

Optimización del Proceso de Remolque de Tractores de Orugas: Reducción de Paradas Imprevistas mediante TowHaul y Lean - Six Sigma

Jean Pierre Castro Beltran

Supervisor Senior de Mantenimiento Tractores de Orugas – Cerrejón

jean.p.castro@cerrejon.com / jpcastrok@hotmail.com

3176575286



Jean Pierre Castro Beltran

- Ingeniero Mecánico
- Especialista en Gerencia de Mantenimiento
- Certificado en Gestión de Mantenimiento y Confiabilidad (CGMC)
- Certificado Maquinaria Caterpillar – Tractores de Orugas D11R y D11T
- Técnico Profesional en Construcciones Soldadas
- 17 años de experiencia en la industria minera, liderando proyectos estratégicos en mantenimiento de equipos pesados en minas de carbón a cielo abierto
- Actualmente Supervisor Senior de Mantenimiento en la Flota de Tractores de Orugas en la mina de Cerrejón.

Año 2021

Paradas Imprevistas – Tractores de Orugas

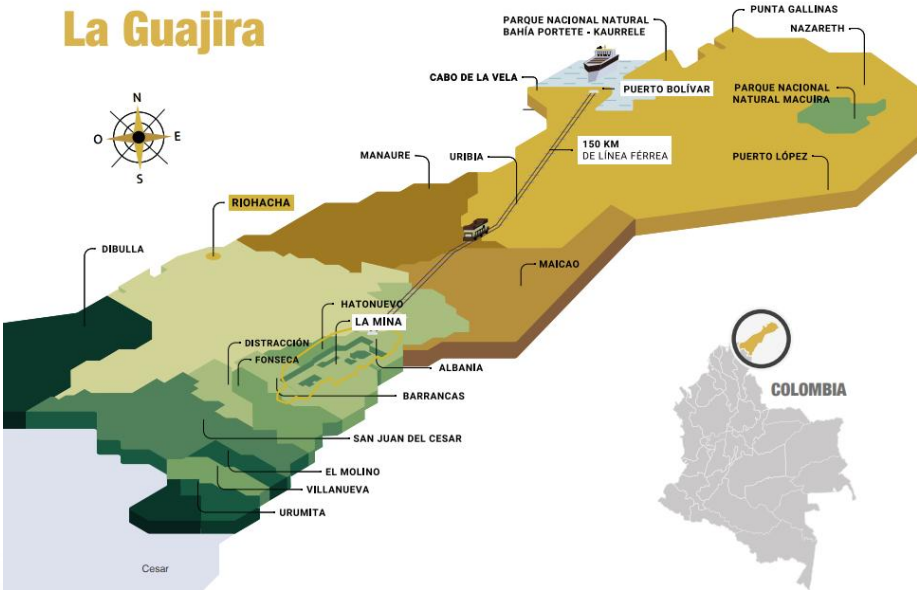


Logística de remolque:

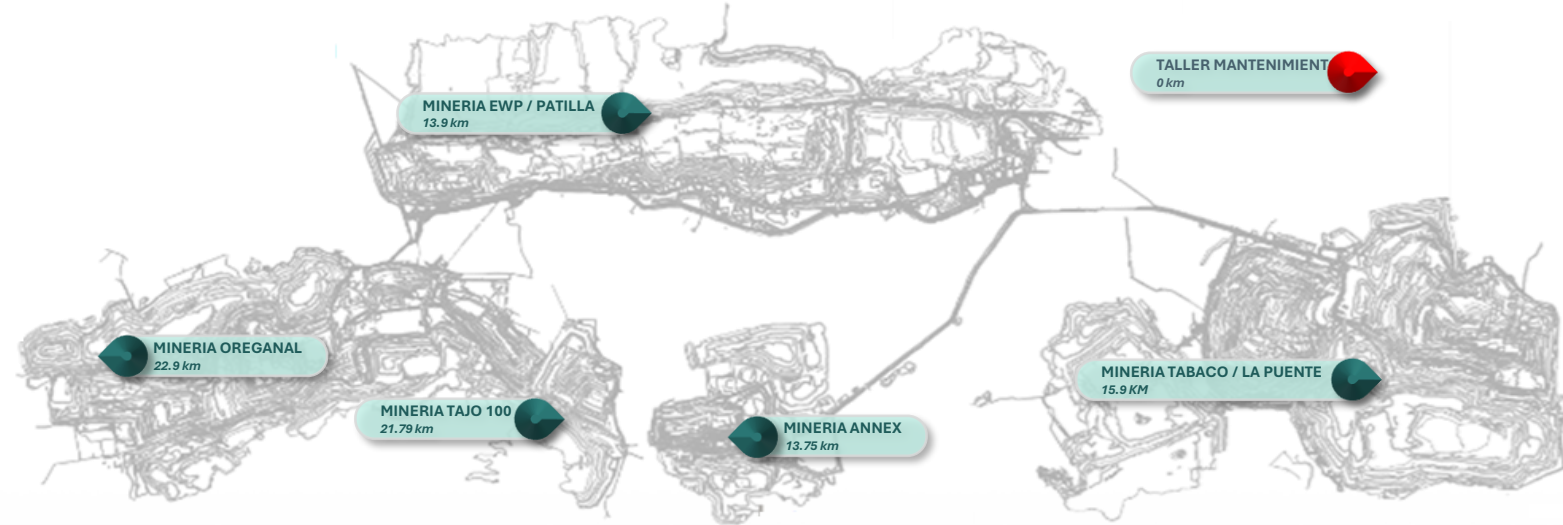
- Traslados hasta de **36 horas**
- **2 equipos fuera de operación** en la maniobra
- **Riesgos operativos** (baja velocidad ≤ 5 km/h, recalentamiento tren de rodaje).



