



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA DE MINAS

“INTERFAZ COMPUTACIONAL PARA GESTIÓN DE KPI DE OPERADORES DE
CARGUÍO Y TRANSPORTE DE MINERA CENTINELA”

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL DE MINAS

CRISTIÁN ANDRÉS GAETE VIELMA

PROFESOR GUÍA:
HANS GÖPFERT HIELBIG

PROFESOR CO-GUÍA:
ENRIQUE BORIS JELVEZ MONTENEGRO

COMISIÓN:
CRISTIAN ALEJANDRO BARRA CUADRO

SANTIAGO DE CHILE

2019

RESUMEN EJECUTIVO

Actualmente, se tienen desempeños dispares de los indicadores clave de rendimiento (KPI) de los operadores de la Superintendencia de Carguío y Transporte de Minera Centinela. Se necesita saber quiénes son los operadores que generan los mejores y peores KPI, para identificar las oportunidades de mejora de los operadores, con el objetivo de tener comportamientos de KPI más regulares y apuntar a mejorar el desempeño de estos de manera general. Es por lo anterior que la propuesta a implementar para solucionar la problemática es la confección de una interfaz de fácil uso que potencie la gestión de los operadores, la cual entregue un ranking de operadores por cada KPI.

Los KPI seleccionados para incluir en la interfaz son, para transporte, el tiempo de aculatamiento, tiempo retrocediendo, tiempo de descarga, velocidad, horas operacionales y la utilización en base a la disponibilidad (UEBD), mientras que, para carguío, el factor de carga, rendimiento efectivo, tiempo de carguío, horas operacionales y UEBD.

La interfaz se construye en Spotfire, un Software de Inteligencia de Negocios (BI), el cual puede procesar grandes volúmenes de datos y entregarlos en formas fáciles de entender. Los datos a utilizar se generan en la operación en tiempo real mediante el software de despacho (JigSaw). Estos datos son validados con datos tomados en terreno, comportamiento que haya mostrado la variable con anterioridad y análisis de datos. Debido a la validación se descartan de los KPI mencionados, el tiempo de aculatamiento, tiempo de descarga y tiempo retrocediendo. Junto a la entrega de la interfaz, se realizan reuniones informativas y de capacitación para Jefes de Turno e Instructores.

Se elabora un plan de trabajo para instruir a los operadores con el uso de esta interfaz, el cual consiste en tomar a los operadores con KPI más bajos e instruirlos por dos turnos. Luego los resultados del avance del operador son presentados en reuniones donde se discute el trabajo realizado. Para reforzar esta iniciativa, se realizan presentaciones por parte del Gerente de Operaciones Mina, en las cuales se da énfasis tanto el trabajo que se realizará como también la seguridad.

Se obtienen buenos resultados de la implementación de esta interfaz, los operadores la reciben con una mentalidad de superación y se desafían a sí mismos para mejorar. Esto se ve representado en la mejora de los KPI de los operadores, en el aumento del rendimiento de los CAEX y en la conciliación topográfica mensual (cubicación), la cual muestra que los CAEX efectivamente van más cargados que el mes pasado, mostrando una mejora en el factor de carga.

ABSTRACT

Currently, there are disparate performances regarding the key performance indicators (KPI) of the operators of the Superintendence of Loading and Hauling of Minera Centinela. It is necessary to know who are the operators that generate the best and worst KPIs, to identify the opportunities for improvement of the operators, in order to have more regular KPI behaviors and aim to improve their performance in a general way. That is why the proposal to be implemented to solve the problem is the creation of an easy-to-use interface that enhances the management of operators, which delivers a ranking of operators for each KPI.

The KPIs selected to include in the interface are, for hauling, spotting time, backing time, tipping time, speed, operational hours and utilization based on availability, while, for loading, payload, effective performance, loading time, operational hours and utilization based on availability.

The interface is built on Spotfire, a Business Intelligence (BI) Software, which can process large volumes of data and deliver them in easy to understand ways. The data to be used is generated in real-time operation through dispatch software (JigSaw). These data are validated with data on field, behavior that the variable has shown previously and data analysis. Due to the validation, the aforementioned KPI, spotting time, tipping time and backing time are discarded. Together with the delivery of the interface, information and training meetings are held for Shift Supervisors and Instructors.

A work plan is developed to instruct operators with the use of this interface, which consists of taking operators with lower KPIs and instructing them for two shifts. Then the results of the operator's progress are presented in meetings where the work done is discussed. To reinforce this initiative, presentations are made by the Mine Operations Manager, which emphasizes both the work that will be carried out and as well as the safety.

Good results are obtained from the implementation of this interface, operators receive it with an overcoming mentality and challenge themselves to improve. This is represented in the improvement of the operators' KPIs, in the increase in the performance of the CAEX and in the monthly topographic reconciliation (cubing), which shows that the CAEXs are actually more loaded than last month, showing an improvement in the load factor.

*Dedicado a mi familia, solo por su esfuerzo es que he podido
llegar hasta este punto*

AGRADECIMIENTOS

Primeramente, quiero agradecer a mi familia, gracias a ellos fue que pude formarme como persona, se esforzaron por mandarme a los mejores colegios que podían y a la universidad, siempre pensando en mi bienestar a futuro, estando constantemente preocupados tanto por cómo me estaba yendo como por mi salud, ya que desde chico que soy muy enfermizo, por eso doy gracias, ya que siempre tengo presente que puedo recibir su ayuda incondicional. Gracias a mi padre Sergio, que siempre me da el ejemplo de ser un hombre trabajador que tiene a su familia como prioridad y trata de hacer lo mejor por ellos. Gracias a mi madre Solange, que me ha cuidado toda su vida, me enseñó a leer y me inculcó los valores que ahora poseo. Gracias Catalina, que desde que empezó a formar parte de la familia, gané no solo a una hermana pequeña sino a una amiga con la que he compartido muchos de mis gustos, y me ha ayudado a relajarme y divertirme en momentos en que me encontraba estresado.

También quiero agradecer a mis amigos del vecindario que me han hecho compañía desde que era pequeño, a mis amigos del colegio con los que hacía deporte y nos juntábamos para jugar partidos, a mis amigos de la universidad que me han acompañado a lo largo de mi carrera y a los amigos que conocí durante este trabajo, toda esta gente ha dejado un poco de ellos en la persona que soy hoy.

Quiero agradecer a todas las personas de la Gerencia de Operaciones Mina de Minera Centinela que me permitieron realizar este trabajo y me han enseñado tantas cosas diferentes sobre este hermoso rubro, especialmente a Oscar Flores, que fue quien me brindó la oportunidad de ingresar a la compañía, y a Jose Miguel Fernandez y Cristian Barra, mis tutores que me han apoyado en este trabajo y me han brindado todas las facilidades para desenvolverme.

Finalmente quiero agradecer toda la gente de la Universidad de Chile y al Departamento de Minas por la formación académica que me brindaron y especialmente a los miembros de mi comisión, Hans Göpfert y Enrique Jelvez, por apoyarme a realizar este trabajo.

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Objetivos	2
1.1.1. Objetivo General	2
1.1.2. Objetivos Específicos.....	2
1.1.3. Alcances	2
1.2. Metodología.....	3
1.3. Descripción de la empresa.....	4
1.3.1. Proceso productivo cátodos de cobre.....	6
1.3.2. Proceso productivo concentrado de cobre	6
1.3.3. Reseña Histórica	7
1.3.4. Área de trabajo	8
2. MARCO TEÓRICO	11
2.1. Indicadores clave de rendimientos.....	11
2.2. Inteligencia de Negocios (BI)	13
2.2.1. Definición	14
2.2.2. Beneficios	14
2.2.3. Requerimientos	14
2.2.4. Componentes.....	15
2.2.5. Opciones	16
2.2.6. Fallas en incorporación	18
2.3. Base de datos	18
2.3.1. Sistemas de gestión de bases de datos (SGBD)	18
2.3.1.1. Opciones.....	19
2.4. Sistema de administración de flotas JigSaw MineOps	20
2.4.1. Componentes.....	21
2.4.2. Funcionamiento.....	22
2.5. Directriz de reportabilidad de tiempos e índices para equipos mineros	24
2.5.1. Norma ASARCO.....	24
2.5.2. Índices para equipos mineros.....	25

2.5.3. Criterio para la captura del tiempo	26
2.5.3.1. Efectivo	26
2.5.3.1.1. Flota de carguío	27
2.5.3.1.2. Flota de transporte	27
2.5.3.2. Pérdidas operacionales	28
2.5.3.2.1. Flota de carguío	29
2.5.3.2.2. Flota de transporte	29
2.5.3.3. Demoras programadas y no programadas	29
2.5.3.4. Reservas.....	29
2.5.3.5. Mantenciones	30
2.5.3.5.1. Flota de carguío	30
2.5.3.5.2. Flota de transporte	30
2.6. Validación de datos	30
2.6.1. Prueba de hipótesis.....	31
2.6.1.1. Definición hipótesis nula y alternativa	31
2.6.1.2. Prueba de 2 varianzas	32
2.6.1.3. Prueba t de dos muestras.....	33
3. DESARROLLO	34
3.1. Elección KPI	34
3.2. Identificación de equipos.....	36
3.3. Información por contener en la interfaz.....	37
3.4. Obtención de datos	38
3.5. Procesamiento de datos	39
3.5.1. Consulta factor de carga	40
3.5.2. Consulta rendimiento efectivo	41
3.5.3. Consulta horas operacionales	42
3.5.4. Consulta Tiempos	43
3.5.5. Consulta Velocidad.....	44
3.6. Validación de datos	46
3.6.1. Validación con datos tomados en terreno.....	47
3.6.1.1. Validación datos en terreno – Tiempo de carguío.....	47
3.6.1.2. Validación datos en terreno – Tiempo de aculatamiento	50

3.6.1.3. Validación datos en terreno – Factor de carga.....	53
3.6.2. Validación con datos históricos y análisis de datos	56
3.6.2.1. Tiempo de Carguío	57
3.6.2.2. Factor de Carga	59
3.6.2.3. Rendimiento efectivo	62
3.6.2.4. Tiempo Retrocediendo	64
3.6.2.5. Tiempo de descarga	65
3.6.2.6. Velocidades	66
3.7. Interfaz.....	68
3.7.1. KPI Carguío	68
3.7.1.1. Factor de carga.....	69
3.7.1.1.1. Pestañas	69
3.7.1.1.2. Filtros	70
3.7.1.1.3. Ranking operadores	71
3.7.1.1.4. Tendencia.....	72
3.7.1.1.5. Cumplimiento de carga objetivo	73
3.7.1.1.6. Histograma	74
3.7.1.1.7. Grupos.....	75
3.7.1.2. Tiempo de carguío.....	76
3.7.1.2.1. Promedio por región	76
3.7.1.3. Rendimiento efectivo	77
3.7.1.4. Horas operacionales	78
3.7.1.5. Reporte Operador	78
3.7.1.5.1. Estadísticas reporte	79
3.7.1.5.2. Nota operador.....	80
3.7.1.6. Utilización	80
3.7.2. KPI Carguío Mobile.....	82
3.7.3. KPI Transporte	83
3.7.3.1. Velocidad	84
3.7.3.1.1. Pestañas	84
3.7.3.1.2. Filtros	84
3.7.3.1.3. Ranking operadores	86
3.7.3.1.4. Tendencia.....	87
3.7.3.1.5. Velocidad por pendiente	88

3.7.3.1.6. Grupos	89
3.7.3.2. Horas operacionales	89
3.7.4. KPI Transporte Mobile	90
3.8. Difusión de la interfaz	91
3.9. Plan de trabajo	92
4. CONCLUSIONES	102
5. BIBLIOGRAFÍA.....	105
6. ANEXOS	106
6.1. Anexo A - Consultas	106
6.2. Anexo B – Datos terreno	106
6.3. Anexo C – Manual de usuario interfaz	111
6.3.1. Anexo D - Presentaciones de instrucción de operadores.....	129
6.3.1.1. Grupo 1	129
6.3.1.2. Grupo 3	131
6.3.1.3. Grupo 4	133

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Equipos Gerencia Operaciones Mina.....	10
Tabla 2: Ciclo de trabajo equipos de transporte.....	28
Tabla 3: Hipótesis prueba de 2 varianzas.....	32
Tabla 4: Hipótesis prueba t de 2 muestras.....	33
Tabla 5: Rendimiento efectivo mensual 2018	64
Tabla 6: Rangos de cargas CAEX	74
Tabla 7: Conciliación topográfica Julio 2019	103
Tabla 8: Mediciones tiempo de carguío Pala 07.....	106
Tabla 9: Mediciones factor de carga Pala 07.....	108
Tabla 10: Mediciones Tiempo de aculatamiento Pala 07	109

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1:Ubicación Centinela	6
Figura 2: Mapa de procesos Minera Centinela	7
Figura 3: Organigrama Gerencia Operaciones Mina	9
Figura 4: Forma de despliegue de KPI según usuario	13
Figura 5: Componentes de una herramienta de Inteligencia de Negocios ...	15
Figura 6: Distribución de tiempo Grupo AMSA	24
Figura 7: Ciclo de trabajo equipo de carguío	27
Figura 8: KPI Seleccionados.....	36
Figura 9: Equipos de Carguío y Transporte Centinela	37
Figura 10: Interfaz SQL Management Studio	39
Figura 11: Consulta factor de carga	41
Figura 12: Consulta rendimiento efectivo.....	42
Figura 13: Consulta horas operacionales	43
Figura 14: Consulta tiempos	44
Figura 15: Consulta velocidad	45
Figura 16: Resumen de paso de datos a Spotfire	46
Figura 17: Prueba de varianzas - Tiempo de carguío	48
Figura 18: Prueba t student - Tiempo de carguío	49
Figura 19: Histograma comparación - tiempo de carguío	49
Figura 20: Gráfico de dispersión - tiempo de carguío.....	50
Figura 21: Prueba de varianzas - Tiempo de aculatamiento.....	51
Figura 22: Prueba t student - Tiempo de aculatamiento.....	52
Figura 23: Histograma comparación - Tiempo de aculatamiento	53
Figura 24: Gráfico de dispersión - Tiempo de aculatamiento	53
Figura 25: Prueba de varianzas - Factor de carga	54
Figura 26: Prueba t student - Factor de carga	55
Figura 27: Gráfico comparación - Factor de carga.....	56
Figura 28: Gráfico de dispersión - Factor de carga	56
Figura 29: Resumen estadístico - Tiempo de carguío CAT 797 F -P&H 4100 XPC	57
Figura 30: Resumen estadístico - Tiempo de carguío CAT 797 B -P&H4100 XPC	58
Figura 31: Resumen estadístico - Tiempo de carguío KOM 930 E -P&H 4100 XPC	59
Figura 32: Resumen estadístico - Factor de carga CAT 797 F - P&H 4100 XPC	60
Figura 33: Resumen estadístico - Factor de carga CAT 797 B - P&H 4100 XPC	61
Figura 34: Resumen estadístico - Factor de carga KOM 930 E - P&H 4100 XPC	61
Figura 35: Promedio diario enero-mayo - Factor de carga CAT 797 Grupo 462	
Figura 36: Resumen estadístico - Rendimiento efectivo P&H 4100 XPC.....	63
Figura 37: Resumen estadístico - Tiempo retrocediendo	65

Figura 38: Resumen estadístico - Tiempo de descarga	66
Figura 39: Resumen estadístico -velocidad horizontal Expit.....	67
Figura 40: Promedio diario - Velocidad horizontal Expit CAT 797	68
Figura 41: Interfaz KPI Carguío - Factor de carga	69
Figura 42: Filtros - Factor de carga	71
Figura 43: Ranking operadores - Factor de carga.....	72
Figura 44: Tendencia - Factor de carga	73
Figura 45: Cumplimiento carga objetivo - Factor de carga	74
Figura 46: Histograma - Factor de carga	75
Figura 47: Grupos - Factor de carga	75
Figura 48: KPI Carguío - Tiempo de carguío	76
Figura 49: Promedio por región - Tiempo de carguío	77
Figura 50: KPI Carguío - Rendimiento efectivo	77
Figura 51: KPI Carguío - Horas operacionales.....	78
Figura 52: KPI Carguío - Reporte operador	79
Figura 53: Tiempo de carguío CAT 797 operador-flota	80
Figura 54: Nota operador	80
Figura 55: KPI Carguío - UEBD carguío 1	81
Figura 56: KPI Carguío - UEBD carguío 2	81
Figura 57: KPI Carguío - UEBD CAEX	82
Figura 58: KPI Carguío Mobile - Tiempo de Carguío	83
Figura 59: KPI Transporte – Velocidad	84
Figura 60: KPI Transporte – Filtros	86
Figura 61: Ranking operadores – Velocidad	87
Figura 62: Tendencia – Velocidad	88
Figura 63: Velocidad por pendiente – Velocidad.....	88
Figura 64: Grupos – Velocidad	89
Figura 65: KPI Transporte - Horas operacionales	89
Figura 66: KPI Transporte Mobile – Velocidad.....	90
Figura 67: Archivos de interfaz.....	91
Figura 68: Presentación realizada a operadores.....	92
Figura 69: Estadística factor de carga CAT 793 ESP grupal enero-mayo 2019	94
Figura 70: Estadística factor de carga CAT 797 grupal enero-mayo 2019... ..	94
Figura 71: Ranking operadores velocidades Expit G4 enero-mayo 2019.....	95
Figura 72: Flujograma proceso de instrucción de operadores	97
Figura 73: Ejemplo de calendario proceso de instrucción operadores.....	97
Figura 74: Instrucción operadores G2 – Velocidades	98
Figura 75: Instrucción operadores G2 - Factor de carga CAT 797.....	99
Figura 76: Instrucción operadores G2 – Factor de carga CAT 793	100
Figura 77: Instrucción operadores G2 - Rendimiento efectivo.....	101
Figura 78: Tendencia rendimiento CAT 797 B.....	104
Figura 79: Consulta UEBD	106
Figura 80: Manual de usuario interfaz	129
Figura 81: Instrucción operadores G1 – Velocidad	129

Figura 82: Instrucción operadores G1 - Factor de carga CAT 797.....	130
Figura 83: Instrucción operadores G1 - Factor de carga CAT 793.....	130
Figura 84: Instrucción operadores G1 - Rendimiento	131
Figura 85: Instrucción operadores G3 - Velocidad	131
Figura 86: Instrucción operadores G3 - Factor de carga CAT 797.....	132
Figura 87: Instrucción operadores G3 - Factor de carga CAT 793.....	132
Figura 88: Instrucción operadores G3 - Rendimiento	133
Figura 89: Instrucción operadores G4 - Velocidad	133
Figura 90: Instrucción operadores G4 - Factor de carga CAT 797.....	134
Figura 91: Instrucción operadores G4 - Factor de carga CAT 793.....	134
Figura 92: Instrucción operadores G4 - Rendimiento.....	135

1. INTRODUCCIÓN

Antofagasta Minerals S.A. (AMSA) es uno de los principales grupos mineros privados en Chile, es el 4º productor de cobre en el país y el 9º a nivel mundial. Cotiza sus acciones en la Bolsa de Valores de Londres en donde es filial de "Antofagasta PLC". Sus operaciones mineras son a rajo abierto y están dedicadas a la producción de concentrado y/o cátodos de cobre, además de sus subproductos los cuales son molibdeno y oro. Éstas se realizan a lo largo de todo el país en cuatro Compañías: Minera Los Pelambres, Minera Centinela, Minera Antucoya y Minera Zaldívar. En particular, este estudio se realiza en la Superintendencia de Carguío y Transporte de Minera Centinela.

Actualmente, se tienen desempeños dispares en cuanto a los KPI con que se manejan los operadores de la Superintendencia de Carguío y Transporte. Se necesita saber quiénes son los operadores que generan los mejores y peores KPI, para poder identificar las oportunidades de mejora de los operadores con el objetivo de tener comportamientos de KPI más regulares y apuntar a mejorar el desempeño de estos de manera general.

En los tiempos que corren, los avances tecnológicos en cuanto a herramientas computacionales son variados y pueden ser aplicados a múltiples sectores y disciplinas. La minería no está ajena a estos avances tecnológicos y su uso ha supuesto múltiples mejoras en cuanto al manejo de la información y de la gestión. Estos avances se evidencian en muchas áreas del sector minero, partiendo desde el descubrimiento de yacimientos, la planificación y la construcción, la operación y hasta el cierre de la mina.

Mantenerse al día con las nuevas innovaciones que afectan al sector minero es de suma importancia, siendo que este es un mercado altamente competitivo y que está sujeto constantemente a cambios en el costo de los insumos y en el mismo precio de venta del producto que se ofrece. Las mejoras en la generación de la información de los múltiples procesos que son medibles y adquiribles en la operación minera, hacen que se requiera a su vez una herramienta capaz de procesar este gran volumen de información y hacer que sea útil para las áreas interesadas, transformar la información en conocimiento y tomar decisiones alineadas con la estrategia, sobre todo en el área de Carguío y Transporte, la Superintendencia con mayor volumen de personal.

Es por lo anterior que la propuesta a implementar en este trabajo de memoria de título, para solucionar la problemática, es la creación de una interfaz de fácil uso que permita la gestión de los operadores, la cual entregue un ranking de operadores por cada KPI con el que se le mide y de esta manera, usando esta interfaz, Jefes de Turno e Instructores puedan hablar con los operadores con datos reales y comenzar un trabajo conjunto para mejorar el desempeño general.

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo General

Implementar, mediante un software de inteligencia de negocios, una interfaz computacional que genere un ranking de operadores de la Superintendencia de Carguío y Transporte según KPI, con la cual se potencie su gestión, se distribuyan las mejores prácticas y suba el desempeño en general.

1.1.2. Objetivos Específicos

1. Definir los KPI con que se mide a los operadores y equipos mineros que abarca la interfaz.
2. Definir qué tipo de información se muestra en la interfaz.
3. Obtención de datos mediante el software de Despacho y procesamiento de éstos.
4. Validación de datos que se utilizan, para tener una fuente confiable de éstos.
5. Diseño de la interfaz de tal manera que sea de fácil uso y de fácil aprendizaje.
6. Establecer medio de difusión de la interfaz a las partes interesadas y capacitación de su uso.
7. Crear plan de trabajo de instrucción de operadores.

1.1.3. Alcances

El trabajo se enfoca en la Superintendencia de Carguío y Transporte de Minera Centinela, y principalmente en el rajo Esperanza y sus equipos, el cual es el que mueve la mayor parte del mineral de Minera Centinela, dado que en él se encuentran las palas eléctricas P&H 4100 XPC, los equipos de carguío de mayores dimensiones.

Se incorporan a la interfaz todos los equipos de Carguío y Transporte que cuentan con el sistema JigSaw, el software de despacho, ya que es la manera en que se obtienen los datos que alimentan la interfaz.

El periodo de tiempo de donde se tienen los datos generados por JigSaw es desde el año 2017, por lo que la información con la que cuenta la interfaz se parte desde ese año.

La capacitación en el uso de la interfaz se limita a los Instructores y Jefes de Turno de Esperanza, al igual que el trabajo que se realiza con los operadores.

1.2. Metodología

La metodología se alinea con los objetivos específicos expuestos anteriormente, la cual se basa en los siguientes aspectos.

La primera etapa consiste en identificar los KPI que se utilizan para evaluar a los operadores de carguío y transporte, y ya que la interfaz apunta a la medición de desempeño, éstos deben ser dependientes de la habilidad del operador.

Luego se debe identificar qué equipos de carguío y de transporte abarcará el estudio, ya que Centinela opera en la actualidad tres rajos, de los cuales uno es manejado por una empresa contratista. Se utilizan diferentes equipos según el rajo, y de diferentes dimensiones, por lo que se debe definir en qué equipos debe ir enfocado la interfaz y conocer las características de estos.

Se debe definir qué información se mostrará en la interfaz, lo que se requiere ver aparte del ranking de operadores, ya que se dispondrá de la data de los KPI, puede incluirse estadísticas de éstos a nivel diario o mensual, separar data por turno o Grupo.

Hay que definir los rangos de tiempos en que se quiere ver la información. Para esto hay que averiguar hasta qué punto hacia atrás se tienen datos de los KPI definidos anteriormente, y definir si se quiere la interfaz con datos actuales o se quiere incluir toda la data posible para poder ver KPI históricos.

Después de definida la información que se va a requerir para la construcción de la interfaz, hay que obtenerla. Uno recurso importante con el que se cuenta es el sistema de control y monitoreo de flotas, *JigSaw Mine Ops*, el cual ayuda a optimizar la asignación de equipos en la mina, maximizando la utilización de éstos y minimizando las pérdidas en tiempo real. Este sistema se encarga de registrar cada uno de los eventos que se producen durante la operación y es el sistema que se ocupa en Despacho, por lo que toda la información necesaria es obtenida por este medio. También hay que definir un software que tenga la capacidad de realizar el ranking de operadores con la información que se obtiene.

Luego de definido el software, se debe procesar la información obtenida. Esta se obtiene en forma de tablas de datos mediante JigSaw y se deben procesar para generar una tabla que contenga la información pertinente para la generación de los KPI seleccionados. Esto se hace mediante el lenguaje informático T-SQL, usando el software SQL Server Management Studio.

Luego se procede a la validación de los datos a utilizar. Se toman datos en terreno y se comparan con los datos procesados que entrega JigSaw. Para la validación se utilizan test de hipótesis y gráficos de dispersión, pero como no es posible tomar datos de todos los KPI, se realizan también comparaciones con comportamientos anteriores de las variables y análisis estadísticos para mostrar si coinciden con la realidad.

Ya teniendo el software y los datos, se procede a la creación de la interfaz, la cual debe ser intuitiva y rápida de usar. De manera que se cumpla lo anterior, el principio para su diseño es que se debe dar la menor cantidad de intervenciones posibles para llegar a la información que se requiere, por lo cual se trabajará con un sistema de filtros, en donde el usuario hará clic en lo que quiere o no quiere visualizar y con ello cambiará la información desplegada.

Luego de terminada la interfaz, hay que hacérsela llegar a las partes interesadas. Esto se puede realizar de manera fácil usando Tibco Spotfire, puesto que el archivo trabajado en este software puede guardarse en una librería online, a la cual es posible acceder mediante un link desde cualquier navegador, a través de la red de la empresa, por lo cual su difusión es sencilla. Con respecto a cómo enseñar a usarla, se confecciona un manual de usuario y se realizan capacitaciones.

Finalmente, con la interfaz entregada a Jefes de Turno e Instructores, se debe comenzar a trabajar con los operadores, por lo cual se debe generar un plan de trabajo que utilice la interfaz para comenzar a identificar los KPI de los operadores e instruirlos de manera constante para subir el desempeño general.

1.3. Descripción de la empresa

Minera Centinela es una mina a cielo abierto ubicada a 180 kilómetros de la ciudad de Antofagasta en la comuna de Sierra Gorda y parte del Grupo Antofagasta Minerals, la cual nace en julio de 2014 a partir de la integración de las operaciones de las compañías mineras El Tesoro y Esperanza. Es una empresa dedicada a la producción de concentrado de cobre y como subproducto obtiene molibdeno y oro. Es el séptimo productor de cobre en el país y décimo quinto a nivel mundial, produciendo un volumen cercano a las 248 mil toneladas métricas en el 2018.

Esta compañía emerge a partir de la visión de capturar las sinergias de ambas operaciones, Esperanza y Tesoro, aprovechando las condiciones geográficas, técnicas y logísticas que hacen posible una planificación y operación minera integrada y mayores economías de escala, logrando así una posición más

competitiva en la industria. De esta forma, Minera Centinela se posiciona como una de las compañías mineras más grandes del país, aplicando altos estándares de desempeño en sus operaciones y procesos.

Minera Centinela actúa de acuerdo con los principios y políticas del Grupo Antofagasta Minerals, aspirando a ser una operación que genera valor para los accionistas, como también un vínculo cercano y duradero con sus grupos de interés, con el objetivo de ser un yacimiento sustentable a través del tiempo, generar cambios y contribuir al liderazgo del Grupo en el desarrollo de la minería del futuro. De este modo, Centinela comparte la misma Carta de Valores y Código de Ética que las otras operaciones de Antofagasta Minerals, centrando su razón de ser en la preocupación por la vida y salud de las personas, la excelencia operacional, la innovación constante, la preservación del medio ambiente y el respeto por las comunidades con las que se relaciona, fomentando y preservando sus culturas y formas de vida.

Su estructura societaria está compuesta en un 70% de propiedad de Antofagasta Minerals y un 30% de Marubeni Corporation. Su principal compromiso es desarrollar una operación sustentable, asegurando un ambiente de trabajo seguro y saludable para sus trabajadores y colaboradores, respetando el entorno de sus operaciones y relacionándose proactivamente y de forma transparente con su entorno social.

Son en total 5.500 colaboradores internos y externos los que tienen como principal valor innovar en temas de sustentabilidad y seguridad en la operación. A causa de esto es que Minera Centinela consume un 88% de agua de mar sin desalar para sus procedimientos y que cuenta con aplicaciones a gran escala de relaves espesados, lo que facilita la recuperación de agua y disminuye la emisión de polvo, asegurando la estabilidad del terreno en donde se emplaza.

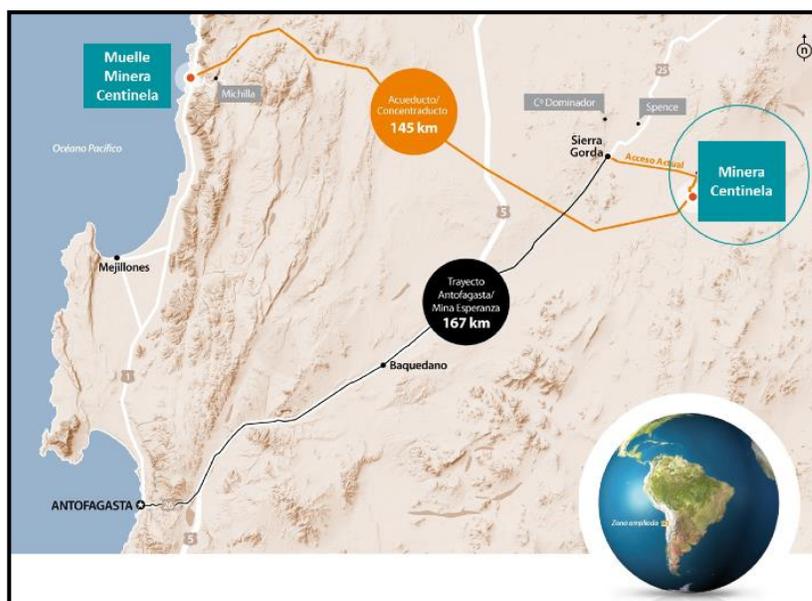


FIGURA 1: UBICACIÓN CENTINELA
FUENTE: INDUCCIÓN CENTINELA 2019

1.3.1. Proceso productivo cátodos de cobre

El proceso de producción utilizado en la línea de óxidos es la lixiviación en pilas dinámicas del mineral chancado y aglomerado, el que posteriormente ingresa a la fase de extracción por solventes y de electro-obtención que entrega como producto final el cobre catódico. Cada cátodo tiene una dimensión aproximada de 1 metro de largo por 1 metro de ancho y 4 milímetros de espesor. Los paquetes de cátodos son transportados en camiones hasta la estación de transferencia Los Arrieros del Ferrocarril Antofagasta – Bolivia, posteriormente son trasladados al puerto de Antofagasta vía ferrocarril para su embarque y destino final en los principales mercados mundiales.

1.3.2. Proceso productivo concentrado de cobre

El proceso de esta línea comienza con la extracción del mineral proveniente del yacimiento y prosigue hacia las etapas de chancado, molienda, flotación, donde se separa mediante flotación selectiva el molibdeno contenido, y concentrado (espesadores). El producto que se obtiene de este proceso, que utiliza agua de mar sin desalar, es el concentrado de cobre, que es una pulpa espesa compuesta en un 63% de sólidos que además contiene oro como un importante subproducto. Dicho concentrado es transportado por gravedad a través de una tubería que tiene un diámetro de 14 centímetros y que recorre 145 kilómetros, desde el sector de la planta de sulfuros hasta el muelle situado en la localidad Michilla. Allí el concentrado es lavado mediante un proceso denominado filtrado, que utiliza agua desalada, para finalmente embarcarlo

las que produce cátodos y concentrado de cobre, más oro como subproducto principal.

- 2015 - Se comienza a construir la planta de molibdeno, la que permitirá la recuperación de este mineral en los minerales sulfurados. Su inversión alcanza los US\$ 125 millones.
- 2016 - Se aprueba la Resolución de Calificación Ambiental (DMC) del proyecto Desarrollo Minera Centinela. Comienza el proyecto Óxidos Encuentro, que busca extender la vida útil de la línea productiva de óxido de la compañía. Continúa la producción de cátodos de cobre hasta el año 2023, luego de una inversión de US\$ 630 millones.

Los siguientes hitos previstos son:

- 2022- Fase 1 de DMC, construcción y operación de nueva planta concentradora, con una inversión de US\$2.700 millones.
- 2025- Fase 2 de DMC, expansión de nueva planta concentradora, alcanza 150 ktpd, con una inversión de US\$1.650 millones.

1.3.4. Área de trabajo

La Superintendencia de Carguío y Transporte es la encargada de operar equipos de carguío, operar equipos de transporte, decidir estrategia de neumáticos, controlar velocidad de camiones y tiempo de carguío. Las principales responsabilidades de la SI y en particular del Superintendente, definidas por el Modelo Operativo de Minera Centinela, son las que se muestran a continuación:

- Liderar gestión de todos los riesgos HSEC (Salud, Seguridad, Medioambientales y Comunitarios) propiedad del área C&T; asegurando su cumplimiento y mejoramiento continuo.
- Recomendar optimización de condiciones y definición de estándares operacionales para maximizar OEE (Eficiencia General de los Equipos) de equipos.
- Gestionar proceso de C&T para asegurar alimentación adecuada e ininterrumpida de procesos aguas abajo.
- Recomendar procesos de relevo y cambio de turno en horas quiebre.
- Recomendar estrategia de neumáticos.

- Liderar relacionamiento con contratistas del área.
- Proponer, controlar, y optimizar presupuesto operativo del área.
- Asegurar coordinamiento con mantenimiento, Gestión / Programación Operativa, P&T, Servicios Mina y Ch&C para habilitar el cumplimiento del plan.
- Implementar mejores prácticas operacionales y liderar iniciativas de mejora.
- Aplicar un liderazgo efectivo que fomente alta motivación y productividad del equipo de trabajo, garantizando el cumplimiento de la visión, valores y objetivos del Grupo Antofagasta Minerals en la gestión del área.
- Liderar la gestión de personas a su cargo (reclutamiento, capacitación, desarrollo, desempeño, etc).

A continuación, se presenta el organigrama de la empresa donde se vislumbrará el área en que se desempeñó el estudiante.

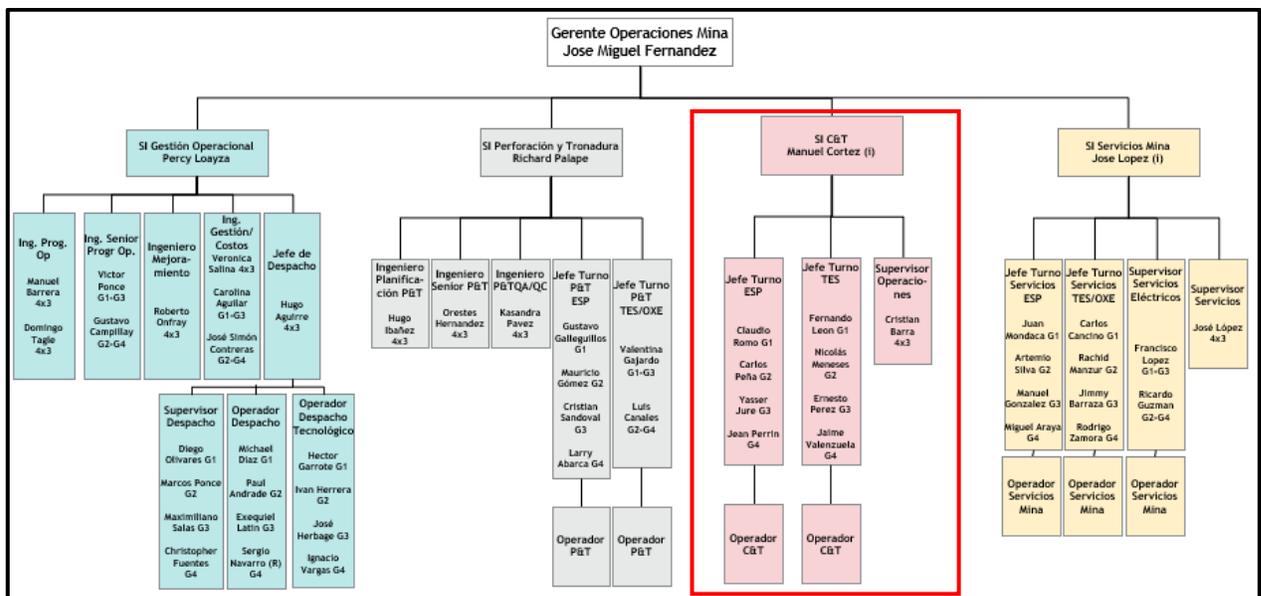


FIGURA 3: ORGANIGRAMA GERENCIA OPERACIONES MINA
FUENTE: ESTRUCTURA GERENCIA OPERACIONES MINA CENTINELA AGOSTO 2019

Los equipos de la Gerencia de Operaciones mina, subdivididos en las tres superintendencias, Carguío y Transporte, Perforación y Tronadura y Servicios se enlistan en la Tabla 1.

TABLA 1: EQUIPOS GERENCIA OPERACIONES MINA

Flota	Equipo	N° de equipos
Transporte	CAT 797 F	23
Transporte	CAT 797 B	10
Transporte	CAT 793 C	13
Transporte	CAT 793 F	13
Transporte	KOM 930 E	13
Carguío	P&H 4100 XPC	4
Carguío	P&H 4100 A	1
Carguío	LT 2350	2
Carguío	KOM PC 5500	2
Carguío	KOM PC 8000	1
Carguío	CAT 994 H	4
Carguío	CAT 994 D	1
Perforación	PV 351	4
Perforación	DMM3	3
Perforación	DM45	1
Servicios	CAT D10T	7
Servicios	CAT 980	2
Servicios	CAT 777 F	3
Servicios	CAT 777 G	3
Servicios	CAT D11R	2
Servicios	CAT D11T	2
Servicios	CAT 854 K	5
Servicios	CAT 834 H	2
Servicios	CAT 24 M	6
Servicios	CAT 374 D	3

FUENTE: GERENCIA OPERACIONES MINA

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Indicadores clave de rendimientos

Warren, J. (2011) dice que los indicadores clave de rendimiento (KPI) se utilizan para medir el rendimiento de los procesos de una empresa y, con esta información, saber si se están logrando los objetivos. Es una técnica ampliamente utilizada por ejecutivos y gerentes en su gestión, ya que les permite comunicar el desarrollo de la empresa a otros empleados. A través de los KPI, todos los empleados son conscientes y se involucran en la misión de la empresa.

Con los KPI, es posible cuantificar el desempeño de una empresa y ayudar a los trabajadores a comprender cómo sus actividades contribuyen. Los líderes pueden basar el análisis y las decisiones en datos cuantitativos. Los KPI permiten un seguimiento inmediato en el curso de las acciones y proporcionan información que facilita la comprensión del progreso y también puede indicar dónde hay una falla o debilidad que abordar. Entre sus características están cumplir con la estrategia de una empresa, ser fáciles de entender y permitir monitoreo.

Eckerson, W. (2009) define a los KPI como métricas que incorporan un objetivo estratégico y miden el desempeño con respecto a una meta. Las metas asociadas a los KPI se conocen como "targets", debido a que especifican un resultado medible, los cuales son idealmente definidos por trabajadores y ejecutivos en conjunto, en reuniones de carácter estratégico con el objetivo de traducir los objetivos de la empresa en un plan.

Se definen cinco tipos de targets de KPI:

- **Logro:** El desempeño debe alcanzar o superar el target, todo por sobre el target es valioso, pero no requerido.
- **Reducción:** El desempeño debe alcanzar o estar bajo el target. Todo menos del target es valioso, pero no requerido.
- **Absoluto:** El desempeño debe igualar al target. Todo por sobre o debajo del target es malo.
- **Mínimo/Máximo:** El desempeño debe estar en un rango de valores. Todo fuera del rango es malo.
- **Cero:** El desempeño debe ser cero.

Entre las características que tienen los KPI que otorgan una mayor eficiencia se encuentran las siguientes:

- **Escasos:** Mientras menos KPI, mejor. No son muchos los KPI que de verdad causan un impacto.
- **Profundizables:** Los usuarios pueden profundizar en detalles, que están confeccionados de acuerdo a quien va dirigido.
- **Simples:** Son fáciles de entender, se debe saber cómo se miden los datos y cómo se calcula.
- **Procesables:** El usuario sabe cómo afectar los resultados.
- **Propiedad:** Los KPI tienen un propietario que es responsable por sus resultados.
- **Referenciado:** Los usuarios pueden ver sus orígenes y el contexto de dónde son obtenidos los datos que generan al KPI.

La interpretación de los KPI debe ser sencilla, el usuario debe ser capaz de mirar el despliegue visual del KPI de manera rápida, ser capaz de diferenciar si las cosas van bien o mal encaminadas. Es por lo anterior que se definen ciertos atributos para ayudar a la interpretación de los KPI. El primero es el estado, mostrar de manera visual si se cumple o no, el segundo es la tendencia, se mide el desempeño con valores en otros intervalos de tiempo, el nombre del KPI, el actual valor del KPI y el target al que se apunta y la varianza que ha tenido el KPI.

Se define cómo debieran ser los tableros donde se despliegan los KPI, según a qué usuario están dirigidos. Para efectos de este trabajo, que va enfocado a Jefes de Turno e Instructores, el tablero que se adecúa es el tablero táctico. El tablero táctico está diseñado para ayudar a trabajadores de nivel medio para optimizar el desempeño de las personas y los procesos bajo su supervisión. Estos tableros recopilan datos resumidos y detallados de forma diaria o semanal, mayormente operacionales, de manera que el usuario pueda identificar problemas y arreglarlos con el fin de cumplir los objetivos en el corto y largo plazo.

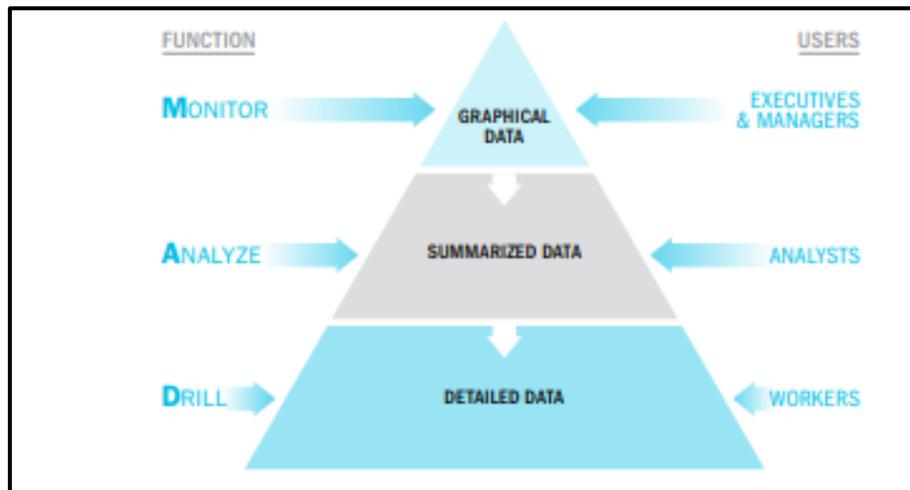


FIGURA 4: FORMA DE DESPLIEGUE DE KPI SEGÚN USUARIO
FUENTE: PERFORMANCE MANAGEMENT STRATEGIES-HOW TO CREATE AND DEPLOY EFFECTIVE METRICS.

Quiroga, P. (2016) crea interfaz de control de KPI para Mina los Bronces, en el área de Carguío y Transporte, mediante una herramienta computacional, donde es capaz de mostrar gráficamente las mediciones de los indicadores de Carguío y Transporte. Se realizó un seguimiento al comportamiento de los indicadores los operadores de carguío, en donde se pudo notar una mejora en su productividad.

La selección de KPI realizada por este autor es muy importante, ya que está relacionada directamente a la minería y en específico a las operaciones de carguío y transporte. Los KPI fueron seleccionados estudiando los ciclos de carguío y transporte en el cual los operadores tienen más influencia y KPI de medición de la mina. Entre los KPI que selecciona se encuentran los siguientes:

- Rendimiento efectivo
- Tiempo de carguío
- Tiempo de aculatamiento
- Velocidad

2.2. Inteligencia de Negocios (BI)

A causa de los constantes cambios que se producen en la tecnología, es que se genera cada vez más información importante para analizar. Tratar de buscar oportunidades para sobrevivir en este nuevo entorno cambiante es fundamental si se espera ser una empresa competitiva. Por lo tanto, las tecnologías idóneas que brinden acceso rápido y sencillo a la información para analizarla y tomar decisiones se vuelve una necesidad.

Surge así la Inteligencia de Negocios, la cual cumple el objetivo de dar soporte y continuidad a las organizaciones para mejorar su productividad brindando información necesaria para la toma de decisiones, es decir, transforman la información en conocimiento para la toma de decisiones en una organización.

2.2.1. Definición

La inteligencia de negocios se define como la habilidad corporativa para tomar decisiones. Esto se logra mediante el uso de metodologías, aplicaciones y tecnologías que permiten reunir, depurar, transformar datos, y aplicar en ellos técnicas analíticas de extracción de conocimiento (Parr, O. (2000)), los datos pueden ser estructurados para que indiquen las características de un área de interés (Stackowiak et al. (2007)), generando el conocimiento sobre los problemas y oportunidades del negocio para que pueden ser corregidos y aprovechados respectivamente. (Ballard et al. (2006)).

Según la consultora internacional especializada en Tecnologías de Información y Comunicación, Gartner, "La Inteligencia de Negocios es un proceso interactivo para explorar y analizar información estructurada sobre un área (normalmente almacenada en base de datos), para descubrir tendencias o patrones, a partir de los cuales derivar ideas y extraer conclusiones."

2.2.2. Beneficios

BI proporciona una manera rápida y efectiva de recopilar, abstraer, presentar, formatear y distribuir la información de sus fuentes de datos corporativos, permitiendo a los profesionales de la empresa, visualizar y analizar datos precisos sobre las actividades fundamentales del negocio y utilizarlos para mejorar la toma de decisiones y la planificación estratégica (Zúmel, P. (2008)).

2.2.3. Requerimientos

Una herramienta de Inteligencia de negocios necesita una base de datos que mantenga almacenada la información de un negocio. Se debe seleccionar una herramienta de BI que permita hacer los análisis de información requeridos con la información disponible de forma de poder estudiar los diferentes procesos.

Los principales requerimientos que se vislumbran son:

- La necesidad de resolver una problemática empresarial que se quiere abordar.

