UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA DE MINAS

OPTIMIZACION DE LA DISPONIBILIDAD DE EQUIPOS DE LA PLANTA DE CHANCADO MEDIANTE LA APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS ESTADISTICAS EN LA UNIDAD MINERA CUAJONE SPCC

INFORME DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

PRESENTADO POR:

JOEL DAVID GIL CAHUANA

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO DE MINAS

MOQUEGUA – PERU

2021

UNAM
UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS

UNAM SECRETARIA GENERAL

Folio N° 013

ACTA DE SUSTENTACIÓN

I. Modalidad:

Tesis : [ ]

Trabajo de Suficiencia Profesional : [X]

Otro: ..... : [ ]

II. Documento de aprobación para la sustentación:
RESOLUCION DE FACULTAD Nº 005-2021-FACIA-UNAM

Fecha: 22-07-2021

III. El Jurado ha dictaminado la (el) INFORME DE SUFICIENCIA PROFESIONAL, TITULADO: "OPTIMIZACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD DE EQUIPOS DE LA PLANTA DE CHANCADO MEDIANTE LA APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS ESTADISTICAS EN LA UNIDAD MINERA CUAJONE SPCC."

Bachiller: JOEL DAVID GIL CAHUANA

Asesor Principal: DR. MARCOS LUIS QUISPE PÉREZ

Co-Asesor : .....

IV. Se dictamina:

Como: APROBADO por UNANIMIDAD la sustentación de manera:

Presencial [ ] Virtual [X]

Con nota: QUINCE (15) por lo que; Sí [X] No [ ]

Opta el Título Profesional de INGENIERO DE MINAS.

Siendo las 10:12 horas, del 29 de JULIO del año 2021 se procede con la firma en conformidad de lo dictaminado por el Jurado.

Presidente
JORGE LUIS TOMAS FLOREZ SOLIS
(Nombres y Apellidos)

Primer Miembro
BERTHA SILVANA VERA BARRIOS
(Nombres y Apellidos)

Segundo Miembro
JESUS ANTONIO DURAN ESTUDO
(Nombres y Apellidos)

Bachiller
JOEL DAVID GIL CAHUANA
(Nombres y Apellidos)

DEDICATORIA

Dedico este informe a mis Padre Francisco Gil y a mi madre Paula Cahuana por mostrarme el camino hacia la superación, por enseñarme que con esfuerzo y dedicación todo se consigue.

A mi amada esposa Andrea y a mis hijos Camila y Josué por ser fuente de motivación y por brindarme, amor, cariño y comprensión en todo mi proceso profesional y personal.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de Moquegua quien me dio la bienvenida en tiempos difíciles, colaborando a mi desarrollo y otorgándome copiosos conocimientos a través de mis maestros, jurados y asesor de este informe.

Agradezco también a la empresa IMCO SERVICIOS SAC, lugar donde inicié mi desarrollo profesional y para la cual tengo gratos momentos de superación, a mis colaboradores en la Unidad minera Cuajone, quienes han enriquecido el trabajo que he venido realizado en todos estos años.

RESUMEN

El presente informe tiene como objetivo optimizar la disponibilidad de los equipos analizando los tiempos de intervención de la planta de chancado secundario, de esta manera poder dar un instrumento que permita reducir el número de fallos que presenta dicho proceso, a partir de la aplicación herramientas estadísticas y capacitación del personal en trabajo seguro.

Para el desarrollo de la presente investigación se emplea un análisis de variables cuantitativas, a través de la recolección de información, donde se recopiló información histórica acerca de la duración de los procesos en estudio. Finalmente, mediante el análisis de estadística descriptiva se desarrolló el análisis cuantitativo al utilizar herramientas estadísticas que permiten analizar la información del proceso y de esta manera alcanzar el objetivo principal de la investigación.

Como resultado de analizar el proceso se detectaron los principales factores que incrementaron la duración del tiempo total de equipo detenido de los equipos de la planta de Chancado, debido a que son el mayor tiempo de intervención de los equipos superando a lo programado, así como también el nivel de expertise de los técnicos, y la alta demanda de avisos por mantenimiento debido a una mala calidad de los trabajos.

En base a estos hallazgos, se propone programar los trabajos semanales de una manera más equitativa, teniendo un máximo de 12 intervenciones de equipo por día. Como mecanismo de control, se propone desarrollar un mecanismo sistema de Control de Tiempos y capacitación del personal de los diferentes equipos de la planta de chancado para que los técnicos puedan adquirir más experiencia, Por otro lado, se propone mejorar y capacitar a todo el personal en los procedimientos de trabajo seguro e implementar el comité táctico de seguridad. En adición, se deben generar planes contra cíclicos afín de mantener una calidad y trabajo constante.

PALABRAS CLAVE: *Optimización, disponibilidad, capacitación del personal, trabajo seguro, herramientas estadísticas.*

ABSTRACT

The objective of this report is to optimize the availability of the equipment by analyzing the intervention times of the secondary crushing plant, in order to develop an improvement proposal that allows to reduce the number of failures that this process presents, from the application of statistical tools and training of personnel in safe work.

For the development of this research, a qualitative analysis is used, through the collection of information through interviews with key personnel of the organization and the client. In addition, historical information about the duration of the processes under study is collected. Finally, quantitative analysis is developed by using statistical tools that allow to analyze the information of the process and thus achieve the main objective of the research.

As a result of analysis of the process it is detected that the major causes that directly affect the increase of the duration of the total time of team arrested the equipment of the plant Crushing is the greatest time of intervention of the teams exceeding the schedule, as well as the level of expertise of the technicians, and the high demand of reminders for maintenance due to a poor quality of work.

Based on these findings, it is proposed to schedule weekly work in a more equitable way, having a maximum of 12 team interventions per day. As a control mechanism, it is proposed to develop a mechanism Control system of Times and training of the personnel of the various plant equipment crusher for technicians to be able to acquire more experience, on the other hand, aims to improve and train all personnel in the safe work procedures and implement the committee on tactical security. In addition, counter-cyclical plans should be generated to maintain consistent quality and work.

KEY WORDS: *Optimization, availability, staff training, safe work, statistical tools.*

ÍNDICE

DEDICATORIA……3
AGRADECIMIENTO……4
RESUMEN ……5
ABSTRACT …….. 6
INTRODUCCIÓN……11
CAPÍTULO I: DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA ……12
1.1 Trayectoria del Autor ……12
1.2 Descripción de la Empresa……14
1.2.1 Datos Generales de la Empresa……15
1.2.2 Localización ……15
1.2.3 Planeación Estratégica……16
1.2.4 Políticas de Trabajo……16
1.2.5 Infraestructura……18
1.3 Organización ……20
1.4 Áreas y funciones desempeñadas……22
CAPÍTULO II: ANALISIS DEL ESTADO SITUACIONAL Y OBJETIVOS PROPUESTOS……25
2.1 Descripción de la realidad problemática ……25
2.2 Objetivo general ……27
2.2.1 Objetivo específico ……27
CAPÍTULO III: DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD……28
3.1 Actividad 1: Mediciones con estadística descriptiva- Determinación de problemas ……30
3.1.1 Histograma……30
3.1.2 BoxPlot……32
3.1.3 Gráfica de control……34
3.1.4 Análisis de capacidad……36
3.2 Actividad 2: Gestión de Seguridad y Riesgo Laboral ……37
3.2.1 Desarrollo y Análisis de la Planificación……37
3.2.2 Participación de la Supervisión……38
CAPÍTULO IV: VIABILIDAD ……39
4.1 Alcance ……39
4.2 Análisis de la Situación……40
4.2.1 Situación del Sector Metalmecánico en el ámbito mundial ……40
4.2.3 Análisis del entorno ……41
4.2.4 FODA……41

4.3 Definición de Requisitos 42
4.4 Determinación del enfoque 43
4.4.1 Determinación de causas 43
4.4.1 Alternativas de Solución 45
4.5 Evaluación de viabilidad del Proyecto 46
4.5.1 Costos del proyecto elegido 46
4.5.2 Costes fijos, generales o de periodo 47
4.5.5 Análisis de costos por alternativa 49
4.5.6 Análisis de costo beneficio 51
CAPÍTULO V: RESULTADOS ESPERADOS 53
5.1 Mejoramiento de la disponibilidad de los equipos de la planta de chancado…. 53
5.2 Eficacia de los métodos estadísticos en la minería para realizar un control estricto en la reducción de tiempos muertos 56
5.2.1 Gráfico de tiempos de paradas de planta 57
5.2.2 Prueba de comparaciones múltiples 58
5.3 Minimización de errores, valoración de calidad y mejora de la eficiencia y producción mediante los diagramas Pareto y causa-efecto 60
5.3.1 Análisis de Ishikawa 60
5.3.2 Análisis Pareto 63
5.4 Incremento de la disponibilidad de equipos mediante la identificación, análisis y corrección de puntos críticos 69
5.4.1 Identificación y priorización de Variables que causan el problema general….. 69
5.4.2 Corrección de puntos críticos a través de propuestas de mejoras 70
5.4.3 Sostenibilidad de la propuesta 73
5.5 Frecuencia relativa por año de las paradas de equipo mediante el control de las operaciones 73
5.5.1 Frecuencia relativa vs la disponibilidad de equipos 73
5.5.2 Control de las operaciones futuras de tiempos por parada de equipo .. 75
5.6 Reducción de incidentes y accidentes 76
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 80
6.1 Conclusiones 80
6.2 Recomendaciones 82
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 83
ANEXOS 85

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Plano de Ubicación de la empresa IMCO Servicios SAC 15
Figura 2. Infraestructura IMCO Servicios S.A.C. 19
Figura 3. Organigrama General IMCO Servicios S.A.C. 20
Figura 4. Organigrama Gerencia de Operaciones 21
Figura 5. Histograma Horas de Trabajo de Intervención de Equipos 30
Figura 6. Histograma de Horas de Trabajo 31
Figura 7. BoxPlot Tiempo de Equipo Detenido 32
Figura 8. Resumen estadístico de horas de trabajo de mantenimiento preventivo 33
Figura 9. Prueba de normalidad de la variable horas de trabajo de mantenimiento preventivo 34
Figura 10. Grafica de control variable horas de trabajo o tiempo de reparación 35
Figura 11. Informe de capacidad del proceso de detención del equipo 36
Figura 12. Diagrama Ishikawa 43
Figura 14. Disponibilidad Anual Años 2014-2019 53
Figura 15. Parada de equipos por tipo de mantenimiento Año 2014-2019 55
Figura 16. Variación de disponibilidad Anual 2014-2020 56
Figura 17. Gráfico de tiempos de paradas de planta Años 2014-2020 58
Figura 18. Gráfica de caja de tiempo 59
Figura 19. Diagrama de Ishikawa sobre baja disponibilidad de planta de chancado. 61
Figura 20. Análisis de Pareto Año 2014 65
Figura 21. Análisis de Pareto Año 2015 65
Figura 22. Análisis de Pareto 2016 66
Figura 23. Análisis de Pareto Año 2017 66
Figura 24. Análisis de Pareto Año 2018 67
Figura 25. Análisis de Pareto Año 2019 67

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Datos Generales IMCO Servicios S.A.C 15
Tabla 2. Número de Plantas Industriales por área 18
Tabla 3. Contratas en Southern que realizan mantenimiento en la Unidad Minera Cuajone 41
Tabla 4. Análisis FODA 42
Tabla 5. Indicadores e índices para elaborar 43
Tabla 6. Tabla de Ingresos Mensuales por la prestación de los cuatro servicios 46
Tabla 7. Costes Variables mensuales de la Empresa IMCO SERVICIOS S.A.C 47
Tabla 8. Cuadro de costos fijos mensuales IMCO SERVICIOS S.A.C 48
Tabla 9. Resumen de costo alternativa 1 49
Tabla 10. Resumen de costo alternativa 2 50
Tabla 11. Resumen de costo alternativa 3 50
Tabla 12. Resumen de costo alternativa 4 51
Tabla 13. Resumen de indicadores vs alternativas de solución 51
Tabla 14. Distribución de tiempo de la Planta de Chancado 55
Tabla 15. Análisis de Varianza Año 2020 57
Tabla 16. Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95% 58
Tabla 17. Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95% 64
Tabla 18. Análisis modal de fallos y efectos potenciales 69
Tabla 19. Distribución semanal promedio de equipos atendidos 71
Tabla 20. Frecuencia relativa vs disponibilidad 74
Tabla 21. Indicador 1: Tiempo Promedio del mantenimiento 75
Tabla 22 Indicador 2: Tiempo Máximo Promedio del mantenimiento por día 75
Tabla 23. Indicador 1: Tiempo Promedio del mantenimiento 76
Tabla 24. Resumen: Condiciones Sub-Estándar 2019 76
Tabla 25. Resumen: Condiciones Sub-Estándar 2020 77
Tabla 26. Resumen: Actos-Estándar 2019 78
Tabla 27. Resumen: Actos-Estándar 2020 79

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo consiste en exponer la labor en la empresa IMCO Servicios S.A.C para con su cliente Southern Perú en la unidad minera de Cuajone, donde se considera los datos generales de la institución, sus actividades principales, una breve reseña histórica, un organigrama, visión y misión, una descripción donde se realizaron las actividades profesionales y la descripción del cargo.

IMCO Servicios S.A.C realiza sus actividades bajo un contrato en la modalidad de Outsourcing, realizando trabajos de control, monitoreo, programación y mantenimiento de los equipos de la planta de Chancado secundario, sin tener un método de control y seguimiento, incurriendo frecuentemente en paradas de planta por fallos a equipos disminuyendo la disponibilidad y por ende la productividad de la planta.

Para garantizar y maximizar la disponibilidad de los equipos en la cual cubre su contrato, se realizó el análisis de datos históricos y uso estadístico de procesos, la programación y control tienen como objetivos establecer y hacer seguimiento del cumplimiento de los estándares de disponibilidad de los equipos de la planta de chancado de su cliente Southern Perú.

La elaboración de este trabajo de suficiencia busca mejorar la gestión de las operaciones e implementar herramientas de gestión con la finalidad de mejorar los tiempos de intervención de los equipos de la planta de chancado y así mejorar la disponibilidad de los equipos y satisfacer las necesidades de nuestro cliente.

CAPÍTULO I: DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

1.1 Trayectoria del Autor

En la actualidad me desempeño como residente de IMCO Servicios SAC en la unidad operativa de Cuajone con nuestro cliente Southern Perú administrando un contrato bajo la modalidad de Outsourcing en las áreas de concentradora y mina, anteriormente me desempeñe con el cargo de supervisor de operaciones en IMCO Servicios SAC la cual se detalla a continuación:

AGOSTO 2016 – ENERO 2019
IMCO Servicios S.A.C. – Supervisor de Operaciones
Cuajone – Toquepala - Southern Perú
Área: Concentradora – Mina

Durante este periodo me encargue de las operaciones, programación, control y monitoreo de los equipos de chancado primario, chancado secundario, HPGR, molinos y faja overland teniendo a mi cargo un total de 5 supervisores de mantenimiento para las distintas áreas, recolectando información histórica de los equipos de los libros de trabajo de IMCO Servicios SAC y del sistema SAP de SPCC para luego analizarlos y detectar las posibles causas que no son visibles a simple vista; los datos fueron ingresados a una base de datos y actualizados diariamente; se implementó un programa de planeamiento y recopilación de datos, ya que no se contaba con ningún sistema de gestión y todas las actividades se realizaban empíricamente a criterio del personal, los resultados se representaron y se analizaron determinando la criticidad de los equipos optimizando y priorizando la reducción de los tiempos en la ejecución de los trabajos, también se realizó un plan de monitoreo y seguimiento de los equipos para prevenir futuras fallas implementando un sistema de control de procesos y tableros de mando; también se propuso y mejoro nuevos procedimientos de trabajo con el consiguiente entrenamiento del personal; para lograr todos los objetivos y metas establecidas se procedió a entrenar a todo el personal supervisor y obrero en la importancia de un sistema de control de procesos para la mejora de los trabajos y aumento de la disponibilidad de los equipos.

También participe en trabajos de cambio de forros en molinos y chancador primario en la unidad minera de Toquepala, igualmente teniendo la responsabilidad de entregar a tiempo el termino de los trabajos de los equipos intervenidos por parte de nuestra empresa.

OCTUBRE 2019 - ACTUALIDAD
IMCO Servicios S.A.C. - Residente
Cuajone – Southern Perú
Área: Concentradora - Mina

En este periodo tengo la responsabilidad de asegurar eficientemente el planeamiento, programación y control de la ejecución de los trabajos, proyectos y servicios nuevos; administrando el contrato de mantenimiento en la modalidad de outsourcing en el área de concentradora y faja overland por servicios; así como el control de la calidad y todo lo relacionado con la ejecución de los trabajos, brindando un adecuado y oportuno soporte operativo, a los trabajos y a nuestro cliente SPCC de acuerdo con las normas y procedimientos establecidos por el área de planificación de SPCC y el sistema de Gestión de seguridad Prosesa; se continuo con la recolección de datos históricos de los equipos la cual se dejó de ingresar a la base de datos del sistema de gestión de planeamiento perdiéndose la continuidad de todo lo logrado.

Se procedió a entrenar a todo el personal ya que se contaba con personal nuevo para reestablecer las metas como organización, planificación y seguimiento en la ejecución de todos los trabajos dentro de nuestra área de ejecución del contrato de servicio, también se procedió a certificar a todo el personal que operaba equipos de SPCC como grúas puentes, manipulador de forros para molinos y camiones grúa; también se realizó el seguimiento diario de la planificación de los trabajos, reportando periódicamente información al área de planeamiento de SPCC.

En la parte de gestión de seguridad Prosesa, se actualizo y modifico los pasos de los procedimientos de trabajo de acuerdo con el cumplimiento del D.S. 024-2016-EM.

1.2 Descripción de la Empresa

La empresa de Ingeniería, Mantenimiento y Construcción S.A.C (IMCO Servicios S.A.C) fue fundada en la ciudad de Arequipa el 20 de junio del 2006 por el Grupo Cabanillas debidamente, con el objetivo de realizar trabajos en ingeniería y proyectos, fabricación de maquinaria, estructuras metálicas, montaje, obras civiles, mantenimiento industrial y minero en la modalidad OUT SOURCING.

Al inicio de sus operaciones En aquellos años inicia sus operaciones en servicios de maestranza y mantenimiento industrial, siendo su principal cliente SID SUR S.A. hoy ALICORP S.A., al igual que las diferentes empresas del parque industrial, llámese INCATOPS, MolyCop, Corporación Aceros Arequipa, Corporación Cervesur (Embosur), etc.

Con esfuerzo y perseverancia, el grupo Cabanillas, aprovecho las oportunidades que se le presentaba logrando así ingresar al sector minero, teniendo como clientes a: Sociedad Minera Cerro Verde S.A., Southern Perú Copper Corporation, Xstrata Tintaya, MMG Las Bambas, Glencore Antapaccay, Shoughang Hierro Perú, Minera Chinalco, Nexa Resources, Compañía de Minas Buenaventura, Yura, Polysius y en el último año logrando ingresar al ámbito internacional en el sector minero de Chile y Bolivia. brindando servicios de Elaboración y ejecución de proyectos de gran envergadura, mantenimiento y fabricaciones de estructuras metálicas, cumpliendo con altos estándares de los clientes tanto en el servicio mismo como en los estándares de seguridad y medio ambiente que exigen los clientes.

1.2.1 Datos Generales de la Empresa

La empresa se encuentra registrada en registros públicos a continuación se presenta los datos de la empresa como contribuyente para la SUNAT.

Tabla 1. *Datos Generales IMCO Servicios S.A.C*

DATOS	DESCRIPCIÓN
Razón Social:	Ingenieria Mantenimiento y Construcción S.A.C
Nombre Comercial:	IMCO Servicios S.A.C
RUC:	20454276761
Domicilio Fiscal:	Car. Vía de Evitamiento KM. 3 PT. Zamacola Arequipa - Arequipa – Cerro Colorado
Actividad Económica:	Actividad de Tipo de Servicio NCP
Representante Legal:	Lorenzo Manuel Cabanillas Cabrera

Fuente: Elaboración propia

1.2.2 Localización

IMCO SERVICIOS S.A.C se encuentra ubicada en Car. Vía de Evitamiento Km. 3 Pt. Zamacola Cerro Colorado, Arequipa, la planta se ubica al frente del grifo Gamarra y a la altura del camal Don Goyo.

Figura 1. *Plano de Ubicación de la empresa IMCO Servicios SAC*



Fuente: Internet URL: Google Earth.

1.2.3 Planeación Estratégica

IMCO Servicios S.A.C dedica su actividad empresarial a atender los requerimientos de fabricación de maquinaria, estructuras metálicas, montajes, ejecución de proyectos, soluciones de ingeniería y mantenimiento integral de la industria extractiva de mineral y el sector industrial en general.

Misión. Ser la empresa de Servicios Múltiples, líder en el Perú que contribuya al desarrollo del sector industrial, minero y construcción, con proyección internacional dando productos de alta Calidad con reconocimiento de nuestros clientes y en beneficio de nuestra comunidad.

Visión. Ofrecer a nuestros clientes productos y servicios de alta calidad, que solucionen sus problemas y satisfagan sus necesidades, cumpliendo los estándares internacionales en todas nuestras operaciones, sobresaliendo nuestra responsabilidad, capacidad profesional y competencia.

1.2.4 Políticas de Trabajo

Política de Calidad. IMCO SERVICIOS es la organización Metalmecánica líder en el sur del Perú, que contribuye al desarrollo de la industria, minería y construcción comprometidos en dar un servicio con estándares de calidad y seguridad que superen las exigencias del cliente. Para ello contamos con personal calificado y equipos de tecnología, respaldados con un sistema de gestión de la Calidad que permita la mejora continua de nuestros procesos para incrementar nuestra eficacia

Política de Seguridad. En IMCO Servicios S.A.C, tenemos como objetivo prioritario conducir nuestras actividades protegiendo la integridad física y la salud, de nuestro personal y la de terceros a través de la formación de una cultura que adopte la seguridad como un valor primario, logrando al mismo tiempo una adecuada conservación del medio ambiente. Esta determinación sustentada por el compromiso de nuestra Gerencia y personal en el convencimiento que:

- Todo incidente, lesión y enfermedad ocupacional puede prevenirse, con un sistema de gestión que enfoque su actuar en la minimización de actos y condiciones Subestándar.

- Las prácticas seguras, son responsabilidad de todos y de cada uno de los integrantes del personal de la empresa.
- Cumplir con leyes, normas y regulaciones de S&SO internas y externas nos ayudara a mejorar nuestros estándares.
- El entrenamiento y la capacitación forman la base para mejorar en forma continua nuestras actividades, la seguridad de estas y su relación con el medio ambiente.
- IMCO Servicios S.A.C. está comprometida en implantar planes, programas que evidencien el ciclo de mejora continua.
- Planificar soluciones compatibles con los Riesgos asociados a nuestras actividades conforme a normas, leyes y procedimientos estándar comprobados.
- Implementar y asignar recursos para la ejecución de lo planeado.
- Hacerle seguimiento y acción correctiva a lo planeado, a través de la medición de los resultados derivados de inspecciones, auditorias, etc.
- Documentar soluciones y estandarizar el mejoramiento, para aplicarlos en posteriores actividades.
- Nuestra política está elaborada de acuerdo con el DS 046-2001, DS 009-2005 y OHSAS 18001.

Política Ambiental. IMCO Servicios S.A.C, tenemos como objetivo conducir nuestras actividades protegiendo el medio ambiente dentro y fuera del ámbito de Producción a través de la formación de una cultura que este comprometida con la conservación del medio ambiente, guiando su accionar mediante los siguientes compromisos:

- Mantener un Sistema de Gestión Ambiental que nos ayude a diseñar, planificar, construir y operar nuestras actividades para prevenir la contaminación.
- Implementar programas que nos ayude a mejorar continuamente nuestro desempeño ambiental.
- Cumplir las normas, reglamentos y otras obligaciones de protección ambiental aplicadas a nuestras actividades.
- Utilizar eficientemente los recursos, mejorar la disposición de los desechos y emisiones. Propiciar la reducción, reutilización y reciclaje de los residuos.

- Elevar el nivel de responsabilidad de nuestros trabajadores, proveedores y la comunidad circundante al Centro de Producción, mediante el desarrollo e implementación de programas de sensibilización y participación.

1.2.5 Infraestructura

La empresa posee un taller de maestranza con equipos como guillotina, plegadoras, dobladoras de tubo, taladros magnéticos, tornos universales, tornos verticales, fresadoras entre otros propios de la labor.

También cuenta con un taller con equipos computarizados de corte de perfiles y plancha de acero. Dispone de una nave industrial completamente equipada con puente grúa de alta capacidad y un área de trabajo la cual se distribuye de la siguiente manera:

- Área de Maestranza con 6 000 m^2
- Área de Estructuras con 5 000 m^2
- Área de Preparado de Superficies con 2 000 m^2
- Área de Pintura con 3 000 m^2
- Área de Almacenaje con 2 000 m^2
- Áreas Administrativas con 1400 m^2

Además, cuenta con oficinas administrativas donde se ubican los departamentos de contabilidad, Oficina técnica, logística, Proyectos, Presupuestos, Recursos humanos.

La capacidad de operación de producción planta por mes = 600 toneladas métricas, capacidad de pintado por mes = 1800 m2, las cuales se encuentran dentro de nuestras plantas industriales.

Tabla 2. *Número de Plantas Industriales por área*

INMUEBLE	UBICACIÓN	ÁREA
Planta Industrial N° 1	Vía de Evitamiento Km 3 – Cerro Colorado	32,000 m^2
Planta Industrial N° 2	Variante Uchumayo	6000 m^2
Planta Industrial N° 3	Vía de Evitamiento Km 6 – Cerro Colorado	20,000 m^2
Planta Industrial N° 4	Calle Chicago 404 – Apima	2000 m^2

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 2. *Infraestructura IMCO Servicios S.A.C.*



Fuente: Internet URL: Google Earth

1.3 Organización

Figura 3. *Organigrama General IMCO Servicios S.A.C.*

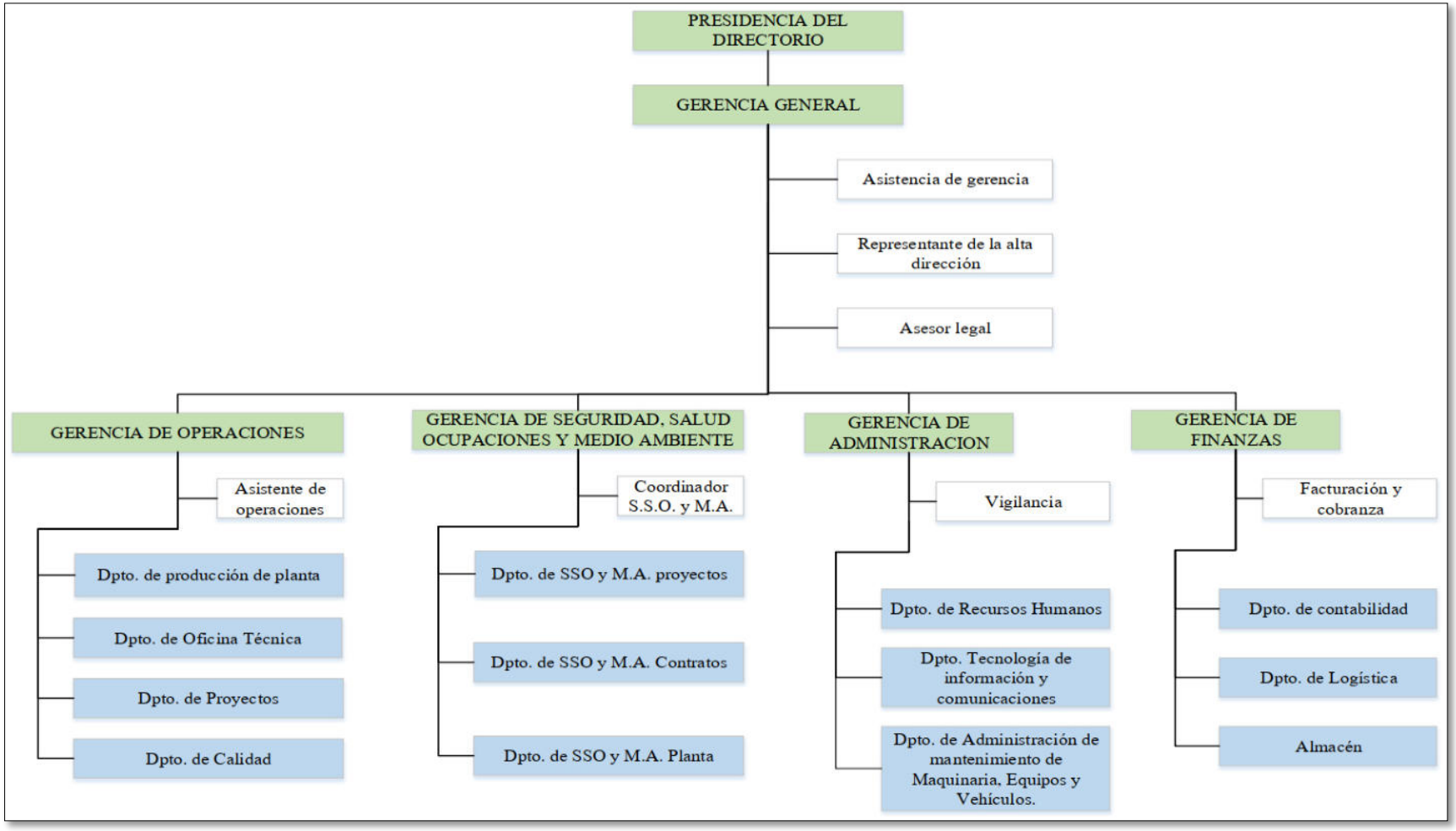
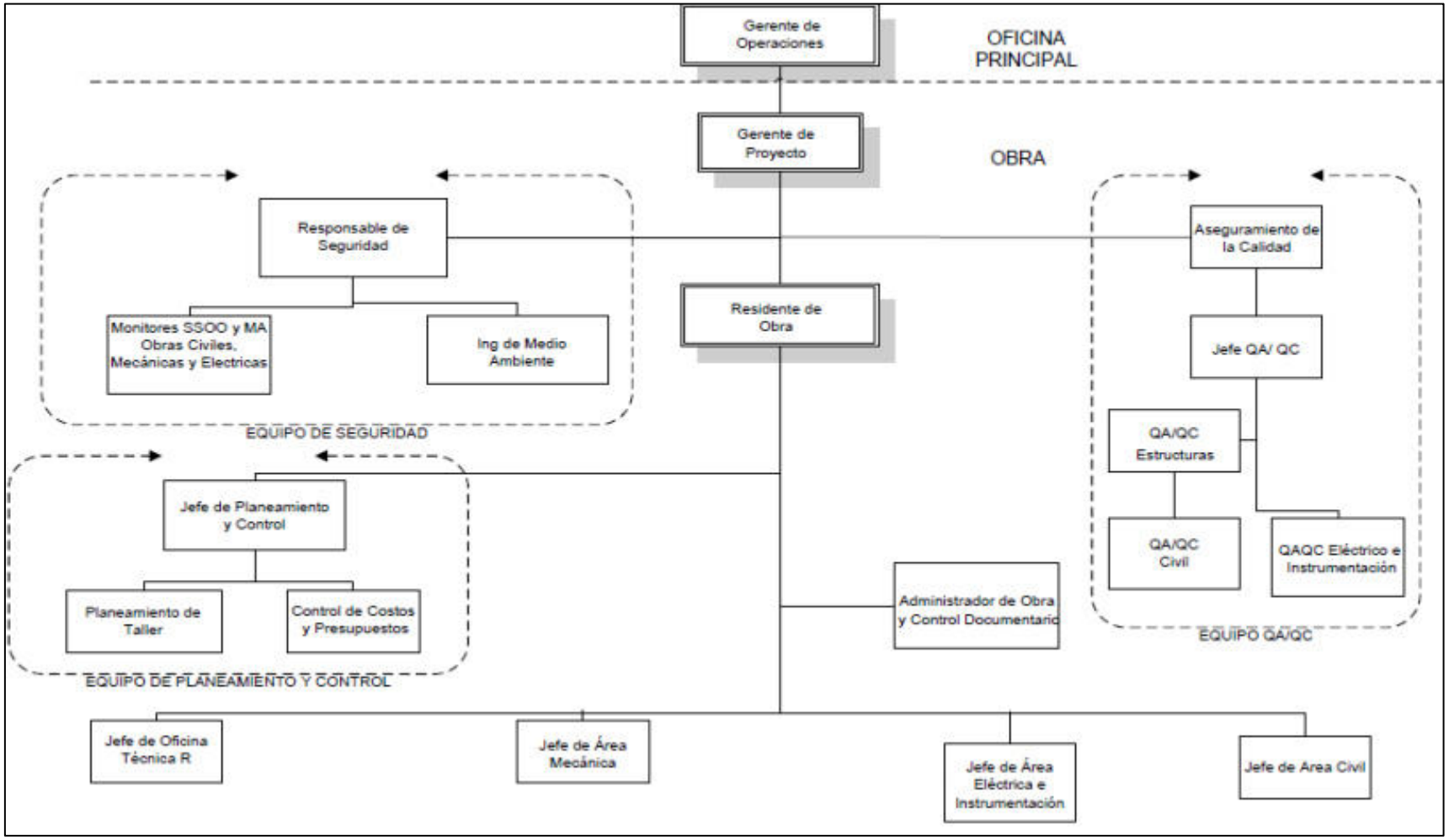


Figura 4. *Organigrama Gerencia de Operaciones*



1.4 Áreas y funciones desempeñadas

Al iniciar mis labores en la empresa IMCO SERVICIOS SAC, me desempeñé como Supervisor de Operaciones en el área de concentradora Mina de la unidad minera Cuajone, realizando las siguientes funciones:

- Asegurar el cumplimiento del D.S. 024-2016-EM y los reglamentos internos de SPCC.
- Verificar y analizar que se haya dado cumplimiento a la identificación de peligros evaluación y control de riegos realizada por los trabajadores en su área de trabajo, a fin de eliminar o minimizar los riegos.
- Coordinar con el administrador de contrato para definir trabajos previos a mantenimiento.
- Coordinar con el supervisor de seguridad para el cumplimiento de estándares y procedimientos.
- Elaborar, planificar, programar y controlar los trabajos de mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo de los equipos y maquinaria de la empresa.
- Registrar y documentar la reparación de los equipos a través de la emisión de informes técnico y OTS, y realizar el control de las OTS generadas.
- Analizar y evaluar la información procedente de las áreas de mantenimiento y operaciones, información técnica de taller y adecuarlo al plan de mantenimiento.
- Controlar la ejecución del mantenimiento preventivo y correctivo de equipos, según programación.
- Tramitar requisiciones de materiales de mantenimiento y reparaciones con el área de planeamiento SPCC.
- Ingresar al sistema SAP los trabajos ejecutados en todas la OTS realizadas de forma diaria.
- Preparar informes a la Residencia y Supervisión de Compañía, referente a las actividades realizadas, durante la guardia.