La Guajira



Cerrejón



Distancias promedio desde áreas de minería a Taller de Mantenimiento

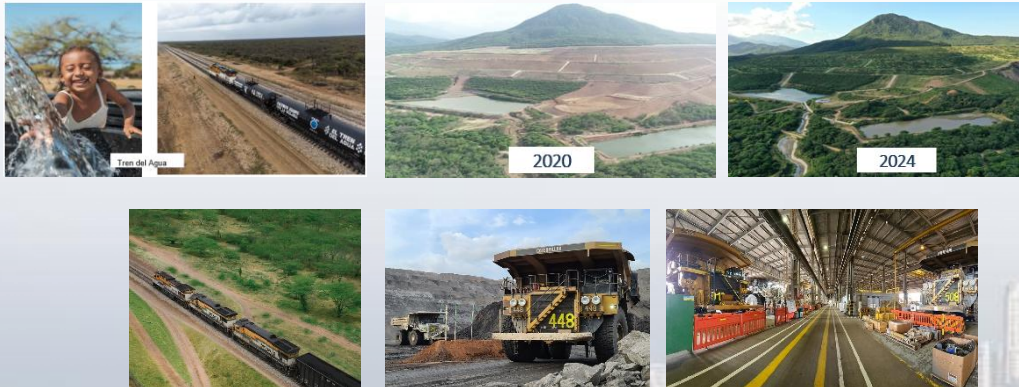
22.9 km
OREGANAL

21.8 km
TAJO 100

15.9 km
TABACO / LA PUENTE

13.8 km
ANNEX

13.9 km
EWP / PATILLA



Metodología Lean - Six Sigma – Enfoque DMAIC



Define
D

SIPOC - (*Suppliers, Inputs, Process, Outputs, Customers*) priorización y clasificación de demoras por procesos



Measure
M

Datos de los tiempos de traslado actuales que requerían remolques datos históricos (CMMS), **VSM del estado actual** del proceso



Analyze
A

VSM estallidos KAIZEN - (*Value Stream Mapping*) visión clara del proceso de traslado, identificando cuellos de botellas y eliminando desperdicios



Improve
I

VSM de estado futuro - (*Value Stream Mapping*) Mapa ideal, diseño e implementación de mejoras propuestas



Control
C

Evaluación de resultados y análisis de datos resultados de las mejoras, seguimiento de KPIs de traslado, disponibilidad y costos

Desafíos en el Traslado de Equipos - SIPOC



E21 - DEMORA POR PARTES	2342.82
E22 - DEMORA POR COMPONENTES RECO	523.46
E05 - ESPERANDO ENTREGA PARTE	199.42
E19 - DMORA X DISCREPANCIA EN PARTES	49.28
E04 - ESPERANDO COMPONENTE	41.86
E20 - DEMORA X PARTE DE COMPONENTE	1.48

R01 - REPARANDO	49936.81
E01 - ESPERANDO RESPUESTA	8056.42
E02 - ESPERANDO LABOR	6374.06
LLV - LAVADO	1445.75
E33 - DEMORA X MASA AIRE	1046.74
LV2 - DEMORA X LAVADO/LIMPIEZA	867.64
R02 - REPARACION SERV.	752.73
E03 - ESPERANDO EQUIPO/HERR	721.96
E25 - DEMORA X CAMABAJA	682.79
E06 - DEMORA X LUBRICANTE	643.01
E27 - DEMORA X ACCESO	566.19
E85 - ESPERANDO LABOR CONTRATISTA	439.35
E28 - DEMORA X REMOLQUE	383.32
E07 - DEMORA COMBUSTIBLE	318.22
E23 - DEMORA POR ESPACIO	238.21
LTR - TRASLADO DE EQUIPO (MTO)	214.24
E34 - DEMORA X LABOR DE SOLDADURA	131.44
E26 - DEMORA X MONTACARGA	128.68
E30 - DEMORA X EQ. LIVIANO	101.32
E31 - DEMORA X PUENTE GRUA	70.22
E09 - DEMORA X ENERGIA	25.26
E29 - DEMORA X PUENTE GRUA DOWN	18.27
D01 - DIAGNOSTICO	12.3
E37 - DEMORA CAMIÓN CANATAS-MANLIFT	12.07
LAV - LAVADO	11.45
E32 - DEMORA X MOVIL FLUIDOS (MASA	11.35
E36 - DEMORA EQUIPO SUCCIÓN ACEITE	4.65
E24 - DEMORA X GRUA	1.42

E12 - DEMORA TRASLADO EQUIPO (PRD)	1864.52
R03 - REPARANDO X DAÑO OPERACIONAL	675.49
R81 - REP. X ACCIDENTE	559.54
E00 - DEMORA PRODUCCION	89.46
RVA - RECUPERACIÓN DE VÍAS/ACCESOS	13.56
R50 - AVISO DE ENTREGA	2.69
R51 - PREAVISO	1.65
OPE - OPERATIVA	1.24