- Un equipo de personas que interprete la información brindada por la herramienta de Inteligencia de Negocios.
- La herramienta debe permitir trabajar a los usuarios que interactúen con ella de manera que la información sea simple de analizar y visualizar.

2.2.4. Componentes

En la Figura 5 se detallan los componentes principales de una herramienta de Inteligencia de Negocios.

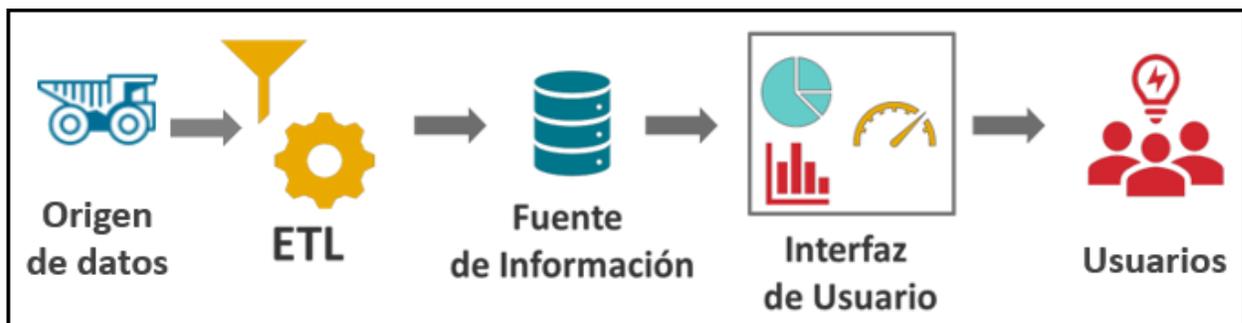


FIGURA 5: COMPONENTES DE UNA HERRAMIENTA DE INTELIGENCIA DE NEGOCIOS
FUENTE: BUSINESS INTELLIGENCE: COMPETIR CON INFORMACIÓN.

1. Proceso de extracción, transformación y carga de los datos (ETL)

Este proceso recupera los datos de los orígenes de la información y a la vez retroalimenta a la fuente de información mediante consultas de lenguaje estructurado. En la sección de extracción, se recuperan los datos desde la fuente de origen de los datos. Luego, en el subproceso de limpieza, se comprueba la calidad de la información, eliminando registros duplicados si existiesen y corrigiendo, cuando sea posible, valores erróneos y vacíos. Continuando, se debe transformar la información mediante una estructuración de los datos, obteniendo una consulta estructurada, consistente y útil para su posterior uso. Luego, los datos ya corregidos, deben ser integrados en la fuente de información y verificar que corresponden a la realidad.

2. Fuente de información

La fuente de información corresponde a servidores físicos y bases de datos que almacenan datos provistos. Para poder acceder a la información contenida en ella, se debe tener habilidades para comprender el lenguaje de consulta estructurada (SQL).

3. Interfaz de usuario

Es el medio mediante el cual se produce la interacción de la información con el usuario. Permite habilitar componentes, administrar consultas, monitorear procesos, cálculos o métricas previamente definidas. Este componente permite al usuario interactuar con la información de manera más simple, en un espacio de tiempo continuo.

2.2.5. Opciones

Las herramientas que están disponibles actualmente en el mercado se caracterizan por utilizar fuentes de información a través de bases de datos. Son variadas las opciones y no necesariamente compiten directamente según su rendimiento y precio, a causa de que cada una de las opciones se adecua de manera diferente a un problema en específico que se quiera resolver.

A continuación, se describe la herramienta utilizada para este trabajo de memoria:

- **TIBCO Spotfire**

Es una plataforma de análisis que transforma información de manera rápida e intuitiva. Con acceso a variados orígenes de datos, se generan visualizaciones de más de 16 tipos diferentes para que sean interpretada identificando tendencias y patrones.

Spotfire puede acceder a datos en varios lugares, como el escritorio o en un sistema de archivos de red. Permite filtrar datos de forma interactiva y da respuestas al instante. También permite crear rápidamente visualizaciones claras y concisas, pero elegantes y coloridas en forma de gráficos de barras, tablas cruzadas, diagramas de dispersión y muchas herramientas más valiosas para ayudar a responder a eventos que afectan al negocio. Se pueden mostrar los diferentes tipos de visualizaciones simultáneamente y vincularlas entre sí y pueden o no actualizarse dinámicamente cuando se manipulan los filtros correspondientes. Los filtros aparecen en varias formas, y se puede seleccionar el tipo de dispositivo de filtro que mejor se adapte a las necesidades (por ejemplo, check box, controles deslizantes, etc.). Cuando manipula un filtro moviendo un control deslizante o check box, todas las visualizaciones vinculadas se actualizan inmediatamente para reflejar la nueva selección de datos.

Tiene tres productos, Spotfire Desktop, Spotfire Cloud y Spotfire Platform.

- Spotfire Desktop se enfoca en usuarios individuales con una instalación en un Sistema Operativo Windows, ejecutando modelos a un nivel local tras previa suscripción.
- Spotfire Cloud es una solución más adecuada para el uso compartido y no requiere de instalación. Cuenta con 250 GB de almacenamiento y permite crear grupos de trabajo en la nube con permisos de acceso.
- Spotfire Platform, es una solución para organizaciones empresariales, analizando información sin restricciones de acceso. Puede ser automatizado y entregar servicios estadísticos mediante un panel colaborativo.

Otras opciones disponibles en el mercado son:

- **Microsoft Power BI**

Es una solución de análisis empresarial que permite visualizar información con toda la organización, desde el Software mismo hasta su aplicación móvil o sitio web. Tiene la capacidad de conectarse a más de 65 orígenes de datos diferentes, haciéndola una herramienta poderosa para poder transformar información. Gracias a esta conexión, se generan consultas editables en Power Query para facilitar la transformación e integración de los datos en información valiosa para su análisis. Éstas consultas sirven para crear informes con objetos visuales integrados o personalizados.

- **Tableau**

Cuenta con dos herramientas, Tableau Desktop y Tableau Server. La primera permite crear análisis visuales, aprovechando la capacidad natural de las personas para detectar patrones visuales. Tiene conectividad con bases de datos y servicios en la nube. También, cuenta con mapas interactivos para la generación de información dividida por sector geográfico y tiene la capacidad de realizar preguntas de parte de los distintos usuarios que tienen acceso para analizar y realizar un trabajo en conjunto. Por su parte, Tableau Server permite la difusión y exploración de datos en la organización, mediante un entorno de confianza, protegido y controlado. Permite la conexión a diferentes tipos de orígenes de datos de manera segura, y permite compartir la información con usuarios que tengan acceso al área de trabajo.

2.2.6. Fallas en incorporación

Miranda, J. (2009) enumera razones por las cuales ciertas iniciativas de incorporación de un sistema de Inteligencia de Negocios dentro de una compañía fallan. Dentro de este contexto, se mencionan las más frecuentes razones de fallo que se cometen generalmente a la hora de hacer andar una iniciativa de este tipo.

- Falta de compromiso y acción de la alta gerencia. Es extremadamente importante contar con el apoyo de la alta gerencia. Por lo general, el éxito de la incorporación de un sistema de Inteligencia de negocios depende del compromiso de toda la compañía al atacar problemáticas de negocios transversales afectando a todas las áreas.
- Deficiente formación de los equipos de trabajo. Un problema no menor recae en no contar con profesionales con las competencias necesarias.
- No contar con datos de calidad. La mala calidad de los datos puede destruir la credibilidad de la efectividad de los sistemas incorporados. Este punto es en extremo importante, ya que la materia prima de estos sistemas son los datos del negocio.

2.3. Base de datos

Una base de datos corresponde a una representación de un conjunto estructurado de datos. Cabe mencionar que una base de datos puede ser física, como una biblioteca que almacena libros según diferentes tipos de criterios, o digital / virtual, la cual se usa mayormente hoy en día a causa del amplio desarrollo tecnológico de la informática.

2.3.1. Sistemas de gestión de bases de datos (SGBD)

Corresponde a un software necesario para poder administrar una base de datos. El cuál permite crear nuevas bases de datos, manipular las existentes informaciones y recuperar registros. Un SGBD es una herramienta con el propósito de estructurar, almacenar y controlar los datos, ofreciendo interfaces de acceso a la base de datos (McLeod y Miles. (1981)).

Gracias a un lenguaje de definición de datos, el usuario puede definir una base de datos en cuanto a su estructura, tipo y restricciones de acceso. Por otra parte, mediante el lenguaje de manipulación de datos, el usuario puede actualizar, recuperar, borrar o insertar datos. Generalmente los usuarios no

requieren conocer detalles de la programación y almacenamiento de la base de datos, solo requieren de una vista abstracta de los datos.

2.3.1.1. Opciones

A continuación, se presenta el SGBD utilizado en este trabajo de memoria.

- **Microsoft SQL Server**

SGBD que utiliza el lenguaje de consulta estructurada, Transact – SQL, el cual resulta de una adaptación del lenguaje SQL para operar solamente en Sistemas Operativos Windows, para manipular, recuperar y definir relaciones entre la información disponible para el usuario. Es diseñado por Microsoft y es un sistema estable y seguro en el cual se puede administrar información desde otros tipos de servidores, como lo son los sistemas de administración de flotas, sistemas de gestión de operaciones, sistemas de asignación, entre otros. Es mayormente utilizado en empresas que manejan grandes volúmenes de información y que necesitan sistemas ágiles para su transformación en conocimiento.

Otras opciones en el mercado son las siguientes:

- **Oracle Database**

Es un Sistema desarrollado por Oracle Corporation que trabaja con bases de datos de objetos relacionales. Básicamente, es una herramienta usuario – servidor para el manejo de grandes bases de datos. Generalmente concentra sus negocios en empresas grandes o multinacionales, en donde busca que las organizaciones puedan controlar y gestionar grandes volúmenes de contenido reduciendo sus costos y los riesgos asociados a la pérdida de información.

- **PostgreSQL**

Corresponde a un sistema de código abierto, esto significa que el desarrollo de este sistema no es manejado por una empresa o una persona en particular, sino que por una comunidad de desarrolladores que trabajan de manera independiente, llamada “PostgreSQL Global Development Group”. Es un sistema que puede ser usado en cualquier sistema operativo y principalmente se encarga de almacenamiento de datos de servicios web, como en el uso de apps sobre mapas web o empresas como Telefónica, BBVA, Petrobras, entre otras.

- **MySQL**

SGBD que se destaca por ser adaptable a diferentes entornos de desarrollo, ya que tiene la habilidad de interactuar con otros tipos de lenguaje de programación como PHP y Java, y también, puede utilizarse en diferentes sistemas operativos. Es un sistema de descarga gratuita, por lo que es una de las herramientas más usada para desarrolladores de internet.

2.4. Sistema de administración de flotas JigSaw MineOps

Los sistemas de administración de flotas utilizan un algoritmo que direcciona la optimización de los recursos mineros entregando como resultado, asignaciones óptimas de los equipos. Hoy en día, empresas como BHP Billiton, CODELCO, Anglo American y Antofagasta Minerals los utilizan, obteniendo ahorros significantes y mejoras en su productividad a través de asignaciones dinámicas de sus recursos en donde automáticamente se selecciona la ruta más corta y menos congestionada y se tiene una completa visibilidad de los equipos mineros y rendimiento de sus operadores, controlando parámetros críticos en tiempo real. Sus principales características son:

- Aumento de la productividad mediante la administración inteligente de carga, minimización de demoras, reportes en tiempo real y planificación de la producción.
- Reducción de costos operacionales y de mantenimiento gracias a la alta precisión en el control de estado de los equipos y monitoreo de conducción de estos.
- Utiliza la programación lineal para optimizar la información de los parámetros de ruta y del equipo, seleccionando automáticamente la ruta más corta.

JigSaw MineOps es uno de estos sistemas de administración de flotas, el cual mediante tecnología de posicionamiento satelital (GPS), comunicaciones de datos, programación lineal y dinámica, proporciona asignaciones óptimas y automáticas a los recursos en una operación minera. Mediante una interfaz amigable con el usuario y flexible para los operadores de los equipos, permite el ingreso de datos a través de una pantalla táctil con menús y submenús.

Este sistema crea una base de datos que registra cada acción ingresada por el operador del equipo o controlador del software, estos datos son almacenados en forma de registros en tablas de datos. Esto se permite gracias a que cada equipo cuenta con un dispositivo que hace que en tiempo real se vayan

detallando los momentos vividos en la operación y guardándolos en la base de datos, controlando la totalidad de la operación minera.

La información que es almacenada en la base de datos incluye:

- Estado y posición actual de todos los equipos en la mina.
- Detalle de los caminos actuales con ubicación de los botaderos habilitados.
- Información sobre los operadores que registra los equipos que ha operado y que están disponibles para operar.
- Eventos ingresados por parte de los operadores indicando su situación actual.

Cada equipo automáticamente actualiza su actividad y posición, permitiendo que no se requiera una comunicación constante y continua con el servidor operado por el controlador, ya que la lógica para realizar operaciones rutinarias como llegadas, asignaciones, carga y descarga de material, son llevadas a través del software que tiene cada equipo.

2.4.1. Componentes

JigSaw MineOps requiere variados componentes físicos para lograr una utilización confiable y óptima. Los principales componentes corresponden a:

1) JS Centro de operaciones o HUB.

Es un computador que cuenta con capacidad de memoria RAM suficiente para contener el Software referente al sistema de navegación que cubre a todos los equipos mineros. Tiene la característica de mostrar la posición en tiempo real de todos los equipos dentro de la mina. Esto gracias a la transferencia de información que brinda el GPS, interpretando los datos en la interacción que produce el equipo con el operador a través del panel gráfico.

2) JS Panel.

Es la consola que los operadores de los equipos usan. Consta de un panel gráfico táctil, facilitando la interacción con el usuario mientras opera el equipo.

Esta interacción se realiza mediante menús desplegables previamente programados, posteriormente es ingresada a la base de datos como información.

3) **Antenas y receptor GPS.**

Son antenas conectadas a un receptor de posicionamiento satelital el cual permite identificar a los equipos en la mina y poder determinar su avance en los caminos.

2.4.2. Funcionamiento

JigSaw MineOps sigue un algoritmo que determina asignaciones óptimas de los equipos, maximizando la producción y minimizando las demoras. Las operaciones básicas comienzan con el registro de eventos en el ciclo que cumple un equipo en la mina, para luego traspasar los datos ingresados en tiempo real y decodificándolos para que el sistema guarde esa información en la base de datos. Luego, el software procesa los datos ingresados y gestiona asignaciones de manera óptima, para que finalmente esta ruta sea asignada a un equipo. Para poder cumplir con todas estas operaciones, el sistema debe seguir una lógica que asegure el correcto ingreso de datos, esto a través de códigos de estados de programación que son:

- Estado Operativo.
- Estado Mantenimiento (Mecánica o eléctrica, programada o no programada)
- Estado Demoras (Programadas y no programadas)
- Estado en Reserva (Programada y no programada)

Los equipos seguirán la lógica siempre y cuando se les habilite y configure el tipo de material con el que se estará trabajando (Sulfuro, óxido, entre otros), de esta manera se realizarán las asignaciones eficientes evitando destinar material a zonas no deseadas.

Los datos más importantes que se deben manejar constantemente, e ingresar como información son los siguientes:

- Tiempos de maniobra y descarga en los puntos como stocks, chancado y/o botaderos.
- Tiempos de viaje históricos y actuales entre punto de carga y descarga, balizas y nodos intermedios.

- Condición operacional de cada equipo.
- Red que refleje la ruta de cada uno de los caminos que recorren los equipos en la operación.
- Restricciones operativas, como capacidad de botaderos, chancados y/o stocks, como también, la prioridad de carga en los equipos de la flota de carguío.
- Ranking del match pala – camión.
- Pendientes de inclinación y distancia entre cada uno de los caminos.

En base a esta información entregada, el sistema realiza la asignación mediante tres algoritmos principales que lo componen, un algoritmo que escoge la mejor ruta según constantes cambios topográficos que se vayan realizando en la operación minera, un algoritmo de programación lineal que se preocupa de cambios importantes de variables dependientes del tiempo, por último, un algoritmo de programación dinámica en donde se realiza la asignación a cada equipo en tiempo real.

Estos algoritmos se describen a continuación.

- El algoritmo de Dijkstra, también conocido como el algoritmo de la ruta más corta o caminos mínimos. Éste es usado para determinar el camino más corto calculando el tiempo mínimo de un nodo a otro en una red previamente geolocalizada en puntos espaciales provistos por el GPS.
- Este sistema utiliza el Método Simplex, esta programación lineal calcula la razón de alimentación que minimiza el total de CAEX requeridos para cubrir las necesidades de los equipos de carguío, sujeto a restricciones que varían según las condiciones de la mina.
- Algoritmo de programación dinámica determinística, el cual tiene la particularidad de que no cuenta con una solución única, ya que siempre el modelar este tipo de problema dependerá del contexto en el que se enmarque. A través de este algoritmo, se determina la asignación óptima de equipos de transporte hacia los equipos de carguío.

2.5. Directriz de reportabilidad de tiempos e índices para equipos mineros

2.5.1. Norma ASARCO

La norma de tiempos del Grupo Minero AMSA (Norma ASARCO) corresponde al marco de referencia utilizado para la definición de conceptos y distribución de los tiempos en que el equipo incurre durante la operación. Posee la estructura que se muestra en la Figura 6, cuya definición de tiempos es detallada a continuación.

Tiene como objetivo principal capturar de manera correcta la imputación de los tiempos en la flota de equipos, describiendo los criterios y metodologías a utilizar para su correcta asignación, con foco principal en los equipos de carguío, transporte y perforación. Facilitando así, la transferencia de buenas prácticas entre las compañías del grupo minero.

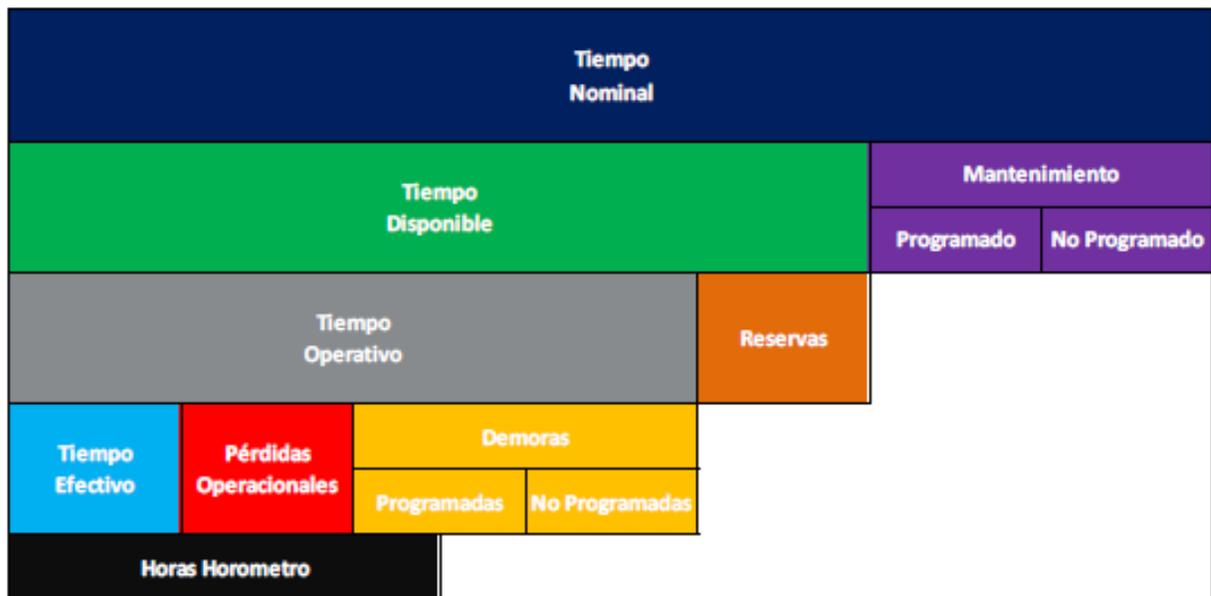


FIGURA 6: DISTRIBUCIÓN DE TIEMPO GRUPO AMSA

FUENTE: DIRECTRIZ DE REPORTABILIDAD DE TIEMPOS E ÍNDICES PARA EQUIPOS MINEROS AMSA.

- **Tiempo Nominal:** Tiempo en que se produce la medición
- **Tiempo Disponible:** Tiempo en que el equipo se encuentra mecánicamente habilitado para cumplir con su función de diseño

- **Tiempo Operativo:** Tiempo en que el equipo se encuentra mecánicamente habilitado, con operador y cumpliendo con las actividades asignadas asociadas a la operación
- **Tiempo Efectivo:** Tiempo en que el equipo se encuentra desarrollando las actividades asignadas, de acuerdo con su función de diseño y para las cuales ha sido adquirido por La Compañía.

Esta norma además establece determinadas subclasificaciones de tiempos a través de las cuales se busca reflejar la actividad operacional en la cual se encuentra el equipo, con el objetivo de poder gestionar de manera proactiva dichas actividades, optimizando su utilización y eficiencia operacional.

A continuación, se detallan estas subclasificaciones de tiempos y su definición:

- **Mantenimiento:** Tiempo en que el equipo se encuentra fuera de servicio o no disponible, ya sea por una mantención programada, no programada o imprevistos operacionales.
- **Reserva:** Tiempo en que el equipo se encuentra mecánicamente apto para cumplir su función de diseño, pero no tiene operador que lo utilice, no es requerido por la operación o está bajo una condición específica por la cual no puede ser operado (Factor climático).
- **Demoras Programadas:** Tiempo en que el equipo no cumple su función de diseño debido a actividades de las cuales se tiene certeza del momento y la duración de su ocurrencia.
- **Demoras No Programadas:** Tiempo en que el equipo no puede cumplir con su función de diseño, debido a actividades propias de la operación pero que no se tiene certeza del momento y la duración de su ocurrencia.
- **Pérdidas Operacionales:** Tiempo en que el equipo no cumple con su función de diseño debido a interferencias en su ciclo de trabajo ocasionadas por otro equipo o condiciones externas provenientes de la operación.

2.5.2. Índices para equipos mineros

- **Disponibilidad:** Es el porcentaje de horas nominales en que la flota o equipo estuvo en condiciones mecánicas y/o eléctricas de ser operado.

El índice establece el marco de referencia funcional que deberá enfrentar la operación.

$$(\%) \text{Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo Disponible}}{\text{Tiempo Nominal}} * 100$$

- **Utilización Efectiva sobre Base Disponible (UEBD):** Es el porcentaje de horas disponibles en que la flota o equipo se encuentra realizando su función de diseño.

El indicador provee información sobre la eficacia operacional del proceso.

$$(\%) \text{UEBD} = \frac{\text{Tiempo Efectivo}}{\text{Tiempo Disponible}} * 100$$

- **Eficiencia Operacional:** Es el porcentaje de horas efectivas en que la flota o equipo se encuentra realizando su función de diseño respecto al total de sus horas horómetro.

El indicador provee información sobre la eficiencia operacional del proceso y genera un valor para el costeo.

$$(\%) \text{Eficiencia Operacional} = \frac{\text{Tiempo Efectivo}}{\text{Horas Horometro}} * 100$$

- **Rendimiento Efectivo:** Índice que mide el desempeño productivo (toneladas transportadas, toneladas cargadas, metros perforados, etc.) según las características del equipo. Se mide en toneladas o metros por hora efectiva.

$$(\%) \text{Eficiencia Efectivo} = \frac{\text{Desempeño Productivo}}{\text{Tiempo Efectivo}} * 100$$

2.5.3. Criterio para la captura del tiempo

2.5.3.1. Efectivo

El tiempo efectivo se encuentra definido por el ciclo de trabajo del equipo, compuesto de diferentes actividades para cada flota de equipos, las cuales son detalladas a continuación.

2.5.3.1.1. Flota de carguío

Las actividades que describen el ciclo de trabajo de los equipos de carguío se presentan en la Figura 7.



FIGURA 7: CICLO DE TRABAJO EQUIPO DE CARGUÍO

FUENTE: DIRECTRIZ DE REPORTABILIDAD DE TIEMPOS E ÍNDICES PARA EQUIPOS MINEROS AMSA.

La captura del tiempo efectivo de un equipo de carguío está asociado a su interacción con el equipo de transporte a través de la baliza. Esta baliza simboliza el área de operación del equipo y posee un radio estándar de 60 metros, ajustable de acuerdo con las condiciones operacionales, para que no se superponga con balizas de otros equipos de carguío.

Lo que da inicio al ciclo de trabajo del equipo es el momento en que un equipo de transporte ingresa al área definida por la baliza, por lo tanto, a partir de este momento se captura el tiempo efectivo. El mismo criterio será utilizado por el equipo de chancado primario.

2.5.3.1.2. Flota de transporte

Las actividades que describen el ciclo de trabajo de los equipos de transporte se clasifican en seis actividades las cuales se detallan en la Tabla 2.

TABLA 2: CICLO DE TRABAJO EQUIPOS DE TRANSPORTE

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
Viajando	Actividad realizada cuando se encuentra en viaje, hacia el equipo de carguío, como resultado de la asignación.
Cuadrando	Actividad de retroceso realizada dentro del área de la baliza del equipo de carguío, previo al inicio de la actividad "cargando".
Cargando	Actividad iniciada al momento de caer la primera carga por parte del equipo de carguío.
Viajando cargado	Actividad iniciada en el momento que el equipo de carguío da la señal de fin de carga y el equipo de transporte inicia el movimiento.
Retrocediendo	Actividad de retroceso realizada una vez registrada su llegada al área de descarga y previo al inicio de la actividad "descargando".
Descargando	Actividad de descarga registrada al momento de iniciar el levantamiento de la tolva y que finaliza en el momento en que el camión inicia la actividad viajando vacío como resultado de una nueva asignación.

FUENTE: DIRECTRIZ DE REPORTABILIDAD DE TIEMPOS E ÍNDICES PARA EQUIPOS MINEROS AMSA.

El tiempo efectivo es capturado en el momento en que el equipo de transporte se encuentra realizando cualquiera de las actividades descritas en su ciclo de trabajo, cumpliendo con su función de diseño.

2.5.3.2. Pérdidas operacionales

A continuación, se describe el criterio para la captura de las pérdidas operacionales.

2.5.3.2.1. Flota de carguío

La captura de las pérdidas operacionales para los equipos de carguío, al igual que en el tiempo efectivo, tiene una relación directa con la interacción existente con los equipos de transporte. Por ende, las actividades de uno tienen un impacto directo con el estado en el que se encontrará el otro y viceversa. De acuerdo con lo anterior, las pérdidas operacionales serán registradas cuando, estando el equipo de carguío operativo, no haya un equipo de transporte dentro de la baliza que pueda ser cargado; y están asociadas a la espera de este equipo. Para chancado primario, se utilizará el mismo criterio.

2.5.3.2.2. Flota de transporte

La captura de las pérdidas operacionales para los equipos de transporte está relacionada con la actividad del ciclo de trabajo en que se encuentre el equipo de carguío asignado.

De acuerdo con lo anterior, si un equipo de transporte registra la llegada o ingreso a la baliza del equipo de carguío mientras este último se encuentra cargando otro equipo, el tiempo desde la llegada hasta el inicio de la actividad "Cuadrando" será registrado como pérdida operacional; y estará asociado a la espera de equipo de carguío.

En la zona de descarga, el tiempo de pérdida operacional será el registrado entre la llegada y el inicio de la actividad "Descarga", basado en el mismo criterio anterior; y estará asociado a la espera en chancado o en zona de descarga.

2.5.3.3. Demoras programadas y no programadas

Las demoras son capturadas en el momento en que se inicia la ejecución de la acción que interrumpe el ciclo de trabajo del equipo operado o el momento en que se detecta la condición operacional (ej. bloqueo de camino) que genera la ineficiencia y esta implique una interrupción en el ciclo de trabajo del equipo.

2.5.3.4. Reservas

Las reservas son capturadas en el momento en que se den los siguientes casos:

- No contar con operador para el equipo por ausencia.

- Concluir el ciclo de trabajo asignado y no contar con una nueva asignación al no ser requerido por la operación.
- Declaración de ocurrencia de una condición específica por la cual no puede ser operado el equipo (mal clima).

2.5.3.5. Mantenciones

2.5.3.5.1. Flota de carguío

- **Mantenición programada:** El traslado y entrega en el área de mantención se realizará con estado de mantención programada. Se modificará el estado a demora en el momento en que mantenimiento haga la entrega del equipo a operaciones.
- **Mantenición no programada:** Se registrará la actividad de mantención no programada en el momento en que el equipo registre la alerta o falla y será imputado a las horas disponibles hasta la entrega a operación.

2.5.3.5.2. Flota de transporte

- **Mantenición programada:** El traslado y entrega en el área de mantención (taller) se realizará con estado de demora no programada (traslado) y se cambiará el estado a mantención en el momento en que el equipo sea entregado a mantenimiento, su posterior entrega a operaciones y regreso al área de la mina se realizará con estado de demora no programada.
- **Mantenición no programada:** Se registrará la actividad de mantención no programada en el momento en que el equipo registre la alerta o falla y será imputado a las horas disponibles hasta la entrega a operación.

2.6. Validación de datos

Realizar un proceso de validación de datos es útil cuando se quiere buscar cierta coherencia entre un origen de datos y otro. Si se acotan los datos contenidos en una lista a partir de un intervalo en específico de tiempo, se puede realizar una comparación de ambos periodos y mediante inferencia estadística, se puede llegar a la conclusión de que un nuevo modelo se apega al origen de datos del modelo anterior.

Generalmente, la inferencia estadística se usa en procesos de validación de datos, en donde se es necesario contrastar resultados a partir de muestras y visualizarlas gráficamente. Mediante técnicas inferenciales es posible obtener conclusiones de una población no observada en su totalidad, a partir de estimaciones o resúmenes numéricos efectuados sobre la base informativa extraída de una muestra de ella.

2.6.1. Prueba de hipótesis

Una prueba de hipótesis es una prueba estadística, en donde se decide si una proporción respecto a la población es aceptada o no, según el requerimiento de la prueba. Entonces, es una regla de decisión que nos dice cuando aceptar o rechazar una hipótesis, dependiendo si los datos son compatibles o no con los de la población. Es una afirmación acerca de la distribución de la población. La prueba de hipótesis revisa dos afirmaciones opuestas sobre una población, las cuales son conocidas como hipótesis nula o alternativa. Con los datos provistos se puede rechazar o no rechazar la hipótesis nula mediante un valor p , el cual es la probabilidad de ocurrencia. Si este valor p es menor a un nivel de significancia, es posible rechazar esta hipótesis nula.

Se debe seguir cierta metodología para realizar correctamente una prueba de hipótesis:

1. Especificar la hipótesis.
2. Elegir un nivel de significancia.
3. Determinar el tamaño de muestra para la prueba.
4. Recolectar datos.
5. Comparar el valor p con el nivel de significancia.
6. Decidir si rechazar o no rechazar la hipótesis nula.

2.6.1.1. Definición hipótesis nula y alternativa

Son enunciados opuestos acerca de una población. Dependiendo de la prueba de hipótesis se puede determinar si se rechaza o no el tipo de hipótesis.

Hipótesis Nula (H_0): Indica que un parámetro de población es igual a un valor hipotético. Suele ser una afirmación inicial que se basa en análisis previos o en conocimiento especializado.

Hipótesis Alternativa (H1): Indica que un parámetro de la población es diferente al valor que indica la hipótesis nula. Es lo que se podría pensar o probar que es cierto.

2.6.1.2. Prueba de 2 varianzas

Este tipo de prueba puede ser utilizado en dos casos, cuando se quiere determinar si las varianzas o desviaciones estándar de dos muestras son diferentes, o cuando se quiere calcular un rango de valores que probablemente incluya la relación de población de las varianzas o las desviaciones estándar de los dos grupos. Esta prueba es útil cuando se tiene modelos que mejoren la calidad en un proceso o actividad, en donde se quiera comparar la varianza de este antes y después de implementar un nuevo modelo o sistema.

En la Tabla 3, se presentan las hipótesis que contiene esta prueba.

TABLA 3: HIPÓTESIS PRUEBA DE 2 VARIANZAS

Hipótesis	Ecuación	Significado
Nula	$H_0 = \frac{\sigma_1^2}{\sigma_2^2} = X$	La relación entre la varianza de la primera muestra y de la segunda es igual a una relación hipotética X.
Alternativa	$H_1 = \frac{\sigma_1^2}{\sigma_2^2} \neq X$	La relación entre la varianza de la primera muestra y la segunda no es igual a una relación hipotética X.
Alternativa	$H_1 = \frac{\sigma_1^2}{\sigma_2^2} > X$	La relación entre la varianza de la primera muestra y la segunda es mayor que una relación hipotética X.
Alternativa	$H_1 = \frac{\sigma_1^2}{\sigma_2^2} < X$	La relación entre la varianza de la primera muestra y la segunda es menor que una relación hipotética X.

FUENTE: SOPORTE WEB MINITAB

Esta relación entre varianzas es una estimación de ésta, debido a que se basa en datos de una muestra y no en toda la población, haciendo improbable que esta relación sea igual a la de ambas poblaciones. Para realizar esta estimación es necesario utilizar un intervalo de confianza.

El intervalo de confianza proporciona un rango de valores probables para esta relación de varianzas de dos poblaciones. Un nivel de confianza de 95% indica que, si tomamos una muestra de 100 datos, se podría esperar que aproximadamente 95 de ellos produzcan intervalos que contengan la relación

de población. Por lo tanto, se podría decir que el intervalo de confianza ayuda a evaluar la significancia práctica de los resultados.

El resultado que se obtiene de esta prueba está determinado por una comparación entre el valor p con el nivel de significancia que se haya decidido.

- Valor $p \leq \alpha$

La relación de las varianzas es estadísticamente significativa, por lo tanto, se debe rechazar la hipótesis nula.

- Valor $p > \alpha$

La relación de las varianzas no es estadísticamente significativa, por lo tanto, no se puede rechazar la hipótesis nula.

2.6.1.3. Prueba t de dos muestras

Este tipo de prueba puede ser utilizado en dos casos, cuando se quiere determinar si las medias de la población de dos grupos independientes son diferentes, o cuando se quiere calcular un rango de valores que probablemente incluya la diferencia entre las medias de las poblaciones. Esta prueba tiene una versión para varianzas iguales y varianzas distintas, en las cuales cambia la fórmula del cálculo de los grados de libertad y desviación estándar.

En la Tabla 4, se presentan las hipótesis que contiene esta prueba.

TABLA 4: HIPÓTESIS PRUEBA T DE 2 MUESTRAS

Hipótesis	Ecuación	Significado
Nula	$H_0 = \mu_1 - \mu_2 = \delta_0$	La diferencia entre las medias de las poblaciones es igual a la diferencia hipotética.
Alternativa	$H_1 = \mu_1 - \mu_2 \neq \delta_0$	La diferencia entre las medias de las poblaciones no es igual a la diferencia hipotética.
Alternativa	$H_1 = \mu_1 - \mu_2 > \delta_0$	La diferencia entre las medias de las poblaciones es mayor que la diferencia hipotética.
Alternativa	$H_1 = \mu_1 - \mu_2 < \delta_0$	La diferencia entre las medias de las poblaciones es menor que la diferencia hipotética.

FUENTE: SOPORTE WEB MINITAB.

Esta relación entre diferencias es una estimación de ésta, debido a que se basa en datos de una muestra y no en toda la población, haciendo improbable que esta diferencia sea igual a la de ambas poblaciones. Para poder realizar esta estimación es necesario utilizar un intervalo de confianza.

El intervalo de confianza proporciona un rango de valores probables para esta diferencia de medias de dos poblaciones. Por ejemplo, un nivel de confianza de 95% indica que, si tomamos una muestra de 100 datos, se podría esperar que aproximadamente 95 de ellos produzcan intervalos que contengan la diferencia de población. Por lo tanto, se podría decir que el intervalo de confianza ayuda a evaluar la significancia práctica de los resultados.

El resultado que se obtiene de esta prueba está determinado por una comparación entre el valor p con el nivel de significancia que se haya decidido.

- Valor $p \leq \alpha$

La relación de las varianzas es estadísticamente significativa, por lo tanto, se debe rechazar la hipótesis nula.

- Valor $p > \alpha$

La relación de las varianzas no es estadísticamente significativa, por lo tanto, no se puede rechazar la hipótesis nula.

3. DESARROLLO

3.1. Elección KPI

La elección de los KPI es la piedra angular de este trabajo; una mala elección de estos resultaría en un trabajo infructífero y que no añadiría valor a la empresa. Estos KPI, como se menciona en el marco teórico, tienen un carácter estratégico, es decir, deben ir alineados con los objetivos de la empresa y además contar con ciertas características. Tienen que ser escasos, simples, referenciados y procesables.

Antes de comenzar con la selección de los KPI, hay que partir mencionando los KPI que se requieren por parte de Minera Centinela. Se requiere medir a los operadores de carguío mediante los siguientes KPI:

- **Factor de carga:** Indica las toneladas con que se carga al camión.

- **Tiempo de Carguío:** Indica el tiempo que se demora el operador de carguío en cargar un camión.
- **Horas Operacionales:** Horas operacionales trabajadas por el operador de carguío.

Mientras que para los operadores de transporte se requieren los siguientes:

- **Velocidad:** Velocidad con que se mueve el camión.
- **Horas Operacionales:** Horas operacionales trabajadas por el operador de transporte.

Ya que el objetivo de la interfaz es generar un ranking de operadores, los KPI seleccionados deben ser dependientes de la habilidad del operador. Esto resulta en una comparación justa entre operadores y también significa un espacio para mejora en sus aspectos débiles.

Partiendo con los operadores de transportes, la manera de encontrar un KPI dependiente de su habilidad es observando el ciclo de trabajo de los camiones, ya descrito en el marco teórico.

Los factores del ciclo que se ven influenciados por el operador son: el tiempo de aculatamiento, tiempo retrocediendo, tiempo de descarga y, por último, aunque los caminos no están definidos por los operadores, el tiempo que demoran en recorrerlo sí depende de ellos, por lo que se toma en consideración la velocidad con que manejan, ya sea cargado o descargado. Además de esto, la velocidad que mas es influenciada por el operador es la velocidad fuera del rajo (Expit), ya que es la que tiene menos interferencias por parte de otros equipos.

Por otra parte, para los operadores de carguío, el ciclo que se realiza con el equipo se mide como el tiempo de carguío, el tiempo que demora en cargar un camión. Este KPI depende de la habilidad del operador con el equipo de carguío y además del tipo de camión que esté cargando, ya que diferentes tipos de camión tienen capacidades diferentes, y de la mano con esto último, otro factor influenciado por la habilidad del operador es el factor de carga, cuanto carga al camión correspondiente.

También se incluye el rendimiento efectivo del equipo de carguío, el cual se define como las toneladas cargadas partido por el tiempo efectivo. Al ser el tiempo efectivo, el tiempo en que el equipo se dedica a labores de carguío, sin contar con esperas o demoras, es un tiempo dependiente del operador. El rendimiento efectico se ve influenciado por el tiempo de carguío y el factor de carga, por lo que para tener un buen rendimiento hay que cargar bien y hacerlo en un tiempo adecuado.

Por último, se incluye la UEBD. Este KPI no es algo en que se pueda instruir a los operadores más que imputar bien las demoras que se producen mientras opera el equipo, para medir bien su tiempo efectivo de trabajo. Por eso, su incorporación no está dirigida a este propósito, sino como una ayuda para la gestión de los Jefes de Turno con respecto a los equipos.

Por lo tanto, los KPI a trabajar vienen dados por lo requerido por la empresa y sumando los expuestos anteriormente, estos se muestran en la Figura 8.



FIGURA 8: KPI SELECCIONADOS
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

3.2. Identificación de equipos

Minera Centinela maneja actualmente tres rajos, Esperanza, Tesoro y Encuentro, donde este último es manejado por una empresa contratista. En cuanto a los otros dos, Esperanza es el rajo donde se mueve la mayor cantidad de material, por lo que es en este rajo donde se encuentran los equipos de carguío más grandes (palas eléctricas), así como los CAEX de mayor tamaño, dejando a Tesoro con los equipos de carguío de menor tamaño (cargadores frontales). En la Figura 9 se muestra la distribución de los equipos mineros en los rajos manejados por Centinela. Este trabajo se concentra principalmente en el rajo Esperanza, pues es donde las palas eléctricas están.

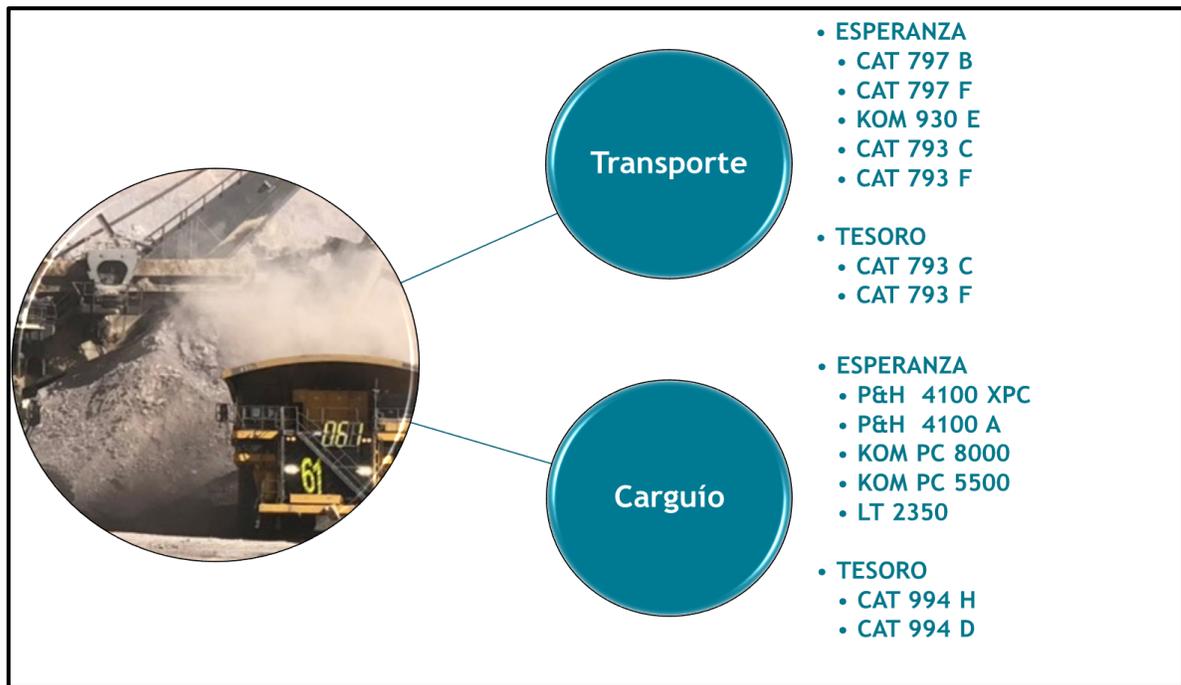


FIGURA 9: EQUIPOS DE CARGUÍO Y TRANSPORTE CENTINELA
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

3.3. Información por contener en la interfaz

Luego se debe definir qué información se mostrará en la interfaz, qué es lo que se requiere ver aparte del ranking de operadores, ya que se dispondrá de la datos de los KPI, puede incluirse estadísticas de estos a nivel diario o mensual, separar data por turno o grupo.

Como se menciona en el marco teórico, para que sea efectivo el despliegue de los KPI, es recomendable tener las siguientes características: tener un semáforo de colores para saber de manera inmediata si se está cumpliendo o no. Lo siguiente es la tendencia que sigue este KPI a través del tiempo, en marcos de tiempos diarios o mensuales, según se requiera. El nombre del KPI en el gráfico o visualización que se despliegue, el valor del KPI para los rangos definidos, el target al que se apunta, y finalmente la desviación o varianza.

Lo anterior habla de los KPI en general y son las características óptimas que tener en consideración a desplegar en la interfaz. Por otra parte, mirándolo desde un enfoque minero, nos interesa además de lo anterior tener estadísticas por grupos de operadores, que en el caso de Centinela son cuatro. También es de interés separar por región o fases en que se trabaja, esto último depende de cada KPI.

Es importante considerar la incorporación de un filtro, en el cual se pueda seleccionar lo que se requiera ver. Esto reduciría notablemente la cantidad de "espacio" a utilizar, debido a que solo se seleccionaría lo que se necesita visualizar; además que haría mucho más fácil la utilización de la interfaz, que es uno de los puntos importantes de este trabajo.

Finalmente se llega a la decisión de incorporar al menos lo siguiente en la interfaz:

- Valor
- Target
- Tendencia
- Filtro
- Estadísticas grupales
- Estadísticas por sector

3.4. Obtención de datos

Con respecto a la fecha con que se requieren los datos, estos son necesarios principalmente para el año vigente, 2019, de manera de tener una gestión con datos que se están teniendo actualmente, y si es posible, tener datos de años anteriores para comparar resultados con fechas o condiciones similares. La base de datos de la empresa contiene información mayormente desde el año 2017, por lo que se concluye que la interfaz contendrá información desde ese año en adelante, mientras las condiciones lo permitan. Los datos anteriormente mencionados son recopilados a través de "JigSaw Mine Ops", un sistema de control y monitoreo de flotas, el cual ayuda a optimizar la asignación de equipos en la mina, y es el software utilizado por el Despacho de la mina.

Para poder construir una interfaz que genere un ranking de operadores es necesario un software que tenga la capacidad de hacerlo posible. Las características necesarias las reúnen los softwares de Inteligencia de Negocios que están diseñados para interactuar con altos volúmenes de datos y procesarlos de manera que sea fácil su despliegue. El software en particular a usar es Tibco Spotfire, un programa que cumple todos los requisitos anteriores y además del cual la empresa posee la licencia, por lo que no habría que incurrir en gastos adicionales. Spotfire es un software que despliega información que le es entregada en forma de tabla de datos y la convierte en gráficos de fácil interpretación.

Luego de definido el software de inteligencia de negocios a utilizar, es necesario alimentarlo de los datos necesarios a desplegar con respecto a los KPI.

Como ya se mencionó, los datos se generan en la operación mediante el software de despacho. Estos datos son capturados mediante el sistema de GPS incorporado a los equipos, por lo que se generan en tiempo real y son guardados en la base de datos de JigSaw.

Para el trabajo de estos datos se utiliza otro software, "SQL Server Management Studio", el cual recopila la información de JigSaw y la entrega en forma de tablas de datos, como se muestran en la Figura 10.

