

**INFORME FINAL DE PRÁCTICAS EMPRESARIALES  
REALIZADAS EN LA MINA CARBONES DE CERREJON LTD,  
ALBANIA (LA GUAJIRA)**

**CATHERINE OBREGON PEREZ**

**FUNDACIÓN UNIVERSITARIA DEL ÀREA ANDINA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**PROGRAMA DE INGENIERÍA DE MINAS**

**VALLLEDUPAR, CESAR**

**2018**

**INFORME FINAL DE PRÁCTICAS EMPRESARIALES  
REALIZADAS EN LA MINA CARBONES DE CERREJON LTD,  
ALBANIA (LA GUAJIRA)**

**CATHERINE OBREGON PEREZ**

**Informe de práctica empresarial presentado como requisito para optar al  
título de Ingeniería de Minas.**

**LUIS CARLOS ARAUJO**

**ASESOR**

**FUNDACIÓN UNIVERSITARIA DEL ÀREA ANDINA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**PROGRAMA DE INGENIERÍA DE MINAS**

**VALLLEDUPAR, CESAR**

**2018**

## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero agradecer en primer lugar a Dios, por guiarme en el camino y fortalecerme espiritualmente para empezar un camino lleno de éxito.

Así, quiero mostrar mi gratitud a la empresa carbones de Cerrejón Ltda y a todas aquellas personas que estuvieron presentes en la realización de este proyecto, de este sueño que es tan importante para mí, agradecer todas sus ayudas, sus palabras motivadoras, sus conocimientos, sus consejos y su dedicación.

Por último, quiero agradecer a la base de todo, a mi familia, en especial a mi madre, quien con sus consejos fueron el motor de arranque y mi constante motivación, muchas gracias por su paciencia y comprensión, y sobre todo por su amor.

¡Muchas gracias por todo!

## CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	8
2. PRESENTACIÓN DE LA EMPRESA.....	10
2.1 Reseña histórica.....	10
2.2 Aspectos estratégicos.....	13
2.3 Estructura organizacional.....	15
2.4 Portafolio de productos y servicios .....	16
2.5 Localización .....	18
3. INFORME DE LA PRÁCTICA.....	20
3.1 Informe de gestión.....	21
4. PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN.....	27
4.1 Título .....	27
4.2 Planteamiento del problema.....	27
4.3 Justificación.....	28
4.4 Objetivos .....	29
4.5 Resultados esperados.....	29
4.5 Marco de referencia .....	30
4.6 Metodología.....	44
4.7 Producto.....	67
4.8 Logros alcanzados .....	72
4.9 Conclusiones.....	75
4.10 Recomendaciones.....	77
5. BIBLIOGRAFÍA.....	79
6. ANEXOS .....	80

## LISTA DE TABLAS

TABLA 1. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DE GOBIERNO DE CARBONES DEL CERREJÓN LIMITED	15
TABLA 2. ETAPAS DEL CORRECTO CARGUE DE CAMIONES CARBONERO	44
TABLA 3. ENTREGABLES	45
TABLA 4. MUESTRA DE CALIBRACIÓN EN CARGADORES	55
TABLA 5. SUBCARGUE DEL MES DE JUNIO	57
TABLA 6. CARGUE NORMAL EN EL MES DE JUNIO	57
TABLA 7. SOBRE CARGUE EN EL MES DE JUNIO	58
TABLA 8. SUBCARGUE EN EL MES DE JULIO	58
TABLA 9. CARGUE NORMAL EN EL MES DE JULIO	59
TABLA 10. SOBRECARGUE EN EL MES DE JULIO	59
TABLA 11. SUBCARGUE EN EL MES DE AGOSTO	60
TABLA 12. CARGUE NORMAL EN EL MES DE AGOSTO	60
TABLA 13. SOBRECARGUE EN EL MES DE AGOSTO	61
TABLA 14. SUBCARGUE EN EL MES DE NOVIEMBRE	63
TABLA 15. CARGUE NORMAL EN EL MES DE NOVIEMBRE	64
TABLA 16. SOBRECARGUE EN EL MES DE NOVIEMBRE	64
TABLA 17. CARGUE DEL MES NOVIEMBRE EN TODA LA MINA	65
TABLA 18. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES, CORRECTO CARGUE DE CAMIONES CARBONEROS	66
TABLA 19. CUMPLIMIENTO DE OBJETIVOS	72

## LISTA DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1. EVOLUCIÓN DE PROPIETARIOS DE CONCESIONES Y OPERADORES DEL ACTUAL CERREJÓN	12
ILUSTRACIÓN 2 PILAS DE CARBÓN	17
ILUSTRACIÓN 3. PROCESO DE PRODUCCIÓN	17
ILUSTRACIÓN 4. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DE LA MINA.	18
ILUSTRACIÓN 5. ESQUEMA DE ESTRATEGIA DE METALES DEL SGCC.	26
ILUSTRACIÓN 6. BASCULA DE CAMIONES (AURORA)	31
ILUSTRACIÓN 7. CASETA DE PESAJE POR FUERA	31
ILUSTRACIÓN 8. ESTRUCTURA QUE COMPONEN LOS PADS	32
ILUSTRACIÓN 9. SISTEMA VISUAL DE HANDSHELDS	32
ILUSTRACIÓN 10. CARGADOR L-1350	33
ILUSTRACIÓN 11. PARTES DE LOS CARGADORES	34
ILUSTRACIÓN 12. CARGUE DEL BALDE	35
ILUSTRACIÓN 13. CARGUE DE CARBÓN	37
ILUSTRACIÓN 14. POLÍTICAS DE CARGUE EN TONELADAS MÉTRICAS	38
ILUSTRACIÓN 15. COMPONENTE DE LINGS	39
ILUSTRACIÓN 16. ÁREA DE ALMACENAMIENTO DE CARBÓN	40
ILUSTRACIÓN 17. VISTA EN PLANTA DEL ÁREA DE APILAMIENTO EN CARBÓN	40
ILUSTRACIÓN 18. ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA CTD	41
ILUSTRACIÓN 19. DISTRIBUCIÓN DEL SISTEMA DE LA MAQUINA	42
ILUSTRACIÓN 20. UBICACIÓN DE LÍNEA CERO	42
ILUSTRACIÓN 21. PMO	46
ILUSTRACIÓN 22. INTEGRANTES DEL EQUIPO	46
ILUSTRACIÓN 23. LLAVE DE SEGURIDAD	48
ILUSTRACIÓN 24. MENÚ DEL CARGADOR	48
ILUSTRACIÓN 25. DIFERENCIAS DEL MENÚ ENTRE LAS GENERACIONES	49
ILUSTRACIÓN 26. ACCESO A LA CONFIGURACIÓN DEL CARGADOR	49
ILUSTRACIÓN 27. PANEL DE LOS SWITCHES	50
ILUSTRACIÓN 28. TIPOS DE SWITCHES EN UN CARGADOR	50
ILUSTRACIÓN 29. CONSOLAS EN LA CABINA DEL CARGADOR	51
ILUSTRACIÓN 30. INDICADORES DEL CARGADOR	51
ILUSTRACIÓN 31. JOYSTICK DEL CARGADOR	52
ILUSTRACIÓN 32. OPERACIÓN DE LOS JOYSTICKS	52
ILUSTRACIÓN 33. MONITOR DEL CARGADOR	53
ILUSTRACIÓN 34. PROCEDIMIENTO PARA CALIBRACIÓN	54
ILUSTRACIÓN 35. RETROALIMENTACIÓN DE LAS FUNCIONES DE LOS CARGADORES	56
ILUSTRACIÓN 36. CHARLAS EN CAMPO A LOS OPERADORES SOBRE LA RETROALIMENTACIÓN DE SUS FUNCIONES	56
ILUSTRACIÓN 37. BASCULA CARBÓN	61
ILUSTRACIÓN 38. PESTAÑA DEL CONSOLIDADO, BASCULA CARBÓN	62
ILUSTRACIÓN 39. PESTAÑA MTD, BASCULA CARBÓN	62
ILUSTRACIÓN 40. DETALLE DE BASCULA CARBÓN	63
ILUSTRACIÓN 41. KPIS CARGUE DE CAMIONES	67
ILUSTRACIÓN 42. ESTÁNDAR DEL CARGUE DE CAMIONES CON CARGADORES	71

## LISTA DE ANEXOS

ANEXO A. CABINA DE UN CARGADOR	80
ANEXO B. DIAGRAMA LÓGICO DE FLUJO DE LINGS	80
ANEXO C. MONITOREO DEL CARGADOR	81
ANEXO D. DIAGNÓSTICO DEL LINGS	81
ANEXO E. PLATAFORMA DE LA BÁSCULA	82
ANEXO F. KP'IS DE RECUPERACIÓN DE CARBÓN POR TAJO	82
ANEXO G. KP'IS DE RECUPERACIÓN DE CARBÓN TOTAL	83
ANEXO H. KP'IS DE MOVICAR	83
ANEXO I. FORMATO DE METALES G7	84
ANEXO J. FORMATO DE PIEZA SUSCEPTIBLE A CAER	85
ANEXO K. FORMATO DE CHARLAS	86
ANEXO L. POLÍTICAS DEL CARGUE	86
ANEXO M. UBICACIÓN DE PILAS	87

## 1. INTRODUCCIÓN

Carbones del Cerrejón LTD es una operación minera a cielo abierto ubicada al norte de Colombia encargada de la extracción, transporte y exportación de carbón térmico de alta calidad, posicionada en lo más alto de la pirámide de exportación de carbón en Colombia, representando aproximadamente un 35% de las exportaciones de carbón del país. A nivel mundial, la competencia en la industria carbonífera aumenta diariamente, lo que obliga a brindar productos acordes a las exigencias y necesidades de los clientes para mantener la preferencia de los mismos. Es decir, se debe garantizar que el producto cumpla los más altos estándares de poder calorífico, porcentaje de humedad, contenido de ceniza y azufre sin dejar a un lado el costo de producción, es por esto por lo que la constante búsqueda del mejoramiento de las técnicas mediante nuevos métodos o alternativas en los procesos es de vital importancia para el cumplimiento de los exigentes requerimientos del mercado.

El cargue de camiones en Cerrejón representan una parte considerable del costo operativo total de la mina en donde es importante una relación entre los equipos de carga y la flota de camiones. El ciclo que llevan los equipos proporciona beneficios crecientes al costo por unidad de producción, a la seguridad y al rendimiento del camión.

Actualmente el cargue que se desarrolla presenta ciertos problemas de operación a fin de mes, la causa de éstos se genera en un ajuste negativo, daños estructurales de la flota de camiones y aumento de disponibilidad. Debido a las dificultades se tomaron acciones para saber la verdadera razón de la causa del cargue de camiones, ajuste de humedad en las pilas y desviación en la báscula, se propone implementar operaciones requeridas para el cargue de camiones carboneros cumpliendo con los factores de carga establecidos de forma segura, productiva y económicamente rentable.

Mediante este trabajo se pretende implementar cuál es el estándar adecuado para el cargue de camiones enfocados en el control del pesaje en el cargador

usando los datos del Lincs. Así mismo, se realizarán las medidas predictivas para ser monitoreadas diariamente aplicadas en el pesaje de la báscula y estandarización en la operación de Movicar de tal manera que se optimice el costo de producción y logrando una mejor disponibilidad.

## 2. PRESENTACIÓN DE LA EMPRESA

### 2.1 Reseña histórica

La historia de la compañía (Cerrejón C. , Empresa, Intranet, 2016) ha tenido transformaciones a lo largo del tiempo, como se puede ver a continuación:

**1975.** El Gobierno colombiano invita a 17 firmas a participar en la licitación para la explotación de 32.000 ha. Que actualmente componen el Cerrejón Zona Norte. Sólo cinco de estas compañías se presentaron y únicamente tres (3) cumplieron con los requisitos: de las tres (3), Intercor, filial de Exxon, fue la escogida.