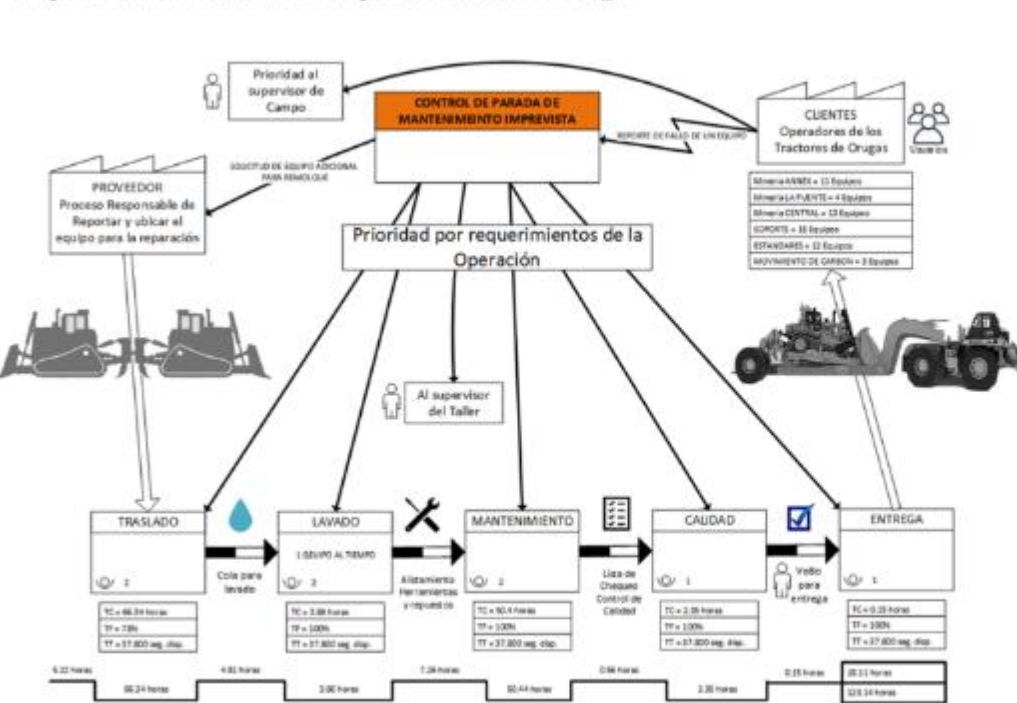
Total de horas registradas en estados de Mantenimiento en 2021= **7958 horas**