En la actualidad me desempeño como residente encargado coordinador general de las operaciones de mantenimiento, planeamiento, programación y control de proyectos y servicios de la empresa IMCO Servicios S.A.C en la unidad minera de Cuajone, desempeñándome en las siguientes funciones:

- Responsable del desempeño y resultados económicos, operativos y de Seguridad de la unidad minera en cual opero.
- Abarcar en su totalidad el Plan a desarrollar en la ejecución desde la Pre-Ejecución y Post ejecución optimizando la gestión de recursos cumpliendo con las especificaciones técnicas y las normas de seguridad. Revisar el Manpower con el área de planificación asignando los recursos adecuados para la ejecución del servicio.
- Revisar y validar los procedimientos escritos de trabajo relacionados a las actividades que se deben ejecutar.
- Revisar y validar el Gantt del servicio y revisar recursos antes del inicio del servicio en coordinación con el área de planeamiento para controlar las actividades a realizar (Cantidad de personal y costos de actividades).
- Elaborar el Informe ejecutivo al cierre del servicio.
- Coordinar y supervisar con el personal a mi cargo haciendo que el trabajo sea el adecuado de acuerdo con los lineamientos de IMCO Servicios S.A.C.
- Responsable de los Tareos, permisos y compensaciones.
- Coordinar la atención de forma inmediata cualquier evento no deseado, relacionado a la calidad, seguridad, salud o medio ambiente a su jefe inmediato de forma verbal, escrita u otro medio.
- Garantizar el cumplimiento de las labores del día en base al plan de planificación y al avance de este y reportar a superintendencia del Cliente Minero.
- Elaborar el plan de trabajo para cada servicio incluyendo cronograma de ejecución, lista de materiales, equipos, personal y otros. Mantener la adecuada comunicación con el representante del Cliente.
- Responsable total de la correcta ejecución del servicio.
- Participar de la difusión y seguimiento de los planes de acción establecidos en materia del SSOMA y PROSESA del sistema de gestión del cliente.
- Participar y definir planes de acción en la investigación de los incidentes que sucedan durante la ejecución de los trabajos a su cargo.
- Comunicar a los Supervisores a cargo los posibles cambios en el alcance de los trabajos previos, al inicio y durante su ejecución de estos para la evaluación de los costos peligros y riesgos.
- Promover el mejoramiento continuo del proceso con visión de negocio en el equipo de trabajo.

- Además de mis funciones tengo la responsabilidad de:
- Coordinar con el cliente SPCC la generación, programación, dirección y coordinación del plan operativo, estipulando resultados, plazos, recursos y personal responsable.
- Organizar, planificar, realizar seguimiento y supervisar la ejecución de todos los trabajos dentro del área, en un ciclo de producción programado, garantizando que todos los individuos de los equipos a cargo cumplan con las tareas asignadas y las especificaciones establecidas en el sistema de calidad.
- Crear una labor de equipo con los operadores a su cargo, referidos en el organigrama, traduciendo las políticas y estrategias de la empresa en acciones concretas que puedan ser interpretadas claramente por los líderes de grupo.
- Seguimiento diario de la planificación de los trabajos y del cumplimiento de los plazos de entrega; reportando información periódica, puntual y fiable a nuestro cliente SPCC.
- Efectuar los controles de calidad antes, durante y después del proceso, con el objeto de asegurar la calidad final, y de esa manera cumplir con las condiciones estipuladas en nuestra oferta, minimizando riesgos y una no conformidad por el cliente.
- Evaluar el rendimiento y efectividad de cada uno de los trabajadores que tienen a su cargo, proponiendo planes formativos y de capacitación para su crecimiento a nivel profesional en beneficio de la empresa.
- Velar por el correcto uso de las instalaciones, máquinas, herramientas y equipos, que conlleven a la interrupción de la continuidad Operacional de la empresa y/o los clientes.
- Responsable de proveer personal, equipos, herramientas, Equipo de protección personal, material, coordinar la inspección de equipos y herramientas con el administrador de contrato.
- Monitorear el buen desempeño en seguridad y líder del sistema de gestión de seguridad Prosesa.
- Responsable de la coordinación, dirección del trabajo, cumplir, hacer cumplir las normas de seguridad y los procedimientos de trabajo seguro respectivos.

CAPÍTULO II: ANALISIS DEL ESTADO SITUACIONAL Y OBJETIVOS PROPUESTOS

2.1 Descripción de la realidad problemática

La empresa IMCO servicios S.A.C mantiene un contrato con la empresa Southern Perú bajo la modalidad de outsourcing, la cual tiene la responsabilidad de garantizar la funcionalidad de los equipos de la planta de chancado y por ende la disponibilidad de estos, para lo cual se realiza trabajos de control, planificación, mantenimiento y monitoreo de los equipos los cuales comprende, fajas transportadoras, chancadoras, sistema de traspaso de mineral (chutes), alimentadores (Apron y Belt Feeder).

Durante muchos años no se ha llevado ningún tipo de control y seguimiento de los equipos, todos los trabajos que se realizaban se hacían de forma empírica sin ningún tipo de planificación o fundamento de acuerdo con datos históricos, por lo tanto, esto conllevaba a consecutivas paradas de planta por fallos en los equipos de la planta del circuito de Chancado, otro factor importante que afecta la disponibilidad es la demora en los tiempos de reparación de los equipos por falta de experiencia del personal, conllevando igualmente a reducir los tiempos de disponibilidad.

Estas paradas no planificadas afectan directamente en la disponibilidad de los equipos y en la utilización efectiva de los mismos, también no se cuenta con indicadores que nos permitan medir el progreso de las mejoras que se necesitan implementar ni hacer un seguimiento del rendimiento de los equipos.

Por otro lado, existen algunos antecedentes que nos permiten ver cómo es que las herramientas estadísticas y de gestión nos permiten encontrar la problemática y por ende es beneficioso para una mejor toma de decisiones, antecedentes que menciono a continuación:

Como experiencias recientes tenemos a Tejada Marcos (2013) en su tesis utilizó las herramientas estadísticas para reducir el tiempo de paradas inesperadas, incrementando de la productividad y disponibilidad de los equipos de la planta de filtración de concentrados aumentando la disponibilidad y productividad de los equipos en tres puntos porcentuales.

García (2014) en su informe analizó estadísticamente las actividades de la unidad minera de Chimpo en el cual utilizo herramientas de gestión y software para análisis de datos, primeramente, recolecto los datos históricos en una base datos para analizarlos y optimizar las operaciones mineras mejorando a su vez la obtención y procesamiento de datos; también implemento los métodos de planificación seguimiento y control de las actividades obteniendo como resultado el incremento de la eficiencia y productividad en las actividades mineras.

Vallenas Nova (2018) en su tesis Implementación del Proceso de Gestión de Backlog para Generar el Aumento de la Disponibilidad en flota pesada Camiones Caterpillar 793D para Compañía Minera Antapaccay reviso los procesos de mantenimiento con el fin de identificar las debilidades y así poder desarrollar oportunidades de mejora que contribuyan directamente a un mayor desempeño de la flota de camiones pesados. La implementación partió de identificar las tareas pendientes de atención que conjuntamente con las tareas preventivas forma una estrategia para la programación de mantenimientos, así logro incrementar la disponibilidad de los equipos de 84% a 88% lo cual le permitió tener un buen valor de disponibilidad de equipos y a la vez incremento el valor de tiempo de utilización operativa de los equipos; de las conclusiones se entiende que, con un buen manejo de los indicadores de gestión se puede incrementar la productividad de los equipos mineros.

En consecuencia y de acuerdo con los antecedentes antes mencionados, para revertir esta situación se realizó el seguimiento de los equipos con el uso de herramientas estadísticas, además de un control minucioso de todas las actividades que intervienen directamente y afectan a la disponibilidad de los equipos.

2.2 Objetivo general

Mejoramiento de la disponibilidad de los equipos de la planta de chancado mediante la aplicación de herramientas estadísticas en la unidad minera de Cuajone.

2.2.1 Objetivo específico

- Demostrar que los métodos estadísticos aplicados a la minería proporcionan un medio eficaz para realizar un control estricto en la reducción de tiempos muertos por fallos de los equipos en la planta de Chancado.
- Aplicar la tecnología de los métodos estadísticos elementales tomando como base los diagramas de Pareto y Causa - Efecto, en todo el proceso productivo, minimizando los errores, valorando la calidad y mejorando continuamente la eficiencia y producción de los equipos de Chancado.
- Identificar, analizar y corregir los puntos críticos de las actividades de mantenimiento para el incremento de la disponibilidad de los equipos de Chancado.
- Controlar la calidad en las operaciones, mediante diagramas y gráficos especializados, que puedan ser empleados para mostrar la frecuencia relativa de diferentes hechos tales como paradas de equipos voluntaria e involuntarias.
- Reducir los incidentes y accidentes a través de la planificación y programación en la planta de chancado de la unidad minera de Cuajone.

CAPÍTULO III: DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD

Dentro las actividades que mi persona realiza según las funciones asignadas son la de: Organizar, planificar, realizar seguimiento y supervisar la ejecución de todos los trabajos dentro del área, en un ciclo de producción programado, garantizando que todos los individuos de los equipos a cargo cumplan con las tareas asignadas y las especificaciones establecidas en el sistema de calidad.

Dicha función, nos orienta a una *actividad de recolección de datos y mediciones para la toma de decisiones* ya que según (Ishikawa, 2014, pág. 91) cada departamento o grupo de trabajo debe ser responsable de la misma para luego analizarla y controlarla, la cual se ha venido recolectado y puliendo a lo largo de mi ingreso a la empresa IMCO SERVICIOS SAC, hasta la actualidad.

En consecuencia, se realizaron observaciones las cuales se dieron durante estos años de servicio, la cual dio como luz una problemática de nuestros servicios, dichas observaciones se realizaron con el área de planeamiento y superintendencia de nuestro cliente SPCC, los cuales mencionaron: Desorden, falta de equipos y exceso de paradas por correctivos, lo que generaba pérdidas de producción. Además, la supervisión de Chancado de IMCO Servicios SAC, explicó cuáles eran los requerimientos de nuestro cliente en base a la interacción diaria que tenía con ellos, con lo cual evidenció la importancia de contar con menores tiempos de intervención a sus equipos, así como la importancia de contar con una herramienta, como lo es el Sistema de control de tiempos y base datos históricos, mucho más eficiente. Es por ello por lo que toda la información brindada por parte del personal de SPCC y sus áreas comprometidas, así como el personal operativo de nuestra empresa fueron importantes para la realización de esta actividad.

En relación con los datos disponibles que se contaba en libros de trabajo se procedió a ingresarlo en una base de datos para su posterior procesamiento y análisis para identificar las variables que podrían estar afectando la disponibilidad de equipos. Los datos recolectados fueron por parte del supervisor responsable por turno de trabajo, equipo, componentes, cantidad de tiempo utilizado, fecha, trabajo realizado, anotación de fallas; los cuales son utilizados para analizar y encontrar las variables que afectan la disponibilidad de la planta de chancado.

En conjunto con nuestro operador de contrato SPCC se determinó cuáles eran los requerimientos críticos tanto para nuestro cliente SPCC, de esta manera se determinó que la entrega de los equipos de la planta de chancado en el menor tiempo es el requerimiento principal tanto para nuestro cliente para garantizar la mayor disponibilidad posible y un servicio de calidad de parte de IMCO Servicios Sac.

Dicho análisis se fundamenta en el número de avisos del sistema de reportes SAP y las entrevistas con las diferentes áreas comprometidas; asimismo, se sabe que el principal problema que viene afrontando la organización es el incremento en la duración total del mantenimiento preventivo, lo que los obliga a programar las entregas de los equipos en un mayor plazo al habitual.

Una vez obtenida toda la base de datos, se procedió a realizar la limpieza de la data; en primer lugar, se eliminó todos los datos duplicados en un mismo periodo de tiempo que se habían realizado en los equipos de la planta de chancado. Luego de esta primera limpieza, se calculó la hora real de mantenimiento la cual es el resultado del tiempo transcurrido entre la hora en que los equipos de la planta de chancado cortan carga, es decir ya no se suministra mineral para procesar. También se realiza el caculo del tiempo de operación de los equipos de acuerdo con las fechas ingresadas en la base de datos los cuales servirán para realizar el análisis de tiempo de disponibilidad y parada de equipos, asimismo este nos servirá para realizar la planificación de las tareas a realizar.

Finalmente, en base a periodos de tiempo se crean conjuntos de intervenciones en el tiempo que nos servirán para controlar los indicadores que nos marcaran una desviación de los objetivos y cuando realizar los ajustes necesarios para mantener los objetivos y metas establecidos en el aumento de la disponibilidad de la planta de chancado de acuerdo a los estándares del cliente y este pueda ser estable, ya que en cualquier proceso se produce variabilidad y su origen puede ser de diversos factores como de origen desconocido, previsibles u origen humano (Correa, 2016), como se menciona a continuación:

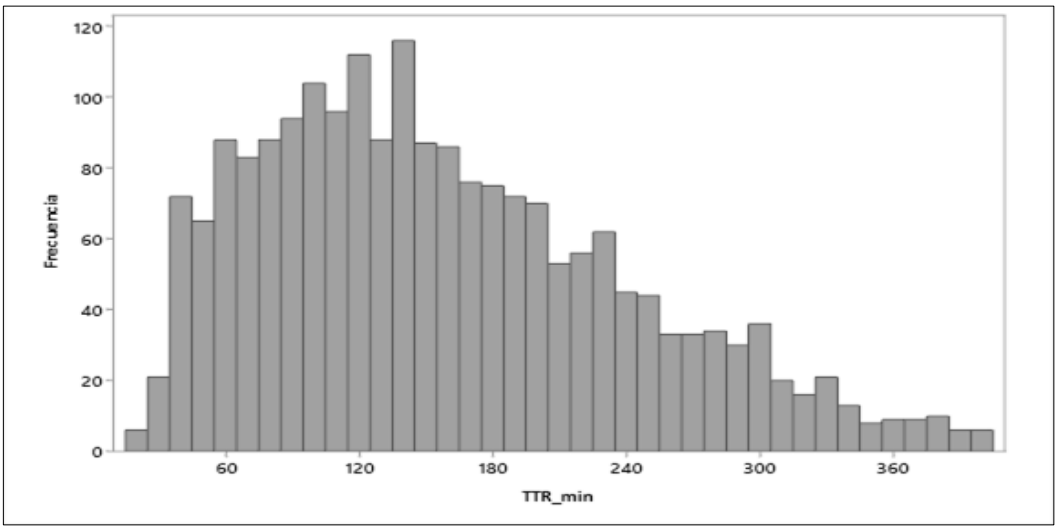
3.1 Actividad 1: Mediciones con estadística descriptiva- Determinación de problemas

Se realizaron mediciones estadísticas para observar el comportamiento de la data y encontrar el origen de la variabilidad del tiempo de disponibilidad de la planta de Chancado secundario que puede ser cuantitativa o cualitativa y de acuerdo con la información nos permita tomar decisiones del conocimiento adquirido en los datos recolectados. El conocimiento es denominado: "*Una mezcla de experiencias, valores, información contextualizada y entendimientos estructurados que sirven como marco para evaluar e incorporar nuevas experiencias e información. Se origina y aplica en la mente de los conocedores. En las organizaciones no sólo se encuentra en documentos o base de datos, sino también en rutinas, procesos, prácticas, y normas organizacionales"* (Thomas H. Davenport, 1998).

3.1.1 Histograma

Como primer análisis estadístico, se presenta un histograma que permite observar los picos, la distorsión o datos multimodales.

Figura 5. *Histograma Horas de Trabajo de Intervención de Equipos*



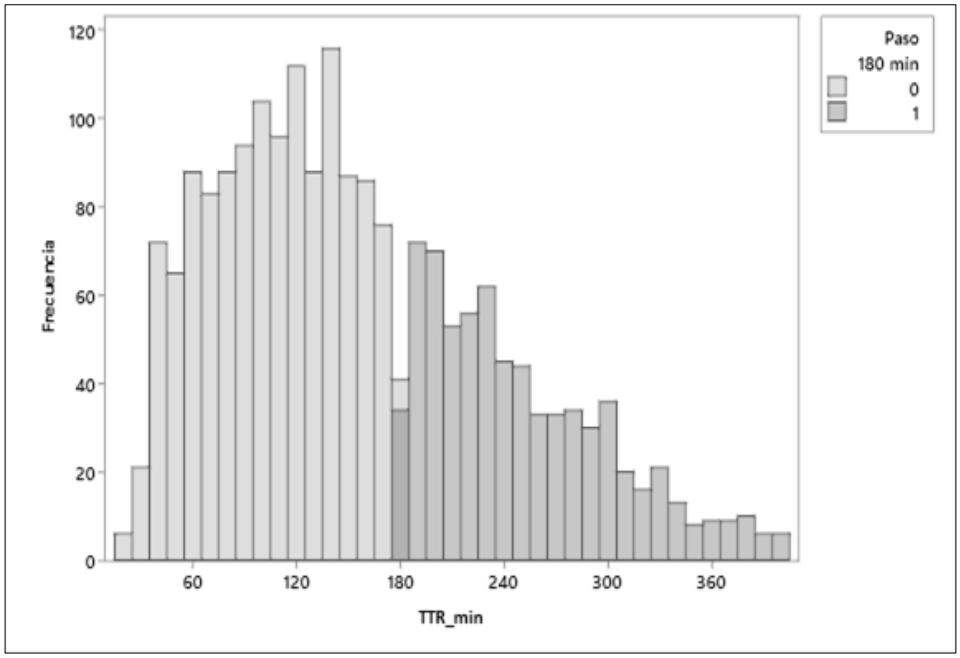
Fuente: Elaboración propia

De este gráfico se puede observar que la mayoría de las paradas de equipos por mantenimiento duran de 120 minutos; sin embargo, se aprecia que hay muchos valores atípicos lo que, junto con la apreciación gráfica, podríamos considerar que se trataría de una doble distribución.

Con esta premisa se procedió a revisar por una segunda oportunidad la base de datos y se observó que existían mantenimientos muy prolongados que estaban contaminando la data medida los cuales eran necesarios identificar para poder realizar una mejor identificación.

Para lograr esto se conversó con el área de planeamiento para poder delimitar que a partir de los 180 minutos de detención de equipos se considera como correctivo por falla de componentes por lo que demanda mayor cantidad de tiempo. Teniendo en cuenta esta información se procedió a realizar el siguiente histograma teniendo en consideración la variable mencionada *"Tiempo mayor a 180 minutos"*

Figura 6. Histograma de Horas de Trabajo



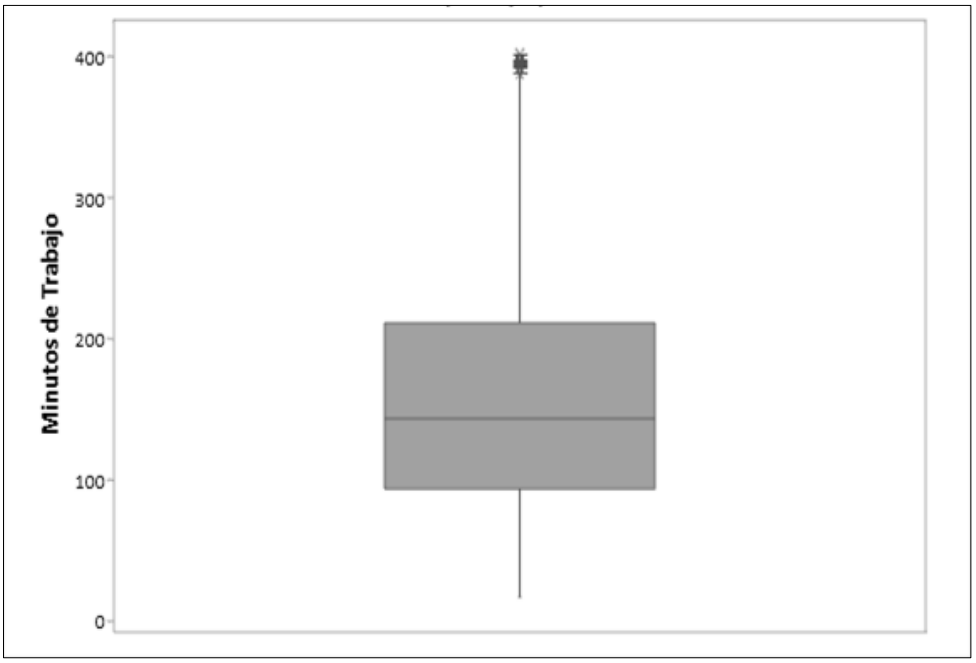
Fuente: Elaboración propia

Con este nuevo histograma, se comprende de mejor manera que efectivamente la distribución anormal que representa el histograma mostrado en la figura 6 es explicada con la variable "Tiempo mayor a 180 min" con lo que se corrobora que el impacto en el tiempo de disponibilidad de la planta de chancado es debido a los trabajos por mantenimiento de fallo de equipo en operación, es decir los fallos de equipos tienen un mayor tiempo de intervención superando la barrera de 180 minutos el cual se correlaciona directamente con la disminución del tiempo de disponibilidad de la planta de chancado secundario.

3.1.2 BoxPlot

Siguiendo el análisis estadístico, se representa el diagrama de cajas o BoxPlot (ver figura 7).

Figura 7. *BoxPlot Tiempo de Equipo Detenido*



Fuente: Elaboración propia

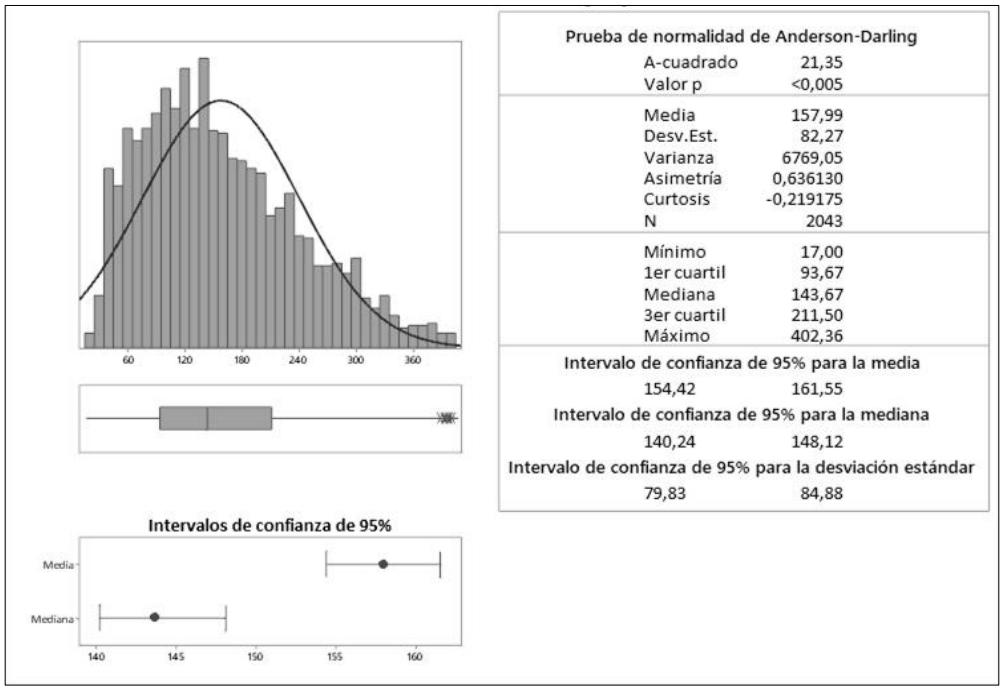
Este grafico nos muestra que la mitad de las detenciones de la planta de chancado duraron en promedio 143 minutos y el 25% de las paradas de planta tienen una duración del rango de 211 minutos ubicados entre el segundo y tercer cuartil, valor de tiempo mayor a lo estimado por el área de planeamiento, sin embargo, lo que se resalta no es la distribución en sí, sino la data atípica con la que se cuenta ya que el 25% de las paradas de la planta de chancado se encuentran en el rango de 211 a 398 minutos de duración, en este punto es donde se confirma que los bigotes de la caja ubicados en el rango máximo de duración de tiempo de parada de equipos son demasiados sesgados hacia arriba.

Por lo tanto en la figura 8 y 9 se presenta el resumen grafico estadístico en pro de concluir si la base de datos evaluada presenta una distribución normal; como se observa la duración (en minutos) del tiempo de equipo detenido tiene una media, es decir, una duración promedio de 157.99 minutos con una desviación de 82.27 minutos lo que se considera una desviación estándar muy elevada indicando que los tiempos de equipo

detenido son muy variables obteniendo una holgura muy grande afectando directamente la disponibilidad de la planta de chancado.

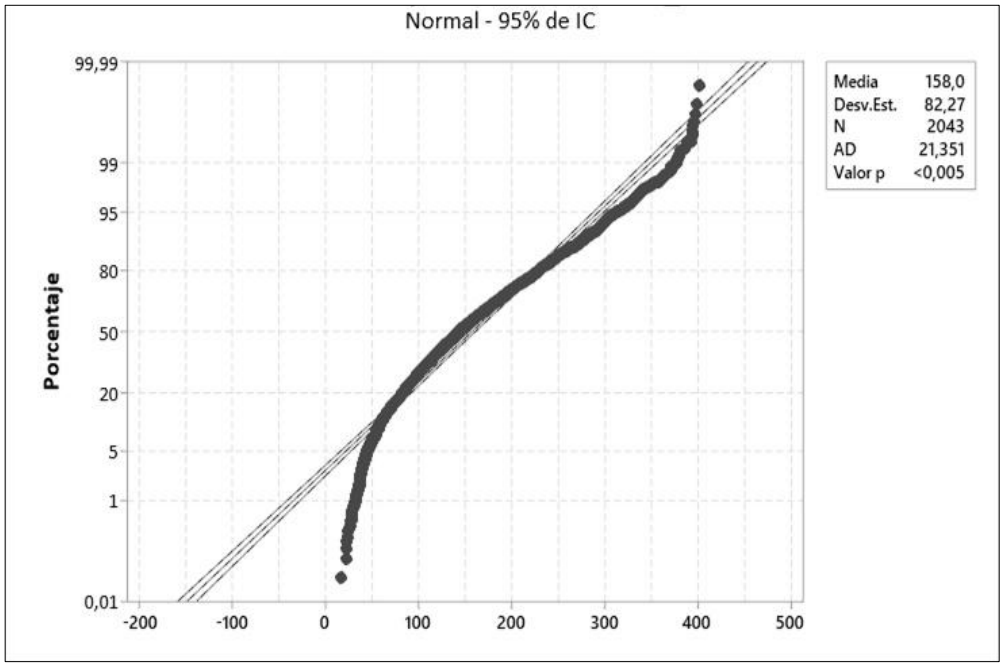
Asimismo, podemos observar que la distribución de los datos no sigue la campana de Gauss, lo que da el segundo indicio de que la data analizada no es normal. Por último, el p valor es menor a 0.005 lo que demuestra que los datos no siguen una distribución normal, ya que para ello se debe obtener un p valor de 0.05 al menos. Sin embargo, (Sainani, 2012) explica que no necesariamente toda la información debe y tiene que seguir una distribución normal ya que la fuente de variación de la data puede venir de muchas variables a analizar.

Figura 8. *Resumen estadístico de horas de trabajo de mantenimiento preventivo*



Fuente: Elaboración propia

Figura 9. *Prueba de normalidad de la variable horas de trabajo de mantenimiento preventivo*



Fuente: Elaboración propia

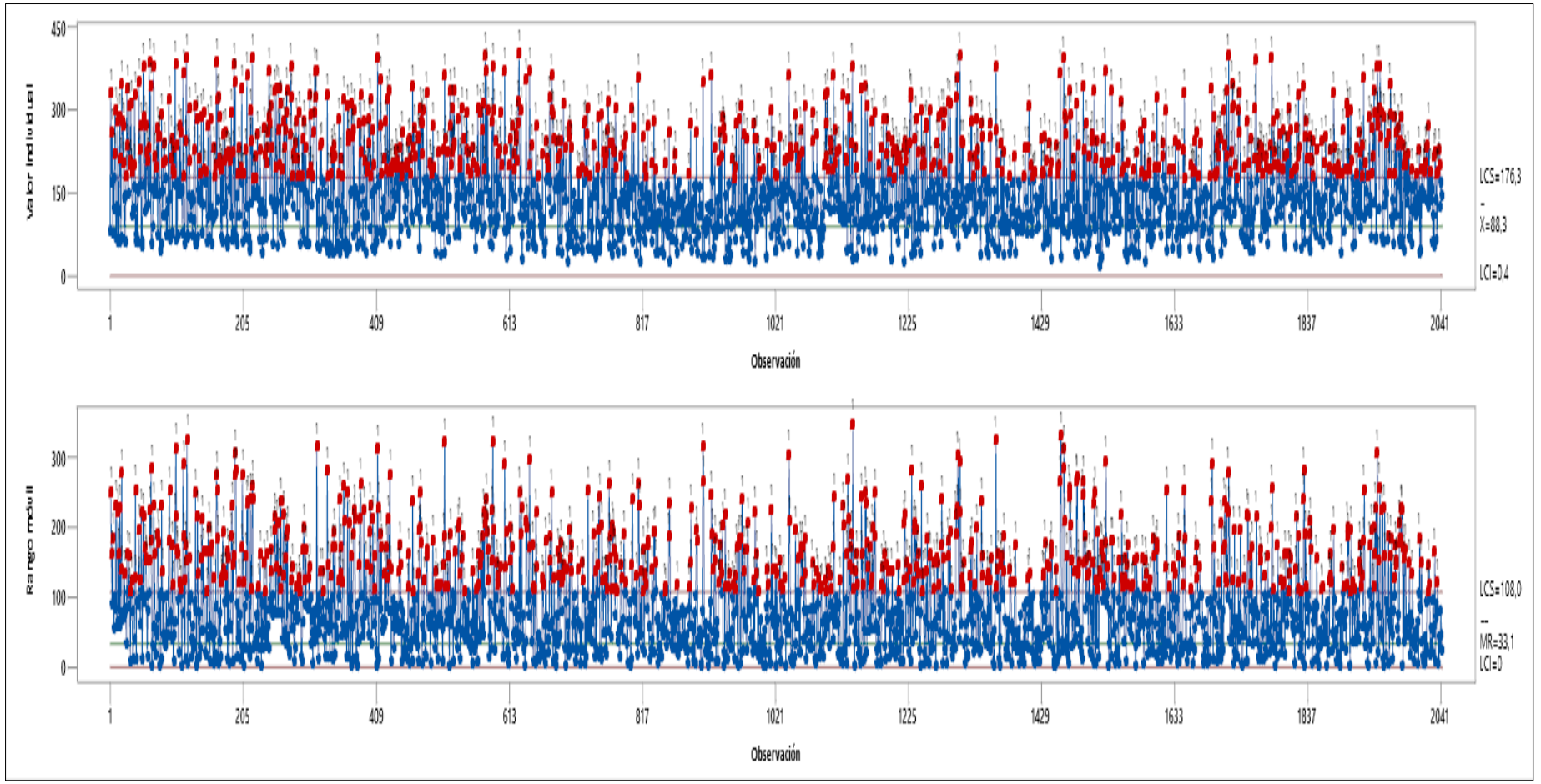
3.1.3 Gráfica de control

Se utiliza la gráfica I-MR para determinar si los tiempos de reparación el cual repercute en la Disponibilidad se encuentra dentro o fuera de control estadístico y así determinar la estabilidad del proceso. En este caso, se emplea esta gráfica ya que los datos no se encuentran agrupados, sino que son datos individuales y continuos.