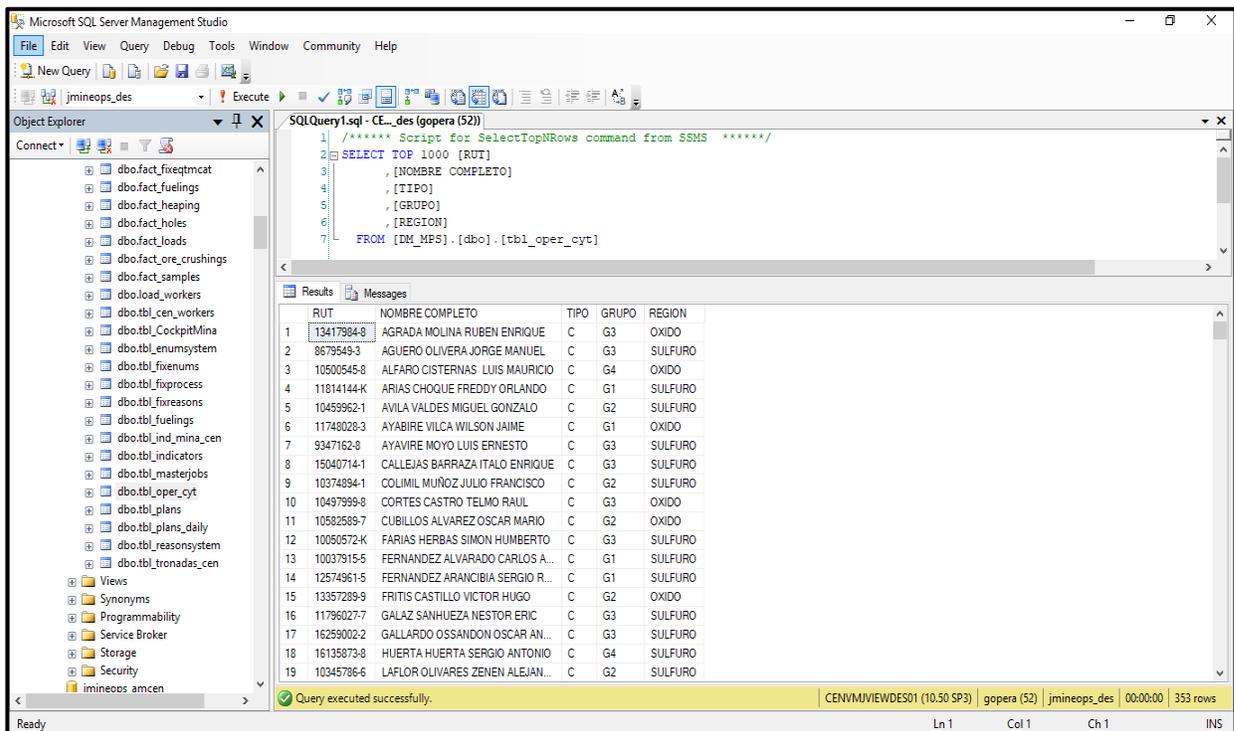


FIGURA 10: INTERFAZ SQL MANAGEMENT STUDIO
FUENTE: SI GESTIÓN OPERATIVA.

3.5. Procesamiento de datos

Usando lenguaje de programación T-SQL (Transact Structured Query Language) es posible procesar diferentes tablas de datos entregadas por el software, utilizando la información necesaria de una tabla, combinarla con otra, interceptarlas, que entregue datos desde cierta fecha, o realizar operaciones dentro de la tabla o entre ellas y con esto generar una tabla de datos que contenga la información pertinente para la generación de los KPI seleccionados, para luego ser desplegada por Spotfire.

Los códigos de consulta de datos que generan las tablas con los datos necesarios para mostrar la información requerida sobre cada KPI a ser desplegado por Spotfire son las que se muestran a continuación.

3.5.1. Consulta factor de carga

La tabla de datos resultante de esta consulta entrega la información necesaria para desplegar el KPI factor de carga, como la que se muestra en la Figura 11, las cuales incluyen entre otras columnas de datos:

- El tiempo en que se produce el dato (time)
- El turno y el Grupo en que se encuentra el operador que genera el dato (shift, crew)
- El equipo de carguío que se opera y la flota a la que pertenece (shovel, shovel_equipment_type)
- El equipo de transporte que se carga y la flota a la que pertenece (truck, truck_equipment_type)
- La cantidad de toneladas con las que se carga al equipo de transporte (Factor de carga)
- El nombre del operador que opera el equipo de carguío y su RUT (Operador Pala, RUT)

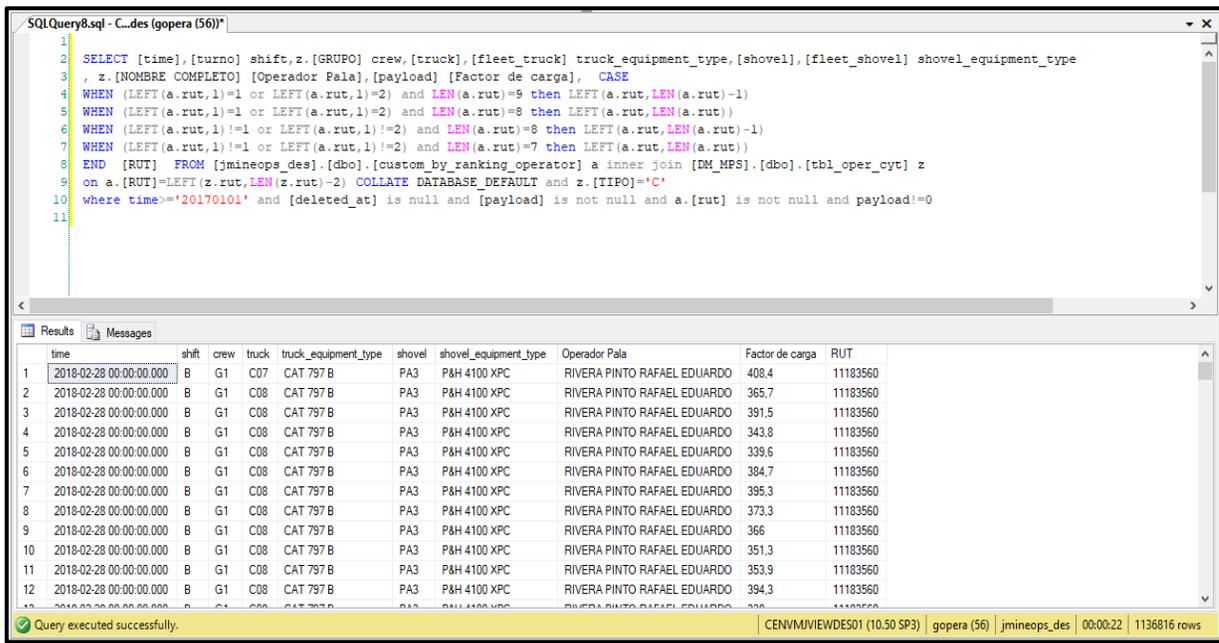


FIGURA 11: CONSULTA FACTOR DE CARGA
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

3.5.2. Consulta rendimiento efectivo

La tabla de datos resultante de esta consulta entrega información necesaria para desplegar el KPI Rendimiento efectivo, como la que se muestra en la Figura 12, las cuales incluyen entre otras columnas de datos:

- El tiempo en que se produce el dato (time)
- El turno y el Grupo en que se encuentra el operador que genera el dato (shift, crew)
- El equipo de carguío que se opera y la flota a la que pertenece (shovel, shovel_equipment_type)
- El rendimiento efectivo del operador (Rendimiento)
- El nombre del operador que opera el equipo de carguío y su RUT (Operator Pala, operator)
- La región donde se encuentra operando (Region)

En esta consulta se calcula el rendimiento efectivo con la división de las toneladas cargadas y las horas efectivas del operador.

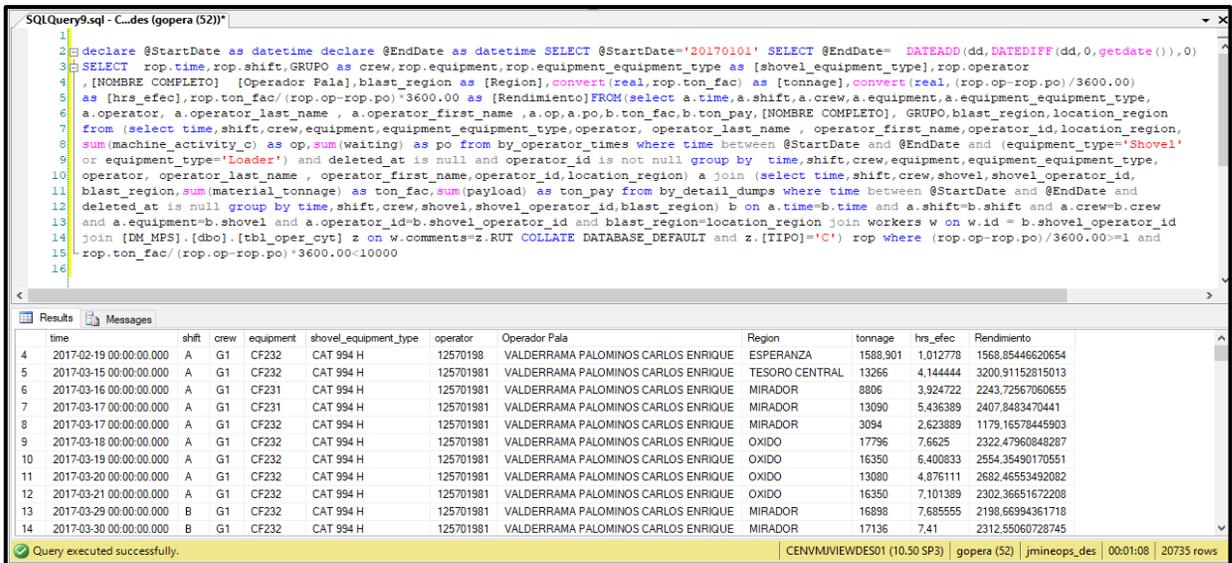


FIGURA 12: CONSULTA RENDIMIENTO EFECTIVO
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

3.5.3. Consulta horas operacionales

La tabla de datos resultante de esta consulta entrega información necesaria para desplegar el KPI horas operacionales, como la que se muestra en la Figura 13, las cuales incluyen entre otras columnas de datos:

- El tiempo en que se produce el dato (time)
- El turno y el Grupo en que se encuentra el operador que genera el dato (shift, crew)
- La flota del equipo que se opera (fleet)
- El nombre del operador que opera el equipo de carguío y su RUT (Operador Camion, rut)
- Las horas operacionales que estuvo el operador en un equipo (horas)

SQLQuery10.sql - C...des (gopera (67))

```

1 select o.[time], s.name as shift, GRUPO as crew, o.[operator_id], w.pay_number [log_id], w.comments as [rut], [NOMBRE COMPLETO] [Operator Camion]
2 , ef.name as [fleet], sum(convert(real, o.[seconds]))/3600.00 as horas FROM [jmineops_des].[dbo].[by_operator_reasons] o inner join
3 enum_tables s on o.shift_id = s.id inner join enum_tables c on c.id = o.crew_id inner join equipment eq on eq.id = o.equipment_id
4 inner join enum_tables ef on ef.id=eq.equipment_type_id inner join workers w on w.id = o.operator_id inner join enum_tables st on
5 st.id = o.status_id inner join [DM_MPS].[dbo].[tbl_oper_cyt] z on w.comments=z.RUT COLLATE DATABASE_DEFAULT and z.[TIPO]='T' WHERE
6 o.[deleted_at] IS NULL AND o.time >= '20170101' AND st.name NOT IN ('MANTENCION', 'RESERVA', 'SIN TIEMPO') GROUP BY o.[time], s.name
7
8

```

time	shift	crew	operator_id	log_id	rut	Operator Camion	fleet	horas
2017-01-03 00:00:00.000	B	G4	2110	17491989	17491989-5	TELLO REINOSO ALVARO MICHAEL	CAT 797 F	7.315277777777778
2017-01-03 00:00:00.000	B	G4	2111	15023711	15023711-4	TIRADO VILCHES NEFTALI BENEDICTO	CAT 797 B	4.169166666666667
2017-01-04 00:00:00.000	A	G3	1806	13870607	13870607-9	ALCOTA HOYOS PABLO MAXIMILIANO	CAT 797 F	10.222222222222222
2017-01-04 00:00:00.000	A	G3	1830	16865635	16865635-1	ASTORGA RODRIGUEZ ESTERLINDA ISAB...	CAT 797 F	7.810833333333333
2017-01-04 00:00:00.000	A	G3	1851	12080773	12080773-0	BUGUEÑO BUGUEÑO YONATAN LUIS	KOM 930 E	8.511666666666667
2017-01-04 00:00:00.000	A	G3	1897	11723590	11723590-4	CORTES PINTO JUANA ELBA	CAT 797 F	10.564444444444444
2017-01-04 00:00:00.000	A	G3	1990	11726517	11726517-K	LIZARDI ROJAS PABLO DANIEL	KOM 930 E	10.329444444444444
2017-01-04 00:00:00.000	A	G3	2015	13754798	13754798-8	MORALES PEREZ DAVID GABRIEL	CAT 797 F	10.041666666666667
2017-01-04 00:00:00.000	A	G3	2056	17019878	17019878-6	RAMIREZ RAMIREZ CARLOS ESTEBAN	CAT 793 F	7.760833333333333
2017-01-04 00:00:00.000	A	G3	2060	13421386	13421386-8	REYES CARRIZO ELENA ELISETTE	CAT 797 F	9.513611111111111
2017-01-04 00:00:00.000	A	G3	2130	15012483	15012483-2	VALENZUELA COFRE CRISTIAN ALBERTO	CAT 797 F	9.375833333333333
2017-01-04 00:00:00.000	A	G3	2436	16592545	16592545-9	BRAVO ESCARATE FREDDY RENAND	CAT 793 F	8.017777777777778
2017-01-04 00:00:00.000	B	G1	1803	11615153	11615153-7	AGUILAR GUEVARA RICARDO WALDO	CAT 797 B	11.835
2017-01-04 00:00:00.000	B	G1	1809	16850934	16850934-0	ALFARO DELGADO MARCELO ANDRES	CAT 797 F	10.078888888888889
2017-01-04 00:00:00.000	B	G1	1833	16614144	16614144-3	AYAN ACUÑA PATRICIO SEGUNDO	CAT 797 B	1.804166666666667

Query executed successfully. CENVM/VIEWDES01 (10.50 SP3) | gopera (67) | jmineops_des | 00:01:10 | 135749 rows

FIGURA 13: CONSULTA HORAS OPERACIONALES
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

3.5.4. Consulta Tiempos

La tabla resultante de esta consulta entrega información necesaria para desplegar los KPI de tiempo de carguío, tiempo de aculatamiento, tiempo retrocediendo y tiempo de descarga, como la que se muestra en la Figura 14, las cuales incluyen entre otras columnas de datos:

- El tiempo en que se produce el dato (time)
- El turno y el Grupo en que se encuentra el operador que genera el dato (shift, crew)
- El equipo de carguío que se opera y la flota a la que pertenece (shovel_id, shovel_type)
- El nombre del operador que opera el equipo de carguío, de transporte y su RUT (Operador Pala, Operador Camion, rut)
- Tiempos de carguío, de aculatamiento, retrocediendo y descargando. (loading_time_min, spotting_time_min, backing_time_min, tipping_time_min)

En esta tabla de datos, los datos relacionados a tiempo de carguío están ligados a los operadores de equipos de carguío, mientras que los datos de aculatamiento, retrocediendo y descargando a los operadores de transporte.

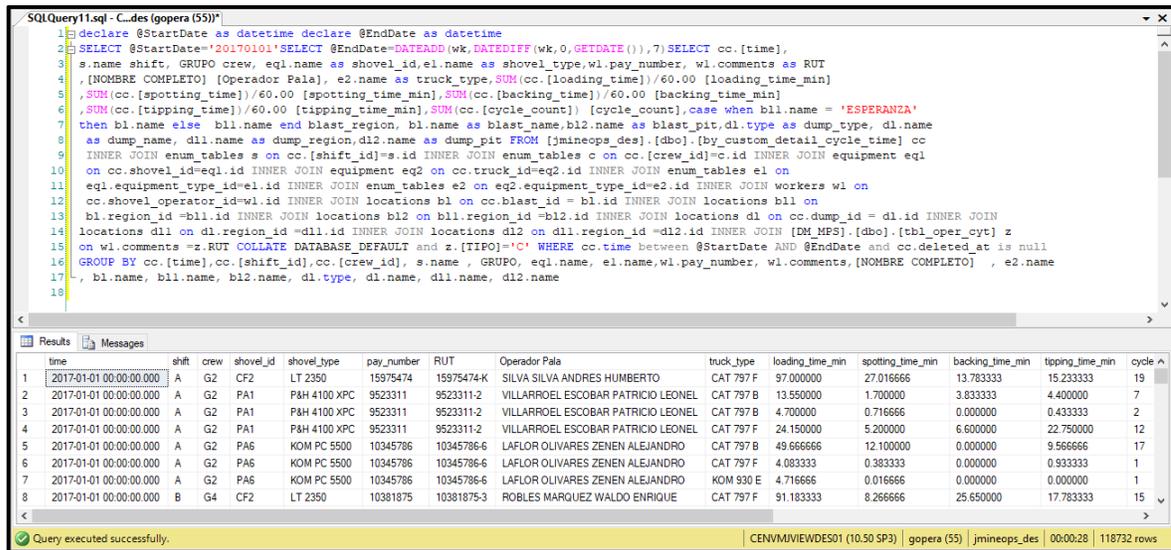


FIGURA 14: CONSULTA TIEMPOS
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

3.5.5. Consulta Velocidad

La tabla resultante de esta consulta entrega información necesaria para desplegar el KPI Velocidad, como la que se muestra en la Figura 15, las cuales incluyen entre otras columnas de datos:

- El tiempo en que se produce el dato (time)
- El turno y el Grupo en que se encuentra el operador que genera el dato (shift, crew)
- El equipo de transporte que se opera y la flota a la que pertenece (truck_name, flota)
- El nombre del operador que opera el equipo de transporte y su RUT (Operador Camion, Operador Camion, RUT)
- Velocidad del equipo de transporte (velocidad)
- Pendiente del camino que recorre el equipo de transporte (pendiente)
- Estado de vacío o cargado del equipo de transporte (material)

- Rajo por el cual transita el equipo de transporte (region)
- Rajo al cual pertenece el operador del equipo de transporte (zona)

La mina cuenta con nodos distribuidos en sus inmediaciones, y mediante el GPS de los equipos de transporte, es posible calcular la velocidad dividiendo la distancia entre estos nodos y el tiempo que se tarda en recorrerlos. De la misma manera la pendiente se calcula mediante la diferencia de cota entre los nodos, siendo considerado un tramo horizontal aquel que se encuentre en el rango de [-3,3] de pendiente en porcentaje.

The screenshot displays a SQL query in the 'SQLQuery15.sql' window. The query uses a common table expression (CTE) to calculate speed and slope for truck movements. The results are shown in the 'Results' pane below the query editor.

time	shift	crew	material	pendiente	truck_name	flota	RUT	Operator Camion	zona	node_from	location_from	node_to
2019-01-01 00:00:00.000	A	G2	Vacio	Bajada	C156	CAT 793 F	10390859	ESPINOZA GOMEZ PAOLA ROXANA	SULFURO	N122	CallPoint	ESP/F07/2296/71
2019-01-01 00:00:00.000	A	G4	Vacio	Horizontal	C154	CAT 793 F	17735763	RAMIREZ FLORES MARIO JESUS	SULFURO	PARQUEO BOT_INTEGRACION_SUPERIOR	Tiedown	B44
2019-01-01 00:00:00.000	A	G4	Vacio	Bajada	C154	CAT 793 F	17735763	RAMIREZ FLORES MARIO JESUS	SULFURO	844	CallPoint	CURVA2_ID1_PC_
2019-01-01 00:00:00.000	A	G2	Vacio	Bajada	C160	CAT 793 F	10937326	DURAN SARMIENTO MAURICIO LORENZO	SULFURO	N122	CallPoint	ESP/F07/2280/70
2019-01-01 00:00:00.000	A	G4	Vacio	Horizontal	C154	CAT 793 F	17735763	RAMIREZ FLORES MARIO JESUS	SULFURO	CURVA2_ID1_PC_ESPERANZA	CallPoint	E66
2019-01-01 00:00:00.000	A	G4	Vacio	Bajada	C154	CAT 793 F	17735763	RAMIREZ FLORES MARIO JESUS	SULFURO	E66	CallPoint	E70
2019-01-01 00:00:00.000	A	G4	Vacio	Horizontal	C154	CAT 793 F	17735763	RAMIREZ FLORES MARIO JESUS	SULFURO	E70	CallPoint	N122

FIGURA 15: CONSULTA VELOCIDAD
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Aparte de las consultas mostradas anteriormente, se utilizaron otras más para construir otros aspectos de la interfaz; estas están detalladas en la sección de Anexos A.

En la Figura 16 se muestra, a modo de resumen, lo descrito anteriormente, donde el software de BI en el cual se confeccionará la interfaz, Spotfire, necesita datos en forma de tablas, las cuales se obtienen y procesan con JigSaw Mine Ops y SQL Server Management Studio, respectivamente, y los elementos de la interfaz a considerar.

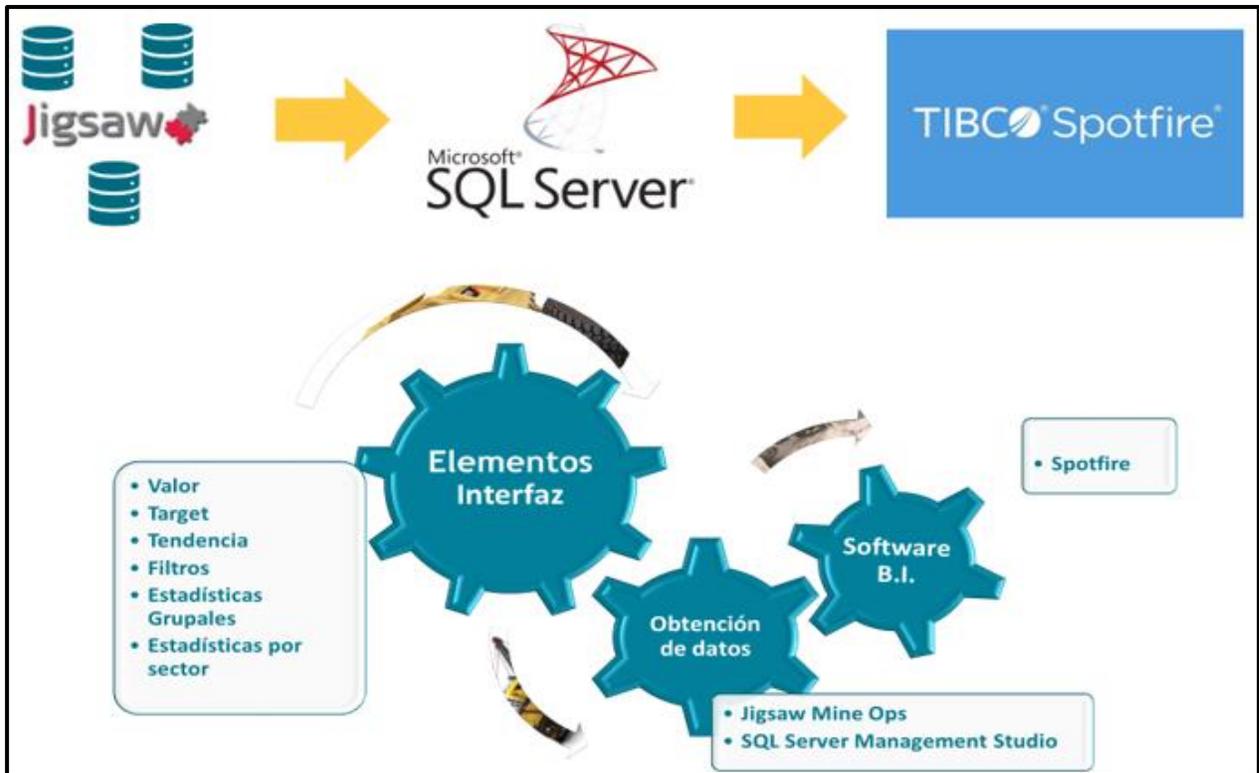


FIGURA 16: RESUMEN DE PASO DE DATOS A SPOTFIRE
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

3.6. Validación de datos

Es necesario validar que los datos generados a partir de las consultas descritas en la sección anterior concuerden con lo que ocurre en la realidad; sin embargo, la cantidad de datos son muchos y de diferentes orígenes, por lo cual la validación de estos se separa en dos secciones:

- **Validación con datos tomados en terreno:** En esta sección se contrastan datos obtenidos en la operación, con los datos generados por las consultas. Se incluyen los KPI factor de carga, tiempo de aculatamiento y tiempo de carguío. Estos datos corresponden a los tomados el día 30 de abril del 2019 en la pala eléctrica PA07 y se encuentran en la sección de Anexos B.
- **Validación con datos históricos y análisis de datos:** En esta sección se contrasta los datos obtenidos por las consultas con situaciones que hayan sucedido en la mina, para los KPI que no fueron evaluados en la parte anterior y notar si en los datos generados se pueden observar

estas situaciones. Además, se hace un análisis de datos para analizar si los resultados coinciden con lo que se observa en la mina.

El KPI de horas operacionales no se somete a una validación, puesto que la información se extrae del mismo origen con que se cuentan las horas trabajadas del operador por el sistema y solo se cambia para enfocarse en los operadores de carguío y transporte, por lo que la coincidencia es exacta.

3.6.1. Validación con datos tomados en terreno

Para la validación con datos tomados en terreno se procede a realizar un test de hipótesis, que es un procedimiento estadístico para validar o invalidar una hipótesis sobre el valor de un parámetro de una muestra respecto a su población estadística. En este caso el parámetro a evaluar es la media de los datos medidos en terreno, los cuales se comparan con la media de los datos que entrega las consultas.

La prueba de hipótesis para la comparación de medias es el test t de Student, esta prueba entrega un valor p, el cual, si es mayor a cierto nivel de significancia, no se puede rechazar la hipótesis. Esta prueba de hipótesis tiene dos variantes, una para varianzas iguales y otra para varianzas diferentes, por lo cual previo a esta prueba, debe realizarse otra, una prueba de hipótesis para comprobar igualdad de varianzas.

3.6.1.1. Validación datos en terreno – Tiempo de carguío

A continuación, se muestra los resultados del test de varianzas para los datos tomados de tiempo de carguío para la pala PA07, donde la hipótesis nula es que las varianzas son iguales, y se representa dividiendo la varianza de los datos en terreno por lo entregado por la consulta, siendo el cociente igual a 1.

Esta prueba se puede realizar mediante dos métodos, de Bonett y de Levene, siendo el primer método más potente que el segundo, el cual se utiliza cuando la muestra es menor de 20 datos. El valor p resultante es mayor a la significancia, $\alpha=0,05$, que representa una confiabilidad del 95%, por lo tanto, no se puede rechazar la hipótesis nula, y se asumen varianzas iguales.

Prueba e IC para dos varianzas: Carguío Terreno; Carguío JS

Método

Hipótesis nula Varianza(Carguío Terreno) / Varianza(Carguío JS) = 1
 Hipótesis alterna Varianza(Carguío Terreno) / Varianza(Carguío JS) ≠ 1
 Nivel de significancia $\alpha = 0,05$

Estadísticas

Variable	N	Desv.Est.	Varianza	IC de 95% para varianzas
Carguío Terreno	58	0,358	0,128	(0,098; 0,179)
Carguío JS	58	0,363	0,132	(0,097; 0,191)

Relación de desviaciones estándar = 0,986
 Relación de varianzas = 0,973

Intervalos de confianza de 95%

Método	IC para relación de Desv.Est.	IC para relación de varianza
Bonett	(0,790; 1,247)	(0,623; 1,555)
Levene	(0,725; 1,290)	(0,525; 1,664)

Pruebas

Método	GL1	GL2	Estadística de prueba	Valor p
Bonett	1	-	0,02	0,901
Levene	1	114	0,05	0,830

FIGURA 17: PRUEBA DE VARIANZAS - TIEMPO DE CARGUÍO
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Siendo que el test de varianzas entrega que las varianzas son iguales, se realiza el test t de Student para varianzas iguales, dando como resultado lo que se muestra en la Figura 18, donde la hipótesis nula es que las medias son iguales, representado por la diferencia entre la media de los datos en terreno y la media de los datos entregado por la consulta, siendo esta diferencia igual a 0.

El valor p resultante es mayor a la significancia, $\alpha=0,05$, que representa una confiabilidad del 95%, por lo tanto, no se puede rechazar la hipótesis nula, y se asumen medias iguales.

Prueba T e IC de dos muestras: Carguío Terreno; Carguío JS

	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media
Carguío Terreno	58	1,730	0,358	0,047
Carguío JS	58	1,853	0,363	0,048

Diferencia = μ (Carguío Terreno) - μ (Carguío JS)
 Estimación de la diferencia: -0,1233
 IC de 95% para la diferencia: (-0,2558; 0,0092)
 Prueba T de diferencia = 0 (vs. \neq): Valor T = -1,84 Valor p = 0,068
 GL = 114
 Ambos utilizan Desv.Est. agrupada = 0,3601

FIGURA 18: PRUEBA T STUDENT - TIEMPO DE CARGUÍO
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Como las pruebas de hipótesis pueden ser demasiado rigurosas, también se construye un histograma de los datos tomados en terreno y los entregados por la consulta, para un análisis más visual. En la Figura 19 se aprecia que se tienen distribuciones similares en ambos conjuntos de datos.

Además, se construye un gráfico de dispersión, en el cual los datos debieran formar una diagonal de pendiente cercana a los 45° desde el origen para representar un buen ajuste, en este gráfico se aprecia que, aunque el R^2 es de 0,84, visualmente los datos se ajustan bien, siendo su línea de tendencia muy similar a la de pendiente de 45°.

Es por todo lo anterior que se concluye que los datos generados por la consulta para el KPI de tiempo de carguío están correctos.

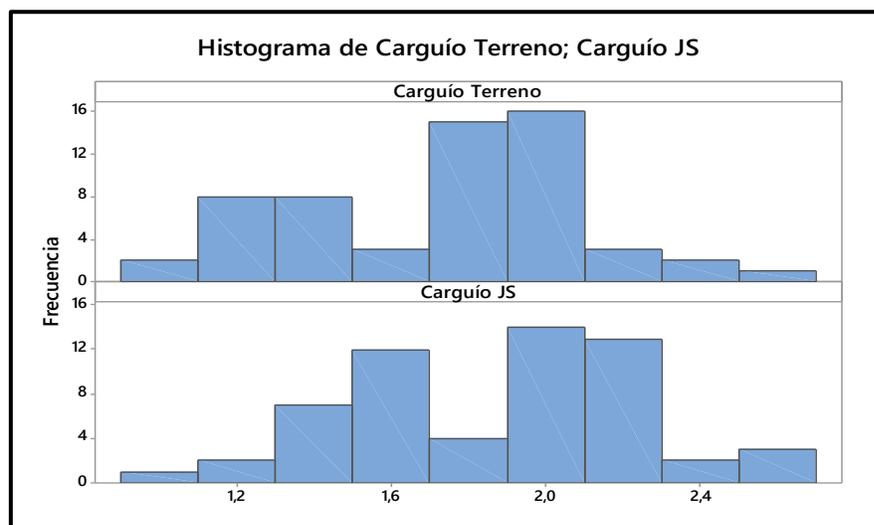


FIGURA 19: HISTOGRAMA COMPARACIÓN - TIEMPO DE CARGUÍO
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

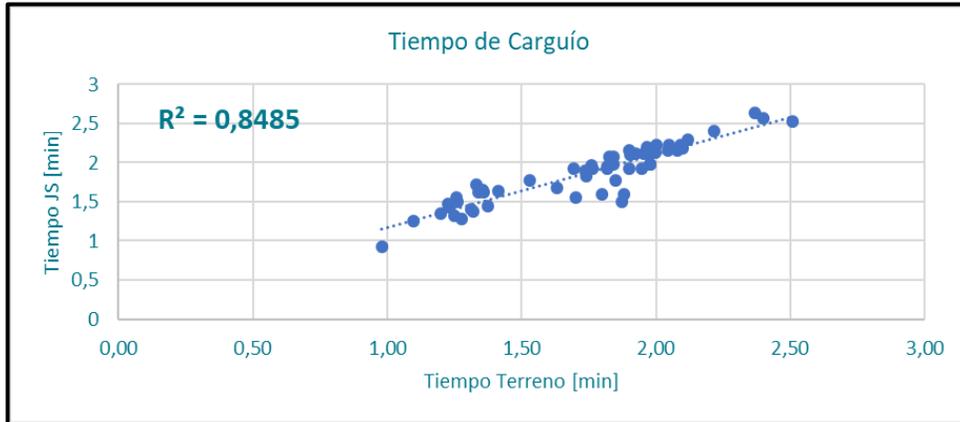


FIGURA 20: GRÁFICO DE DISPERSIÓN - TIEMPO DE CARGUÍO
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

3.6.1.2. Validación datos en terreno – Tiempo de acuatamiento

A continuación, se muestra los resultados del test de varianzas para los datos tomados de tiempo de acuatamiento para los CAEX que fueron a la pala PA07, donde la hipótesis nula es que las varianzas son iguales, igual al caso anterior. El valor p resultante es mayor a la significancia, $\alpha=0,05$, que representa una confiabilidad del 95%, por lo tanto, no se puede rechazar la hipótesis nula, y se asumen varianzas iguales.

Prueba e IC para dos varianzas: Aculatamiento Terreno; Aculatamiento JS

Método

Hipótesis nula Varianza(Aculatamiento Terreno) / Varianza(Aculatamiento JS) = 1
 Hipótesis alterna Varianza(Aculatamiento Terreno) / Varianza(Aculatamiento JS) \neq 1
 Nivel de significancia $\alpha = 0,05$

Estadísticas

Variable	N	Desv.Est.	Varianza	IC de 95% para varianzas
Aculatamiento Terreno	37	0,104	0,011	(0,006; 0,023)
Aculatamiento JS	37	0,084	0,007	(0,005; 0,012)

Relación de desviaciones estándar = 1,234
 Relación de varianzas = 1,522

Intervalos de confianza de 95%

Método	IC para relación de Desv.Est.	IC para relación de varianza
Bonett	(0,737; 1,820)	(0,543; 3,311)
Levene	(0,762; 1,792)	(0,581; 3,211)

Pruebas

Método	GL1	GL2	Estadística de prueba	Valor p
Bonett	1	-	0,86	0,353
Levene	1	72	0,64	0,428

FIGURA 21: PRUEBA DE VARIANZAS - TIEMPO DE ACULATAMIENTO
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Siendo que el test de varianzas entrega que las varianzas son iguales, se realiza el test t de Student para varianzas iguales, dando como resultado lo que se muestra en la Figura 22, donde la hipótesis nula es que las medias son iguales.

El valor p resultante es menor a la significancia, $\alpha=0,05$, que representa una confiabilidad del 95%, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula, y se asume que las medias no son iguales.

Prueba T e IC de dos muestras: Aculatamiento Terreno; Aculatamiento JS

	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media
Aculatamiento Terreno	37	0,309	0,104	0,017
Aculatamiento JS	37	0,3827	0,0843	0,014

Diferencia = μ (Aculatamiento Terreno) - μ (Aculatamiento JS)

Estimación de la diferencia: -0,0736

IC de 95% para la diferencia: (-0,1175; -0,0297)

Prueba T de diferencia = 0 (vs. \neq): Valor T = -3,34 Valor p = 0,001

GL = 72

Ambos utilizan Desv.Est. agrupada = 0,0947

**FIGURA 22: PRUEBA T STUDENT - TIEMPO DE ACULATAMIENTO
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.**

Como las pruebas de hipótesis pueden ser demasiado rigurosas, también se construye un histograma de los datos tomados en terreno y los entregados por la consulta, para un análisis más visual. En la Figura 23 se aprecia que las distribuciones son muy diferentes, los datos de terreno se encuentran mayormente entre los 0,2 [min] y 0,3 [min], mientras que los datos de la consulta tienen forma de gaussiana con centro en 0,4 [min].

Además, se construye un gráfico de dispersión, en el cual los datos debieran formar una diagonal de pendiente cercana a los 45° desde el origen para representar un buen ajuste, en este gráfico se aprecia que, el R^2 es de 0,21, un valor muy bajo, que se ve representado por una línea de tendencia muy alejada de la de pendiente de 45°.

Es por todo lo anterior que se concluye que los datos generados por la consulta para el KPI de tiempo de aculatamiento no se ajustan bien a la realidad, por lo que este KPI no se incluye en la construcción de la interfaz para medir a los operadores.

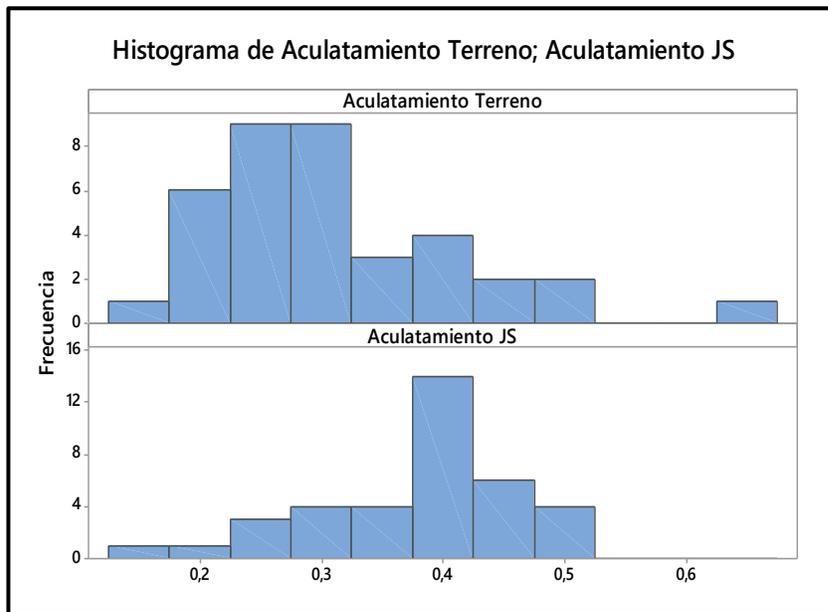


FIGURA 23: HISTOGRAMA COMPARACIÓN - TIEMPO DE ACUATAMIENTO
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

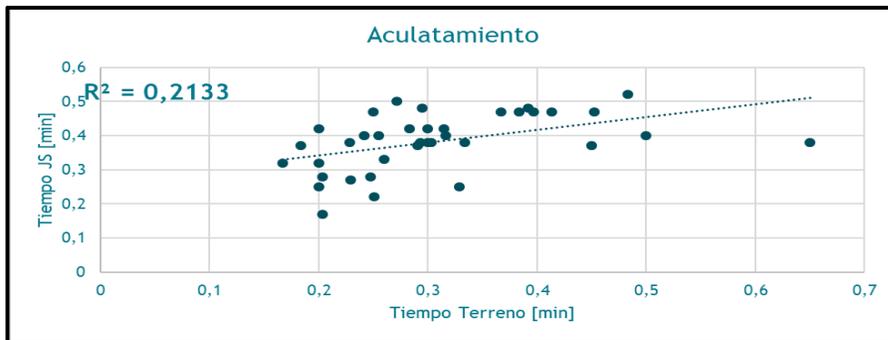


FIGURA 24: GRÁFICO DE DISPERSIÓN - TIEMPO DE ACUATAMIENTO
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

3.6.1.3. Validación datos en terreno – Factor de carga

A continuación, se muestra los resultados del test de varianzas para los datos tomados de factor de carga para la pala PA07, donde la hipótesis nula es que las varianzas son iguales, igual al caso anterior. El valor p resultante es mayor a la significancia, $\alpha=0,05$, que representa una confiabilidad del 95%, por lo tanto, no se puede rechazar la hipótesis nula, y se asumen varianzas iguales.

Prueba e IC para dos varianzas: FC Terreno; FC JS

Método

Hipótesis nula Varianza(FC Terreno) / Varianza(FC JS) = 1
Hipótesis alterna Varianza(FC Terreno) / Varianza(FC JS) \neq 1
Nivel de significancia $\alpha = 0,05$

Estadísticas

Variable	N	Desv.Est.	Varianza	IC de 95% para varianzas
FC Terreno	59	53,998	2915,803	(2113,795; 4303,263)
FC JS	59	52,971	2805,947	(1936,091; 4350,885)

Relación de desviaciones estándar = 1,019
Relación de varianzas = 1,039

Intervalos de confianza de 95%

Método	IC para relación de Desv.Est.	IC para relación de varianza
Bonett	(0,783; 1,353)	(0,612; 1,831)
Levene	(0,786; 1,363)	(0,618; 1,857)

Pruebas

Método	GL1	GL2	Estadística de prueba	Valor p
Bonett	1	—	0,02	0,885
Levene	1	116	0,06	0,811

FIGURA 25: PRUEBA DE VARIANZAS - FACTOR DE CARGA
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Siendo que el test de varianzas entrega que las varianzas son iguales, se realiza el test t de Student para varianzas iguales, dando como resultado lo que se muestra en la Figura 26, donde la hipótesis nula es que las medias son iguales.

El valor p resultante es mayor a la significancia, $\alpha=0,05$, que representa una confiabilidad del 95%, por lo tanto, no se puede rechazar la hipótesis nula, y se asume que las medias son iguales.

Prueba T e IC de dos muestras: FC Terreno; FC JS

T de dos muestras para FC Terreno vs. FC JS

				Error estándar de la media
FC Terreno	N	Media	Desv.Est.	
	59	322,1	54,0	7,0
FC JS	59	329,8	53,0	6,9

Diferencia = μ (FC Terreno) - μ (FC JS)

Estimación de la diferencia: -7,71

IC de 95% para la diferencia: (-27,21; 11,80)

Prueba T de diferencia = 0 (vs. \neq): Valor T = -0,78 Valor p = 0,436

GL = 116

Ambos utilizan Desv.Est. agrupada = 53,4871

FIGURA 26: PRUEBA T STUDENT - FACTOR DE CARGA
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Como las pruebas de hipótesis pueden ser demasiado rigurosas, también se construye un histograma de los datos tomados en terreno y los entregados por la consulta, para un análisis más visual. En la Figura 27 se aprecia que se tienen distribuciones similares en ambos conjuntos de datos.

Además, se construye un gráfico de dispersión, en el cual los datos debieran formar una diagonal de pendiente cercana a los 45° desde el origen para representar un buen ajuste, en este gráfico se aprecia que, aunque el R^2 es de 0,79, visualmente los datos se ajustan bien, siendo su línea de tendencia muy similar a la de pendiente de 45°.

Es por todo lo anterior que se concluye que los datos generados por la consulta para el KPI de factor de carga están correctos.

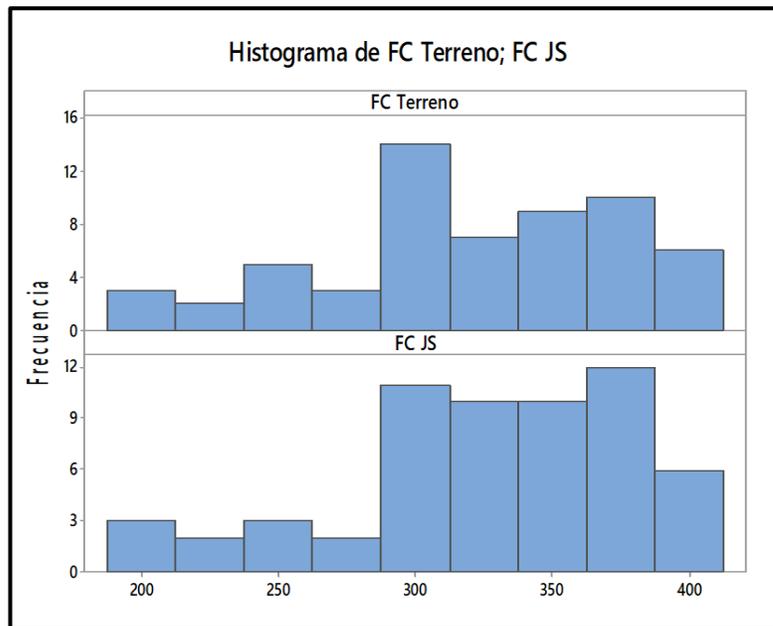


FIGURA 27: GRÁFICO COMPARACIÓN - FACTOR DE CARGA
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

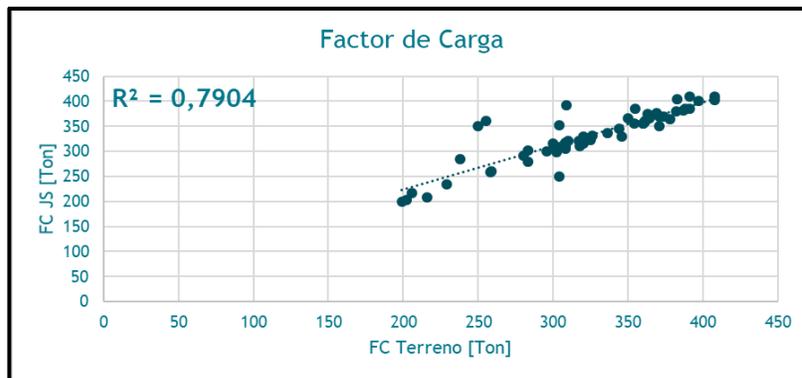


FIGURA 28: GRÁFICO DE DISPERSIÓN - FACTOR DE CARGA
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

3.6.2. Validación con datos históricos y análisis de datos

Para la validación con datos históricos se utilizan períodos de tiempo relevante para el KPI que se está evaluando, además de esto se realiza un análisis de datos, que entrega las estadísticas básicas, histograma y boxplot, con lo cual se puede comparar las medias y cuartiles con la realidad, y si ambas dan resultados positivos, se considera que los datos generados para los KPI son correctos.

3.6.2.1. Tiempo de Carguío

La Figura 29 muestra las estadísticas básicas para el tiempo de carguío que logran las palas eléctricas con los CAEX CAT 797 F, que son los que tienen mayor capacidad de tonelaje, con un target de 360 [Ton], por lo que son los equipos que más se tardan en cargar; se tiene un target de tiempo de carguío correspondiente a 1,9 [min] cuando son cargados por las palas eléctricas. Se tiene un promedio de 2 [min], muy cercano al target descrito, y además de eso se tiene que el primer y tercer cuartil es de 1,73 [min] y 2,25 [min], por lo que la mayor parte de los datos se encuentran en valores cercanos a lo ideal, siendo los valores más bajos y altos producidos por realizar un pase menos o un pase más al camión, influenciado seguramente por las circunstancias que acontecen en la frente de carguío.