**1976.** Carbones de Colombia S.A. (Carbocol) e Intercor, después de un concurso internacional, firmaron en el mes de diciembre un contrato de asociación por 33 años para desarrollar las reservas carboníferas de El Cerrejón Zona Norte. Este contrato contempla tres etapas: exploración (1977-1980), construcción (1981-1986) y producción (1986-2009). En enero de 1999 se firmó un acuerdo con el Estado colombiano para extender la última etapa por 25 años más, hasta 2034.

**1977.** Se realizan 202 estudios durante el período de exploración.

**1980.** Se obtienen los resultados de los estudios geológicos y de factibilidad y se firma la declaratoria de comercialidad de Cerrejón Zona Norte.

**1983.** El gobierno nacional otorgó en concesión a Carbocol unas zonas de playa y terrenos de bajamar en Bahía Portete y autorizó la construcción y operación de un puerto privado para la explotación y exportación del carbón y todos aquellos productos necesarios de infraestructura de los proyectos carboníferos.

Comienza la etapa de minería anticipada. La primera fase de Mushaisa, la unidad residencial de Cerrejón en La Mina entra en funcionamiento ofreciendo servicio para 500 personas. En noviembre se le da el nombre de Puerto Bolívar al más importante puerto carbonífero de América Latina que contaría con un canal dragado de cuatro km. de longitud, 19 m de profundidad y 225 m de

ancho, con capacidad inicial para recibir barcos de hasta 180.000 toneladas de peso muerto.

**1984.** Se realiza el primer viaje de 150 km. del tren minero de trocha ancha, transportando 8.500 t. de carbón desde La Mina hasta Puerto Bolívar.

**1985.** Se hace el primer embarque anticipado de carbón con 33.000 toneladas, enviado en el buque Giovanni, con destino a Dinamarca.

**1986.** El 26 de febrero el buque BulkVenturer transporta 23.000 toneladas de carbón, realizando el primer zarpe del muelle en Puerto Bolívar. Después de seis años, y con una inversión de 3.000 millones de dólares, se finalizó la etapa de construcción y montaje de las instalaciones e infraestructura de El Cerrejón Zona Norte que dio inicio a la operación de minería en gran escala.

**1987.** Se inicia el retro llenado del área norte del tajo, cumpliendo así con los programas y compromisos adquiridos para la protección del medio ambiente.

**1988-1990.** La firma comercial Testing & Engineering certifica la calidad del carbón colombiano exportado.

**1991-1992.** Se ponen en marcha los programas de mejoramiento continuo y el de recuperación y protección de la cuenca alta y media del río Ranchería.

**1995.** Cerrejón cumplió una década de exportaciones con un acumulado histórico de 100 millones de toneladas de carbón; se removieron 80.3 millones de BCMs. Intercor realizó esta actividad con un promedio anual de 4.500 trabajadores directos y 3.500 indirectos.

**1996-1997.** Se inician las operaciones en las nuevas áreas de minería.

**1998-1999.** Se firma el acuerdo que establece las bases para el acceso a la infraestructura férrea por parte de terceros y se extiende el contrato de asociación por 25 años más.

**2000-2001.** Se inauguró la ampliación de la infraestructura del complejo. Se vendió la participación de Carbocol en el Cerrejón Zona Norte (50%), al

consorcio integrado por dos subsidiarias de Billiton Company, una subsidiaria de Anglo American y una subsidiaria de Glencore que conforman la Sociedad Cerrejón Zona Norte S.A.

**2001.** El carbón ocupa el segundo renglón de exportación de Colombia.

**2002.** En febrero, subsidiarias de Anglo American, BHP Billiton y Glencore adquieren el 50% restante de Cerrejón Zona Norte, mediante la compra de la participación de Exxon Mobil en Intercor, convirtiéndose así en dueños únicos por partes iguales de Carbones del Cerrejón Limited, Cerrejón, cuyos accionistas son subsidiarias de las tres (3) compañías antes mencionadas.

**2006.** Glencore vende su participación a la empresa europea Xstratapl, cuyas subsidiarias son actualmente propietarias de Cerrejón junto con subsidiarias de BHP Billiton y Anglo American. Las oficinas principales de Cerrejón se trasladan de Barranquilla a Bogotá.

**2008.** Se constituye el Sistema de Fundaciones Cerrejón.

**2010.** Alcanzamos un acumulado de exportación de 444.9 millones de toneladas de carbón y nos ubicamos entre las 10 empresas más grandes del país.

Ilustración 1. Evolución de propietarios de concesiones y operadores del actual Cerrejón



Fuente: Cerrejon.com. (2002).

## **2.2 Aspectos estratégicos**

Dentro de los aspectos estratégicos que tiene la compañía Carbones del Cerrejón Limited se encuentra su Visión, Misión y las Políticas:

### **VISIÓN**

“Ser el productor y exportador de carbón líder a nivel mundial y un aliado clave para el progreso y desarrollo sostenible de La Guajira”. (Cerrejón, 2002).

### **MISIÓN**

“Producir y exportar carbón de manera eficiente, confiable y rentable, cumpliendo con los más altos estándares en seguridad, salud, medio ambiente y ética empresarial, contribuyendo al progreso de nuestra gente, las comunidades vecinas y La Guajira”. (Cerrejón, 2002)

### **POLÍTICAS**

- Política de Seguridad, Salud, Medio Ambiente y Comunidades: Es política de Cerrejón en sus operaciones de minería a cielo abierto, transporte y embarque de carbón en La Guajira, Colombia, y en sus actividades en los otros lugares donde opera, conducir sus negocios en armonía con el medio ambiente y la sociedad, proteger la seguridad y salud de los trabajadores, y contribuir con el desarrollo, bienestar y cultura de las comunidades en su área de influencia, así como trabajar para implementar las mejores prácticas de la industria minera en materia de seguridad, salud, medio ambiente y comunidades.
- Política de Ética: Es política de Cerrejón el estricto cumplimiento de todas las leyes aplicables a sus negocios.
- Sistema de Autocontrol y Gestión del Riesgo de LAFT (Lavado de Activos y Financiamiento del Terrorismo): Es Política de Cerrejón el cumplimiento de todas las leyes aplicables a su negocio, por lo que está comprometido en la lucha contra el lavado de activos y la financiación del terrorismo.

- Política de Conflicto de Intereses: La política de Cerrejón exige que todos sus empleados eviten cualquier conflicto entre sus propios intereses y los intereses de la Empresa al tratar con proveedores, clientes, contratistas o cualquier otra persona fuera de la compañía y en la conducción de sus propios negocios.
- Política de Derechos Humanos: Es política de Cerrejón llevar a cabo sus operaciones de manera tal que se protejan, respeten y promuevan los Derechos Humanos de los empleados, contratistas, de terceras personas involucradas en sus operaciones, de sus clientes y del público en general. Igual compromiso exige de sus CONTRATISTAS, quienes son los responsables de la promoción, respeto y protección de los Derechos Humanos en cada área de trabajo donde ejecuten sus OBRAS y/o SERVICIOS.
- Política de Control de Fraude: Se espera que todos los empleados de CERREJÓN actúen de acuerdo con los más altos criterios de honestidad, rectitud e integridad en el desempeño de sus funciones.
- Política de Igualdad de Oportunidades: Es política de la Cerrejón proveer igualdad de oportunidades de empleo, de conformidad con todas las leyes aplicables, a los individuos que estén calificados para desempeñar el trabajo.
- Política de Responsabilidad Social Laboral: Cerrejón es una empresa comprometida con el desarrollo integral y el bienestar de sus trabajadores que cumple con la legislación nacional, los derechos laborales y de seguridad social.

## 2.3 Estructura organizacional

Tabla 1. Estructura Organizacional de Gobierno de Carbones del Cerrejón Limited



Fuente: Cerrejon.com. (2017).

## **2.4 Portafolio de productos y servicios**

El portafolio de productos y servicios de Carbones del Cerrejón Limited contempla:

La operación de extracción de carbón en Cerrejón se desarrolla bajo los más altos estándares de seguridad y de calidad con el compromiso de entregar al mercado internacional un producto de bajo contenido de ceniza y azufre, generando así un menor impacto sobre las personas y el medio ambiente. La fortaleza de la operación de Cerrejón es la integración de los procesos productivos (mina-ferrocarril-puerto), lo que garantiza mayor eficiencia en el conjunto de la operación y menor impacto sobre el medio ambiente.

Las características del carbón y el yacimiento según Cerrejón (2016) son:

Tipo de Carbón: Térmico sub bituminoso (formado hace 60 millones de años en el periodo terciario).

Potencia calorífica: 11.500 BTU por libra en promedio.

Bajo contenido de azufre: 0.65% en promedio

Bajo contenido de cenizas: 7.5% en promedio (4% en estado natural).

Humedad: 10.5%.

Materias volátiles: Bajo

Profundidad de explotación: - Tajo La Puente: 200 metros, Tajo Tabaco: 180 metros.

Altura entre mantos para Explotación: 10 metros.

Relación de Descapote: 6.5 a 1 (6.5 Ton de estéril por 1 de Carbón).

Reservas Totales (MTons): 2000 (probadas 318, probables 449).



Ilustración 2 Pilas de carbón

Fuente: (Propia, 2017)

## Proceso de Producción

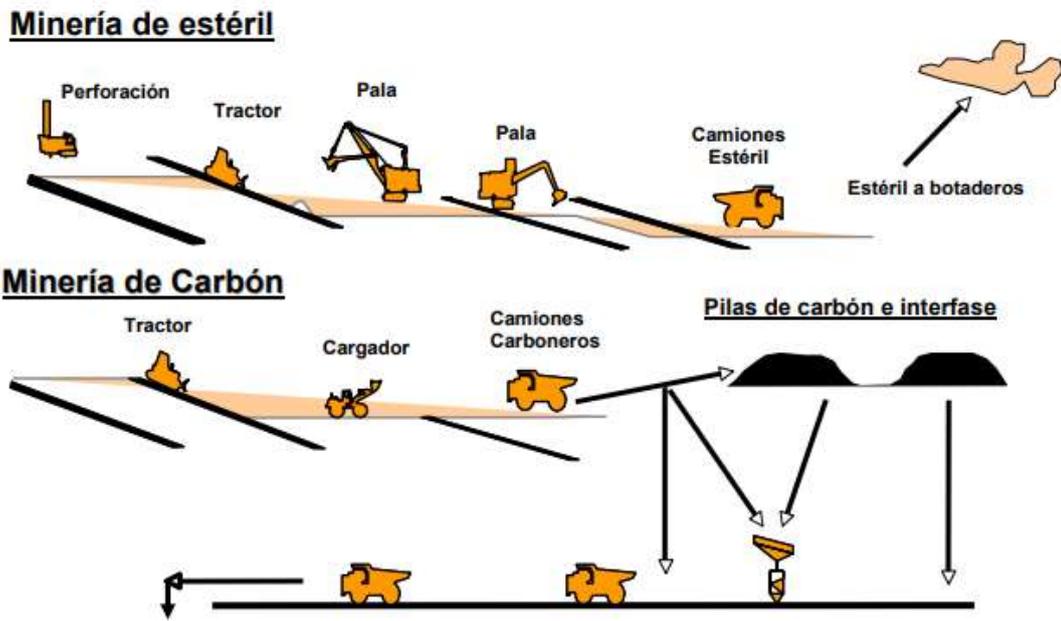


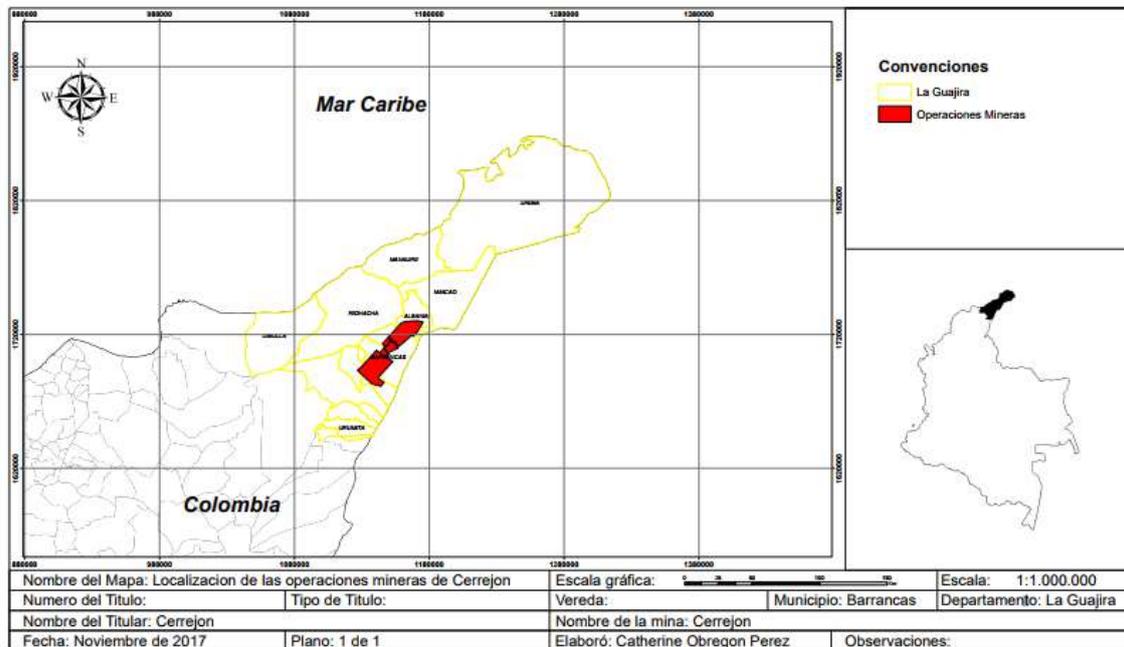
Ilustración 3. Proceso de producción

Fuente: (Propia, 2017)

