenida en 2021 que solo fue de 87.20%.

RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar la implementación del Ciclo de Deming en todas las áreas de la empresa CJ NETCOM, ya que este permitirá mejorar la productividad y por ende una mejora continua en la organización.

Se recomienda cumplir lo planificado y dar seguimiento a lo ejecutado para lograr una mejora continua en la organización.

Se recomienda seguir cumpliendo con el reforzamiento de todos los formatos, manuales, procedimientos implementados durante el Ciclo de Deming. Asimismo, respetar el cumplimiento del cronograma de mantenimientos, tanto preventivo como correctivo.

Se recomienda ejecutar una supervisión y control adecuado para el mantenimiento de los equipos, y contar con los repuestos necesarios antes de un desperfecto o falla de las maquinarias, este permitirá reducir costos de operación y aumentar el retorno de inversión para sus activos.

Se recomienda seguir realizando auditorías internas, capacitaciones al personal ejecutor. Por consiguiente, que se recomienda que se actualice constantemente los formatos, plan de trabajo, esto permitirá al personal técnico de mantenimiento tener noción y guía concreta sobre los objetivos, actividades y responsabilidades a ejecutar durante el servicio.

REFERENCIAS

- Alcántara Valdivieso, L. (2018). *Diseño de un sistema de mejora continua en el área de encomiendas de la Empresa de Transportes Línea S.A.* [Tesis de grado, Universidad Privada Antenor Orrego]. <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/4214>
- Apolinares y Lartiga (2021). *Implementación del ciclo Deming y su impacto en la eficiencia del área de operaciones Claro HFC de la empresa DominionPerú Soluciones y Servicios SAC.* Lima 2020. [Tesis de grado, Universidad Privada del Norte]. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/28189>
- Batista Matos, D. (2021). *Análise das interferências no tempo produtivo da equipe de manutenção: o caso de uma oficina de máquinas de grande porte de uma mineradora.* [Tesis de Grado, Universidad Federal de Ouro Preto – UFOP]. <http://www.monografias.ufop.br/handle/35400000/3060>
- Burgasí et al. (2021). The ishikawa diagram as a quality tool in education. a review of the last 7 years: literature review. *Tambara.* 14(84), 1212-1230. http://tambara.org/wp-content/uploads/2021/04/DIAGRAMA-ISHIKAWA_FINAL-PDF.pdf
- Chacon, T. (7 de marzo de 2022). Mantemin 2022 reunirá a los más importantes profesionales de las compañías mineras. *Rumbo minero.* <https://www.rumbominero.com/expomina/mantemin-2022-importantes-companias-mineras/>

García Palencia, O. (2006). El Mantenimiento General Administración de Empresas. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.

<https://repositorio.uptc.edu.co/bitstream/001/1297/1/RED-70.pdf>

George et al. (2017). Aspectos teóricos sobre eficacia, efectividad y eficiencia en los servicios de salud. *Centro Editorial Ciencias Médicas*. 96(6), 1153-1163.

<http://www.revincientifica.sld.cu/index.php/ric/article/view/1795/3387>

Gonzales, J. (s.f.). *La Ley de Pareto y su aplicación en el ámbito empresarial. Determinación de los intervalos*. [Archivo PDF].

<http://jggomez.eu/K%20Informatica/3%20Excel/03%20Mis%20Temas/B%20BD%20y%20TD/TD%20III%20Pareto%20e%20Intervalos.pdf>

Guerra López, E. y Montes de Oca, A. (2018). Relationship between the productivity, the maintenance and the replacement in the large mining. *Boletín de Ciencias de la Tierra*. 14-21 <https://doi.org/10.15446/rbct.n45.68711>

Gutiérrez Pulido, H. (2014). *Calidad total y productividad*. 4ta. Ed. México: McGraw-Hill. ISBN: 9786071511485

INEI (2022). *Informe Técnico de Producción Nacional*. https://www.inei.gob.pe/media/principales_indicadores/03-informe-tecnico-produccion-nacional-ene-2022.pdf

Instituto Peruano de Economía (2021). *Cómo impacta la minería en la productividad de Perú*.

IPE. <https://www.ipe.org.pe/portal/ipe-como-impacta-la-mineria-en-la-productividad-de-peru/>

Jaquin et al. (2020). Case Study in Increasing Overall Equipment Effectiveness on Progressive Press Machine Using Plan-do-check-act Cycle. *Ije*. 33(11). 10.5829/ije.2020.33.11b.16

Lujan Munoa, J. (2020). *Aplicación del mantenimiento preventivo para mejorar la productividad de la empresa Emcapsac, Lurín 2020*. [Tesis de grado, Universidad César Vallejo]. https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/55219/Lujan_MJC-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Manjón Castillo, G. (2019). *Mantenimiento planificado y su aplicación en la mejora de resultados de la empresa Ice Cream Factory Comaker*. [Tesis de Grado, Universitat Politècnica de Valencia]. <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/106406/MANJ%C3%93N%20-%20MANTENIMIENTO%20PLANIFICADO%20Y%20SU%20APLICACI%C3%93N%20A%20LA%20MEJORA%20DE%20RESULTADOS%20DE%20LA%20EMPRESA%20ICE%20CR....pdf?sequence=1>

Nguyen et al. (2020). Practical Application of Plan–Do–Check–Act Cycle for Quality Improvement of Sustainable Packaging: A Case Study. *Applied Sciences*. 10(8). <https://doi.org/10.3390/app10186332>

Osorio Muriel, J. (2016). Causa Raíz para la empresa pavimentar. Instituto Tecnológico Metropolitano.

https://repositorio.itm.edu.co/bitstream/handle/20.500.12622/1653/Rep_Itm_pre_Osorio.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Ovalles et al. (2017). Herramientas para el análisis de causa raíz (ACR). *3C Empresa: investigación y pensamiento crítico*, Edición Especial, 1-9.
<http://dx.doi.org/10.17993/3cemp.2017.especial.1-9>.

Palo (2019). *Ciclo de Deming o PDCA*. Club ensayos.
<https://www.clubensayos.com/Negocios/Ciclo-de-Deming-o-PDCA/4658239.html>

Panorama Minero (2022). *Automatización, el punto de partida hacia una operación de avanzada. Una organización periodística al servicio de la minería Argentina*.
https://panorama-minero.com/wp-content/uploads/2022/03/505_edicion.pdf

Pérez Rondón, F. (2021). *Conceptos Generales en la Gestión del Mantenimiento Industrial*. Ediciones Usta.
<https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/33276/9789588477923.pdf?sequence=4&isAllowed=y>

Razo Castro, F. (2018). *Aplicación del ciclo de Deming para mejorar la productividad en el almacén del área de plataforma del Hipermercado Tottus, San Isidro, 2017*. [Tesis de grado, Universidad César Vallejo].
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/22917>

Rodríguez, J. (s.f.). *Círculo de Deming*. <https://spcgroup.com.mx/circulo-de-Deming/>

Salazar et al. (2020). Diagnóstico de la aplicación del ciclo PHVA según la ISO 9001:2015 en la empresa INCARPALM. Digital Publisher CEIT. 5(6-1), 459-472.
<https://doi.org/10.33386/593dp.2020.6-1.440>

Salgueiro Proença, S. (2019). *Organization of the maintenance - method to implement a maintenance management system and methodology for efficient maintenance on heavy machinery*. [Tesis de Maestría, Instituto Politécnico de Setúbal. Escola Superior de Tecnologia de Setúbal]. <http://hdl.handle.net/10400.26/30651>

Santiago, H. (2022). *El ciclo PDCA de mejora continua*. https://www.linkedin.com/pulse/el-ciclo-pdca-de-mejora-continua-hector-santiago-?trk=portfolio_article-card_title

Sy Corvo, Helmut. (13 de julio de 2020). Círculo de Deming: etapas, ventajas, desventajas y ejemplo. Lifeder. Recuperado de. <https://www.lifeder.com/circulo-deming/>

Universidad ECCI (s.f.). *La gestión del mantenimiento estructura funcional de la industria*. <https://sites.google.com/site/portafoliowmican/planeado>

Universidad Nacional de Misiones (2020). *Tipos de mantenimiento*. https://aulavirtual.fio.unam.edu.ar/pluginfile.php/169072/mod_resource/content/1/UNIDAD%20VIII%20Tipos%20de%20Mantenimiento.pdf

Vayenas, N. y Wu, X. (2009). Maintenance and reliability analysis of a fleet of load-haul-dump vehicles in an underground hard rock mine. *Taylor & Francis*. 23. 227-238. DOI: 10.1080/17480930902916494

ANEXOS

Anexo 1

Fallas presentadas y tiempo de demora en la operación.