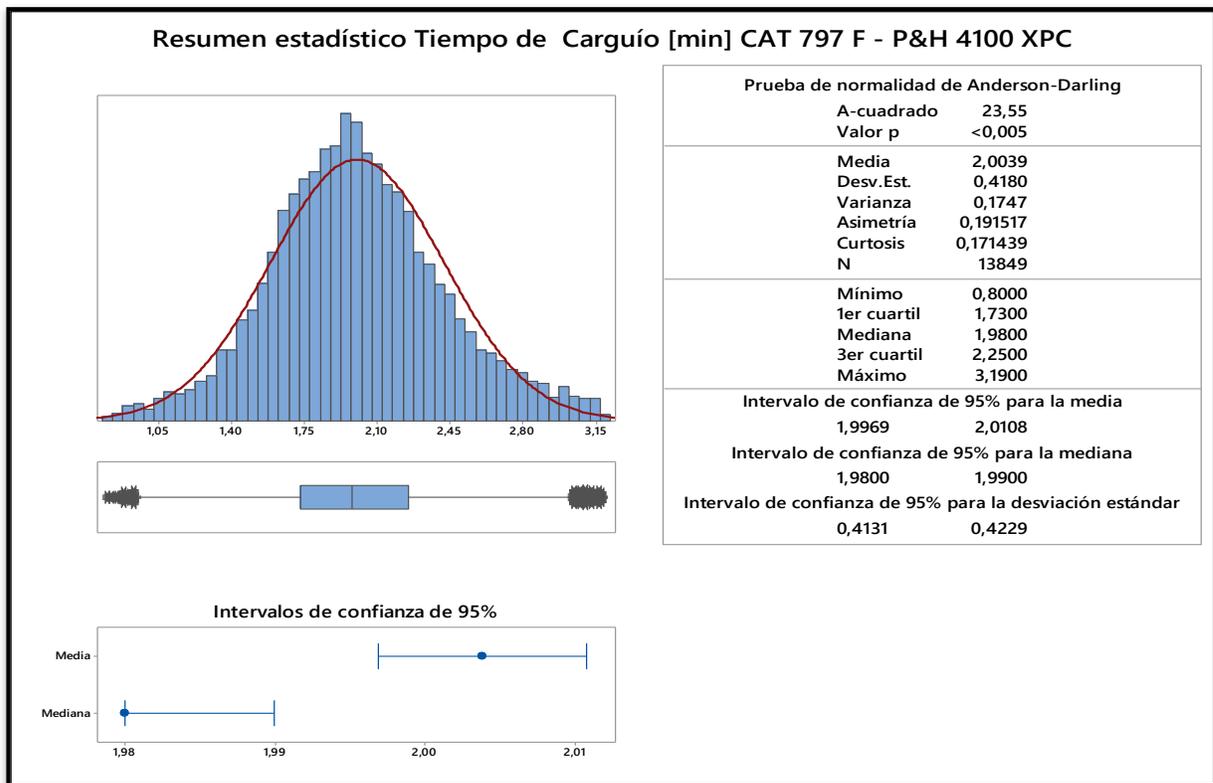


FIGURA 29: RESUMEN ESTADÍSTICO - TIEMPO DE CARGUÍO CAT 797 F -P&H 4100 XPC
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

La Figura 30 muestra las estadísticas básicas para el tiempo de carguío que logran las palas eléctricas con los CAEX CAT 797 B, que tienen una capacidad de tonelaje target de 345 [Ton]. Son al igual que los CAT 797 F los equipos que más se tardan en cargar, ya que por su poca diferencia en tonelaje el número de pases es el mismo, y se tienen un target de tiempo de carguío correspondiente a 1,9 [min] cuando son cargados por las palas eléctricas. Se tiene un promedio de 2,13 [min], muy cercano al target descrito, y además

de eso se tiene que el primer y tercer cuartil es de 1,85 [min] y 2,4 [min] por lo que la mayor parte de los datos se encuentran en valores cercanos a lo ideal, pero se demoran más que para la serie F, siendo los valores más bajos y altos producidos por realizar un pase menos o un pase más al camión, al igual que la serie F.

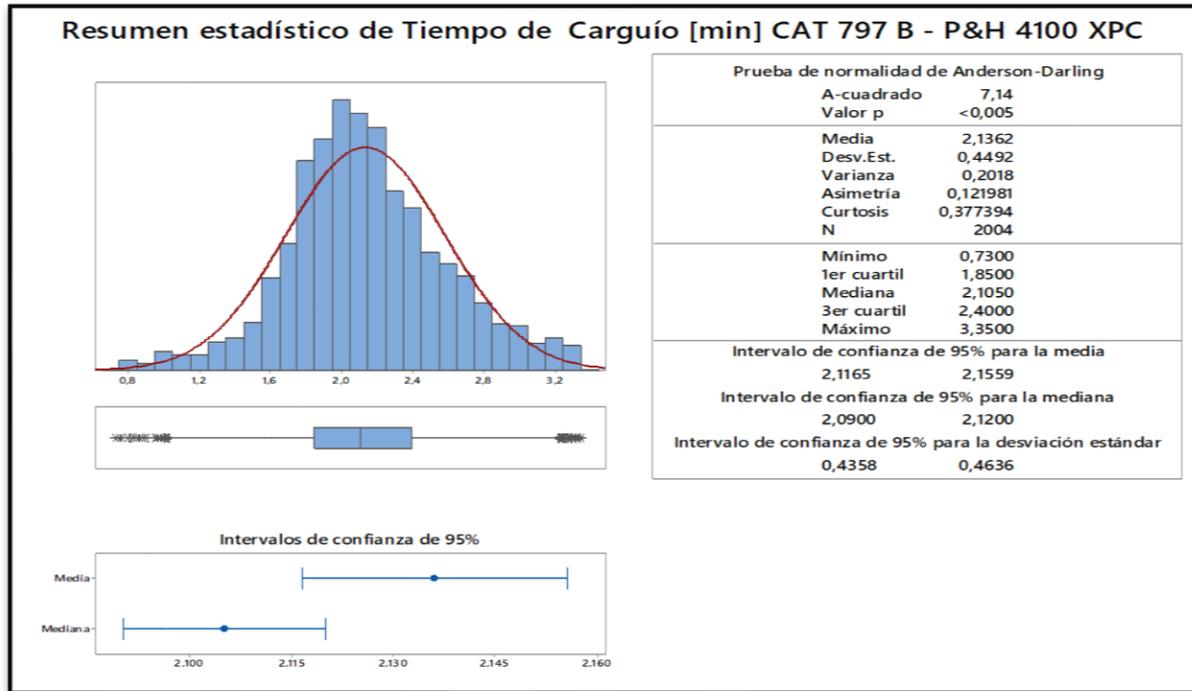


FIGURA 30: RESUMEN ESTADÍSTICO - TIEMPO DE CARGUÍO CAT 797 B -P&H4100 XPC
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

La Figura 31 muestra las estadísticas básicas para el tiempo de carguío que logran las palas eléctricas con los CAEX KOM 930 E, que tienen una capacidad de tonelaje target de 290 [Ton], lo que hace que se necesite un pase menos que la serie CAT 797, y se tienen un target de tiempo de carguío correspondiente a 1,5 [min] cuando son cargados por las palas eléctricas. Se tiene un promedio de 1,57 [min], muy cercano al target descrito, y además de eso se tiene que el primer y tercer cuartil es de 1,38 [min] y 1,74 [min] por lo que la mayor parte de los datos se encuentran en valores cercanos a lo ideal, siendo los valores más bajos y altos producidos posiblemente por realizar un pase menos o un pase más al camión.

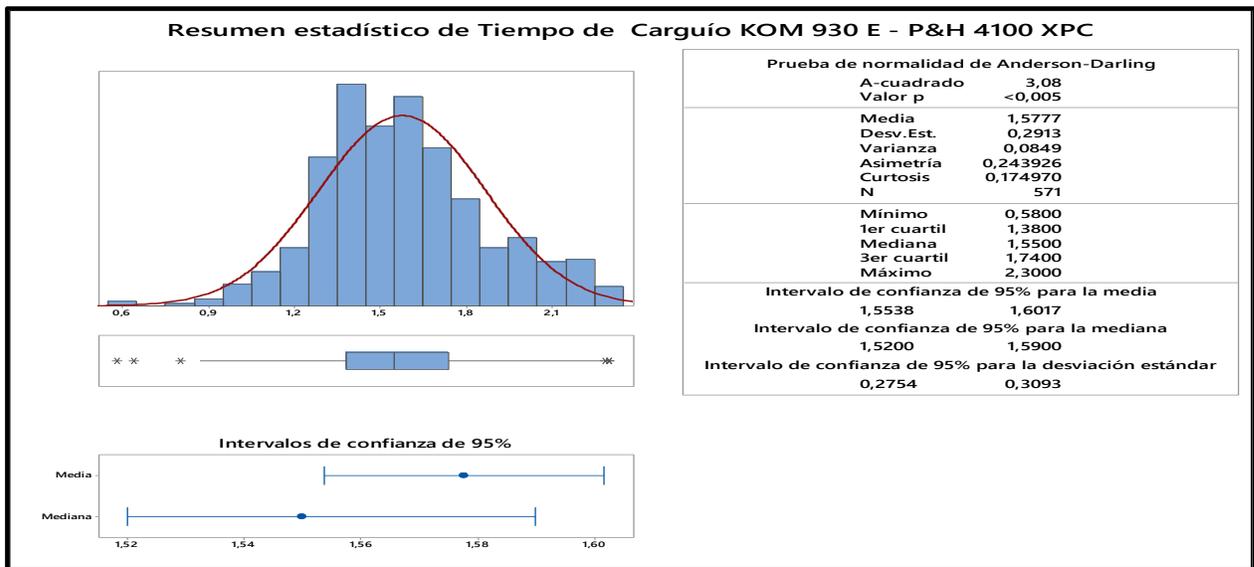


FIGURA 31: RESUMEN ESTADÍSTICO - TIEMPO DE CARGUÍO KOM 930 E -P&H 4100 XPC
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

3.6.2.2. Factor de Carga

La Figura 32 muestra las estadísticas básicas para el factor de carga que logran las palas eléctricas con los CAEX CAT 797 F, que son los que tienen mayor capacidad de tonelaje, con un target de 360 [Ton]. Se tiene un promedio de 368,14 [ton], un valor mayor al target correspondiente. En Centinela se utiliza la regla del 10/10/20, la cual consiste en que un CAEX puede ir cargado entre un 90%-110% de su target sin problemas, que puede ir cargado entre un 110%-120% del target un 10% de las veces, y que no puede sobrepasar el 120% del target. Centinela utiliza esta regla para el carguío de los camiones salvo una pequeña modificación, la cual es que el rango aceptable es de 95%-110%. Es por lo anterior que, aunque el target sea de 360 [ton], se considera aceptable que la carga oscile entre 342-396 [ton], bajo eso se considera una sub carga. Aunque el rango anterior sea lo aceptable, se busca estar en el sector superior de este, por lo que tener 368 [ton] promedio es consistente. Complementando lo anterior, se tiene que el primer y tercer cuartil es de 357,85 [ton] y 381,20 [ton] por lo que la mayor parte de los datos se encuentran en valores dentro del rango establecido.

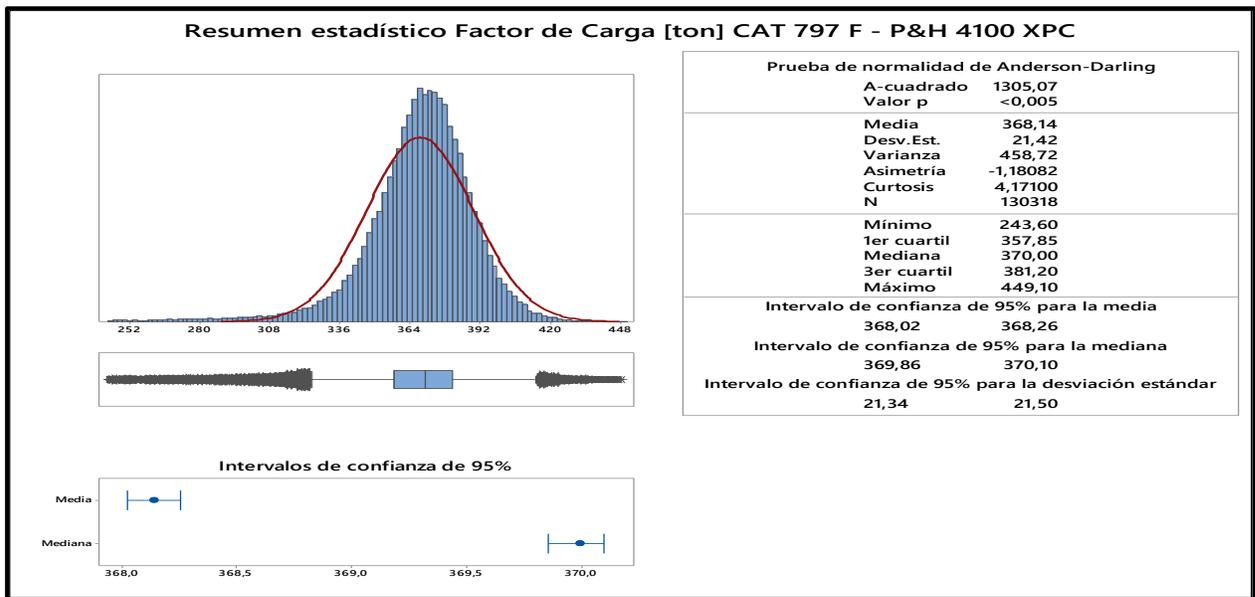


FIGURA 32: RESUMEN ESTADÍSTICO - FACTOR DE CARGA CAT 797 F - P&H 4100 XPC
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

La Figura 33 muestra las estadísticas básicas para el factor de carga que logran las palas eléctricas con los CAEX CAT 797 B, que tiene un target de 345 [Ton]. Se tiene un promedio de 365,03 [ton], un valor mucho mayor al target correspondiente, pero como para llegar a este target se necesita un número igual de pases que para la serie F, usualmente se cargan de igual manera, y como ya se mencionó anteriormente, Centinela se utiliza la regla del 10/10/20, por lo que un valor de 365 [ton] es consistente y preferible, ya que el rango para el factor de carga oscila entre las 329-380 [ton]. Se tiene que el primer y tercer cuartil es de 354,10 [ton] y 377,90 [ton] por lo que la mayor parte de los datos se encuentran en valores dentro del rango establecido, siendo muy similares a los de la serie F.

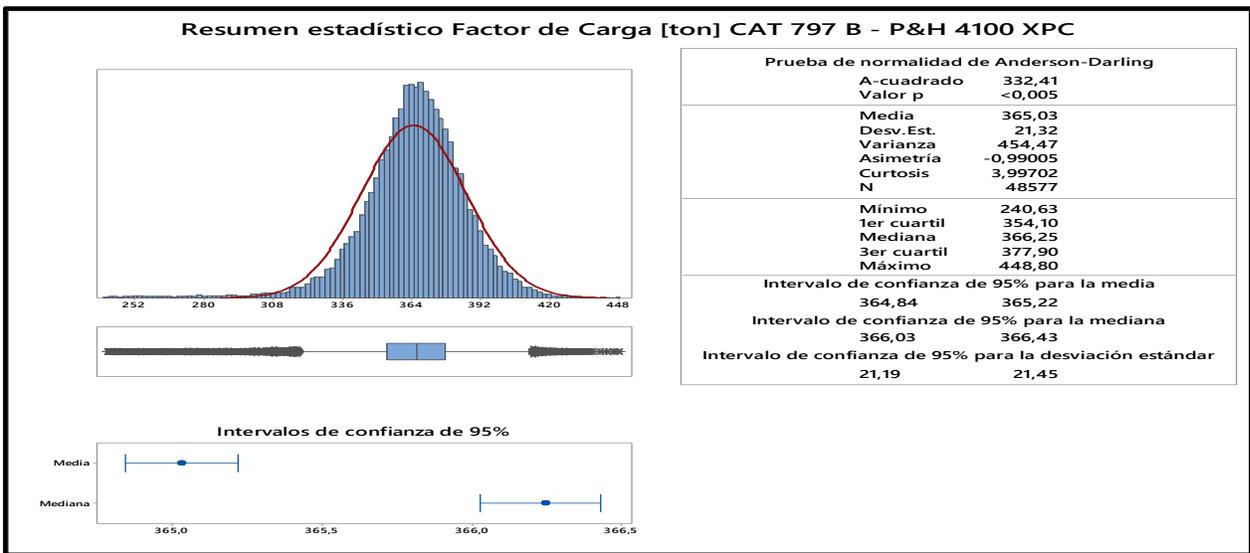


FIGURA 33: RESUMEN ESTADÍSTICO - FACTOR DE CARGA CAT 797 B - P&H 4100 XPC
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

La Figura 34 muestra las estadísticas básicas para el factor de carga que logran las palas eléctricas con los CAEX KOM 930 E, que tiene un target de 290 [Ton]. Se tiene un promedio de 289,29 [ton], un valor casi igual a su target correspondiente por lo que es consistente. El primer y tercer cuartil tienen valores de 279,00 [ton] y 302,00 [ton], los cuales se encuentran dentro de rango dado por la regla del 10/10/20, el cual oscila entre las 277-319 [ton], por lo que el grueso de los valores se encuentra dentro del rango aceptable.

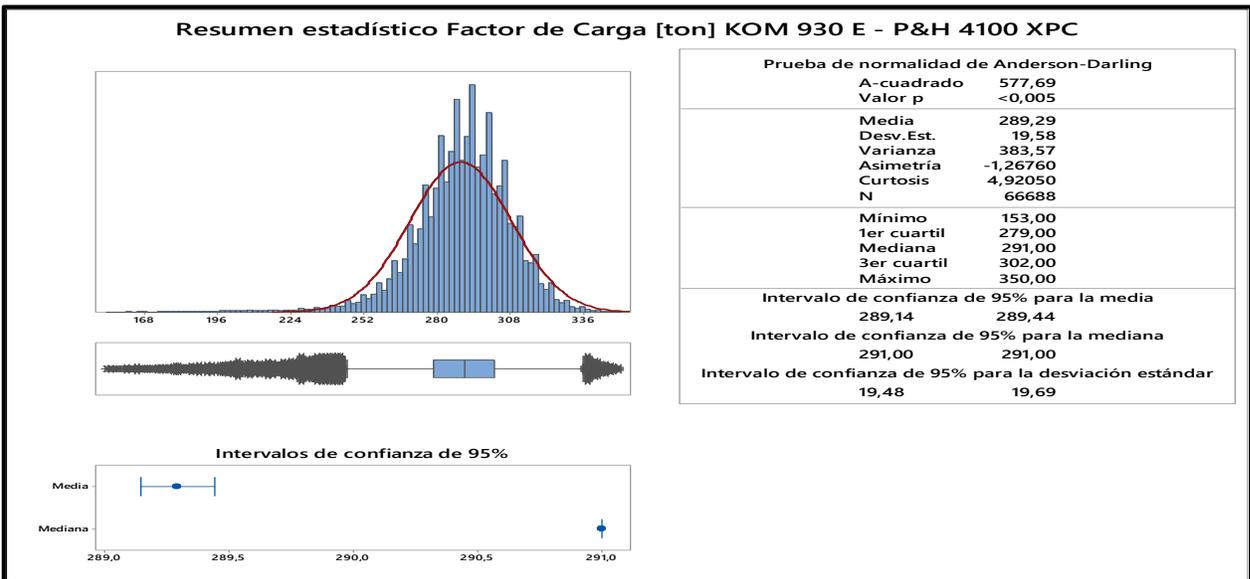


FIGURA 34: RESUMEN ESTADÍSTICO - FACTOR DE CARGA KOM 930 E - P&H 4100 XPC
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Aunque el factor de carga ya fue validado en la sección anterior, hay una situación interesante que se produce con este KPI y vale la pena mencionar. La Figura 35 muestra los valores históricos para el factor de carga de las palas eléctricas P&H 4100 XPC con la flota CAT 797, en particular con el Grupo 4.

En Centinela se han estado teniendo problemas con la elevación de la temperatura de los neumáticos de la flota CAT 797, dando como resultado el dar de baja muchos de los neumáticos afectados a pesar de que según presupuesto estos debieran haber durado muchas horas más. Una de las medidas para evitar esto fue el dar indicaciones de tener cuidado de no cargar más de lo que está establecido para los CAEX, este mensaje no fue entendido con claridad por parte de los operadores, quienes pensaban que, por ejemplo, en la flota CAT 797 F, cuyo target es de 360 [ton], si se pasaban de estas toneladas, debían descargar el CAEX en la frente para no perjudicar a los neumáticos, cuando en realidad debían apegarse a la regla del 10/10/20, al rango 346-396 [ton].

Es por lo anterior que como se muestra en el gráfico, a partir de marzo el factor de carga comienza un descenso bastante notorio con respecto a principio de año, debido a que los operadores estaban siendo cuidadosos de no sobrepasar las 360 [ton], cargando los CAEX con menos material.

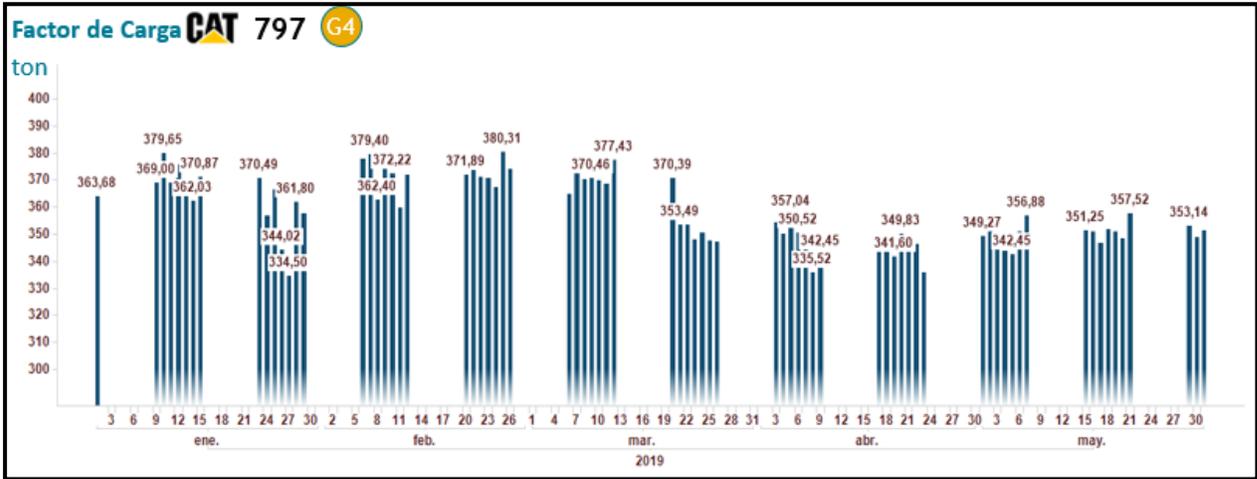


FIGURA 35: PROMEDIO DIARIO ENERO-MAYO - FACTOR DE CARGA CAT 797 GRUPO 4
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

3.6.2.3. Rendimiento efectivo

La Figura 36 muestra las estadísticas básicas para el rendimiento efectivo que logran las palas eléctricas P&H 4100 XPC, que son los equipos de carguío más importantes de Centinela ya que mueven la mayor parte del tonelaje diario. El target rendimiento no es un valor fijo, sino que depende de las múltiples

condiciones que presenta la frente de carguío; por ejemplo, si se está en una frente ancha o estrecha, o si se está realizando trabajo no productivo o se encuentra realizando trabajos de cordillera (bordes del banco), por lo que más que un valor fijo de target, se puede dar más un rango dentro del que oscila el rendimiento, ya que el rendimiento que se debe obtener de cada pala está influenciado por los planes de producción. Un rango aceptable de rendimiento es de 6000-6800 [ton/hefect], que es lo que se espera de una pala eléctrica.

Se tiene un promedio de 6227,3 [ton], que está dentro del rango de target descrito, y además de eso se tiene que el primer y tercer cuartil es de 5860 [ton/hefect] y 6569 [ton/hefect], indicando que la mayoría de los datos están dentro del rango aceptable. También se observa que hay muchos valores que están por debajo del target, estos valores se producen en su mayoría por trabajos de cordilleras, frentes duras y en los relevos de pala.

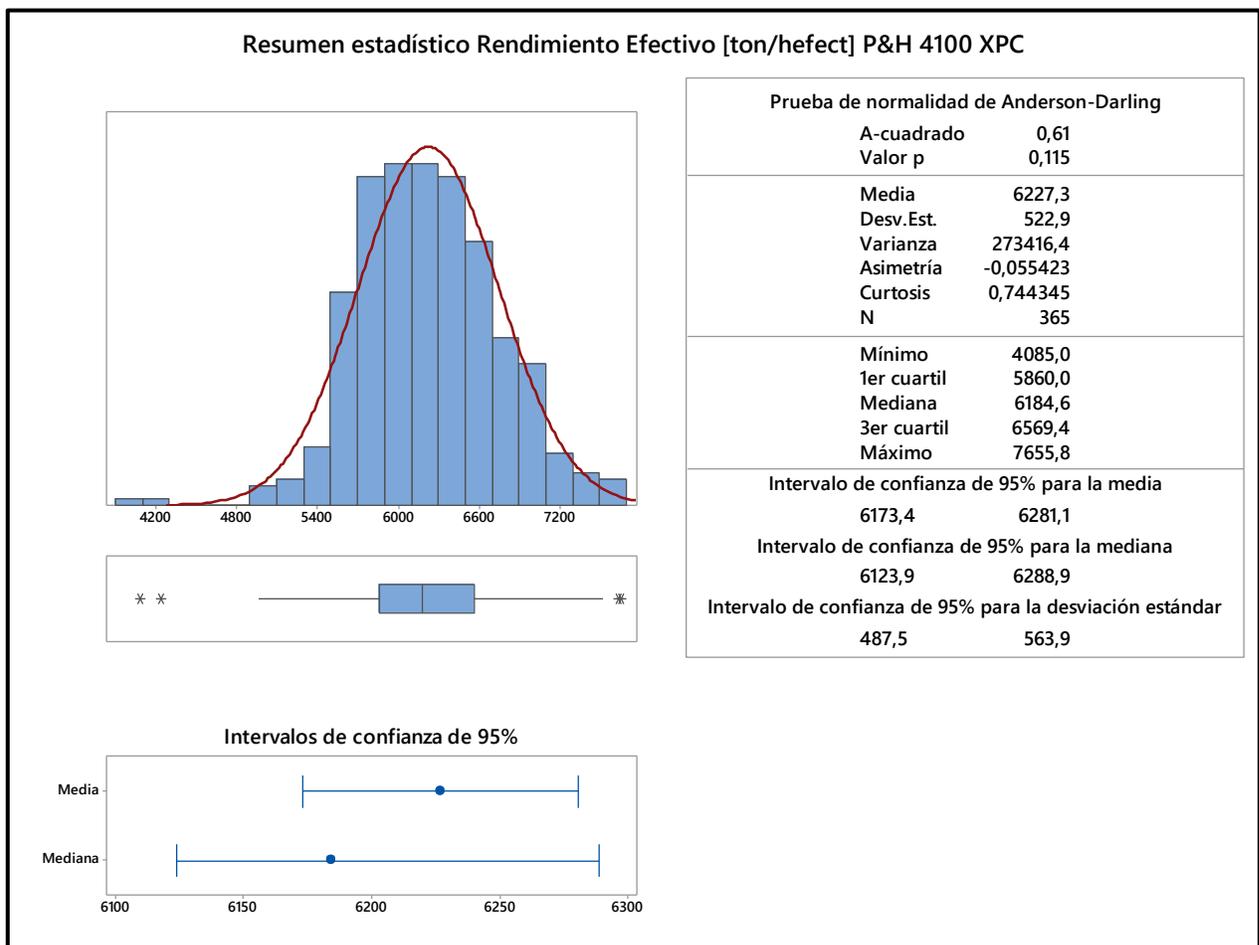


FIGURA 36: RESUMEN ESTADÍSTICO - RENDIMIENTO EFECTIVO P&H 4100 XPC
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Como se puede observar en la Tabla 5, que muestra el rendimiento efectivo mensual del año 2018, existen menores rendimientos en ciertos meses, como lo es febrero, noviembre y diciembre. Esto concuerda con lo que sucede en la

realidad, ya que en febrero se produce el invierno altiplánico, lo que hace que se dificulte la operación por temas climáticos y hace que baje el rendimiento. Con respecto a noviembre y diciembre, es cuando se producen mayor cantidad de vacaciones, dando lugar a que se opere de manera más frecuente con relevos. Al reflejar correctamente la realidad, se considera que el KPI de rendimiento efectivo está correcto.

TABLA 5: RENDIMIENTO EFECTIVO MENSUAL 2018

Mes	Rendimiento efectivo [ton/hefect]
Enero	6720,04
Febrero	5858,16
Marzo	6645,05
Abril	6366,24
Mayo	6416,82
Junio	7101,79
Julio	6516,9
Agosto	6827,81
Septiembre	6384,69
Octubre	6588,42
Noviembre	5891,38
Diciembre	6057,31

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

3.6.2.4. Tiempo Retrocediendo

La Figura 37 muestra las estadísticas básicas para el tiempo retrocediendo de los equipos de transporte, que es el tiempo en que retroceden previo al momento de descargar, tanto en chancado como en botadero. El cálculo del tiempo retrocediendo se realiza desde que empieza a retroceder hasta que levanta la tolva para realizar la descarga; esto lleva a que no se realicen las mediciones de manera correcta, ya que parte del tiempo que marca como retrocediendo en realidad es una suma del tiempo retrocediendo más la espera a que el chancado le dé la señal para la descarga, y en el chancado de Tesoro por ejemplo, se producen detenciones, atollos y demoras de manera frecuente, haciendo que el valor de este tiempo en ocasiones sea demasiado elevado, cuando por target se debiera tardar aproximadamente unos 15 [s] o 0,25 [min], y mirando los gráficos se tiene un promedio de 3,46 [min], un valor mucho mayor al target correspondiente, pasado por más de 3 [min], se tiene que el primer y tercer cuartil es de 0,62 [min] y 2,7 [min] por lo que la mayor parte de los datos se encuentran en un rango muy lejano al target que se busca, principalmente por la razón ya explicada, y es por esto que no se puede medir objetivamente al operador en este punto.

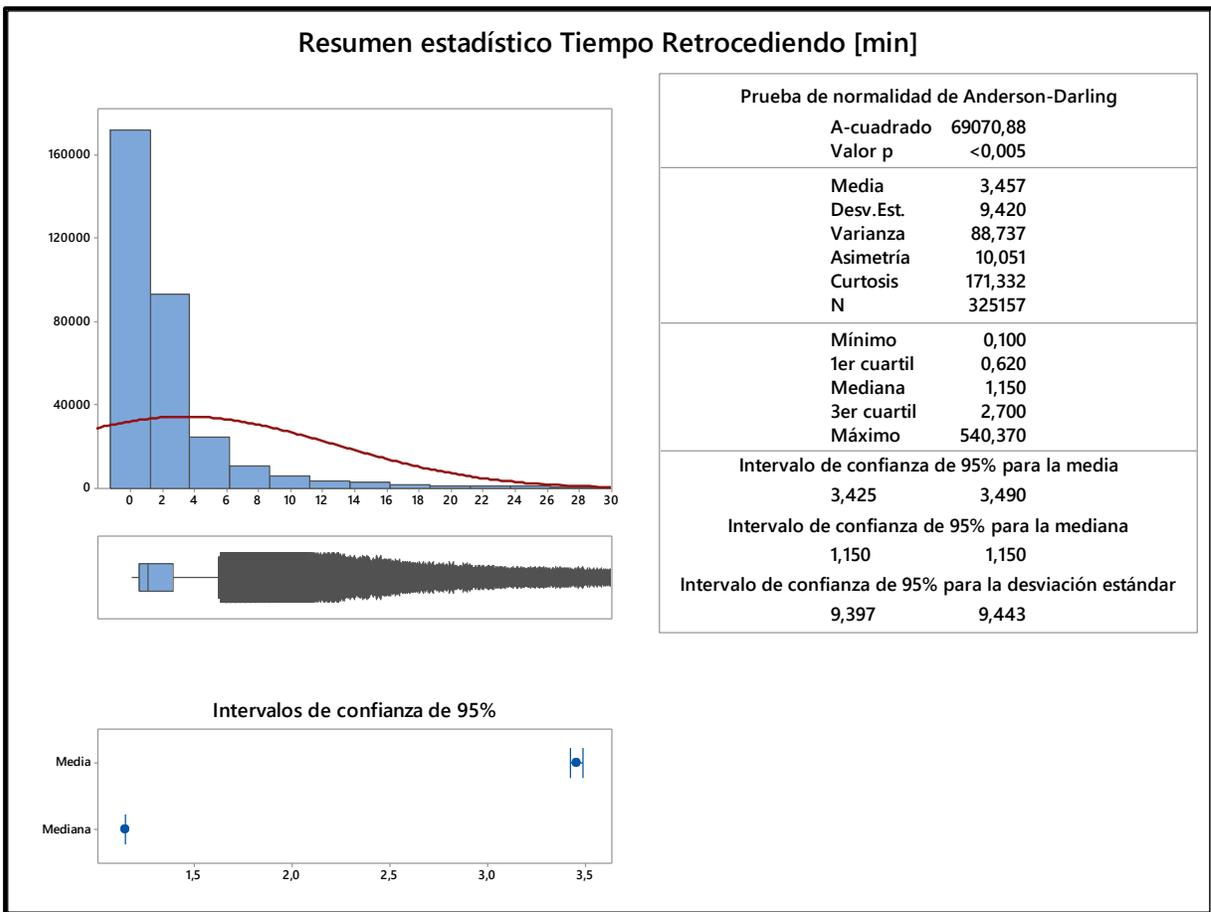


FIGURA 37: RESUMEN ESTADÍSTICO - TIEMPO RETROCEDIENDO
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

3.6.2.5. Tiempo de descarga

La Figura 38 muestra las estadísticas básicas para el tiempo de descarga de los equipos de transporte, que mide el tiempo desde que levanta la tolva hasta que comienza a moverse, teniendo un target de 0,5 [min].

Se tiene un promedio de 2,76 [min], un valor mucho mayor al target correspondiente, y que el primer y tercer cuartil es de 0,85 [min] y 3,00 [min], por lo que la mayor parte de los datos se encuentra en un rango lejano al target que se busca. Ello pasa por la misma razón explicada en el tiempo retrocediendo, al momento de llegar al punto de descarga en el chancado, y esperar a que se dé el permiso de descarga, se cambia el estado de retrocediendo a descargando, por lo que estos datos también se encuentran en parte contaminados y es por lo que el KPI de tiempo de descarga no se incluye en la construcción de la interfaz.

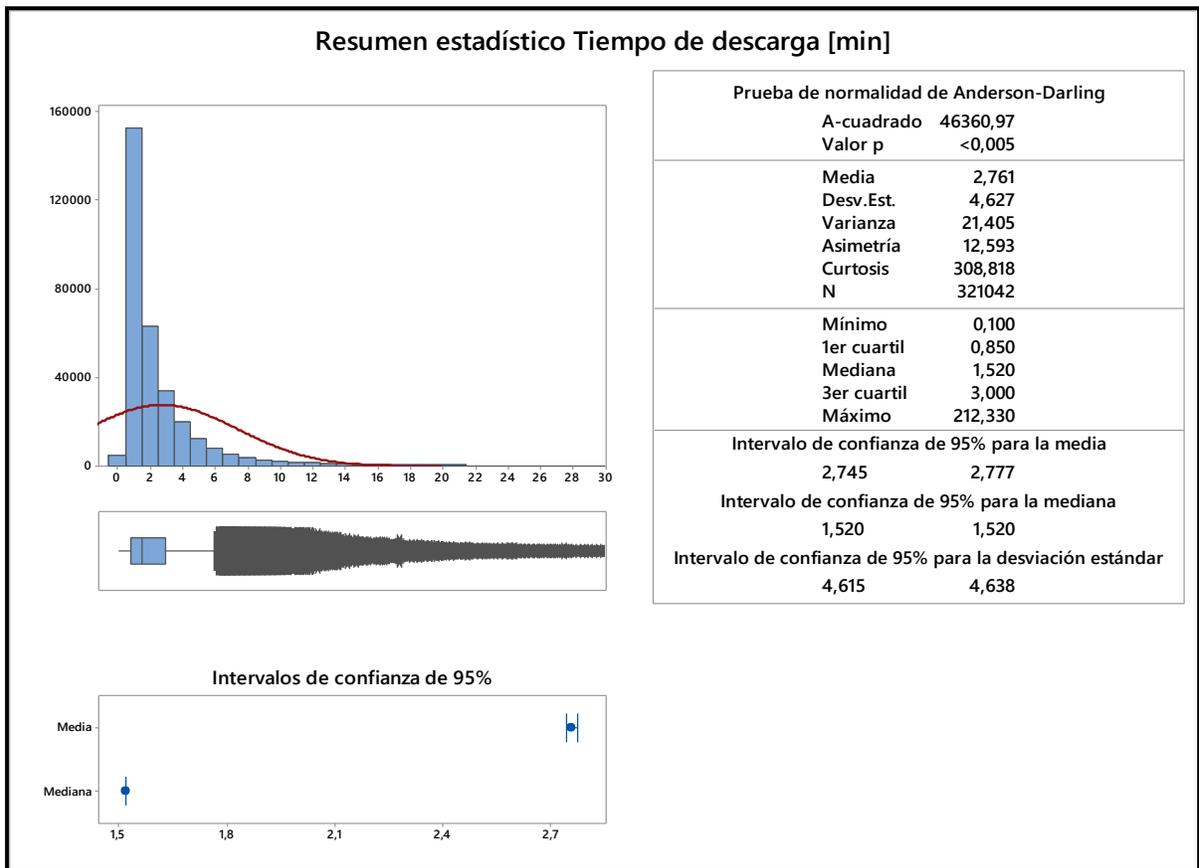


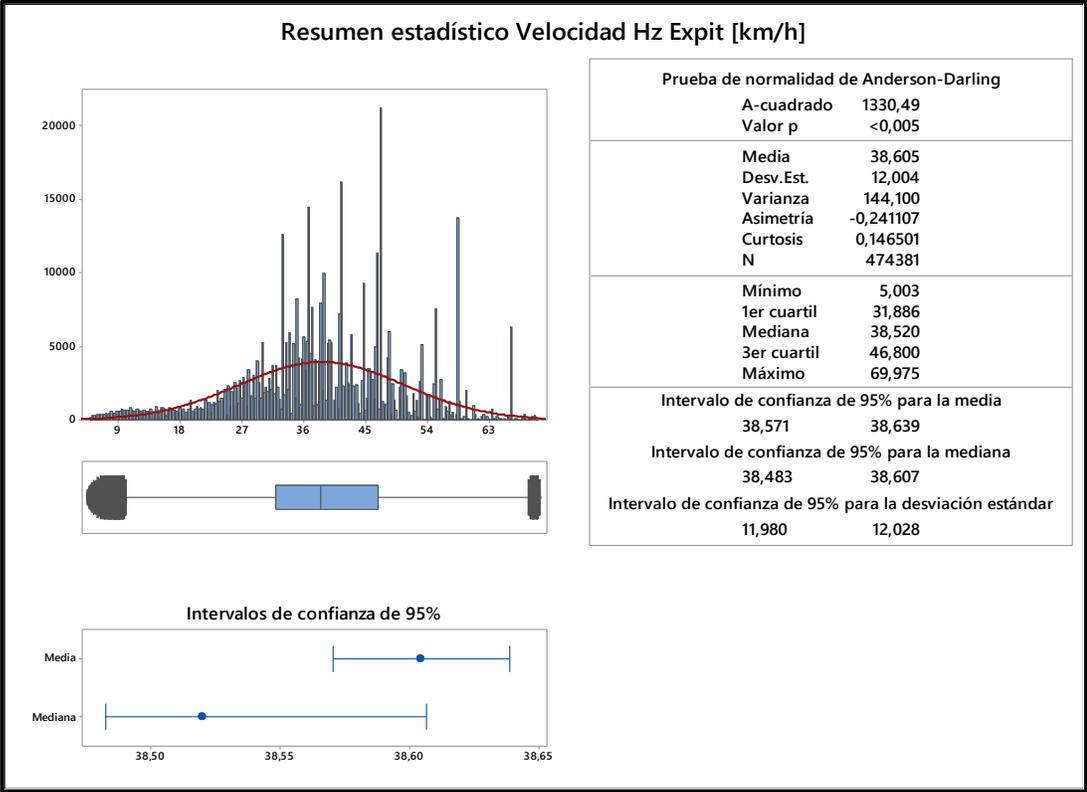
FIGURA 38: RESUMEN ESTADÍSTICO - TIEMPO DE DESCARGA
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

3.6.2.6. Velocidades

La Figura 39 muestra las estadísticas básicas para la velocidad de todas las flotas de CAEX, que, aunque para la construcción de la interfaz se consideran de todo tipo, el gráfico solo muestra la velocidad Expit (fuera del pit) en tramos horizontales tanto cargado como vacío en Esperanza, que son las velocidades más importantes y donde se puede hacer gestión para mejorar, sin tantas interferencias como ocurre dentro del rajo. Para esta velocidad se tiene un target ideal de 37 [km/h] promedio entre cargado y vacío.

Se tiene un promedio de 38,6 [km/h], un valor mayor al target correspondiente, que se considera algo excelente, mientras no se sobrepasen las velocidades máximas permitidas en los diferentes sectores de la mina. Se tiene que el primer y tercer cuartil es de 31,89 [km/h] y 46,89 [km/h] por lo que la mayor parte de los datos se encuentran en rangos aceptables de velocidades dentro de la velocidad máxima permitida, la cual es de 60 [km/h]. Sin embargo, se puede observar que hay algunos datos que sobrepasan este máximo. Cuando la velocidad máxima se sobrepasa, se le hace una re

instrucción al conductor o se le da una carta de amonestación, según su reincidencia, debido a que transitar a una velocidad mayor a la establecida puede terminar en accidentes no deseados.



**FIGURA 39: RESUMEN ESTADÍSTICO -VELOCIDAD HORIZONTAL EXPIT
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.**

La Figura 40 muestra la velocidad horizontal Expit promedio diaria del año 2019, con el CAEX cargado y vacío, donde se puede observar claramente una disminución notable en el promedio de las velocidades de esta flota a partir del mes de marzo, lo cual se debe, como ya se ha mencionado anteriormente, al problema de elevación de las temperaturas de los neumáticos de esta flota, donde una de las medidas fue la de poner un límite de velocidad en los tramos donde se generaba la mayor parte de este aumento de temperatura, además de que se han reducido los tramos horizontales donde ganar velocidad. Debido a esto, los operadores bajaban la velocidad más de la cuenta, dando como resultado lo que se muestra en el gráfico. Como lo anterior se ve correctamente reflejado por los datos entregados por la consulta y sus estadísticas básicas, se considera que el KPI de velocidad está correcto.

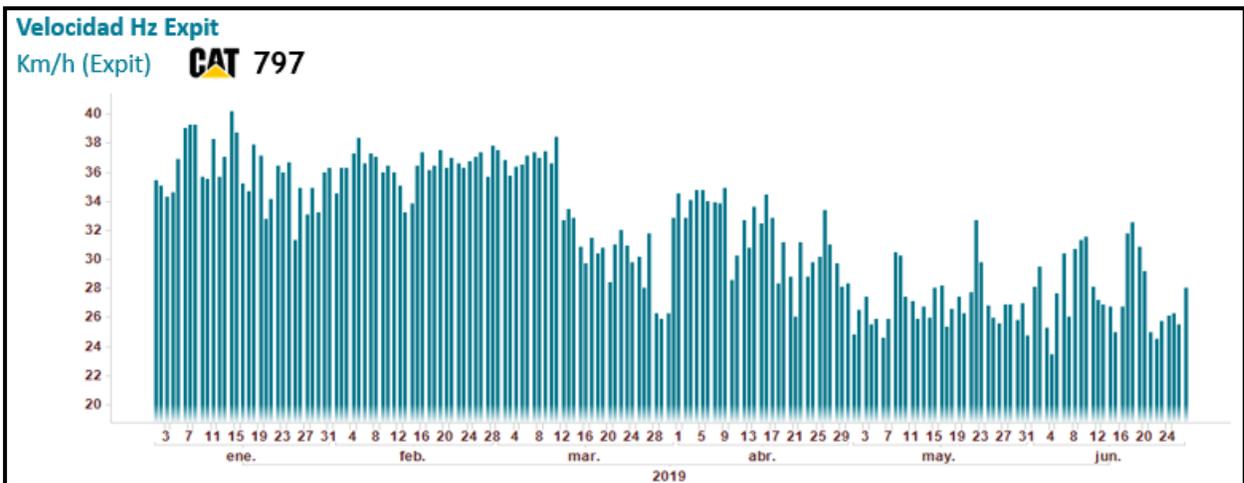


FIGURA 40: PROMEDIO DIARIO - VELOCIDAD HORIZONTAL EXPIT CAT 797
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

3.7. Interfaz

Ya habiendo comprobado la validez de los datos de los KPI a utilizar, se procede a crear la interfaz mediante el uso del software de inteligencia de negocios seleccionado, Spotfire. Esta interfaz debe ser intuitiva, de fácil aprendizaje y rápida de usar. Teniendo esto en consideración, ella se diseña de tal forma que deba haber la menor cantidad de intervenciones para llegar a la información que se desea obtener y que la carga de datos al momento de abrir la interfaz sea también rápida. De manera que se cumpla lo anterior, se trabaja con un sistema de filtros, en donde el usuario debe hacer clic en lo que quiere o no quiere visualizar y con ello cambiará la información desplegada.

La interfaz se divide en cuatro archivos principales:

- **KPI Carguío:** KPI de operadores de carguío.
- **KPI Carguío Mobile:** KPI de operadores de carguío versión ligera para celular.
- **KPI Transporte:** KPI de operadores de carguío.
- **KPI Transporte Mobile:** KPI de operadores de transporte versión ligera para celular.

3.7.1. KPI Carguío

A continuación, se muestra el contenido del archivo KPI Carguío, en donde como ejemplo, se utiliza la misma configuración de filtros para todas las ventanas que contiene este archivo, en otras palabras, se muestran las estadísticas del Grupo 1, utilizando las palas eléctricas, esto se explica con

más detalles en la sección de filtros. Es importante también mencionar que los operadores que se incluyen en este archivo son sólo los operadores de carguío, no incluye a los relevos.

3.7.1.1. Factor de carga

En la Figura 41 se muestra la interfaz de los KPI de los operadores de carguío, donde el número (1) muestra el sector donde se encuentran las pestañas que contiene este archivo. En particular en esta figura se muestra la pestaña correspondiente al KPI factor de carga. La interfaz para los demás KPI sigue la misma disposición que se muestra en la figura, variando sólo un poco.



FIGURA 41: INTERFAZ KPI CARGUÍO - FACTOR DE CARGA

1. PESTAÑAS, 2. FILTROS, 3. RANKING OPERADORES, 4. TENDENCIA, 5. CUMPLIMIENTO DE CARGA OBJETIVO, 6. HISTOGRAMA, 7. GRUPOS.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

3.7.1.1.1. Pestañas

Pestañas del archivo KPI Carguío, que contiene los KPI de los operadores de carguío. Estas incluyen el factor de carga, tiempo de carguío, rendimiento y horas operación. Se incluye además una pestaña para generación de un reporte por operador, y se cuenta con las tres pestañas para ver la utilización de los equipos, tanto de equipos de carguío como de transporte.

Los datos están disponibles desde el año 2017 para estos KPI.