## 2.5 Localización

La explotación minería del Cerrejón, es realizada en la zona norte de Colombia, en la península del Departamento de La Guajira, la cual tiene una extensión de 20.848 km<sup>2</sup>, y está localizada a 1.121 km al norte de Bogotá, la capital del país y a 220 km al nordeste de Barranquilla.

Ilustración 4. Localización geográfica de la Mina.



Fuente: (Propia, 2017)

La operación minera se encuentra localizada exactamente entre los municipios de Barrancas, Albania y Hatonuevo, cuenta con 69.000 hectáreas de áreas licenciadas, 13.539 hectáreas intervenidas por la operación y 3,562 hectáreas de tierra restauradas, sumando a esto la línea del ferrocarril que comunica el complejo minero con Puerto Bolívar. Entre las operaciones de mina, transporte y puerto existen más de 300 comunidades que conviven con las diferentes actividades operacionales de Cerrejón. (Hernando F, 1993)

Los yacimientos de carbón del Cerrejón están localizados en la parte septentrional del valle del río Ranchería, limitados al suroeste por las estribaciones de la Sierra Nevada de Santa Marta, al sureste por la Serranía del Perijá y por los montes de Oca al Este. Esta es una planicie estrecha y elongada, de 50 km de largo por 7,5 km de ancho, constituida por rocas sedimentarias de edad Mesozoica y Cenozoica, cubiertas discordantemente por depósitos aluviales recientes. El clima es tropical semiárido, con un promedio de precipitaciones de 900 mm anuales y una temperatura media de 27°C. Un largo periodo seco prevalece de diciembre a julio con un corto periodo húmedo en mayo. El periodo principal de lluvias comienza en agosto y se extiende hasta noviembre con precipitaciones máximas durante octubre. La vegetación es típica de bosque seco tropical y subxerofíticas; se observan áreas de pastos para ganadería extensiva y una superficie reducida de cultivos, principalmente en la vega del río Ranchería y del arroyo Paladines.

### **3. INFORME DE LA PRÁCTICA**

La practicante hace parte del Departamento de Producción, el cual es una operación conjunta que agrupa varias áreas y mediante un trabajo coordinado, se busca llegar a cumplir el mismo objetivo, que es la extracción, producción, procesamiento y comercialización del carbón térmico y metalúrgico extraído en el proyecto mina Carbones del Cerrejón Limited.

El proyecto se realiza en el área de producción que está conformada por el movimiento de carbón (MOVICAR) y gestión de calidad que se encarga primordialmente de resolver problemas que permitan entregar análisis, diagnósticos y pronósticos que interpreten el funcionamiento operativo de los procesos involucrados con el carbón. El sistema de gestión de calidad del carbón se encarga de diseñar e implementar planes, estrategias y acciones encaminadas al aseguramiento de los estándares de minería y acarreo de carbón, de manera que se garantice la calidad y la cantidad planeadas de carbón de acuerdo con lo estimado por el modelo geológico. El movimiento de carbón (MOVICAR) está orientado a liderar los procesos de movilización de carbón provenientes de los tajos o las pilas, hacia las plantas de trituración y lavado, maximizando la aplicación de carbón productivo, para cumplir con el plan de exportación, con la oportunidad y calidades esperadas, y maximizar el uso y productividad de los camiones.

Dicho de otra manera, MOVICAR y el sistema de gestión de calidad del carbón son las que controlan y gestionan el cumplimiento de los estándares en los procesos que integran la cadena del carbón, para asegurar la calidad del carbón (en términos de poder calorífico) al tiempo que se obtenga la máxima recuperación del recurso.

La principal función de la practicante dentro de la empresa Carbones del Cerrejón Limited es brindar apoyo y soporte a las Superintendencias de producción en MOVICAR y gestión de calidad del carbón garantizando, Identificando, evaluando e implementando continuamente mejoras a los procesos de minado de carbón en términos de eficiencia y productividad, garantizando la máxima recuperación posible y la calidad esperada, con el fin

de lograr los niveles de confiabilidad y disponibilidad que permitan cumplir con los planes de movimiento de carbón requeridos .

Así mismo, ejecutando estrategias encaminadas a la prevención de contaminantes en el carbón (especialmente metálicos) en todos los niveles de la organización, para disminuir los eventos de metales en el carbón que se entrega a los clientes de esa manera que se minimicen las pérdidas y/o dilución del carbón.

Además, llevando un monitoreo permanentemente de los estándares y procedimientos del cambio en caliente, operación continua y en general toda actividad que contribuya a maximizar los resultados de uso de los camiones en la toma de decisiones, en el desarrollo de proyectos, metodologías y estrategias, y en el cumplimiento de tareas diarias, semanales y mensuales impuestas por la gerencia general.

### **3.1 Informe de gestión**

- Sistema de gestión de calidad del carbón y movimiento del carbón

#### **Reporte semanal y mensual de seguimiento a inspecciones de equipos en minería de carbón (Producción).**

El reporte se basa en una inspección en equipos de carbón en donde cada G7 (Supervisor de geología) vigila el estado del equipo en cuanto a su estructura, componentes y sistema utilizados al minar el carbón, cada supervisor debe hacer una meta de seguimiento de 10 equipos diferentes con apoyos fotográficos contemplando las piezas que hacen parte de un equipo. Dicho reporte se realiza a través de una base de datos de un BO productivo en donde se obtiene la información del observador, la fecha, el tajo y hora del equipo que examinó una vez obtenido la información se procede hacer un análisis de cada supervisor por equipos observados llevando una lista de verificación y determinación de cumplimientos de las condiciones de seguridad o peligros de equipos en minería de carbón.

## **Reporte semanal y mensual de seguimiento estratégico en metales (Mantenimiento).**

El seguimiento estratégico de metales es aquel que se da respecto al estándar de equipos que minan carbón y áreas post-mantenimiento, se elabora el reporte semanal y mensual, en donde incluyendo SEIS (6) (Servicios e Inspecciones – PM), MST's (Maintenance Schedule Task), backlog esta información es para garantizar el correcto balance de recursos y cumplir con las estrategias de mantenimiento y los planes de disponibilidad. El reporte se lleva a cabo por un BO productivo que evidencia el detalle de cada equipo cuando cumple o no cumple con las inspecciones y cuantos días promedio del cierre faltan para realizar su debida intervención. Por medio de la información del BO se realizan unos cálculos de una tendencia de días promedios de cada año, luego, se realiza una tabla de los incidentes que presenta el equipo que no cumplieron y por ultimo las áreas post-mantenimiento en donde se extrae la información de otro BO y se observa el estado de abandono una vez terminados los trabajos de mantenimiento en campo en donde se indica el tiempo a la entrega del equipo y el estándar de abandono del área en condiciones adecuadas al orden y aseo

## **Reporte diario de calidad mantos por grupo.**

El reporte de la calidad de mantos es generador por una base de datos con información en campo que realizan la interpretación y predicción de áreas futuras de avance de la mina, de esta manera les sirve a los supervisores de minería a los tajos para la ejecución de los planes, basándose en grupos, dándole información de ¿cómo es la calidad en la ubicación que tienden a minar en campo? La información extraída en la base de datos se lleva a cabo en Excel por medio de unos pivotTable en donde se observa lo requerido para cada grupo.

## **Reporte diario distribución origen-destino (carbones de alta ceniza y apilada)**

La distribución de origen- destino permite monitorear permanentemente los estándares y procedimientos de minado del carbón, para garantizar la máxima recuperación y la calidad esperada del carbón. El informe se desarrolla por medio de un Query (base de datos) en donde se exportan datos de cada día del carbón con alta ceniza y el apilado en trituradora se elaboran unos cálculos para determinar los tajos con mayor y menor cantidad de ceniza, para que los tengan en cuenta los G7 (Supervisores de geología).

## **Reporte diario áreas post pm C46 (metaleros) y digitalización de formatos de áreas post Pm**

El informe diario de áreas post Pm se desarrolla para convocar a las áreas de operaciones con el fin de generar un plan de mantenimiento programado que permita cumplir con los compromisos de seguridad en producción, es decir, se verifican que los trabajos se realicen en forma segura y aplicando los controles críticos de riesgo.

El documento se fundamenta en actividades planificadas de mantenimiento del área para controlar y coordinar el correcto desarrollo de los equipos que se encuentran en pm garantizando un menor tiempo requerido por los tajos, se organiza a través de un Query (Base de Datos) se exporta a Excel y se llevan a cabo una serie de parámetros para tener en cuenta al momento de realizar un pm comunicándoles a los C46.

## **Seguimiento diario piezas susceptibles de caer y demora 007**

El seguimiento diario de pieza susceptible a caer es donde se implementa en campo estrategias encaminadas a la prevención de

contaminantes en carbón ya sean por elementos que conforman un equipo, para disminuir los eventos de metales en carbón que se entregan a los clientes. Este tipo de seguimiento se da por medio de los operadores, quienes tienen en su cabina un código llamado 007 en donde se aplica cuando se encuentren partes de los equipos en las vías o al momento de minar carbón; cuando sucede esto, activa una alarma a unos tableros dinámicos que informan a diario el tipo de contaminante que se encuentra. Así mismo, cuando acontece que llegasen a caer piezas tanto en la planta o en puerto.

### **Seguimientos subestándares minado de carbón nueva métrica**

Este seguimiento de subestándares es un formato que se digita diario realizado en campo por los G7 para llevar un conteo de que tajos y que día hubo subestándares de minado de carbones.

### **Control de reportes C46 de metales en vías, frentes y pilas**

El control de reportes C46 se desarrolla por medio de un mapa con ubicación de coordenadas para las vías, frentes y pilas donde se ejecutará algún tipo de arreglo manifestado por los superintendentes, este reporte se lleva mensual y es enviado a los C46 encargados de corregir las condiciones que se presenten.

### **Charlas de reintegro de producción**

Las charlas de reintegro de producción son las que facilitan que la persona que llega a su puesto tenga una idea formada de ¿cuál es el entorno en el que se mueve, del quién es quién en la organización y de las relaciones e interacciones que puede establecer?, se les habla más

específico del área de producción como es su labor que llevaran a desarrollar.