FALLA DE ROBOT SHOTCRETERAS		
NUMERO	PARADA POR FALLAS	TIEMPO
1	Falla por turbo compresor con sonido extraño del motor diésel	2 h
2	Falla por fuga de refrigerante de la bomba de agua del motor diésel	1 h
3	Falla por las celdas de radiador obstruida del motor diésel	20 min
4	Falla por descarga de energía eléctrica de la batería	40 min
5	Falla por perdida de arranque del arrancador	25 min
6	Falla en la válvula 4/2 vías del bombeo	3 h
7	Falla de la bobina proporcional de bombeo	25 min
8	Falla de la bobina agitador por perdida aislamiento	25 min
9	Falla de motor vibrador	40 min
10	Fuga interna en los cilindros hidráulicos de bombeo	3 horas
11	Falla por ruptura de embolo de cilindro hidráulico del brazo	1 h
12	Falla de los actuadores 240 grados	1 h 40 min
13	Falla de la válvula check de aditivo	30 min
14	Falla de bloque hidráulico principal del brazo	4 h
15	Falla en la bomba hidráulico de movimiento de brazo	2 h
16	Falla por saturación de filtros primario y secundario de aire	20 min
17	Falla por saturación de los filtros de aceite	1 h
18	Falla por la válvula de presión mínima	1 h
19	Falla por actuador neumático de simple efecto	1 h
20	Falla por acople entre motor eléctrico y compresor	2 h
21	Falla por sensor magnético de bomba aditivo	1h
22	Falla por la tarjeta electrónica de aditivo	1h
23	Falla por sensor de RPM de traslación	1h
24	Falla por el cilindro hidráulico de dirección	2h
25	Falla por bocina de bronce de la articulación	2h
26	Falla por descarga de acumulador	2h
27	Falla por luces de traslación	1h
28	Falla por palanca de marcha	1h
29	Falla por joystick de brazo del control remoto	1
30	Falla por perdida señal de frecuencia del control remoto	2h

Nota: Listado de fallas presentadas en los equipos shotcreteras y el tiempo de demora.

Anexo 2

Procedimientos

	PROCEDIMIENTO			N°: 0013-22-CJNETCOM V. 00																																																																											
EQUIPO: Equipo robotizado shotcretera SPM 4210				Creado: Antony Díaz Medrano Validado: Cristiam Oré																																																																											
<p>Aceites y grasas</p> <p>Caja tr�nsfer / engranaje / agitador Para reponer o cambiar el aceite utilice exclusivamente un aceite de engranajes de calidad conforme con dicha especificación (atención a las indicaciones del fabricante).</p> <p>Motor y cambio de marchas El fabricante ha llenado el motor y la caja de cambios del vehículo. El mantenimiento solamente debe realizarse siguiendo las indicaciones del fabricante del vehículo.</p> <p>Aceites y grasas recomendadas La tabla siguiente contiene la especificación de aceites y grasas recomendados.</p> <table border="1" data-bbox="245 1024 1287 1591"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Sistema</th> <th rowspan="2">Norma</th> <th rowspan="2">Tipo</th> <th colspan="2">T (�C)</th> <th rowspan="2">Cantidad [Litros]</th> </tr> <tr> <th>Min.</th> <th>Max.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="6">Cárter del Motor</td> <td rowspan="6">API CG-4 API CH-4</td> <td>SAE 0W20</td> <td>-35</td> <td>20</td> <td rowspan="6">11,5</td> </tr> <tr> <td>SAE 0W30</td> <td>-35</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>SAE 0W40</td> <td>-35</td> <td>40</td> </tr> <tr> <td>SAE 5W30</td> <td>-30</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>SAE 5W40</td> <td>-30</td> <td>40</td> </tr> <tr> <td>SAE 10W30</td> <td>-20</td> <td>40</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">Circuito hidráulico, Transmisión hidrost�tica</td> <td rowspan="3">DIN 51502</td> <td>HLP 46</td> <td>-10</td> <td>90</td> <td rowspan="3">70</td> </tr> <tr> <td>HEES 46</td> <td>-10</td> <td>90</td> </tr> <tr> <td>HFC 46</td> <td>-20</td> <td>60</td> </tr> <tr> <td>Ejes, Reductora traslación, Mandos finales</td> <td>API GL-4 API GL-5</td> <td>SAE 80W90</td> <td>-20</td> <td>40</td> <td>Eje delantero: 8,5 Eje trasero: 7,5</td> </tr> <tr> <td>Compresor (PM37)</td> <td>ISO</td> <td>VG46</td> <td>-15</td> <td>110</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>Carcasa bomba aditivo</td> <td>ISO</td> <td>DELASCOIL</td> <td colspan="2">n/a</td> <td>0,3</td> </tr> <tr> <td>Puntos de engrase</td> <td>DIN 51825</td> <td>NLGI Grade2</td> <td>-20</td> <td>40</td> <td>según necesidad</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" data-bbox="293 1650 1057 1818"> <thead> <tr> <th>Aceites</th> <th>Característica</th> <th>Capacidad [Litros]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Depósito de combustible</td> <td>Diésel clase A</td> <td>65</td> </tr> <tr> <td>Depósito de aceite hidráulico</td> <td>HLP 46</td> <td>70</td> </tr> </tbody> </table>						Sistema	Norma	Tipo	T (�C)		Cantidad [Litros]	Min.	Max.	Cárter del Motor	API CG-4 API CH-4	SAE 0W20	-35	20	11,5	SAE 0W30	-35	30	SAE 0W40	-35	40	SAE 5W30	-30	30	SAE 5W40	-30	40	SAE 10W30	-20	40	Circuito hidráulico, Transmisión hidrostática	DIN 51502	HLP 46	-10	90	70	HEES 46	-10	90	HFC 46	-20	60	Ejes, Reductora traslación, Mandos finales	API GL-4 API GL-5	SAE 80W90	-20	40	Eje delantero: 8,5 Eje trasero: 7,5	Compresor (PM37)	ISO	VG46	-15	110	20	Carcasa bomba aditivo	ISO	DELASCOIL	n/a		0,3	Puntos de engrase	DIN 51825	NLGI Grade2	-20	40	según necesidad	Aceites	Característica	Capacidad [Litros]	Depósito de combustible	Diésel clase A	65	Depósito de aceite hidráulico	HLP 46	70
Sistema	Norma	Tipo	T (�C)		Cantidad [Litros]																																																																										
			Min.	Max.																																																																											
Cárter del Motor	API CG-4 API CH-4	SAE 0W20	-35	20	11,5																																																																										
		SAE 0W30	-35	30																																																																											
		SAE 0W40	-35	40																																																																											
		SAE 5W30	-30	30																																																																											
		SAE 5W40	-30	40																																																																											
		SAE 10W30	-20	40																																																																											
Circuito hidráulico, Transmisión hidrostática	DIN 51502	HLP 46	-10	90	70																																																																										
		HEES 46	-10	90																																																																											
		HFC 46	-20	60																																																																											
Ejes, Reductora traslación, Mandos finales	API GL-4 API GL-5	SAE 80W90	-20	40	Eje delantero: 8,5 Eje trasero: 7,5																																																																										
Compresor (PM37)	ISO	VG46	-15	110	20																																																																										
Carcasa bomba aditivo	ISO	DELASCOIL	n/a		0,3																																																																										
Puntos de engrase	DIN 51825	NLGI Grade2	-20	40	según necesidad																																																																										
Aceites	Característica	Capacidad [Litros]																																																																													
Depósito de combustible	Diésel clase A	65																																																																													
Depósito de aceite hidráulico	HLP 46	70																																																																													