Como se aprecia en la Figura 10, se observa que el proceso no se encuentra bajo control estadístico, ya que, en la gráfica de variable individual, como en la gráfica de rango móvil, hay una gran cantidad de puntos en rojo que se hallan fuera de los límites, tanto superior como inferior.

Estos puntos rojos son todos los puntos que no se encuentran bajo control, en conclusión, se puede determinar que este proceso no es estable durante el tiempo y que continuara las paradas de planta por fallos de equipos.

Figura 10. *Grafica de control variable horas de trabajo o tiempo de reparación*



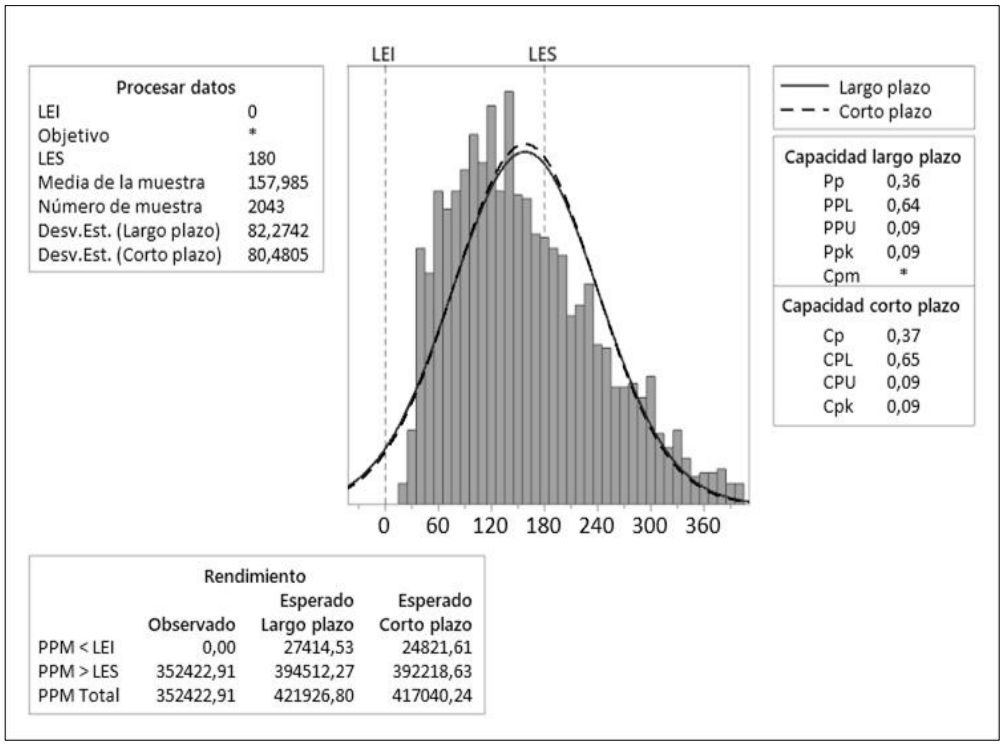
Fuente: Elaboración propia

3.1.4 Análisis de capacidad

Según (Montgomery, 2006) dice que un proceso es capaz cuando el CP >= 1 mostrando uniformidad del mismo, si el proceso cuenta con un CP < 1, entonces se concluye que el proceso no es capaz de satisfacer los requerimientos del cliente, asimismo, si el CPK >=1 se dice que el proceso es capaz, y se dice lo contrario cuando se tiene un CPK <1.

En la Figura 11 es observa los resultados obtenidos del análisis de capacidad realizado respecto a la variable tiempo de detención de equipos, colocando como límite de especificación inferior 0 minutos y como límite de especificación superior 180 minutos. Se concluye que el proceso no es capaz, debido a que cuenta con un CP de 0.37 Adicionalmente, analizando el CPK se observa que el valor obtenido luego del análisis es de 0.09, por lo que se reafirma que el proceso no es capaz.

Figura 11. *Informe de capacidad del proceso de detención del equipo*



Fuente: Elaboración propia

3.2 Actividad 2: Gestión de Seguridad y Riesgo Laboral

Se analiza las variables que contribuyeron en la reducción de los accidentes principalmente incapacitantes, que como se sabe durante el año 2019 se presentaron 02 accidentes incapacitante impactando en el desempeño laboral del personal y teniendo como perdida de 18 días perdidos por descanso médico durante el año anteriormente mencionado, de la misma forma durante el año 2019 se presentaron 141 incidentes por condiciones subestándar debido a las condiciones de trabajo de los equipos de la planta de chancado, asimismo se registraron 151 actos subestándares por parte del personal debido principalmente a una deficiente planificación, negligencia del personal y a una cultura de seguridad deficiente por parte de la supervisión y trabajadores, afectando su integridad física, la productividad en el desarrollo de las actividades y aumento de los costos ya que debido a los descansos médicos del personal accidentado este debía cubrirse con personal intermitente para no afectar el desarrollo de las operaciones.

Al optimizarse los indicadores no solo se mejora el rendimiento de los equipos y los tiempos de disponibilidad, sino que también tiene un impacto directo en la reducción de accidentes, el cual se basa en cómo mejorar la planificación, en cómo reducir la negligencia del personal y como realizar un cambio de cultura en los trabajadores, mediante las cuales se pueda velar los intereses tanto de los trabajadores como de la empresa propia.

3.2.1 Desarrollo y Análisis de la Planificación

La planificación minera en cuanto a producción y seguridad tienen como propósito principal desarrollar una actitud positiva y correcta para proteger la salud e integridad de todos los trabajadores que laboran en el interior de la mina verificando los peligros, haciendo la evaluación correcta y aplicando los controles respectivos.

En cuanto a la planificación y programación de nuestras actividades, anteriormente la participación de los trabajadores ya sea personal obrero o supervisor era muy escasa o nula, ya que a pesar de estar plasmado en un documento en el Programa de Seguridad y Salud en el Trabajo no había la participación activa del personal para realizar una buena planificación estructurada de actividades realmente práctica, ya que no se analizaba los aspectos peligrosos que pudieran existir cuando se debía realizar los trabajos

de una determinada labor de acuerdo a la política y al reglamento de seguridad de la empresa.

3.2.2 Participación de la Supervisión

En lo que se refiere a esta actividad existía una supervisión deficiente, fundamentalmente porque los supervisores daban prioridad a la producción, y en muchas ocasiones no llegaban a los puntos de trabajo más críticos o de alto riesgo descuidando de esta manera en no hacer cumplir los procedimientos de trabajo de los trabajadores, trayendo como consecuencia la ocurrencia de incidentes y accidentes.

Frente a esta supervisión deficiente, actualmente la empresa se encuentra capacitando constantemente a los trabajadores de toda al área productiva, juntamente con la participación de los supervisores, con la finalidad de que la empresa y los supervisores tengan en cuenta que la seguridad debe ir en forma paralela con la producción y no como antiguamente se daba prioridad a la producción.

CAPÍTULO IV: VIABILIDAD

4.1 Alcance

La empresa IMCO SERVICIOS SAC, se encuentra ubicada en la Vía de Evitamiento km 3, Cerro Colorado, Arequipa. Sin embargo, el lugar de aplicación del presente informe se encuentra en la Unidad Minera Cuajone, Planta Concentradora, dando mantenimiento de equipos:

- Mantenimiento de los equipos en la planta de concentradora.
- Preparación de trompos y bowls de chancadoras.
- Cambio de componentes auxiliares de fajas transportadoras.

Según especificaciones técnicas del cliente puesto que dichos trabajos deben quedar terminadas y de acuerdo con los fines a que están destinadas.

4.1.1 Descripcion de las actividades

MANTENIMIENTO PREDICITIVO

Consiste en inspeccionar los equipos a intervalos regulares para tomar accion y prevenir las fallas o evitar las consecuencias de las mismas que derivan de su condicion. Comprende tanto las inspecciones objetivas (mediante el uso de instrumentos) y subjetivas (mediante los sentidos e incluye la programacion de los trabajos.

Entre las actividades que nos compromentemos comprendera una inicial y otras de sostenimiento:

- **Inicial:** Efectuar un estudio integral de los equipos para formular sus recomendaciones y el plan de mantenimiento a seguir.
- **De Sostenimiento:** Comprende el monitoreo continuo de las condiciones de operación de los equipos, durante toda la vigencia del contrato, mediante la inspeccion de los equipos y toma de parametros y lecctura de los equipos en funcionamiento a fin de determinar y analizar posibles fallos o indicios de los mismos.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Consite en reacondicionar o sustituir a intervalos regulares mediante la aplicacion de un programa, de un equipo sus partes o componentes, independientemente de su estado en ese momento. A fectos de mejoraro desarrollar las activiadades correspondientes a esta modalidad, entre otras.

4.2 Análisis de la Situación

4.2.1 Situación del Sector Metalmecánico en el ámbito mundial

Según la revista Metalmecánica Internacional (2015) la industria metalmecánica es el 16% del PBI industrial de Latinoamérica, fomentando empleo a 4.1 millones de personas directamente y 19.7 millones de personas indirectamente. Respecto a las exportaciones, su participación es grande en México con 57% del total exportado. Además, en los últimos años, se abrió en su desarrollo económico ya que se aperturaron más mercados, pero por otro lado china ha irrumpido en la competencia global, conllevando a la desindustrialización. Por otro lado, debido a la caída de la participación de la industria en el PBI de la región latinoamericana 17.1% (Año 2000) al 12.1% (Año 2012), Latinoamérica se ha convertido e importador de manufactura de China. Añadido a esto el comercio bilateral con China nos ha demostrado que hay un déficit de países latinos (Brasil, México, Argentina y Colombia) el cual empezó de 8,000 millones de dólares (2003) a 71,000 millones (2012) y así sigue incrementando. Es entonces que según el profesor de la Universidad Federal de Uberlandia (Brasil) Germano Mendes de Paula, mientras Latinoamérica siga importando productos metalmecánicos pierden empleos directos e indirectos, como en México: Por cada millón de dólares de importación pierden 12 empleos directos y 63 empleos indirectos.

4.2.2 Situación del Sector Metal mecánico en el ámbito nacional

Según Pérez (2020), la industria metalmecánica peruana para el mes de julio del presente año se encuentra operando entre un 35% a 40% de su capacidad y ésta se puede extender. Sin embargo, de acuerdo con el Banco Central de Reserva (2019) la producción metálica, maquinaria y equipo tuvo un crecimiento del 2.5%, pero a partir de febrero del año 2020 inició su decaimiento, acumulando de enero a julio de 2020 el 33.4%.

Para Tineo (2020) este decaimiento se puede deber a la paralización de proyectos clave en Lima y en las diferentes regiones del Perú, además de la aparición de una competencia desleal de empresas asiáticas con precios subvencionados, esta competencia es desleal porque no hay una normativa que obligue a tener un porcentaje de participación de empresas locales. Por otro lado, las exportaciones metalmecánicas sumaron más de US$ 262 millones 718 mil entre enero y agosto de este año, registrando una caída de -30.1% respecto al mismo periodo del 2019 y evidenciando la poca atención que recibe el sector tras la crisis económica ocasionada por la pandemia y la paralización de actividades, informó la Asociación de Exportadores (ADEX).

4.2.3 Análisis del entorno

Actualmente la empresa IMCO SERVICIOS SAC, realiza los trabajos en de: Mantenimiento de los equipos en la planta de concentradora, preparación de trompos y bowls de chancadoras, cambio de componentes auxiliares de fajas transportadoras.

Sin embargo, ésta solo es una de las demás empresas que Southern Copper Corporation contrata, teniendo a otras empresas metalmecánicas dedicadas al mantenimiento, tales como:

Tabla 3. *Contratas en Southern que realizan mantenimiento en la Unidad Minera Cuajone*

Nro	EMPRESA	ÁREA	FUNCIÓN
1	Confipetrol	Concentradora	Lubricación
2	Tecnomina	Overland	Mantenimiento
3	Compair	Concentradora	Compresoras
4	Movitecnica	Concentradora	Eléctrica
5	Selin	Mina	Tendido de cables, palas eléctricas.

Fuente: Elaboración propia

4.2.4 FODA

Para obtener conclusiones sobre la forma en que el objeto a estudio podrá enfrentar cambios y fenómenos en el contexto (Oportunidades y Amenazas) a partir de sus fortalezas y Debilidades.

Tabla 4. *Análisis FODA*

	POSITIVO	NEGATIVO
ORIGEN INTERNO	**FORTALEZAS** F1.Precios competitivos dentro del mercado F2.Buenas relaciones estratégicas con socios (proveedores, sub-contratistas, clientes, etc) F3.Estado financiero estable/favorable F4. Menor tiempo de ejecución en intervención de equipos, comparado a otras empresas del área. F5. Base de datos confiable y veráz	**DEBILIDADES** D1. Cierta cantidad de personal contratado sin mucha experiencia. D2. Sistema administrativo deficiente y poco ordenado. D3. Ausencia de un sistema integrado D4.Costos desactualizados por contrato.
ORIGEN EXTERNO	**OPORTUNIDADES** O1. Expectativas de ampliación de servicio hacia otras áreas (mina) O2. Personal en búsqueda de oportunidades de trabajo debido a ceses laborales debido a la pandemia. O3. Gran cantidad de profesionales jóvenes con disposición para aprender con actitud positiva.	**AMENAZAS** A1. Desaceleración económica debido a la pandemia. A2. Conflictos políticos y sociales en el entorno minero. A3. Aumento de casos covid-19 pudiendo generar otra cuarentena. A4. Otros imprevistos climáticos y/o naturales

Fuente: Elaboración propia

4.3 Definición de Requisitos

Los requisitos para poder abordar el presente informe son más que todo de información-reportes-control, la cual es importante para nuestro cliente. Esta información debe ser actualizada, accesible, confiable, mediante reportes emitidos con una frecuencia establecida. Además, debe ser recopilada de trabajos de mantenimiento en el sistema como base histórica. Por lo tanto, se debe contar con lo siguiente:

- Reporte mensual de mantenimiento predictivo
- Reporte mensual de gestión e indicadores
- Reportes trimestrales de hallazgos y mantenimientos programados, o en caso hubiera cambio o eventos relevantes.
- Reportes anuales de proyectos de optimización del servicio.

Por otro lado, se debe contar con indicadores de medición, para que de manera mensual se emita y remita a nuestro cliente, no más tardar a 5 días calendario siguientes al mes vencido del reporte, teniendo el siguiente detalle:

Tabla 5. *Indicadores e índices para elaborar*

Indicador	Unid.	Tipo	Tolerancia
Disponibilidad del Equipo	%	Mínimo	95
Calidad de mantenimiento	%	Mínimo	93
Tiempo de cambio	%	Máximo	105

Fuente: Elaboración propia

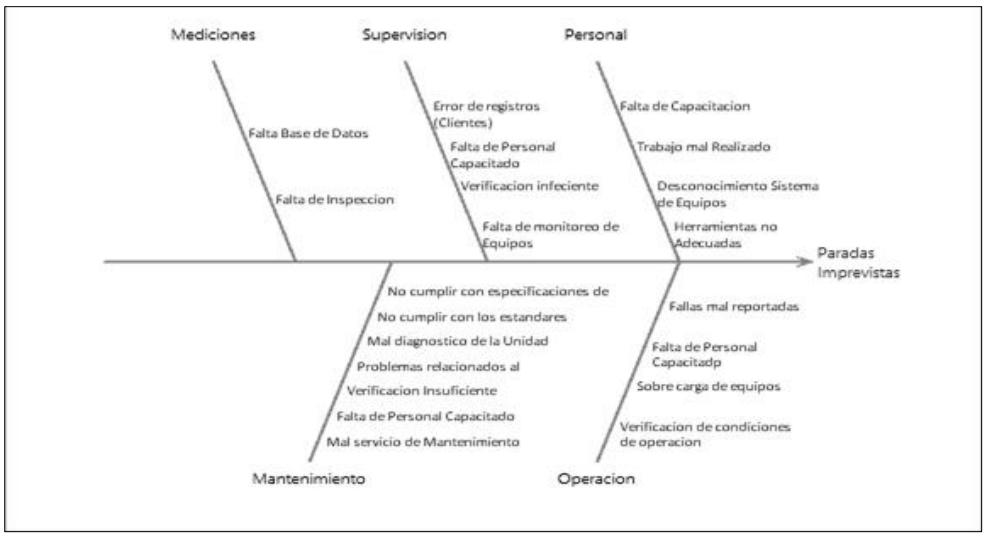
4.4 Determinación del enfoque

4.4.1 Determinación de causas

Para el presente informe, se analizaron las distintas opciones de solución a cada problema mediante el Análisis de Ishikawa, la cual nos permitió darle estructura a nuestro problema central y poder optar por varias alternativas.

De acuerdo con las **causas que originan las paradas imprevistas**, se puede observar:

Figura 12. *Diagrama Ishikawa*



Fuente: Elaboración propia

Factor personal repercute fuertemente en la eficiencia del equipo y por ende en su disponibilidad, esto sin obviar los factores ocasionados por mantenimiento. Esto nos da un claro panorama que se requiere trabajar en la capacitación del personal en la operación y mantenimiento del equipo a operadores y mecánicos, así como trabajar en el compromiso de conservación del equipo para mejorar los estándares de disponibilidad.

El Factor "Operación" depende de la dureza del mineral, del tiempo de uso del equipo y de la exigencia del trabajo, los cuales no son gestionables, dado que son inherentes a la explotación de los suelos en minería, estos factores lo hemos denominado de verificación de las condiciones de operación del equipo.

En el **factor "Mantenimiento"** se observa que no se cumple con las especificaciones y estándares de funcionamiento de los equipos por qué; por un lado, existe una gran cantidad de avisos por mal funcionamiento de los equipos reportado por el área de operaciones y; por otro lado existen trabajos pendientes por atender ya que hay una clara falta de capacidad para atender los requerimientos de la planta de chancado que se da porque existen semanas o días específicos que tendrán mayor cantidad de trabajos lo que ocasionará que las horas del proceso de mantenimiento preventivo aumenten y por ende la calidad de los trabajos será baja.

En el **factor "Medición"** se observa que no existe una base de datos con registro de eventos, monitoreo de condiciones ni inspecciones, ya que estas ayudan a detectar la presencia de un proceso de falla en evolución o a predecir los posibles tiempos de vida de los componentes; a su vez la falta o nula información histórica evita que la distribución de los recursos y ejecución de los trabajos se distribuyan de manera eficiente, desperdiciando los recursos y esfuerzos asignados, perdiendo efectividad en las intervenciones que pueden generar fallas adicionales.

En el **factor "Supervision"** se observa que lo que puede estar afectando los tiempos de proceso es la mala asignación de recursos con los que dispone IMCO Servicios SAC; es decir, no diferencian los mantenimientos preventivos que requieren más trabajo de las paradas de planta por fallos operacionales por lo que el tiempo total de la disponibilidad se verá afectado negativamente. Asimismo, se observó que tampoco se hace una diferencia por tipo de equipo lo que sería otra posible causa. Por otro lado, otra posible causa del aumento del tiempo de equipo parado es que existen trabajos no terminados de acuerdo con la programación generando que estos se posterguen y se acumulen en días posteriores afectando la productividad del equipo de trabajo.

4.4.1 Alternativas de Solución

A continuación, se observan las diferentes alternativas planteadas a partir de las causas (diagrama Ishikawa).

4.4.1.1 Alternativa 1: Programa de capacitación para la formación profesional del personal.

Luego de establecer que la capacitación es uno de los aspectos críticos en el área de mantenimiento, y que está influyendo en las paradas imprevistas y por ende en la disponibilidad de los equipos de nuestro cliente, se propone programas de capacitación sobre las nuevas tendencias y tecnologías en sistemas de mantenimiento para mejorar la formación profesional del personal.

4.4.1.2 Alternativa 2: Sistema de gestión para el mantenimiento

Para la mejora del mantenimiento de la empresa, se toma en consideración usar el TPM como una metodología para le mantenimiento, de tal modo que toda la empresa se involucra y dándole la capacidad de toma de decisión al operario para mantener un buen estado del equipo, esto nos permite formar un grupo sólido que pueda encargarse del mantenimiento.

4.4.1.3 Alternativa 3: Mejora en la gestión de supervisión

Con esta mejora se pretende reducir demoras en la atención de mantenimiento mediante la mejora de gestión de la supervisión, reasignación de funciones y optimización de los procesos. Es decir, se mejora con las medidas correctivas, a través de una estandarización del proceso, lo que permitirá que los trabajos se realicen en los tiempos programados, de acuerdo con prioridad y calidad adecuada, aceptada por el cliente.

4.4.1.4 Alternativa 4: Mejorar la medición de datos- Herramientas estadísticas

Esta alternativa nos propone mejorar la disponibilidad a través de métodos estadísticos, con un control estricto en reducción de tiempos muertos, minimización de errores, corrigiendo puntos críticos de las

actividades de mantenimiento, controlando la calidad en las operaciones a través de diagramas y gráficos, además de reducir incidentes y accidentes mediante una planificación y programación adecuada.

4.5 Evaluación de viabilidad del Proyecto

4.5.1 Costos del proyecto elegido

Según el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (1986) los costos variables son aquellos que dependen de la producción es decir si la producción aumenta, éstas también y si disminuye igual. Estos costos son manipulables, ya que el administrador decide si usa ciertos insumos o no para la producción.

Los ingresos por los servicios prestados a la empresa IMCO SERVICIOS S.A.C son de 80, 300.02 nuevos soles, de los cuales son de manera mensual tratados por Contrato N° CA8006 5600002993 con nuestro cliente Southern Peru Copper Corporation Sucursal del Perú RUC 20100147514.

Tabla 6. *Tabla de Ingresos Mensuales por la prestación de los cuatro servicios*

N°	DESCRIPCIÓN	SUB TOTAL	I.G.V 18%	IMPORTE TOTAL
01	Servicio de mantenimiento de equipo y maquinaria minera			
02	Preparación de trompo y bolwls de chancadoras			
	Cambio de componentes auxiliares de fajas transportadoras, en planta concentradora Cuajone.	S/. 80, 300. 02	S/. 14, 454. 00	S/. 94, 754. 02
03	Servicio de cambio de paneles en Zarandas de chancado secundario y terciario.			
04	Servicio de Mantenimiento de equipos de planta HPGR.			

Fuente: Elaboración Propia

Los costes variables son los relacionados con la actividad de la empresa, aquí figuran los siguientes costes: Implementos de seguridad, herramientas para usar en preparación y cambios de componentes, haciendo un total de 8, 635.41 nuevos soles de gasto.

Tabla 7. *Costes Variables mensuales de la Empresa IMCO SERVICIOS S.A.C*

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	COSTO/DIA/COSTO/PERSONA	COSTO/TRABAJO ACTUAL (S/.)
Implementos básicos de seguridad	21	302.47	6,351.87
Reemplazo	3	51.24	4,688.46
Implementos complementarios		21.08	632.36
Costo mensual por día feriado			1,093.87
Herramientas Manuales		55.04	1,651.18
TOTAL			**14,717.74**

Fuente: Elaboración Propia

Para ello se utilizó el % de Margen Medio de Contribución al Beneficio o Margen Bruto

%Margen MCB = Ingresos por servicios – Costes Variables

% Margen MCB= 80,300.02 – 14,417.74

$$\% \text{ Margen MCB= } 71{,}664.61=\left(\frac{80{,}300.02-14{,}417.74}{80{,}300.02}\right)=0.82$$

Lo que quiere decir que de cada 100 Soles de ingresos que se generen en el desarrollo de la actividad, se obtendrán 82 soles de margen, con los cuales habrá que cubrir el resto de los gastos que no estén relacionados de manera directa con el pago de nuestro servicio.

4.5.2 Costes fijos, generales o de periodo

Según Fullana & Paredes (2008) son constantes según el servicio que se desarrolla, su consumo no es variable ni depende de la actividad, por lo tanto, los costos fijos que desarrolla la empresa IMCO SERVICIOS S.A.C suman 60, 310.88 soles.

Tabla 8. *Cuadro de costos fijos mensuales IMCO SERVICIOS S.A.C*

PERSONAL / OTROS	CANTIDAD	COSTO / DIA COSTO / PERSONA	COSTO / TRABAJO ACTUAL (S/.)	
Residente (Incluye obligaciones laborales)	1	70.83	S/.	2,160.32
Supervisor (Incluye obligaciones laborales)	3	59.42	S/.	10,873.16
Mecánicos (Incluye obligaciones laborales)	11	53.13	S/.	17,824.65
Alimentación	15	26.5	S/.	1,195.6
Movilización		99.42	S/.	2,982.56
Alimentación	18	183.00	S/.	5,490.00
Celulares	4	11.65	S/.	240.00
Alquiler de herramientas			S/.	349.54
Gastos generales			S/.	1,807.47
Viviendas			S/.	320.00
TOTAL GENERAL			**S/.**	43,243.39

Fuente: Elaboración Propia

4.5.3 Patrimonio y Tributos

El patrimonio en equipos asciende a S/. 5,809.25 costos que son de:

- Equipo de oxiacetileno
- Taladro y esmeriles
- Máquinas de soldar
- Camión de 8TN y grúa de 3TN

Además, para la realización de nuestras actividades es necesario el pago del Impuesto General a las Ventas, el cual de manera general es: 12, 410. 33 nuevos soles

4.5.4 Punto Muerto o Umbral de Rentabilidad

Según Fullana & Paredes (2008) es el punto donde la empresa obtiene cero beneficios y cero pérdidas, es decir es el punto de equilibrio, éste nos indica a partir de cuándo tendremos rentabilidad positiva.

$$Punto\ muerto\ = \frac{Costes\ Fijos}{M.\arg en\ contribución}$$

$$Punto\ muerto\ = \frac{43{,}243.39}{82\%} = 52{,}735.84\ soles$$

Como se puede observar, el presupuesto de ingreso ha de ser como mínimo 52,735.84 soles al mes, ya que, si el presupuesto es inferior, se obtendrían pérdidas que perjudicarían a nuestra empresa.

4.5.5 Análisis de costos por alternativa

Alternativa 1: Programa de capacitación para la formación profesional del personal.

Luego de establecer que la capacitación es uno de los aspectos críticos en el área de mantenimiento, y que está influyendo en las paradas imprevistas y por ende en la disponibilidad de los equipos de nuestro cliente, se propone programas de capacitación sobre las nuevas tendencias y tecnologías en sistemas de mantenimiento para mejorar la formación profesional del personal, teniendo un **costo total de S/.137,071.00**

Tabla 9. *Resumen de costo alternativa 1*

ITEM	DETALLE	U.M	CANT	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1.01	CAPACITACIÓN HABILIDADES BLANDAS	GLOB	1	27,360.00	27,360.00
1.02	CAPACITACIÓN CURSOS ESPECIALIZADOS	GLOB	1	92,900.00	92,900.00
1.03	MOBILIARIO	GLOB	1	4,350.00	4,350.00
2.01	IMPREVISTOS 10%	GLOB	1	12,461.00	12,461.00
	TOTAL			137,071.00	137,071.00

Fuente: Elaboración propia

Alternativa 2: Sistema de gestión para el mantenimiento

Para la mejora del mantenimiento de la empresa, se toma en consideración usar el TPM como una metodología para le mantenimiento, de tal modo que toda la empresa se involucra y dándole la capacidad de toma de decisión al operario para mantener un buen estado del equipo, esto nos permite formar un grupo sólido que pueda encargarse del mantenimiento, teniendo un **costo total de S/.141,372.00**

Tabla 10. *Resumen de costo alternativa 2*

ITEM	DETALLE	U.M	CANT	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1.01	CAPACITACION INTERNA	GLOB	1	4,800.00	4,800.00
1.02	CAPACITACIÓN EXTERNA	GLOB	1	8,640.00	8,640.00
1.03	MOTIVACIÓN (ALMUERZOS, MERCHANDISIN, ETC)	GLOB	1	1,200.00	1,200.00
1.04	MTTO PREVENTIVO-MATERIALES-COMPONENTES	MENS	12	10,000.00	120,000.00
2.01	IMPREVISTOS 5%	GLOB	1	6,732.00	6,732.00
	TOTAL			31,372.00	141,372.00

Fuente: Elaboración propia

Alternativa 3: Mejora en la gestión de supervisión

Con esta mejora se pretende reducir demoras en la atención de mantenimiento mediante la mejora de gestión de la supervisión, reasignación de funciones y optimización de los procesos. Es decir, se mejora con las medidas correctivas, a través de una estandarización del proceso, lo que permitirá que los trabajos se realicen en los tiempos programados, de acuerdo con prioridad y calidad adecuada, aceptada por el cliente, teniendo un **costo total de S/.104,841.00.**

Tabla 11. *Resumen de costo alternativa 3*

ITEM	DETALLE	U.M	CANT	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1.01	CAPACITACIÓN HABILIDADES BLANDAS	GLOB	1	27,360.00	27,360.00
1.02	CAPACITACIÓN CURSOS ESPECIALIZADOS	GLOB	1	63,600.00	63,600.00
1.03	MOBILIARIO	GLOB	1	4,350.00	4,350.00
2.01	IMPREVISTOS 10%	GLOB	1	9,531.00	9,531.00
	TOTAL			104,841.00	104,841.00

Fuente: Elaboración Propia

Alternativa 4: Mejorar la medición de datos- Herramientas estadísticas

Esta alternativa nos propone mejorar la disponibilidad a través de métodos estadísticos, con un control estricto en reducción de tiempos muertos, minimización de errores, corrigiendo puntos críticos de las actividades de mantenimiento, controlando la calidad en las operaciones a través de diagramas y gráficos, además de reducir incidentes y accidentes mediante una planificación y programación adecuada.

Tabla 12. *Resumen de costo alternativa 4*

ITEM	DETALLE	U.M	CANT	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1.01	SERVICIOS PROFESIONALES PLANIFICADOR	GLOB	12	2,500.00	30,000.00
1.02	SOFTWARE MINITAB	SUSCRIP	1	6,279.00	6,279.00
1.03	SOFTWARE OFFICE	SUSCRIP	1	561.60	561.60
1.04	SOFTWARE POWER BI	SUSCRIP	1	19,496.10	19,496.10
1.05	CURSO DE CAPACITACIÓN ESTADÍSTICA MINITAB	GLOB	2	1,000.00	2,000.00
1.06	CURSO CAPACITACIÓN POWER BI	GLOB	2	1,100.00	2,200.00
2.01	IMPREVISTOS 10%	GLOB	1	6,053.67	6,053.67
	TOTAL			36,990.37	66,590.37

Fuente: Elaboración propia

4.5.6 Análisis de costo beneficio

Para escoger la alternativa deseada, se realizó un análisis costo beneficio con un horizonte de 5 años, quien, a través de indicadores de rendimiento como el VAN, TIR, se pudo hallar el beneficio por cada sol invertido.

Tabla 13. *Resumen de indicadores vs alternativas de solución*

INDICADORES	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3	ALTERNATIVA 4
INV (5 años)	S/. 685,355.00	S/.706,860.00	S/. 524,205.00	**S/. 332,951.85**
VAN	S/. 883,959.91	S/. 897,027.26	S/. 786,038.36	**S/. 669,824.85**
TIR	-9%	-11%	9%	**43%**
B/C	S/. 2.29	S/. 2.27	S/.2.50	**S/.3.01**

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, según lo observado en la tabla de resumen de indicadores vs alternativas de solución, la alternativa con mayor costo beneficio es la 4: **Mejorar la medición de datos- Herramientas estadísticas.** Debido a que por cada sol invertido por la empresa se obtiene S/.3.01 soles de retorno; además tenemos una TIR (43%) mayor a la Tasa de Descuento (42.21%) lo que indica que conviene realizar la inversión; además el VAN es rentable, generando un beneficio de S/. 669,824.85 soles.