### **Charlas de inducción a la compañía**

La charla de inducción a la compañía es dirigida a todo tipo de trabajador para darles la bienvenida a nuestra empresa y anunciarles que hacer parte de la compañía es fundamental, se les informa de las operaciones en donde cada trabajador cumple con sus metas y es responsable de su cargo basándose en una operación que nos permita cumplir con nuestros clientes, proveedores con unos estándares de seguridad, ambiental y socioeconómicos.

### **Actualización de KPI's LEAN**

Los KPI's (Key Performance Indicators) permiten anticiparse a los problemas y que todo el personal de la empresa esté alineado con los objetivos y estrategias de la misma. Los indicadores Lean se agrupan en lo que se llaman cuadros de mando, simbolizan las variables a medir en el área objeto de estudio. La actualización de los KPI's se desarrollan a través de unas palancas que son metas crucialmente importantes para la compañía que son ordenadas por los días del mes según el grupo que trabaje, el plan mensual en todas las líneas sea minería, carbón, y seguridad.

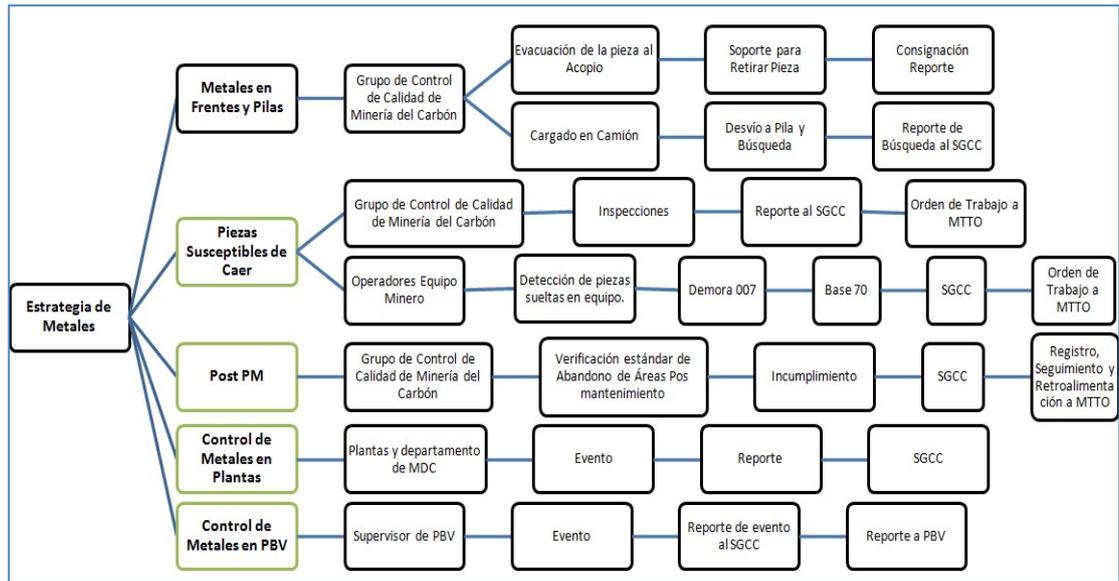


Ilustración 5. Esquema de estrategia de metales del SGCC.

Fuente: (Cerrejón, 2017)

## **4. PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN**

### **4.1 Título**

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL ESTANDAR ADECUADO PARA EL CARGUE DE CAMIONES 190 TON EN LA MINA CARBONES DE CERREJÓN LTDA, UBICADA EN ALBANIA – LA GUAJIRA.

### **4.2 Planteamiento del problema**

¿Cuál es el estándar adecuado para el cargue de camiones de 190 Ton en la mina Carbones de Cerrejón Limited, ubicada en Albania- La Guajira?

La empresa Carbones del Cerrejón constituye una operación de minería a cielo abierto, dedicada a la planeación, dirección, organización, coordinación, control y ejecución de la producción, manejo, transporte y embarque de carbón. (Cerrejon C. , Empresa, Intranet, 2016).

El proceso minero inicia con la recuperación y almacenamiento de pilas de capa vegetal para la futura rehabilitación de las tierras intervenidas. Posteriormente se realiza la remoción de aluvial y material estéril. El material es cargado por las palas y es descargado en camiones para transportarlo a los botaderos.

Los mantos de carbón expuestos se preparan para ser minados limpiando la parte superior usando tractores, éstos son empujados y apilados en el nivel inferior, teniendo cuidado en evitar diluirlos con el material estéril. Finalmente, los cargadores montan el carbón en camiones de acarreo Cat789c con una capacidad de 190 toneladas, cuyo destino es la trituradora o las pilas de carbón asignadas con el propósito de mezclarlo con otros carbones de diferentes calidades.

Para una óptima utilización de los equipos de acarreo de carbón es necesario que se cumplan con ciertos estándares de operación en cuando al cargue, como es la cantidad de material con la que se carga los camiones y la distribución de este en la tolva. (Perez, 2009)

El mal cargue de los camiones y la desviación han venido dándose constantemente, ocasionando problemas de pérdida considerable de volúmenes en los camiones Cat789c, encontrando cargas por debajo del límite inferior equivalentes a 168 toneladas (subcargas) produciendo efectos en la parte estructural del equipo por eventos inaceptables, originan una pérdida significativa en la disponibilidad de la flota, un aumento de las horas down del equipo en mantenimiento y la disminución de las horas totales de operación.

En los meses de junio, julio y agosto se presentan diferencias considerables entre la información que genera CTD y las generadas oficialmente por el área de soporte técnico (Topografía). La información obtenida por CTD procede del resultado del conteo de cargas multiplicadas por el factor de cargue de cada uno de los camiones, mientras que las que generan soporte técnico son realizadas por medio de un dropx que proporciona una serie de información sobre los volúmenes de carbón en cada pila. Dicha diferencia entre CTD Y soporte técnico concluyen en un ajuste de carbón total.

Debido al aumento de sobrecarga en camiones 190 los costos de reparación se han venido incrementado, afectando de igual forma la vida útil de las llantas, frenos rodamientos y direcciones delanteras y traseras, cilindros de levante, almohadillas de desgaste de la tolva. Así mismo el incorrecto cargue puede provocar grandes impactos económicos, generando así altos costos a producción.

### **4.3 Justificación**

Unas de las operaciones fundamentales en la empresa Carbones del Cerrejón es el cargue y acarreo de carbón, utilizando para tal fin cargadores L1350 y COMBI (empleado en las pilas de carbón) y los camiones Cat789c con una capacidad de 190Ton respectivamente.

Se han presentado ajustes negativos de carbón, las razones identificadas pueden ser el factor de llenado en el tren, el ajuste de humedad en pila 19 y desviaciones en el peso en bascula de camiones de 190ton que son operaciones que se desarrollan en la superintendencia de MOVICAR, con este

inconveniente se pretenden establecer acciones de entrenamiento y monitoreo estandarizadas en los procesos para asegurar el correcto cargue de camiones carboneros de 190 ton. Como primera medida observando problemas en el peso de la carga de camiones, siendo diferente al peso que registra el de los cargadores, donde la mayoría de las cargas no coinciden con el peso arrojado del LICNS II en los cargadores y el peso de CTD en los camiones.

Estos problemas van correlacionados con la disponibilidad de los camiones en donde se traducen en aumento de costos para la empresa, además de disminución en la productividad de la flota.

Todo lo anterior conlleva a realizar un estudio donde se ejecute el correcto cargue enfocándose en el control del pesaje en los cargadores, se usarán los datos de payload de cargador y de bascula ubicada en línea cero. De la misma forma se realizará un control y la retroalimentación por operador de cargador.

#### **4.4 Objetivos**

##### **4.4.1 General**

Implementar el estándar adecuado para el cargue de camiones 190 ton en la mina carbones de Cerrejón Ltda, ubicada en Albania – la Guajira

##### **4.4.2 Específicos**

- Evaluar el comportamiento de la distribución y el cumplimiento del proceso de cargue en los camiones
- Identificar las posibles causas o desviaciones en el proceso de cargue en camiones 190 ton
- Establecer en el estándar ES-PD-MC-032 el ítem el correcto cargue de camiones carboneros 190t

#### **4.5 Resultados esperados**

El desarrollo del proyecto se basa en un acercarse al punto críticos que es la flota de camiones 190 en donde dicho proceso que involucra estos camiones son de muchas variables una de ella es la reducción de los daños

estructurales, mejoramiento en la disponibilidad, en conocer la situación de calibración de los cargadores, en el entrenamiento de operadores en el uso del payload de los cargadores así de esta manera, establecer medidas predictivas que puedan monitorear diariamente la aplicación del cargue de camiones y dando a resolver unas de las tantas razones identificadas. Una vez finalizado el proyecto se distribuirá la información obtenida al superintendente del cargue de los camiones, omitiendo confusiones en el estado de la flota de camiones por la superintendencia de mantenimiento.

Además con este proyecto se lograría tener más claro que operadores sobre pasan las políticas de cargue con una información confiable para poder hacer seguimiento al cumplimiento del plan de minería. Por otro parte, se espera que con los resultados obtenido basado en el proyecto se elabore un estándar con el líder del proyecto y mi compañía en redactar un modelo de documento que sirve como guía para mejorar las practicas del cargue de camiones con cargadores aprobado por un cuerpo de directivos. De modo que con el estándar ejecuta nos faciliten describir detalladamente el proceso que se debe efectuar ya sea, de manera clara y concisa para los lectores.

#### **4.5 Marco de referencia**

El marco de referencia se basa principalmente en los estudios realizados en la Mina. (SIO, 2017).

##### **4.5.1 Bascula de pesaje**

Equipo diseñado para determinar el peso de la carga de camiones de estéril y carbón.

Las dimensiones del área de la báscula es de 70 m x 30 m con bermas de 1.20 m de lado y lado a lo largo de la entrada y salida de camiones.

#### 4.5.2 Pads

Es la plataforma en donde pasan los camiones de 190 ton., ubicada en frente a la caseta, estructura de concreto que le impida desplazarse vertical y horizontalmente.



Ilustración 6. Bascula de camiones (Aurora)

Fuente: (Cerrejon C. d., 2009)

#### 4.5.3 Caseta de pesaje

Está ubicada al lado de los PADS que componen la báscula, del lado visible de los camiones



Ilustración 7. Caseta de pesaje por fuera

Fuente: (Cerrejon C. d., 2009)

#### 4.5.4 Yellow Bag

Cubierta del sistema de datos de la báscula donde el PADS manda la información



Ilustración 8. Estructura que componen los PADS

Fuente: (Cerrejon C. d., 2009)

##### 4.5.4.1 Handshelds

Es el sistema visual de la báscula que ofrece máxima flexibilidad y movilidad y precisión permitiendo acelerar el ritmo de la información de los datos.



Ilustración 9. Sistema visual de Handshelds

Fuente: (Cerrejon C. d., 2009)

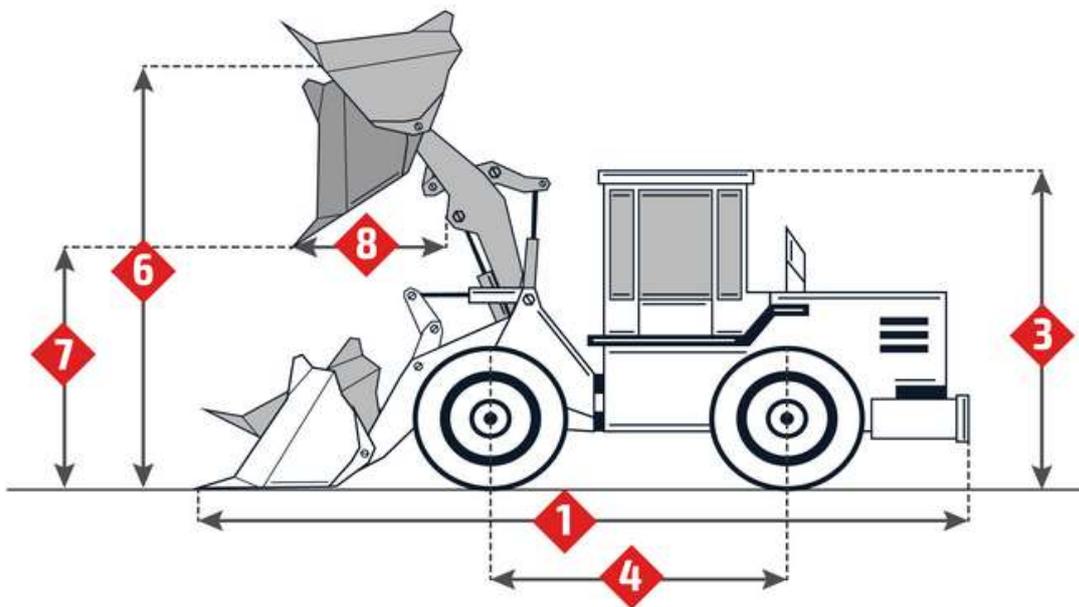
#### 4.5.5 Cargador I1350

Son equipos de carga y acarreo en distancias cortas que suministra materiales a los camiones. Contiene unos neumáticos con una capacidad operacional de 40,823 kg que tiene sistema de propulsión híbrida Joy SR integrada.