	PROCEDIMIENTO	N°: 0013-22-CJNETCOM V. 00																																																																																																	
EQUIPO: Equipo robotizado shotcretera SPM 4210			Creado: Antony Díaz Medrano Validado: Cristiam Oré																																																																																																
Denominación fabricantes aceites y grasas Puntos de engrase Filtros Intervalos de mantenimiento	<p>La alianza Sika Putzmeister no se responsabiliza de la calidad de los lubricantes indicadas o de los cambios cualitativos introducidos por los fabricantes sin modificación de la denominación de tipo.</p> <p>Los puntos de engrase de las diferentes partes de la máquina se pueden ver en los epígrafes <20-005 Lubricación del brazo distribuidor y del cabezal proyector> y <20-006 Lubricación de la máquina>.</p> <p>La siguiente tabla incluye los filtros consumibles.</p> <table border="1" data-bbox="511 926 1382 1150" style="margin-left: 20px;"> <thead> <tr> <th colspan="2">Filtros</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>Aspiración de aceite hidráulico</td></tr> <tr><td>2</td><td>Alta presión del aceite hidráulico</td></tr> <tr><td>3</td><td>Combustible del motor diésel</td></tr> <tr><td>4</td><td>Aire del motor diésel</td></tr> <tr><td>5</td><td>Aceite del motor diésel</td></tr> </tbody> </table> <table border="1" data-bbox="342 1220 1382 1812" style="margin-left: 20px;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">N°</th> <th rowspan="2">Grupo</th> <th rowspan="2">Actividad</th> <th colspan="4">cada ... horas de servicio</th> <th rowspan="2">otros</th> </tr> <tr> <th>8</th> <th>50</th> <th>500</th> <th>1000</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>diario</td> <td>o semanal</td> <td>o cada 3 meses</td> <td>o cada 6 meses</td> <td></td> </tr> <tr> <td>1.</td> <td rowspan="2">En general</td> <td>Control visual y funcional de todos los dispositivos de seguridad</td> <td>•</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2.</td> <td>Control visual del cableado eléctrico</td> <td>•</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3.</td> <td>Depósito de agua</td> <td>Controlar el nivel de agua</td> <td>•</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>4.</td> <td>Luces</td> <td>Control visual de funcionamiento</td> <td>•</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>5.</td> <td rowspan="2">En general</td> <td>Comprobar el apriete de las uniones roscadas según tabla de pares de apriete</td> <td></td> <td>•</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>6.</td> <td>Lubricar la estructura adosada del vehículo</td> <td></td> <td>•</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>7.</td> <td>En general</td> <td>Revisar los niveles de líquidos (hidráulico, motor, refrigerante, etc.)</td> <td>•</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>8.</td> <td>Mangueras hidráulicas</td> <td>Verificar las fugas de las atomizadoras hidráulicas y las mangueras</td> <td>•</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>sustituir en caso necesario</td> </tr> </tbody> </table>					Filtros		1	Aspiración de aceite hidráulico	2	Alta presión del aceite hidráulico	3	Combustible del motor diésel	4	Aire del motor diésel	5	Aceite del motor diésel	N°	Grupo	Actividad	cada ... horas de servicio				otros	8	50	500	1000				diario	o semanal	o cada 3 meses	o cada 6 meses		1.	En general	Control visual y funcional de todos los dispositivos de seguridad	•					2.	Control visual del cableado eléctrico	•					3.	Depósito de agua	Controlar el nivel de agua	•					4.	Luces	Control visual de funcionamiento	•					5.	En general	Comprobar el apriete de las uniones roscadas según tabla de pares de apriete		•				6.	Lubricar la estructura adosada del vehículo		•				7.	En general	Revisar los niveles de líquidos (hidráulico, motor, refrigerante, etc.)	•					8.	Mangueras hidráulicas	Verificar las fugas de las atomizadoras hidráulicas y las mangueras	•				sustituir en caso necesario
Filtros																																																																																																			
1	Aspiración de aceite hidráulico																																																																																																		
2	Alta presión del aceite hidráulico																																																																																																		
3	Combustible del motor diésel																																																																																																		
4	Aire del motor diésel																																																																																																		
5	Aceite del motor diésel																																																																																																		
N°	Grupo	Actividad	cada ... horas de servicio				otros																																																																																												
			8	50	500	1000																																																																																													
			diario	o semanal	o cada 3 meses	o cada 6 meses																																																																																													
1.	En general	Control visual y funcional de todos los dispositivos de seguridad	•																																																																																																
2.		Control visual del cableado eléctrico	•																																																																																																
3.	Depósito de agua	Controlar el nivel de agua	•																																																																																																
4.	Luces	Control visual de funcionamiento	•																																																																																																
5.	En general	Comprobar el apriete de las uniones roscadas según tabla de pares de apriete		•																																																																																															
6.		Lubricar la estructura adosada del vehículo		•																																																																																															
7.	En general	Revisar los niveles de líquidos (hidráulico, motor, refrigerante, etc.)	•																																																																																																
8.	Mangueras hidráulicas	Verificar las fugas de las atomizadoras hidráulicas y las mangueras	•				sustituir en caso necesario																																																																																												

		<u>PROCEDIMIENTO</u>				N°: 0013-22-CJNETCOM V. 00	
EQUIPO: Equipo robotizado shotcretera SPM 4210						Creado: Antony Díaz Medrano Validado: Cristiam Oré	
Intervalos de mantenimiento							
N°	Grupo	Actividad	cada ... horas de servicio				otros
			8	50	500	1000	
			diario	o semanal	o cada 3 meses	o cada 6 meses	
9.	Tubo oscilante de hormigón/ Placa de gafas	Control del desgaste	•				
10.		Comprobar y ajustar	•				según necesidad
11.	Tubería de transporte/ mangueras	Seguros de los acoplamientos	•				
12.		Controlar el grosor de pared	•				
13.	Engrase manual	Engrasar (después de la limpieza)	•				según rótulo
14.	Partes en contacto con el hormigón	Control del desgaste	•				
15.	Caja de agua	Renovar agua	•				
16.	Émbolo de transporte	Controlar tornillos y el seguro de alambre		•			
17.		Controlar el desgaste de los émbolos de transporte		•			
18.	Tubo oscilante de hormigón/ Placa de gafas	Comprobar el par de apriete de los tornillos de la biela de cambio			•		

		<u>PROCEDIMIENTO</u>				N°: 0013-22-CJNETCOM V. 00	
EQUIPO: Equipo robotizado shotcretera SPM 4210						Creado: Antony Díaz Medrano Validado: Cristiam Oré	
Brazo de proyección							
N°	Grupo	Actividad	cada ... horas de servicio				otros
			8	50	500	1000	
			diario	o sema- -nal	o cada 3 me- ses	o cada 6 me- ses	
19.	Tubería de transporte/ mangueras	Seguros de los acoplamientos	•				
20.		Controlar el grosor de pared	•				
21.	Cabezal	Lubricar	•				
22.	Reductora	Vaciar el agua de condensación del engranaje del mecanismo de giro		•			según necesidad
23.	Articulaciones	Lubricar		•			
24.	Torreta del brazo	Lubricar		•			
25.		Comprobar los tornillos y el engranaje del tornillo sin fin		x	•		
26.	Reductora	Cambio de aceite del engranaje del mecanismo de giro			•		
27.	Guías	Controlar las guías de deslizamiento	•				
28.	Mangueras hidráulicas	Verificar las fugas de las atornilladuras hidráulicas y las mangueras	•				sustituir en caso necesario
29.	Soportes de mangueras	Verificar los soportes de las mangueras y sustituirlos, si es necesario	•				
30.	Escape	Lubricar todos los elementos del escape		•			
31.	Boquillas de engrase	Engrasar las boquillas de engrase de la máquina		•			
32.	Tornillo sin fin	Engrasar el engranaje del tornillo sin fin		•			
33.	Tornillo sin fin	Controlar el juego axial del engranaje del tornillo sin fin				•	