3.7.1.1.2. Filtros

Es la parte más esencial de la interfaz, en esta ventana se selecciona lo que se desea observar en la interfaz, y de acuerdo a esto cambian todas las demás ventanas desplegadas en la pestaña. Además, para hacer más rápido el uso de la interfaz, los filtros que se encuentran en las diferentes pestañas están enlazados, de forma que al elegir una configuración en la pestaña de factor de carga (o cualquier otra), la misma configuración afectará al resto de las ventanas desplegadas en el resto de las pestañas.

En la ventana de filtros de la pestaña de factor de carga se puede seleccionar lo siguiente:

- **Filtro de tiempo:** Se selecciona las fechas entre las cuales se desean observar los datos.
- **Filtro de operador:** Se selecciona al operador del cual se requiere ver sus datos, de colocar todos los operadores se genera el promedio de todos, lo mismo pasa para los demás filtros.
- **Filtro de flota de equipo de carguío:** Se selecciona el tipo de flota de pala o cargador frontal que se quiera ver.
- **Filtro de equipo de carguío:** Se selecciona al equipo individual de carguío que se requiere ver.
- **Filtro de flota de CAEX:** Se selecciona la flota de equipos de transporte que el equipo de carguío está cargando.
- **Filtro de Grupo:** Se selecciona el Grupo de trabajo que se desee observar.
- **Filtro de turno:** Se selecciona el turno, día, noche o ambos que se quiera ver.

En la Figura 42 se muestra que el filtro está dispuesto para mostrar datos desde 01/01/2019 al 31/05/2019, para ver a todos los operadores que operan la flota P&H 4100 XPC y carga a los CAT 797 B y F, para el Grupo 1. Esta configuración de filtros es la que está actuando sobre las ventanas de la Figura 41, en otras palabras, se están mostrando los datos del Grupo 1 para esta configuración.

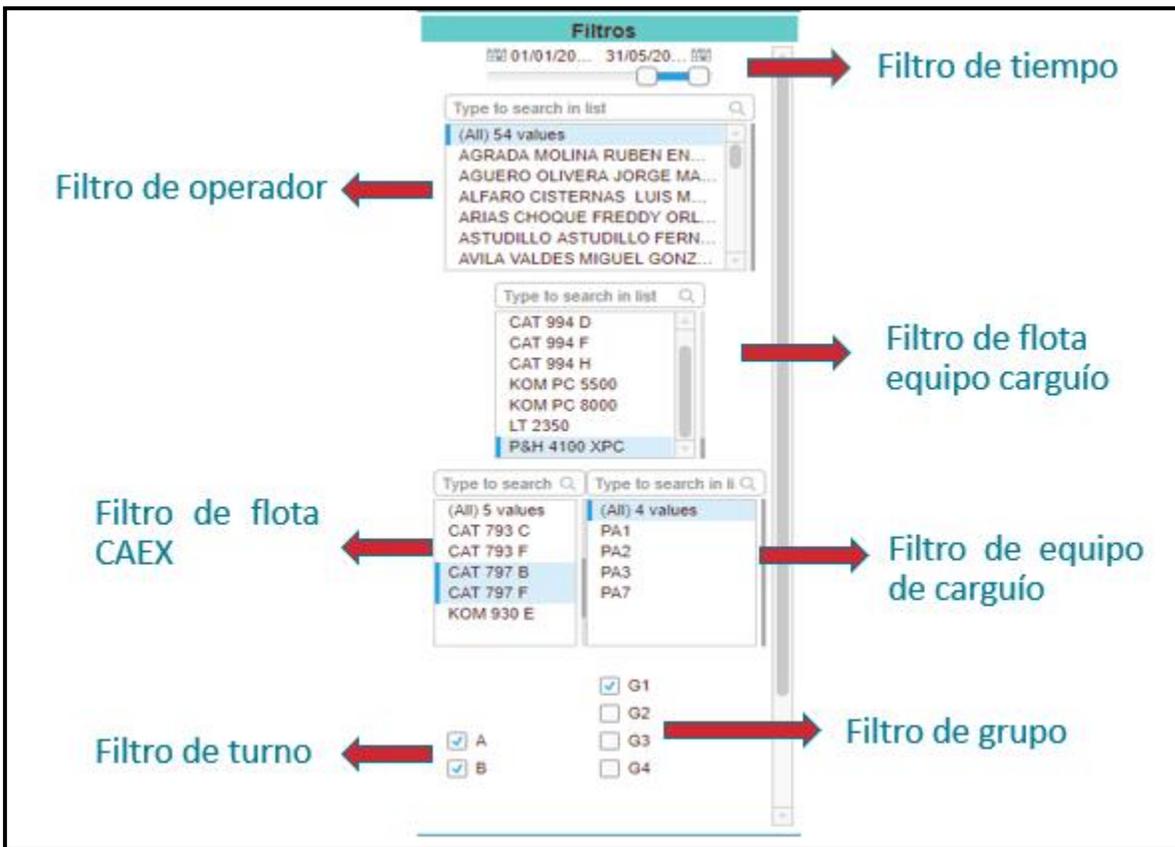


FIGURA 42: FILTROS - FACTOR DE CARGA
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

3.7.1.1.3. Ranking operadores

Esta ventana muestra el listado de operadores con su correspondiente KPI, en este caso el factor de carga, para las condiciones establecidas en los filtros. Estos están ordenados de mayor a menor, generando un ranking de operadores de carguío. Además, se incorpora la desviación de los datos que generan el valor mostrado y además se incluye el número de datos utilizados. Esto último sirve para evitar situaciones en que un operador que tenga un factor de carga muy alto o muy bajo, resultando el mejor o peor de los operadores, siendo que solo estuvo en el equipo un día del mes o hizo relevo por poco tiempo, como es el caso que se observa en la Figura 43, donde se ve que Freddy Arias tiene diez veces menos datos que el resto del Grupo, ya que él es un relevo. De esta manera no se toman decisiones basadas en solo unos pocos datos, y se puede enfocar la gestión en donde se encuentra el grueso de estos.

FC [ton] Ranking Operadores			
Operador Pala	Promedio	Desviación	N° Datos
RIVERA PINTO RAFAEL EDUARDO	370,39	28,49	1829
ARIAS CHOQUE FREDDY ORLANDO	364,85	49,51	175
FERNANDEZ ARANCIBIA SERGIO R...	364,37	32,68	1761
MORALES PEREZ RENE ORLANDO	362,68	31,86	1380
ROJAS DEL SO ADEMIR ALVARO	362,22	37,91	2288

FIGURA 43: RANKING OPERADORES - FACTOR DE CARGA
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

3.7.1.1.4. Tendencia

Esta ventana muestra la tendencia diaria del KPI en el espacio de tiempo definido en los filtros para los operadores, donde de igual manera que en el resto de las ventanas, se afecta por el filtro de operadores, de esta manera se puede observar la evolución en el tiempo de un operador, o de todos los operadores para ver la evolución del Grupo.

La tendencia ayuda a ver la evolución en el tiempo del KPI, pero también sirve para identificar situaciones particulares, por ejemplo, si un operador tiene un bajo promedio de factor de carga en el turno, se puede identificar qué día o días estuvo bajo, y se puede asociar a la frente en la que la pala estuvo ese día, para identificar si realmente fue responsabilidad del operador o la frente estaba en condiciones en que era difícil operar correctamente, esto también se aplica al resto de los KPI.

En la Figura 44 se muestra lo explicado, además se observa que ciertas barras se encuentran destacadas. Esto se debe a que los datos de las diferentes ventanas se encuentran enlazados, por lo que al seleccionar un dato (Freddy Arias), como se muestra destacado en verde en la Figura 43, se destacan los datos relacionados a este en las demás ventanas. En el caso de la tendencia, se destacan los días en que Freddy Arias operó el equipo seleccionado en los filtros.

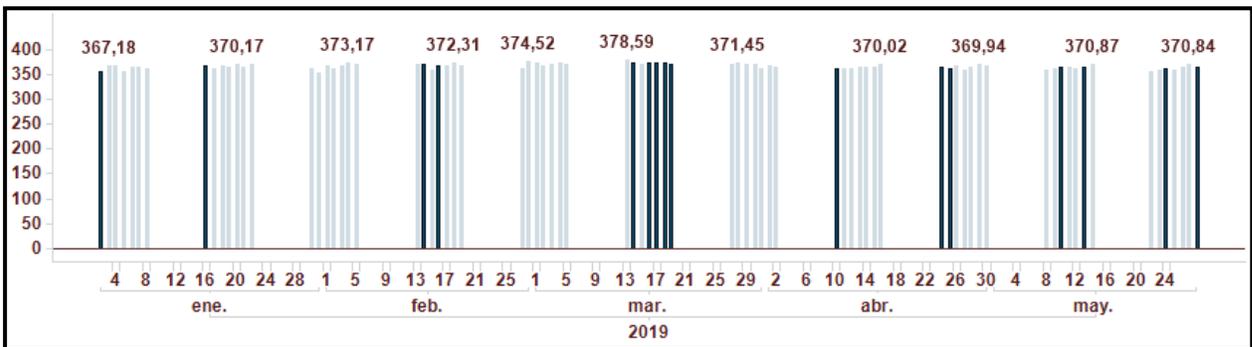


FIGURA 44: TENDENCIA - FACTOR DE CARGA
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

3.7.1.1.5. Cumplimiento de carga objetivo

Esta ventana muestra el cumplimiento de la carga objetivo del equipo de carguío al equipo de transporte seleccionado en la sección de filtros. El cumplimiento de la carga objetivo viene dado por la regla del 10/10/20 explicada con anterioridad. En la Figura 45, representado por color amarillo están las cargas que se encuentra bajo el 95% del factor de carga target (sub carga), en color azul están las cargas que se encuentra entre un 95%-110% (carga objetivo), en color verde las cargas entre un 110-120% (sobre carga 1) y finalmente las cargas en color rojo son aquellas superiores al 120% (sobre carga 2). Para este apartado el target de cumplimiento de carga objetivo es de 85%, el de sub carga de 7 %, sobrecarga 1 8% y sobrecarga 2 del 0%. Esto quiere decir que, tomando datos de un determinado periodo de tiempo, el 85% del número de cargas realizadas en este periodo deben estar entre un 95%-110% del factor de carga target. Además de esto, cuando un CAEX está con una carga superior al 120%, este debe descargar a piso por temas de seguridad del equipo.

Esta herramienta es de considerable utilidad a la hora de detectar el porcentaje de CAEX que parten con menos carga de la que deberían (sub cargas). Estas sub cargas son de importancia debido a que JigSaw mide lo cargado a los CAEX aplicando un factor de ajuste sobre la carga, el que además hace que no pueda sobrepasar ciertos límites (inferiores o superiores). Por lo tanto, un CAEX que lleva poca carga, en JigSaw puede que muestre un valor mayor, por efecto del factor de ajuste, y por lo tanto puede llevar a creer que se ha movido mas o menos material del que se lleva en realidad. Este factor se calcula de manera mensual según la diferencia de lo extraído mostrado por JigSaw y lo movido realmente, mostrado mediante cubicación.

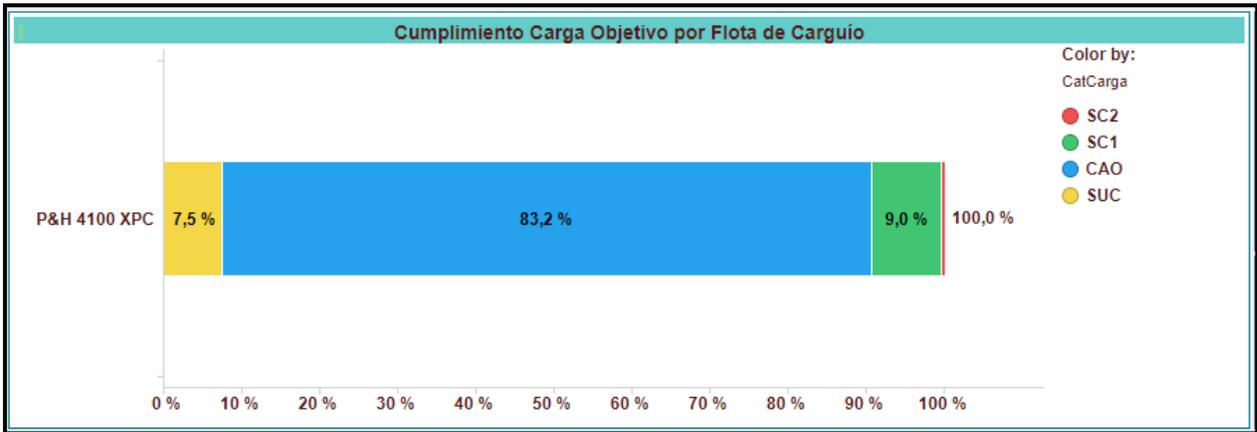


FIGURA 45: CUMPLIMIENTO CARGA OBJETIVO - FACTOR DE CARGA
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

La Tabla 6 muestra los rangos de factores de carga para las diferentes flotas de CAEX que se ocupan para la confección del cumplimiento de la carga objetivo.

TABLA 6: RANGOS DE CARGAS CAEX

	Target flota	Sub Carga	Carga Objetivo	Sobre carga 1	Sobre carga 2
CAT 793 C	220	FC<=210	210<FC <=242	242< FC <=264	FC > 264
CAT 793 F	226	FC<=216	216< FC <=249	249< FC <=272	FC > 272
KOM 930 E	290	FC<=277	277< FC <=319	319< FC <=348	FC > 348
CAT 797 B	345	FC<=329	329< FC <=380	380< FC <=414	FC > 414
CAT 797 F	360	FC<= 342	342< FC <=396	396< FC <=432	FC > 432

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

3.7.1.1.6. Histograma

Esta ventana muestra un histograma de los valores del KPI para el equipo de carguío seleccionado en la sección de filtros, para las distintas flotas de CAEX cargados. Esto entrega una forma ordenada de observar la distribución y desviación de los datos que se muestran en la tendencia diaria. En este

apartado se busca que los operadores evolucionen a una distribución con la menos desviación posible, subiendo su promedio.

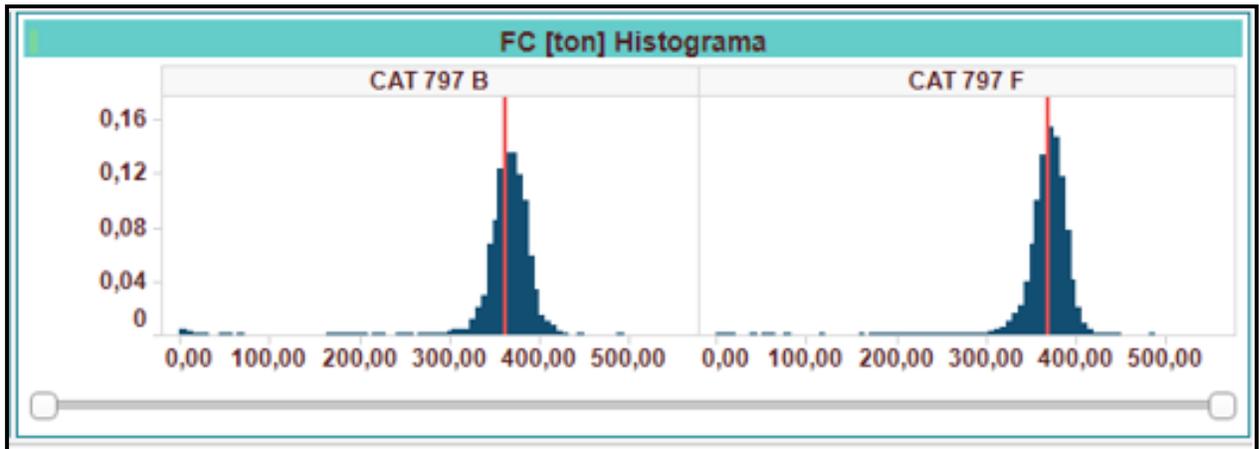


FIGURA 46: HISTOGRAMA - FACTOR DE CARGA
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

3.7.1.1.7. Grupos

Esta ventana muestra los promedios grupales para las condiciones puestas en los filtros, Esto sirve para hacer comparaciones entre los Grupos en los espacios de tiempo definidos, donde lo usual es comparar al Grupo con su contraparte, G1 con G3 y G2 con G4. Estas estadísticas permiten realizar una comparación externa, fuera del mismo Grupo, como sucede con el ranking, y da la posibilidad de encontrar otras oportunidades de mejoras.

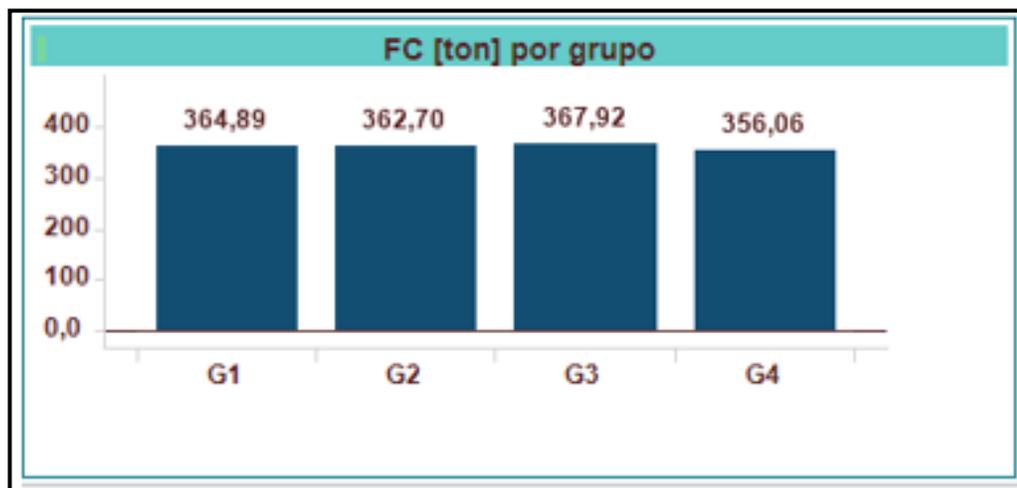


FIGURA 47: GRUPOS - FACTOR DE CARGA
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

3.7.1.2. Tiempo de carguío

En la Figura 48 se muestra la pestaña del KPI tiempo de carguío, la cual funciona de igual manera que la pestaña de factor de carga, en la cual la principal diferencia radica que, en lugar de la ventana del cumplimiento de la carga objetivo se encuentra una ventana con el tiempo de carguío por región, por lo que sólo se explicará en más detalle esta última. Además, como ya se mencionó anteriormente, los filtros están enlazados, por lo que la configuración de esta pestaña es la misma que en la pestaña de factor de carga.



FIGURA 48: KPI CARGUÍO - TIEMPO DE CARGUÍO

1. PESTAÑAS, 2. FILTROS, 3. RANKING OPERADORES, 4. TENDENCIA, 5. GRUPOS, 6. PROMEDIO POR REGIÓN, 7. HISTOGRAMA.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

3.7.1.2.1. Promedio por región

Esta ventana muestra los promedios de los operadores del KPI tiempo de carguío, pero se divide por la región donde se produce el carguío; estas pueden ser las distintas fases de la mina, o material de remanejo en los stocks. Esto sirve para dividir los datos en función del lugar donde se trabaja, ya que al igual que en casos anteriores el tiempo de carguío se ve influenciado por la condición de la frente de carguío, como también del tipo de material que se esté cargando y sus características.

Tiempo Carguío [min] por Región			
Operador Pala	FASE 5	FASE 6	FASE 7
ARIAS CHOQUE FREDDY ORL...	2,32	2,26	3,18
FERNANDEZ ARANCIBIA SER...	1,77	2,17	1,66
MORALES PEREZ RENE ORLA...	2,16	2,37	2,16
RIVERA PINTO RAFAEL EDUA...	-	2,16	2,05
ROJAS DEL SO ADEMIR ALVARO	1,95	2,31	-

FIGURA 49: PROMEDIO POR REGIÓN - TIEMPO DE CARGUÍO
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

3.7.1.3. Rendimiento efectivo

En la Figura 50 se muestra la pestaña del KPI rendimiento efectivo, la cual tiene la misma distribución que la pestaña de tiempo de carguío, y de igual manera que los otros casos, los filtros tienen la misma configuración, con la diferencia que el rendimiento efectivo se calcula para el equipo de carguío, sin importar el tipo de flota de CAEX, por lo que, en la sección de filtros, no aparece el por tipo de flota de CAEX.

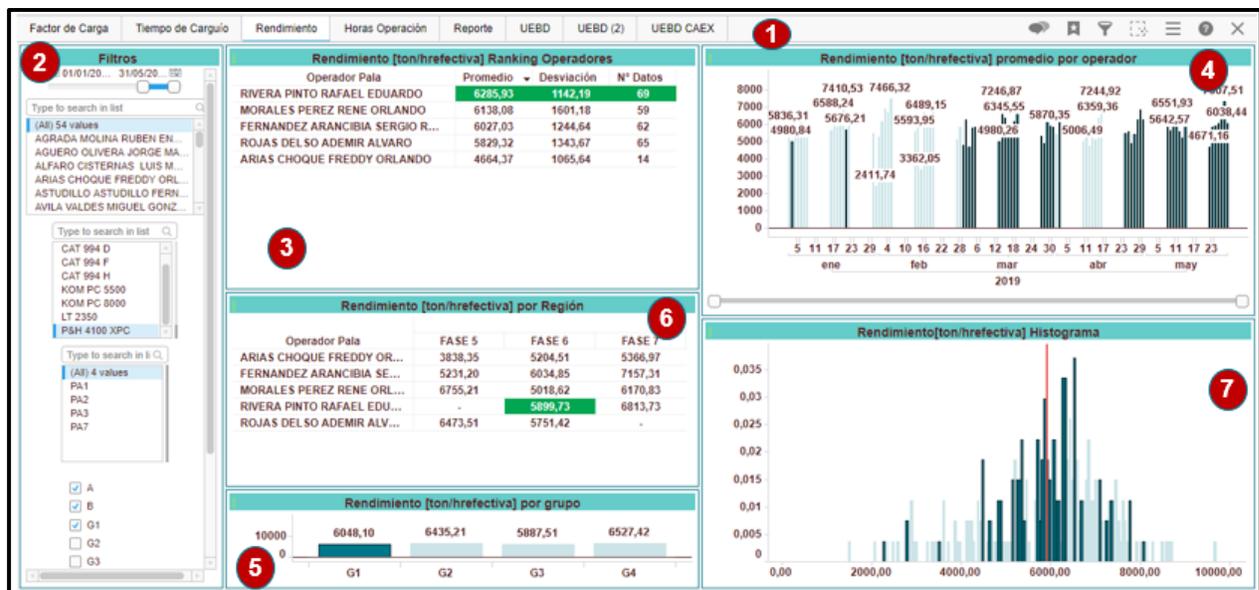


FIGURA 50: KPI CARGUÍO - RENDIMIENTO EFECTIVO
1. PESTAÑAS, 2. FILTROS, 3. RANKING OPERADORES, 4. TENDENCIA, 5. GRUPOS, 6. PROMEDIO POR REGIÓN, 7. HISTOGRAMA.
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

3.7.1.4. Horas operacionales

En la Figura 51 se muestra la pestaña del KPI horas operacionales, la cual solo cuenta con tres ventanas a diferencia del resto. Estas son el filtro, que solo cuenta con el filtro de tiempo y el filtro de Grupo, ya que contabiliza todas las horas operacionales que tiene el operador. De las dos ventanas restantes, la primera genera un ranking con las horas operacionales totales del operador, mientras que la segunda despliega en orden alfabético, la cantidad de horas operacionales que el operador pasa en cada flota de equipo. Este KPI, aunque no es similar a los demás en cuanto a que se puede monitorear en la operación, sirve para saber cuánto ha trabajado un operador en cierto periodo de tiempo y que flota de equipos ha manejado, que ayuda al análisis del resto de los KPI, en especial en operadores de relevo.



FIGURA 51: KPI CARGUÍO - HORAS OPERACIONALES
1. FILTROS, 2. RANKING OPERADORES, 3. HORAS POR EQUIPO, 4. PESTAÑAS
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

3.7.1.5. Reporte Operador

La Figura 52 muestra la pestaña reporte, la cual como indica su nombre, genera un reporte personalizado para el operador, simplemente buscando a dicho operador en la sección de filtros e incluye también el target para los diferentes KPI y equipos. Este reporte cuenta con datos de treinta días anteriores a la generación del reporte, con esto se asegura que se tomen estadísticas de dos turnos, día y noche, del operador. Esto ayuda al momento de querer hablar personalmente con el operador, ya que Spotfire cuenta con la característica de poder guardar en formato PDF las pestañas de sus

archivos, con lo que se pueden imprimir estas estadísticas y mostrarlas en papel. En particular esta pestaña se encuentra también en otro archivo que solo contiene esta pestaña, en caso de que solo se requieran ver estos reportes.

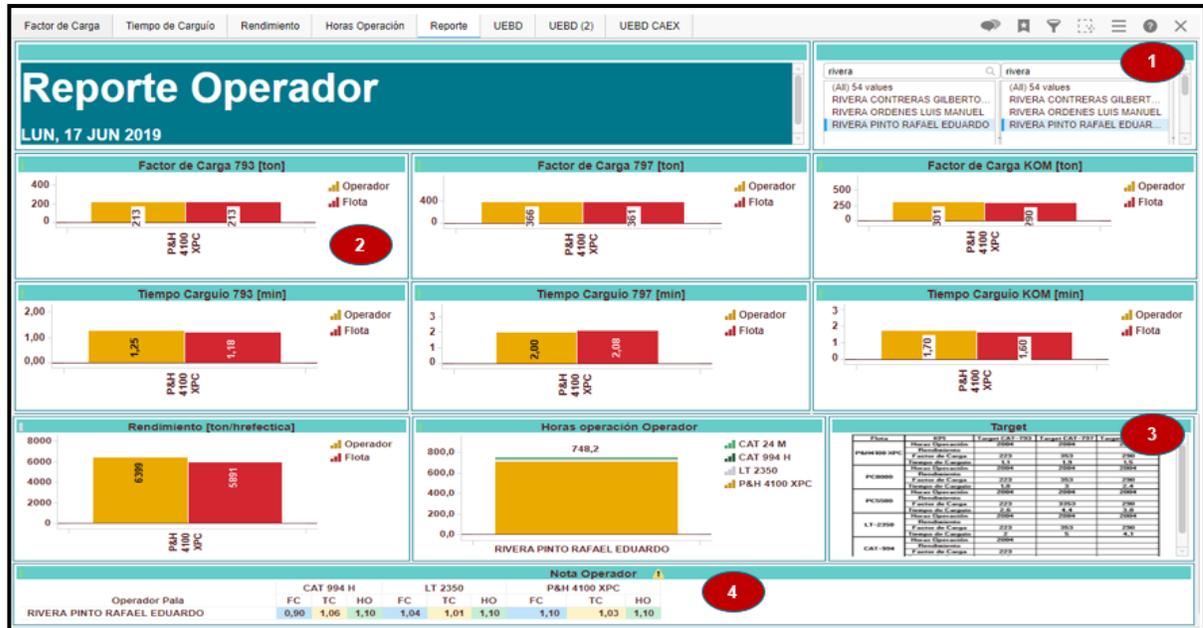


FIGURA 52: KPI CARGUÍO - REPORTE OPERADOR
1. FILTROS, 2. ESTADÍSTICAS REPORTE, 3. TARGETS, 4. NOTA OPERADOR.
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

3.7.1.5.1. Estadísticas reporte

En el reporte se muestra, para el operador seleccionado, el factor de carga, tiempo de carguío, rendimiento efectivo y horas operacionales. En el eje de las abscisas de cada gráfico se muestra el equipo de carguío utilizado para cargar a la flota CAEX que corresponda a la ventana. La barra roja corresponde al promedio de todos los operadores, mientras que la barra amarilla muestra el promedio del operador seleccionado. Estos datos consideran treinta días hacia atrás, como ya se mencionó, salvo las horas operacionales que es un acumulado de lo que va del año. En la imagen se muestra que Rivera se demora en cargar un CAT 797, 2 [min], mientras que el promedio de todos los operadores 2,08 [min], utilizando la P&H 4100 XPC.

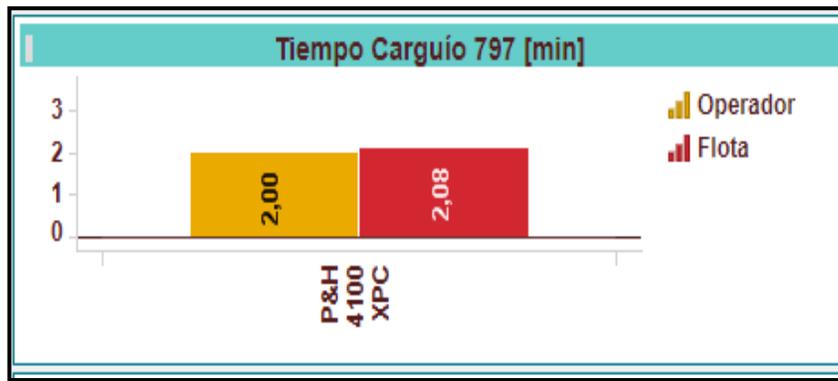


FIGURA 53: TIEMPO DE CARGUÍO CAT 797 OPERADOR-FLOTA
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

3.7.1.5.2. Nota operador

Se muestra en la Figura 54, la nota acumulada durante el año del operador por equipo de carguío operado. Esta varía entre un 0,9 y un 1,1 y se conforma según el promedio que obtenga el operador en factor de carga, tiempo de carguío y horas operacionales respecto al resto de los operadores. Por ejemplo, para el factor de carga, se calcula el promedio del operador manejando la P&H 4100 cargando a cada una de las flotas CAT 793, CAT 797 y KOM 930 E, luego para cada una de las flotas se calcula su posición con respecto al resto. Si fuera el mejor promedio para la flota CAT 793 obtendría un 1,1, pero si en las otras dos flotas está cerca del promedio obtendría un 1,0 en cada una, luego estos tres números se promedian para dar la nota del operador en factor de carga utilizando la P&H 4100 XPC, en este caso $(1,1+1+1) / 3 = 1,03$. En el caso de las horas operacionales, se calcula la totalidad de horas operacionales en todos los equipos y luego se sigue el mismo procedimiento anterior, de ahí a que la nota de horas operacionales sea la misma para todos los equipos.

Operador Pala	Nota Operador								
	CAT 994 H			LT 2350			P&H 4100 XPC		
	FC	TC	HO	FC	TC	HO	FC	TC	HO
RIVERA PINTO RAFAEL EDUARDO	0,90	1,06	1,10	1,04	1,01	1,10	1,10	1,03	1,10

FIGURA 54: NOTA OPERADOR
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

3.7.1.6. Utilización

En la Figura 55, Figura 56 y Figura 57 se muestran las pestañas de los KPI de utilización en base a la disponibilidad (UEBD) para todas las flotas de equipos de carguío y todas las flotas de CAEX. Estas muestran la UEBD diaria para cada equipo, en forma de tendencia (1), y también muestra para el tiempo,

Grupo y turno definido en la sección de filtros, el promedio de la UEBD de los equipos (2).

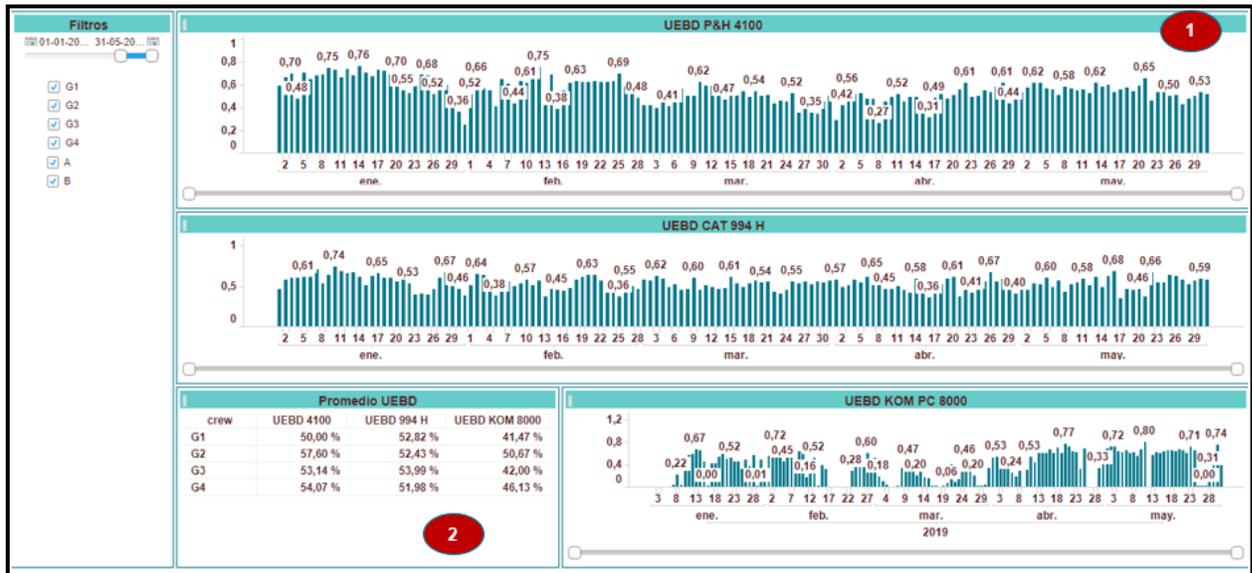


FIGURA 55: KPI CARGUÍO - UEBD CARGUÍO 1
1. TENDENCIA, 2. PROMEDIO.
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

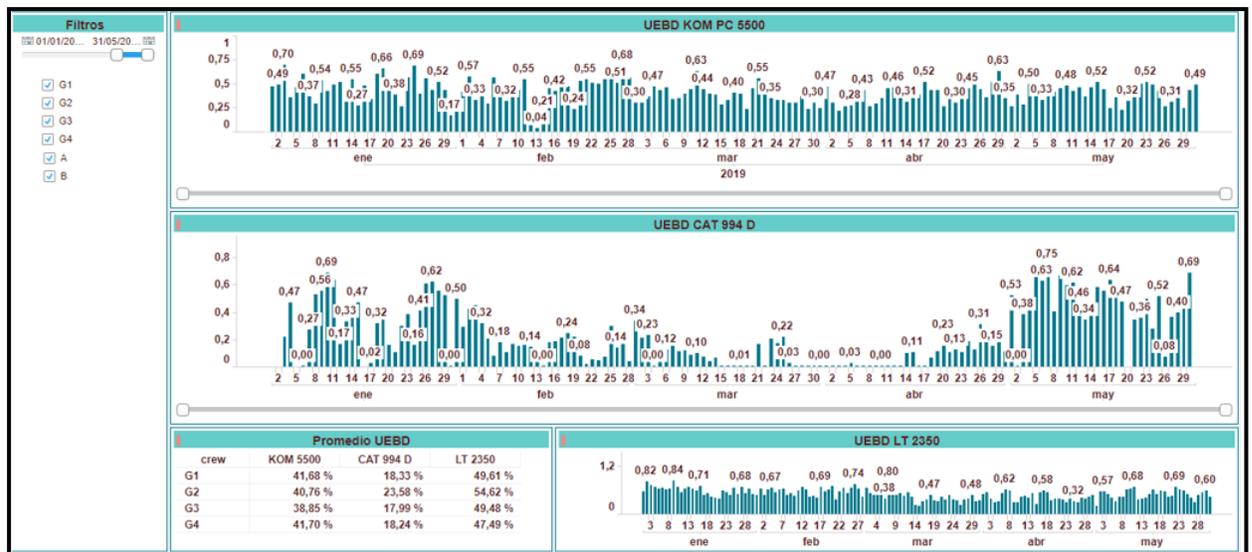


FIGURA 56: KPI CARGUÍO - UEBD CARGUÍO 2
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

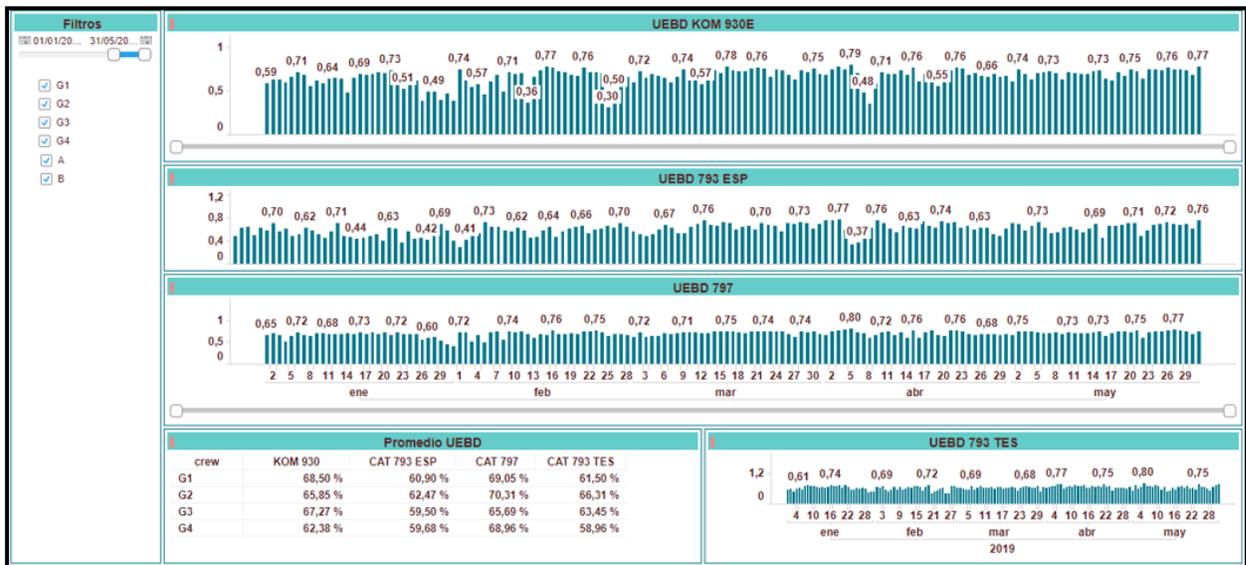


FIGURA 57: KPI CARGUÍO - UEBD CAEX
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

3.7.2. KPI Carguío Mobile

Este archivo contiene exactamente las mismas pestañas que el archivo KPI Carguío, salvo la pestaña de reporte, pero a diferencia de la anterior, esta es una versión ligera. Esto se refiere a que es de carga rápida, para poder utilizar en terreno, es por esta razón que esta versión contiene solo datos de los últimos treinta días, haciendo que al abrir el archivo desde el celular (más detalles de cómo se abren estos archivos en la sección de difusión) sólo tarde unos segundos.

Como se muestra en la Figura 58, las ventanas de las diferentes ventanas están dispuestas para poder verse desde el celular.



FIGURA 58: KPI CARGUÍO MOBILE - TIEMPO DE CARGUÍO
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

3.7.3. KPI Transporte

A continuación, se muestra el contenido del archivo KPI Transporte, en donde como ejemplo, al igual que en la sección de KPI Carguío, se utiliza la configuración de filtros para mostrar las estadísticas del Grupo 1 en el mismo rango de fechas. Es importante también mencionar que los operadores que se incluyen en este archivo son solo los operadores de transporte, no incluye a los relevos.

3.7.3.1. Velocidad

En la Figura 59 se muestra la interfaz de los KPI de los operadores de transporte, donde el número (1) muestra el sector donde se encuentran las pestañas que contiene este archivo, en particular en esta figura se muestra la pestaña correspondiente al KPI velocidad.

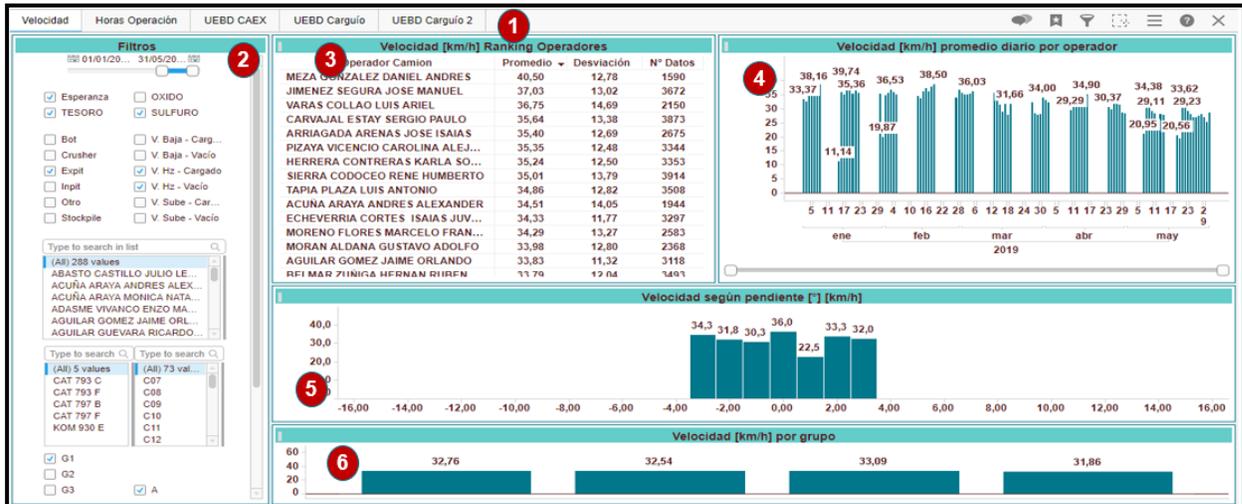


FIGURA 59: KPI TRANSPORTE – VELOCIDAD
1. PESTAÑAS, 2. FILTROS, 3. RANKING OPERADORES, 4. TENDENCIA, 5. VELOCIDAD POR PENDIENTE, 6. GRUPOS.
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

3.7.3.1.1. Pestañas

Pestañas del archivo KPI Transporte que contiene el archivo de la interfaz para los KPI de operadores de transporte, estas incluyen la velocidad y horas operación. También se cuenta, al igual que en el caso anterior, con las tres pestañas para ver la utilización de los equipos, tanto de equipos de carguío como de transporte.

Los datos están disponibles desde el año 2017 para el KPI de horas operacionales y desde el 2019 para el KPI velocidad. Esto último debido a que por la gran cantidad de datos que se producen sobre la velocidad, el tiempo de carga del archivo es demasiado alto, y en particular para este KPI, que se ve afectado por la evolución de los caminos de la mina, tener datos del último año es suficiente.

3.7.3.1.2. Filtros

Es la parte más esencial de la interfaz; en esta ventana se selecciona lo que se desea observar en la interfaz, y de acuerdo a esto cambian todas las demás

ventanas desplegadas. Además, de forma de hacer más rápido el uso de la interfaz, los filtros que se encuentran en las diferentes pestañas están enlazados, de forma que al elegir una configuración en la pestaña de velocidad (o cualquier otra), la misma configuración afectará al resto de las ventanas desplegadas.

En la ventana de filtros de la pestaña de velocidad se puede seleccionar lo siguiente:

- **Filtro de tiempo:** Se selecciona las fechas entre las cuales se desean observar los datos.
- **Filtro de región:** Se selecciona la región correspondiente a los rajos, Esperanza y Tesoro, por la cual transitan los CAEX.
- **Filtro de procedencia:** Se selecciona la procedencia de los operadores de acuerdo a qué rajo pertenecen, sulfuro para los de operadores de Esperanza y óxido para los operadores de Tesoro.
- **Filtro de zonas:** Se selecciona la zona de la región para la cual se quieren ver las velocidades, sea en el botadero, chancado, fuera del rajo (Expit), dentro del rajo (Inpit), stocks u otros.
- **Filtro de velocidades:** Se selecciona el tipo de velocidad que se desea visualizar, las que se dividen en velocidad en bajada, horizontal o subida, estando cargado o vacío.
- **Filtro de operador:** Se selecciona al operador del cual se requiere ver sus datos, de colocar todos los operadores de genera el promedio de todos, lo mismo pasa para los demás filtros.
- **Filtro de flota de CAEX:** Se selecciona la flota de equipos de transporte del cual se requiera ver sus velocidades.
- **Filtro de equipo de transporte:** Se selecciona al equipo individual de transporte que se requiere ver.
- **Filtro de Grupo:** Se selecciona el Grupo de trabajo que se desee observar.
- **Filtro de turno:** Se selecciona el turno, día, noche o ambos que se quiera ver.

En la Figura 60 se muestra que el filtro está dispuesto para mostrar datos desde 01/01/2019 al 31/05/2019, para ver a todos los operadores que operan todas las flotas de CAEX, que transitan por la región del rajo Esperanza y Tesoro, mostrando solo a los operadores que trabajan en el rajo Esperanza,

para el Grupo 1, en turno día y noche, mostrando las velocidades horizontales cargado y vacío.

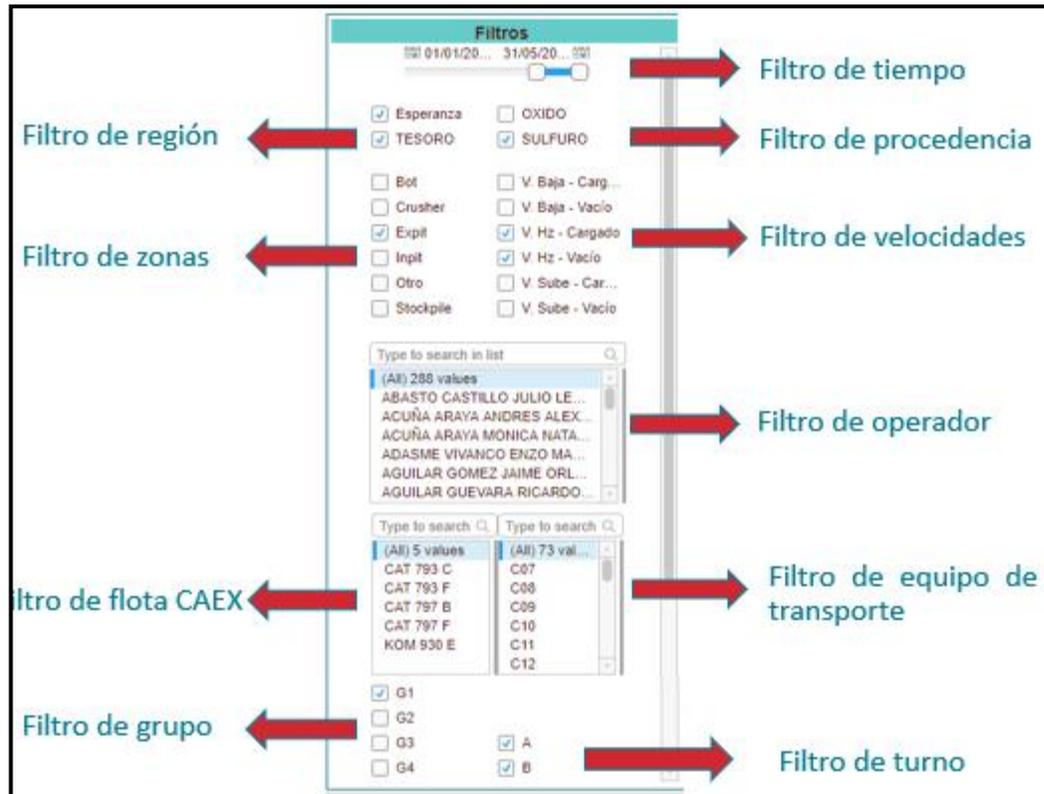


FIGURA 60: KPI TRANSPORTE – FILTROS
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

3.7.3.1.3. Ranking operadores

Esta ventana muestra el listado de operadores con su correspondiente KPI, en este caso la velocidad, para las condiciones establecidas en los filtros. Estos están ordenados de mayor a menor, generando un ranking de operadores de transporte.