Ilustración 10. Cargador L-1350

Fuente: (Cerrejon C. d., 2009)



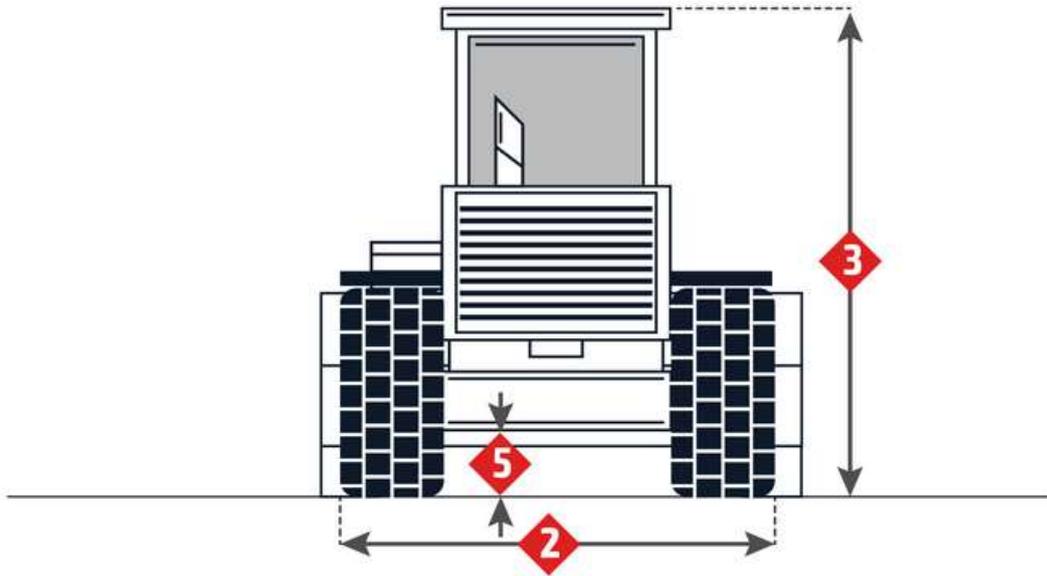


Ilustración 11. Partes de los cargadores

Fuente: (Perez, 2009)

1. Longitud con la pala a nivel del suelo (16890 mm)
2. Anchura entre neumáticos (5770mm)
3. Altura hasta la parte superior de la cabina (6030mm)
4. Eje de ruedas (6480mm)
5. Despeje sobre el suelo (740mm)
6. Altura máxima hasta el codo del brazo (8550mm)
7. Despeje sobre el suelo de descargue a máxima elevación (6430mm)

#### 4.5.5.1 Cargue de camiones con cargador I1350

Carga camiones es básicamente la repetición de los siguientes pasos:

1. Llenar el cucharón en el frente de cargue.
2. Levantar el cucharón y viajar de cargue.
3. Vaciar el cucharón.
4. Bajar el cucharon(flotación) y viajar de vuelta al frente de cargue

#### 4.5.5.2 Llenado del cucharón

1. Ataque al banco o pila de material perpendicularmente con el equipo recto, (ángulo de 90 grados entre el equipo y el banco o pila).
2. Avance con el cucharón a una altura de una pulgada (1") del piso y a una velocidad de 4 MPH.
3. Al penetrar en el material, comience a recoger el cucharón al mismo tiempo que lo levanta, sin patinar las llantas.
4. Llene el cucharón a baja altura en el frente de cargue y siempre a su capacidad; nunca lo sobrecargue.
5. Evite que el material del cucharón se derrame sobre los lados del mismo donde se conecta a los brazos de levante y al balancín, mientras la máquina se mueve hacia delante. Si esta área ya está llena, el material será desplazado sobre el área trasera del cucharón pudiendo caer dentro de la cabina donde está el operador.
6. Una vez lleno el cucharón, retroceda el cargador.
7. Nunca intente levantar un cucharón sobrecargado L 1350 36 Ton

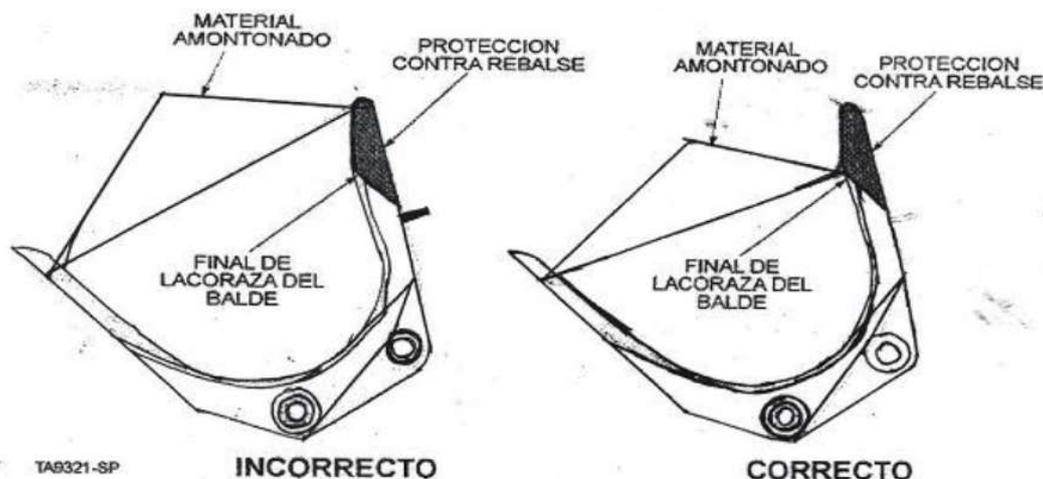
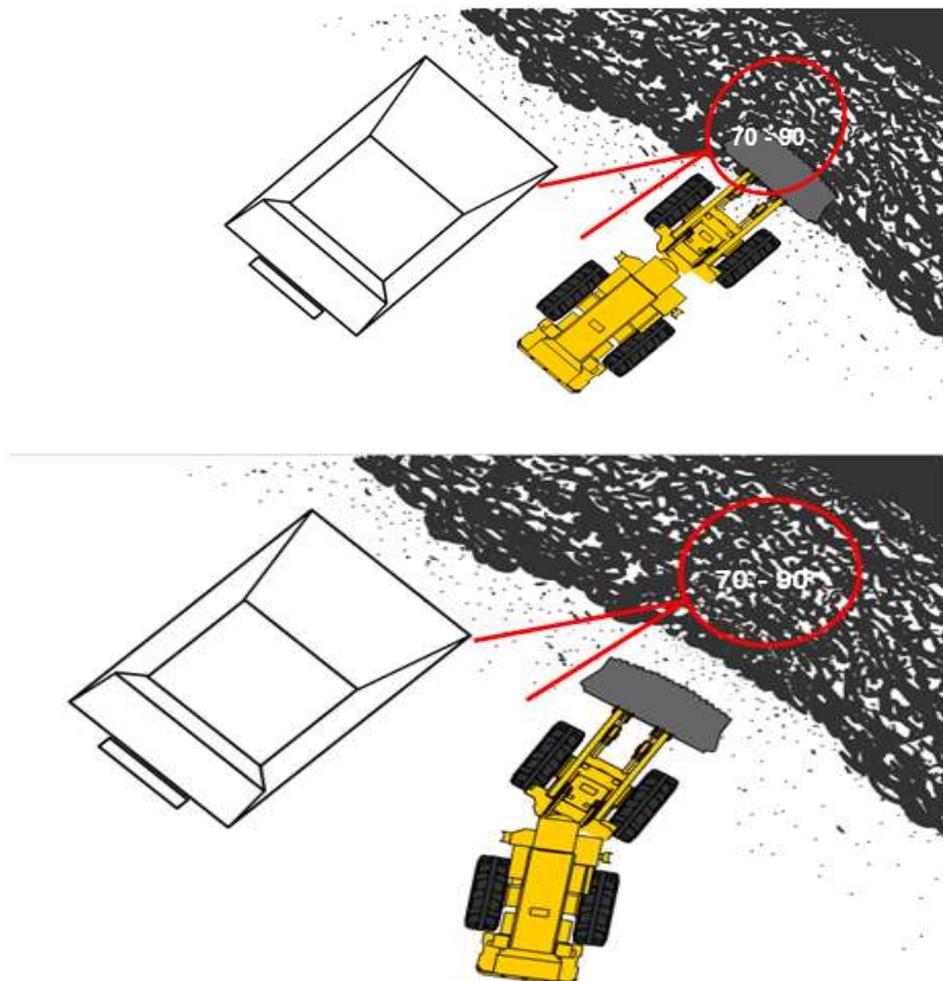


Ilustración 12. Cargue del balde

Fuente: (Perez, 2009)

#### 4.5.5.3 Levante del Cucharón y Movimiento Hacia el Camión

1. Tan pronto como el cucharón deje de estar en contacto con el frente de cargue comience a levantarlo mientras retrocede.
2. Aplique marcha hacia delante. Comience a acelerar el equipo, sin dejar de levantar el cucharón y aproxímese en forma recta al punto de cargue del camión.
3. Ubíquese, deteniendo la máquina para que el camión retroceda. Haga sonar el pito una vez, para que el camión se detenga.
4. Nunca golpee el camión con el cucharón o con las llantas del cargador.
5. Presione el botón de control del cucharón.



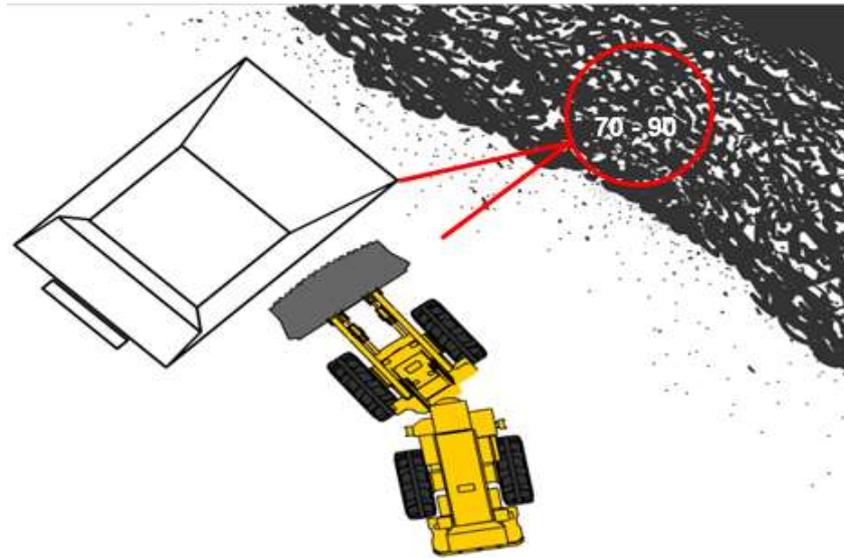


Ilustración 13. Cargue de carbón

Fuente: (Perez, 2009)

#### **4.5.5.5 Descarga del Cucharón**

1. Una vez que el cucharón ha sido posicionado sobre la tolva del camión, comience a voltearlo lentamente para evitar dañar las planchas de refuerzo del interior de la tolva.
2. Recuerde: la primera descarga servirá de cojín para las siguientes (acomódelo suavemente sobre el eje trasero.)
3. No deje caer la carga bruscamente sobre el camión.
4. Retraiga el cucharón, retírese del camión, baje cucharón y prepárese para llenarlo.
5. Limite los movimientos hacia atrás y hacia adelante a un (1) largo del cargador.