De las cuales **3234 horas**
Maniobras de traslado a taller

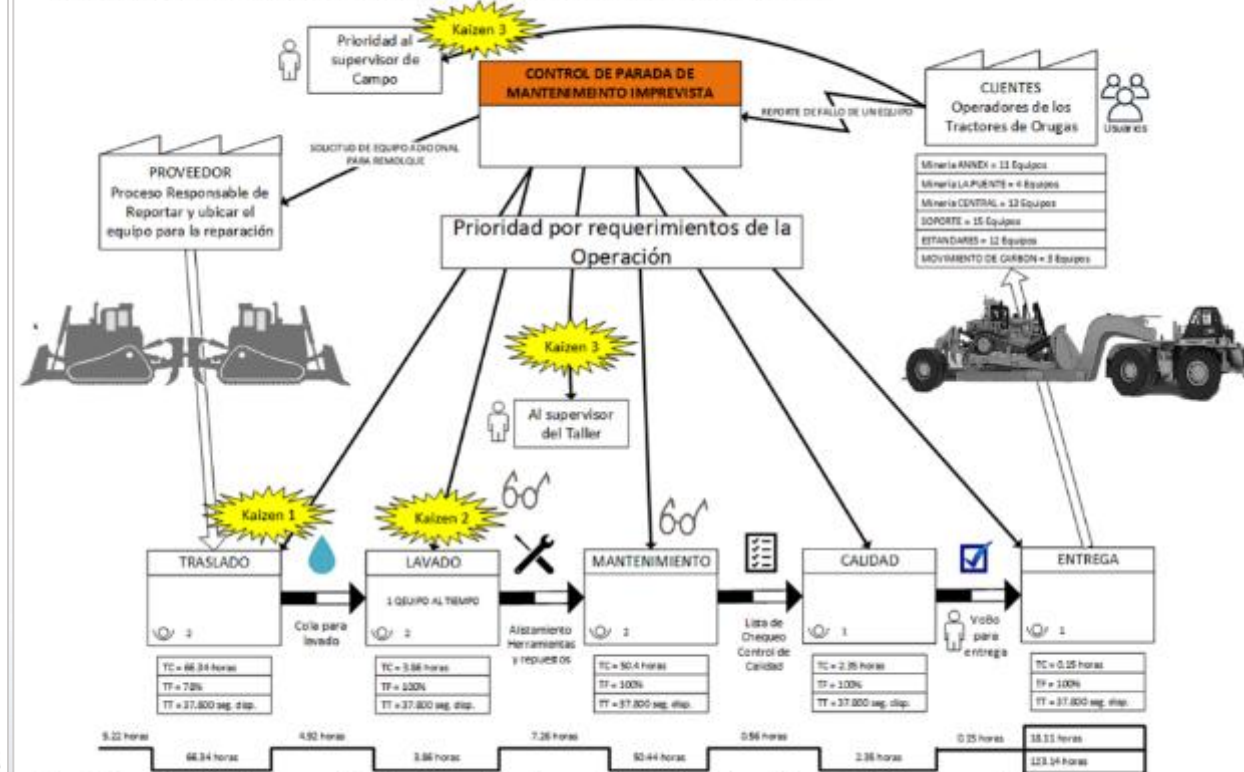
41%

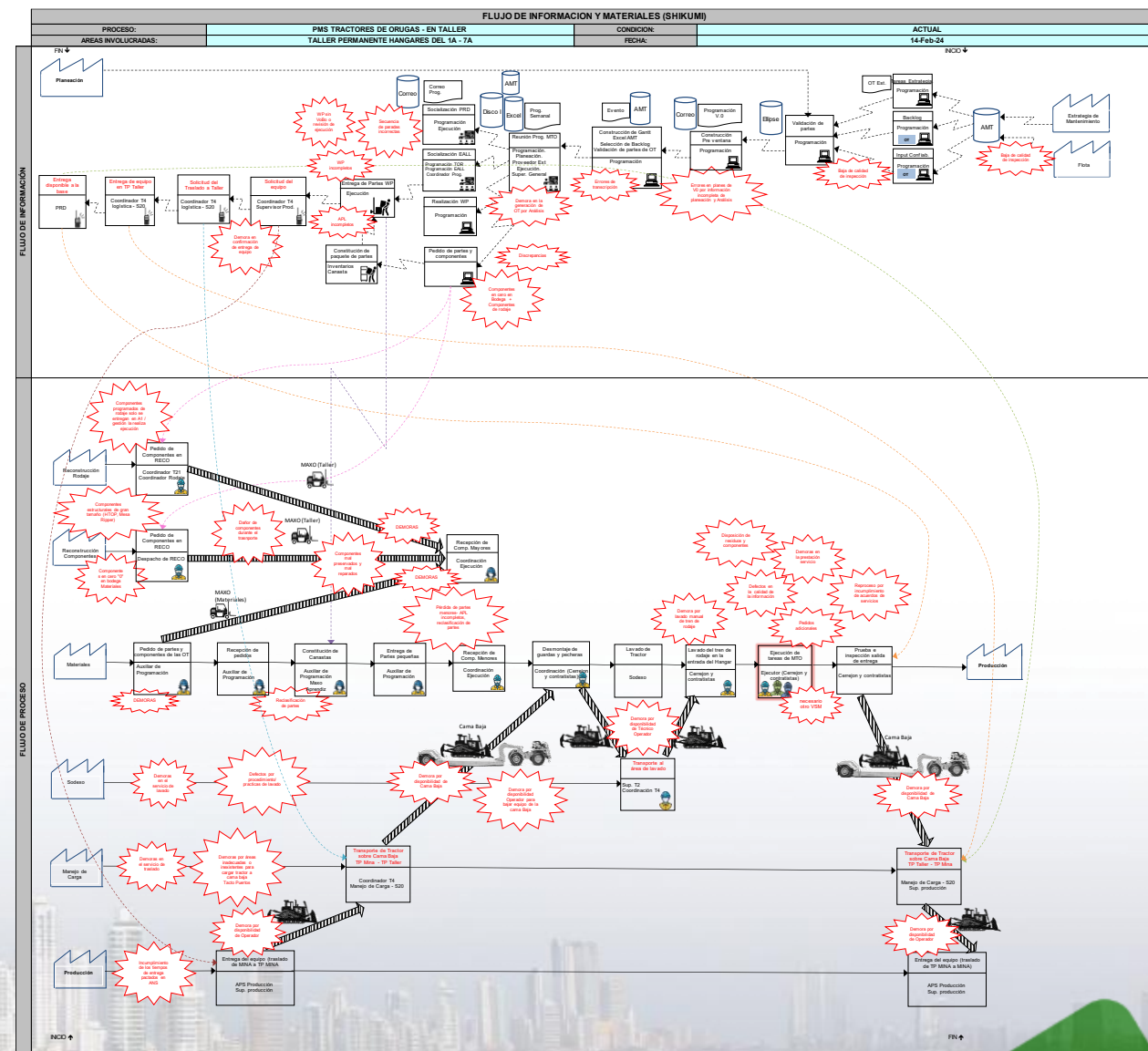
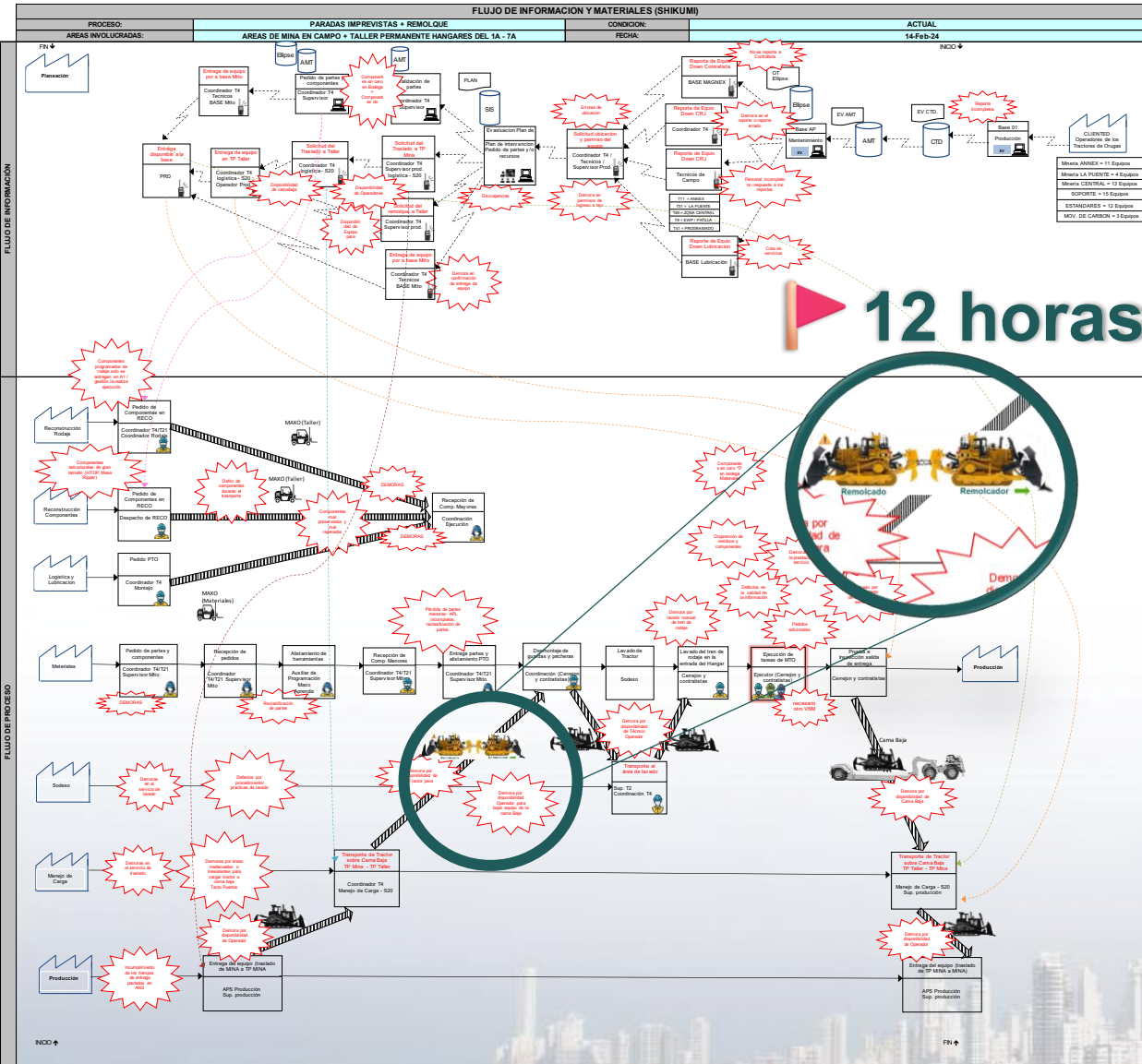
Value Stream Mapping (VSM)