Además, se incorpora la desviación de los datos que generan el valor mostrado y además se incluye el número de datos utilizados. Esto último sirve para ver a quien tomar en cuenta en caso de querer seleccionar a los operadores con mayores o menores velocidades, porque sucede en algunos casos, que ciertos operadores operan un CAEX por muy poco tiempo o simplemente para moverlos a otro lugar, haciendo que queden con una velocidad muy baja o alta, cosa que no sería representativa o equiparable con los demás operadores.

Velocidad [km/h] Ranking Operadores			
Operador Camion	Promedio ▼	Desviación	Nº Datos
MEZA GONZALEZ DANIEL ANDRES	40,50	12,78	1590
JIMENEZ SEGURA JOSE MANUEL	37,03	13,02	3672
VARAS COLLAO LUIS ARIEL	36,75	14,69	2150
CARVAJAL ESTAY SERGIO PAULO	35,64	13,38	3873
ARRIAGADA ARENAS JOSE ISAIAS	35,40	12,69	2675
PIZAYA VICENCIO CAROLINA ALEJ...	35,35	12,48	3344
HERRERA CONTRERAS KARLA SO...	35,24	12,50	3353
SIERRA CODOCEO RENE HUMBERTO	35,01	13,79	3914
TAPIA PLAZA LUIS ANTONIO	34,86	12,82	3508
ACUÑA ARAYA ANDRES ALEXANDER	34,51	14,05	1944
ECHEVERRIA CORTES ISAIAS JUV...	34,33	11,77	3297
MORENO FLORES MARCELO FRAN...	34,29	13,27	2583
MORAN ALDANA GUSTAVO ADOLFO	33,98	12,80	2368
AGUILAR GOMEZ JAIME ORLANDO	33,83	11,32	3118

FIGURA 61: RANKING OPERADORES – VELOCIDAD
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

3.7.3.1.4. Tendencia

Esta ventana muestra la tendencia diaria de la velocidad en el espacio de tiempo definido en los filtros para los operadores, donde de igual manera que en el resto de las ventanas, se afecta por el filtro de operadores. De esta manera, se puede observar la evolución en el tiempo de un operador, o de todos los operadores para ver la evolución del Grupo.

La tendencia ayuda a ver la evolución en el tiempo del KPI, y como se muestra en la Figura 62, la tendencia ha ido a la baja, por el tema explicado en la sección de validación de datos.

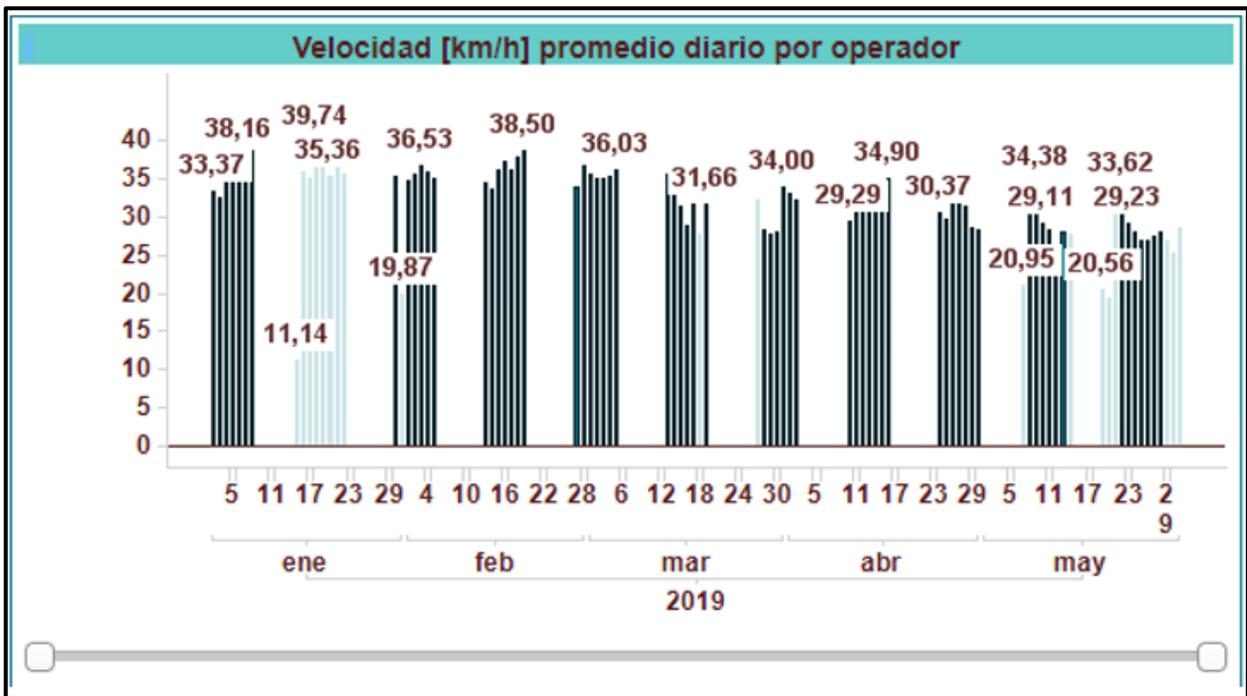


FIGURA 62: TENDENCIA – VELOCIDAD
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

3.7.3.1.5. Velocidad por pendiente

Esta ventana muestra el promedio de la velocidad para las condiciones establecidas en los filtros por % de pendiente de los tramos que recorren los CAEX. Ya que el filtro está configurado para mostrar velocidades horizontales cargados o vacíos, las velocidades que muestra la figura corresponden a las que están dentro del rango [-3,3] %.

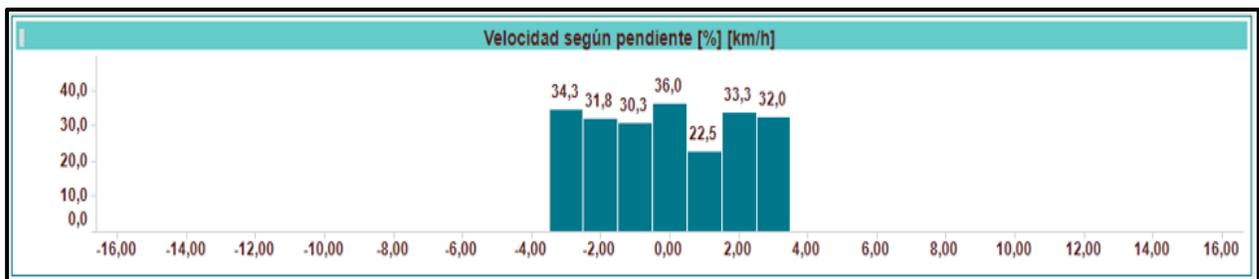


FIGURA 63: VELOCIDAD POR PENDIENTE – VELOCIDAD
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

3.7.3.1.6. Grupos

Esta ventana muestra los promedios de las velocidades grupales para las condiciones puestas en los filtros. Esto sirve para hacer comparaciones entre los Grupos en los espacios de tiempo definidos. Estas estadísticas permiten realizar una comparación externa, fuera del mismo Grupo, como sucede con el ranking, y da la posibilidad de encontrar otras oportunidades de mejoras.



FIGURA 64: GRUPOS – VELOCIDAD
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

3.7.3.2. Horas operacionales

En la Figura 65 se muestra la pestaña del KPI horas operacionales, que es similar igual a la mostrada para el archivo KPI Carguío con la excepción de que los operadores que aparecen, al igual que en el resto de las ventanas, son sólo de transporte, de los cuales aparecen las horas operacionales totales y por equipo manejado.

Filtros		Horas Operacionales Totales		Horas Operacionales por Equipo		
<input checked="" type="checkbox"/> G1 <input type="checkbox"/> G2 <input type="checkbox"/> G3 <input type="checkbox"/> G4		Operador Camion Sum(horas)	Operador Camion fleet Sum(horas)			
		SIERRA CODOCEO RENE HUMBERTO 757,15	ANDRES CAT 797 F 259,34			
		CARVAJAL ESTAY SERGIO PAULO 754,33	CAT 797 B 86,90			
		ARAYA SALGADO SERGIO ALFREDO 745,64	ARAYA SALGADO SERGIO ALFREDO CAT 24 M 394,55			
		LETELIER ZAVALA RONALD CRISTIAN 744,36	CAT 793 F 317,31			
		TAPIA PLAZA LUIS ANTONIO 737,01	CAT 793 C 36,77			
		ROJAS VARGAS ALICIA GUILLERMINA 716,00	ARRIAGADA ARENAS JOSE ISAIAS KOM 930 E 329,68			
		AHUMADA PINTO FABRICIO AUGUSTO 715,61	CAT 797 F 115,66			
		HERRERA CONTRERAS KARLA SOLANGE 701,45	CAT 797 B 72,07			
		HEVIA OSTOJIC ZLATKO MLADEN 698,09	CAT D11 R 42,62			
		VEGA LIZAMA JAVIER ALEJANDRO 693,35	CAT D10 T 31,60			
		CARMONA PIZARRO JAIME PATRICIO 693,20	CAT D11 T 13,05			
		MONTROYA UGARTE YOANY ANDRES 686,74	ARTEAGA MENESES RODRIGO ANTONIO CAT 793 C 580,70			
		VILLARROEL PLAZA MICHAEL GERARDO 683,97	CAT 793 F 49,25			
		CASTRO HUERTA JESSICA JACKELIN 683,96	AYAN ACUNA PATRICIO SEGUNDO CAT 797 F 288,20			
		BELMAR ZUNIGA HERNAN RUBEN 682,24	CAT 797 B 219,03			
		MANSILLA NEIRA ALONSO ENRIQUE 675,67	BARRAZA ARABACH MITZI VANESSA CAT 797 F 260,32			
		MAMANI TICONA ARACELY ALDE 670,42	CAT 793 C 244,82			
		ECHEVERRIA CORTES ISAIAS JUVE SI 669,39	CAT 793 F 117,80			
		FLORES VASQUEZ KATHERINE LISSETT 654,71	CAT 797 B 15,06			
		GONZALEZ TEJERINA YELDA LORETO 650,60	BELMAR ZUNIGA HERNAN RUBEN CAT 797 F 346,92			
		HERNANDEZ BARAHONA MARIO EMILIO 648,38	KOM 930 E 219,86			
		JORQUERA SANTANDER ANA CAROLINA 646,41	CAT 797 B 115,47			
		PIZAYA VICENCIO CAROLINA ALEJANDRA 645,00	BRAVO CASTRO MIGUEL ANGEL CAT 793 F 511,49			
		VERGARA SANCHEZ OSCAR ABRAHAM 638,73	CAT 793 C 74,42			
		BARRAZA ARABACH MITZI VANESSA 637,99	BUSTAMANTE CACERES ORLANDO ANTONIO KOM 930 E 389,26			
		JIMENEZ SEGURA JOSE MANUEL 637,79	CAT 797 F 98,57			
		CASTRO CASTRO LUIS IVAN 634,06	CAT 793 C 64,86			
		ARTEAGA MENESES RODRIGO ANTONIO 629,94	CAT 793 F 57,35			
		ARANIBAR ALBAYAY CLAUDIO ANDRES 628,95	CAT 797 B 2,15			
		CARMONA IBACACHE AMABLE LIVAN 622,16	CAT 797 F 549,36			

FIGURA 65: KPI TRANSPORTE – HORAS OPERACIONALES
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

3.7.4. KPI Transporte Mobile

Este archivo contiene exactamente las mismas pestañas que el archivo KPI Transporte, pero esta es una versión ligera y contiene solo datos de los últimos treinta días, haciendo que al abrir el archivo desde el celular sea más rápido.

Como se muestra en la Figura 66, las ventanas de las diferentes pestañas están dispuestas para poder verse desde el celular.



FIGURA 66: KPI TRANSPORTE MOBILE – VELOCIDAD
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

3.8. Difusión de la interfaz

Luego de terminada la interfaz, hay que hacérsela llegar a las partes interesadas, quienes son los Jefes de Turno y los Instructores mina de todos los Grupos. Esto se puede lograr fácilmente por una característica que posee el software Spotfire, la cual es que los archivos trabajados en este software pueden guardarse tanto en el escritorio del computador del que se trabaja como en una librería online. Los archivos generados en el escritorio requieren tener el software instalado en el computador de la persona que quiera abrirlo, pero a aquel guardado en la librería online se puede acceder por cualquier persona mediante un enlace desde el navegador de internet, siempre y cuando se esté conectado al internet a través de la red de la empresa.

Contando con el método anterior de difusión, se hizo entrega del link de acceso para los archivos de la interfaz; pero solo con hacer esto la implementación de la interfaz no funcionaría, por muy intuitiva y fácil de usar que se haya diseñado la interfaz, ya que es algo completamente nuevo para las personas a las que se le hace la entrega. Por esto, luego de hacer entrega del link, se agendan reuniones para la presentación de la interfaz, y además se realizan capacitaciones para enseñar cómo se utiliza.

Luego de realizadas las capacitaciones y que las personas tengan las nociones básicas de su uso, se hace entrega de un manual de usuario, el cual se encuentra en la sección de Anexos C, en el cual pueden consultar nuevamente lo dicho en la capacitación. En este manual se incluye como esta iniciativa se alinea con la estrategia de la compañía, una breve introducción de los KPI y el software que se utiliza, cómo se accede a la interfaz mediante el computador o el celular y la explicación correspondiente de cada archivo.

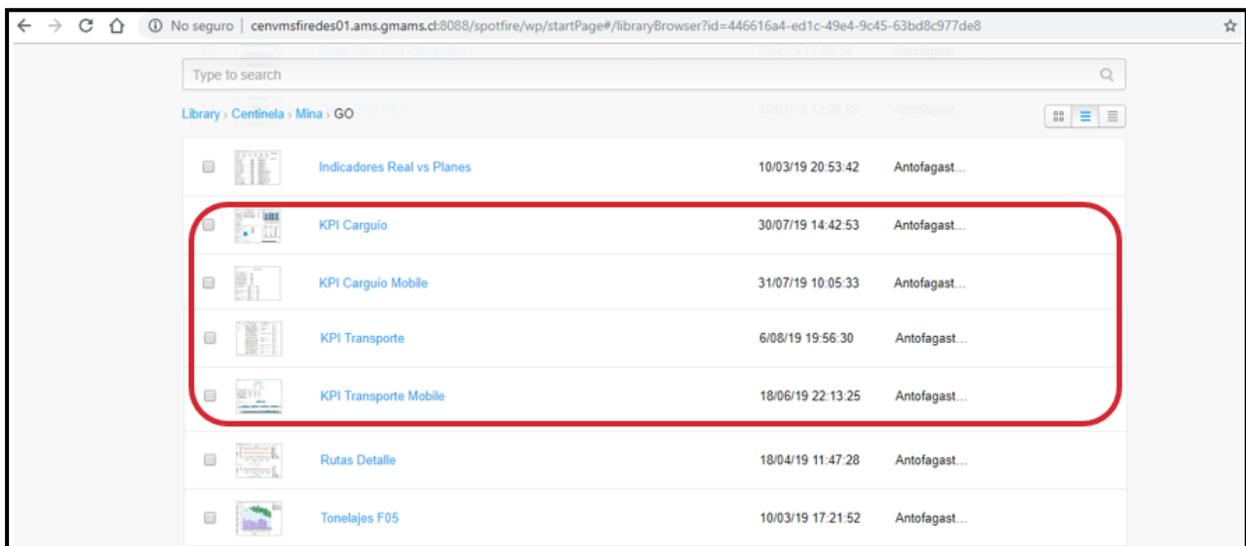


FIGURA 67: ARCHIVOS DE INTERFAZ
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

3.9. Plan de trabajo

En la Superintendencia de Carguío y Transporte se está en un proceso de trabajo fuerte con los operadores, dentro del cual la interfaz confeccionada es una parte fundamental.

Como parte de este proceso se realizaron presentaciones en las cuales se abarcan diversos tópicos, los cuales apuntan a la mejora de los diversos KPI. Se realizó una presentación por cada Grupo, a la cual asistieron los operadores, los Jefes de Turno, Despachadores y Superintendentes. Esta presentación es dictada por el Gerente de Operaciones Mina.



FIGURA 68: PRESENTACIÓN REALIZADA A OPERADORES
FUENTE: GERENCIA OPERACIONES MINA

Uno de los puntos importantes del trabajo que se realiza con los operadores y que se recalca de manera constante a lo largo de las presentaciones, es que, aunque se quiere que se mejore en términos de KPI de la operación, nunca se debe hacer pasando a llevar la seguridad de las personas; todo debe hacerse según las regulaciones establecidas con el principio de que lo más importante es la seguridad.

La presentación abarcó los siguientes temas:

Marco estratégico de la compañía: Se explica el marco estratégico de AMSA, sus pilares estratégicos para cumplir la visión de la compañía y como uno de estos pilares fundamentales son las personas. El objetivo de esta sección es motivar al operador, mostrándole que es una parte importante para cumplir con la visión de la empresa.

Accidentes: Se habla sobre los accidentes con alto potencial de riesgo que han ocurrido a lo largo del año, donde se recalca que la seguridad de los operadores es lo primordial. También se comentan los daños ocurridos a los

equipos y las consecuencias que esto conlleva, ya que se espera que no se repitan accidentes de esta índole.

Neumáticos: Se habla sobre la gran cantidad de neumáticos que se han dado de baja a lo largo del año, esto para que los conductores de CAEX sean más cuidadosos al manejar y se reporten los derrames de manera oportuna, ya que podría llevar a la ocurrencia de accidentes.

Smartcap: Se habla sobre la utilización del sistema Smartcap, una banda que reporta la somnolencia de los operadores de CAEX. Otra de las medidas de seguridad para la operación.

Futuro: Se habla sobre el cobre fino movido en el año, cómo se compara con lo presupuestado y cómo se verá afectado el futuro de Centinela con respecto a las leyes que habrá en los próximos años, dando énfasis en que se debe aumentar el material movido, abaratar costos y como los operadores juegan un rol fundamental.

KPI: Se muestran los KPI de los operadores obtenidos de enero a mayo.

Los datos de las estadísticas de los KPI que se muestran en la presentación fueron extraídos de la interfaz confeccionada, y entre estos se encuentra el factor de carga, la velocidad y el rendimiento efectivo, en donde se comparan a los cuatro Grupos entre ellos y con el target establecido. Los gráficos que se muestran a continuación corresponden a los mostrados en la presentación, en este caso a la realizada a los operadores del rajo Esperanza.

La Figura 69 muestra el factor de carga y las sub cargas de la flota CAT 793 de Esperanza, en donde ningún Grupo cumple con el target, y se tiene un gran porcentaje de sub cargas, por lo cual se tiene una gran oportunidad de mejora en este punto.

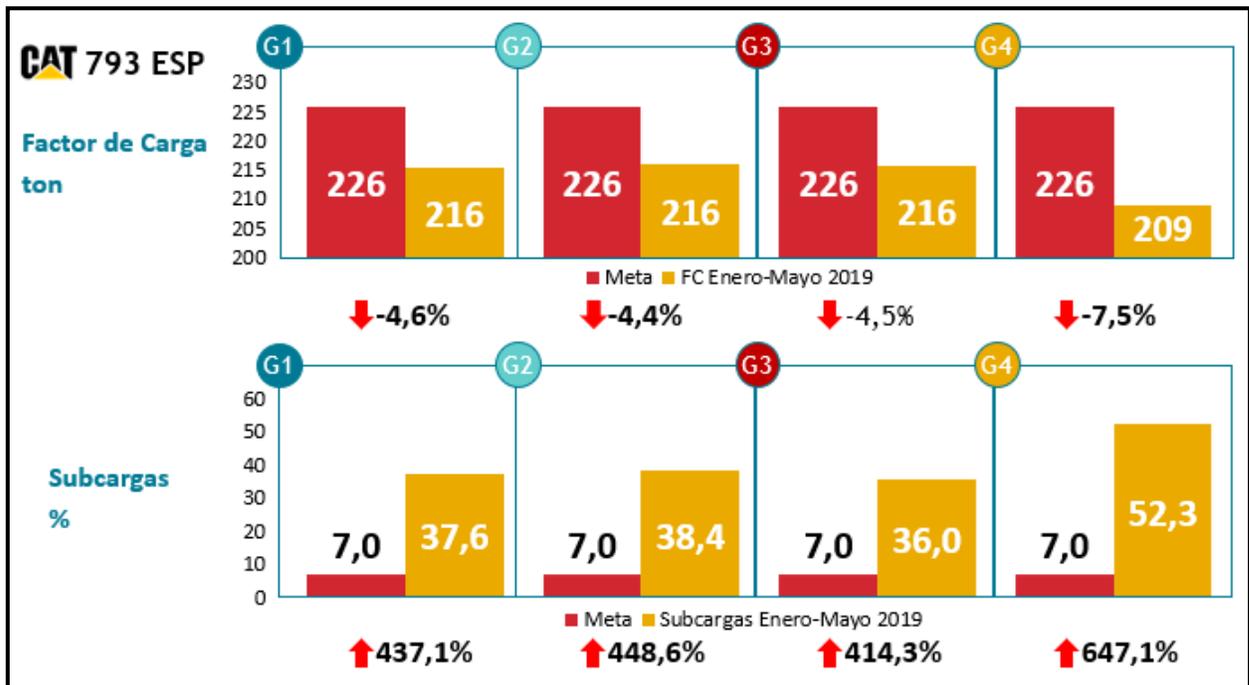


FIGURA 69: ESTADÍSTICA FACTOR DE CARGA CAT 793 ESP GRUPAL ENERO-MAYO 2019
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

La Figura 70 muestra el factor de carga y las sub cargas de la flota CAT 797 de Esperanza, en donde todos los Grupos, salvo el Grupo 4, cumplen con el target, el cual a su vez tiene un gran porcentaje de sub cargas, esto supone otra oportunidad de mejora, ya que esta es la flota más grande y numerosa de Esperanza.

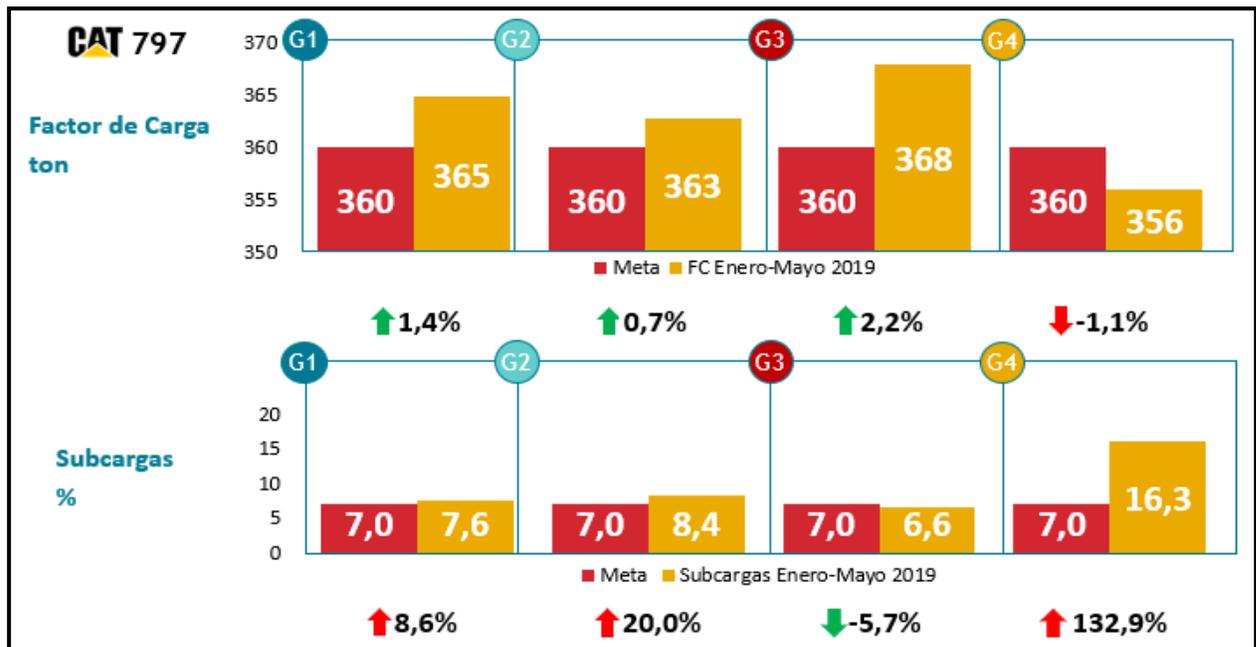


FIGURA 70: ESTADÍSTICA FACTOR DE CARGA CAT 797 GRUPAL ENERO-MAYO 2019
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

La Figura 71 muestra un ranking de velocidades de los operadores del Grupo 4 de Esperanza, donde cada barra corresponde a un operador, generando un perfil de velocidades del Grupo, donde se observa que mientras hay operadores que logran alcanzar velocidades sobre los 32 [km/h], también los hay que no llegan a los 30 [km/h].

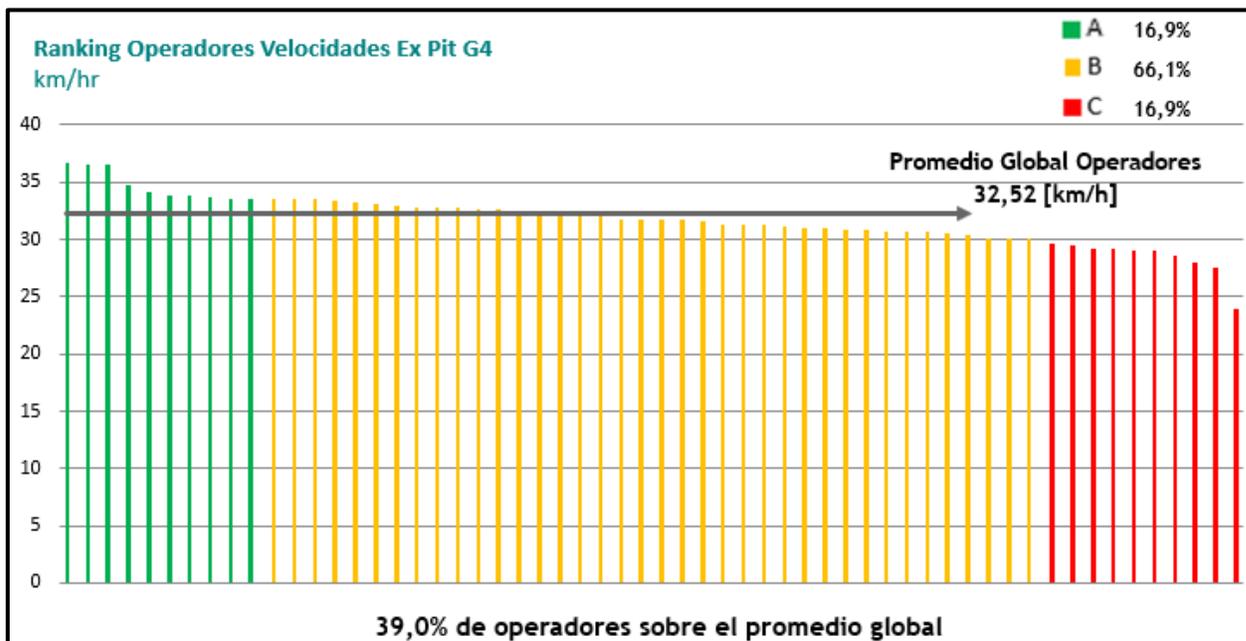


FIGURA 71: RANKING OPERADORES VELOCIDADES EXPIT G4 ENERO-MAYO 2019
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Entonces, se parte la presentación haciendo sentir parte de la empresa a los operadores, se recalca la importancia de su seguridad y que es la prioridad, y luego se menciona la importancia de su labor en el futuro de la compañía. Recién después de todo lo anterior, se comienza a hablar sobre los distintos KPI, ya que es importante que se mejoren los KPI, pero siempre resguardando la seguridad de las personas y preservando la integridad de los equipos; esto último puesto que todos los equipos están presupuestados para trabajar, y tenerlos fuera de servicio provoca pérdidas y retrasos en los planes.

Durante las presentaciones se dio a conocer que se iba a comenzar a trabajar con los operadores, de forma de mejorar sus rendimientos en los KPI, donde se encuentren las mayores oportunidades de mejoras de manera constante. Es por lo anterior que se elabora un plan de trabajo para instruir a los operadores de carguío y transporte con mayores oportunidades de mejoras del rajo Esperanza, con los Jefes de Turno como jefes del proceso e Instructores trabajando con los operadores.

Los operadores por instruir se escogen con datos de sus KPI del turno noche y día anterior, para trabajar con ellos en el turno noche y día actual. La instrucción abarca dos turnos, para poder tener estadísticas tanto de noche como de día. Se parte la instrucción en el turno noche, y en el siguiente turno día, el Jefe de Turno y el Instructor presentan los resultados de su trabajo con los operadores, cómo mejoraron con quienes trabajaron y los que no mejoraron, por qué no lo hicieron. En la Figura 72 y la Figura 73 se puede observar de mejor manera lo explicado.

Los operadores por instruir incluyen:

- 10 operadores con velocidades Expit horizontales más bajas.
- 2 operadores de P&H 4100 XPC con factor de carga más bajo en flota CAT 793 y 2 más en la flota CAT 797.
- 2 operadores de P&H 4100 XPC con rendimiento efectivo más bajo.

Los instructores en turno día deben generar un reporte que contenga la lista de los operadores a instruir para el turno de noche entrante, antes de que estos ingresen, y enviársela al Jefe de Turno e Instructor entrante, para que al llegar ya tengan en mano con qué operadores deben trabajar.

La presentación de resultados del trabajo realizado se presenta todos los días martes en que el Grupo esté de turno día (1 reunión al mes por Grupo), en una reunión en la que se cuenta con 15 minutos para presentar frente a los Superintendentes y el Gerente de Operaciones Mina.

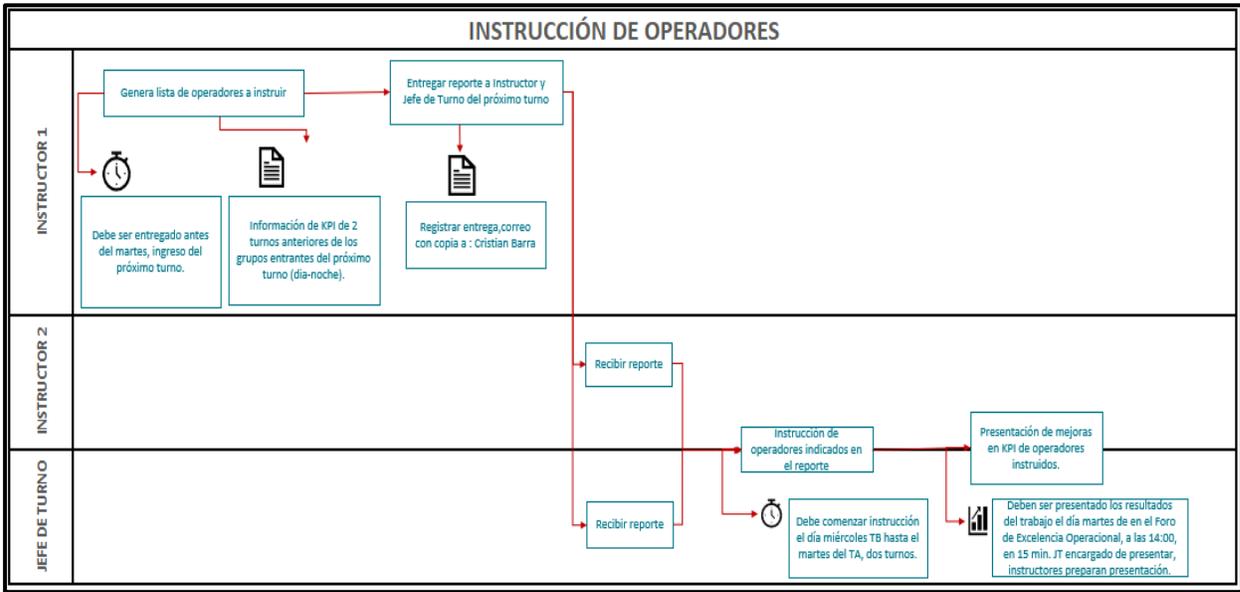


FIGURA 72: FLUJOGRAMA PROCESO DE INSTRUCCIÓN DE OPERADORES
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Semana	Fecha	Turno Día								Turno Noche
1	15/05-21/05	G2	Miercoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	Martes	G4
2	22/05-28/05	G3	Miercoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	Martes	G1
3	29/05-04/06	G4	Miercoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	Martes	G2
4	05/06-11/06	G1	Miercoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	Martes	G3
5	12/06-18/06	G2	Miercoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	Martes	G4
6	19/06-25/06	G3	Miercoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	Martes	G1
7	26/06-02/07	G4	Miercoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	Martes	G2
8 - Semana Actual	03/07-09/07	G1	Miercoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	Martes	G3
9	10/07-16/07	G2	Miercoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	Martes	G4
10	17/07-23/07	G3	Miercoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	Martes	G1
11	24/07-30/07	G4	Miercoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	Martes	G2
12	31/07- 06/08	G1	Miercoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	Martes	G3
13	07/08-13/08	G2	Miercoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	Martes	G4
14	14/08-20/08	G3	Miercoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	Martes	G1

 Rango de datos de turno previo a presentar Día de Presentación, todos los martes Grupo en turno día
 Rango de datos actuales a presentar

FIGURA 73: EJEMPLO DE CALENDARIO PROCESO DE INSTRUCCIÓN OPERADORES
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

A continuación, se muestran los gráficos contenidos en la primera presentación de los resultados de la instrucción de operadores desde que fue implementada la interfaz, los cuales pertenecen al trabajo realizado por el Grupo 2 del rajo Esperanza, el resto de los Grupos está en la sección de Anexos D.

En la Figura 74, se muestra la tendencia mensual de velocidades del Grupo 2, en el cual se despliega el promedio del Grupo, la velocidad más baja y la velocidad más alta para tener mediciones de la evolución del Grupo, y también se muestra el promedio del mejor Grupo de lo que va del 2019, para tener una medida externa al Grupo. En este gráfico se lleva la tendencia hasta antes de los últimos dos meses, donde estos se ven representados por cuadrados, similar a un boxplot que muestra el mínimo, promedio y máximo de ese periodo. El primer cuadrado representa el caso base, de donde se saca la lista de operadores a instruir y con el que se compara el segundo cuadrado, que muestra los resultados de la instrucción de los turnos día y noche actual. En el gráfico se puede ver cómo subió el promedio del Grupo comparado con el periodo anterior. En la siguiente parte de la figura se muestran a los diez operadores de CAEX que fueron instruidos en el periodo, de los cuales diez de diez subieron sus velocidades.

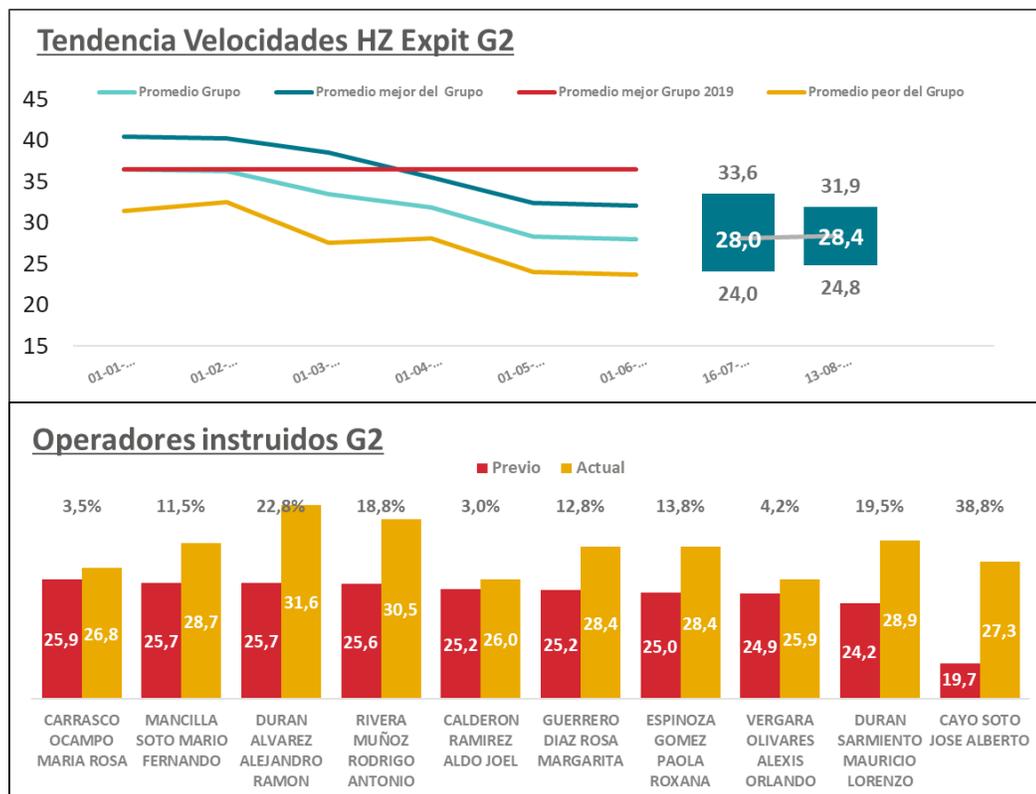


FIGURA 74: INSTRUCCIÓN OPERADORES G2 – VELOCIDADES
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

El Figura 75 sigue el mismo formato que la figura de las velocidades. En este caso se muestra el factor de carga de las palas eléctricas cargando a la flota CAT 797, donde se trabaja con dos operadores, y como se muestra, ambos presentaron mejoras, pero más importante aún, desde junio su tendencia se dispara y este es el periodo donde se comenzó con el trabajo con los operadores, mostrando los resultados de la labor realizada.

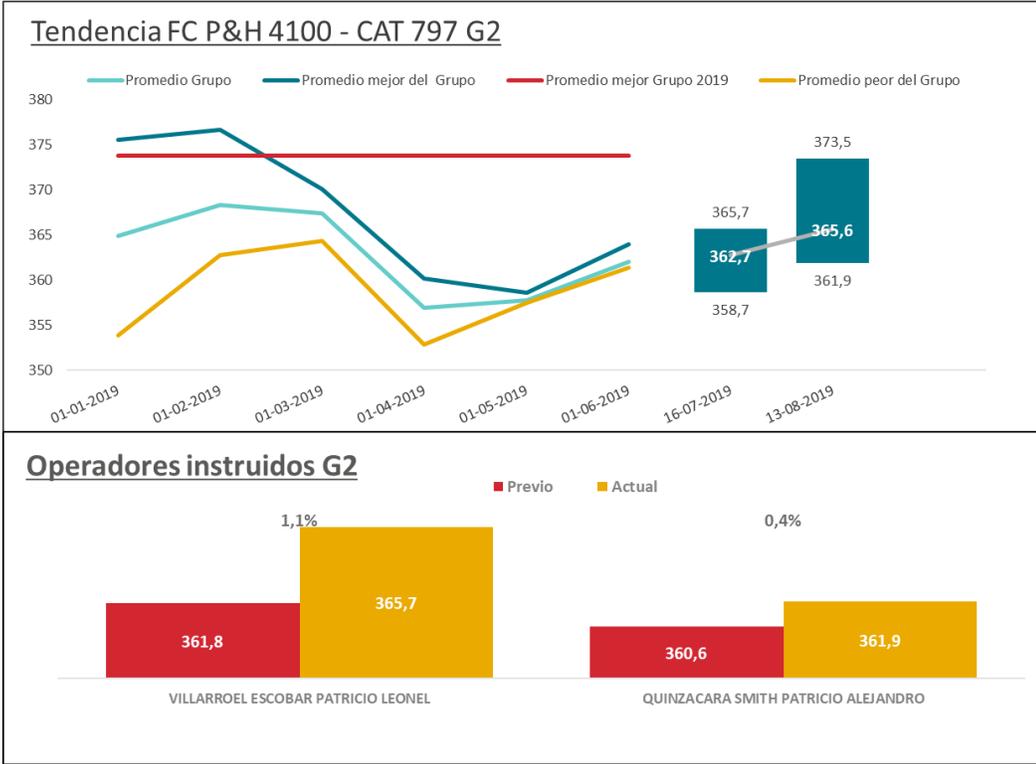


FIGURA 75: INSTRUCCIÓN OPERADORES G2 - FACTOR DE CARGA CAT 797
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

La Figura 76 sigue el mismo formato que la figura anterior, pero muestra el factor de carga de la flota CAT 793, que es donde se hallan las mayores brechas para mejorar, según lo mencionado con anterioridad, y como se observa tanto en la tendencia, como con los operadores instruidos, hubo una mejora considerable, con incrementos de casi 10% por parte de un operador, lo que es una mejora mayor hablando del factor de carga, ya que representa veinte toneladas por camión cargado. Aunque el promedio baja dos toneladas, sigue en un punto alto considerando la tendencia antes de comenzar el trabajo, además que su variación se hace más pequeña, lo que significa que se está haciendo más regular.

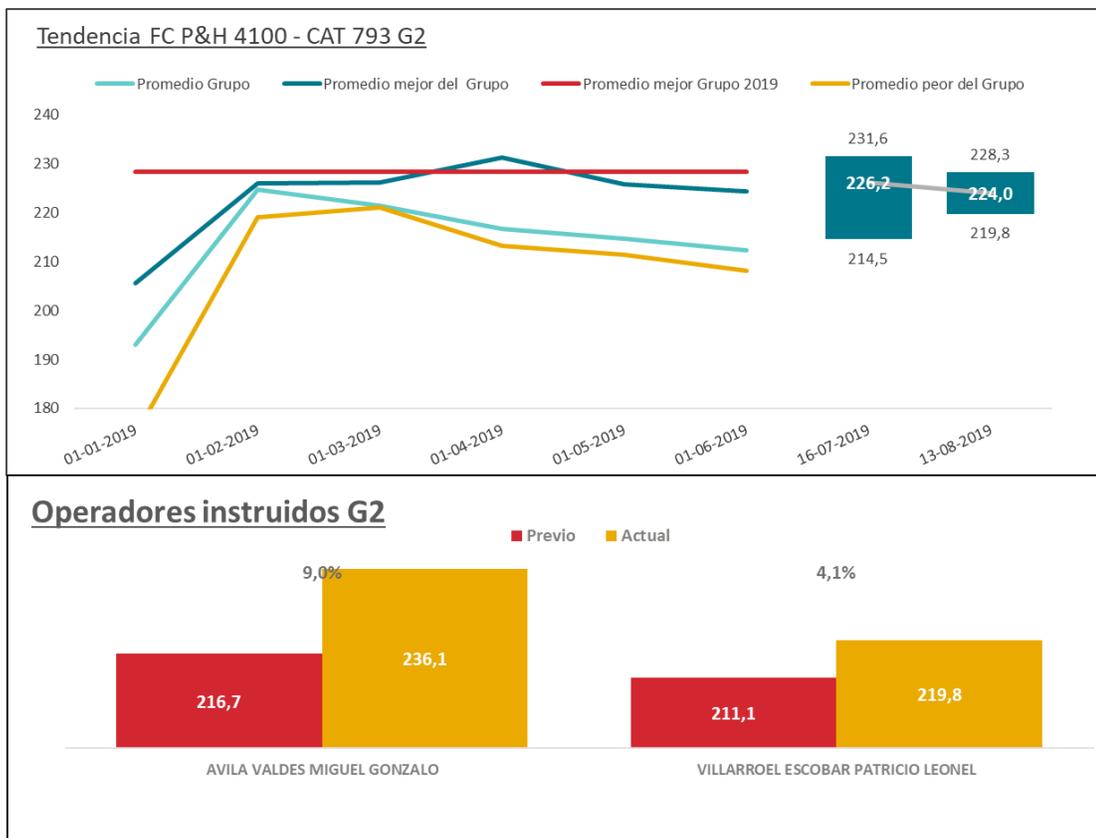


FIGURA 76: INSTRUCCIÓN OPERADORES G2 – FACTOR DE CARGA CAT 793
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

La Figura 77 sigue el mismo formato que la figura anterior, pero muestra el rendimiento efectivo de las palas P&H 4100 XPC, los equipos de carguío principales del rajo Esperanza, donde se puede notar que el rango que se produce entre el valor mínimo y máximo es muy grande, esto se produce por las diferentes condiciones de la frente que hay en la mina y también los rendimientos bajos se producen principalmente por los operadores de relevos que toman las palas por poco tiempo, en tiempos de colación principalmente. Es por lo anterior que, aunque el promedio sube mucho, los dispersión es grande. En cuanto a los operadores, uno sube su rendimiento, mientras que el otro no estuvo en el periodo de instrucción.