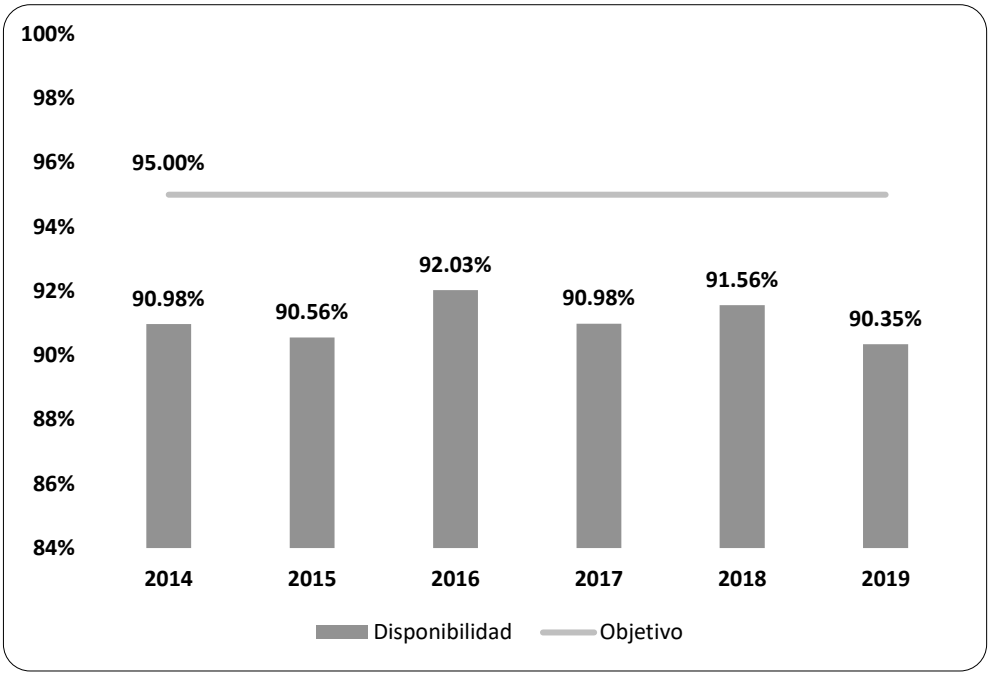
Lo que permite justificar y dar viabilidad al desarrollo del presente informe: *Optimización de la disponibilidad de equipos de la planta de chancado mediante la aplicación de herramientas estadísticas en la Unidad Minera Cuajone SPCC.*

CAPÍTULO V: RESULTADOS ESPERADOS

5.1 Mejoramiento de la disponibilidad de los equipos de la planta de chancado

El área de operaciones realiza coordinaciones para la asignación de trabajos en los equipos reportados por nuestro cliente como no operativas, con esta información el supervisor de SPCC en coordinación con los supervisores de Imco Servicios SAC asigna los trabajos a realizar en conjunto con nuestro personal. Desde el año 2014 hasta el año 2019, los indicadores de operaciones y mantenimiento indican un principal problema, que es, la baja disponibilidad de los equipos de la planta de chancado según se muestra en la figura.

Figura 13. *Disponibilidad Anual Años 2014-2019*



Fuente: Elaboración propia

El objetivo con el análisis descriptivo es estabilizar los equipos de la planta de chancado y lograr obtener una disponibilidad del sistema mayor del 95%, a fin de realizar un estudio de tiempos y movimientos lo más cercano a los entornos reales de la disponibilidad de equipos en la planta de Chancado.

Primero se realizó un diagnóstico de los procesos que intervienen en la producción para determinar el factor crítico en las operaciones de la planta de

chancado que producen una baja disponibilidad que de acuerdo con el análisis de causa raíz (Diagrama de Ishikawa) e histograma, se encontró como factor crítico el alto desgaste de los equipos, tiempos de intervención de los equipos prolongados, así como también las condiciones de seguridad y expertis del personal.

Como factor crítico principal se encontró que hay una alta incidencia de paradas de equipos por desgaste de componentes debido a la gran cantidad de horas en operación, sin embargo el área de planificación de SPCC solo destinada 36 horas mensuales para trabajos de mantenimiento el cual se evidencia en los programas semanales de trabajo, cantidad insuficiente para la alta incidencia de eventos de paradas de por fallos de equipos; el promedio mensual de eventos por mes es 810 incidencias para los 74 equipos que componen la planta de chancado secundario, lo que significa que se tiene una frecuencia de llegada del equipo a mantenimiento de 11 veces al mes.

Las paradas de equipos de la planta de chacado están compuestas en promedio por un 56% de Mantto preventivo y 44% por falla de equipo (no programado); del cual solo los mantenimientos preventivos se encuentran programados e identificados por planeamiento. Las paradas de equipos imprevistas por fallo de componentes no permiten cumplir la meta de disponibilidad mayor de la planta de chancado; según la figura 13 se observa que hay una alta concentración de eventos de parada de equipos por correctivos los cuales no son programados y merma el tiempo de disponibilidad de los equipos y este es variable en todos los años evaluados denotando que no hay un correcto control.

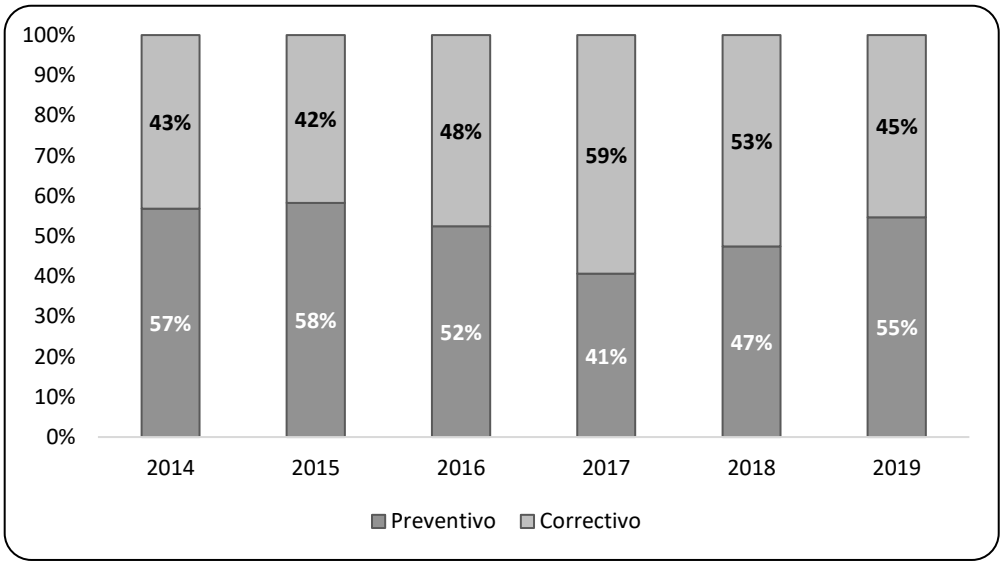
De acuerdo con la programación de los equipos se cuenta con 684 horas/mes para las operaciones de procesamiento de mineral (95% de disponibilidad programadas) y con 36 horas de parada de equipo programado el cual representa un 5% del tiempo total; sin embargo, las metas no llegan a cumplirse en su totalidad debido a exceso de tiempo en parada de equipos por fallos no programados.

Tabla 14. *Distribución de tiempo de la Planta de Chancado*

	OPERACIONES	MANTTO	TOTAL
% Horas/mes	95%	5%	100%
Horas/mes	684	36	720

Fuente: Elaboración propia

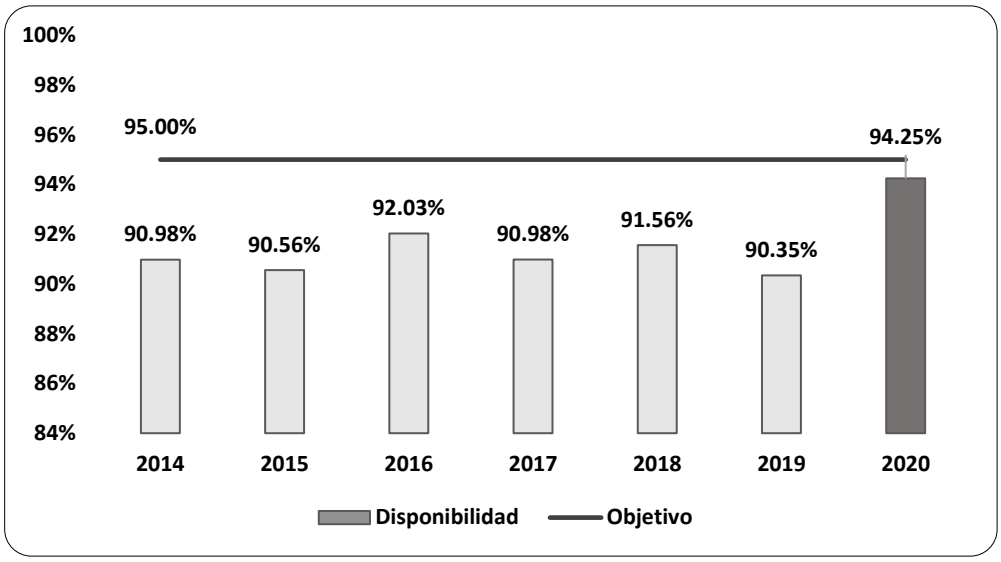
Figura 14. *Parada de equipos por tipo de mantenimiento Año 2014-2019*



Fuente: Elaboración propia

Para mejorar la disponibilidad de la planta de chancado se optó por reducir los tiempos de intervención, capacitar al personal y ser más efectivos en los trabajos de mantenimiento de los equipos ya que según el cliente, en este caso SPCC no se podía aumentar los tiempos programados para trabajos de mantenimiento**;** sin embargo a pesar de ello se aplicó los métodos y análisis estadísticos mencionados anteriormente logrando realizar un aumento significado del 3% para el año 2020 sobre la media del 91% de disponibilidad para el periodo comprendido entre los años 2014 al 2019.

Figura 15. *Variación de disponibilidad Anual 2014-2020*



Fuente: Elaboración propia

5.2 Eficacia de los métodos estadísticos en la minería para realizar un control estricto en la reducción de tiempos muertos

Desde los años anteriores IMCO SERVICIOS SAC ha realizado procesos de mantenimiento de equipos de la planta de chancado, sin embargo, desde que me incorporé como colaborador de esta empresa, he podido observar que los tiempos de intervención a los equipos era muy prolongado a lo programado, llegando en algunas ocasiones a exceder hasta en 100%, también encontré que el personal no se encontraba debidamente capacitado o que tenía conocimiento de los trabajos a realizar empeorando la situación de la disponibilidad, sumado a esto cuando se intervenía los equipos se encontraba que los componentes tenían un alto desgaste por la cantidad de horas de operación.

Otro factor importante eran las condiciones de trabajo en las cuales había muchas condiciones subestándares y en que los procedimientos de trabajo no se reflejaban en los PETS trayendo confusión en el personal a la hora de ejecutar el mismo y como consecuencia se ampliaban los tiempos de ejecución de labores.

En consecuencia, se tuvo como objetivo tener una herramienta de análisis para reducir los tiempos de equipo parado, la aplicación de los métodos estadísticos me permitió analizar la optimización de los procesos de mantenimiento de los equipos de la planta de chancado, adicionalmente se

actualizo todos los procedimientos de trabajo seguro PETS y mapa de riesgos del área de trabajo para con esto reducir los tiempos muertos.

Por lo tanto, se realizó el análisis de varianza a través del planteamiento de dos hipótesis:

H0: Los tiempos de intervención de los trabajos de mantenimiento en los equipos de la planta de chancado secundario afectan la disponibilidad.

H1: Los tiempos de intervención de los trabajos de mantenimiento en los equipos de la planta de chancado secundario no afectan la disponibilidad.

Tabla 15. *Análisis de Varianza Año 2020*

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	VALOR F	VALOR P
Año	6	1,381,924	230,321	36.89	0.000
Error experimental	2,371	14,804,367	6,244		
TOTAL	**2,377**	**16,186,291**			

Fuente: Elaboración propia

Como el valor de P no es mayor a 0.05 se rechaza la hipótesis nula (H0), por lo tanto, los tiempos de intervención de los trabajos de mantenimiento de la planta de chancado para el 2020 no afectan la disponibilidad.

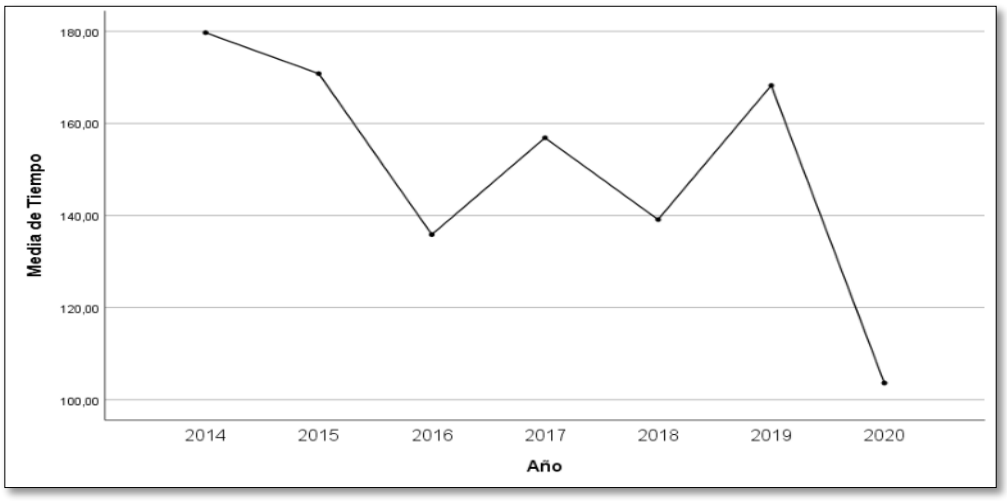
El cociente F ha resultado en el presente estudio de 36.89, por lo tanto, resulta en un contraste significativo del 5% y se rechaza la hipótesis nula en los niveles medios de disponibilidad en los 7 años estudiados, en este caso se podría concluir que al menos uno o más años en estudio ha producido resultados positivos en la disponibilidad.

5.2.1 Gráfico de tiempos de paradas de planta

Como resultado se logró un fuerte decrecimiento del tiempo medio de parada de la planta de chancado al pasar de 179 min. a 103 min aproximadamente para el año 2020.

La reducción del tiempo medio inferior en el tiempo de parada de planta conduce a un efecto contrario en el tiempo de disponibilidad fomentado que este aumente, según el gráfico mostrado se denota un perfil de suave descenso; es decir existe diferencias significativas para el año 2020 con respecto de los años anteriores.

Figura 16. *Gráfico de tiempos de paradas de planta Años 2014-2020*



Fuente: Elaboración propia

5.2.2 Prueba de comparaciones múltiples

El análisis de ANOVA no indica cuántos años difieren estadísticamente ni cuáles son, una inspección visual de los resultados proporciona sin duda alguna pista, pero si se quiere tener criterios más sólidos, hay diversas pruebas estadísticas que permiten saber de qué año se trata como la prueba de Tukey.

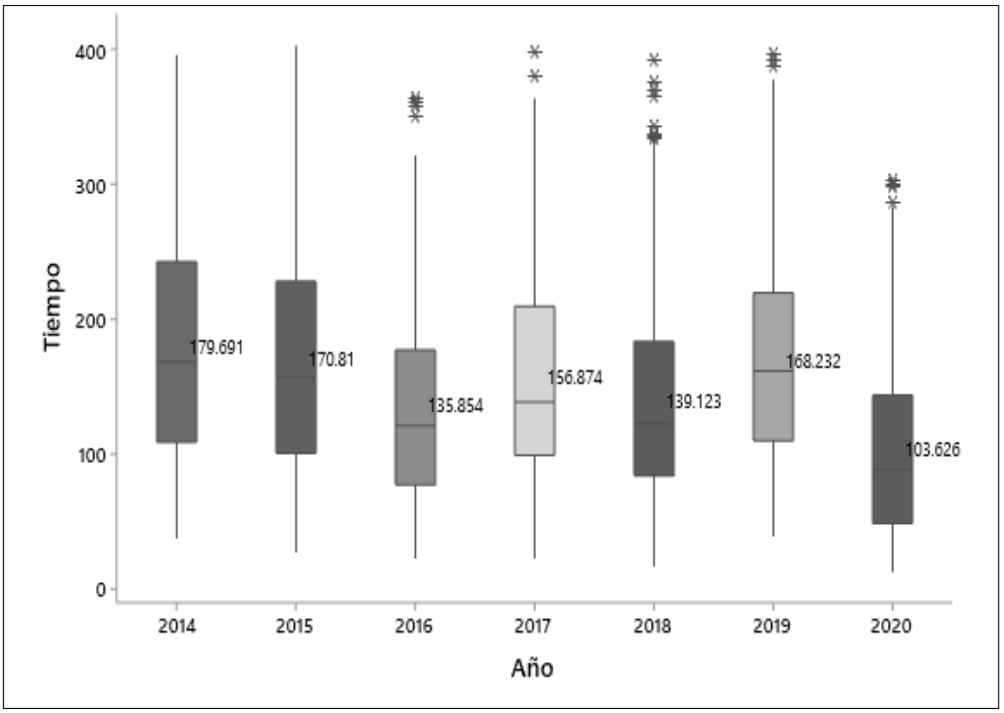
Tabla 16. *Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%*

AÑO	N	MEDIA	AGRUPACIÓN			
2014	307	179.69	A			
2015	341	170.81	A	B		
2019	351	168.23	A	B		
2017	348	156.87		B		
2018	354	139.12			C	
2016	342	135.85			C	
2020	335	103.63				D

Fuente: Elaboración propia

Nota: *Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.*

Figura 17. *Gráfica de caja de tiempo*



Fuente: Elaboración propia

La conclusión de la prueba comparaciones múltiples de Tukey se presenta en forma vertical. El que los años tengan la misma letra no implica que no tenga diferencias significativas entre ellas, por lo tanto, se pueden unir mediante una línea como se presenta a continuación, en donde los años son ordenados en forma descendente de acuerdo con el rendimiento promedio del tiempo en minutos del proceso de intervención de equipos por paradas programadas y no programadas.

Por lo tanto, se concluye que con un nivel de significancia de 0.05 podemos afirmar que el puntaje promedio de los tiempos de paradas de equipo (2020) tiene diferencias estadísticas sobre los demás años, y difieren significativamente, por lo tanto, el año 2020 es el que más aporta al presente trabajo de investigación. Por otro lado, las que aportan moderadamente al estudio son los años 2016 y 2018, así mismo el año que menos aporta al presente estudio es el año 2014, tal como se muestra en la tabla de diferencia de medias y diagrama de cajas.

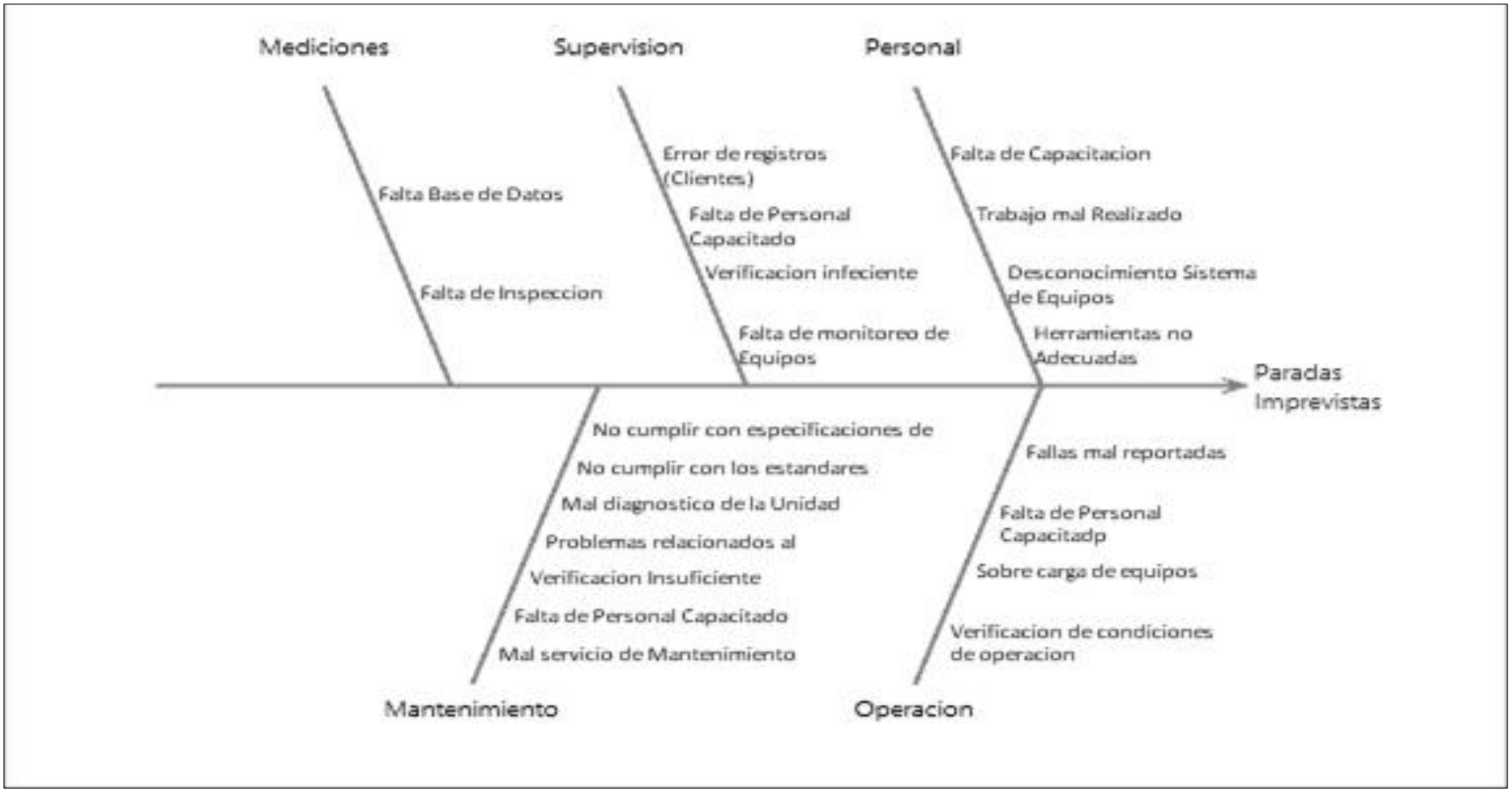
5.3 Minimización de errores, valoración de calidad y mejora de la eficiencia y producción mediante los diagramas Pareto y causa-efecto

5.3.1 Análisis de Ishikawa

En este parte se expone el análisis realizado para hallar cuáles son las razones críticas por las que se está incrementando las horas del proceso de mantenimiento causante de las paradas de equipo. Este diagrama se va a ir formando en el eje horizontal y se va a ir expandiendo de manera oblicua representando las posibles causas valoradas mediante las técnicas de elección y resultado óptimo del cual se origina el problema (Gutierrez, 2010) Luego de esto, se priorizan las variables críticas de acuerdo con la herramienta AMFE para obtener cuál de estas son los más importes y con estas realizar el análisis correlación de variables para hallar la relación entre la variable planteada X y la variable dependiente Y.

En base al método de tormenta de ideas realizado con el personal de supervisión de IMCO Servicios Sac y el área de Planeamiento, además el análisis causa-efecto nos ayudara a encontrar cuáles serían las posibles causas que estarían ocasionando el aumento del tiempo de detención de equipo.

Figura 18. *Diagrama de Ishikawa sobre baja disponibilidad de planta de chancado.*



Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con las **causas que originan las paradas imprevistas**, se puede observar:

Factor operacional y personal repercute fuertemente en la eficiencia del equipo y por ende en su disponibilidad, esto sin obviar los factores ocasionados por mantenimiento. Esto nos da un claro panorama que se requiere trabajar en la capacitación en la operación y mantenimiento del equipo a operadores y mecánicos, así como trabajar en el compromiso de conservación del equipo para mejorar los estándares de disponibilidad.

Así mismo, hay **factores de operación** que dependen de la dureza del mineral, del tiempo de uso del equipo y de la exigencia del trabajo, los cuales no son gestionables, dado que son inherentes a la explotación de los suelos en minería, estos factores lo hemos denominado de verificación de las condiciones de operación del equipo.

En el **factor "Mantenimiento"** se observa que no se cumple con las especificaciones y estándares de funcionamiento de los equipos por qué; por un lado, existe gran cantidad de avisos por mal funcionamiento de los equipos reportado por el área de operaciones y; por otro lado porque existen trabajos pendientes por atender ya que hay una clara falta de capacidad para atender los requerimientos de la planta de chancado que se da porque existen semanas o días específicos que tendrán mayor cantidad de trabajos lo que ocasionará que las horas del proceso de mantenimiento preventivo aumenten y por ende la calidad de los trabajos será baja.

En el **factor "Personal"** se observa que los errores del personal son un problema muy frecuente explicado por dos razones; la primera, por los niveles de capacitación de los técnicos y; la segunda, por una sobrecarga de trabajo consecuencia de la alta demanda. Asimismo, la falta de seguimiento y una mala gestión de los equipos y operaciones conllevan a paradas imprevistas.

En el **factor "Supervision"** se observa que lo que puede estar afectando los tiempos de proceso es la mala asignación de recursos con los que dispone IMCO Servicios SAC; es decir, no diferencian los mantenimientos preventivos que requieren más trabajo de las paradas de planta por fallos operacionales por lo que el tiempo total de la disponibilidad se verá afectado negativamente. Asimismo, se observó que tampoco se hace una diferencia por tipo de equipo

lo que sería otra posible causa. Por otro lado, otra posible causa del aumento del tiempo de equipo parado es que existen trabajos no terminados de acuerdo con la programación generando que estos se posterguen y se acumulen en días posteriores afectando la productividad del equipo de trabajo.

Para alcanzar una adecuada gestión de los procesos se requiere planear en función a lo que más le convenga al cliente sobre la base de un análisis previo, para esto se identificó los aspectos que debe ser incorporados, reforzados o replanteados tanto en el mismo proceso como en el recurso humano (Villanueva, 2016).

5.3.2 Análisis Pareto

La disponibilidad de equipos, desde el punto de vista del cliente, se traduce en tener el equipo disponible la mayor cantidad de tiempo, lo que significa cero paradas imprevistas o cero fallas.

De acuerdo con el análisis realizado sobre la eficiencia operativa de los equipos, se ha podido comprobar que la mayor pérdida de horas productivas está dada por las paradas por fallas mecánicas, constituyendo el 4 % del tiempo disponible para procesar mineral.

Las **principales causas** de parada de equipo por fallas son por una **mala verificación de condiciones de operaciones**, cabe indicar que si bien las paradas de planta programadas son cada 80 horas estas no se cumplen ya que en el caso que la pila de stock de finos que es alimentado desde la planta de chancado secundario hacia molinos sea baja (menos de ¾ de capacidad de almacenamiento), operaciones no detiene los equipos para garantizar el tonelaje necesario que requiere molinos para trabajar ininterrumpidamente.

En líneas generales cuando la planta de chancado no se detiene de acuerdo con lo programado se produce un mayor desgaste en sus componentes y cuando este se detiene el tiempo de parada programada resulta insuficiente, resultando en efectos negativos al sistema los cuales son:

a. Mayor tiempo por detención de equipo para el servicio de mantenimiento por la acumulación de trabajos a realizarse en la planta de chancado secundario.

b. Reducción de vida útil del equipo por falta de mantenimiento oportuno.
c. Complicación en la programación del mantenimiento por la acumulación de servicios y diferidos.

Otro factor importante para considerar es que en algunas ocasiones **no se cuenta con los materiales o repuestos necesarios** para realizar las ordenes de servicio que necesita la planta de chancado, por lo tanto, no se puede realizar una intervención oportuna de los equipos de acuerdo con lo programado no pudiendo garantizar la disponibilidad de los equipos y asumiendo el riesgo de fallo de equipo.

A continuación, desarrollaremos las **propuestas de mejora** para el incremento de la eficiencia operativa, la eliminación de las paradas imprevistas, basándonos en los análisis previos revisados en el del diagrama de Ishikawa, obtenemos la participación de las diferentes causas de paradas imprevistas de equipos y calculamos su impacto relacionado a las paradas de planta.

Tabla 17. *Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%*

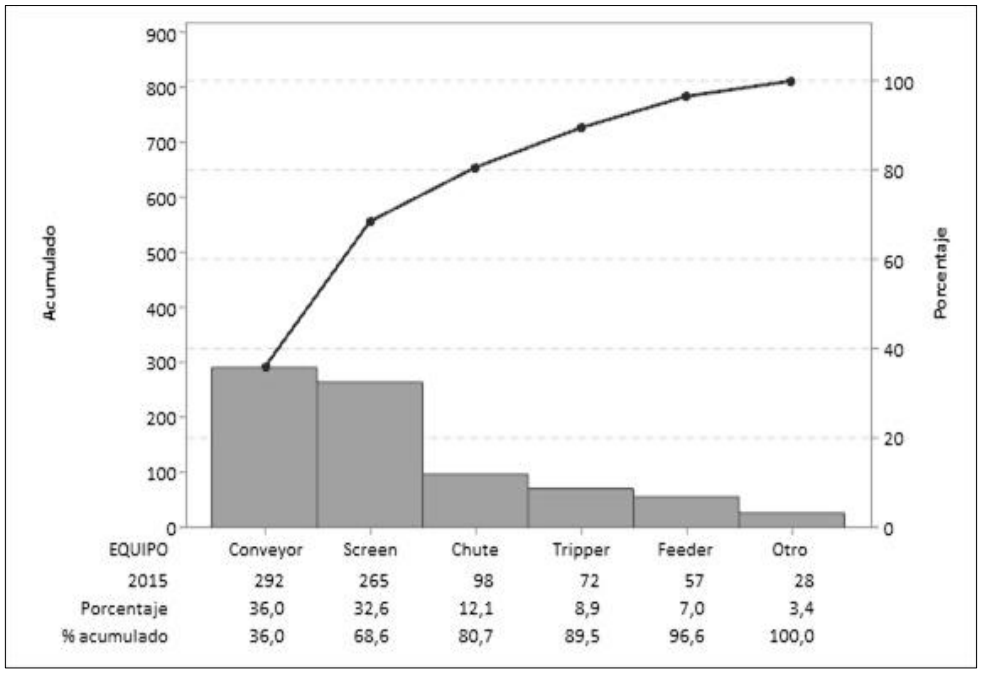
CATEGORÍA	%
Mediciones	14
Supervisión	6
Personal	28
Mantenimiento	44
Operación	8
TOTAL	**100%**

Fuente: Elaboración propia

Observamos que el 44.0% de las paradas imprevistas son atribuibles al Mantenimiento y un 28.0% al Personal. Estas causas originan fallas en los equipos, las cuales revisaremos a detalle para identificar los gaps que ayudarán a mejorar la disponibilidad de los equipos y las competencias que requiere el personal.

Utilizamos un análisis de Pareto desde el año 2014 hasta el 2019 que nos permitirá identificar las causas de fallas potenciales más importantes que afectan a los equipos en la planta de chancado, para poder concentrarnos en ellas en la estructura de los temas de capacitación a operadores y personal de mantenimiento.