x primera semana después de la puesta en marcha

		<u>PROCEDIMIENTO</u>			N°: 0013-22-CJNETCOM V. 00		
EQUIPO: Equipo robotizado shotcretera SPM 4210					Creado: Antony Díaz Medrano Validado: Cristiam Oré		
Sistema hidráulico							
N°	Grupo	Actividad	cada ... horas de servicio				otros
			8	50	500	1000	
			diario	o sema- nal	o cada 3 me- ses	o cad a 6 me- ses	
34.	Parte hidráulica	Comprobar nivel de aceite hidráulico	•				
35.		Control visual de la tubería (daños/ fugas)	•				
36.	Filtros de aceite	Controlar la indicación de suciedad de filtro	•				
37.	Parte hidráulica	Comprobar estanqueidad de cilindros hidráulicos (control visual)					mensual
38.		Evacuar agua condensada		•			
39.		Limpia radiador aceite hidráulico		•			
40.		Cambio de aceite		x		•	tras análisis de aceite
41.	Filtros de aceite	Cambiar cartucho filtrante de aspiración			•		según necesidad
42.	Mangueras hidráulicas	Verificar las fugas de las atornilladuras hidráulicas y las mangueras	•				reemplazar en caso necesario

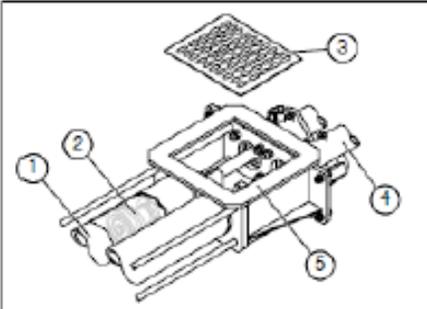
		<u>PROCEDIMIENTO</u>				N°: 0013-22-CJNETCOM V. 00	
EQUIPO: Equipo robotizado shotcretera SPM 4210						Creado: Antony Díaz Medrano Validado: Cristiam Oré	
Sistema aire-agua-aditivo							
N°	Grupo	Actividad	cada ... horas de servicio				otros
			8	50	500	1000	
			diario	o semanal	o cada 3 me- ses	o cada 6 me- ses	
43.	Bomba de aditivo	Comprobar la conexión de la manguera	•				
44.		Comprobar el nivel de aceite de la carcasa y rellenar, si es necesario	•				
45.		Después de cada uso limpiar la bomba y el circuito con agua	•				
46.		Comprobar el funcionamiento del presostato a una presión de aprox. 10 bar		•			
47.		Comprobar la limpieza del ventilador y el refrigerador del motor eléctrico		•			
48.		Limpie el ventilador y los refrigeradores del motor eléctrico con un cepillo			•		
49.		Cambiar el aceite				•	
50.		Cambiar la manguera de la bomba					200 horas
51.	Instalación aditivo	Verificar las fugas de las atornilladuras	•				
52.		Verificar las mangueras	•				sustituir si necesario
53.	Instalación aire	Verificar las fugas de las atornilladuras	•				
54.		Verificar las mangueras	•				sustituir si necesario

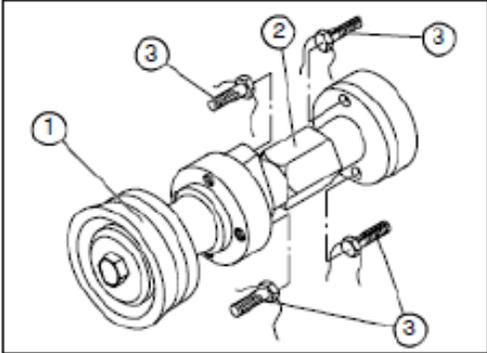
		PROCEDIMIENTO				N°: 0013-22-CJNETCOM V. 00					
						EQUIPO: Equipo robotizado shotcretera SPM 4210				Creado: Antony Díaz Medrano Validado: Cristiam Oré	
Chasis	N°	Componente	Elemento	cada ... horas de servicio							
				8	50	500	1000	2000	5000	8000	otros
				día	se	ca	cada	cada	cada	cada	
				rio	ma	da	6	año	2	4	
					nal	3	mes	mes	años	años	
						mes	es	es	y	medi	
									o		
	55.	Motor diésel	Aceite del cárter (Verificar)	•							
	56.		Líquido refrigerante (Verificar)	•							
	57.		Filtro de aire (Limpiar/ cambiar)	•							según necesidad
	58.		Filtro de aceite (Cambiar)		•						
	59.		Aceite del cárter (Cambiar)		•	•					según necesidad
	60.		Filtro de gasoil (Cambiar)		•	•					según necesidad
	61.	Reductora Traslación	Aceite de engranaje (Verificar)		•						
	62.	Ejes diferenciales	Aceite eje diferencial (Verificar)		•						
	63.		Aceite reductores (Verificar)		•						
	64.	Crucetas Balancines	Engrasar		•						según necesidad
65.	Neumáticos	Controlar presión		•							
66.	Motor diésel	Líquido refrigerante (Cambiar)				•					
67.	Reductora Traslación	Aceite de engranaje (Cambiar)				•					
68.	Ejes diferenciales	Aceite eje diferencial (Cambiar)				•					
69.		Aceite reductores (Cambiar)				•					
70.	Frenos	Comprobar el nivel	•								
71.	Frenos	Cambiar el líquido de frenos				•					
72.	Depósito de combustible	Limpiar el depósito				•					
73.	Batería	Comprobar los cables de conexión								cada 100 horas	
74.	Motor	Verificar y ajustar las correas				•					
75.	Motor	Cambiar las correas								según necesidad	
76.	Motor	Revisión a fondo del motor								cada 12.000 horas	
77.	Motor	Controlar la bancada del motor				•					

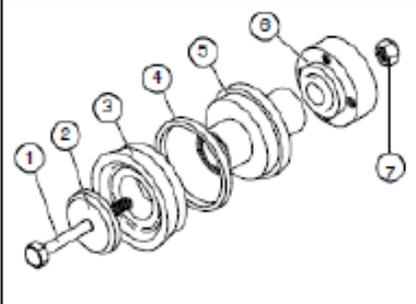
		PROCEDIMIENTO				N°: 0013-22-CJNETCOM V. 00					
						EQUIPO: Equipo robotizado shotcretera SPM 4210				Creado: Antony Díaz Medrano Validado: Cristiam Oré	
Chasis	N°	Componente	Elemento	cada ... horas de servicio							
				8	50	500	1000	2000	5000	8000	otros
				día	se	ca	cada	cada	cada	cada	
				rio	ma	da	6	cada	2	4	
					nal	3	mes	años	y	años	
						mes	es	medi	o		
	55.	Motor diesel	Aceite del cárter (Verificar)	•							
	56.		Líquido refrigerante (Verificar)	•							
	57.		Filtro de aire (Limpiar/ cambiar)	•							según necesidad
	58.		Filtro de aceite (Cambiar)		•						
	59.		Aceite del cárter (Cambiar)		•	•					según necesidad
	60.		Filtro de gasoil (Cambiar)		•	•					según necesidad
	61.	Reductora Traslación	Aceite de engranaje (Verificar)		•						
	62.	Ejes diferenciales	Aceite eje diferencial (Verificar)		•						
	63.		Aceite reductores (Verificar)		•						
	64.	Crucetas Balancines	Engrasar		•						según necesidad
	65.	Neumáticos	Controlar presión		•						
	66.	Motor diésel	Líquido refrigerante (Cambiar)				•				
	67.	Reductora Traslación	Aceite de engranaje (Cambiar)				•				
	68.	Ejes diferenciales	Aceite eje diferencial (Cambiar)				•				
	69.		Aceite reductores (Cambiar)				•				
	70.	Frenos	Comprobar el nivel	•							
	71.	Frenos	Cambiar el líquido de frenos				•				
	72.	Depósito de combustible	Limpiar el depósito				•				
73.	Batería	Comprobar los cables de conexión								cada 100 horas	
74.	Motor	Verificar y ajustar las correas				•					
75.	Motor	Cambiar las correas								según necesidad	
76.	Motor	Revisión a fondo del motor								cada 12.000 horas	
77.	Motor	Controlar la bancada del motor				•					