#### **4.5.5.6 Cargue de Carbón Lavado (Pila 19) con Cargador LETORNEAU-L1350**

Para esta tarea el operador debe cumplir todas las normas de seguridad establecidos para el cargue de camiones y cumplir las siguientes recomendaciones adicionales:

1. Antes de iniciar el cargue, verificar que el apilador se encuentre retirado del sitio de cargue por lo menos a 20 metros de distancia del cargador.
2. El reclamo de carbón lavado deberá realizarse siempre paralelo al riel guía del apilador.
3. Debido a la natural inestabilidad del piso, el operador del cargador debe maximizar su atención durante la maniobra de aproximación del camión con carga elevada para evitar golpes.
4. Para evitar que el riel del apilador sea tapado por el carbón en el momento del cargue se dejará siempre apilado aquel carbón que se encuentre próximo al riel y que es de difícil reclamación al cargador. Este carbón posteriormente se retirará y apilará retirado del riel del apilador con ayuda de un equipo auxiliar.

#### 4.5.6 Políticas de cargue

Es un sistema de monitoreo diseñado para proporcionar datos del estado y la carga útil que permite administrar mejor la eficiencia y los niveles de productividad de la herramienta.

POLITICA EN TONELADAS METRICAS

Tipo de camión	Tolva	Subcargue <	Normal	Sobrecargue <	Inaceptable >=
camión 190	Standard	168	181	187	187
camión 190	Sin compuerta	168	181	187	187
camión 240	Standard	198	230	250	250
camión 240	Liviana	198	230	250	250
camión 240	Con Liner	186	218	239	239
camión 320	Standard	277	290	310	310
camión 320	Liviana	277	299	328	328

Ilustración 14. Políticas de cargue en toneladas métricas

Fuente: (Perez, 2009)

#### 4.5.7 Sistema lincs

Software de apoyo para monitorear los signos vitales de los distintos sistemas del equipo (cargador) y también para ejecutar algunas funciones de producción y mantenimiento.

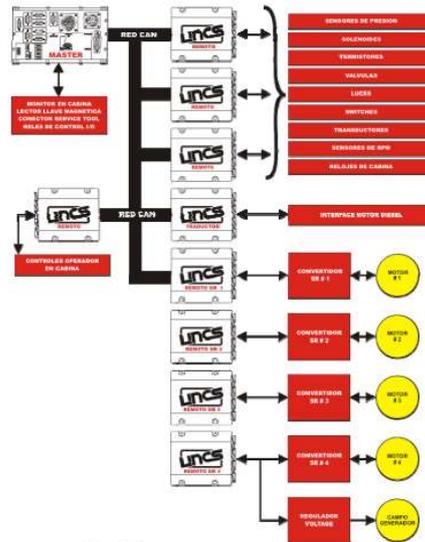


Ilustración 15. Componente de LINCS

Fuente: (Cerrejon C. , Empresa, Intranet, 2016)

#### 4.5.8 Rebalse

Elemento metálico que limita la carga en el cucharón, ubicado en el labio superior del mismo y funciona como deflector de rocas para evitar que por sobrecarga rompa el vidrio frontal de la cabina del cargador.

#### 4.5.9 Pilas de almacenamiento

El carbón proveniente de la mina es transportado en camiones hasta las instalaciones de manejo de carbón, donde es descargado en las tolvas que alimentan a las trituradoras o es almacenado en pilas, según su calidad.

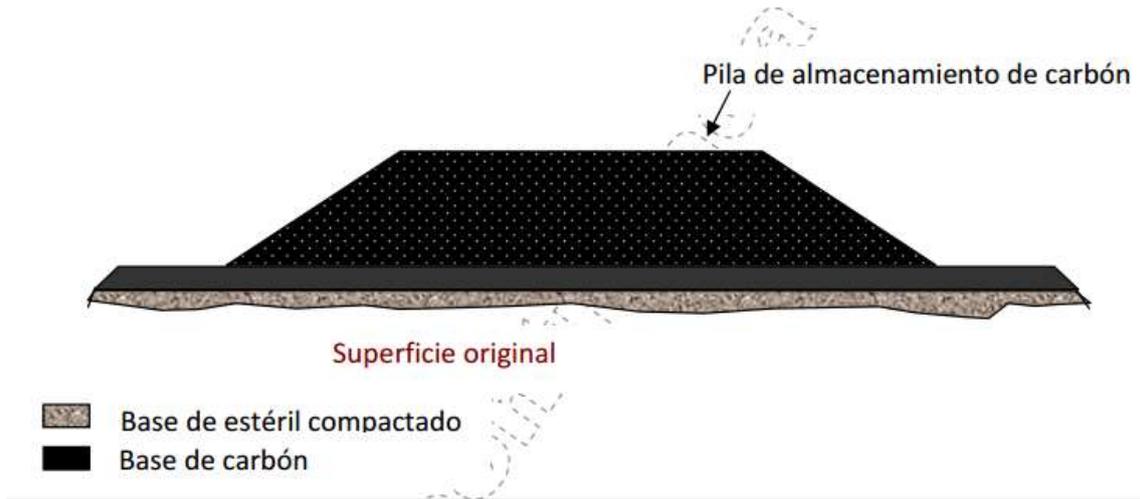


Ilustración 16. Área de almacenamiento de carbón

Fuente: (Cerrejon C. d., 2009)

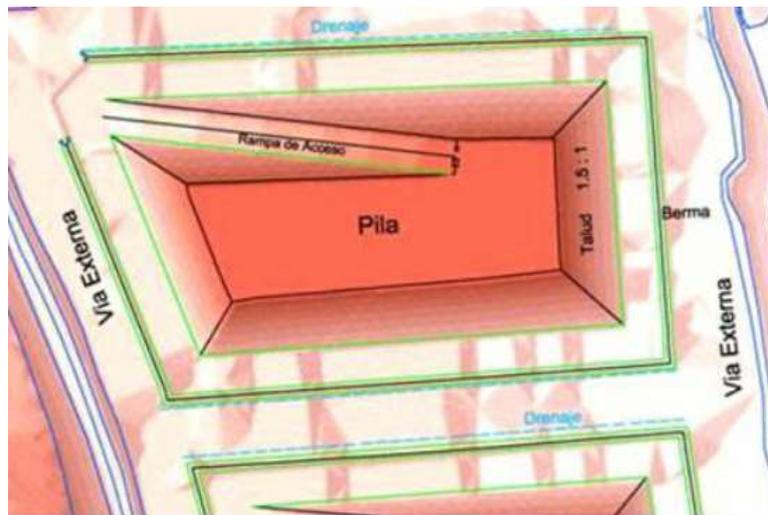


Ilustración 17. Vista en planta del área de apilamiento en carbón

Fuente: (Perez, 2009)

#### 4.5.10 CTD (Computerized Truck Dispatching System)

Provee información de tiempos reales de la operación y permite manejar los camiones todo el tiempo, optimizando la producción de los ciclos de minería.

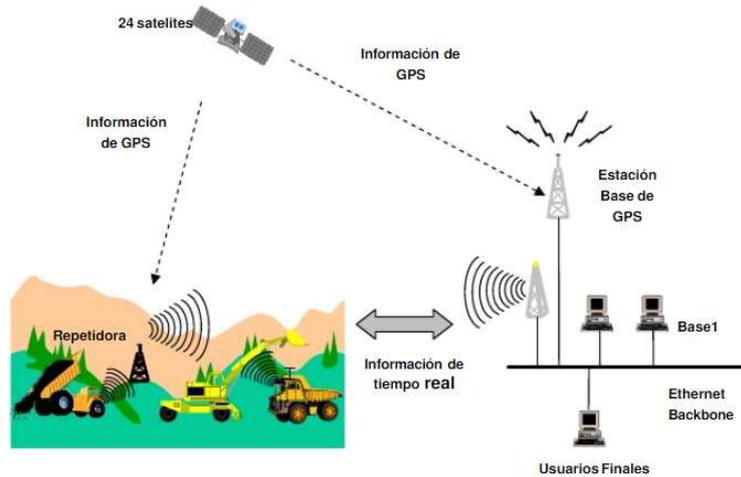


Ilustración 18. Esquema de funcionamiento del sistema CTD

Fuente: (Perez, 2009)

#### 4.5.5.11 Factor de llenado

Es un ajuste de la capacidad de llenado del balde de equipos de carga, que corrige la capacidad del balde al volumen que realmente puede mover, dependiendo de las características del material y su ángulo de reposo, y la habilidad del operador del equipo para efectuar la maniobra de llenado del balde.

#### 4.5.5.12 Payload

Es un sistema que permite pesar la carga en marcha el cual proporciona mediciones precisas y confiables de la carga útil que junto con una calibración simple les ofrece a los operadores optimizar los procesos de carga.

#### 4.5.5.13 Vims

El sistema monitor inteligente de la maquina diseñado por Caterpillar proporciona datos críticos del estado y carga útil en tiempo real para mantener el equipo operando dentro de su niveles máximo de producción.

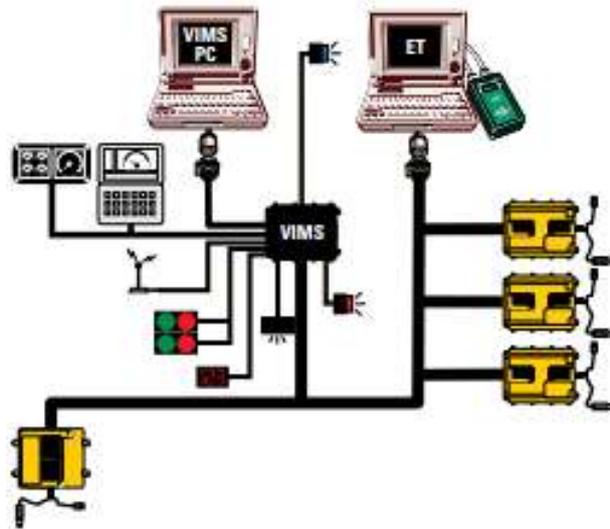


Ilustración 19. Distribución del sistema de la máquina

Fuente: (Cerrejón C. , Empresa, Intranet, 2002)

#### 4.5.5.14 Línea cero

Área construida cumpliendo estándares de diseño y señalización definidos para realizar de manera segura la entrega y recibo de camiones entre operadores al inicio y final de cada turno de trabajo, y realizar el ingreso y salida segura de los buses que prestan el servicio de tajo durante el cambio de turno



Ilustración 20. Ubicación de línea Cero

Fuente: (Cerrejón C. , Empresa, Intranet, 2002)

#### **4.5.5.15 SQL Server**

Es un sistema de administración y análisis de bases de datos relacionales de Microsoft para soluciones de comercio electrónico, línea de negocio y almacenamiento de datos.

#### **4.5.5.16 Business objects Inteligents**

Es una herramienta de inteligencia de negocios para la gestión del rendimiento, la planificación, los informes, consultas y análisis, así como también la administración de la información empresarial.

#### **4.5.5.17 KPI (key performance indicator)**

Son mediciones que se utilizan para medir el grado de cumplimiento de los objetivos previamente establecido. Determinan el estado actual del negocio y permiten definir una línea de acción futura.