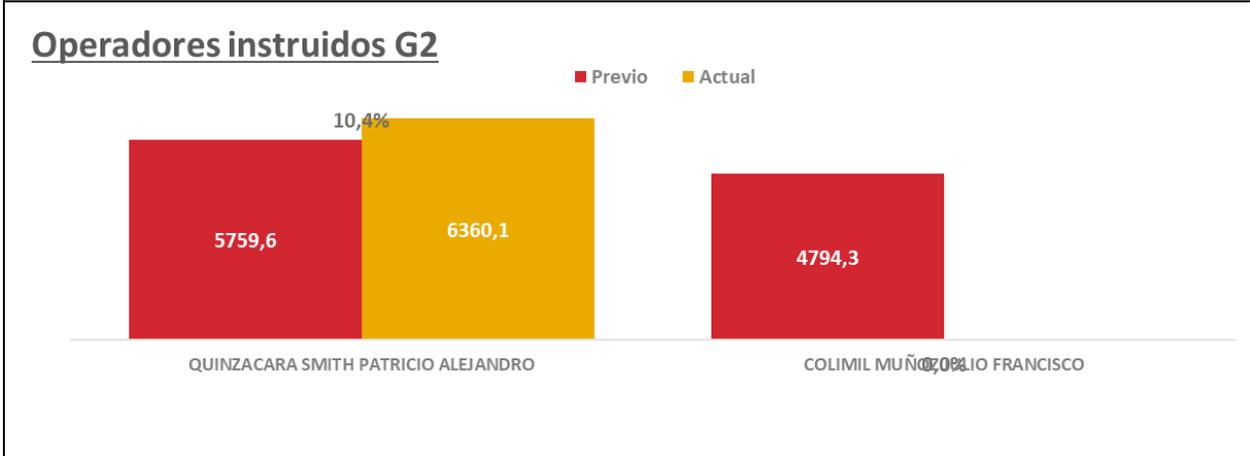
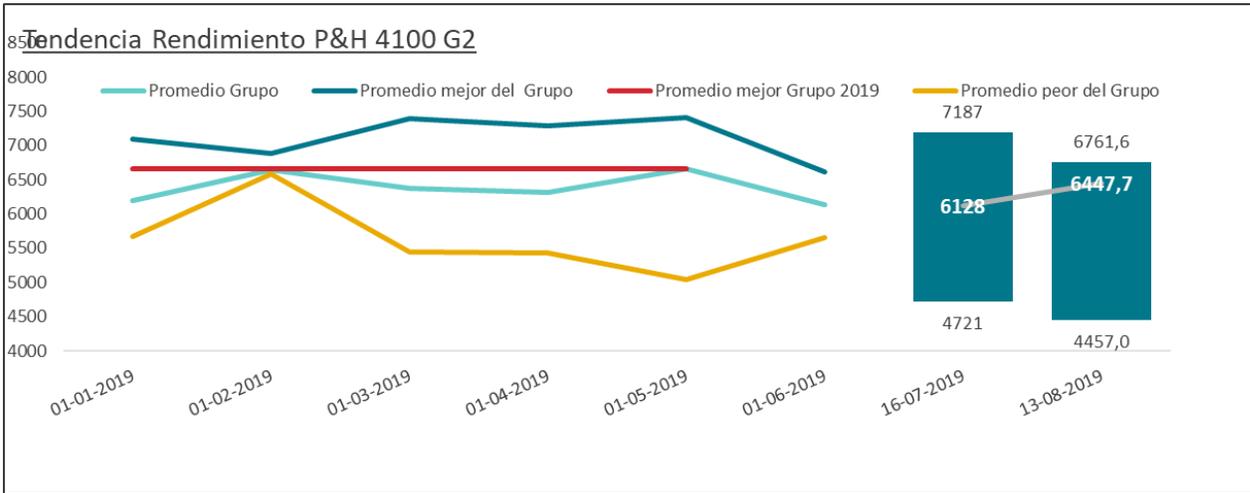


FIGURA 77: INSTRUCCIÓN OPERADORES G2 - RENDIMIENTO EFECTIVO

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

4. CONCLUSIONES

En este trabajo de memoria se realizó el diseño e implementación de una interfaz computacional para la Superintendencia de Carguío y Transporte, la cual permite mejorar la gestión de los operadores mediante la generación de un ranking de KPI, permitiendo identificar a los operadores con mayores oportunidades de mejora. Los KPI seleccionados para este trabajo son de los que tiene control el operador e impacta más a la producción. La interfaz confeccionada es de fácil uso y se puede acceder mediante internet sin tener que instalar softwares adicionales, lo que la hace accesible a todas las personas a las que va dirigida, Jefes de Turno e Instructores. Como parte de la implementación de la interfaz, se realizaron presentaciones informativas y capacitaciones a las partes interesadas para comenzar a hacer uso de esta. Se generó un plan de trabajo con los operadores, en el cual se hace uso de la interfaz para identificar a los operadores a instruir.

La interfaz fue implementada de manera satisfactoria luego de su confección. Esto se logró gracias a la sinergia de las consideraciones que se tuvieron en cuenta a la hora de realizar este trabajo. Los KPI que se utilizaron, como la velocidad o el factor de carga, son parámetros que afectan en gran medida la producción que tiene la mina. Esto provoca el interés por mejorarlos por parte de la gente.

Otro punto importante que contribuyó al éxito en la implementación de la interfaz fue su diseño. El estudio que se hizo con respecto a cómo debían representarse los KPI en la interfaz mostró ser de utilidad, ya que a los usuarios les pareció que la información se presenta de forma sencilla y fácil de interpretar, mostrando valores o tendencias, en los rangos de tiempo seleccionados.

En un principio, como suele pasar al incorporar una nueva variable a la forma de trabajar, se encontró con algo de resistencia a incorporar una nueva tarea más a cumplir. Esto fue solo al inicio, ya que, gracias a los puntos ya mencionados, se demostró la potencia en la gestión que genera una herramienta de este tipo, y la facilidad de su uso. La recepción de la interfaz por parte del equipo de supervisores fue positiva, y se utiliza de manera frecuente.

Los operadores han recibido de buena manera el feedback que se les da con respecto a los resultados de sus KPI. Han adoptado una actitud de superación, comprometiéndose por mejorar, tanto los operadores de carguío como de transporte. Es debido a esta actitud que han adoptado, junto al trabajo de los Instructores y Jefes de Turno, que se ha logrado mejorar los números que se tenían previo al comienzo del trabajo.

Es por lo anteriormente mencionado que se considera tanto el diseño como la implementación de la interfaz un éxito, ya que, al ser fácil de aprender a utilizar y mostrar solo lo relevante, se está usando con frecuencia en el departamento de instrucción, donde no sólo están los Instructores comprometidos, sino que también los operadores se sienten parte del proceso, y están manejando sus KPI, con ayuda de los instructores, por iniciativa propia.

El plan de trabajo establecido ha dado buenos resultados en los diferentes Grupos, donde aparte de mejorar sus números, se ha aumentado el nivel de compromiso con el mejoramiento continuo, buscando superarse cada vez más.

Los KPI seleccionados impactan de gran manera al negocio; esto se comprueba en la Tabla 7, la cual muestra los resultados de la conciliación topográfica del mes de julio para el rajo Esperanza, el primer mes en el que se produjo el trabajo de instrucción de los operadores. En la columna cubicación se muestra lo que realmente se extrajo, mientras que en la columna JigSaw, se muestra lo que el factor de ajuste que aplica Jigsaw dicta que se extrajo. Como ya se mencionó en la sección de la interfaz, en Centinela se utiliza un factor de ajuste que se aplica al factor de carga para medir el movimiento mina, donde si el factor de carga es menor o mayor a cierto valor se ajusta automáticamente para que no lo sobrepase. Este factor se actualiza mes a mes al cubicar el movimiento real de la mina. La diferencia entre ambos movimientos es positiva en todas las fases del rajo y en lo enviado a chancado, siendo lo movido total casi 500.000 toneladas más de lo que se creía. Esto significa que se están cargando más los camiones, respecto al mes pasado, y como consecuencia el factor de ajuste a aplicar el mes siguiente para medir el movimiento mina es mayor. En la Figura 78, para complementar lo anterior, se ve como ha mejorado el rendimiento de la flota CAT 797 B, el cual depende tanto del factor de carga como de la velocidad.

TABLA 7: CONCILIACIÓN TOPOGRÁFICA JULIO 2019

Esperanza				
	Cubicación	JigSaw	Diferencia	Diferencia %
Fase 05	2.270.817	2.200.405	+70.412	3,2%
Fase 06	6.764.052	6.511.638	+252.414	3,9%
Fase 07	-	-	-	-
Fase 08	3.159.573	3.027.205	+132.368	4,4%
Chancado	2.954.558	2.934.123	+20.436	0,7%

FUENTE: SI CARGUÍO Y TRANSPORTE.

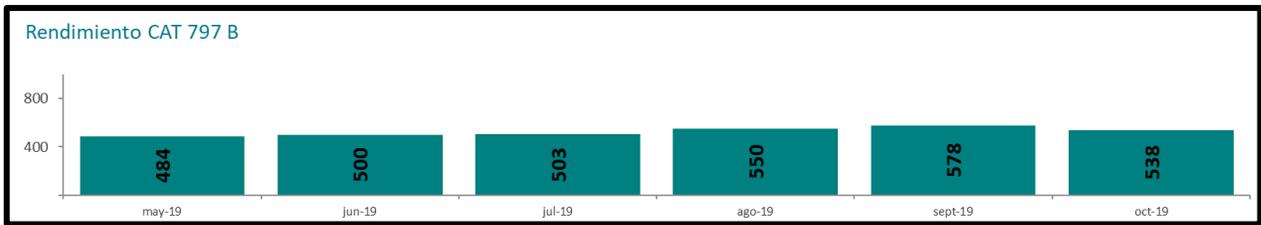


FIGURA 78: TENDENCIA RENDIMIENTO CAT 797 B
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Como sugerencia para complementar el trabajo, se recomienda trabajar de la misma forma con el resto de los equipos de carguío. Este trabajo está solo enfocado en las palas eléctricas, que son los equipos que generan el movimiento en la mina, pero también se cuentan palas hidráulicas y cargadores frontales que, aunque en menor medida, apoyan al movimiento. El siguiente paso en el mejoramiento continuo vendría siendo entonces el incorporar al resto de los equipos. Esto incluye replicar el trabajo realizado en Esperanza en Tesoro, cuyo equipo principal es el CAT 994 H.

Ya que la interfaz ha mostrado ser de utilidad al área de carguío y transporte, se recomienda que se aplique algo de características similares a las áreas de Perforación y Tronadura y Servicios, y que el rajo Encuentro o los futuros rajos de la Mina tengan en consideración el uso de esta herramienta si incluyen el sistema Jigsaw en sus equipos.

También se espera que, con la implementación de esta interfaz, se propague la utilidad las herramientas de BI, ya que, aunque se tiene posesión de este tipo de herramientas en la compañía, no muchas personas lo saben o saben cómo utilizarlas, lo que representa una gran oportunidad de mejora.

5. BIBLIOGRAFÍA

Warren, J. 2011. Key Performance Indicators (KPI) – Definition and Action: Integrating KPI into your Company’s Strategy. AT Internet Intelligence Systems.

Eckerson, W.2009. Performance Management Strategies-How to Create and Deploy Effective Metrics.

Quiroga P.2016. Diseño de herramienta computacional para control de KPI de operadores de Carguío y Transporte – Mina Los Bronces.

Parr, O. 2000. Data Mining Cookbook Modeling Data for Marketing, Risk, and Customer Relationship Management.

Stackowiak, R. Rayman J. Greenewald R. 2007. Oracle Data Warehousing and Business Intelligence Solutions.

Ballard, C., Abdel-Hamid A., Frankus R., Hasegawa F., Larrechart J., Leo P. y Ramos J. 2006. Improving Business Performance Insight with Business Intelligence and Business Process Management.

Gartner, I.2019. *Business Intelligence and Analytics Platform Reviews*.

Zúmel, P.2008. Gestión del rendimiento.

Lluís Cano, J. 2008. *Business Intelligence: Competir con información*.

Miranda, J.2009. To BI or not to BI -Qué hay que considerar para que el “Business Intelligence” pueda realmente mejorar la calidad de las decisiones?

McLeod, D., & Miles, S.1981. Abstracitions in Databases. SIG-MOD Record.

Leica Geosystems.2013. CURSO DE ENTRENAMIENTO PARA DESPACHO: SISTEMA JIGSAW MINEOPS.

Gerencia Técnica de Minería.2017. Directriz de Reportabilidad de tiempos e índices para equipos mineros.

Soporte técnico de Minitab 19.2019. “Minitab, Pruebas de hipótesis y estadística”.

6. ANEXOS

6.1. Anexo A - Consultas

The screenshot shows a SQL query window with the following text:

```

1 SELECT it.[time],datepart (ISOWW,it.[time])ISOWeek,it.[shift],it.[crew], case it.[type] when 'B' then it.[name]+' (B)'
2 when 'M' then it.[name]+' (M)'else it.[name] end name ,it.[value] FROM [DM_MPS].[dbo].[tbl_ind_mina_cen] it
3
4 where it.[NAME] IN ('FPAL P&H 4100 XPC Hrs Disp','FPAL P&H 4100 XPC Hrs Effect','FPAL P&H 4100 XPC Hrs Nominal'
5
6 ,'FPAL P&H 4100 XPC Tonelaje','FCGD CAT 994 H Hrs Disp','FCGD CAT 994 H Hrs Effect','FCGD CAT 994 H Hrs Nominal'
7
8 ,'FCGD CAT 994 H Tonelaje','FCGD CAT 994 D Hrs Disp','FCGD CAT 994 D Hrs Effect','FCGD CAT 994 D Hrs Nominal'
9
10 ,'FCGD CAT 994 D Tonelaje','FCGD LT 2350 Hrs Disp','FCGD LT 2350 Hrs Effect','FCGD LT 2350 Hrs Nominal','FCGD LT 2350 Tonelaje'
11
12 ,'FPAL KOM PC 5500 Hrs Disp','FPAL KOM PC 5500 Hrs Effect','FPAL KOM PC 5500 Hrs Nominal','FPAL KOM PC 5500 Tonelaje'
13
14 ,'FPAL KOM PC 8000 Hrs Disp','FPAL KOM PC 8000 Hrs Effect','FPAL KOM PC 8000 Hrs Nominal','FPAL KOM PC 8000 Tonelaje'
15
16 ,'FCEX CAT 793 C Hrs Disp' , 'FCEX CAT 793 C Hrs Effect' , 'FCEX CAT 793 C Hrs Nominal' , 'FCEX CAT 793 C Tonelaje'
17
18 ,'FCEX CAT 793 ESP Hrs Disp' , 'FCEX CAT 793 ESP Hrs Effect' , 'FCEX CAT 793 ESP Hrs Nominal' , 'FCEX CAT 793 ESP Tonelaje'
19
20 ,'FCEX CAT 793 F Hrs Disp' , 'FCEX CAT 793 F Hrs Effect' , 'FCEX CAT 793 F Hrs Nominal' , 'FCEX CAT 793 F Tonelaje'
21
22 ,'FCEX CAT 793 TES Hrs Disp' , 'FCEX CAT 793 TES Hrs Effect' , 'FCEX CAT 793 TES Hrs Nominal' , 'FCEX CAT 793 TES Tonelaje'
23
24 ,'FCEX CAT 797 B Hrs Disp','FCEX CAT 797 B Hrs Effect','FCEX CAT 797 B Hrs Nominal','FCEX CAT 797 B Tonelaje','FCEX CAT 797 F Hrs Disp'
25
26 ,'FCEX CAT 797 F Hrs Effect' , 'FCEX CAT 797 F Hrs Nominal' , 'FCEX CAT 797 F Tonelaje' , 'FCEX KOM 930 E Hrs Disp' , 'FCEX KOM 930 E Hrs Effect'
27
28 ,'FCEX KOM 930 E Hrs Nominal' , 'FCEX KOM 930 E Tonelaje' )
29
30 --order by time desc,shift desc
31

```

The results grid below the query shows the following data:

time	ISOWeek	shift	crew	name	value
2019-09-04 00:00:00.000	36	A	G2	FCEX CAT 793 F Hrs Effect	17,85
2019-09-04 00:00:00.000	36	A	G2	FCEX CAT 793 TES Hrs Effect	18,05
2019-09-04 00:00:00.000	36	A	G2	FCEX CAT 797 B Hrs Effect	11,65
2019-09-04 00:00:00.000	36	A	G2	FCEX CAT 797 F Hrs Effect	29,32
2019-09-04 00:00:00.000	36	A	G2	FCEX KOM 930 E Hrs Effect	19,14
2019-09-04 00:00:00.000	36	A	G2	FCGD CAT 994 H Hrs Effect	0
2019-09-04 00:00:00.000	36	A	G2	FCGD CAT 994 H Hrs Effect	3,85
2019-09-04 00:00:00.000	36	A	G2	FCGD LT 2350 Hrs Disp	2,07
2019-09-04 00:00:00.000	36	A	G2	FPAL KOM PC 5500 Hrs Disp	4,15
2019-09-04 00:00:00.000	36	A	G2	FPAL KOM PC 8000 Hrs Effect	1,81

Query executed successfully. CENVMI/VIEWDES01 (10.50 SP3) gopera (63) jmineops_des 00:00:11 98961 rows

FIGURA 79: CONSULTA UEBD
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

6.2. Anexo B – Datos terreno

TABLA 8: MEDICIONES TIEMPO DE CARGUÍO PALA 07

Nº de medición	Tiempo de carguío terreno [min]	Tiempo de carguío JigSaw [min]
1	1,25	1,32
2	1,63	1,68
3	2,40	2,57
4	1,28	1,28
5	1,22	1,47
6	1,98	1,98
7	1,10	1,25
8	1,32	1,38
9	0,98	0,93
10	2,05	2,15
11	1,77	1,93
12	1,76	1,97
13	1,34	1,62
14	2,09	2,23
15	1,41	1,63

16	1,74	1,83
17	2,12	2,30
18	1,26	1,55
19	1,23	1,43
20	1,69	1,93
21	1,90	1,93
22	1,87	1,50
23	1,98	1,98
24	1,74	1,90
25	1,98	2,12
26	1,20	1,35
27	1,83	2,08
28	2,10	2,18
29	1,97	2,20
30	1,84	2,08
31	1,84	1,98
32	1,82	1,95
33	1,82	1,93
34	1,37	1,45
35	1,33	1,72
36	1,26	1,52
37	2,51	2,53
38	1,31	1,40
39	1,90	2,10
40	2,08	2,15
41	1,95	2,12
42	1,85	1,78
43	1,53	1,78
44	1,36	1,62
45	1,35	1,65
46	1,80	1,60
47	1,26	1,50
48	2,00	2,23
49	2,37	2,63
50	2,05	2,23
51	2,22	2,40
52	1,98	1,98
53	1,95	1,93
54	1,90	2,15
55	1,92	2,12
56	1,70	1,55
57	1,88	1,60
58	2,00	2,13

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

TABLA 9: MEDICIONES FACTOR DE CARGA PALA 07

N° de medición	Factor de carga terreno [ton]	Factor de carga JigSaw [ton]
1	202	203
2	259	261
3	371	351
4	283	302
5	383	403
6	216	208
7	206	216
8	199	200
9	408	402
10	346	330
11	296	300
12	238	285
13	360	356
14	305	308
15	325	323
16	304	352
17	283	279
18	300	315
19	320	315
20	387	381
21	255	360
22	354	356
23	344	344
24	378	364
25	229	234
26	308	311
27	305	309
28	363	375
29	361	359
30	382	380
31	309	393
32	250	351
33	336	337
34	280	291
35	320	329
36	304	249

37	308	317
38	391	386
39	369	376
40	360	355
41	397	401
42	408	409
43	301	311
44	308	305
45	318	311
46	310	320
47	307	312
48	258	258
49	391	410
50	371	370
51	374	370
52	364	367
53	317	321
54	350	365
55	361	362
56	388	386
57	326	332
58	302	299
59	355	384

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

TABLA 10: MEDICIONES TIEMPO DE ACULATAMIENTO PALA 07

N° de medición	Tiempo de aculatamiento terreno [min]	Tiempo de aculatamiento JigSaw [min]
1	0,25	0,28
2	0,20	0,28
3	0,26	0,40
4	0,18	0,37
5	0,45	0,37
6	0,30	0,38
7	0,29	0,38
8	0,24	0,40
9	0,20	0,42
10	0,25	0,22
11	0,32	0,40

12	0,20	0,32
13	0,32	0,42
14	0,20	0,17
15	0,37	0,47
16	0,23	0,38
17	0,27	0,50
18	0,29	0,37
19	0,20	0,25
20	0,23	0,27
21	0,17	0,32
22	0,40	0,47
23	0,33	0,25
24	0,45	0,47
25	0,33	0,38
26	0,38	0,47
27	0,48	0,52
28	0,29	0,48
29	0,39	0,48
30	0,28	0,42
31	0,25	0,47
32	0,30	0,42
33	0,41	0,47
34	0,65	0,38
35	0,30	0,38
36	0,50	0,40
37	0,26	0,33

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

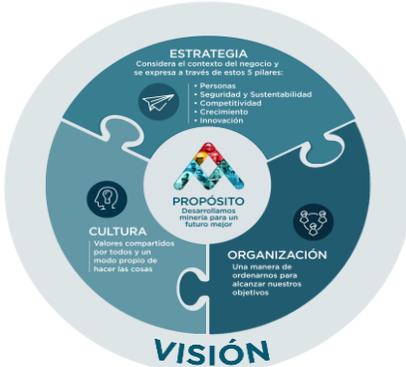
6.3. Anexo C – Manual de usuario interfaz



Contenidos	➤ Introducción
	Acceso
	KPI Carguío – Despliegue
	KPI Carguío - Manual
	KPI Carguío Reporte - Despliegue
	KPI Carguío Reporte - Manual
	KPI Transporte - Despliegue
	KPI Transporte - Manual
	KPI Carguío/Transporte Mobile
	Registro Operadores

2

Introducción - Marco estratégico



ESTRATEGIA
Considere el contexto del negocio y se expresa a través de estos 5 pilares:

- Personas
- Seguridad y Sustentabilidad
- Competitividad
- Crecimiento
- Innovación

PROPOSITO
Desarrollamos minería para un futuro mejor

CULTURA
Valores compartidos por todos y un modo propio de hacer las cosas

ORGANIZACIÓN
Una manera de ordenarnos para alcanzar nuestros objetivos

VISIÓN

VISIÓN:
Ser una compañía minera internacional con base en Chile, centrada en el cobre y sus subproductos, que destaca por su eficiencia operacional, creación de valor sostenible y como un socio preferido en la industria minera global.

PILARES ESTRATÉGICOS:

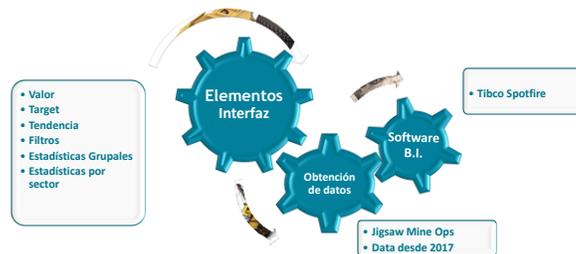
- **PERSONAS**
- **SEGURIDAD Y SUSTENTABILIDAD**
- **COMPETITIVIDAD**
- **CRECIMIENTO**
- **INNOVACIÓN**

3

Introducción - Spotfire

Como ya se mostró, uno de los pilares estratégicos fundamentales para el cumplimiento de la visión de la compañía son las personas, es por esto que una herramienta que permita un mejor control de los KPI de los operadores es tremendamente útil para el cumplimiento de este objetivo, y mas importante aún siendo que los operadores de carguío y transporte representan el grueso de los operadores y son el pulmón de la operación.

Spotfire es un software de Business Intelligence, o en español Inteligencia de Negocios, este tipo de herramientas proporcionan una manera rápida y efectiva de recopilar altos volúmenes de datos, visualizarlos y distribuirlos de manera sencilla, facilitando las tomas de decisiones.



4

Introducción - KPI

La interfaz creada en el software ya mencionado recopila información de los operadores de Carguío y Transporte desde, mayormente, el año 2017. Una de las ventajas de esta interfaz es que actualiza sus datos automáticamente cada vez que se abre y estos datos son utilizados para crear un ranking de operadores por cada KPI que se mide en la operación, los cuales son:



5

Contenidos

- Introducción
- **Acceso**
 - KPI Carguío – Despliegue
 - KPI Carguío - Manual
 - KPI Carguío Reporte - Despliegue
 - KPI Carguío Reporte - Manual
 - KPI Transporte - Despliegue
 - KPI Transporte - Manual
 - KPI Carguío/Transporte Mobile
 - Registro Operadores

6

ANTOFAGASTA MINERALS

Acceso

1 Link: <http://cenvmfiredes01.ams.gmams.cl:8088/spotfire/login.html?targetUrl=%2Fspotfire%2F#/>

cendemo

Keep me logged in

Log In

2

Usuario: cendemo

Password: cendemo

7

ANTOFAGASTA MINERALS

Acceso

3

Name	Modified	Modified by
Continela	17/06/19 10:40:16	Antofagast...

↓

4

Name	Modified	Modified by
Mina	17/06/19 10:40:16	Antofagast...

↓

5

Name	Modified	Modified by
Develop	9/06/19 18:06:14	Antofagast...
GO	17/06/19 10:40:16	Antofagast...

8

ANTOFAGASTA MINERALS

Acceso

6

Indicadores Real vs Planes	
KPI Carguio	→ KPI de operadores de Carguío
KPI Carguio Mobile	→ KPI de operadores de Carguío versión ligera para celular
KPI Carguio Reporte	→ Reporte de KPI para operadores de Carguío
KPI Transporte	→ KPI de operadores de Transporte
KPI Transporte Mobile	→ KPI de operadores de Transporte versión ligera para celular
KPI Transporte Reporte	→ Reporte de KPI para operadores de Transporte
Rutas Detalle	

9

1 Descargar "AnyConnect" desde playstore (Android) o appstore (Apple) y abrir

2 AnyConnect: Conexiones vpn.aminerals.cl

3 Preferencias avanzadas: Amisa, Agregar nueva conexión VPN

4 Editor de conexión: Dirección del servidor vpn.aminerals.cl

5 Dirección del servidor: vpn.aminerals.cl

6 AnyConnect: Conexiones vpn.aminerals.cl

7 AnyConnect: Nombre de usuario: cencgaetev, Contraseña: [ocultada]

Colocar Nómina, nombre de usuario y contraseña igual a la del PC. Con esto se está conectado al internet de la empresa y se pueden seguir los pasos anteriores para abrir archivos desde el Link.

Contenidos

- Introducción
- Acceso
- **KPI Carguío – Despliegue**
- KPI Carguío - Manual
- KPI Carguío Reporte - Despliegue
- KPI Carguío Reporte - Manual
- KPI Transporte - Despliegue
- KPI Transporte - Manual
- KPI Carguío/Transporte Mobile
- Registro Operadores

KPI Carguío - Factor de Carga

1 Pestañas

2 Filtros

3 Ranking Operadores

4 Tendencia

5 Cumplimiento Carga

6 Histograma

7 Grupos

8 Menú

KPI Carguío - Tiempo de Carguío

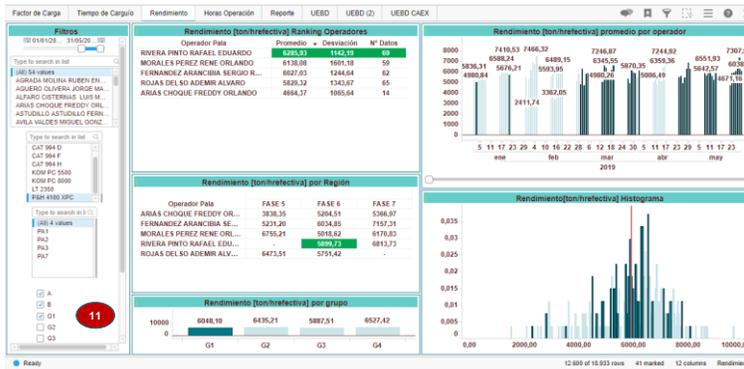


9 Promedio por región

10 Datos involucrados

13

KPI Carguío - Rendimiento



11 Filtros rendimiento

14

KPI Carguío - Horas Operacionales



12 Filtros Horas de operación

13 Horas operacionales totales

14 Horas operacionales por equipo

15

KPI Carguío - Reporte Operador



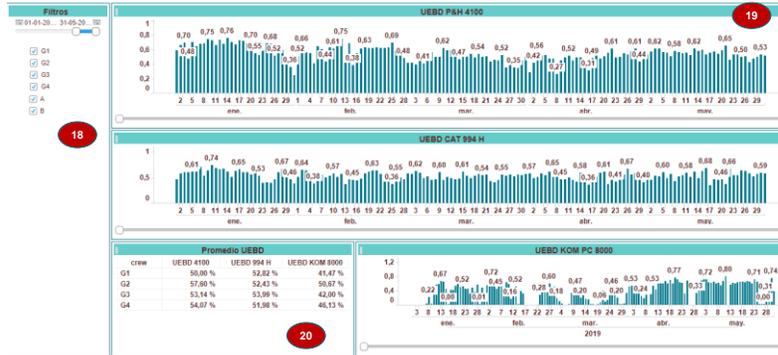
15 Filtros Reporte Operador

17 Target

16 Estadísticas reporte

16

KPI Carguío - UEBD



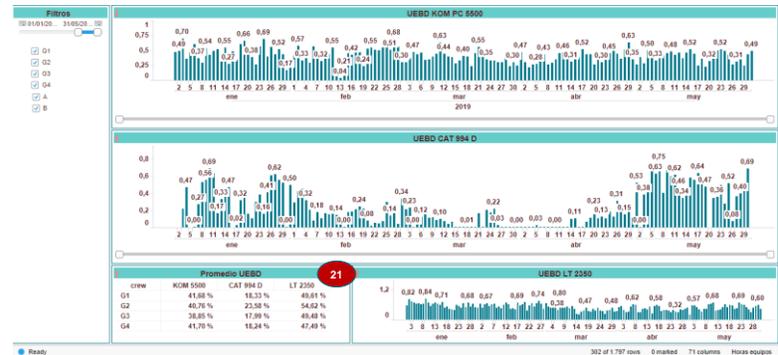
18 Filtros UEBD

20 Promedio UEBD

19 Tendencia UEBD

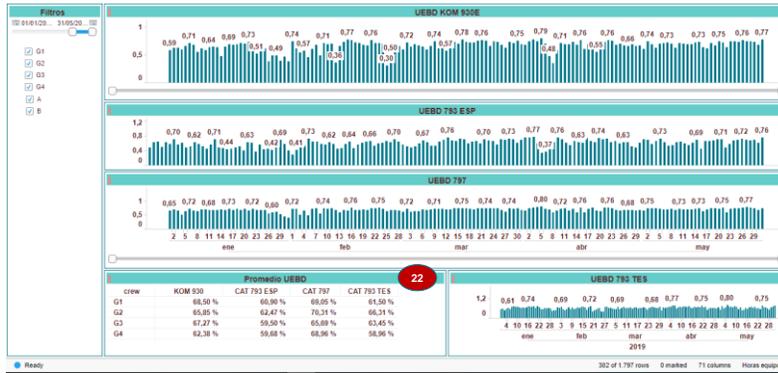
17

KPI Carguío - UEBD 2



21 Promedio UEBD

18



22 Promedio UEBD CAEX

Contenidos

- Introducción
- Acceso
- KPI Carguío – Despliegue
- **KPI Carguío - Manual**
- KPI Carguío Reporte - Despliegue
- KPI Carguío Reporte - Manual
- KPI Transporte - Despliegue
- KPI Transporte - Manual
- KPI Carguío/Transporte Mobile
- Registro Operadores

1	Factor de Carga	Tiempo de Carguío	Rendimiento	Horas Operación	Reporte	UEBD	UEBD (2)	UEBD CAEX
---	-----------------	-------------------	-------------	-----------------	---------	------	----------	-----------

- Pestañas de los KPI de operadores de carguío, estas incluyen el Factor de Carga, Tiempo de Carguío, Rendimiento y Horas Operacionales. Se incluye además una pestaña para generación de reporte por operador.
- Se cuenta con las tres últimas pestañas para ver la utilización de los equipos, tanto de equipos de Carguío como de Transporte.
- Los datos están disponibles desde el año 2017.

KPI Carguío - Manual

2

- Filtro de tiempo – Desde donde hasta cuando se toman los datos
- Filtro de operador – Selecciona al operador que se quieran ver los datos, de no seleccionarse se toman todos los operadores.
- Filtro de tipo de equipo de carguío – Selecciona el tipo de flota de Pala o CF que se quiera ver.
- Filtro de tipo de CAEX y equipo de carguío – Selecciona flota de CAEX a ver y Pala o CF individual respectivamente.
- Filtro de grupo y turno – Selecciona grupo y turno que se quiera ver.

En el ejemplo se muestra que el filtro está dispuesto para mostrar datos desde 01/01/2019 al 31/05/2019, para ver a todos los operadores que operan la flota 4100 y carga a los CAT 797, para el Grupo 1. Notar que se puede seleccionar ambos, el 797B y 797F para tomar la flota 797, esto se logra haciendo click en CAT 797B y manteniendo 'ctrl' apretar sobre CAT 797F. Lo anterior sirve para tomar mas opciones a la vez.

KPI Carguío - Manual

Operador Pala	Promedio	Desviación	Nº Datos
RIVERA PINTO RAFAEL EDUARDO	370,59	28,49	1829
ARIAS CHOQUE FREDDY ORLANDO	364,85	49,51	175
FERNANDEZ ARANCIBIA SERGIO R...	364,37	32,68	1761
MORALES PEREZ RENE ORLANDO	362,68	31,86	138
ROJAS DEL SO ADEMIR ALVARO	362,22	37,91	226

3

4

Barra de zoom, se puede acortar o alargar para enfocar fechas.

➤ Para las condiciones establecidas en los filtros, muestra el ranking de operadores ya sea de Factor de Carga, Tiempo de Carguío o Rendimiento. Se ordena de mayor a menor por promedio e incluye la desviación de los datos y el nº de estos, esto último sirve para ver la frecuencia con la que se usa un equipo.

➤ Se muestra el promedio diario por operador, si no se selecciona un operador en concreto en los filtros, se ve el promedio de todos. Esto sirve para ver la tendencia del KPI en el tiempo.

Al hacer click en las columnas de datos como se muestra en la imagen, se ilumina en la interfaz todos los datos relacionados. En el ejemplo en la imagen se seleccionan los datos de Freddy Arias, quien a diferencia del resto tiene pocos datos, lo que quiere decir que no opera mucho el equipo puesto en los filtros, si vemos el gráfico de los promedios diarios se iluminan las barras correspondiente a los días a los que pertenecen dichos datos, siendo los días que utilizó el equipo sólo 7.

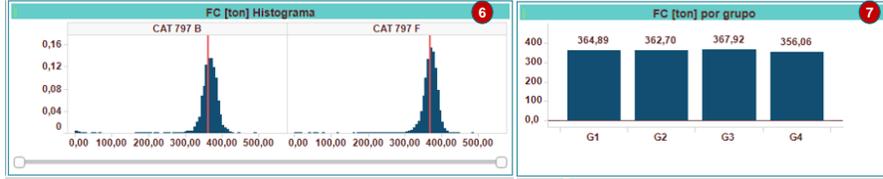
KPI Carguío - Manual

5

➤ Muestra el cumplimiento de Carga Objetivo del equipo de carguío seleccionado al equipo de transporte seleccionado. Para este apartado el target de carga (azul) es de 85%, siendo el de subcargas de 7% y sobrecarga-2 0%.

CAT 793 C	CAT 793 F	CAT 797 B	CAT 797 F	KOM 930 E
FC <=210	FC <=216	FC <=329	FC <=342	FC <=277
>210 FC <=242	>216 FC <=249	>329 FC <=380	>342 FC <=396	>277 FC <=319
>242 FC <=264	>249 FC <=272	>280 FC <=414	>396 FC <=432	>319 FC <=348
FC >264	FC >272	FC >414	FC >432	FC >348
SUC	SUC	SUC	SUC	SUC
CAO	CAO	CAO	CAO	CAO
SC1	SC1	SC1	SC1	SC1
SC2	SC2	SC2	SC2	SC2

KPI Carguío - Manual



- 6 ➤ Muestra un histograma ya sea de Factor de Carga o Tiempo de Carguío para el equipo de carguío seleccionado, para los distintos equipos de transporte cargados, en caso de no haber seleccionado uno.
- 7 ➤ Muestra los promedios grupales para las condiciones puestas en los filtros



- Menú para exportar las pestañas o visualizaciones a PDF

25

KPI Carguío - Manual

Specific pages
 Current page
 Create one PDF page per visualization
 Active visualization
 Details-on-Demand
What to include
 Page titles
 Page numbers
 Date
 Annotations
 Paper size: Letter
 Orientation: Landscape
 Proportions: As fit is on your screen, Fit to PDF page
 Relative text size: 88%

Pages: 1 - + Auto

Reporte Operador
LIN, 17 JUN 2019

Export Cancel

26

KPI Carguío - Manual

FC [ton] Ranking Operadores

Operador Pista	Promedio	Desviación	Nº Datos
RIVERA PINTO RAFAEL EDUARDO	370,39	28,49	1829
ARIAS CHOQUE FREDDY ORLANDO	364,85	49,51	175
FERNANDEZ ARANCIBIA SERGIO R...	364,37	32,68	1751
MORALES PEREZ RENE ORLANDO	362,68	31,86	1380
ROJAS DEL SO ADEMIR ALVARO	362,22	37,91	2288

Start conversation
 Export
 Share
 Visualization to PDF
 Export visualization image
 Export table
 Export table (without value formatting)

Tempo Carguío [min] por Región

Operador Pista	FASE 5	FASE 6	FASE 7
ARIAS CHOQUE FREDDY ORL...	2,32	2,26	3,18
FERNANDEZ ARANCIBIA SER...	1,77	2,17	1,66
MORALES PEREZ RENE ORLA...	2,16	2,37	2,16
RIVERA PINTO RAFAEL EDUA...	2,16	2,05	
ROJAS DEL SO ADEMIR ALVARO	1,95	2,31	

Tempo Carguío [min] por grupo

Grupo	Tempo Carguío [min]
G1	2,18
G2	2,04
G3	2,28
G4	1,96

Tempo de Carguío [min] Histograma

CAT 797 B CAT 797 F

Tempo carguío (194 rows)
20.348 of 100.733 rows 165 markers 29 columns Tempo de carguío

- Al igual que en el caso anterior, se puede exportar una visualización a pdf o una tabla de datos a Excel, dando click derecho sobre la visualización y siguiendo los pasos que se muestran.

- 9 ➤ Tempo de Carguío separado por fases, en este apartado Esperanza y Óxido simboliza el remanejo en los respectivos rajos.

- 10 ➤ Al hacer click sobre uno de estos datos como muestra en la imagen, en la parte baja de la interfaz aparece la cantidad de datos asociados a este valor, con esto se puede ver cuanto tiempo está en una fase o en otra.

KPI Carguío - Manual

Filtros

01/01/20... 31/05/20

Type to search in list

(All) 54 values

- AGRADA MOLINA RUBEN EN...
- AGUIERO OLIVERA JORGE MA...
- ALFARO CISTERNAS LUIS M...
- ARIAS CHOQUE FREDDY ORL...
- ASTUDILLO ASTUDILLO FERN...
- AVILA VALDES MIGUEL GONZ...

Type to search in list

(All) 7 values

- CAT 994 D
- CAT 994 F
- CAT 994 H
- KOM PC 5500
- KOM PC 8000
- LT 2350

Type to search in list

(All) 4 values

- PA1
- PA2
- PA3
- PA7

A B

O1 O2 O3 O4

Filtros

01/01/20... 31/05/20

O1 O2 O3 O4

11 ➤ A diferencia del Factor de Carga y del Tiempo de Carguío, el Rendimiento es general, por lo que no hay filtro de equipo de transporte en este apartado

12 ➤ En el filtro de Horas de Operación la selección se resume solo al tiempo y a los grupos.

28

KPI Carguío - Manual

Horas Operacionales Totales

Operador Pala	Sum(horas)
RIVERA PINTO RAFAEL EDUARDO	685,96
FERNANDEZ ALVARADO CARLOS ALBER...	615,89
ARIAS CHOQUE FREDDY ORLANDO	614,81
ROJAS DEL SO ADEMIR ALVARO	602,82
VEGA VEGA JOSE LORENZO	551,26
LANYON CAYO JUAN JAVIER	551,02
FERNANDEZ ARANCIBIA SERGIO RODRIGO	550,54
RAMOS ANGEL FREDDY GONZALO	511,70
MORALES PEREZ RENE ORLANDO	507,62
VALDIVIA ROJAS ENRIQUE ALEJANDRO	497,54
LOPEZ FUENTEVILLA PEDRO ENRIQUE	441,32
AYABIRE VILCA WILSON JAIME	425,40
LEIVA ROJAS PATRICIO ARNOLDO	411,70

Horas Operacionales por Equipo

Operador Pala	fleet	Sum(horas)
ARIAS CHOQUE FREDDY ORLANDO	CAT 24 M	185,88
	KOM PC 8000	151,85
	CAT D10 T	93,64
	KOM PC 5500	85,63
	CAT D11 T	81,93
AYABIRE VILCA WILSON JAIME	P&H 4100 XPC	27,64
	CAT 854 K	5,98
	CAT 834 H	2,20
	CAT 994 H	269,13
KOM PC 8000	KOM PC 8000	139,86
	CAT 994 D	6,58
	CAT 834 H	4,97
	CAT D10 T	2,76
LT 2350	2,20	

13 ➤ Muestra el ranking de operadores por las horas operacionales totales

14 ➤ Muestra las horas operacionales totales por operador repartidas por los equipos que ha operado.

➤ Se ordena por orden alfabético y como se muestra en la primera imagen, al apretar sobre los datos de un operador, se ilumina en esta tabla al operador correspondiente, haciendo mas fácil encontrarlo.

29

KPI Carguío - Manual

riviera

(All) 54 values

- RIVERA CONTRERAS GILBERTO...
- RIVERA ORDENES LUIS MANUEL
- RIVERA PINTO RAFAEL EDUARDO

riviera

(All) 54 values

- RIVERA CONTRERAS GILBERTO...
- RIVERA ORDENES LUIS MANUEL
- RIVERA PINTO RAFAEL EDUAR...

15 ➤ En el filtro de Reporte Operador se debe buscar en ambos filtros al mismo operador para que se despliegue la información de dicho operador

16 ➤ En Reporte operador se muestra, para el operador seleccionado, el Factor de Carga, Tiempo de Carguío, Rendimiento y Horas de Operación. En el eje de cada gráfico se muestra el equipo de carguío utilizado para cargar a la flota CAEX que corresponda a la visualización. La barra roja corresponde al promedio de todos los operadores, mientras que la barra amarilla muestra el promedio del operador seleccionado. Estos datos consideran 30 días hacia atrás, salvo las horas de operación que es un acumulado de lo que va del año. En la imagen se muestra que Rivera se demora en cargar un CAT 797 2 min, mientras que todos los operadores 2,08 min, utilizando la P&H 4100.

17 ➤ Muestra una imagen de los target de los equipos de carguío según el equipo de transporte.

18 ➤ Esta pestaña se puede pasar a PDF y entregar a los operadores mediante los pasos explicados con anterioridad

30

KPI Carguío - Manual

Filtros

01/01/20... 31/05/20... [X]

- G1
- G2
- G3
- G4
- A
- B

18 ➤ El filtro de las pestañas UEBD es independiente del resto, y están conectadas entre sí, si uno cambia, cambia en todas las pestañas.

19 ➤ Muestra la utilización diaria a modo de tendencia.

Promedio UEBD			
Crew	P&H 4100	CAT 994 H	KOM 8000
G1	50,00 %	52,82 %	41,47 %
G2	57,60 %	52,43 %	50,67 %
G3	53,14 %	53,09 %	42,00 %
G4	54,07 %	51,98 %	46,13 %

20 ➤ Muestra el promedio de utilización para la configuración puesta en los filtros, por grupo. En la primera pestaña se muestran los equipos P&H 4100, CAT 994 H Y KOM PC 8000. En la segunda pestaña muestra los equipos KOM PC 5500, CAT 994 D Y LT 2350. Por último, en la tercera pestaña se agrega también la utilización de los CAEX.

21

22

Contenidos

- Introducción
- Acceso
- KPI Carguío – Despliegue
- KPI Carguío - Manual
- **KPI Carguío Reporte - Despliegue**
- KPI Carguío Reporte - Manual
- KPI Transporte - Despliegue
- KPI Transporte - Manual
- KPI Carguío/Transporte Mobile
- Registro Operadores

32

KPI Carguío Reporte - Reporte

ANTOFAGASTA MINERALS

- 1 Pestañas
- 2 Filtro Reporte Operador
- 3 Estadísticas Reporte
- 4 Target
- 5 Nota Operador

33

Contenidos

Introducción

Acceso

KPI Carguío – Despliegue

KPI Carguío - Manual

KPI Carguío Reporte - Despliegue

➤ **KPI Carguío Reporte - Manual**

KPI Transporte - Despliegue

KPI Transporte - Manual

KPI Carguío/Transporte Mobile

Registro Operadores

34

KPI Carguío Reporte - Manual



1 Reporte Reporte 2 Reporte 3 Reporte 4 Reporte 5 Reporte 6

- Pestañas correspondientes a Reporte Operador, todas corresponden a exactamente la misma configuración de reporte. La intención de hacer seis iguales es poder exportar a PDF varios reportes a la vez, en caso que se quiera hablar con mas de un operador, para agilizar el trabajo.

What to export

All pages

Specific pages

1-2, 4-6

Current page

Active visualization

Details-on-Demand

- En el apartado en el que se explicó como exportar visualizaciones a PDF, en lugar de poner "Current Page", que exporta la pestaña que se está viendo, colocar "Specific Pages", donde uno elige una o varias páginas para exportar a la vez. En la imagen el guion representa desde una página a otra y la coma representa un "y", por lo que se exportará de desde la pestaña 1 a la 2 y desde la pestaña 4 a la 6, cinco páginas en total.

35

KPI Carguío Reporte - Manual



rivera rivera

(All) 54 values

RIVERA CONTRERAS GILBERTO...

RIVERA ORDENES LUIS MANUEL

RIVERA PINTO RAFAEL EDUARDO

- En el filtro de Reporte Operador se debe buscar en ambos filtros al mismo operador para que se despliegue la información de dicho operador.

- Como ya se explicó, la idea de tener varias pestañas iguales es para exportar varias a la vez, por lo tanto en cada pestaña hay que poner operadores diferentes para crear sus respectivos reportes.



- En Reporte operador se muestra, para el operador seleccionado, el Factor de Carga, Tiempo de Carguío, Rendimiento y Horas de Operación. En el eje de cada gráfico se muestra el equipo de carguío utilizado para cargar a la flota CAEX que corresponda a la visualización. La barra roja corresponde al promedio de todos los operadores, mientras que la barra amarilla muestra el promedio del operador seleccionado. Estos datos consideran 30 días hacia atrás, salvo las horas de operación que es un acumulado de lo que va del año. En la imagen se muestra que Rivera se demora en cargar un CAT 797 2 min, mientras que todos los operadores 2,08 min, utilizando la P&H 4100.

4

Equipos	Operador	Factor de Carga	Tiempo de Carguío [min]	Rendimiento [t/h]	Horas de Operación [h]
P&H 4100	Operador	2000	2000	2000	2000
	Flota	2000	2000	2000	2000
	Operador	2000	2000	2000	2000
	Flota	2000	2000	2000	2000
XPC	Operador	2000	2000	2000	2000
	Flota	2000	2000	2000	2000
	Operador	2000	2000	2000	2000
	Flota	2000	2000	2000	2000

- Muestra una imagen de los target de los equipos de carguío según el equipo de transporte.

36

5	Operador Pala	Nota Operador								
		CAT 994 H			LT 2350			P&H 4100 XPC		
		FC	TC	HO	FC	TC	HO	FC	TC	HO
	RIVERA PINTO RAFAEL EDUARDO	0,90	1,06	1,10	1,04	1,01	1,10	1,10	1,03	1,10

➤ Se muestra la nota acumulada durante el año del operador por equipo de carguío operado, esta varía entre un 0,9 y un 1,1. Esta nota se conforma según el promedio que obtenga en Factor de Carga, Tiempo de Carguío y Horas de Operación respecto al resto de los operadores. Por ejemplo, para el FC, se calcula el FC promedio del operador manejando la P&H 4100 cargando a cada una de las flota CAT 793, CAT 797 y KOM 930, luego para cada una de las flotas se calcula su posición con respecto al resto. Si fuera el mejor FC para la flota CAT 793 obtendría un 1,1, pero si en las otras dos flotas esta cerca del promedio obtendría un 1,0 en cada una, luego estos tres números se promedian para dar la nota del operador en FC utilizando la P&H 4100, en este caso $(1,1+1+1)/3 = 1,03$. En el caso de las Horas Operacionales, se calcula la totalidad de Horas de Operación en todos los equipos y luego se sigue el mismo procedimiento anterior, de ahí a que la nota de Horas de Operación sea la misma para todos.