	<p>PROCEDIMIENTOS</p>	<p>N°: 0013-22-CJNETCOM V. 00</p>
<p>EQUIPO: Equipo robotizado shotcretera SPM 4210</p>		<p>Creado: Antony Díaz Medrano Validado: Cristiam Oré</p>
<p>Cambio de los émbolos de transporte</p>    	<p>La presente ficha de mantenimiento describe el cambio del émbolo de transporte. Encontrará los intervalos de mantenimiento en el resumen de mantenimiento que encabeza este capítulo.</p> <p>No se precisan otras fichas de mantenimiento.</p> <p>No se precisan herramientas especiales.</p> <hr/> <p>Atención</p> <p><i>Si el émbolo de transporte presenta algún daño, debe repararlo de inmediato.</i> <i>La alianza Sika Putzmeister no asume ninguna responsabilidad por los daños que pueda sufrir la máquina debido al cumplimiento inadecuado de las instrucciones de mantenimiento.</i></p> <hr/> <p>Peligro de aplastamiento</p> <p><i>No introducir nunca la mano en las partes móviles de la máquina, tanto si está en marcha como si está desconectada.</i></p> <p><i>Durante las comprobaciones, no introduzca la mano en la cámara de agua abierta.</i> <i>Existe peligro de lesiones si se introduce la mano en la cámara de agua cuando los émbolos están funcionando.</i></p> <hr/> <p>Al realizar el cambio de émbolo de transporte tendrá que poner varias veces la máquina en servicio y fuera de servicio. A continuación se describen los pasos de trabajo necesarios para ello, que deben llevarse a cabo escrupulosamente.</p>	

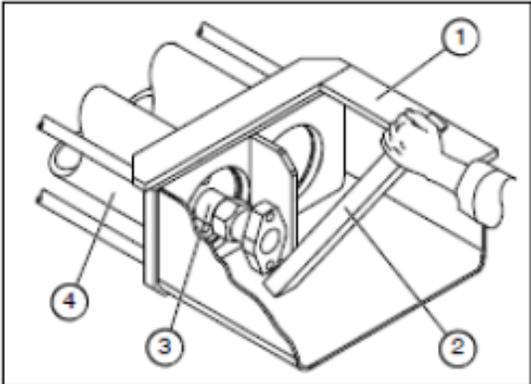
	<u>PROCEDIMIENTOS</u>	N°: 0013-22-CJNETCOM V. 00
EQUIPO: Equipo robotizado shotcretera SPM 4210		Creado: Antony Díaz Medrano Validado: Cristiam Oré
<i>Desconexión de la máquina</i>	<p>Proceda de la siguiente forma para poner la máquina fuera de servicio:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Coloque el regulador de caudal del transporte en posición "min". ⇒ La bomba se detiene. ▶ Desconecte la bomba. ▶ Desconecte el motor de accionamiento. ▶ Desconecte la alimentación de corriente eléctrica en el armario de distribución. ▶ Asegure la instalación contra posibles reconexiones no autorizadas. ▶ Restrinja el acceso a la zona de trabajo y coloque carteles de señalización e los dispositivos de conexión y de mando bloqueados. <p><i>Puesta en servicio de la máquina</i></p> <p>Proceda de la siguiente forma para poner la máquina en servicio:</p> <p>Consulte también el capítulo "Puesta en servicio", apartado "Arranque del motor".</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Coloque el regulador de caudal de transporte en posición "min". ▶ Conecte la alimentación de corriente eléctrica en el armario de distribución. ▶ Arranque el motor de accionamiento. ▶ Conecte la bomba. ▶ Coloque el regulador de caudal de transporte en la posición deseada. 	

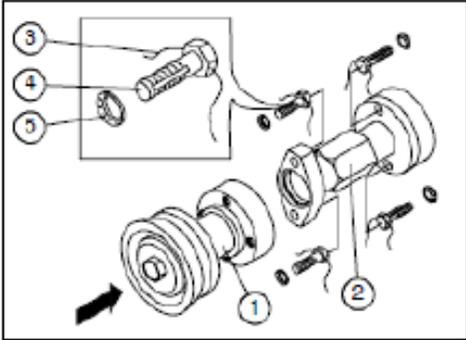
	<p>PROCEDIMIENTOS</p>	<p>N°: 0013-22-CJNETCOM V. 00</p>												
<p>EQUIPO: Equipo robotizado shotcretera SPM 4210</p>		<p>Creado: Antony Díaz Medrano Validado: Cristiam Oré</p>												
<p>Desmontaje del émbolo de transporte</p>	<p>Proceda de la siguiente manera para desmontar los émbolos de transporte:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Ponga la máquina en servicio. ▶ Coloque el regulador de caudal de transporte en posición "min". <div style="text-align: center;">  </div> <table border="1" data-bbox="581 1052 1295 1276"> <thead> <tr> <th>Poc.</th> <th>Denominación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Cilindro de suministro</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Émbolo de transporte</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Cubierta de protección</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Cilindro motor</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Cámara de agua</td> </tr> </tbody> </table> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Desplace los dos émbolos de transporte en el lado de la tolva hasta su posición final. → La brida intermedia debe quedar visible en la cámara de agua. <div style="text-align: center;">  </div> <p>Peligro</p> <p><i>Ponga la máquina fuera de servicio antes de manipularla y asegúrese de que no es posible una reconexión accidental o no autorizada.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Ponga la máquina fuera de servicio. ▶ Vacíe toda el agua de la cámara de agua y retire la cubierta de protección. 	Poc.	Denominación	1	Cilindro de suministro	2	Émbolo de transporte	3	Cubierta de protección	4	Cilindro motor	5	Cámara de agua	
Poc.	Denominación													
1	Cilindro de suministro													
2	Émbolo de transporte													
3	Cubierta de protección													
4	Cilindro motor													
5	Cámara de agua													

	<p>PROCEDIMIENTOS</p>	<p>N°: 0013-22-CJNETCOM V. 00</p>
<p>EQUIPO: Equipo robotizado shotcretera SPM 4210</p>		<p>Creado: Antony Díaz Medrano Validado: Cristiam Oré</p>
		
Pos.	Denominación	
1	Émbolo de transporte	
2	Brida intermedia	
3	Tornillos hexagonales con alambre de retención	
<ul style="list-style-type: none"> ▶ Quite el alambre de retención y los tornillos hexagonales (3) de la brida intermedia (2). ▶ Extraiga la brida intermedia. Deposite la brida intermedia de forma que esté protegida contra cualquier daño. ▶ Enrosque los tornillos auxiliares con unas 3 vueltas en la cara frontal del émbolo de transporte (1). ▶ Aplique una barra de montaje en los tornillos auxiliares y extraiga el émbolo de transporte haciendo palanca. ▶ Limpie la superficie frontal de la brida del vástago del émbolo. ▶ Limpie minuciosamente la entrada del cilindro de transporte. ▶ Compruebe si el émbolo de transporte presenta desgaste. 		
i	<p>Aviso _____</p> <p><i>Si el émbolo de transporte presenta estrías o está desgastado por un lado, será preciso cambiarlo.</i></p> <p>_____</p>	