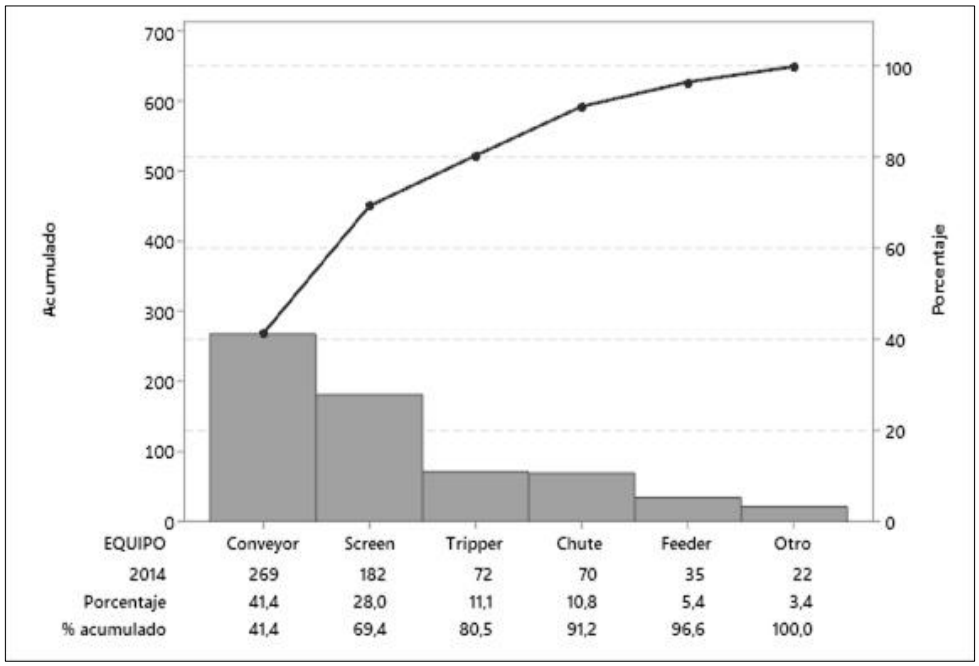
Figura 19. *Análisis de Pareto Año 2014*



EQUIPO	Conveyor	Screen	Chute	Tripper	Feeder	Otro
2015	292	265	98	72	57	28
Porcentaje	36,0	32,6	12,1	8,9	7,0	3,4
% acumulado	36,0	68,6	80,7	89,5	96,6	100,0

Fuente: Elaboración propia

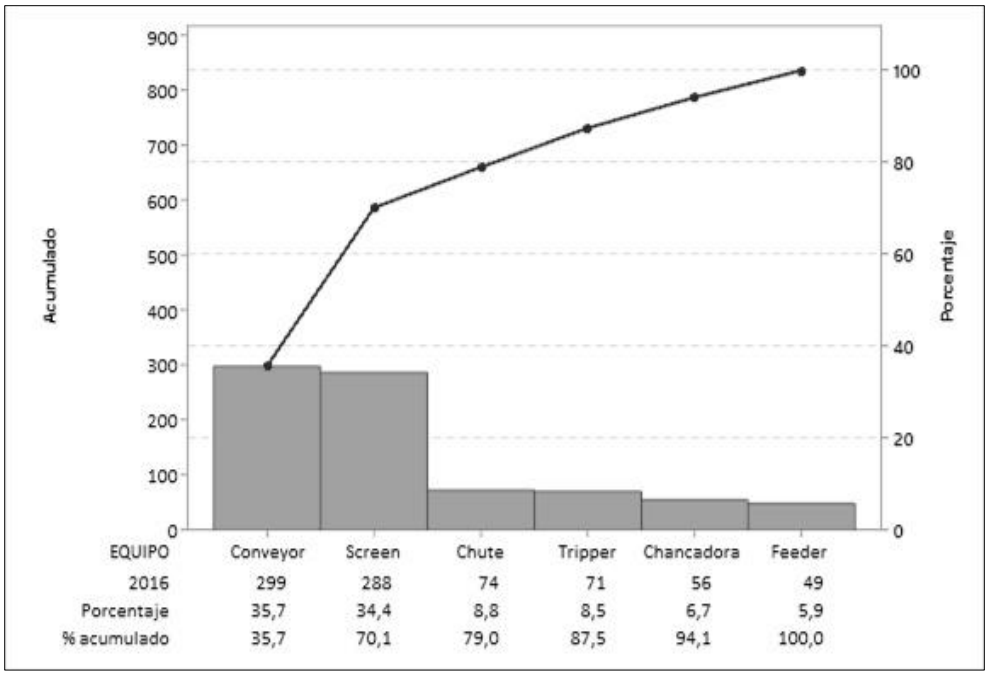
Figura 20. *Análisis de Pareto Año 2015*



EQUIPO	Conveyor	Screen	Tripper	Chute	Feeder	Otro
2014	269	182	72	70	35	22
Porcentaje	41,4	28,0	11,1	10,8	5,4	3,4
% acumulado	41,4	69,4	80,5	91,2	96,6	100,0

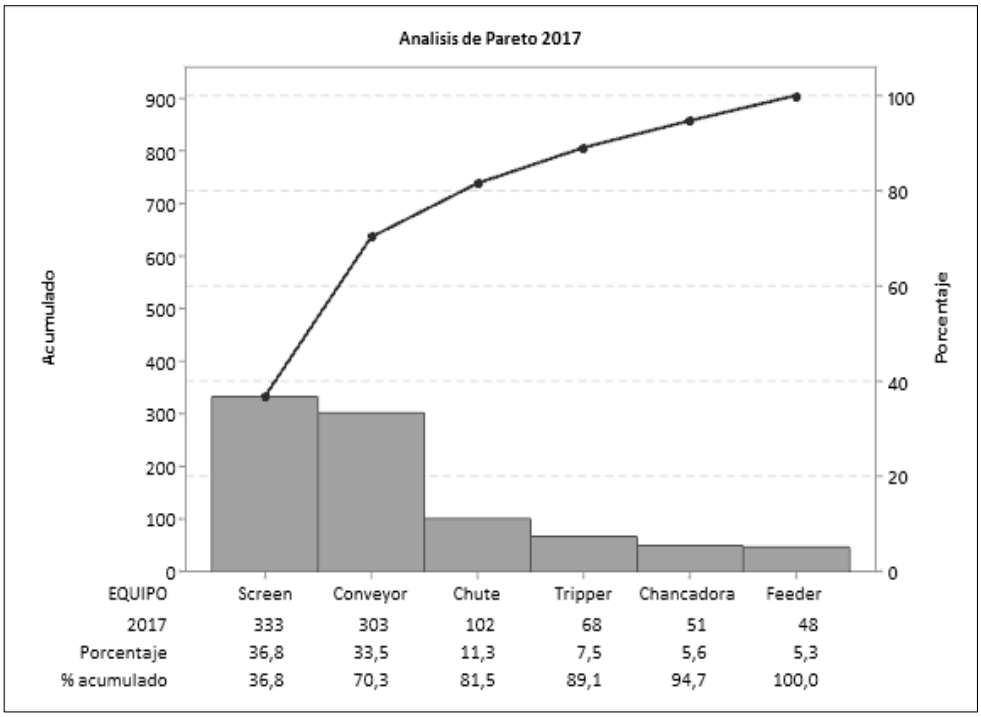
Fuente: Elaboración propia

Figura 21. *Análisis de Pareto 2016*



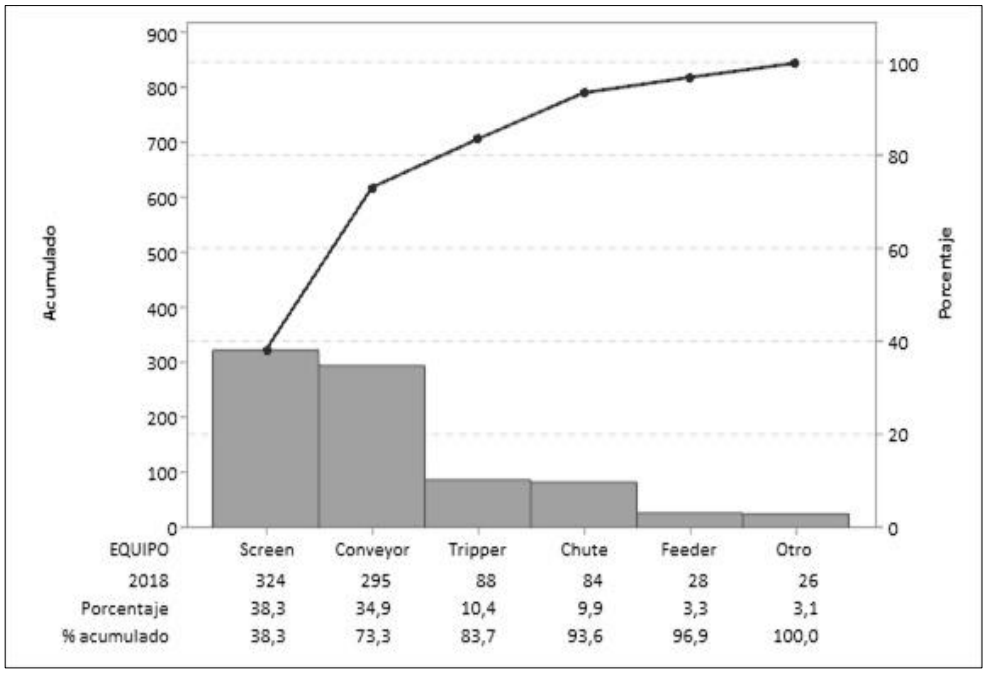
EQUIPO	Conveyor	Screen	Chute	Tripper	Chancadora	Feeder
2016	299	288	74	71	56	49
Porcentaje	35,7	34,4	8,8	8,5	6,7	5,9
% acumulado	35,7	70,1	79,0	87,5	94,1	100,0

Figura 22. *Análisis de Pareto Año 2017*



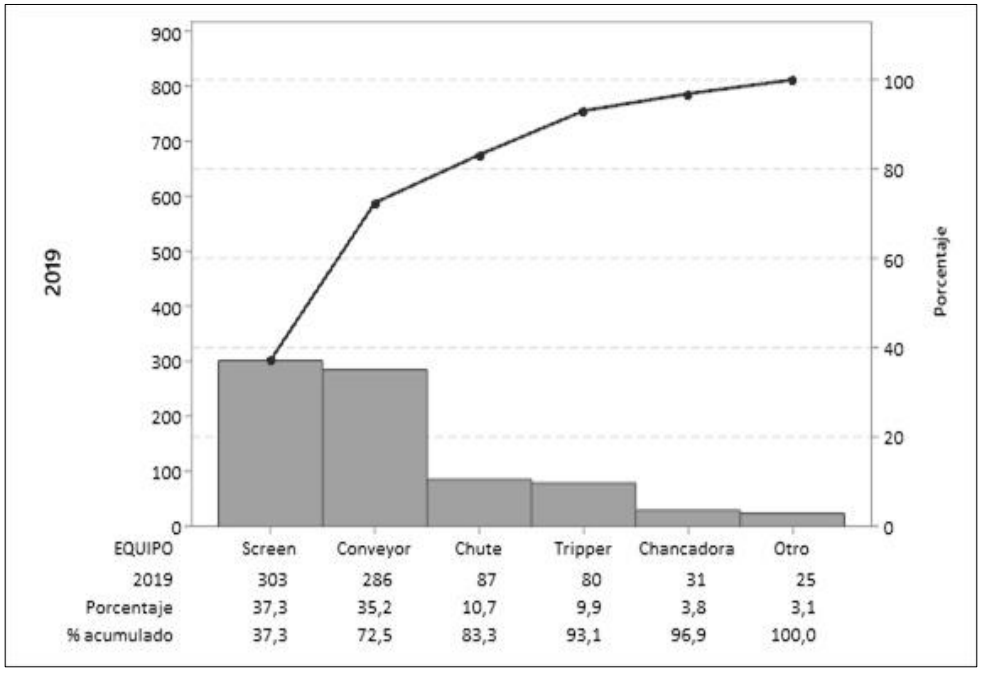
EQUIPO	Screen	Conveyor	Chute	Tripper	Chancadora	Feeder
2017	333	303	102	68	51	48
Porcentaje	36,8	33,5	11,3	7,5	5,6	5,3
% acumulado	36,8	70,3	81,5	89,1	94,7	100,0

Figura 23. *Análisis de Pareto Año 2018*



EQUIPO	Screen	Conveyor	Tripper	Chute	Feeder	Otro
2018	324	295	88	84	28	26
Porcentaje	38,3	34,9	10,4	9,9	3,3	3,1
% acumulado	38,3	73,3	83,7	93,6	96,9	100,0

Figura 24. *Análisis de Pareto Año 2019*



EQUIPO	Screen	Conveyor	Chute	Tripper	Chancadora	Otro
2019	303	286	87	80	31	25
Porcentaje	37,3	35,2	10,7	9,9	3,8	3,1
% acumulado	37,3	72,5	83,3	93,1	96,9	100,0

De acuerdo a las figuras anteriores, extraído del programa Minitab 19, el cual evaluó los datos ingresados *arroja que los equipos más afectados de la planta de chancado son los que pertenecen al grupo Conveyor y Screen*, de acuerdo a los Diagrama de Ishikawa se puede notar *que la baja disponibilidad de los equipos es debido al retraso en los tiempos* de mantenimiento, lo cual esto representa en un mayor tiempo de equipo

detenido, y menor será el tiempo de disponibilidad perjudicando a todo el sistema de equipos de la planta de chancado.

Para conocer cuál es la causa que está provocando el problema de disponibilidad se utilizó el diagrama de Ishikawa, herramienta que mediante una gráfica relaciona el o los problemas con los posibles factores que posiblemente lo generan; el método que se aplico es el de las 6M´s que consiste en agrupar las causas en las categorías, ver figura 19, mano de obra, materiales, maquinaria, medición y Mantenimiento, para determinar la causa del problema y relacionarla con alguna de las M´s.

En el diagrama de Ishikawa logramos identificar los principales problemas que impactan directamente en paradas de quipos y su implicación en la disponibilidad de los equipos en donde se observa la falta de mantenimiento preventivos de los equipos, siendo estos del tipo reactivo (solo se intervienen los equipos cuando fallan), también se logró identificar que no se cuenta con un plan de Gestión operativo.

Después de realizar el diagrama de causas y efectos tenemos como resultados los principales factores que interfieren en la baja disponibilidad de los equipos y donde IMCO Servicios Sac tiene implicación directa sobre los resultados obtenidos.

5.3.3 Factores que Impactan en la Disponibilidad de Equipos

a) **Falta de Entrenamiento:** Todo el personal técnico y operador debe contar con entrenamiento en actividades de operaciones, monitoreo e intervención directa sobre los equipos.
b) **Ausencia de Plan de Gestión:** Esto origina dificultades en la organización y gestión de las operaciones que ponen en riesgo la disponibilidad de los equipos.
c) **Ausencia de Base de Datos:** Es de vital importancia para la evaluación del desempeño del persona, equipos y desarrollo del plan de gestión; este también nos sirve para gestionar de manera computarizada las operaciones con el objetivo de facilitar la toma de decisiones dando al trate con la disponibilidad de los equipos.
d) **Falta de Materiales:** El funcionamiento adecuado de los equipos depende en gran medida de los repuestos o componentes rotativos,

en consecuencia, la falta de componentes repercute directamente en falla de equipos afectando directamente a la disponibilidad de estos.

5.4 Incremento de la disponibilidad de equipos mediante la identificación, análisis y corrección de puntos críticos

5.4.1 Identificación y priorización de Variables que causan el problema general

Ya con el análisis causa raíz realizado, se tienen las posibles variables que puedan estar causando el problema general; sin embargo, antes de realizar el análisis de regresión lineal múltiple se priorizan las variables encontradas para conocer cuáles de estas son más críticas explicando la variable dependiente Y.

Como se observa en la Tabla 13, se presentan tres variables principales en base al Índice Prioritario de Riesgo; en primer lugar, el "día de fin del mantenimiento" enfocada dentro del fallo "Trabajos no terminados por día"; en segundo y tercer lugar, el "mes de atención del equipo" y "Día de inicio del mantenimiento" enfocadas dentro del fallo por equipos.

Tabla 18. *Análisis modal de fallos y efectos potenciales*

ANALISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS POTENCIALES								
Proceso: Detención de Equipos de Planta de Chancado								
Modo de fallo	**Efecto potencia del fallo**	**Causas**	**Condiciones existentes**					**Área**
			Control	**S**	**O**	**D**	**Riesgo**	
Error de Personal	Disminución del tiempo de Disponibilidad	Alta Demanda	Ninguno	8	7	6	336	IMCO SERVICIOS SAC
		Nivel Técnico	Capacitaciones Mensuales	7	6	4	198	
		Mala Supervision	Ninguno	8	7	7	392	
Recursos		Mala Asignación	Ninguno	6	7	7	294	
		Falta de Diferenciación de Equipos	Ninguno	8	7	7	392	
Trabajos no Terminados		Menor Tiempo	Ninguno	9	8	8	576	
Falta de Coordinación con Cliente		Acumulación de OT	Ninguno	9	7	6	378	
		Postergación	Ninguno	9	7	7	441	
		Modificaciones	Ninguno	9	8	7	504	

Fuente: Elaboración propia

5.4.2 Corrección de puntos críticos a través de propuestas de mejora*s*

Luego de haber identificado y analizado las causas principales que generan el incremento de la duración total de detención de equipos y por ende la disminución de la disponibilidad mayor de la planta de Chancado, se procede a proponer las mejoras necesarias para combatir los problemas que afronta este proceso.

Modificación en la programación y planificación de los equipos de la planta de chancado. Como se puede observar el número de trabajos programados para una parada de planta programada durante la semana no presenta una distribución proporcional durante los días de esta. En adición, los equipos son reprogramados a cualquier hora del día, lo que muchas veces genera la acumulación de trabajo y una mala calidad en el servicio debido a la falta de capacidad para atender todos los trabajos a la vez. Debido a ello, como primer punto de mejora se propone manejar un número de mantenimientos preventivos máximo por día. Para este caso, se proponen 2 paradas programadas como máximo por día. Adicionalmente, el rango de horas para Recepcionar dichos mantenimientos debe ser de 8:30am a 17:00pm.

Cabe resaltar que se hace referencia solo a las paradas programadas, ya que se recibe trabajos reportados por el área de operaciones, los cuales suelen demandar mayor tiempo por parte del personal. Esta propuesta se basa en mantener la misma cantidad de mantenimientos atendidos a lo largo del mes, con la excepción de que sean distribuidos de manera uniforme durante la semana y en un menor tiempo de detención de los equipos de la planta de chancado.

En otras palabras, la demanda no se verá afectada y tampoco se busca, por el momento, generar un incremento en el número de equipos atendidos. Para determinar el número de equipos a atender en promedio al día, se realizó un cálculo en base a los equipos que actualmente atiende IMCO Servicios SAC, según la información histórica que se maneja de los años 2014 al 2019. En total, durante este periodo se atendieron 4861 parada de equipos, lo que implica una media de 68 detenciones al mes. Con dichos datos se determina que por semana se atienden alrededor de 17 trabajos entre programados y reportados por operaciones.

A continuación, en la tabla 14 se presenta la distribución semanal promedio de equipos atendidos actualmente y la propuesta de mejora.

Tabla 19. *Distribución semanal promedio de equipos atendidos*

Dia	Actual N° Equipos	Propuesta N° Equipos
Lunes	9	8
Martes	8	8
Miércoles	8	8
Jueves	13	12
Viernes	9	8
Sábado	8	8
Domingo	7	8

Fuente: Elaboración propia

El segundo punto correspondiente a esta primera propuesta se basa en el control de los trabajos programados. Imco Servicios SAC cuenta con un usuario en el sistema SAP de SPCC además de las funciones especificadas en el capítulo medir, se usa para la programación y reporte de las actividades provenientes de los reportes realizados por operaciones. Lo que se propone será establecer un límite máximo de trabajos programados al día de 12 mantenimientos preventivos en un rango de 8:30 a 17:00pm.

En conclusión, se atenderán la misma cantidad de equipos e igual cantidad de trabajos disminuyendo el tiempo de intervención de los equipos; sin embargo, se dará un tiempo menor de entrega y más exacta derivando en una mejor percepción del servicio por parte de SPCC e Imco Servicios SAC.

Capacitación de técnicos y modificación de estándares. Como se demostró en la etapa Analizar, existen tres técnicos y un supervisor de operaciones que pueden realizar los trabajos en los equipos en un menor tiempo promedio comparado con el resto de los técnicos, lo cual se evidencia con los tiempos de los otros técnicos.

Debido a ello, se conoce que es posible realizar los mantenimientos en un tiempo más eficiente, por lo que se propone implementar un sistema de capacitaciones constante, el cual busque replicar las buenas prácticas que emplean estos tres técnicos y supervisión en el resto del equipo, para que así puedan desarrollar un nivel de pericia mayor y se logre reducir el número

promedio de horas que tardan en realizar los mantenimientos en hasta 45 minutos.

Finalmente, es necesario implementar un sistema que mida el impacto de las capacitaciones de los equipos y que impulse a los técnicos a realizarlos en el menor tiempo posible, sin descuidar la calidad del trabajo. Para ello, se propone modificar el sistema actual de incentivos. Como se sabe, el plan de remuneración de los técnicos se compone de un sueldo fijo, pagado en base a las 48 horas semanales que laboran; y un sueldo variable, el cual es pagado en base a las horas extras que realicen los técnicos. Es decir, cada parada programada de la planta de chancado posee un promedio de horas estándar establecido por Planeamiento, y en caso los técnicos superen las horas 48 horas estándares semanalmente, reciben un bono. Para ello, se propone ajustar las horas estándar por equipo, en 15 minutos menos. Con esta medida, se mantendría el sistema de incentivos actual, obligando a los técnicos a que realicen los trabajos en un menor tiempo y recompensándolos con incentivos siempre y cuando los mantenimientos no presenten fallos.

Acciones contra cíclicas. Como última propuesta, se busca contrarrestar la variabilidad de la cantidad de paradas de equipos que se puede presentar mes a mes. Como se analizó previamente, existen meses donde los trabajos fueron realizados en menor tiempo y algunos otros donde el tiempo promedio de los trabajos ha sido mayor. Esto se puede explicar por un incremento de la demanda y mayor cantidad de mantenimientos por realizar a diferencia de otros meses.

Para evitar que se generen meses con alta carga de trabajo y meses con baja carga, se propone trabajar en conjunto con el área de planeamiento, operaciones y mantenimiento para realizar como primer paso un análisis de las paradas de equipo mensual y observar las tendencias o relaciones en la demanda a lo largo del año. Para ello, se puede realizar un análisis en base a la data histórica en base a las detenciones de equipos programados y no programados. Asimismo, al tener claro el comportamiento de detenciones de equipos se pueden idear las estrategias necesarias para contrarrestar la baja o alta demanda de nuestros servicios, en los meses que sean pronosticados con alta demanda, se puede contratar mano de obra adicional

temporal por días o semanas, para no afectar el tiempo de entrega de los equipos de la planta de chancado.

5.4.3 Sostenibilidad de la propuesta

Para que esta propuesta se pueda desarrollar de manera óptima, es necesario considerar a todos los actores involucrados en este proceso. Inicialmente, se debe identificar cuáles son las áreas que pueden impactar en la propuesta de mejora planteada, para así comunicarles los objetivos y que todos están alineados hacia una misma dirección. En primer lugar, se debe considerar que al área de Recursos Humanos debe ser la encargada de diseñar un plan de capacitación para los técnicos, el cual tenga como objetivo disminuir el desfase de eficiencia que existe entre algunos técnicos del taller y progresivamente mejorar el estándar de cada uno de ellos.

Por otro lado, el área de Planeamiento de Imco Servicios SAC se debe encargar de modificar los parámetros de programación de los quipos para que se puedan controlar el máximo de trabajos a realzar por día, también debe encargarse de realizar los pronósticos de demanda que se planea atender en base a las necesidades de parte de operaciones y mantenimiento, a partir de ello generar un correcto pronóstico de los repuestos que se necesitan.

Por otro lado, es importante mencionar que esta propuesta de mejora tendrá como líder al Residente. Asimismo, se debe tener en cuenta que las acciones propuestas serán implementadas en el corto plazo, ya que no requieren de inversión adicional ni cambios estructurales. En adición, ante cualquier eventualidad, como podría ser la afluencia de reporte de falla de equipos mayor a la proyectada por día, se plantea que estos no dejen de ser atendidos, ya que eso podría implicar un aumento en los trabajos pendientes a futuro.

5.5 Frecuencia relativa por año de las paradas de equipo mediante el control de las operaciones

5.5.1 Frecuencia relativa vs la disponibilidad de equipos

Como se puede observar en la tabla 15, los trabajos realizados por la empresa IMCO SERVICIOS SAC para el cliente SPCC, durante los años

2014 al 2020 sucedieron un mínimo de 2095 eventos realizados (año 2014) y como máximo 3612 eventos (año 2020), lo que a simple vista se podría decir que hubo mayor actividad y movimiento de personal durante ese año para nuestra empresa. Por otro lado, respecto a los eventos realizados, a partir del año 2018, se observa un crecimiento de actividades hasta el año 2020.

Además, se puede observar que, a partir del año 2017, los trabajos correctivos han ido disminuyendo hasta el 2020, con un aumento paralelo de los trabajos programados. Sin embargo, parte de éstos eventos fueron programados y otros correctivos, la particularidad de éstos dos eventos es que los eventos correctivos son de emergencia (no programados) que pueden hacer que la disponibilidad del equipo de nuestros clientes baje, como se puede observar en la columna de correctivos, para el año 2017 fue el año con más cantidad de correctivos (1982 trabajos correctivos) en comparación al año 2014 (905 trabajos correctivos); lo que implicó que para éste año con mayor cantidad de correctivos (2017) tengamos una disponibilidad baja 90.98%.

Por otra parte, analizando la columna de disponibilidad, el año con menor disponibilidad es el año 2019, a pesar de que es el segundo año con mayor cantidad de eventos ocurridos y contar con pocos trabajos correctivos.

Seguidamente el año con mayor disponibilidad es el año 2020 con un 94.25% disponibilidad de equipos, con una menor cantidad de trabajos correctivos (773) y, además, es el año con mayor cantidad de eventos (3612).

Tabla 20. Frecuencia relativa vs disponibilidad

AÑO	EVENTOS	%	PROG.	%	CORRECTIVOS	%	DISPONIBILIDAD
2014	2095	100%	1190	56.8	905	43.2	90.98%
2015	3043	100%	1772	58.2	1271	41.8	90.56%
2016	3470	100%	1819	52.4	1651	47.6	92.03%
2017	3340	100%	1358	40.7	1982	59.3	90.98%
2018	2895	100%	1472	50.8	1423	49.2	91.56%
2019	3596	100%	2611	72.6	985	27.4	90.46%
2020	3612	100%	2839	78.6	773	21.4	94.25%

Fuente: Elaboración propia

5.5.2 Control de las operaciones futuras de tiempos por parada de equipo

En la presente parte, se pretende describir los mecanismos propuestos para evitar incurrir nuevamente en errores que generen fallos en los procesos. Además, se presentan los indicadores a utilizar para controlar la eficiencia y calidad del proceso y también se proponen los planes de contingencia a emplear en caso de cualquier evento inesperado.

Como última parte de este capítulo se detallan los indicadores necesarios para controlar los tiempos por parada de equipo instaurando las propuestas mencionadas en el capítulo mejorar. A continuación, se describe cada uno de estos indicadores cuyo objetivo es velar por el cumplimiento de las metas establecidas en pro de controlar las distintas variables que pueden afectar negativamente a la disponibilidad de la planta de Chancado. Asimismo, se detallan planes de acción correspondientes a cada uno de estos indicadores para que la empresa sufra de las mismas deficiencias.

Tabla 21. *Indicador 1: Tiempo Promedio del mantenimiento*

INIDICADOR	FORMULA (%)	META	TEMPORALIDAD
Tiempo Promedio de equipo detenido	(Tiempo del mantenimiento preventivo – Tiempo del mantenimiento Preventivo N-1/Tiempo del Mantenimiento Preventivo N-1)	<= 2 horas	Semanal

Fuente: Elaboración propia

El indicador presentado es la métrica principal para poder hallar los tiempos promedios totales de tiempo muerto, debe de ser en promedio de 2 horas.

Tabla 22 *Indicador 2: Tiempo Máximo Promedio del mantenimiento por día*

INIDICADOR	FORMULA (%)	META	TEMPORALIDAD
Tiempo Máximo Promedio de equipo detenido por día	Tiempo Máximo Reportado Por día	<= 3.0 horas	Diaria

Fuente: Elaboración propia

El indicador descrito en la Tabla 22 brinda una idea concreta sobre el tiempo máximo que un vehículo está en el proceso. Según lo propuesto, el tiempo máximo que debería durar un mantenimiento es de 3 horas por lo

que cualquier valor que pase este límite será considerado una desviación del proceso.

Tabla 23. *Indicador 1: Tiempo Promedio del mantenimiento*

INIDICADOR	FORMULA (%)	META	TEMPORALIDAD
Disponibilidad	$D = \left(\frac{MTBF}{MTBF + MTTR}\right) * 100$	<= 95%	Semanal

Fuente: Elaboración propia

El indicador presentado en la Tabla 23 es la métrica principal para poder hallar los tiempos de disponibilidad total de la planta de Chancado; el cual, como se ha observado en el capítulo mejorar, debe de ser como mínimo 95%. Actualmente, este indicador varía entre 89% y 91% aproximadamente.

5.6 Reducción de incidentes y accidentes

Se demuestra que, la planificación y programación influyen positivamente en la reducción de los accidentes, tal como se demuestra a través de las estadísticas de accidente del año 2019 a 2020, el cual se logró capacitando a los distintos niveles jerárquicos y el compromiso de todo el personal con la finalidad de seguir reduciendo los accidentes, a la vez también se actualizo la matriz de riesgos alineada a las actividades realizadas por Imco Servicios Sac en el periodo 2020, en el anexo N° 02 se presenta el detalle de IPERC aprobados en dicho periodo.

Tabla 24. *Resumen: Condiciones Sub-Estándar 2019*

CONDICIÓN SUB ESTÁNDAR	2019												
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ACM
Herramientas, equipos, materiales defectuosos	2	3	4	7	4	10	5	2	3	1	4	2	47
Caminos, pisos, superficies inadecuadas	3	1	4	3	4	7	8	1	2	0	0	0	33
Limpieza y orden deficientes	3	2	6	5	2	4	4	3	4	4	4	3	44
Condiciones ambientales peligrosos	1	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	4
Dispositivos de seguridad inadecuados/defectuosos	0	0	0	2	3	0	0	0	0	1	2	1	9
Derrame	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	3
Paredes, techos, OC, inestables	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Sistemas y equipos energizados	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Peligros de incendio y explosión	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	**9**	**6**	**14**	**17**	**15**	**21**	**18**	**8**	**11**	**6**	**10**	**6**	**141**

Fuente: Elaboración propia

Tabla 25. *Resumen: Condiciones Sub-Estándar 2020*

CONDICIÓN SUB ESTÁNDAR	2020												
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ACM
Herramientas, equipos, materiales defectuosos	0	0	1	3	1	0	0	0	0	1	2	1	9
Caminos, pisos, superficies inadecuadas	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Limpieza y orden deficientes	3	3	5	2	6	7	8	8	7	2	4	3	58
Condiciones ambientales peligrosos	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Dispositivos de seguridad inadecuados/defectuosos	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	3
Derrame	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Paredes, techos, OC, inestables	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Sistemas y equipos energizados	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Peligros de incendio y explosión	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	**3**	**4**	**7**	**9**	**7**	**8**	**8**	**8**	**7**	**3**	**6**	**4**	**74**

Fuente: Elaboración propia

Se evidencia una disminución de las condiciones subestándares con respecto a los resultados obtenidos durante el año 2019 de un 48% esto debido a una mejor capacitación en la identificación de los peligros y riesgos que implican la realización de los trabajos y la correcta aplicación de la jerarquía de medidas de control por parte del personal obrero y supervisión.

Igualmente, dentro del esquema de trabajo se integró las actividades de reconocimiento previo, inspecciones del área de trabajo, seguimiento y verificación de las labores como rutinas programadas logrando una reducción significativa del 79% de incidentes por actos subestándar con respecto al año 2019, al igual que las constantes capacitaciones con su respectivo seguimiento constituyeron una parte principal para la disminución de los incidentes y accidentes.

Tabla 26. *Resumen: Actos-Estándar 2019*

ACTO SUB ESTÁNDAR	2019												
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ACM
Usar equipos y herramientas defectuosos	3	5	4	3	4	1	3	1	0	0	0	0	24
Evaluación de riesgo deficiente	2	1	4	3	2	2	1	2	3	4	3	2	29
No asegurar	2	2	4	3	2	1	2	0	0	0	0	0	16
Ubicación incorrecta	0	1	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	5
Uso inadecuado o no uso de EPP	5	4	2	3	4	3	4	2	2	2	3	2	36
Maniobra incorrecta	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Usar inapropiadamente las herramientas	2	3	0	0	0	0	0	0	2	1	1	0	9
No usar los 3 puntos de apoyo	2	3	0	0	0	1	1	1	0	0	1	2	11
Usar equipo inadecuadamente	2	4	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	9
Trabajar bajo la influencia de alcohol o drogas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Intento de realizar tareas múltiples en forma simultanea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Operar equipo sin autorización	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Exponerse a la línea de fuego	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	2
Jugar en el trabajo	2	0	0	0	2	0	0	1	2	0	0	0	7
Total	**21**	**25**	**16**	**13**	**15**	**9**	**12**	**10**	**9**	**7**	**8**	**6**	**151**

Fuente: Elaboración propia

Tabla 27. *Resumen: Actos-Estándar 2020*

ACTO SUB ESTÁNDAR	2020												
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ACM
Usar equipos y herramientas defectuosos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
evaluación de riesgo deficiente	2	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	6
No asegurar	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Ubicación incorrecta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Uso inadecuado o no uso de EPP	1	2	0	1	0	0	0	0	0	2	2	1	9
Incumplimiento de PETS o STANDARES de trabajo	1	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	5
Maniobra incorrecta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Usar inapropiadamente las herramientas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
No usar los 3 puntos de apoyo	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
Usar equipo inadecuadamente	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2
Trabajar bajo la influencia de alcohol o drogas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Intento de realizar tareas múltiples en forma simultanea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Operar equipo sin autorización	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Exponerse a la línea de fuego	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Jugar en el trabajo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	**8**	**5**	**3**	**3**	**1**	**0**	**0**	**0**	**2**	**4**	**3**	**2**	**31**

Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

PRIMERO. - Se concluye que existe un mejoramiento de la disponibilidad de los equipos de la planta de chancado. Eso se puede evidenciar en el aumento de 3% para el año 2020 sobre la media del tiempo de disponibilidad de la planta de chancado secundario para el periodo 2014 al 2019.