Contenidos

- Introducción
- Acceso
- KPI Carguío – Despliegue
- KPI Carguío - Manual
- KPI Carguío Reporte - Despliegue
- KPI Carguío Reporte - Manual
- KPI Transporte - Despliegue
- KPI Transporte - Manual
- KPI Carguío/Transporte Mobile
- Registro Operadores

KPI Transporte - Velocidad



- 1 Pestañas
- 2 Filtros
- 3 Ranking Operadores
- 4 Tendencia
- 5 Velocidad por pendiente
- 6 Grupos

KPI Transporte - Horas operacionales

Filtros

01/01/20 - 31/05/20

01

02

03

04

Horas Operacionales Totales

Operador Camion	Sum(horas)
SIERRA CODICEO RENE HUMBERTO	757,15
CARONAL AL ESTY SERGIO PABLO	746,33
ARAYA SALGADO SERGIO ALFREDO	743,54
LETELIER ZAVALLA RONALD CRISTIAN	744,36
TAPIA PLAZA LUIS ANTONIO	737,01
ROJAS VARGAS ALICIA GUILLERMINA	716,00
AHUMADA PINTO FABRICIO AUGUSTO	715,61
HERREIRA CONTRERAS KARLA SOLANGE	701,45
HEVIA OSTOJIC ZLATKO MILADEN	698,09
VEGA LIZAMA JAVIER AL EJANDRO	693,35
CARBONERA PEZARRO JIMME PATRICIO	693,20
MONTOYA UGARTE YOANY ANDRES	680,74
VILLARRODEL PLAZA MICHAEL GERARDO	683,97
CASTRO HURTIA JESSICA JACQUELIN	683,96
BELMAR ZUNIGA HERNAN RUBEN	682,24
MANSELLA NEIRA ALONSO ENRIQUE	675,67
MAMANI TICUNA ARACELY ALDE	670,42
ECHEVERRINIA CORTES ISAIAS JUVENI	669,39
FLORES VASQUEZ KATHERINE LISSETT	654,71
GONZALEZ FELERINA YELDA GORITO	650,60
HERNANDEZ BAKAHONA MARIO EMILIO	648,38
JORGUERA SANTANDER ANA CAROLINA	646,41
PIZARRA VILCINKO CAROLINA ALEJANDINA	645,00
VERGARA SANCHEZ OSCAR ABRAHAM	638,71
BARRAZA ARABACH MITZI VANESSA	637,99
JIMENEZ SEGURA JOSE MANUEL	637,79
CASTRO CASTRO LUIS MAN	634,06
ARTEAGA MENESES RODRIGO ANTONIO	629,94
ARANIBAR ALBAYAY CLAUDIO ANDRES S	628,95
CARBONERA BACACHE AMABELLE LUIS	622,16

Horas Operacionales por Equipo

Operador Camion	fleet	Sum(horas)
ANDRES	CAT 797 F	259,34
	CAT 797 B	86,90
ARAYA SALGADO SERGIO ALFREDO	CAT 24 M	391,55
	CAT 793 F	317,51
	CAT 793 C	35,72
ARRIAGADA ARENAS JOSE ISAIAS	KOM 930 E	329,68
	CAT 797 F	115,86
	CAT 797 B	72,07
	CAT D11 R	42,62
	CAT D10 T	31,60
	CAT D11 T	13,05
ARTEAGA MENESES RODRIGO ANTONIO	CAT 793 C	580,70
	CAT 793 F	49,25
AYWA ACUNA PATRICIO SEGUNDO	CAT 797 F	288,20
	CAT 797 B	219,03
BARRAZA ARABACH MITZI VANESSA	CAT 797 F	260,32
	CAT 793 C	244,52
	CAT 793 F	117,80
	CAT 797 B	15,06
BELMAR ZUNIGA HERNAN RUBEN	CAT 797 F	348,52
	KOM 930 E	219,86
	CAT 797 B	115,47
BRAVO CASTRO MIGUEL ANGEL	CAT 793 F	511,40
	CAT 793 C	74,42
BUSTAMANTE CACERES ORLANDO ANTONIO	KOM 930 E	389,26
	CAT 797 F	86,57
	CAT 793 C	64,86
	CAT 793 F	57,35
	CAT 797 B	2,15
CALLEJAS ALARCON MEYR	CAT 797 F	549,36

7 Horas operacionales por equipo

8 Horas operacionales totales

Contenidos

- Introducción
- Acceso
- KPI Carguío – Despliegue
- KPI Carguío - Manual
- KPI Carguío Reporte - Despliegue
- KPI Carguío Reporte - Manual
- KPI Transporte - Despliegue
- KPI Transporte - Manual**
- KPI Carguío/Transporte Mobile
- Registro Operadores

KPI Transporte - Manual

1

Velocidad	Horas Operación	UEBD CAEX	UEBD Carguío	UEBD Carguío 2
-----------	-----------------	-----------	--------------	----------------

- Pestañas de los KPI de operadores de Transporte, estas incluyen la Velocidad y las Horas operacionales.
- Se cuenta con las tres últimas pestañas para ver la utilización de los equipos, tanto de equipos de Carguío como de Transporte. Este apartado es idéntico al ya expuesto por lo que no se volverá a mostrar.
- Los datos de velocidades se tienen desde el año 2019, mientras que el resto está desde el 2017.

KPI Transporte - Manual

Filtros

Esperanza TESORO

Óxido SULFURO

Bot V. Baja - Carg...

Cushier V. Sube - Vacío

Expit V. H2 - Cargada

Impit V. H2 - Vacío

Otro V. Sube - Car...

Stockpile V. Sube - Vacío

Type to search in list

ABE 298 values

ABASTO CASTILLO ADOLFO L...

ACUÑA ARAYA ANDRÉS ALEX...

ACUÑA ARAYA MONICA NATI...

ADAMBE VIVANCO ENZO MA...

AGUILAR GOMEZ JAIME ORL...

AGUILAR OSOVEDA RICARDO...

Type to search in list

ABE 5 values

CAT 793 C

CAT 797 F

CAT 797 B

CAT 797 F

KOM 539 E

ABE 73 values

C07

C08

C09

C10

C11

C12

01

02

03

04

A

B

2 → Filtro de tiempo – Desde donde hasta cuando se toman los datos

3 → Filtro de Región – Esperanza y Tesoro representan la zona perteneciente al rajo por la que transitan los CAEX, mientras que Sulfuro y Óxido representan la procedencia de los operadores, si trabajan en Esperanza o Tesoro respectivamente.

4 → Filtro de velocidades – Representa la zona del rajo (fuera o dentro del pit) y el tipo de velocidad, baja, subida u horizontal, ya sea cargado o vacío. Una información importante a mencionar es que los nodos de Tesoro que generan la información de velocidades de este sector no están actualizados para ocuparlos por zonas de rajo, por lo que para calcular velocidades de operadores de Tesoro, en horizontal fuera del rajo, hay que marcar las casillas Expit, Otro y las velocidades en horizontal.

5 → Filtro de operador – Selecciona al operador que se quieran ver los datos, de no seleccionar se toman todos los operadores .

6 → Filtro de flota - Selecciona el tipo de flota de CAEX a ver y también al CAEX individual.

7 → Filtro de grupo y turno – Selecciona grupo y turno que se quiera ver.

En el ejemplo se muestra que el filtro está dispuesto para mostrar datos desde 01/01/2019 al 31/05/2019, para ver a todos los operadores de transporte de Esperanza manejando cualquier tipo de CAEX ya se por la región de tesoro o esperanza, para el Grupo 1. Un punto a tener en cuenta es que en los ciclos de Esperanza, y mayormente en Tesoro, estos ciclos incluyen regiones de ambas zonas, Esperanza y Tesoro, por lo que si se quiere ver las velocidades de un grupo o operador en particular, por ejemplo tesoro, es recomendable marcar Óxido y marcar tanto Esperanza como Tesoro, para tomar todos los datos del operador.

KPI Transporte - Manual

3 Velocidad [km/h] Ranking Operadores

Operador Camion	Promedio	Desviación	N° Datos
MEZA GONZALEZ DANIEL ANDRES	40,50	12,78	1590
JIMENEZ SEGURA JOSE MANUEL	37,03	13,02	3272
VARRAS COLLAO LUIS ARIEL	36,75	14,89	2150
CARVALJAL ESTAY SERGIO DAULO	35,84	13,38	3873
ARRIAGADA ARENAS JOSE ISAIAS	35,40	12,69	2675
PIZAYA VICENCIO CAROLINA ALEJ...	35,35	12,48	3344
HERRERA CONTRERAS KARLA SO...	35,24	12,50	3353
SIERRA CODOCEO RENE HUMBERTO	35,01	13,79	3914
TAPIA PLAZA LUIS ANTONIO	34,86	12,82	3508
ACUÑA ARAYA ANDRÉS ALEXANDER	34,51	14,05	1944
ECHEVERRIA CORTES ISAIAS JUV...	34,33	11,77	3297
MORENO FLORES MARCELO FRAN...	34,29	13,27	2583
MORAN ALDANA GUSTAVO ADOLFO	33,98	12,80	2368
AGUILAR GOMEZ JAIME ORLANDO	33,83	11,32	3118

4 Velocidad [km/h] promedio diario por operador

3 ➤ Para las condiciones establecidas en los filtros, muestra el ranking de operadores de velocidad. Se ordena de mayor a menor por promedio e incluye la desviación de los datos y el n° de estos, esto último sirve para ver la frecuencia con la que se usa un equipo.

4 ➤ Se muestra el promedio diario por operador, si no se selecciona un operador en concreto en los filtros, se ve el promedio de todos. Esto sirve para ver la tendencia del KPI en el tiempo.

KPI Transporte - Manual

5 Velocidad segun pendiente [%] [km/h]

6 Velocidad [km/h] por grupo

5 ➤ Muestra las velocidades por pendiente para la configuración elegida en los filtros, en particular en la imagen se muestra la velocidad en horizontal vacío y cargado, bajo los -3% se considera bajada y sobre los 3% subida.

6 ➤ Muestra los promedios grupales para las condiciones definidas en los filtros

Horas Operacionales Totales		
Operador Camion	Sum(horas)	
SIERRA CODOCEO RENE HUMBERTO	757,15	
CARVAJAL ESTAY SERGIO PAULO	754,33	
ARAYA SALGADO SERGIO ALFREDO	745,64	
LETELIER ZAVALA RONALD CRISTIAN	744,36	
TAPIA PLAZA LUIS ANTONIO	737,01	
ROJAS VARGAS ALICIA GUILLERMINA	716,00	
AHUMADA PINTO FABRICIO AUGUSTO	715,61	
HERRERA CONTRERAS KARLA SOLANGE	701,45	
HEVIA OSTOJIC ZLATKO MLADEN	698,09	
VEGA LIZAMA JAVIER ALEJANDRO	693,35	
CARMONA PIZARRO JAIME PATRICIO	693,20	

Horas Operacionales por Equip		
Operador Camion	fleet	Sum(horas)
ANDRES	CAT 797 F	259,34
	CAT 797 B	86,90
ARAYA SALGADO SERGIO ALFREDO	CAT 24 M	394,55
	CAT 793 F	317,31
	CAT 793 C	36,77
ARRIAGADA ARENAS JOSE ISAIAS	KOM 930 E	329,68
	CAT 797 F	115,66
	CAT 797 B	72,07
	CAT D11 R	42,62
	CAT D10 T	31,60
	CAT D11 T	13,05

- Muestra el ranking de operadores por las horas operacionales totales.
- Muestra las horas operacionales totales por operador repartidas por los equipos que ha operado.
 - Se ordena por orden alfabético y como se muestra en la primera imagen, al apretar sobre los datos de un operador, se ilumina en esta tabla al operador correspondiente, haciendo más fácil encontrarlo.

Contenidos

- Introducción
- Acceso
- KPI Carguío – Despliegue
- KPI Carguío - Manual
- KPI Carguío Reporte - Despliegue
- KPI Carguío Reporte - Manual
- KPI Transporte - Despliegue
- KPI Transporte - Manual
- **KPI Carguío/Transporte Mobile**
- Registro Operadores

KPI Carguío/Transporte Mobile

Timepo de Carguío

Filtros

1. Tiempo Carguío [min] Ranking Operadores

Operador	País	Asociación	Nº Datos
TAMBLAY AGUILERA CLAUDIO AL.		0.72	50
VERGARA AGUILERA GERMAN A.		0.93	25
VILLEGAS MADARIAGA CLAUDI...		0.37	10
FARIAS HERBAS SIMON HAMBERTO		0.46	58
AVILA VALDES MIGUEL GONZALO		0.55	46
ARRIVERE MENDO LUIS ENRIQUE		0.58	13
ARIAS CHOQUE FREDY ORLAN...		0.46	4
AGUIERO OLIVERA JORGE MANU...		0.61	72
ROJAS DELSO ADEMIR ALBERTO		0.48	58

2. Tiempo Carguío [min] por Region

Operador	País	FASE 5	FASE 6
RIVERA PINTO RAFAEL EDUARDO		-	2,00
ROBLES MARIQUEZ WALDO E...		2,07	2,02
ROJAS CARMONA MARIO MA...		2,07	2,17
ROJAS DELSO ADEMIR ALVAL...		2,51	2,58

Los archivos mobile, tanto de Carguío como de Transporte contienen la misma información que la versión normal, la diferencia está en que la versión mobile cuenta con datos de solo los últimos 30 días, haciéndola una versión ligera, de manera que carga rápidamente.

Está configurada para que las visualizaciones estén una sobre la otra para aprovechar el escaso espacio en la pantalla del celular, para moverse más fácilmente entre pestañas se recomienda hacer lo que se muestra en la imagen de la derecha.



Contenidos

Introducción

Acceso

KPI Carguío – Despliegue

KPI Carguío - Manual

KPI Carguío Reporte - Despliegue

KPI Carguío Reporte - Manual

KPI Transporte - Despliegue

KPI Transporte - Manual

KPI Carguío/Transporte Mobile

➤ **Registro Operadores**

49

Pasos previos



Para tener acceso al archivo, primero debe crearse un nuevo origen de datos, esto debe hacerse solo una vez y se hace desde herramientas administrativas en el panel de control siguiendo los siguientes pasos:

Id : gopera
Pass: Des_gopera171212

50

Pasos previos



51

Registro de Operadores

Los datos que se utilizan en esta interfaz corresponden solamente a operadores de Carguío y Transporte, para los KPI de Carguío solo se toman en cuenta los operadores de Carguío y de igual manera para los KPI de Transporte.

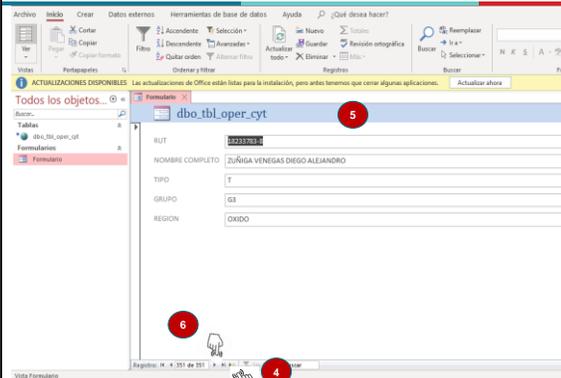
Para que la interfaz funcione correctamente es necesario tener un registro actualizado de los operadores pertenecientes a la compañía. Es por esto que se tiene un listado de estos en un archivo Acces, el cual debe mantenerse actualizado por los instructores.

El archivo se actualiza de la siguiente manera:



52

Agregar Operador



Para agregar a un operador, luego de ingresar al formulario del documento, hacer click en "Nuevo registro (vacío)", luego en las celdas vacías ingresar datos del operador a agregar como se muestra en la imagen.

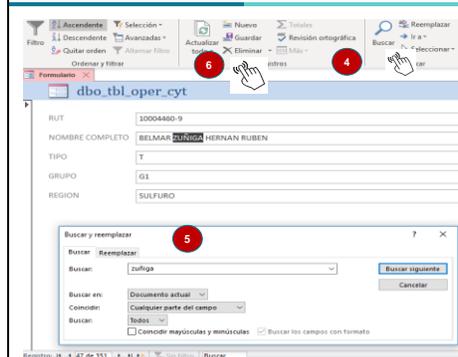
Es importante que se anote como se indica, RUT sin puntos y con guión, nombre en mayúscula, en Tipo poner "T" si es operador de transporte o "C" si es operador de carguío, en grupo poner "G" con mayúscula junto al número sin espacio y en Región poner "SULFURO" si es un operador de Esperanza o poner "OXIDO" sin acento si es de Tesoro.

Finalmente, para terminar apretar siguiente registro y cerrar el archivo, este se actualiza automáticamente por lo que no es necesario guardar.

Si se requiere agregar operadores de servicio de relevo para ver sus datos, se recomienda poner en tipo "T" si es un relevo de Transporte y "C" si es de Carguío, y al final de su nombre, poner (servicio). De esa forma en la interfaz se sabrá inmediatamente quienes son relevos de servicio.

53

Eliminar Operador



Para eliminar a un operador se debe hacer click en "Buscar", luego colocar las opciones como muestra el paso 5, con esto se puede buscar al operador a eliminar con una parte del nombre o el RUT. Luego de encontrar al operador a eliminar, se selecciona cualquier texto del registro y se hace click en eliminar como muestra el paso 6, se desplegará una ventana, en la cual se debe presionar eliminar registro, con esto estará completa la eliminación del operador.

Es importante mencionar que al actualizarse automáticamente la base de datos y no necesitar guardarse, cualquier cambio que se realiza afecta de forma inmediata, por lo que se debe ser cuidadoso a la hora de actualizar esta base de datos.

Es por lo anterior que en la ubicación donde se encuentra el archivo se dispondrá de otra carpeta con un archivo backup de los registros, cada vez que se vaya a actualizar este, se debe de copiar primero el archivo actual en la carpeta de backup.



54



FIGURA 80: MANUAL DE USUARIO INTERFAZ
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

6.3.1. Anexo D - Presentaciones de instrucción de operadores

6.3.1.1. Grupo 1

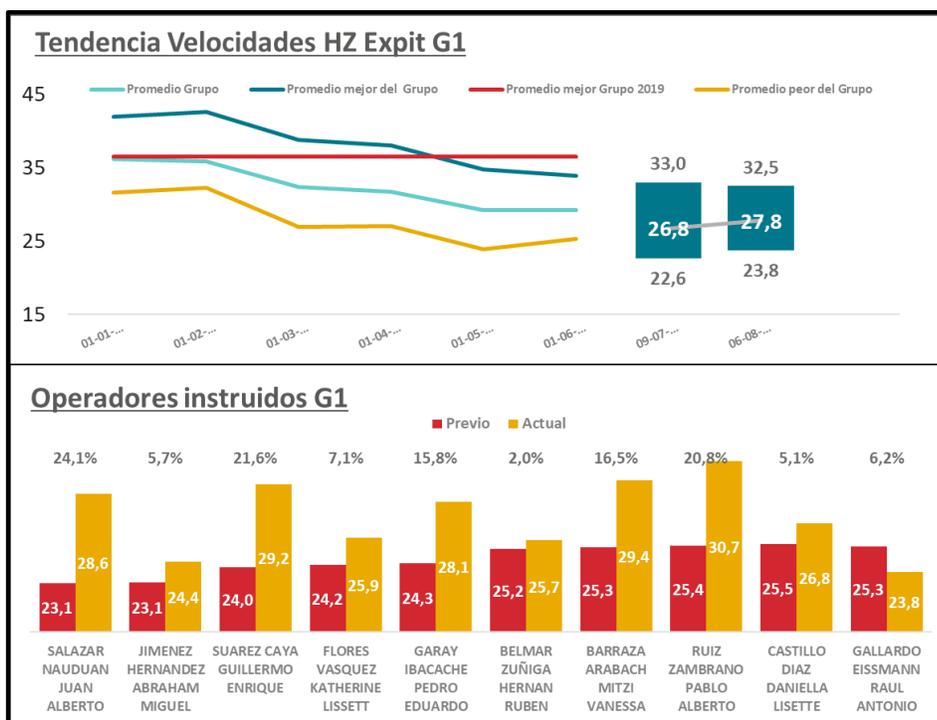


FIGURA 81: INSTRUCCIÓN OPERADORES G1 – VELOCIDAD
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

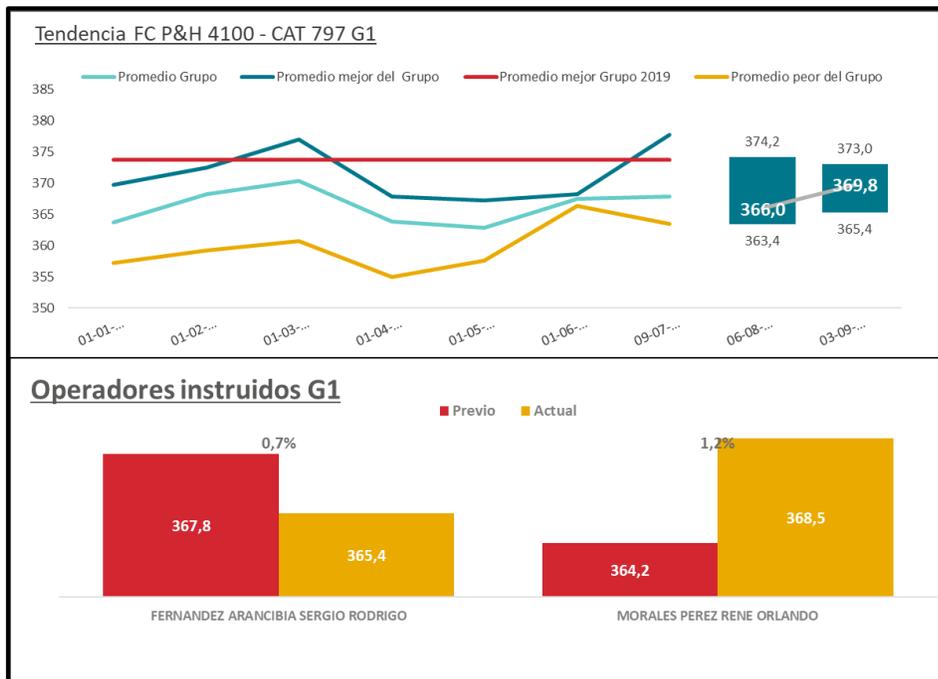


FIGURA 82: INSTRUCCIÓN OPERADORES G1 - FACTOR DE CARGA CAT 797
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

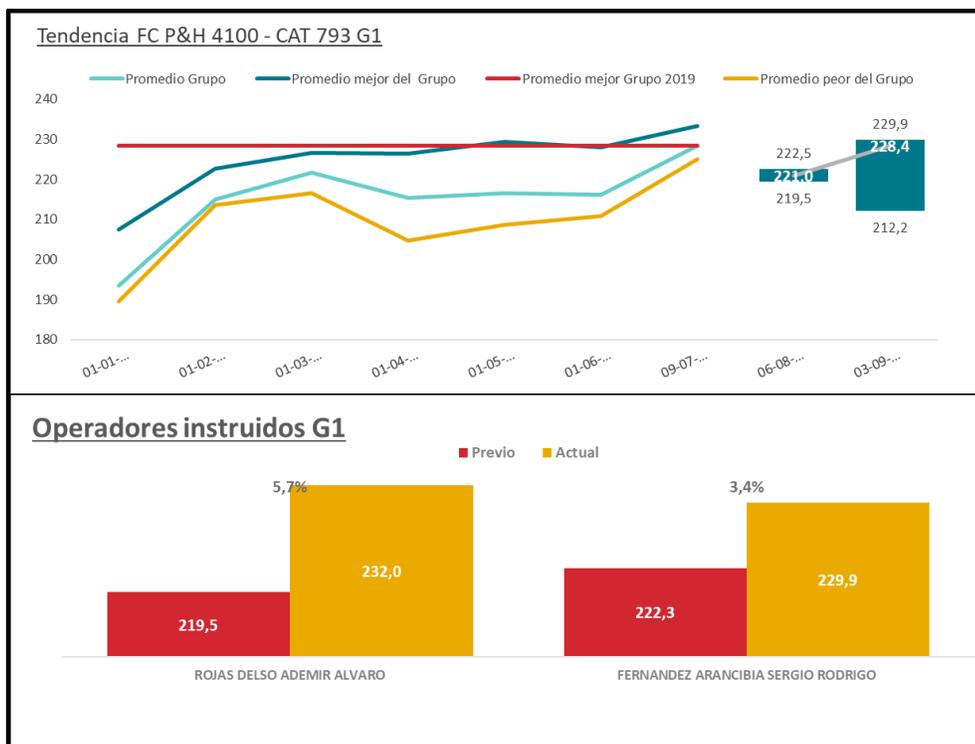


FIGURA 83: INSTRUCCIÓN OPERADORES G1 - FACTOR DE CARGA CAT 793
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

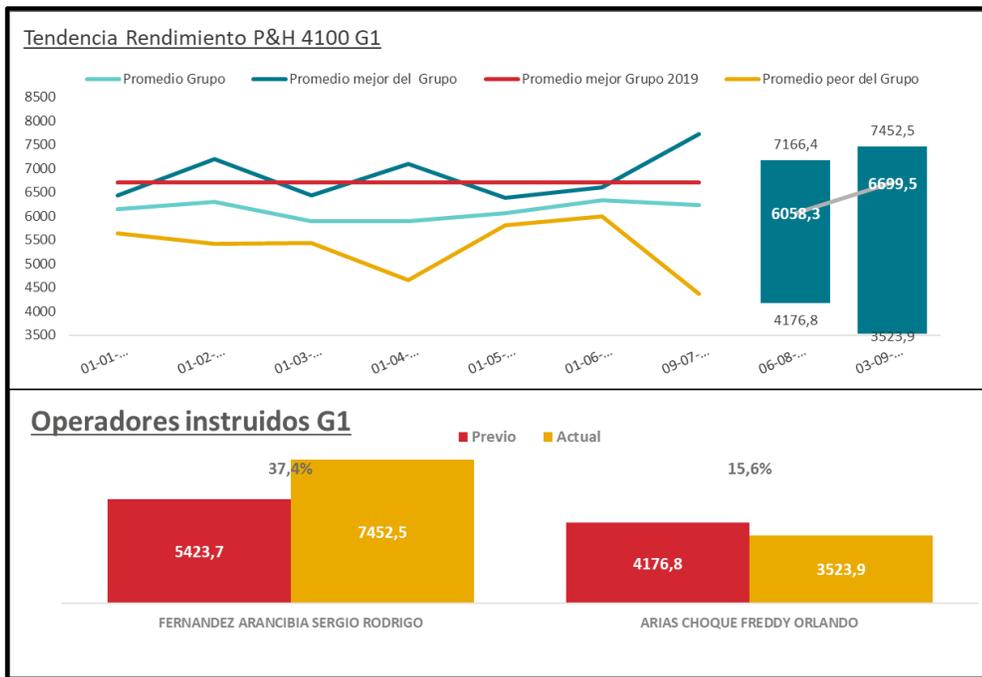


FIGURA 84: INSTRUCCIÓN OPERADORES G1 – RENDIMIENTO
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

6.3.1.2. Grupo 3

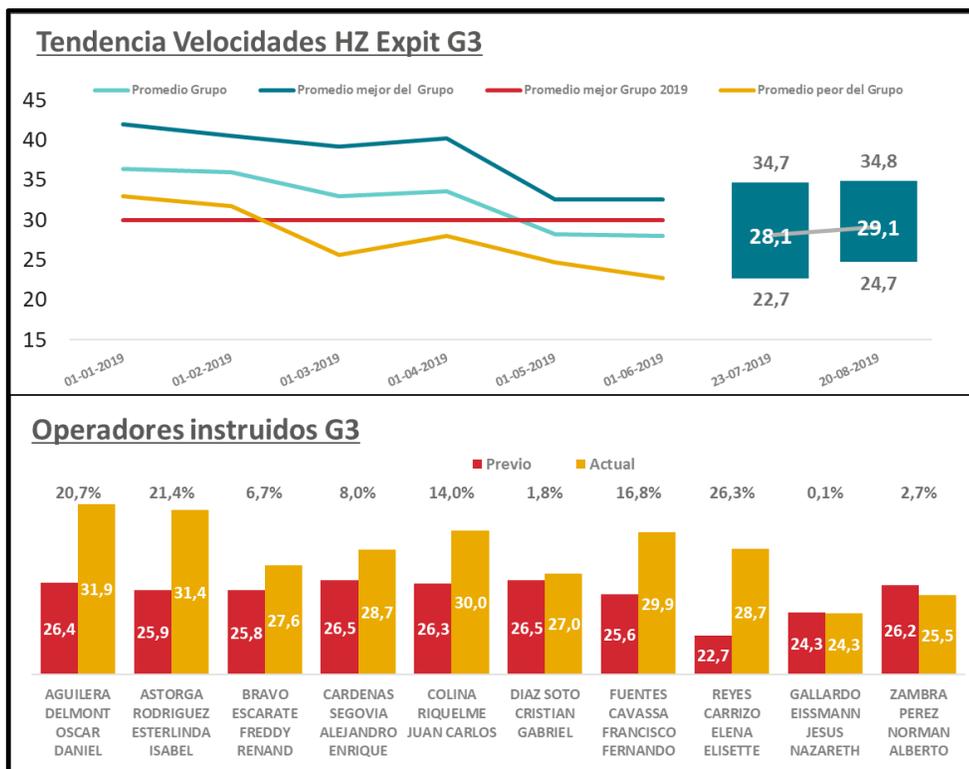


FIGURA 85: INSTRUCCIÓN OPERADORES G3 – VELOCIDAD
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

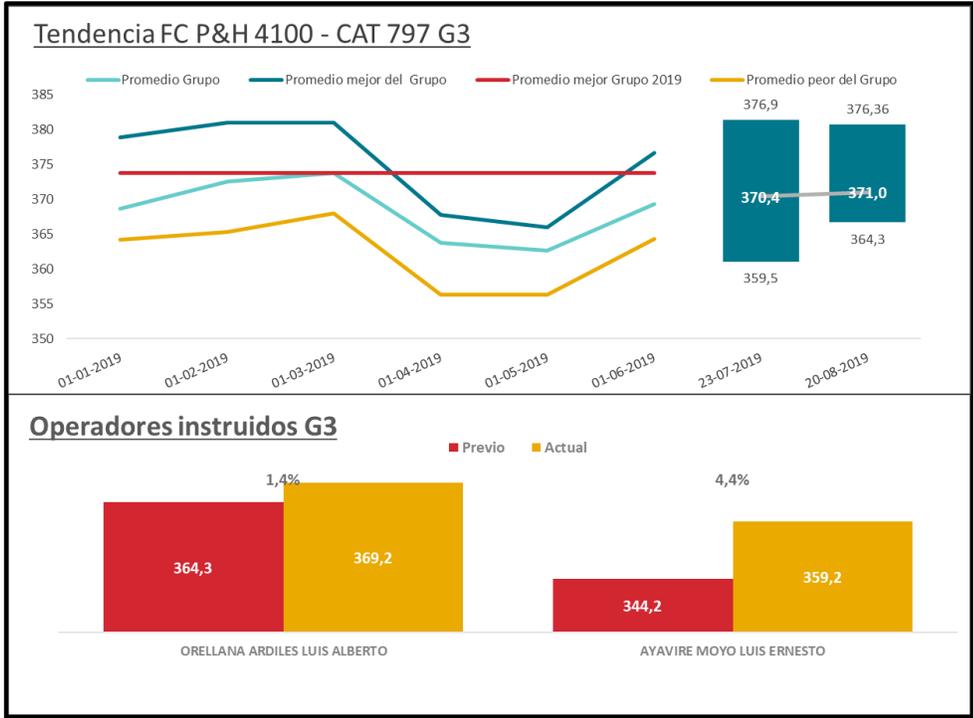


FIGURA 86: INSTRUCCIÓN OPERADORES G3 - FACTOR DE CARGA CAT 797
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

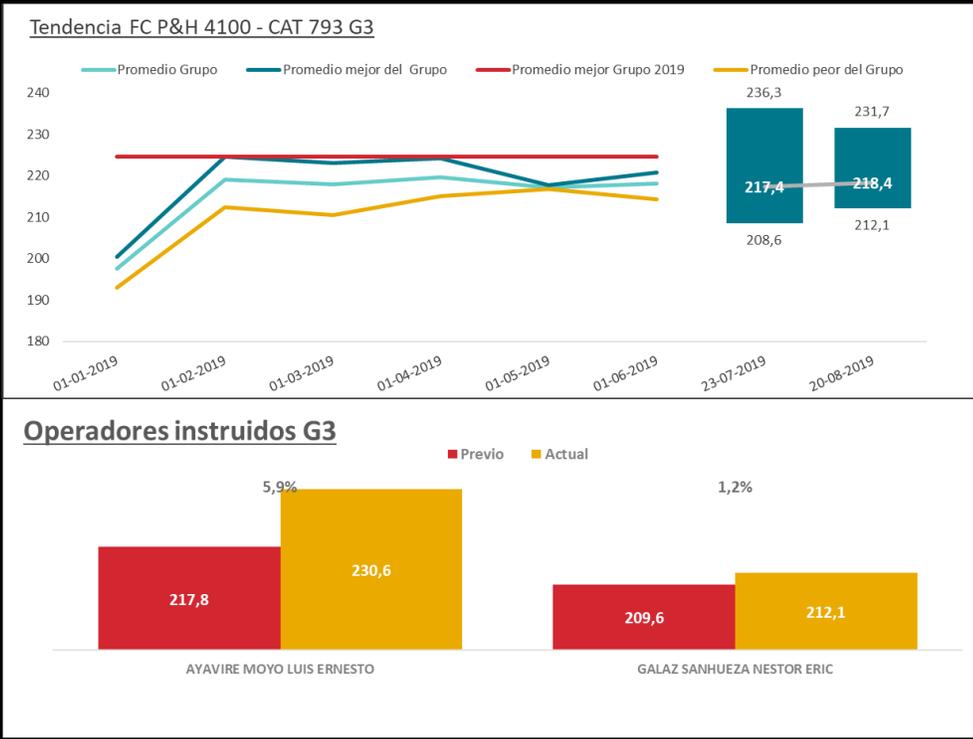


FIGURA 87: INSTRUCCIÓN OPERADORES G3 - FACTOR DE CARGA CAT 793
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

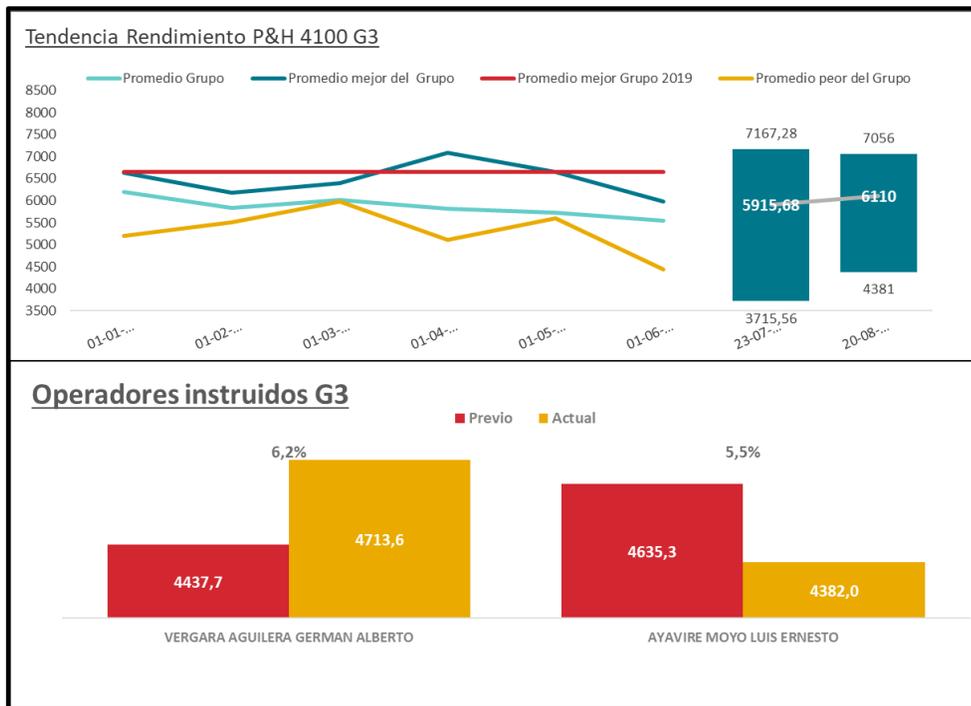


FIGURA 88: INSTRUCCIÓN OPERADORES G3 – RENDIMIENTO
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

6.3.1.3. Grupo 4

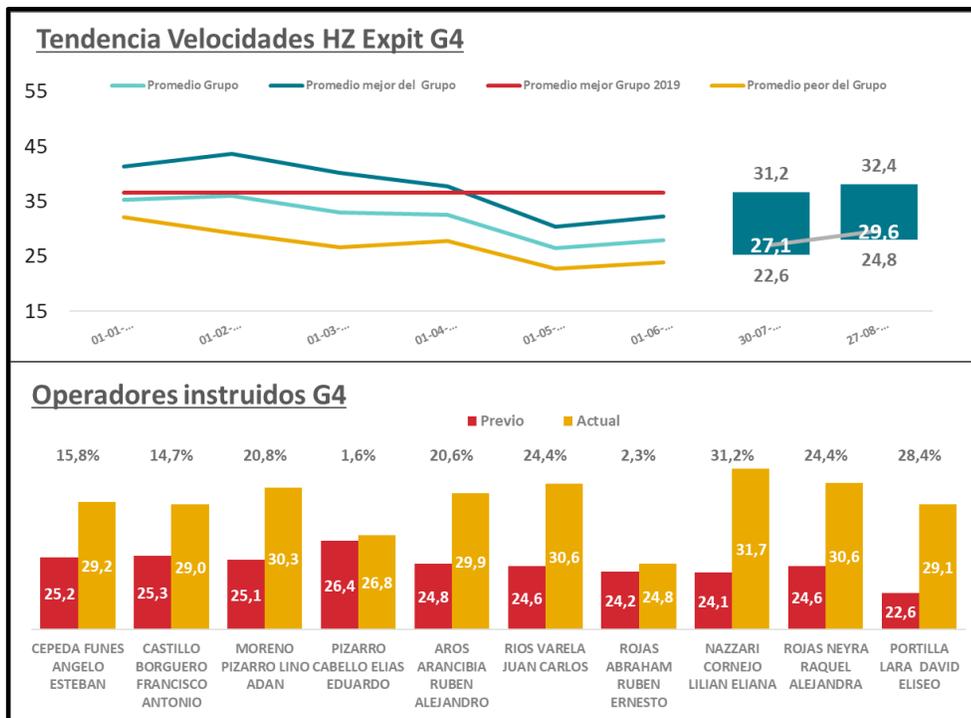


FIGURA 89: INSTRUCCIÓN OPERADORES G4 – VELOCIDAD
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

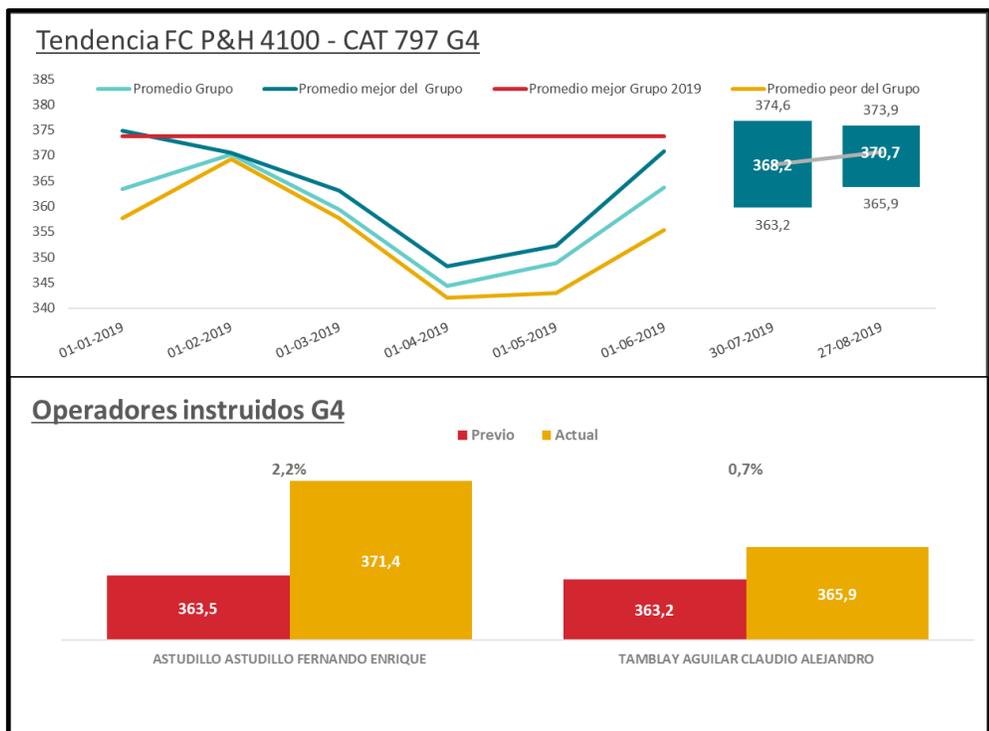


FIGURA 90: INSTRUCCIÓN OPERADORES G4 - FACTOR DE CARGA CAT 797
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

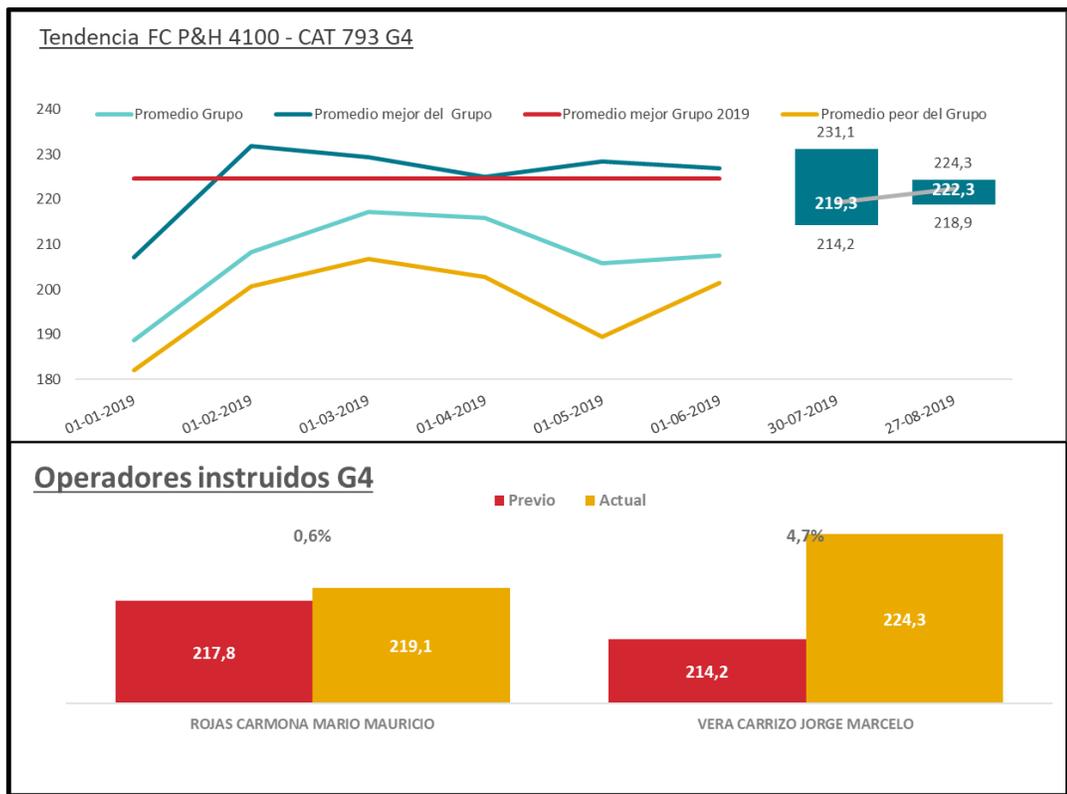


FIGURA 91: INSTRUCCIÓN OPERADORES G4 - FACTOR DE CARGA CAT 793
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

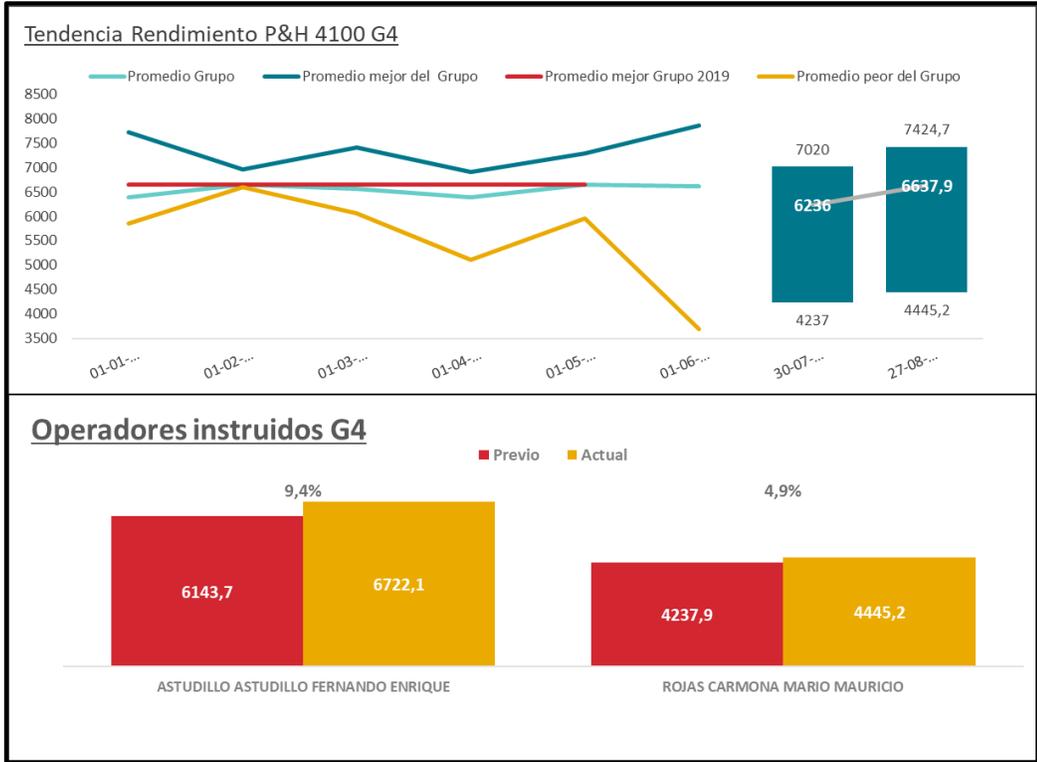


FIGURA 92: INSTRUCCIÓN OPERADORES G4 – RENDIMIENTO
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.