	<p>PROCEDIMIENTOS</p>	<p>N°: 0013-22-CJNETCOM V. 00</p>																
<p>EQUIPO: Equipo robotizado shotcretera SPM 4210</p>		<p>Creado: Antony Díaz Medrano Validado: Cristiam Oré</p>																
<p>Embolo de transporte La comprobación y montaje del émbolo de transporte se describe en los siguientes pasos:</p>																		
																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Pos.</th> <th>Denominación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Tornillo hexagonal</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Brida</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Retén del émbolo de transporte</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Segmento guía</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Caja del émbolo</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>Pieza de unión</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>Tuerca hexagonal, autoblocante</td> </tr> </tbody> </table>			Pos.	Denominación	1	Tornillo hexagonal	2	Brida	3	Retén del émbolo de transporte	4	Segmento guía	5	Caja del émbolo	6	Pieza de unión	7	Tuerca hexagonal, autoblocante
Pos.	Denominación																	
1	Tornillo hexagonal																	
2	Brida																	
3	Retén del émbolo de transporte																	
4	Segmento guía																	
5	Caja del émbolo																	
6	Pieza de unión																	
7	Tuerca hexagonal, autoblocante																	
<ul style="list-style-type: none"> ▶ Desmonte el tornillo hexagonal (1), la brida (2) y la pieza de unión (6). ▶ Quite el retén del émbolo de transporte (3) y el segmento de guía (4) de la caja del émbolo (5). ▶ Compruebe si alguna de las piezas del émbolo de transporte presenta desgaste. 																		
	<p>Atención <u>Las piezas deterioradas o desgastadas deben cambiarse.</u></p>																	
<ul style="list-style-type: none"> ▶ Limpie la caja del émbolo y engráselo abundantemente con grasa libre de ácido (p.ej., vaselina). ▶ Engrase un segmento guía y un manguito de émbolo nuevos abundantemente con grasa libre de ácido (p.ej. vaselina). 																		

	<u>PROCEDIMIENTOS</u>	N°: 0013-22-CJNETCOM V. 00
EQUIPO: Equipo robotizado shotcretera SPM 4210		Creado: Antony Díaz Medrano Validado: Cristiam Oré
<div style="text-align: center; margin-bottom: 20px;">  </div> <p>Montaje de los émbolos de transporte</p> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;">  </div> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;">  </div>	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Coloque el segmento guía en la caja de transporte. ▶ Encaje el retén del émbolo de transporte en la caja del émbolo golpeándolo con un martillo de goma. ▶ Inserte la brida en el retén del émbolo de transporte. ▶ Coloque la pieza de unión en la caja del émbolo. <hr/> <p>Atención</p> <p><i>Utilice sólo tuercas hexagonales nuevas y autoblocantes.</i></p> <hr/> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Atornille el émbolo de transporte con un tornillo hexagonal nuevo y una tuerca autoblocante nueva. <p>Proceda de la siguiente forma para montar los émbolos de transporte:</p> <p>Antes de montar el émbolo de transporte es conveniente que limpie y compruebe el cilindro de transporte.</p> <hr/> <p>Atención</p> <p><i>No utilice objetos duros ni agentes de limpieza corrosivos para limpiar el cilindro de transporte. Podría dañarse la capa de cromo.</i></p> <hr/> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Limpie el cilindro de transporte con agua. ▶ Compruebe el cilindro de transporte. <hr/> <p>Aviso</p> <p><i>El cilindro de transporte debe cambiarse cuando se detecten estrías en la superficie interior o la capa de cromo esté desgastada o deteriorada</i></p> <p><i>El cambio del cilindro de transporte debe ser realizado únicamente por un técnico del servicio postventa de la alianza Sika Putzmeister.</i></p>	

	<p>PROCEDIMIENTOS</p>	<p>N°: 0013-22-CJNETCOM V. 00</p>										
<p>EQUIPO: Equipo robotizado shotcretera SPM 4210</p>		<p>Creado: Antony Díaz Medrano Validado: Cristiam Oré</p>										
												
<p>Montaje de los émbolos de transporte.</p>												
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">Pos.</th> <th>Denominación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td>Cámara de agua</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2</td> <td>Taco madera</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">3</td> <td>Émbolo de transporte</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">4</td> <td>Cilindro de suministro</td> </tr> </tbody> </table>			Pos.	Denominación	1	Cámara de agua	2	Taco madera	3	Émbolo de transporte	4	Cilindro de suministro
Pos.	Denominación											
1	Cámara de agua											
2	Taco madera											
3	Émbolo de transporte											
4	Cilindro de suministro											
<ul style="list-style-type: none"> ▶ Engrase la entrada del cilindro de transporte (4) abundantemente con grasa libre de ácido (p. ej., vaselina). ▶ Engrase el émbolo de transporte (3) abundantemente con grasa libre de ácido (p. ej., vaselina) ▶ Coloque el émbolo de transporte a mano en el cilindro de transporte. ▶ Presione el émbolo de transporte con un taco de madera (2) para introducirlo en el cilindro de transporte. 												
<p>i Aviso _____ <i>Introduzca el émbolo de transporte en el cilindro de transporte de forma que se pueda colocar fácilmente la brida intermedia.</i></p>												

	<p>PROCEDIMIENTOS</p>	<p>N°: 0013-22-CJNETCOM V. 00</p>
<p>EQUIPO: Equipo robotizado shotcretera SPM 4210</p>		<p>Creado: Antony Díaz Medrano Validado: Cristiam Oré</p>
		
Pco.	Denominación	
1	Émbolo de transporte	
2	Brida intermedia	
3	Alambre	
4	Tornillo hexagonal	
5	Arandela de seguridad	
<p>▶ Inserte la brida intermedia (2) entre el émbolo de transporte (1) y el cilindro motor.</p>		
i	<p>Aviso _____ <i>Utilice sólo arandelas de seguridad nuevas para los tornillos hexagonales.</i></p>	
<p>▶ Monte la brida intermedia con los tornillos hexagonales (4) y las arandelas de seguridad nuevas (5) en la brida del vástago del émbolo del cilindro motor.</p> <p>▶ Ponga la máquina en servicio.</p>		
	<p>Peligro de aplastamiento _____ <i>Cuando la máquina esté conectada, no introduzca la mano en la cámara de agua abierta.</i> <i>Existe peligro de lesiones si se introduce la mano en la cámara de agua cuando los émbolos están funcionando.</i></p>	

	<u>PROCEDIMIENTOS</u>	N°: 0013-22-CJNETCOM V. 00
EQUIPO: Equipo robotizado shotcretera SPM 4210		Creado: Antony Díaz Medrano Validado: Cristiam Oré
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 15%;">   </div> <div style="width: 85%;"> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Haga avanzar lentamente el cilindro motor hasta que la brida intermedia esté junto al émbolo de transporte. <hr/> <p>Peligro</p> <p><i>Ponga la máquina fuera de servicio antes de manipularla y asegúrese de que no es posible una reconexión accidental o no autorizada.</i></p> <hr/> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Ponga la máquina fuera de servicio. <hr/> <p>Aviso</p> <p><i>Utilice sólo arandelas de seguridad nuevas para los tornillos hexagonales.</i></p> <hr/> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Monte la brida intermedia con los tornillos hexagonales (4) y las arandelas de seguridad nuevas (5) en al pieza de unión del émbolo de transporte. ▶ Apriete todos los tornillos hexagonales de la brida intermedia con 210Nm. ▶ Bloquee las cabezas de los tornillos con alambre (3). ▶ Para cambiar el otro émbolo de transporte, proceda como se describe arriba. <p>Trabajos finales</p> <p>Una vez concluidos los trabajos de mantenimiento debe realizar las siguientes acciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Vuelva a colocar de forma adecuada todos los dispositivos de seguridad, señalizaciones e indicaciones de aviso que se hayan desmontado. ▶ Compruebe el funcionamiento de los dispositivos de seguridad. </div> </div>		