SEGUNDO. - Los métodos estadísticos aplicados a la minería son eficaces, ya que permiten conocer la realidad de nuestros procesos donde se requieren tomar análisis y acciones para la mejora de nuestros procesos y darnos aviso sobre las posibles desviaciones, el cual nos permitió realizar un control estricto en la reducción de tiempos muertos y la identificación de las causantes debido a que existe influencia de los tiempos de parada de planta imprevistas y la disponibilidad.

TERCERO. - Los diagramas de Pareto y causa-efecto permiten la minimización de errores, valoración de calidad y mejora de la eficiencia. Se debe considerar que la propuesta planteada no solo implica realizar los cambios propuestos en los servicios diarios que brindamos a nuestro cliente sino también requiere integrar un plan de capacitación constante al personal técnico y de supervisión para la correcta realización de los trabajos.

CUARTO. - La identificación, análisis y corrección de puntos críticos incrementaron la disponibilidad de equipos. Eso se puede evidenciar en la reducción de la media de tiempo parado de los equipos logrando reducirlo de 179 minutos para el periodo comprendido entre el año 2014 al 2019 a 103 minutos para el año 2020.

QUINTO.- Se concluye, que si bien es cierto en gran parte de los años se observa mayor disponibilidad a causa de la disminución de los trabajos correctivos, se puede observar en los resultados que éste factor de disminuir los trabajos correctivos no es el único, pudiendo existir otra clase de factores que hacen que la disponibilidad disminuya como el ingreso de personal nuevo masivo que hubo el año 2019, el mismo que perjudicó el trabajo realizado por la demora de los trabajos haciendo que la disponibilidad disminuya.

SEXTO. - El análisis de los accidentes de los años 2019 y 2020, nos demuestran que, si se redujeron los incidentes y accidentes, debido a una planificación eficiente, al cumplimiento del reglamento de seguridad, al cambio de cultura influyendo estas variables demostrándose que la planificación y programación de los trabajos anticipados influyen en forma positiva en la reducción de incidentes y accidentes incapacitantes.

6.2 Recomendaciones

Se recomienda que la empresa analizada se enfoque en atacar principalmente el problema de la planificación de los trabajos a realizar de acuerdo con los recursos con los que se cuenta, ya que esta variable determina en gran medida el incremento en la duración del tiempo promedio de los equipos detenidos. Asimismo, no debe dejar de lado el implementar un plan de capacitaciones que contribuya a mejorar el nivel de pericia con el que trabajo el personal de supervisión y técnico.

Adicionalmente, se recomienda que se realice un seguimiento programado a los mecanismos de control ya que de estos depende (Crespo, 2012) la eficiencia del taller. Si se descuida este aspecto se podrá volver a los estándares de tiempos antiguos generando acumulación de servicios pendientes, mal servicios y fallos en los tiempos de entrega de los equipos.

Es importante señalar que la data que se utilice en estas investigaciones no debe seguir estrictamente una correcta recolección de datos. Como se demostró en la presente investigación, se logró realizar un análisis válido a partir de la data.

Finalmente, es importante que se puedan implementar los indicadores y mecanismos de control lo antes posible, con el fin de ir revirtiendo los efectos negativos que ha causado el dejar de utilizar estas herramientas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Avila, A. A. (2017). *Administracion de Operaciones y Mantenimiento.* Manta: Mar Abierto.

Ballesteros, E. F. (2016). *Administracion de Operaciones.* Lima: Macro.

Barco, H. G. (2011). *Analisis Estadistico en Mina Chimpo.* Universidad Nacional de Ingeniería, Lima. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería.

Correa, R. B. (2016). *Monitoreo y Analisis Estadisticos de Procesos con Aplicaciones* (Primera ed.). Barranquilla, Colombia: Editorial Universidad del Norte.

Crespo, L. L. (2012). *Incremento de Productividad Mina Mediante Herramientas SixSigma.* Lima: Universidad Nacional de Ingenieria.

Fullana, C., & Paredes, J. (2008). *Manual de contabilidad de costes.* Madrid: Delta Publicaciones Universitarias.

Gutierrez, H. (2010). *Calidad Total y Productividad.* Mexico DF.: Mcgraw-Hill Interamericana Editores.

Hernandez R. Fernadez, C. &. (2010). *Metodologia de la Investigacion.* Mexico D.F.: McGraw-Hill.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. (1986). *Determinación de costos e ingresos.* San José: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.

Ishikawa, K. (2014). *Introduccion al Control de la Calidad* (Primera Edición ed.). Ediciones Díaz de Santos.

Montgomery, D. (2006). *Control Estadistico de la Calidad.* Mexico: Limusa Wiley.

Sainani, K. L. (2012). Dealing with non normal data. En *The American Academy of Physical Medicine and Rehabilitation* (págs. 1001-1005). http://dx.doi.org/10.1016/j.pmrj.2012.10.01.

Smith, D. J. (2001). *Reliability, Maintainability and Risk.* Oxford, Reino Unido: Butterworth-Heinemann.

Tejada, M. (2016). *Aplicacion de la metodologia Six Sigma para la mejora de la productividad en el proceso de filtrado de concentrado en la compañia minera Antamina Huaraz - Peru 2016.* Universidad Cesar Vallejo, Escuela Profesional de Ingeniería Industrial. Lima: Repositorio Universidad Cesar Vallejo.

Thomas H. Davenport, L. P. (1998). *ResearchGate.* Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/229099904_Working_Knowledge

_How_Organizations_Manage_What_They_Know?enrichId=rgreq-68c53c2dff3fc4c9a13ee499656fef84-XXX&enrichSource=Y292ZXJQYWdlOzIyOTA5OTkwNDtBUzoxMjUzNTgwNzQ1MDMxNjhAMTQwNjg5OTEwMjczNg%3D%3D&el=1.

Vallenas, H. (2018). *Implementacion del procesos de gestion de backlog para generar aumento del KPI disponibilidad en flota pesada camiones Caterpillar 793D para compañia minera Atapaccay.* Universidad Nacional Federico Villareal, Facultad de Ingeniería Industrial y de Sistemas. Lima: Repositorio Universidad Nacional Federico Villareal.

Villanueva, J. A. (2016). *Indicadores de Gestion.* Mexico: Cengage Learning Editores.

ANEXOS

ANEXO N° 01

ACTA DE COMITÉ DE SEGURIDAD Y ELEMENSTOS PROSESA

IMCO

REUNIÒN COMITÉ INTERNO NIVEL TACTICO N° 01-2019-CINT

De acuerdo a lo dispuesto en el Estándar SCJ-EST-61 "LIDERAZGO Y ADMINISTRACION", y Reglamento Interno de Seguridad y Salud Ocupacional RISSO - SPCC, en Concentradora Cuajone, siendo las 10:00 hrs del 31 de diciembre del 2019, en las oficinas de Taller IMCO, se convoca a la 1ra reunión de Comité táctico conformado por los coordinadores de PROSESA 2020, a los siguientes miembros:

Líder de Elemento 01 Liderazgo y Administración	: Joel Gil Cahuana / Pedro Valenzuela
Líder de Elemento 03 Inspecciones	: Yonni Froydi Mamani Mamani
Líder de Elemento 04 Análisis de Procedimientos y Tareas Críticas	: Edward Junior Zapata Cordova
Líder de Elemento 05 Investigación de Accidentes e Incidentes	: Yonni Froydi Mamani Mamani
Líder de Elemento 06 Observaciones Planeadas de Tareas	: Joel Gil Cahuana
Líder de Elemento 07 Plan de Preparación y Respuesta a Emergencias	: Victor Manuel Ticona Vidal
Líder de Elemento 08 Permisos de Trabajo	: Amalfi Escobar Cuayla
Líder de Elemento 10 Entrenamiento, Conocimientos y Habilidades	: Victor Manuel Ticona Vidal
Líder de Elemento 15 Comunicaciones Personales	: Joel Gil Cahuana
Líder de Elemento 16 Comunicaciones en Grupo	: Amalfi Escobar Cuayla

Habiéndose verificado la asistencia de los coordinadores PROSESA, se da inicio a la Reunión:

I. AGENDA: (propuesta)

1. Actualización del Sistema de Gestión PROSESA 2020.
2. Revisión de PETS / IPERC Línea Base 2020.
3. Entrega de Manual y Estándares PROSESA 2020.
4. Establecer Objetivos y Metas 2020

II. DESARROLLO DE LA REUNIÓN

1. Firma del Acta de Reunión N° 001-2019-CINT

Una vez revisada el Acta de la Reunión N° 001-2019-CINT, los miembros del CINT proceden a firmar el Acta respectiva en señal de conformidad.

2. Aprobación de la Agenda.

El Líder del elemento 01 da lectura a la agenda propuesta para esta reunión, luego los coordinadores del CINT expresan su conformidad con la misma.

III. ACUERDOS

En la presente reunión, los acuerdos a los que se arribaron son los siguientes:

- Se enviaran los estándares y Manual PROSESA a los correos correspondientes de los coordinadores PROSESA 2020.
- Se realizara la difusión de los estándares y Manual PROSESA al personal Imco.
- Se actualizarán los Mapas de riesgos 2020.

IMCO

Siendo las 11:00 hrs, del 31 de diciembre del 2019, se da por concluida la reunión, firmando los asistentes en señal de conformidad.

Joel Gil Cahuana
LIDER ELEMENTO 01, 06, 15

Victor Ticona Vidal
LIDER ELEMENTO 07, 10

Amalfi Escobar Cuayla
LIDER ELEMENTO 08, 16

Yonni Mamani Mamani
LIDER ELEMENTO 05, 03

Edward Zapata Cordova
LIDER ELEMENTO 04

ANEXO N° 02

ESTANDAR ENTRENAMIENTO Y CAPACITACION DEL PERSONAL

Entrenamiento, Conocimiento, Concientización y Competencia

Cambios en el Documento	FECHA
Se modificó de acuerdo al : Reglamento de seguridad y Salud Ocupacional en Minería – D.S. 024-2016-EM	05/01/2017
Se ingresó al representante del elemento 10 – PROSESA – El tendrá responsabilidades y funciones que se detallan en el procedimiento. **Inducción y Orientación en el área de trabajo:** ANEXO 5, Según DS 024-2016-EM	15/01/2017
REFERENCIAS LEGALES - Se incluyó en el punto 3 en Referencias legales la nueva modificatoria del DS: 023-2017 EM	01/09/2017
Se actualizó el Anexo N° 02 Programa anual de capacitaciones	19/12/2018
Se actualizó el Anexo N° 02 Programa anual de capacitaciones, enfocado al Servicio de Manteniendo de la Planta Concentradora	01/01/2020

	Cargo	Nombre	Firma	Fecha
Elaborado y modificado por:	*Supervisor S&SO*	*Victor Ticona Vidal*		*Enero 2020*
Revisado por:	*Supervisor*	*Yonni Mamani Mamani*		*Enero 2020*
Revisado por:	*Supervisor*	*Amalfi Escobar Cuayla*		*Enero 2020*
Aprobado por:	*Residente*	*Joel Gil Cahuana*		*Enero 2020*

1. OBJETIVOS

Establecer los parámetros y requisitos mínimos aceptables procedimientos para la selección, uso correcto de los equipos con el fin de proteger a todo trabajador contra peligros identificados en su puesto de trabajo.

2. ALCANCE

El presente estándar será de cumplimiento obligatorio de todo el personal de IMCO y contratistas que realicen actividades dentro del ámbito de IMCO.

3. REFERENCIAS LEGALES Y OTRAS NORMAS

- Norma OHSAS 18001:2007
- DS 024-2016-EM, Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería.
- DS 023-2017-EM, Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería.
- Ley N° 29783, Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo.
- D.S. N° 005-2012-TR, Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo.
- RISSO – Reglamento Interno de seguridad y salud ocupacional.
- Sistema de clasificación internación de seguridad DNV – Elemento Nro. 11 y 3

4. ESPECIFICACIONES DEL ESTANDAR

4.1. DEFINICION DE TERMINOS

- **Atmósfera Peligrosa:** Una atmósfera que expone a un trabajador a un peligro de muerte, incapacidad, lesiones o intoxicación aguda. Una atmósfera es peligrosa cuando:
  - El Contenido de Oxígeno (O2) es mayor/igual a 23,5%, o menor/igual a 19,5%.
  - Tiene un LEL de 10% o más.
  - La Concentración de Gases tóxicos (H2S, CO u otros) es superior a los límites permitidos.
  - La presencia de Polvo combustible en el aire contenido en el interior del Espacio Confinado sea igual o superior al LEL.
  - La presencia de Polvo o Vapor impide u obscurece la visibilidad a una distancia de 1,5 m. en el interior del Espacio Confinado.
  - Cualquier condición atmosférica que es inmediatamente riesgosa para la salud o la vida (Ejemplo: calor, frio).
- **Certificación:** Registro que permite verificar que el equipo de protección personal cumple con las normas técnicas de Perú o normas internacionales. Para algunos

- Análisis de la Matriz de IPERC de línea base
- PETAR
- Según de la naturaleza de los trabajos realizados;
- Según la Política de la empresa
- Según Programa de Objetivos y Metas
- Según Programa Anual de S&SO
- Según Programa anual del SGA
- En función o de acuerdo a las necesidades de la empresa (proyectos nuevos, etc.);
- Según los requisitos del cliente.

Los planes de entrenamiento y capacitación anual de cada una de las áreas auditables deben ser archivados por el supervisor de S&SO, a la vez este presentara a su gerencia y Coordinador del PROCESA el programa de Entrenamiento y Capacitación Anual de acuerdo a la evaluación de necesidades para su aprobación. Seguidamente debe de coordinar con el jefe de Capacitación las necesidades de entrenamiento para presupuestarse.

Si el personal entrante presenta un desajuste entre lo requerido en la descripción de perfil y el currículo del empleado contratado en uno de los temas relacionados con S&SO y Medio Ambiente, se le comunicara al Supervisor Sistema Integrado para establecer sus necesidades de capacitación.

Toda esta información es analizada y consolidada por el Supervisor Sistema Integrado en el formato "Necesidades de Capacitación" utilizando el formato del Anexo 03, este documento es entregado al Gerente General quien lo evaluará.

Además, el supervisor de área, el supervisor de S&SO o los trabajadores podrán comunicar al líder del elemento 10 si identifican nuevas necesidades de capacitación o no contempladas para su personal a cargo.

4.2. Identificación de los cursos de capacitación

- Con el Consolidado de "Necesidades de Capacitación", el Líder del elemento 10 en coordinación con el Supervisor de S&SO solicitan a las diferentes instituciones u organizaciones que brindan capacitación en temas especializados, cotizaciones y propuestas.
- Los criterios de selección al curso que el personal de la empresa va a asistir, son los siguientes:
- Referencias de la institución o del expositor
- Evaluación del temario del curso por parte del interesado
- Evaluación por el Gerente General y/o Líder de S&SO de las solicitudes de cotización de las instituciones u organizaciones a dictar los cursos de capacitación.

- La subcontratación de instructores o consultores, se realizará siguiendo los mecanismos de control relacionado con la adquisición de los bienes, equipos y servicios adquiridos relacionados con el Sistema de Seguridad y Salud Ocupacional mencionado en el Manual SIG.

- Dependiendo del tema los especialistas de la empresa IMCO Servicios S.A.C. también pueden desarrollar los cursos de capacitación internos.

4.3. Elaboración del programa de capacitación

- Una vez seleccionado los cursos que se van a asistir, se elabora de acuerdo al formato del Anexo 02 "Programa Anual de Capacitación", este programa contiene el nombre del curso, institución a dictar el curso (si se trata de capacitación externa), los asistentes y las fechas programadas.

- El personal de la empresa que va asistir a los diferentes cursos será seleccionado de acuerdo a los objetivos y metas organizacionales determinadas por el supervisor de S&SO en coordinación con los Supervisores de área, evaluación de su desempeño y potenciales.

- El "Programa Anual de Capacitación" es revisado por el Líder del elemento 10 y aprobado por el Gerente General.

- El Supervisor de Gestión S&SO informa a cada Supervisor de área los cursos aprobados que seguirá el personal a su cargo.

4.4. Ejecución

El programa anual de capacitación del personal de la empresa aprobado contempla dos formas de ejecutar la capacitación, las cuales son:

- Cursos de capacitación internos, desarrollados por el propio personal de la empresa.

  La capacitación se registrará según el formato del Anexo 01 **"Inducción, capacitación, entrenamiento y simulacro de emergencia"**, así mismo, el Supervisor S&SO supervisa el correcto llenado del registro y conserva las listas como evidencia de la capacitación.

- Cursos de capacitación externos, donde el personal de la empresa IMCO Servicios S.A.C. asistirá a cursos organizados por otras instituciones, se solicitará al participante el certificado u otra evidencia de capacitación de dicha capacitación y se ingresará en los file del personal.

  Por los cursos de capacitación, se realizara una evaluación de los participantes. El curso se aprobara alcanzando un porcentaje mínimo de 80% (o 16/20) de respuestas acertadas. En caso de desaprobación, el o los trabajadores deberán pasar de nuevo el curso (en caso de curso interno). Esto tiene como finalidad medir la eficiencia del curso.

4.5. Reprogramación

- Excepcionalmente el personal puede ser reprogramado para asistir a una capacitación, siempre y cuando el líder del elemento 10 así lo considere conveniente.

- El supervisor de S&SO informara al líder del elemento 10, la eliminación o atraso de los cursos programados en el Programa Inicial y mensualmente se emitirá el "Informe mensual de capacitación, Entrenamiento y otros" Anexo 4 de acuerdo al Programa de Capacitación.

4.6. Inducción de Personal

Inducción y orientación General:

Todo personal nuevamente contratado deberá recibir una inducción no menor a 8 horas que contemplara como mínimo los temas siguientes:

- Difusión de la Política Integrada de la Empresa;
- Presentación de los EPP's con explicación de los estándares de uso;
- Difusión del reglamento de Seguridad;
- El reporte la investigación de incidentes;
- Plan y Procedimientos de Emergencias;
- Absolución de preguntas.

Inducción y Orientación en el área de trabajo:

Después de haber pasado la inducción general, el trabajador será capacitado en el área de trabajo y deberá firmar el **Anexo 5** del DS 024-2016-EM. Esta inducción está a cargo del supervisor de área responsable y debe contemplar como mínimo los siguientes elementos:

1. Bienvenida y explicación del propósito de la orientación.
2. Explicación de las estadísticas de seguridad del departamento o sección.
3. Accidentes o enfermedades ocupacionales del departamento o sección.
4. Capacitación teórica/práctica de la tarea específica que realizara el trabajador con la evaluación correspondiente (entrega del estándar y PETS de la tarea específica).
5. Explicación de los peligros y riesgos existentes en el área de los trabajadores.
6. Uso de equipo de protección personal (EPP) apropiado para el tipo de tarea asignada; con explicación de los estándares de uso.
7. Uso del teléfono del área de trabajo y otras formas de comunicación con radio portátil, o estacionario; quienes, como y cuando se deben utilizar.
8. Estándar procedimiento y prácticas para casos específicos de emergencia, reportes al jefe inmediato.
9. Practica de ubicación y uso de botiquines y camillas.
10. Como reportar incidentes/accidentes de personas, maquinarias o daños de la propiedad de la empresa. Enseñar a diferenciar quien debe actuar en la reparación o retiro.
11. Seguimiento, verificación y evaluación de la labor del trabajador hasta lograr que sea capaz de realizar la tarea asignada, dependiendo si es manual, mecánica digital u otros.

12. Conocimiento y uso del Manual de Estándares, PETs, Hojas MSDS, trabajos en caliente, áreas confinadas y otros trabajos de alto riesgo.
13. Duchas y lava ojos de emergencia ubicación y forma de uso.
14. Importancia del orden y la limpieza en la zona de trabajo.
15. Absolución de preguntas del personal inducido y orientado.

5. RESPONSABLES

Gerente General:

- Aprobar la identificación de Necesidades de capacitación;
- Aprobar el programa anual de capacitación;
- Asegurar los recursos para la ejecución del programa anual de capacitación.

Coordinador del PROCESA:

- Responsable de monitorear la ejecución y cumplimiento de lo indicado en el presente documento

Líder del Elemento 10

- Revisar la identificación de necesidades de capacitación;
- Revisar el programa anual de capacitación;
- Monitorear el cumplimiento del programa anual de capacitación.

Supervisor S&SO:

- Elaborar la lista de identificación de necesidades de capacitación;
- Elaborar el programa anual de capacitación;
- Realizar el seguimiento del programa de capacitación;
- Evaluar la eficacia del programa anual de capacitación y proponer mejoras.

Supervisores de área:

- Identificar necesidades de capacitación de su personal a cargo en temas relacionados a S&SO y Medio Ambiente;
- Asegurar la disponibilidad de sus trabajadores a cargo a las capacitaciones programadas;
- Asistir a las capacitaciones programadas.
- Proponer necesidades de capacitación relacionadas con S&SO y Medio Ambiente.

Trabajadores:

- Asistir a las capacitaciones programadas;
- Proponer necesidades de capacitación relacionadas con S&SO y Medio Ambiente.

6. REGISTROS, CONTROLES Y DOCUMENTACION

Nombre del Registro	Responsable del Control	Tiempo Mínimo de Retención
Lista de asistencia a capacitación	Supervisor de Gestión de S&SO	5 años

7. REVISION

- El presente estándar deberá ser revisado en forma anual y cada vez que las circunstancias lo ameriten.

8. ANEXOS

- Anexo 1: Inducción, capacitación, entrenamiento y simulacro de emergencia
- Anexo 2: Programa Anual de Capacitación
- Anexo 3: Necesidades de Capacitación
- Anexo 4: Informe mensual de capacitación, Entrenamiento y otros

ANEXO 1: Inducción, capacitación, entrenamiento y simulacro de emergencia

(ADELANTE)

IMCO	REGISTRO INDUCCION,CAPACITACION,ENTRENAMIENTO Y SIMULACRO DE EMERGENCIA				Código: SCJ-RE-14 Versión: 00 Pagina: 1 de 2
DATOS DEL EMPLEADOR					
RAZON SOCIAL O DENOMINACION	RUC	DOMICILIO (Direccion,Ubicación)		ACTIVIDAD ECONOMICA	Nº TRABAJADORES EN EL CENTRO LABORAL
IMCO SERVICIOS SAC	20454276761	ASIENTO MINERO CUAJONE		METALMECANICA	
MARCAR (X)					
INDUCCION	CAPACITACION	ENTRENAMIENTO		SIMULACRO DE EMERGENCIA	
TEMA					
FECHA					
NOMBRE DEL CAPACITADOR /ENTRENADOR				FIRMA	
Nº HORAS					

Nº	REGISTRO / DNI	APELLIDOS Y NOMBRES	GRUPO / AREA	FIRMA	OBSERVACIONES
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					
31					
32					

Anexo 2: Programa Anual de Capacitación

IMCO	PROGRAMA ANUAL DE CAPACITACIONES 2020 Según Anexo 06 del DS 024-2016-EM			IMCO-PG--SIG-03 Version: 04

Tema de Capacitación	Dirijido a:	Responsable	Detalle	Cronograma											
				Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Notificación, Investigación y reporte de Incidentes, Incidentes peligrosos y	Todo el personal	Departamento de SSO & MA	Capacitación												
Bloqueo y Etiquetado de Energias Peligrosas	Todo el personal	Departamento de SSO & MA	Capacitación												
Respuesta a Emergencias por áreas especificas.	Todo el personal	Departamento de SSO & MA	Capacitación												
Primeros Auxilios	Todo el personal	Departamento de SSO & MA	Capacitación												
Prevención y Protección Contra Incendios / Uso y manejo de extintores	Todo el personal	Departamento de SSO & MA	Entrenamiento												
IPERC	Todo el personal	Departamento de SSO & MA	Entrenamiento												
Trabajos en Espacios Confinados	Todo el personal	Departamento de SSO & MA	Capacitación												
Trabajos en altura	Todo el personal	Departamento de SSO & MA	Capacitación												
Trabajos en Caliente	Todo el personal	Departamento de SSO & MA	Capacitación												
Residuos sólidos	Todo el personal	Departamento de SSO & MA	Capacitación												
El significado y el uso del código de señales y colores	Todo el personal	Departamento de SSO & MA	Capacitación												
Control de sustancias peligrosas - MSDS	Todo el personal	Departamento de SSO & MA	Capacitación												
Ergonomia	Todo el personal	Departamento de SSO & MA	Capacitación												
Liderazgo y Motivacion	Todo el personal	Departamento de SSO & MA	Capacitación												

		Cargo	Firma	Fecha
Elaborado por	Victor Ticona Vidal	Ingeniero de Seguridad		ene-20
Revisado por	Yonni Mamani Mamani	Supervisor		ene-20
Revisado por	Amalfi Escobar Cuayla	Supervisor		ene-20
Aprobado por	Joel Gil Cahuana	Residente		ene-20

Anexo 3: Necesidades de Capacitación

NECESIDADES DE CAPACITACIÓN						
Necesidades de conocimiento	SGA	SSO	Dirigido a:	Resultado que se espera alcanzar con la capacitación	Curso o institución que pueda satisfacer su necesidad	Costo aprox. Referencial (Sólo si se conoce el costo)

Anexo 4: Informe mensual de capacitación, Entrenamiento y otros

IMCO	REGISTRO INFORME MENSUAL DE CAPACITACIÓN, ENTRENAMIENTO Y OTROS	Código: SCJ-RE-41 Versión: 00 Página: 1 de 1
GERENCIA:		
FECHA DE ELABORACIÓN:		
ELABORADO POR:	NOMBRES	FIRMA

DATOS MENSUALES	
Item	Valor
Número actividades indicadas en el "PLAN DE ENTRENAMIENTO Y CAPACITACIÓN ANUAL"	
Número actividades ejecutadas correspondientes al "PLAN DE ENTRENAMIENTO Y CAPACITACIÓN ANUAL"	
Porcentaje de Cumplimiento de actividades del "PLAN DE ENTRENAMIENTO Y CAPACITACIÓN ANUAL"	
INDICAR LOS MOTIVOS DE LOS INCUMPLIMIENTOS (EN CADO APLIQUE)	

DATOS ACUMULADOS	
Item	Valor
Número acumulado de actividades indicadas en el "PLAN DE ENTRENAMIENTO Y CAPACITACIÓN ANUAL "	
Número acumulado de actividades ejecutadas correspondientes al "PLAN DE ENTRENAMIENTO Y CAPACITACIÓN ANUAL."	
Porcentaje acumulado de Cumplimiento de las actividades del "PLAN DE ENTRENAMIENTO Y CAPACITACIÓN ANUAL"	
INDICAR LOS MOTIVOS DE LOS INCUMPLIMIENTOS (EN CADO APLIQUE)	

ANEXO 03

DETALLE DE ACTUALIZACION DE IPERC APROBADOS 2020

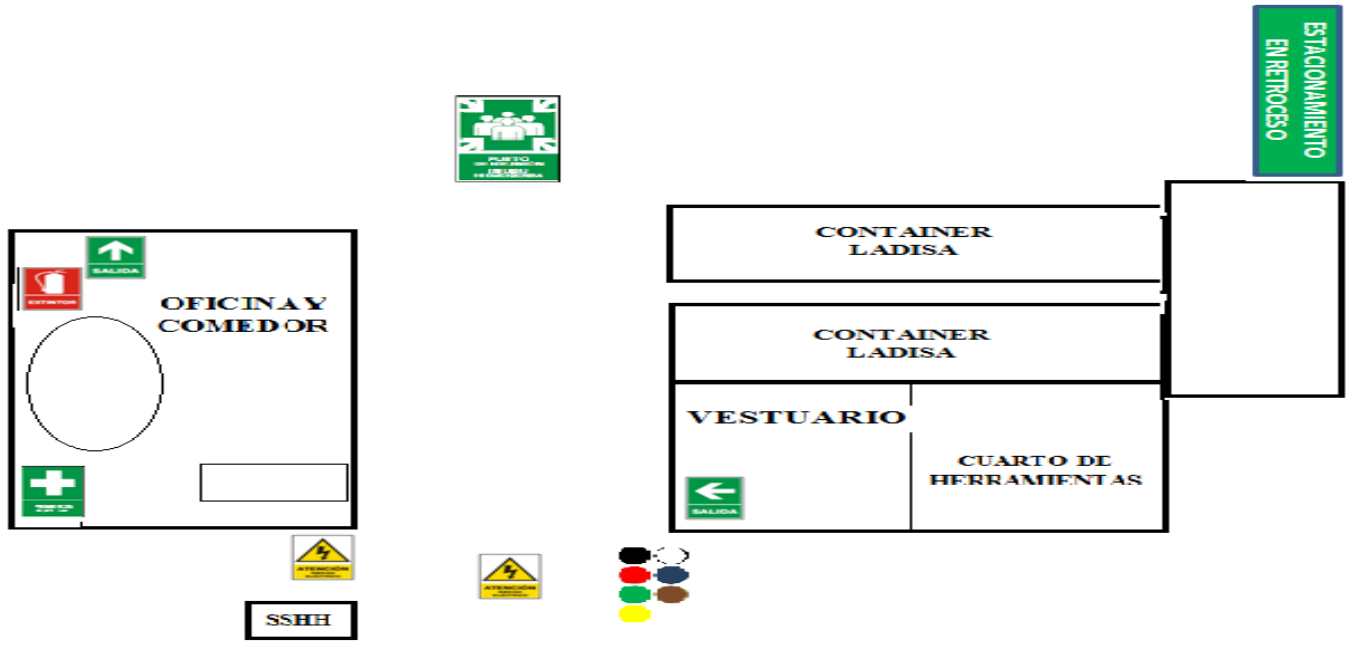
AÑO	AREA	CODIGO Y VERSION
2020	Concentradora	IMCO-PETS-MTC -001 v.14-2020
2020	Concentradora	IMCO-PETS-MTC -002 v.08-2020
2020	Concentradora	IMCO-PETS-MTC -003 v.08-2020
2020	Concentradora	IMCO-PETS-MTC -004 v.08-2020
2020	Concentradora	IMCO-PETS-MTC -005 v.08-2020
2020	Concentradora	IMCO-PETS-MTC -006 v.08-2020
2020	Concentradora	IMCO-PETS-MTC -007 v.08-2020
2020	Concentradora	IMCO-PETS-MTC -008 v.08-2020
2020	Concentradora	IMCO-PETS-MTC -009 v.08-2020
2020	Concentradora	IMCO-PETS-MTC -010 v.08-2020
2020	Concentradora	IMCO-PETS-MTC -011 v.08-2020
2020	Concentradora	IMCO-PETS-MTC -012 v.08-2020
2020	Concentradora	IMCO-PETS-MTC -013 v.08-2020
2020	Concentradora	IMCO-PETS-MTC -014 v.08-2020
2020	Concentradora	IMCO-PETS-MTC -015 v.08-2020
2020	Concentradora	IMCO-PETS-MTC -016 v.08-2020
2020	Concentradora	IMCO-PETS-MTC -017 v.08-2020
2020	Concentradora	IMCO-PETS-MTC -018 v.08-2020
2020	Concentradora	IMCO-PETS-MTC -019 v.05-2020
2020	Concentradora	IMCO-PETS-MTC -020 v.04-2020
2020	Concentradora	IMCO-PETS-MTC -023 v.03-2020
2020	Concentradora	IMCO-PETS-MTC -024 v.01-2020
2020	Concentradora	IMCO-PETS-MTC -025 v.01-2020
2020	Concentradora	IMCO-PETS-MTC -026 v.01-2020
2020	Concentradora	IMCO-PETS-MTC -027 v.01-2020
2020	Concentradora	IMCO-PETS-MTC -028 v.01-2020
2020	Concentradora	IMCO-PETS-MTC -029 v.01-2020
2020	Concentradora	IMCO-PETS-MTC -030 v.01-2020