Mapa del estado actual Parada Imprevista Tractor de Orugas



Mapa del estado actual Parada Imprevista Tractor de Orugas - Kaizen

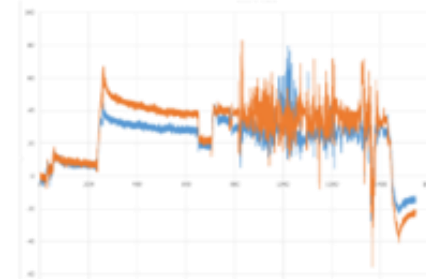




Diseño e Implementación de las Mejoras



6 Postprocesamiento - Graficas de Monitoreo



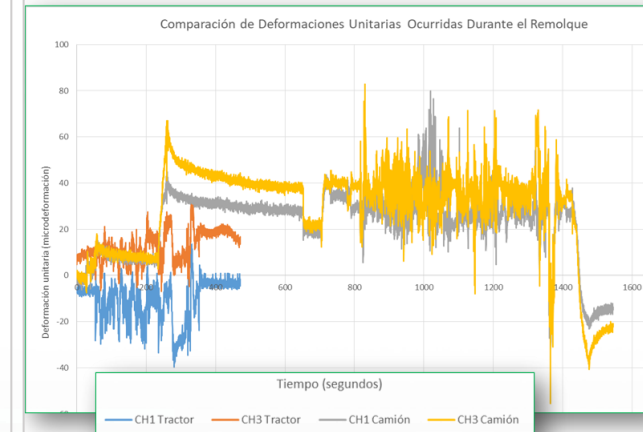
área de posibles

de remolco
de devolió

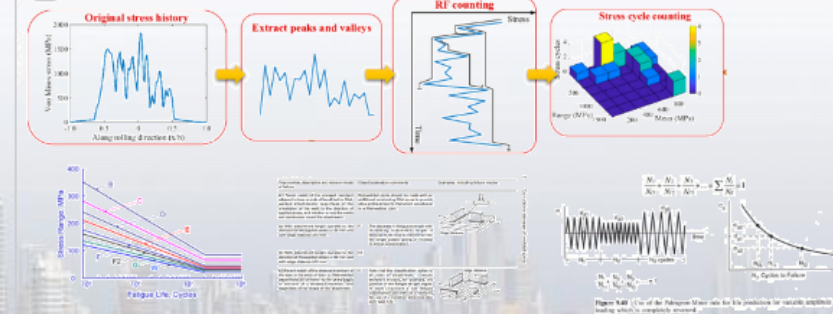
- Organización de la información.
- Obtención de gráficas para cada caso,