Anexo 3

Lista de Chequeo de mantenimiento

	<p><u>LISTA DE CHEQUEO DE MANTENIMIENTO</u></p>	<p>N°: 0013-22-CJNETCOM V. 00</p>																																																												
<p>EQUIPO: Equipo robotizado shotcretera SPM 4210</p>		<p>Creado: Antony Díaz Medrano Validado: Cristiam Oré</p>																																																												
<p>Lista de chequeo de mantenimiento</p>	<p>Lista de chequeo para todo el mantenimiento necesario, obligatorio y recomendado, dividida en:</p> <ul style="list-style-type: none"> A Mantenimiento diario y semanal (10/ 50 horas de trabajo) por el operario (véase el capítulo intervalos de mantenimiento) B Mantenimiento excepcional (500/ 1000/ 1500/ 2000 horas de trabajo) por el operario (véase el capítulo intervalos de mantenimiento) C Controles obligatorios por la ley por un técnico especialista (véase el capítulo 2) D Mantenimiento Inicial (50/ 100/ 500 horas de trabajo) después de la puesta en marcha; es relevante para la garantía y deberá realizarlo un técnico de la alianza Sika Putzmeister (véanse los datos técnicos) <table border="1" data-bbox="318 1041 1252 1839"> <thead> <tr> <th>Horas de servicio</th> <th>Tipo Control/ Mantenimiento</th> <th>Fecha de realización, Firma responsable</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Puesta en marcha</td><td>D</td><td></td></tr> <tr><td>10</td><td>A</td><td></td></tr> <tr><td>50</td><td>A / D</td><td></td></tr> <tr><td>100</td><td>A / D</td><td></td></tr> <tr><td>500</td><td>A / B / D</td><td></td></tr> <tr><td>1.000</td><td>A / B</td><td></td></tr> <tr><td>1.500</td><td>A / B</td><td></td></tr> <tr><td>2.000 ≈ 1 año</td><td>A / B / C</td><td></td></tr> <tr><td>2.500</td><td>A / B</td><td></td></tr> <tr><td>3.000</td><td>A / B</td><td></td></tr> <tr><td>3.500</td><td>A / B</td><td></td></tr> <tr><td>4.000 ≈ 2 años</td><td>A / B / C</td><td></td></tr> <tr><td>4.500</td><td>A / B</td><td></td></tr> <tr><td>5.000</td><td>A / B</td><td></td></tr> <tr><td>5.500</td><td>A / B</td><td></td></tr> <tr><td>6.000 ≈ 3 años</td><td>A / B / C</td><td></td></tr> <tr><td>6.500</td><td>A / B</td><td></td></tr> <tr><td>7.000</td><td>A / B</td><td></td></tr> <tr><td>7.500</td><td>A / B</td><td></td></tr> </tbody> </table>		Horas de servicio	Tipo Control/ Mantenimiento	Fecha de realización, Firma responsable	Puesta en marcha	D		10	A		50	A / D		100	A / D		500	A / B / D		1.000	A / B		1.500	A / B		2.000 ≈ 1 año	A / B / C		2.500	A / B		3.000	A / B		3.500	A / B		4.000 ≈ 2 años	A / B / C		4.500	A / B		5.000	A / B		5.500	A / B		6.000 ≈ 3 años	A / B / C		6.500	A / B		7.000	A / B		7.500	A / B	
Horas de servicio	Tipo Control/ Mantenimiento	Fecha de realización, Firma responsable																																																												
Puesta en marcha	D																																																													
10	A																																																													
50	A / D																																																													
100	A / D																																																													
500	A / B / D																																																													
1.000	A / B																																																													
1.500	A / B																																																													
2.000 ≈ 1 año	A / B / C																																																													
2.500	A / B																																																													
3.000	A / B																																																													
3.500	A / B																																																													
4.000 ≈ 2 años	A / B / C																																																													
4.500	A / B																																																													
5.000	A / B																																																													
5.500	A / B																																																													
6.000 ≈ 3 años	A / B / C																																																													
6.500	A / B																																																													
7.000	A / B																																																													
7.500	A / B																																																													

	<u>LISTA DE CHEQUEO DE MANTENIMIENTO</u>	N°: 0013-22-CJNETCOM V. 00																																																																														
EQUIPO: Equipo robotizado shotcretera SPM 4210		Creado: Antony Díaz Medrano Validado: Cristiam Oré																																																																														
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 20%;">Horas de servicio</th> <th style="width: 15%;">Tipo Control/Mantenimiento</th> <th style="width: 65%;">Fecha de realización, Firma responsable</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>8.000 ≈ 4 años</td><td>A / B / C</td><td></td></tr> <tr><td>8.500</td><td>A / B</td><td></td></tr> <tr><td>9.000</td><td>A / B</td><td></td></tr> <tr><td>9.500</td><td>A / B</td><td></td></tr> <tr><td>10.000 ≈ 5 años</td><td>A / B / C</td><td></td></tr> <tr><td>10.500</td><td>A / B</td><td></td></tr> <tr><td>11.000 ≈ 5.5 años</td><td>A / B / C</td><td></td></tr> <tr><td>11.500</td><td>A / B</td><td></td></tr> <tr><td>12.000 ≈ 6 años</td><td>A / B / C</td><td></td></tr> <tr><td>12.500</td><td>A / B</td><td></td></tr> <tr><td>13.000 ≈ 6.5 años</td><td>A / B / C</td><td></td></tr> <tr><td>13.500</td><td>A / B</td><td></td></tr> <tr><td>14.000 ≈ 7 años</td><td>A / B / C</td><td></td></tr> <tr><td>15.500</td><td>A / B</td><td></td></tr> <tr><td>15.000 ≈ 7.5 años</td><td>A / B / C</td><td></td></tr> <tr><td>16.500</td><td>A / B</td><td></td></tr> <tr><td>16.000 ≈ 8 años</td><td>A / B / C</td><td></td></tr> <tr><td>16.500</td><td>A / B</td><td></td></tr> <tr><td>17.000 ≈ 8.5 años</td><td>A / B / C</td><td></td></tr> <tr><td>17.500</td><td>A / B</td><td></td></tr> <tr><td>18.000 ≈ 9 años</td><td>A / B / C</td><td></td></tr> <tr><td>18.500</td><td>A / B</td><td></td></tr> <tr><td>19.000 ≈ 9.5 años</td><td>A / B / C</td><td></td></tr> <tr><td>19.500</td><td>A / B</td><td></td></tr> <tr><td>20.000 ≈ 10 años</td><td>A / B / C</td><td></td></tr> </tbody> </table>			Horas de servicio	Tipo Control/Mantenimiento	Fecha de realización, Firma responsable	8.000 ≈ 4 años	A / B / C		8.500	A / B		9.000	A / B		9.500	A / B		10.000 ≈ 5 años	A / B / C		10.500	A / B		11.000 ≈ 5.5 años	A / B / C		11.500	A / B		12.000 ≈ 6 años	A / B / C		12.500	A / B		13.000 ≈ 6.5 años	A / B / C		13.500	A / B		14.000 ≈ 7 años	A / B / C		15.500	A / B		15.000 ≈ 7.5 años	A / B / C		16.500	A / B		16.000 ≈ 8 años	A / B / C		16.500	A / B		17.000 ≈ 8.5 años	A / B / C		17.500	A / B		18.000 ≈ 9 años	A / B / C		18.500	A / B		19.000 ≈ 9.5 años	A / B / C		19.500	A / B		20.000 ≈ 10 años	A / B / C	
Horas de servicio	Tipo Control/Mantenimiento	Fecha de realización, Firma responsable																																																																														
8.000 ≈ 4 años	A / B / C																																																																															
8.500	A / B																																																																															
9.000	A / B																																																																															
9.500	A / B																																																																															
10.000 ≈ 5 años	A / B / C																																																																															
10.500	A / B																																																																															
11.000 ≈ 5.5 años	A / B / C																																																																															
11.500	A / B																																																																															
12.000 ≈ 6 años	A / B / C																																																																															
12.500	A / B																																																																															
13.000 ≈ 6.5 años	A / B / C																																																																															
13.500	A / B																																																																															
14.000 ≈ 7 años	A / B / C																																																																															
15.500	A / B																																																																															
15.000 ≈ 7.5 años	A / B / C																																																																															
16.500	A / B																																																																															
16.000 ≈ 8 años	A / B / C																																																																															
16.500	A / B																																																																															
17.000 ≈ 8.5 años	A / B / C																																																																															
17.500	A / B																																																																															
18.000 ≈ 9 años	A / B / C																																																																															
18.500	A / B																																																																															
19.000 ≈ 9.5 años	A / B / C																																																																															
19.500	A / B																																																																															
20.000 ≈ 10 años	A / B / C																																																																															