ANEXO 4

MAPA DE RIESGO CONCENTRADORA CUAJONE

IMCO SERVICIOS S.A.C	MAPA DE RIESGOS	IMCO-MR-SIG-001 VERSIÓN: 06

CONTEINER DE IMCO EN CONCENTRADORA

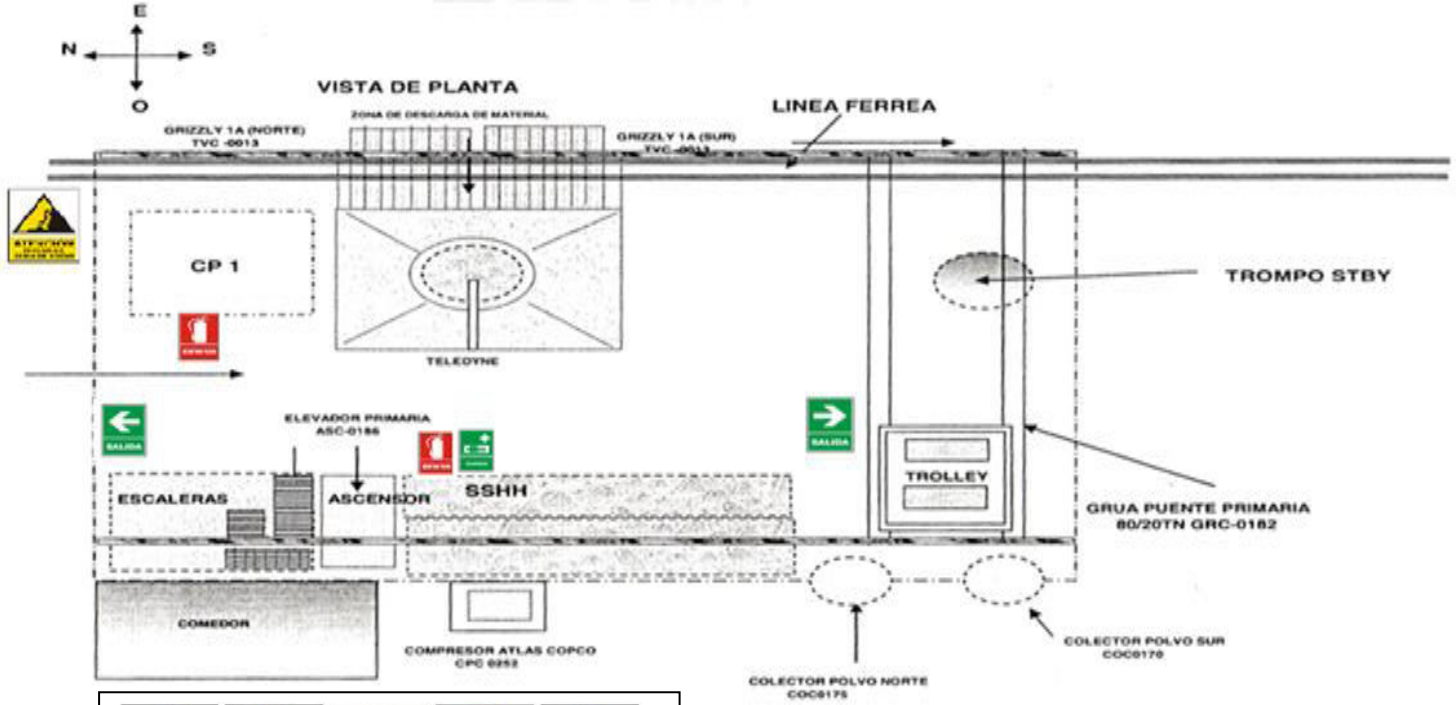


	NOMBRE	CARGO	FIRMA	FECHA
ELABORADO POR:	LUIS A. DEL CARPIO DELGADO	ING. SEGURIDAD		ENERO 2020
REVISADO POR:	MARCO A. SALINAS SILVA	ING. SUPERVISOR		ENERO 2020
APROBADO POR:	JOEL GIL CAHUANA	ING. RESIDENTE		ENERO 2020

	MAPA DE RIESGOS	IMCO-MR-SIG-002 VERSIÓN: 06

IMCO SERVICIOS SAC

CHANCADO PRIMARIO PISO 7

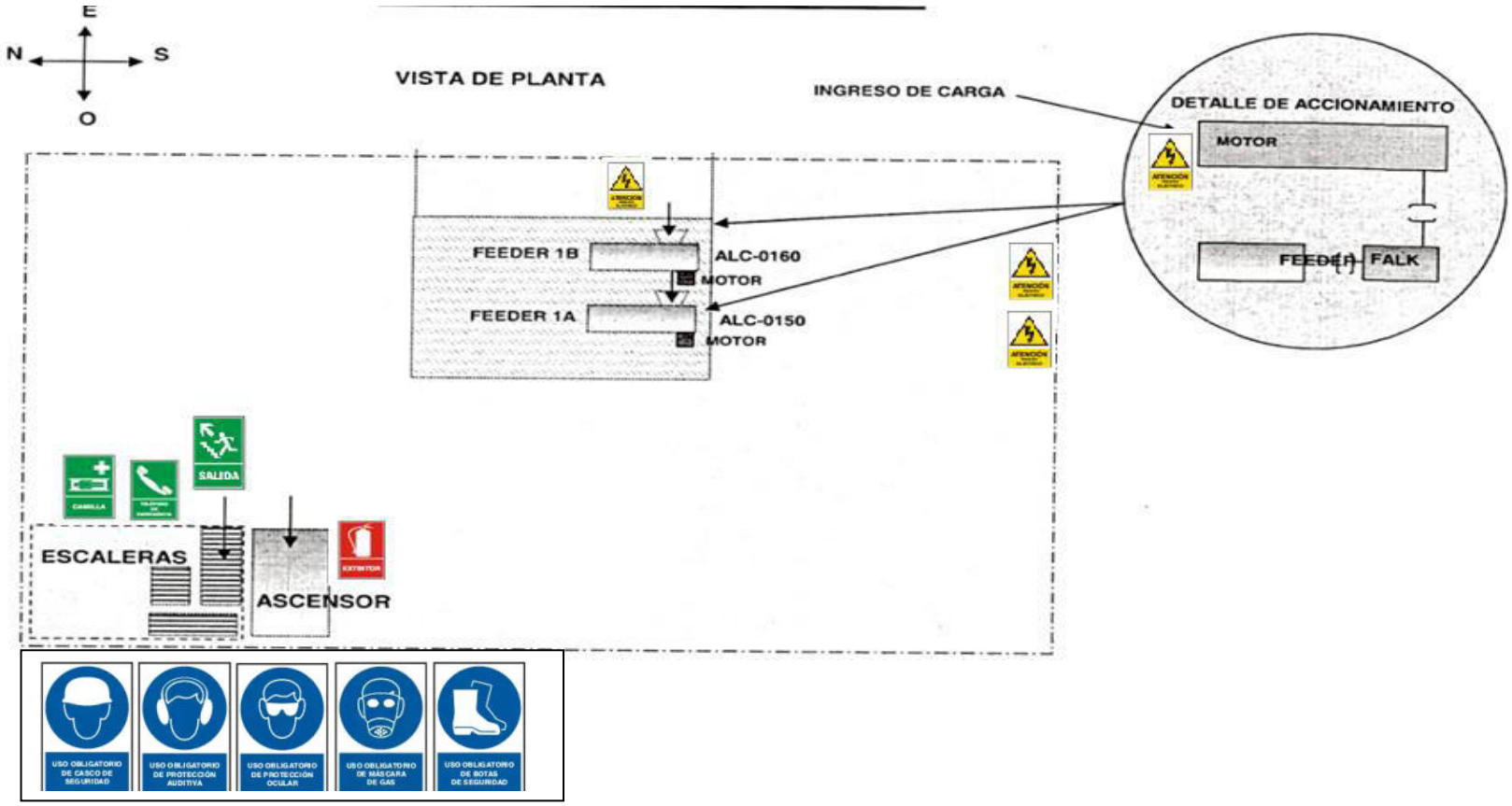


	NOMBRE	CARGO	FIRMA	FECHA
ELABORADO POR:	LUIS A. DEL CARPIO DELGADO	ING. SEGURIDAD		ENERO 2020
REVISADO POR:	MARCO A. SALINAS SILVA	ING. SUPERVISOR		ENERO 2020
APROBADO POR:	JOEL GIL CAHUANA	ING. RESIDENTE		ENERO 2020

IMCO SERVICIOS S.A.C	MAPA DE RIESGOS	IMCO-MR-SIG-003 VERSIÓN: 06

IMCO SERVICIOS SAC

CHANCADO PRIMARIO PISO 2

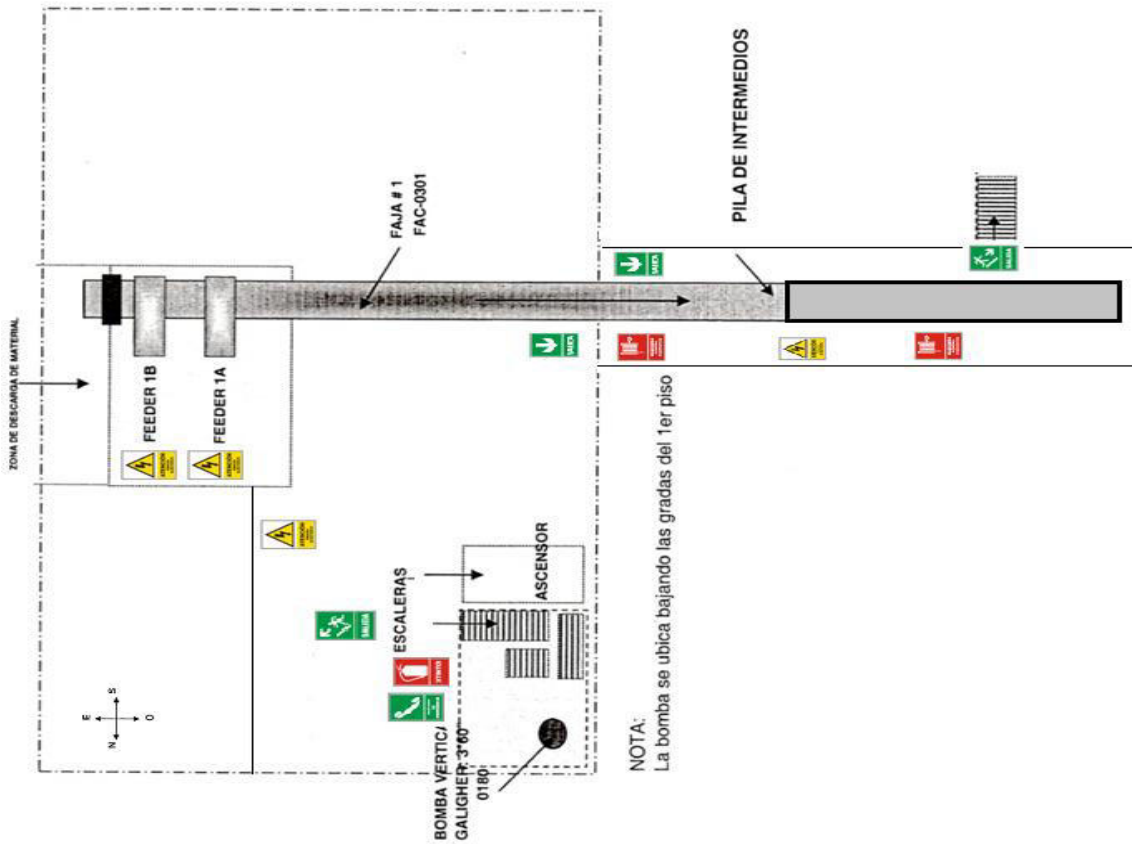


	NOMBRE	CARGO	FIRMA	FECHA
ELABORADO POR:	LUIS A. DEL CARPIO DELGADO	ING. SEGURIDAD		ENERO 2020
REVISADO POR:	MARCO A. SALINAS SILVA	ING. SUPERVISOR		ENERO 2020
APROBADO POR:	JOEL GIL CAHUANA	ING. RESIDENTE		ENERO 2020

IMCO SERVICIOS S.A.C	**MAPA DE RIESGOS**	**IMCO-MR-SIG-004** **VERSIÓN: 06**

IMCO SERVICIOS SAC

CHANCADO PRIMARIO PISO 1

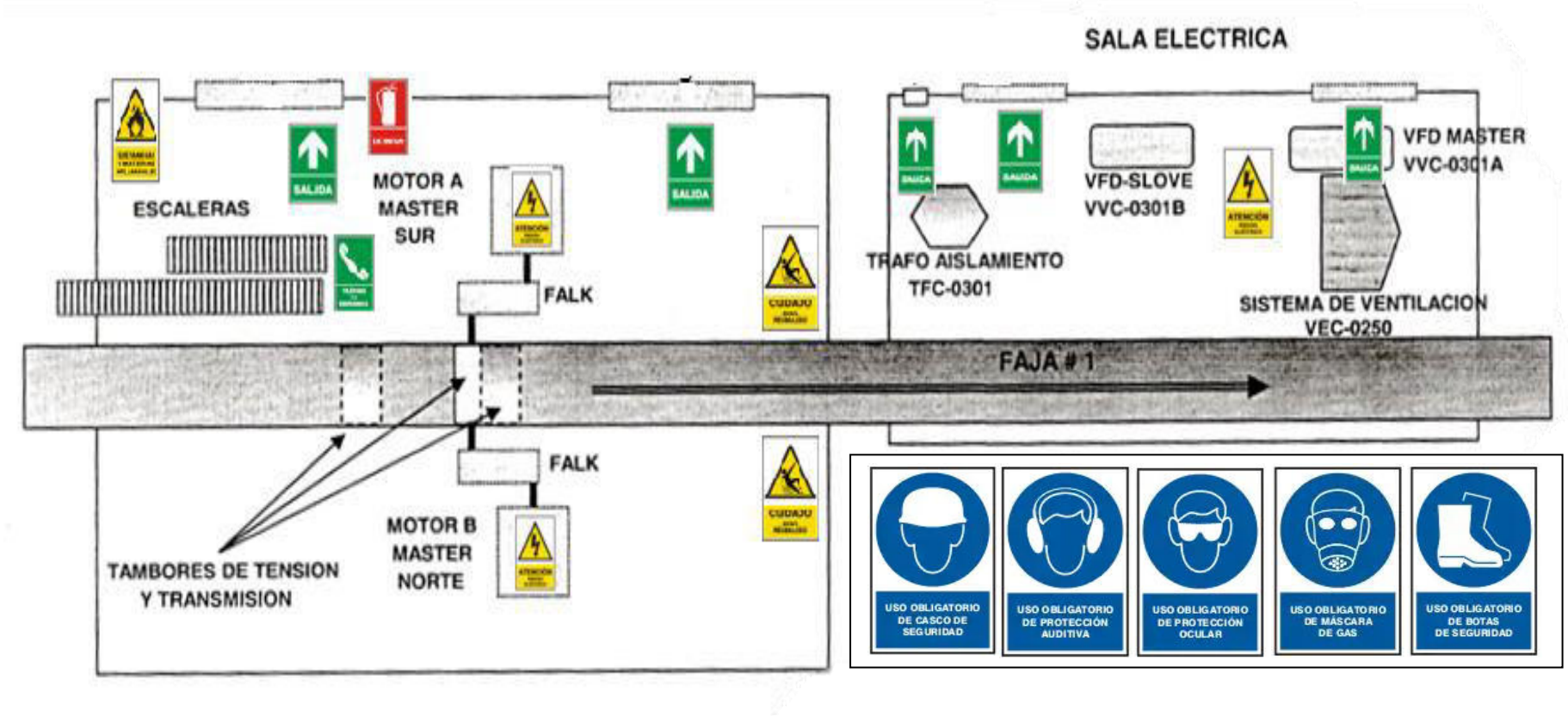


	NOMBRE	CARGO	FIRMA	FECHA
ELABORADO POR:	LUIS A. DEL CARPIO DELGADO	ING. SEGURIDAD		ENERO 2020
REVISADO POR:	MARCO A. SALINAS SILVA	ING. SUPERVISOR		ENERO 2020
APROBADO POR:	JOEL GIL CAHUANA	ING. RESIDENTE		ENERO 2020

IMCO	MAPA DE RIESGOS	IMCO-MR-SIG-005 VERSIÓN: 06

IMCO SERVICIOS SAC

DRIVE HOUSE

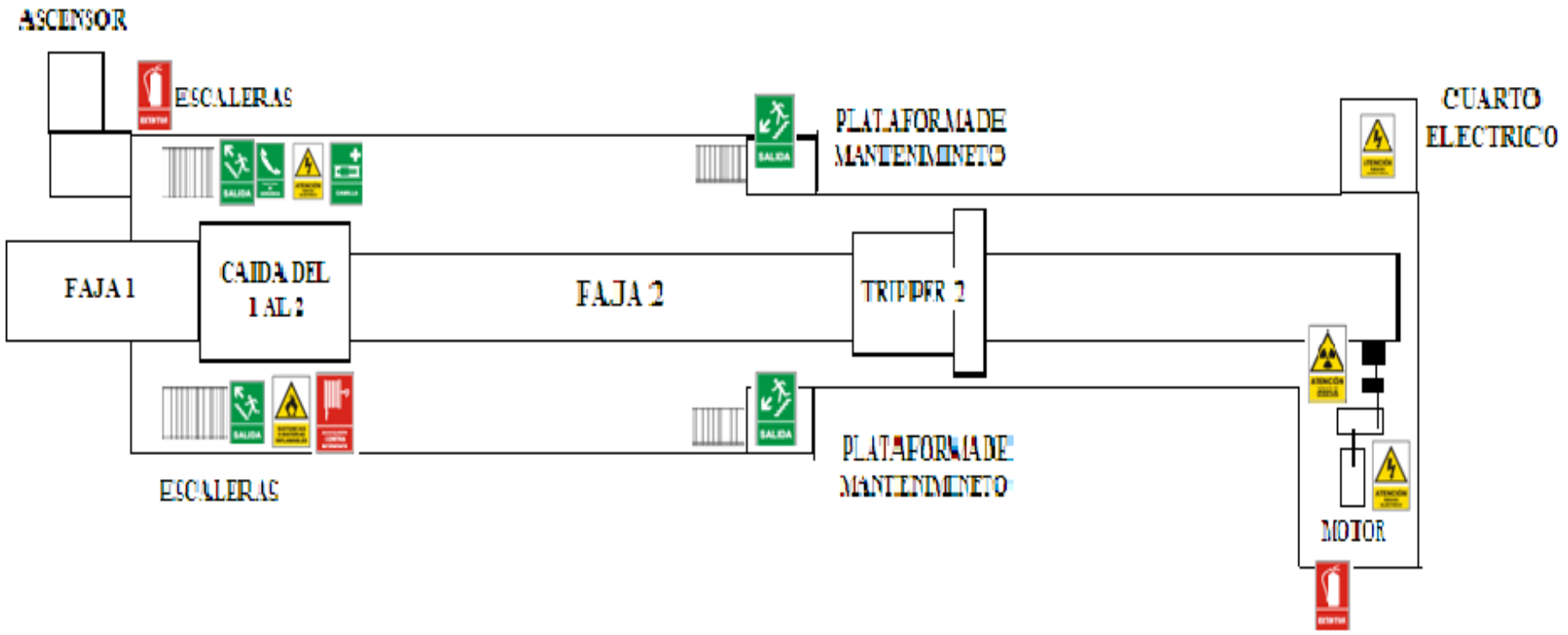


	NOMBRE	CARGO	FIRMA	FECHA
ELABORADO POR:	LUIS A. DEL CARPIO DELGADO	ING. SEGURIDAD		ENERO 2020
REVISADO POR:	MARCO A. SALINAS SILVA	ING. SUPERVISOR		ENERO 2020
APROBADO POR:	JOEL GIL CAHUANA	ING. RESIDENTE		ENERO 2020

IMCO SERVICIOS S.A.C	MAPA DE RIESGOS	IMCO-MR-SIG-006 VERSIÓN: 06

IMCO SERVICIOS SAC

TRIPPER N°02

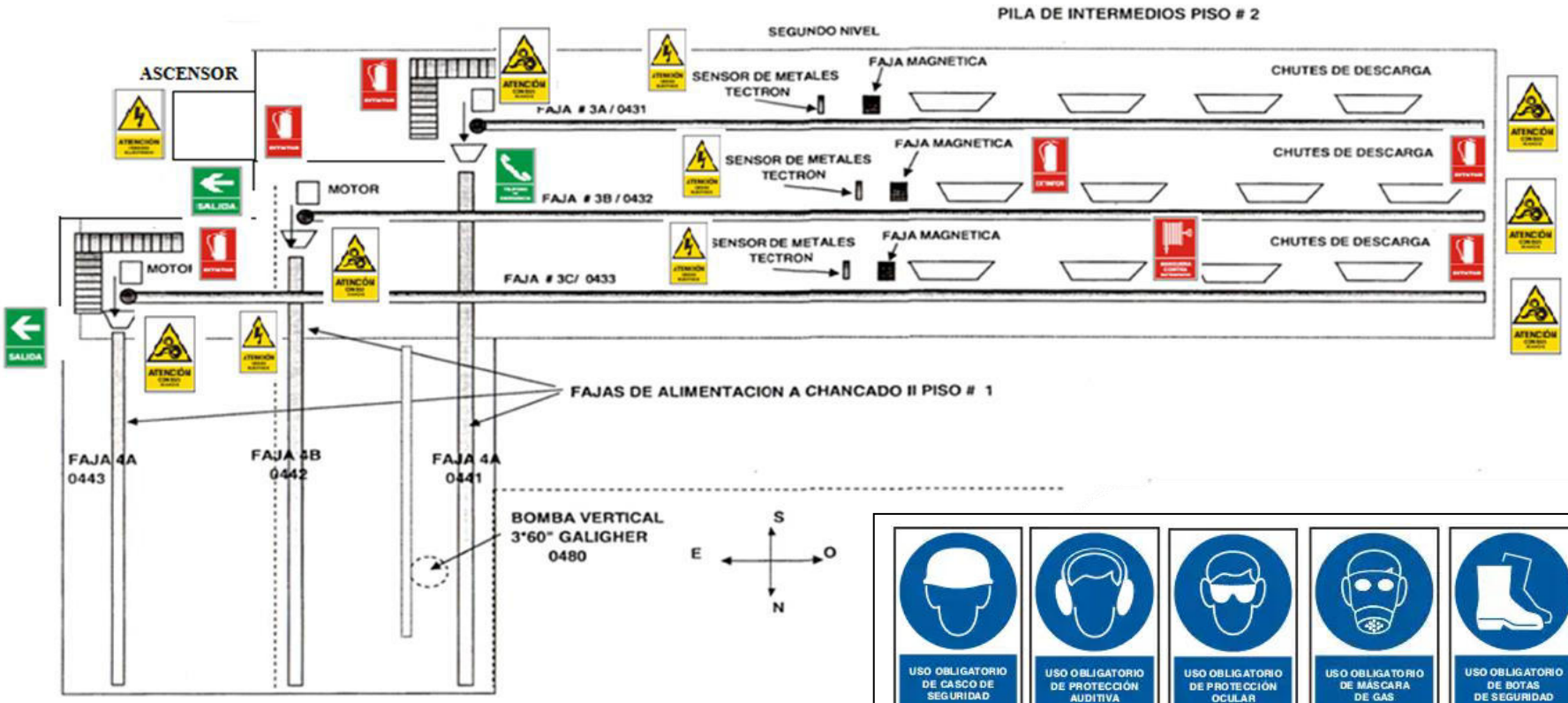


	NOMBRE	CARGO	FIRMA	FECHA
ELABORADO POR:	LUIS A. DEL CARPIO DELGADO	ING. SEGURIDAD		ENERO 2020
REVISADO POR:	MARCO A. SALINAS SILVA	ING. SUPERVISOR		ENERO 2020
APROBADO POR:	JOEL GIL CAHUANA	ING. RESIDENTE		ENERO 2020

IMCO	MAPA DE RIESGOS	IMCO-MR-SIG-007 VERSIÓN: 06

IMCO SERVICIOS SAC

ALIMENTACION DE INTERMEDIOS A FAJAS N°03

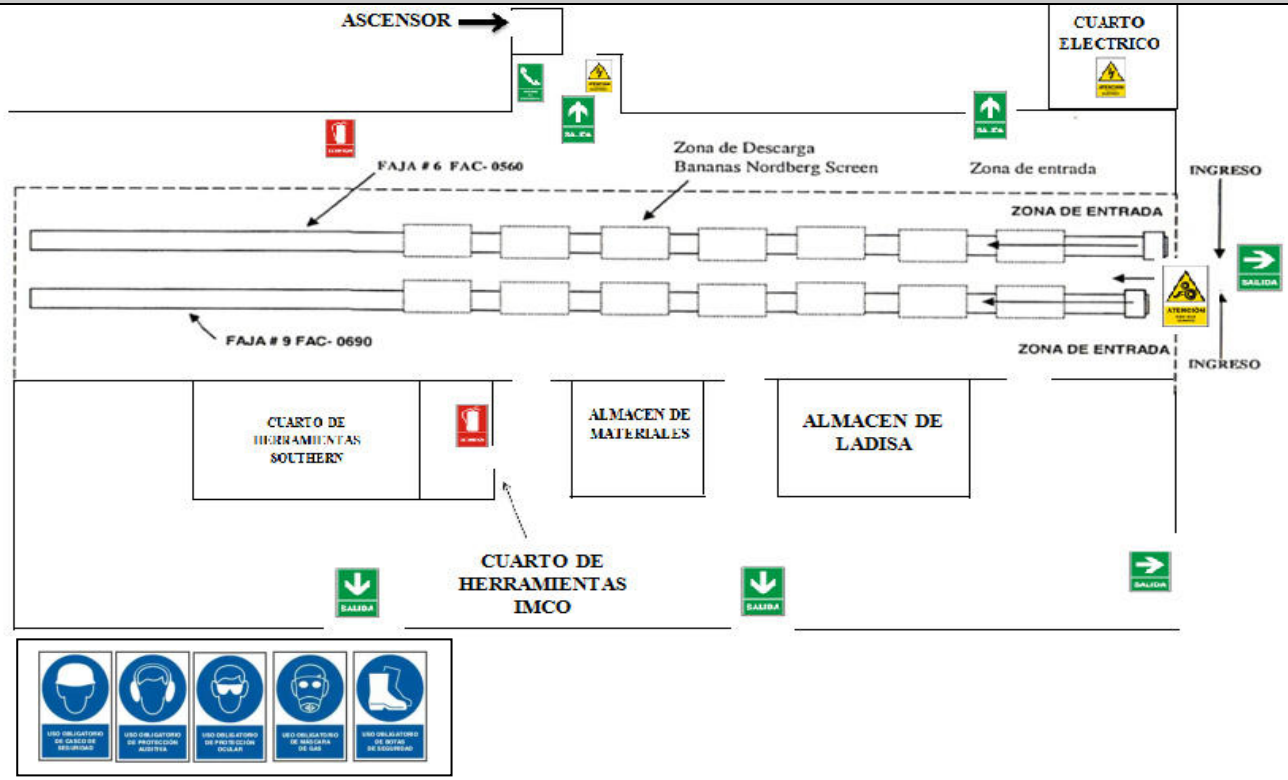


	NOMBRE	CARGO	FIRMA	FECHA
ELABORADO POR:	LUIS A. DEL CARPIO DELGADO	ING. SEGURIDAD		ENERO 2020
REVISADO POR:	MARCO A. SALINAS SILVA	ING. SUPERVISOR		ENERO 2020
APROBADO POR:	JOEL GIL CAHUANA	ING. RESIDENTE		ENERO 2020

	MAPA DE RIESGOS	IMCO-MR-SIG-008 VERSIÓN: 06

IMCO SERVICIOS SAC

CHANCADO SECUNDARIO PRIMER PISO

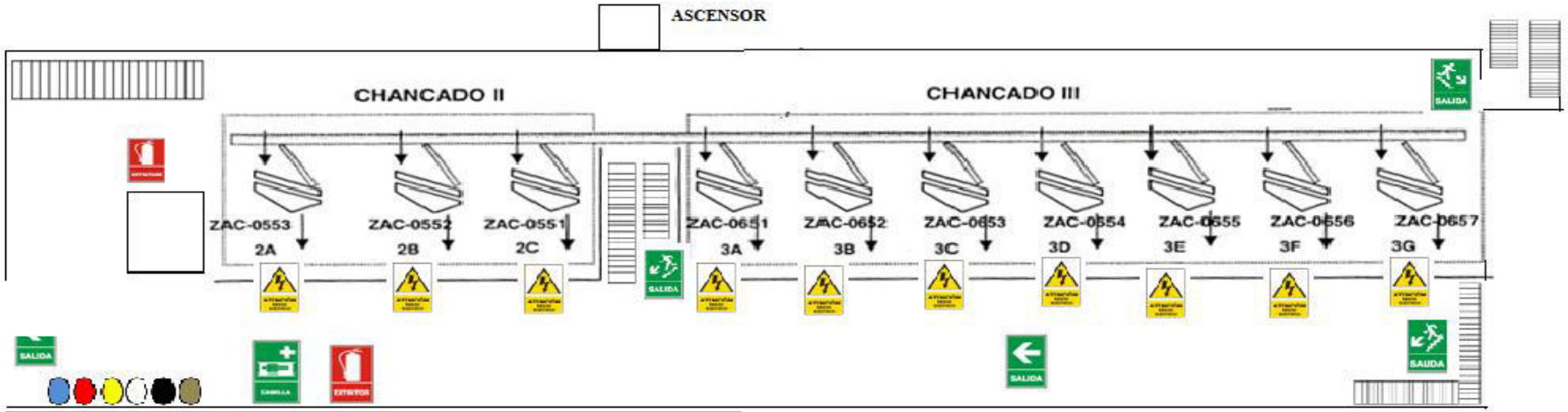


	NOMBRE	CARGO	FIRMA	FECHA
ELABORADO POR:	LUIS A. DEL CARPIO DELGADO	ING. SEGURIDAD		ENERO 2020
REVISADO POR:	MARCO A. SALINAS SILVA	ING. SUPERVISOR		ENERO 2020
APROBADO POR:	JOEL GIL CAHUANA	ING. RESIDENTE		ENERO 2020

IMCO SERVICIOS S.A.C	MAPA DE RIESGOS	IMCO-MR-SIG-009 VERSIÓN: 06

IMCO SERVICIOS SAC

CHANCADO SECUNDARIO SEGUNDO PISO

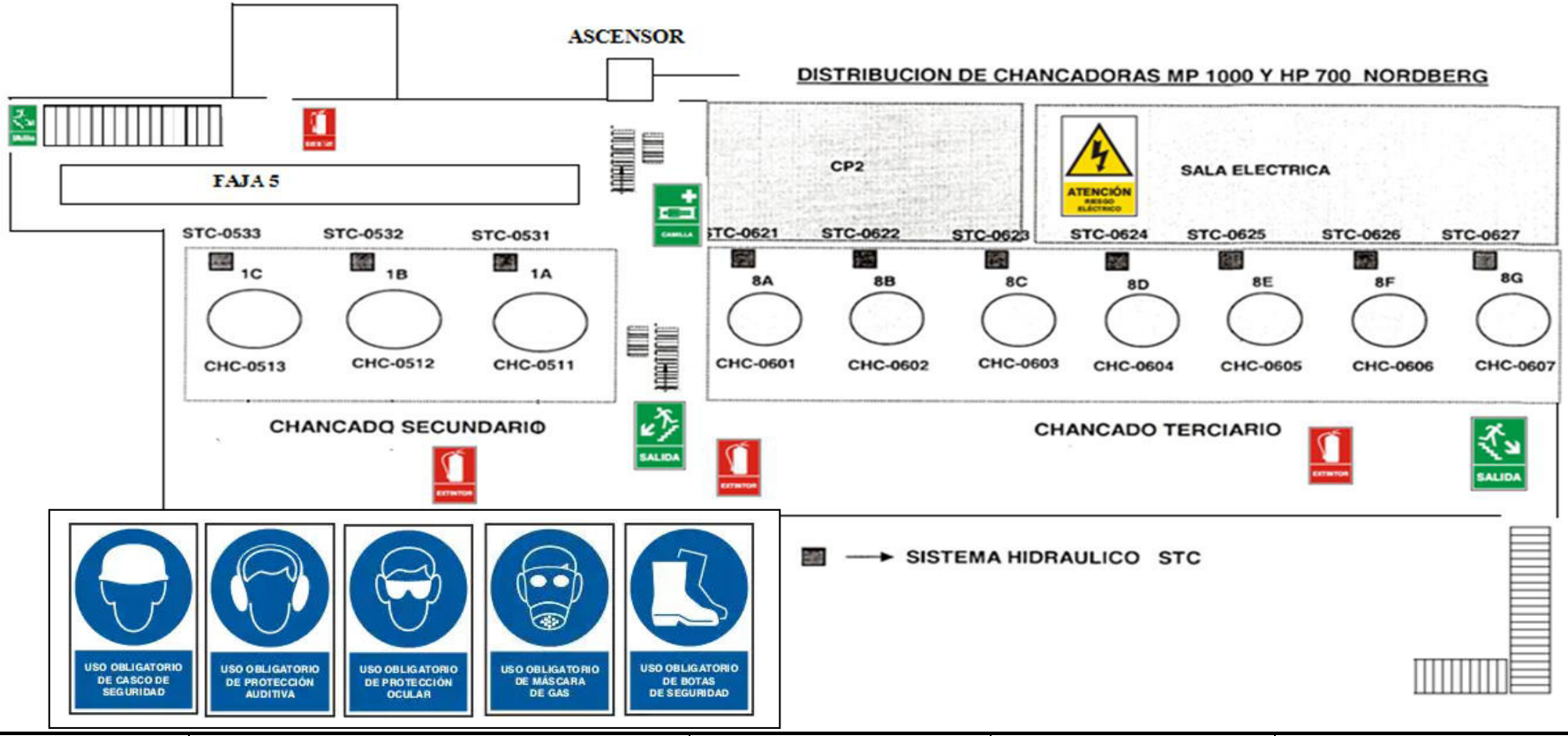


	NOMBRE	CARGO	FIRMA	FECHA
ELABORADO POR:	LUIS A. DEL CARPIO DELGADO	ING. SEGURIDAD		ENERO 2020
REVISADO POR:	MARCO A. SALINAS SILVA	ING. SUPERVISOR		ENERO 2020
APROBADO POR:	JOEL GIL CAHUANA	ING. RESIDENTE		ENERO 2020