## 4.6 Metodología

Según Cerrejón (2017) metodología implementada para desarrollar el estudio se basa en cinco diferentes etapas, que se describen a continuación:

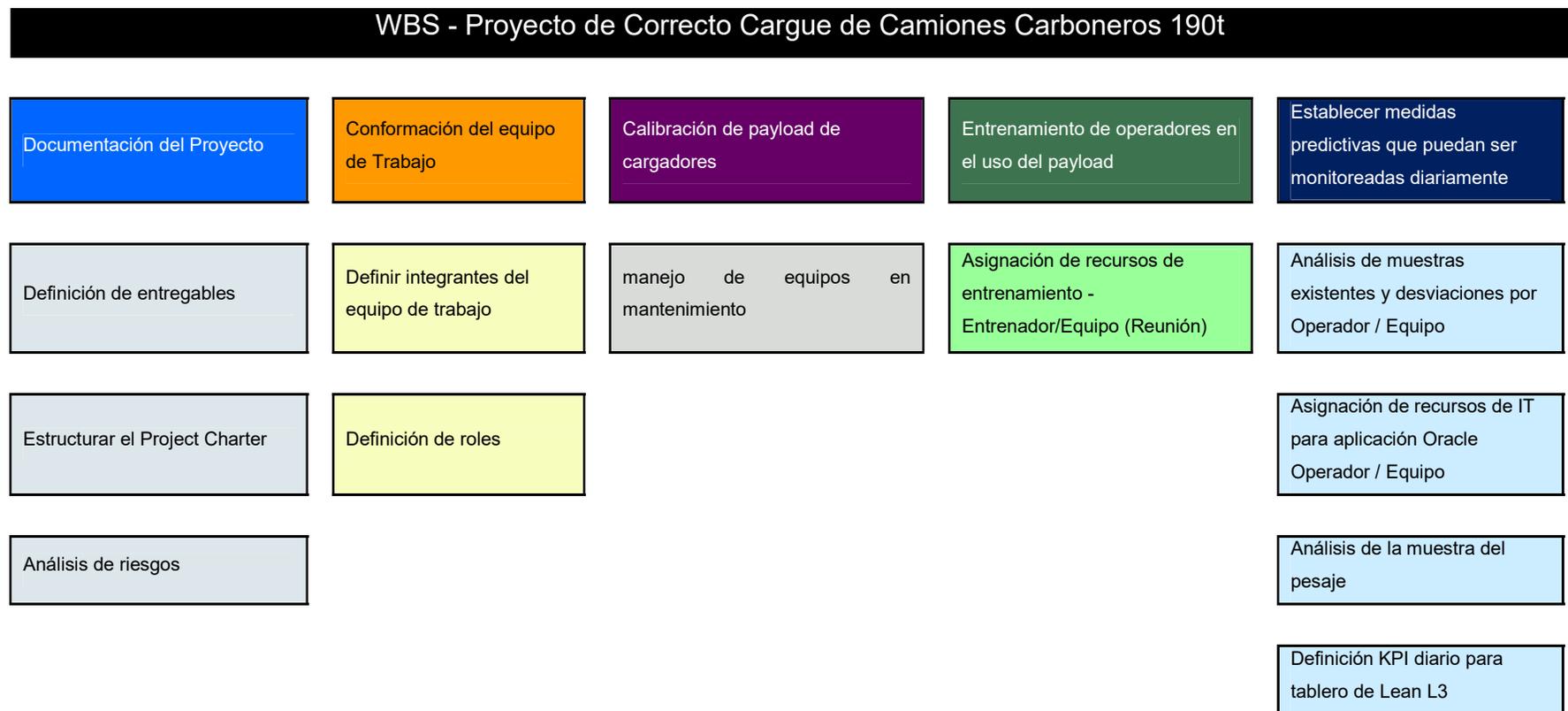


Tabla 2. Etapas del correcto cargue de camiones carbonero

## 1. Documentación del proyecto

- Definición de entregables

ENTREGABLES/HITOS	Tipo de Elemento	CRITERIOS DE ACEPTACIÓN	RESPONSABLE	FECHA DE ENTREGA
Aprobación estructura del Proyecto	Entregable	Proyecto aprobado por el Gerente	Y. Acosta	3-Oct-17
Asignación de roles y cronograma definido con el equipo del proyecto	Entregable	Reunión realizada	Y. Acosta	5-Oct-17
Calibración en campo y verificación con bascula (10 cargadores al 100%)	Entregable	10 cargadores calibrados	M. Freyle	14-Oct-17
80 operadores de cargador L1350 entrenados en el uso del payload	Entregable	80 operadores entrenados	M. Freyle	23-Nov-17
Incluir el KPI definido (medida predictiva) en tableros Lean L3	Entregable	Indicador publicado en tableros Lean L3	Y. Acosta	19-Oct-17
Aplicación de monitoreo de pesaje automático en ambiente de pruebas	Entregable	Reportes en ambiente pruebas	Y. Acosta	6-Dec-17

Tabla 3. Entregables

Fuente: (Propia, 2017)

- Estructura del Project Charter

	<b>Gerencia de Soporte a Producción</b> <b>Superintendencia de Movicar y Calidad de Carbón</b>		PMO-MGP-32-A2
	<b>Project Charter</b>		24/09/2017 Ver: 1.0
<b>INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO</b>			
Nombre del Proyecto	<b>Correcto cargue de camiones 190t</b>		
Fecha de elaboración	24-sep-17	Elaborado Por	Astrid Sofía Ruiz Yesid Acosta
Fecha esperada de inicio	01-oct-17	Fecha esperada de fin	31-dic-17
Código del Proyecto		Localización	Mina
Área Cliente	105048-PRODUCCION (COO)	Área Responsable	104664-MOVICAR Y CAMIONES MECANICOS (COO)
Objetivo Estratégico	Eficiencia y Competitividad	Tipo De Proyecto	Mejoramiento
Importancia	Alta	Complejidad	Nivel I (Baja)
Prioridad	Media-Alta	Justificación	Stay in Business
Tipo de Inversión	OPEX	Escala Presupuesto	Tipo I (Menor a US 50 000)
<b>JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO</b>			
En los últimos 3 meses (Jun, Jul y Ago/17) se han presentado ajustes negativos de carbon a fin de mes. Las razones identificadas son: 1. Factor de llenado de FFCC; 2. Ajuste de humedad en pila 19 y desviaciones en el peso en bascula de camiones 190t. Se pretende establecer acciones de entrenamiento y monitoreo estandarizadas en los procesos de Movicar para asegurar el correcto cargue de camiones carboneros de 190t			
<b>OBJETIVO DEL PROYECTO</b>			
Disminuir el ajuste negativo mensual en carbón por efecto de pesaje de camiones 190t a través de corregir las desviaciones en el cargue de los camiones 190t en la política 10-80-10			

Ilustración 21. PMO

Fuente: (Propia, 2017)

- Análisis de riesgos

El análisis de riesgo identificado es la afectación en la productividad de camiones por desvió de camiones a pesaje.

## 2. Conformación del equipo de trabajo

- Definir integrantes del equipo de trabajo y Definición de rol

<b>EQUIPO DEL PROYECTO</b>			
Rol en el Proyecto	Nombre	% de Asignación	Estado
Champion	Yesid Acosta	10%	
Lider	Miguel Freyle	30%	
Entrenador	Laimen Carrillo	40%	
Aprendiz	Catherine Obregon	20%	

Ilustración 22. Integrantes del equipo

Fuente: (Propia, 2017)

### 3. Calibración de payload de cargadores

El cargador L-1350 cuenta con una capacidad operacional de 40.823 kg (90.000 libras) que puede centrar camiones de acarreo con rangos de cargas útiles de 200 a 260 toneladas. Posee un sistema de control y monitoreo LINCS II integrado, proporciona una propulsión híbrida Joy integrar que ofrece mejores niveles de consumo de combustible con fácil acceso de mantenimiento.

El sistema de calibración de los cargadores se basa en un Payload que proporciona mediciones precisas y confiables de carga útil facilitándole a los operadores optimizar el proceso de carga. Este sistema es utilizado con el objetivo de mostrar la carga útil del balde en tiempo real, esto permite que al operador ajuste el proceso de carga de los sistemas de acarreo.

En cerrejón cuenta con una flota de 10 cargadores L1350 en donde 7 de ellos son de generación I y los demás son de generación II. La diferencia entre generaciones es que cuanto al de generación II tiene un diseño estructural más robusto, ofrece más niveles de ahorro de combustibles gracias a la capacidad de regeneración de energía de la tecnología de propulsión híbrida Joy SR y contiene los últimos avances en seguridad que cumplen con los requisitos mundiales reconocidos por los consejos de liderazgo en seguridad de la industria minera.

El procedimiento de calibración de los generación I se realiza por medio de una llave especial para cargadores una vez insertada la llave, en el menú de la pantalla solicita insertar un usuario y contraseña que solo puede acceder personas capacitadas por el fabricante ellos inserta dicho usuario y contraseña luego en el menú le dan click en opciones calibración, en donde le pide una recomendación que tener el cucharón vacío y darle siguiente, al momento de darle siguiente es calibrado vacío el mismo equipo mueve el cucharón hacia arriba y hacia abajo. Por último es calibrado con algún material ya sea carbón o estéril. La pantalla arroja que el procedimiento de calibración fue un éxito y se observa el peso de la carga que es la diferencia cargándolo vacío y lleno.



Ilustración 23. Llave de seguridad

Fuente: (Cerrejón, 2017)

En la generación II la calibración del cargador es de la misma manera en cuanto a que necesita de la llave para ingresar a la configuración del usuario capacitado luego pide que solo sea calibrado vacío y el mismo se encarga automáticamente de finalizar la calibración.



Ilustración 24. Menú del cargador



Ilustración 25. Diferencias del menú entre las Generaciones

Fuente: (Cerrejón, 2017)

El método a llevar en campo de los cargadores para su correcta calibración fue de la siguiente manera:



Ilustración 26. Acceso a la configuración del cargador



Ilustración 27. Panel de los switches

Fuente: (Propia, 2017)

Los switch de la consola son aquellos en los cuales se puede manejar por el usuario que puede ser usado para habilitar o deshabilitar alguna función en específico.

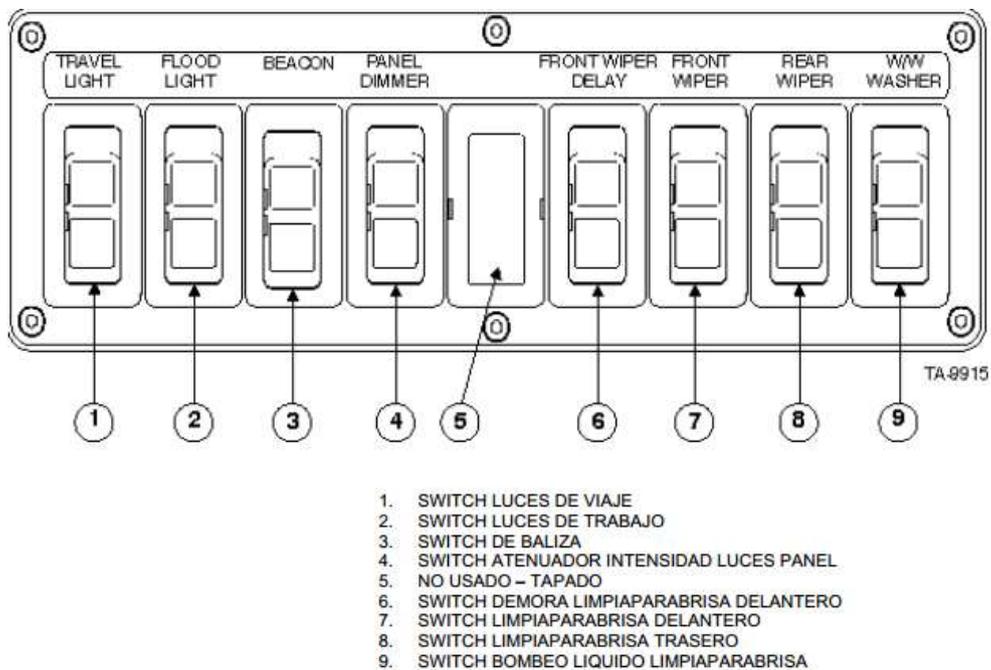


Ilustración 28. Tipos de switches en un cargador

Fuente: (Propia, 2017)



Ilustración 29. Consolas en la cabina del cargador

Fuente: (Propia, 2017)

Las consolas en la cabina del cargador son dos la que se encuentra en la parte superior es el anticolidión del equipo que ayuda al conductor a evitar posibles colisiones frontales del equipo y que circule a menos de 10 km/h, mediante un sensor laser con un sonido que detecta la velocidad a pasado de lo establecido. En la parte inferior esta la consola de CTD es la que permite comunicarme con los diferentes canales en la mina.