Etapas del Proceso

7 Análisis de Resultados - Comparación



7 Análisis de Resultados - Uso de la Norma BS 7608 para determinar el daño acumulado por fatiga



Traslado 35-126 / desde entrada a botadero este Annex hasta Taller Permanente

Prueba #1 / Traslado de equipo (D10T), Down por falla en motor Diesel

- Equipo down en campo por falla en motor Diesel con EVS13725 evento inicia 13 de Noviembre de 2021, 5 días en demora por remolque a taller.
- El 18 de Noviembre se inicia la prueba controlada de remolque con una duración de traslado de 2 horas Aproximadamente desde entrada a botadero Oeste (Annex), hasta taller permanente.



Cuchilla arriba, izquierda no se bloquea, equipo no grande y la cuchilla se baja poco a poco durante el traslado.

Monitoreo de aparos de anclaje, medición de temperatura de rodaje iniciando a los 10 minutos de traslado, luego cada 20 minutos de traslado, se mantiene entre 36.5° y 38.5° C.

Con una velocidad de desplazamiento de 8 a 12 Km/h - Cambio gris en segunda velocidad

Traslado 35-052 / desde Taller Permanente hasta Cementerio de Camiones - Las Americas

Prueba #3 / Traslado de equipo (D9T), Equipo dado de Baja

- Equipo dado de baja desde Noviembre de 2021, parqueado en el área de listo de taller desde ese entonces esperando remolque hasta el área de excedente, equipo estaba para subar el 3 de diciembre y era necesario aplicar su traslado hasta el área de excedente.
- El 20 de Noviembre se inicia el traslado con una duración de traslado de 2 horas aproximadamente desde taller permanente hasta el Cementerio de Camiones - Las Americas.



Cuchilla abajo, no se bloquea la cuchilla, equipo sin capote de ripper, equipo no grande, es necesario realizar mantenimiento de anclaje antes del remolque para evitar desanclamiento.

Se realiza traslado con la configuración establecida, se realiza monitoreo de aparos de anclaje, medición de temperatura de rodaje cada 20 minutos de traslado, se mantiene entre 34.3° y 36.5° C.

Con una velocidad de desplazamiento de 8 a 12 Km/h - Cambio gris en segunda velocidad

Traslado 35-314 / desde Taller Permanente hasta Cementerio de Camiones - Las Americas

Prueba #2 / Traslado de equipo (D11T), Equipo dado de Baja

- Equipo dado de baja desde Junio de 2020, parqueado en el área de listo de taller desde ese entonces esperando remolque hasta el área de excedente.
- El 20 de Noviembre se inicia el traslado con una duración de traslado de 2.5 horas aproximadamente desde taller permanente hasta el Cementerio de Camiones - Las Americas.



Cuchilla arriba, bloque II
Se realiza traslado con la configuración establecida, se realiza monitoreo de aparos de anclaje, medición de temperatura de rodaje cada 20 minutos de traslado, se mantiene entre 41.3° y 46.5° C.
Con una velocidad de desplazamiento de 8 a 12 Km/h - Cambio gris en segunda velocidad

Traslado 35-322 / desde Linea Eterna (SUR) - Taller Permanente

Prueba #4 / Traslado de equipo (D11T), Neutralizado (Cambio de transmisión)

- Equipo Down por falla en la transmisión con EVS137018 desde el 22 de Noviembre, 3 días en demora por remolque a taller.
- El 25 de Noviembre se inicia el traslado con una duración de traslado de 3 horas aproximadamente desde línea Eterna (SUR) hasta Talleres Permanentes.