 NETCOM <small>RED CORPORATIVA DE SERVICIOS</small>	MANTENIMIENTO DIARIO Y SEMANAL	N°: 0013-22-CJNETCOM V. 00				
EQUIPO: Equipo robotizado shotcretera SPM 4210		Creado: Antony Díaz Medrano Validado: Cristiam Oré				
Nº Máquina	Horas de trabajohoras					
Lugar/Obra						
Responsable de obra						
Operario (Nombre, apellido y firma)						
Nº	Componente	Grupo	Actividad	cada 10 horas de servicio	i.o.k.l X	
				10 otros		
1.	En general	En general	Control visual y funcional de todos los dispositivos de seguridad	•		<input type="checkbox"/>
2.			Control visual del cableado eléctrico	•		<input type="checkbox"/>
3.			Control visual de los niveles de los líquidos (hidráulico, motor, etc...)	•		<input type="checkbox"/>
4.		Depósito de agua	Controlar nivel de agua	•		<input type="checkbox"/>
5.		Luces	Control visual funcionamiento	•		<input type="checkbox"/>
6.	Bomba de Hormigón	Tubo oscilante de hormigón/ Placa de gafas	Control del desgaste	•		<input type="checkbox"/>
7.			Comprobar y ajustar	•		<input type="checkbox"/>
8.		Tubería de transporte/ mangueras	Seguros de los acoplamientos	•		<input type="checkbox"/>
9.			Controlar el grosor de pared	•		<input type="checkbox"/>
10.		Engrase manual	Engrasar (después de limpieza)	•	según rótulo	<input type="checkbox"/>
11.		Engrase automático OPCIÓN	Revisión funcionamiento, Llenar recipiente de grasa	•	según rótulo	<input type="checkbox"/>
12.		Partes en contacto con el hormigón	Control del desgaste	•		<input type="checkbox"/>
13.		Caja de agua	Renovar agua	•		<input type="checkbox"/>

		MANTENIMIENTO DIARIO Y SEMANAL			N°: 0013-22-CJNETCOM V. 00	
EQUIPO: Equipo robotizado shotcretera SPM 4210					Creado: Antony Díaz Medrano	
					Validado: Cristiam Oré	
N°	Componente	Grupo	Actividad	cada 10 horas de servicio		ok. X
				10	otros	
14.	Brazo manipulador	Cabezal	Lubricar	•		<input type="checkbox"/>
15.		Tubería de transporte/mangueras	Seguros de los acoplamiento	•		<input type="checkbox"/>
16.			Controlar el grosor de pared	•		<input type="checkbox"/>
17.		Guías	Controlar las guías de deslizamiento	•		<input type="checkbox"/>
18.		Mangueras hidráulicas	Verificar las fugas de las atornilladuras hidráulicas y las mangueras	•		<input type="checkbox"/>
19.		Soportes de mangueras	Verificar los soportes de las mangueras	•		<input type="checkbox"/>
20.	Sistema hidráulico	Parte hidráulica	Comprobar nivel de aceite hidráulico	•		<input type="checkbox"/>
21.			Control visual de la tubería (daños/fugas)	•		<input type="checkbox"/>
22.		Filtros de aceite	Controlar la indicación de suciedad del filtro	•		<input type="checkbox"/>
23.	Sistema aire-agua-aditivo	Bomba de aditivo	Comprobar la conexión de la manguera	•		<input type="checkbox"/>
24.			Comprobar el nivel de aceite de la carcasa y rellenar si es necesario	•		<input type="checkbox"/>
25.			Después de cada uso limpiar la bomba y el circuito con agua	•		<input type="checkbox"/>
26.	Chasis	Motor diésel	Aceite del cárter (Verificar)	•		<input type="checkbox"/>
27.			Líquido refrigerante (Verificar)	•		<input type="checkbox"/>
28.			Filtro de aire (Limpiar/ cambiar)	•	según necesidad	<input type="checkbox"/>
29.	Frenos	Comprobar el nivel	•		<input type="checkbox"/>	
30.	Compresor	Compresor	Comprobar nivel de aceite	•		<input type="checkbox"/>
31.			Comprobar indicaciones del panel	•		<input type="checkbox"/>
32.	Enrollacables	Cable	Comprobar estado (Reparar)	•		<input type="checkbox"/>
33.	Brazo distribuidor	Brazo	Comprobar nivel de aceite hidráulico	•		<input type="checkbox"/>
34.			Comprobar mangueras, uniones, etc.	•		<input type="checkbox"/>

		MANTENIMIENTO EXCEPCIONAL		N°: 0013-22-CJNETCOM V. 00	
EQUIPO: Equipo robotizado shotcretera SPM 4210				Creado: Antony Díaz Medrano	
				Validado: Cristiam Oré	
N° Máquina		Horas de trabajohoras		
Lugar/Obra					
Responsable de obra					
Operario (Nombre, apellido y firma)					

N°	Componente	Grupo	Actividad	cada 500 horas de servicio		i.o.k! X
				500	otros	
1.	Bomba de Hormigón	Tubo oscilante de hormigón/ Placa de gafas	Comprobar el par de apriete de los tornillos de la biela	•		<input type="checkbox"/>
2.	Brazode proyección	Torreta del brazo	Comprobar los tornillos de la corona giratoria	•		<input type="checkbox"/>
3.		Reductora	Cambio de aceite del engranaje del mecanismo de giro	•		<input type="checkbox"/>
4.	Sistema hidráulico	Parte hidráulica	Cambio de aceite	•	tras el análisis de aceite	<input type="checkbox"/>
5.		Filtros de aceite	Cambiar cartucho filtrante de aspiración	•	según necesidad	<input type="checkbox"/>
6.	Sistema aire-agua-aditivo	Bomba de aditivo	Limpie el ventilador y los refrigeradores del motor eléctrico con un cepillo	•		<input type="checkbox"/>
7.			Comprobar el apriete de fijación	•		<input type="checkbox"/>
8.			Limpieza interna (con producto limpiador compatible) y con una bola de esponja	•		<input type="checkbox"/>
9.			Comprobar la estanqueidad de la cubierta	•		<input type="checkbox"/>
10.	Chasis	Motor diésel	Aceite del cárter (Cambiar)	•	según necesidad	<input type="checkbox"/>
11.			Filtro de gasoil (Cambiar)	•	según necesidad	<input type="checkbox"/>

APLICACIÓN DE CICLO DE DEMING PARA MEJORAR
 LA PRODUCTIVIDAD EN LA REPARACIÓN DE EQUIPOS
 SHOTCRETERAS DE LA EMPRESA CJ NETCOM S.A.C.

		MANTENIMIENTO EXCEPCIONAL		N°: 0013-22-CJNETCOM V. 00		
EQUIPO: Equipo robotizado shotcretera SPM 4210				Creado: Antony Díaz Medrano Validado: Cristiam Oré		
N°	Componente	Grupo	Actividad	cada 500 horas de servicio		[o.k.] X
				500	otros	
12.	Enrollacables	General	Comprobar el apriete de las uniones roscadas	•		<input type="checkbox"/>
13.			Comprobar las conexiones eléctricas	•		<input type="checkbox"/>
14.		Colector	Comprobar que las escobillas están en su guía	•		<input type="checkbox"/>
15.			Limpiar colector eléctrico, cambiar junta	•		<input type="checkbox"/>
16.	Filtro de partículas DCF2	Filtro	Limpeza del filtro (poco sucio)	•		<input type="checkbox"/>