IMCO	MAPA DE RIESGOS	IMCO-MR-SIG-010 VERSIÓN: 06

IMCO SERVICIOS SAC

CHANCADO SECUNDARIO TERCER PISO

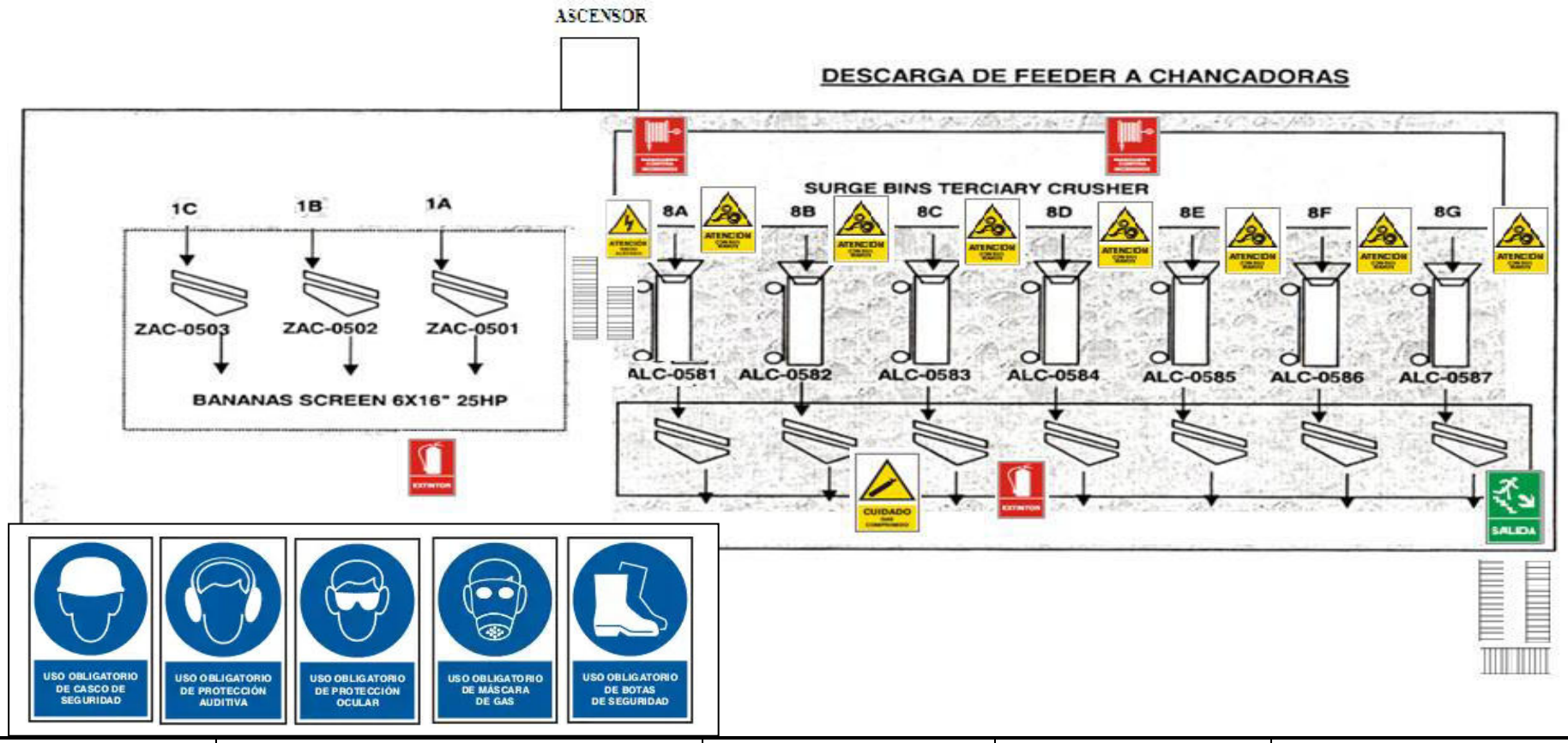


	NOMBRE	CARGO	FIRMA	FECHA
ELABORADO POR:	LUIS A. DEL CARPIO DELGADO	ING. SEGURIDAD		ENERO 2020
REVISADO POR:	MARCO A. SALINAS SILVA	ING. SUPERVISOR		ENERO 2020
APROBADO POR:	JOEL GIL CAHUANA	ING. RESIDENTE		ENERO 2020

IMCO	MAPA DE RIESGOS	IMCO-MR-SIG-011 VERSIÓN: 06

IMCO SERVICIOS SAC

CHANCADO SECUNDARIO CUARTO PISO

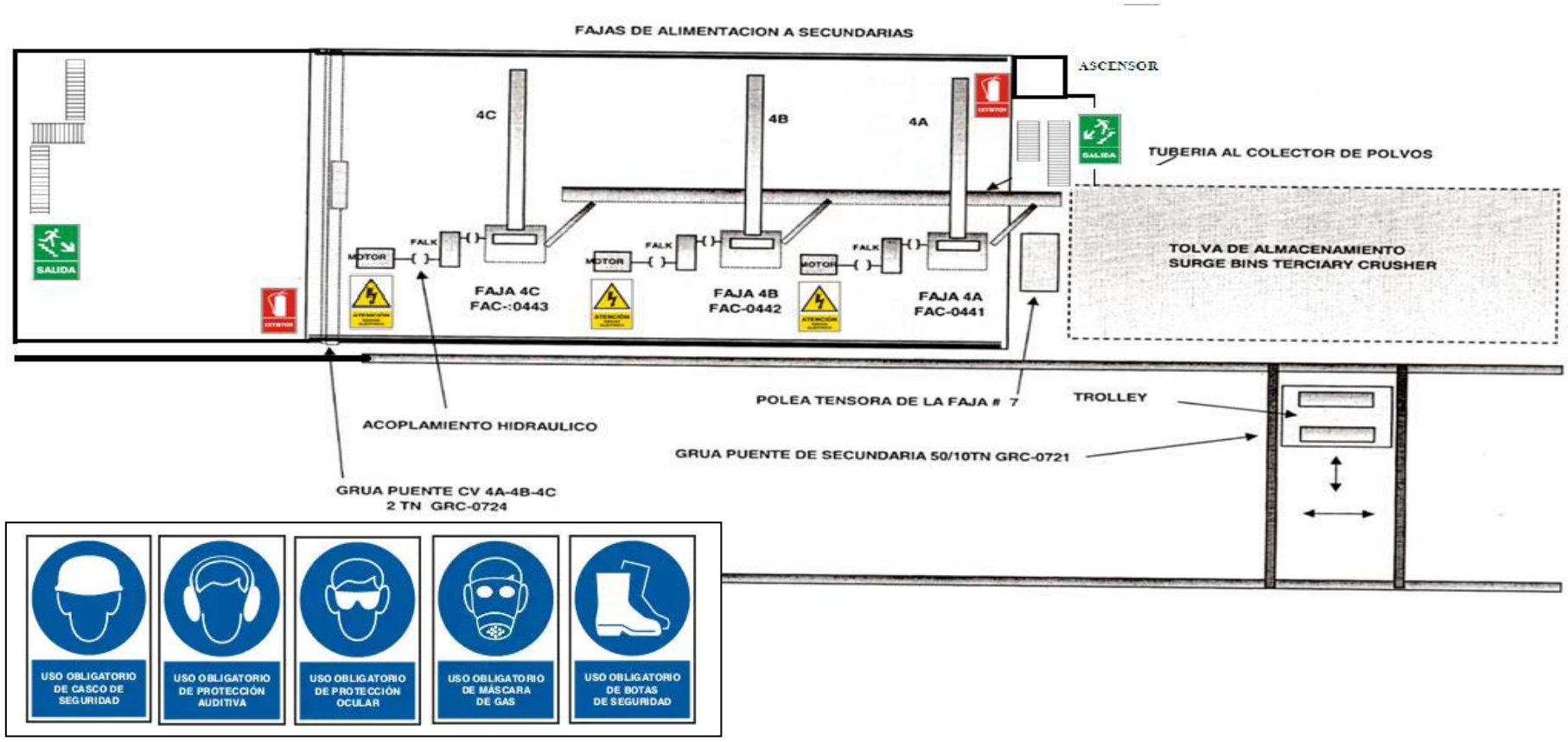


	NOMBRE	CARGO	FIRMA	FECHA
ELABORADO POR:	LUIS A. DEL CARPIO DELGADO	ING. SEGURIDAD		ENERO 2020
REVISADO POR:	MARCO A. SALINAS SILVA	ING. SUPERVISOR		ENERO 2020
APROBADO POR:	JOEL GIL CAHUANA	ING. RESIDENTE		ENERO 2020

IMCO SERVICIOS S.A.C	**MAPA DE RIESGOS**	**IMCO-MR-SIG-012** **VERSIÓN: 06**

IMCO SERVICIOS SAC

CHANCADO SECUNDARIO QUINTO PISO

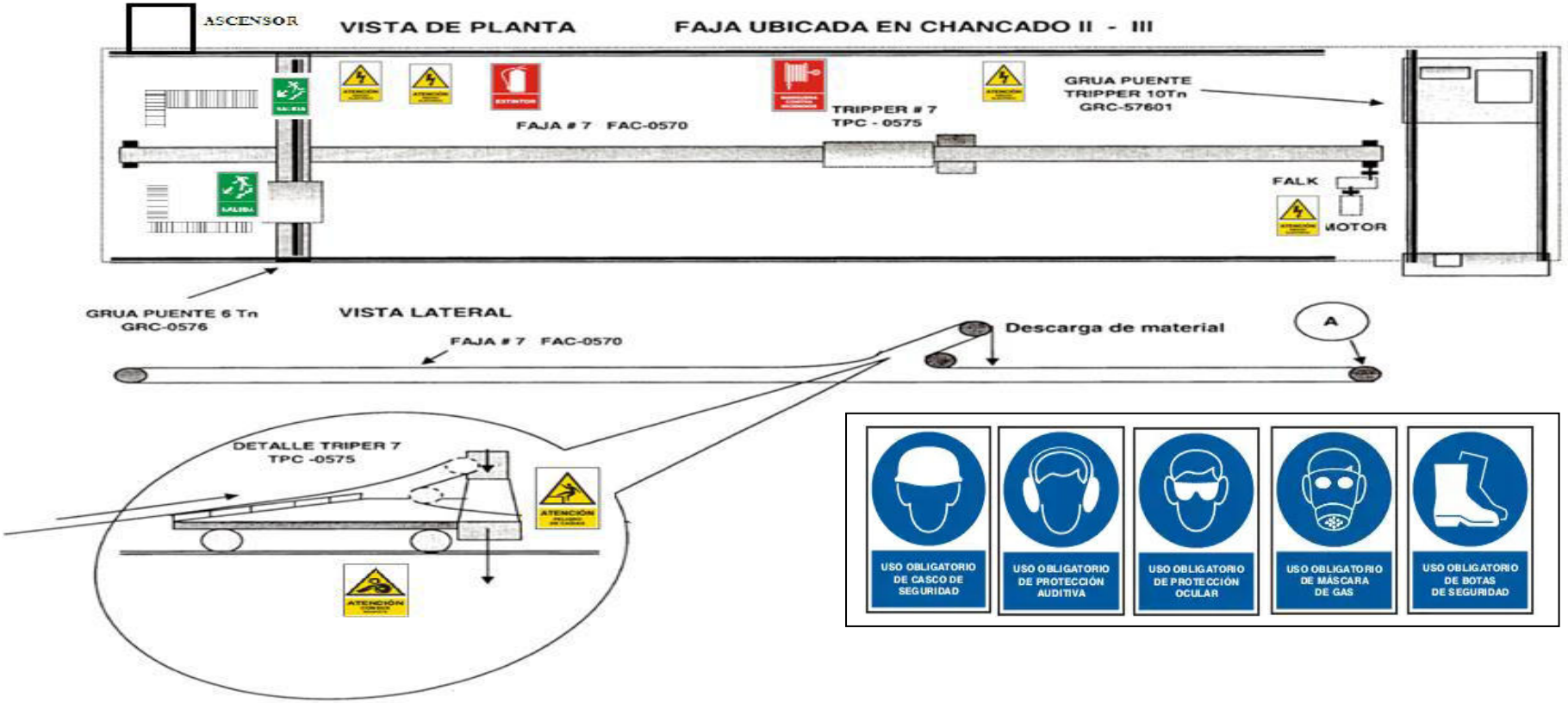


	NOMBRE	CARGO	FIRMA	FECHA
ELABORADO POR:	LUIS A. DEL CARPIO DELGADO	ING. SEGURIDAD		ENERO 2020
REVISADO POR:	MARCO A. SALINAS SILVA	ING. SUPERVISOR		ENERO 2020
APROBADO POR:	JOEL GIL CAHUANA	ING. RESIDENTE		ENERO 2020

	MAPA DE RIESGOS	IMCO-MR-SIG-013 VERSIÓN: 06

IMCO SERVICIOS SAC

CHANCADO SECUNDARIO SEXTO PISO

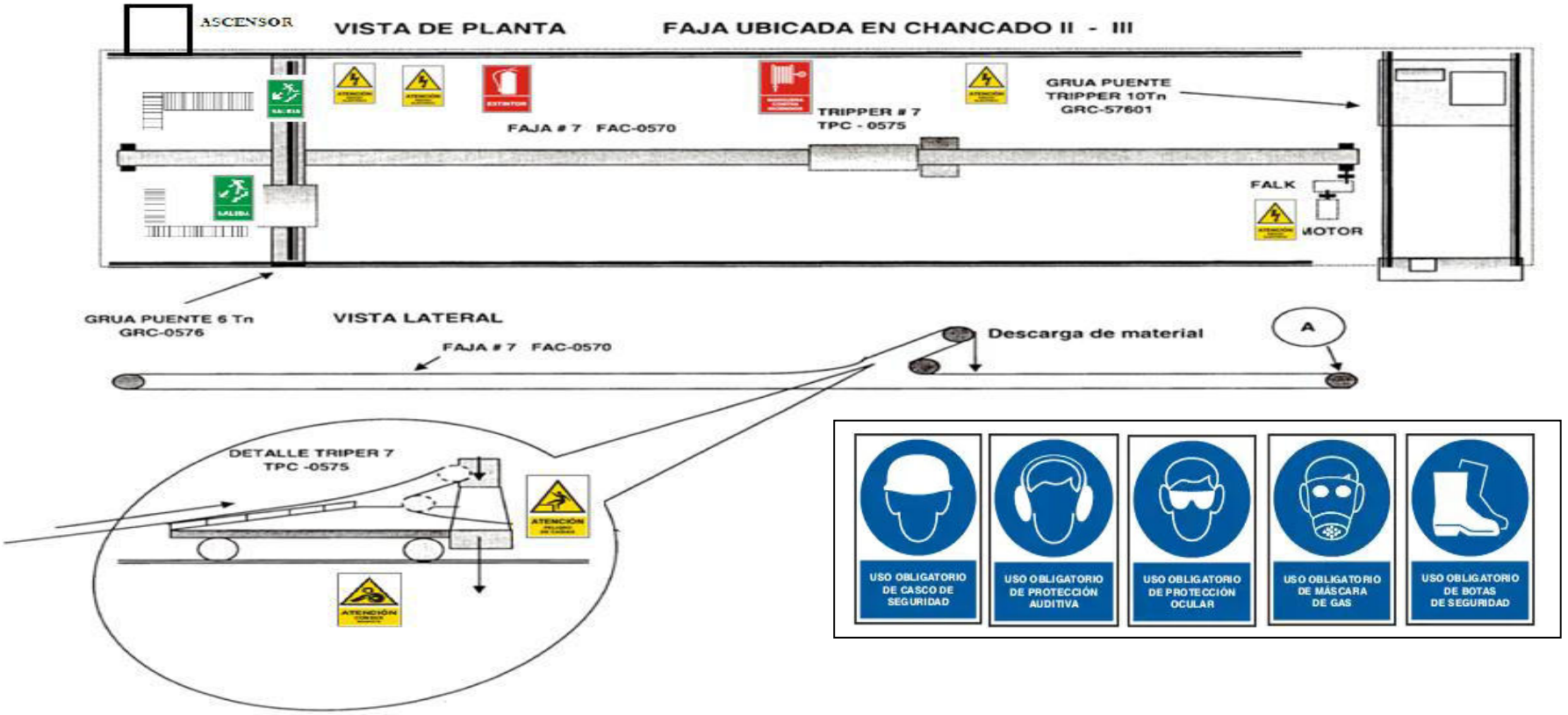


	NOMBRE	CARGO	FIRMA	FECHA
ELABORADO POR:	LUIS A. DEL CARPIO DELGADO	ING. SEGURIDAD		ENERO 2020
REVISADO POR:	MARCO A. SALINAS SILVA	ING. SUPERVISOR		ENERO 2020
APROBADO POR:	JOEL GIL CAHUANA	ING. RESIDENTE		ENERO 2020

IMCO SERVICIOS S.A.C	MAPA DE RIESGOS	IMCO-MR-SIG-014 VERSIÓN: 06

IMCO SERVICIOS SAC

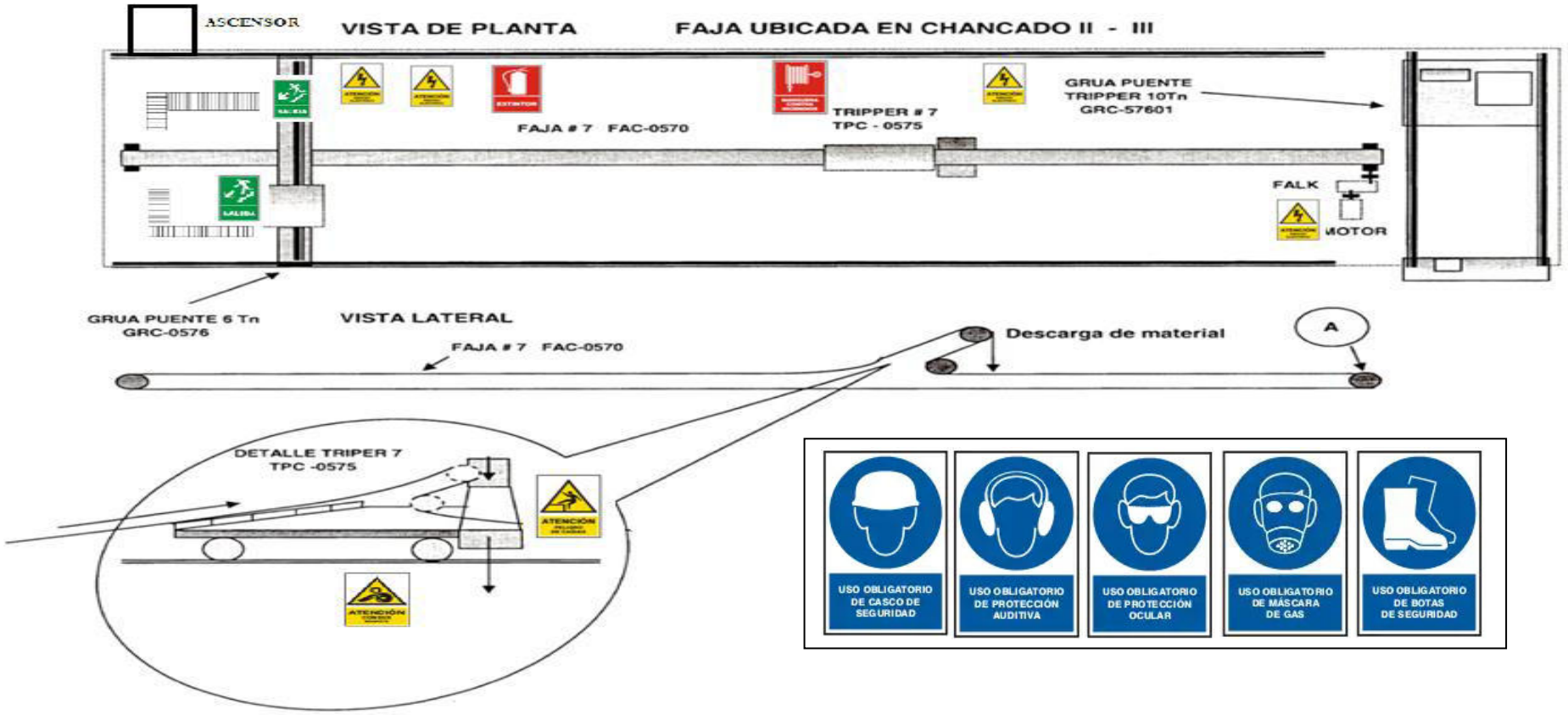
DRIVE HOUSE N° 2



	NOMBRE	CARGO	FIRMA	FECHA
ELABORADO POR:	LUIS A. DEL CARPIO DELGADO	ING. SEGURIDAD		ENERO 2020
REVISADO POR:	MARCO A. SALINAS SILVA	ING. SUPERVISOR		ENERO 2020
APROBADO POR:	JOEL GIL CAHUANA	ING. RESIDENTE		ENERO 2020

IMCO SERVICIOS SAC

ALIMENTACION A TOLVA DE FINOS



	NOMBRE	CARGO	FIRMA	FECHA
ELABORADO POR:	LUIS A. DEL CARPIO DELGADO	ING. SEGURIDAD		ENERO 2020
REVISADO POR:	MARCO A. SALINAS SILVA	ING. SUPERVISOR		ENERO 2020
APROBADO POR:	JOEL GIL CAHUANA	ING. RESIDENTE		ENERO 2020

ANEXO 4

FLUJOS DE CAJA

ALTERNATIVA 1.

FLUJO ECONOMICO DE CAJA

INVERSION INICIAL	137,071.00
PRODUCCIÓN	12
PRECIO	94,754.02
COSTO	74,895.05
PERIODO EN AÑOS	5

PERIODOS	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
INGRESOS		1,137,048.24	1,137,048.24	1,137,048.24	1,137,048.24	1,137,048.24
COSTOS		1,035,811.58	1,035,811.58	1,035,811.58	1,035,811.58	1,035,811.58
INVERSION	-S/685,355.00					
FLUJO DE CAJA ECONÓMICO	-S/685,355.00	101,236.66	101,236.66	101,236.66	101,236.66	101,236.66

TASA DE DESCUENTO COK	42.21%	
VAN	S/883,959.91	
TIR	-9%	
B/C	2.29	
**POR CADA SOL QUE SE INVIERTA SE OBTIENE*		*2.29 SOLES*
TEA BCP	21%	
HALLAR COK MYPE		
COK	(1+TEA PRÉSTAMO)*(1+%UTILIDAD DESEADA)*(1+%INFLACIÓN PROYECTADA)-1	
TEA PRÉSTAMO	21%	
TASA DE UTILIDAD DESEADA	15%	
TASA DE INFLACIÓN	2.20%	
COSTO DE OPORTUNIDAD (COK)	42.21%	

ALTERNATIVA 2.

FLUJO ECONOMICO DE CAJA

INVERSION INICIAL	141,372.00
PRODUCCIÓN	12
PRECIO	94,754.02
COSTO	74,895.05
PERIODO EN AÑOS	5

PERIODOS	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
INGRESOS		1,137,048.24	1,137,048.24	1,137,048.24	1,137,048.24	1,137,048.24
COSTOS		1,040,112.58	1,040,112.58	1,040,112.58	1,040,112.58	1,040,112.58
INVERSION	-S/706,860.00					
FLUJO DE CAJA ECONÓMICO	-S/706,860.00	96,935.66	96,935.66	96,935.66	96,935.66	96,935.66

TASA DE DESCUENTO COK	42.21%	
VAN	S/897,027.26	
TIR	-11%	
B/C	2.27	
**POR CADA SOL QUE SE INVIERTA SE OBTIENE*		*2.27 SOLES*
TEA BCP	21%	
HALLAR COK MYPE		
COK	(1+TEA PRÉSTAMO)*(1+%UTILIDAD DESEADA)*(1+%INFLACIÓN PROYECTADA)-1	
TEA PRÉSTAMO	21%	
TASA DE UTILIDAD DESEADA	15%	
TASA DE INFLACIÓN	2.20%	
COSTO DE OPORTUNIDAD (COK)	42.21%	

ALTERNATIVA 3.

FLUJO ECONOMICO DE CAJA

INVERSION INICIAL	104,841.00
PRODUCCIÓN	12
PRECIO	94,754.02
COSTO	74,895.05
PERIODO EN AÑOS	5

PERIODOS	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
INGRESOS		1,137,048.24	1,137,048.24	1,137,048.24	1,137,048.24	1,137,048.24
COSTOS		1,003,581.58	1,003,581.58	1,003,581.58	1,003,581.58	1,003,581.58
INVERSION	-S/524,205.00					
FLUJO DE CAJA ECONÓMICO	-S/524,205.00	133,466.66	133,466.66	133,466.66	133,466.66	133,466.66

TASA DE DESCUENTO COK	42.21%		
VAN	S/786,038.36		
TIR	9%		
B/C	2.50		
CADA SOL QUE SE INVIERTA	SE OBTIENE	2.50 SOLES	
TEA BCP	21%		
HALLAR COK MYPE			
COK	(1+TEA PRÉSTAMO)*(1+%UTILIDAD DESEADA)*(1+%INFLACIÓN PROYECTADA)-1		
TEA PRÉSTAMO	21%		
TASA DE UTILIDAD DESEADA	15%		
TASA DE INFLACIÓN	2.20%		
COSTO DE OPORTUNIDAD (COK)	42.21%		

ALTERNATIVA 4.

FLUJO ECONOMICO DE CAJA

INVERSION INICIAL	66,590.37
PRODUCCIÓN	12
PRECIO	94,754.02
COSTO	74,895.05
PERIODO EN AÑOS	5

PERIODOS	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
INGRESOS		1,137,048.24	1,137,048.24	1,137,048.24	1,137,048.24	1,137,048.24
COSTOS		965,330.95	965,330.95	965,330.95	965,330.95	965,330.95
INVERSION	-S/332,951.85					
FLUJO DE CAJA ECONÓMICO	-S/332,951.85	171,717.29	171,717.29	171,717.29	171,717.29	171,717.29

TASA DE DESCUENTO COK	42.21%		
VAN	S/669,824.85		
TIR	43%		
B/C	3.01		
* CADA SOL QUE SE INVIERTA	SE OBTIENE	3.01 SOLES	
TEA BCP	21%		
HALLAR COK MYPE			
COK	(1+TEA PRÉSTAMO)*(1+%UTILIDAD DESEADA)*(1+%INFLACIÓN PROYECTADA)-1		
TEA PRÉSTAMO	21%		
TASA DE UTILIDAD DESEADA	15%		
TASA DE INFLACIÓN	2.20%		
COSTO DE OPORTUNIDAD (COK)	42.21%		

"UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA"

DIRECCIÓN DE GESTIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA PARA TESIS AL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DIGITAL DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN DEL ACCESO ABIERTO DE LA UNAM

VICEPRESIDENCIA DE INVESTIGACIÓN

Formulario de autorización para la publicación electrónica en la página web del Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Moquegua, de conformidad con el Decreto Legislativo N° 822, sobre la Ley de los Derechos de Autor, Ley N° 30035 del Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto de la UNAM aprobada mediante la Resolución de C.O. N° 0158-2016-UNAM.

1. DATOS PERSONALES DEL AUTOR

Apellidos y Nombres: GIL CAHUANA, JOEL DAVID
D.N.I.: 42929561
Otro Documento:
Nacionalidad: PERUANA
Teléfono: 953 952424
e-mail: jogi789@outlook.com

2. DATOS ACADÉMICOS

Escuela Profesional: INGENIERIA DE MINAS
Grado Académico otorgado: BACHILLER EN INGENIERÍA DE MINAS
Título Profesional otorgado: INGENIERO DE MINAS
Tesis (Pregrado y/o Postgrado): PREGRADO
Modalidad de Titulación: INFORME DE SUFICIENCIA

3. DATOS DE LA TESIS

Título de la tesis: "OPTIMIZACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD DE EQUIPOS DE LA PLANTA DE CHANCADO MEDIANTE LA APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS ESTADÍSTICAS EN LA UNIDAD MINERA CUAJONE SPCC"
Fecha de Sustentación: 29 DE JULIO DE 2021
Calificación: QUINCE (15)
Año de Publicación: 2021

4. DATOS DEL ASESOR

Apellidos y Nombres: QUISPE PEREZ, MARCOS LUIS
D.N.I.: 00481742
Otro Documento:
Nacionalidad: PERUANA
Teléfono: 999 850 052
e-mail: mquispep@unam.edu.pe

5. AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN EN VERSIÓN ELECTRÓNICA

A través de la presente, autorizo la publicación del texto completo de la tesis, en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Moquegua para su explotación no exclusiva, ilimitada, perpetua y con alcance mundial, a favor de la Universidad Nacional de Moquegua.

Según el Reglamento de la Ley N° 30035, Ley que regula el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto DECRETO SUPREMO N° 006-2015-PCM "TÍTULO IV GESTIÓN DE LA PROPIEDAD INTELECTUAL Y DE LOS DATOS PERSONALES; *Artículo 10°.- De los Derechos: Esta cesión de derechos comprende, mas no se limita, a los derechos de reproducción, comunicación al público, distribución, traducción, adaptación, arreglo, edición, modificación, cambio de formato u otra transformación, importación al territorio nacional de copias por cualquier medio incluyendo la transmisión, así como cualquier otra forma de utilización de las obras, datos procesados y estadísticas de monitoreo que no estén contempladas en la ley de la materia como excepción al derecho patrimonial y, en general, para cualquier tipo de utilización y explotación, que la entidad estime pertinentes, en cualquier forma o procedimiento, conocido o por conocerse, pudiendo poner a disposición las obras, datos procesados y estadísticas de monitoreo por medio de autorizaciones o licencias a favor del público en general."*

Sin perjuicio de otras obligaciones a su cargo, EL AUTOR deberá entregar una versión digital final de la TESIS sin ninguna medida tecnológica efectiva ni sistema de auto tutela, sin contraseña ni restricción, de acuerdo con los lineamientos establecidos por el Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (CONCYTEC) en relación con el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto. Cuando las obras contengan en parte o consistan en programas de ordenador o software, además deberá entregar el código fuente, código objeto, documentación técnica y manuales. Lo dispuesto en relación con los programas de ordenador no se aplicará cuando la entidad pública sea sólo licenciataria del software.

Para facilitar la divulgación y alcance nacional e internacional de los resultados de las investigaciones en materia de ciencia, tecnología e innovación contenidos en los repositorios institucionales y en el Repositorio Nacional Digital, se autoriza la traducción automática a otros idiomas y dialectos por medio de programas de ordenador de las obras, datos procesados y estadísticas de monitoreo, así como de los metadatos de los mismos. En caso de ser fijadas o reproducidas, se deberá incluir expresamente que se trata de traducciones hechas por medios informáticos, con fines ilustrativos o referenciales.

Firma y huella digital:



Fecha de autorización: Moquegua, 05 de Agosto de 2021