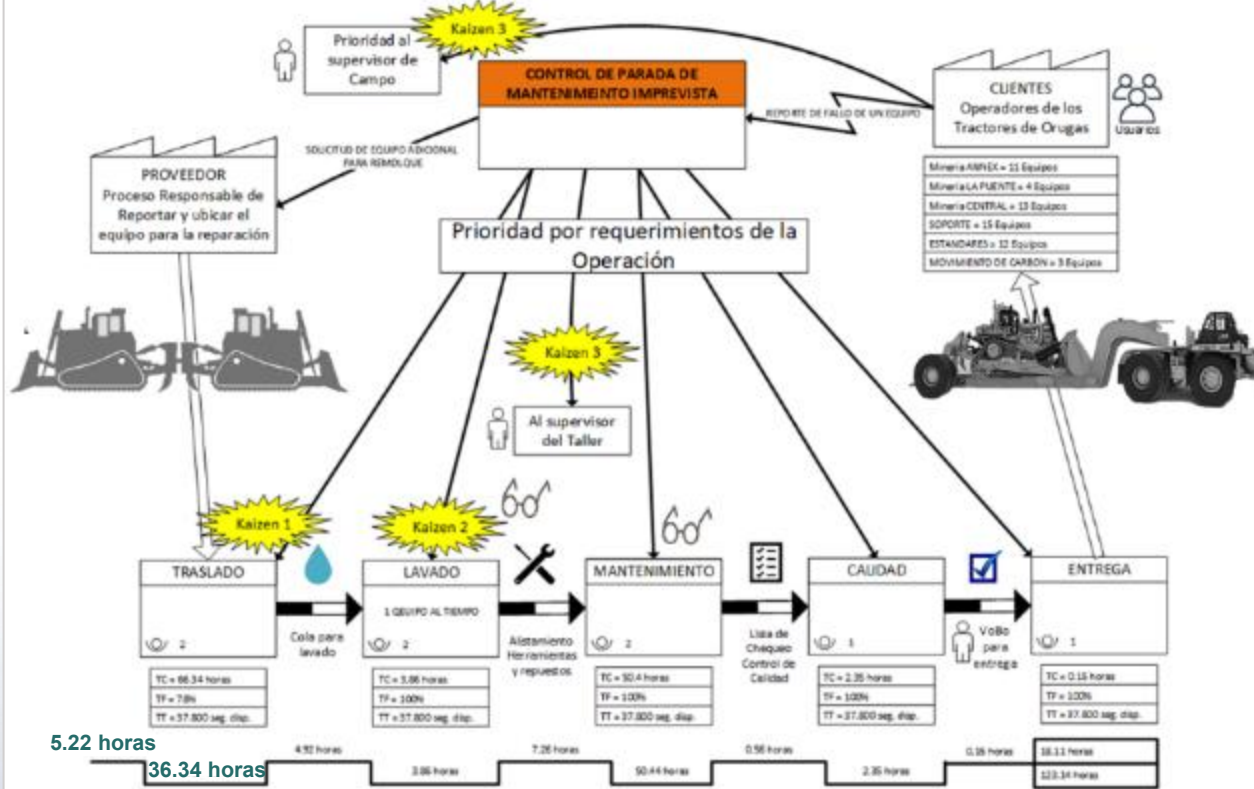
Cuchilla arriba, se sube por sus propios medios y se bloquea con el sistema de bloqueo de implementos, la cuchilla se baja un poco durante el traslado para no molestar a los operarios al equipo y no sube nuevamente.

Se realiza traslado con la configuración establecida, se realiza monitoreo de aparos de anclaje, medición de temperatura de rodaje cada 20 minutos de traslado, se mantiene entre 34.3° y 37.5° C, se realiza monitoreo para normalizar en rodaje 42 horas y se temperatura sube hasta 38.5° C.

Con una velocidad de desplazamiento de 8 a 12 Km/h - Cambio en segunda velocidad

Value Stream Mapping (VSM)

Mapa del estado actual Parada Imprevista Tractor de Orugas - Kaizen

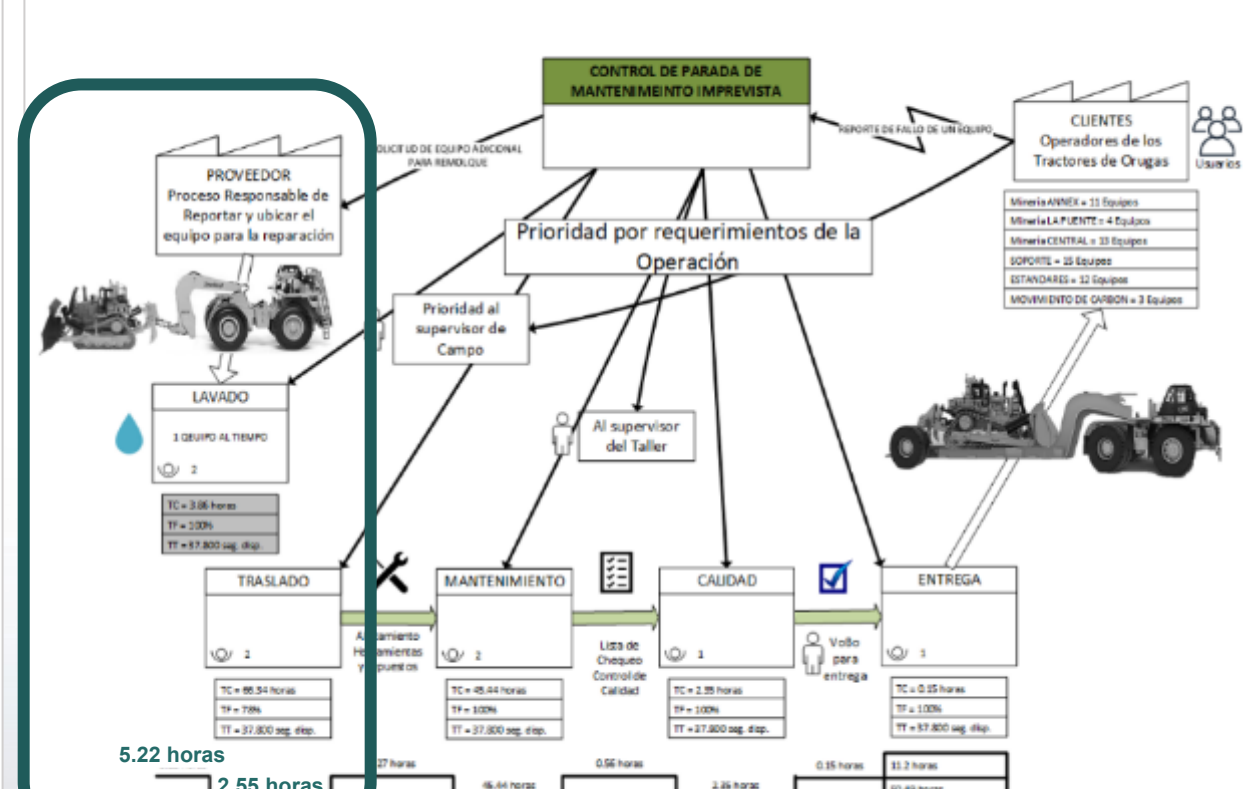


5.22 horas

36.34 horas

Nota. Identificación de oportunidades de mejora, los cuellos de botella en Mapa de Valor Actual

Mapa del estado futuro Parada Imprevista Tactor de Orugas



5.22 horas

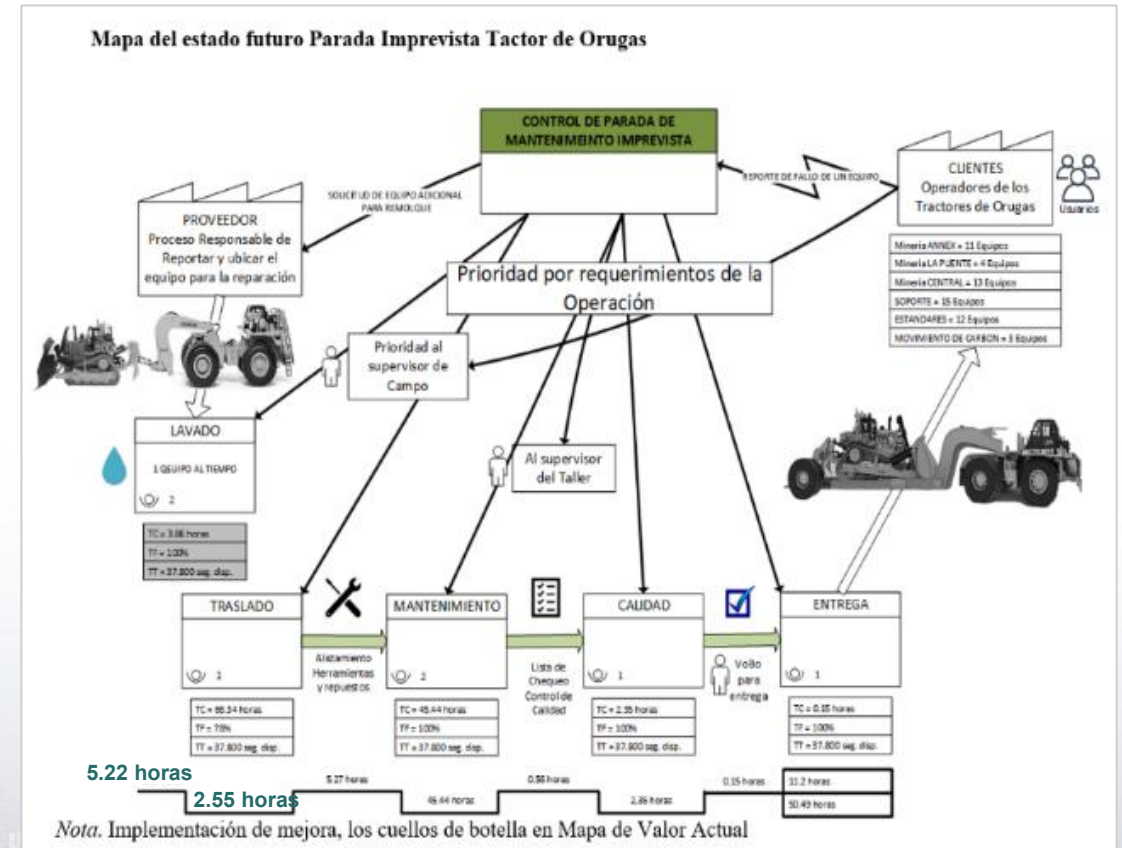
2.55 horas

Nota. Implementación de mejora, los cuellos de botella en Mapa de Valor Actual

Impacto de las Soluciones Implementadas

Proceso	Estado Actual	Estado Futuro	Mejora X Proceso
	horas		
Solicitud y logística para remolque	5.22	5.22	0%
TRASLADO	36.34	2.55	92%
Cola para lavado	4.92	0	100%
LAVADO	3.86	0	100%
Alistamiento repuestos y herramientas	7.26	5.27	27%
MANTENIMIENTO	50.44	45.44	10%
Preparación de formatos y listas de chequeo	0.56	0.56	0%
CALIDAD	2.35	2.35	0%
Revisión de Supervisor antes de entrega	0.15	0.15	0%
ENTREGA	0.15	0.15	0%

DURACIÓN TOTAL DE LA PARADA	141.25	61.69	44%
------------------------------------	---------------	--------------	------------



640 horas de Tractor al año

Gracias