Ilustración 30. Indicadores del cargador

Fuente: (Propia, 2017)

En caso que cierto indicador del cargador no se encuentre en la temperatura adecuada el mismo cargador permite mantenerlo hasta llegar a cierta temperatura y así de esa forma empezar con la calibración.



Ilustración 31. Joystick del cargador

Fuente: (Propia, 2017)

El cargador está equipado con joysticks de control que tiene funciones en el balde, levante y dirección. Los joysticks están ubicados en ambos lados del asiento del operador en donde se realizó el movimiento del balde con material para la calibración.

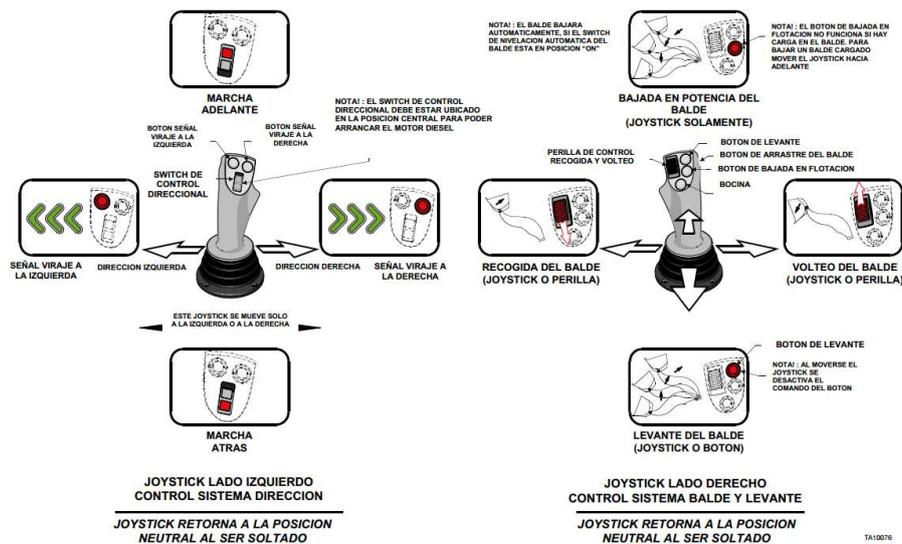


Ilustración 32. Operación de los Joysticks

Fuente: (Cerrejón, 2017)



Ilustración 33. Monitor del cargador

Fuente: (Propia, 2017)

El monitor está conectado al sistema Lincs que muestra mensajes, los cuales entregan datos de tipo operacional, de advertencia o alarmas. El operador puede interactuar con el sistema Lincs usando el teclado ubicado en el panel.

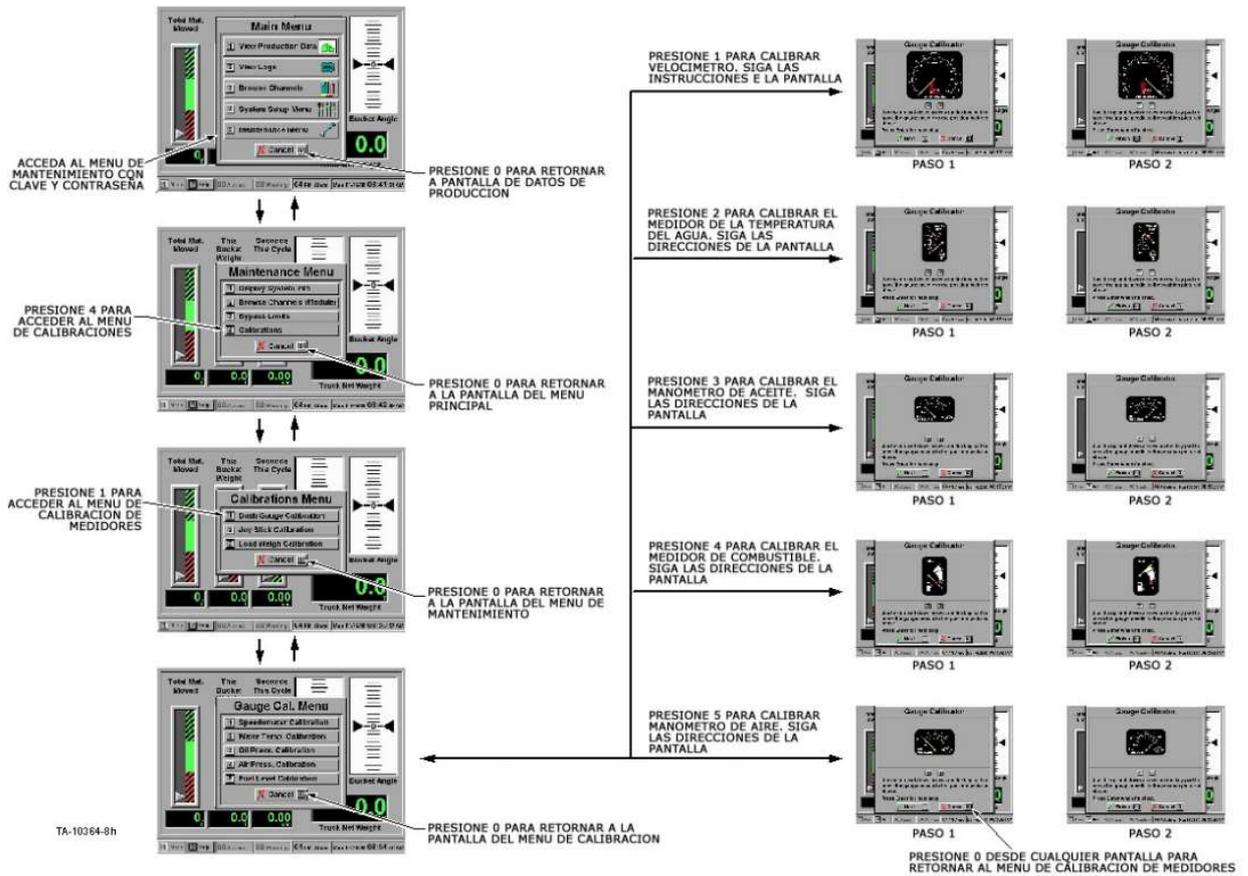


Ilustración 34. Procedimiento para calibración

Fuente: (Cerrejón, 2017)

Concluida la calibración de los cargadores se evidencio que 10 de los cargadores 3 de ellos no tenía una buena calibración, 2 no tenía activado el pesaje ya que anteriormente manejaban el peso de la carga por el de CTD en los camiones 190 y 5 de los cargadores se encontraban con buena calibración.

<b>Cargadores</b>			
<b>#</b>	<b>calibración</b>	<b>Estado</b>	<b>Chequeo</b>
1	96%	bueno	si
2	10%	malo	si
3	0%	no activo	si
4	0%	no activo	si
5	15%	malo	si
6	95%	bueno	si
7	3%	malo	si
8	98%	bueno	si
9	95%	bueno	si
10	93%	bueno	si

Tabla 4. Muestra de calibración en cargadores

Fuente: (Propia, 2017)

#### 4. Entrenamiento de operadores en el uso del payload

El entrenamiento de los operadores se llevó a cabo por medio de una charlas en donde se le informaba sobre el uso del payload en cargadores y que a partir del momento en que reciban la instrucción se deberán regir por el peso del cargador. Se retroalimentaba cada funcionamiento de la pantalla y las políticas del cargue.

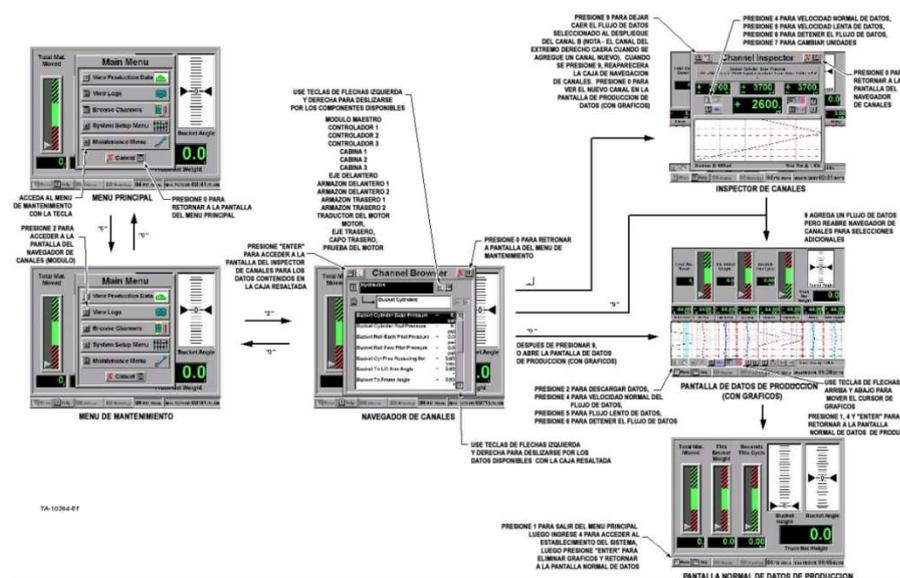


Ilustración 35. Retroalimentación de las funciones de los cargadores

Fuente: (Cerrejón, 2017)



Ilustración 36. Charlas en campo a los operadores sobre la retroalimentación de sus funciones

Fuente: (Cerrejón, 2017)

## 5. Establecer medidas predictivas que puedan ser monitoreadas diariamente

- Análisis de muestras existentes y desviaciones por Operador / Equipo

La muestra analizada se basa a partir de los meses de junio, julio y agosto en donde el pesaje de la flota de los 789c fue de la siguiente forma:

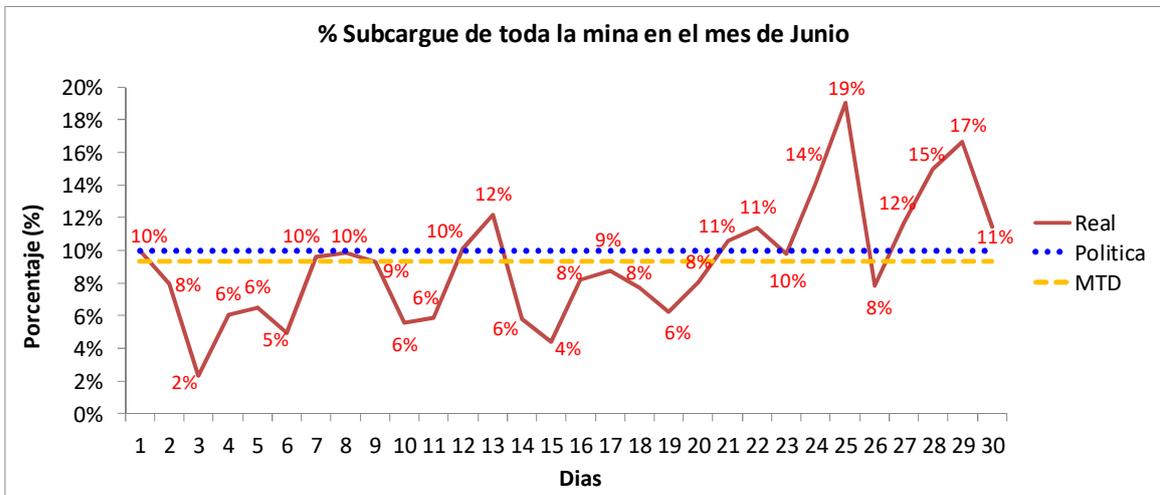


Tabla 5. Subcargue del mes de Junio

Fuente: (Propia, 2017)

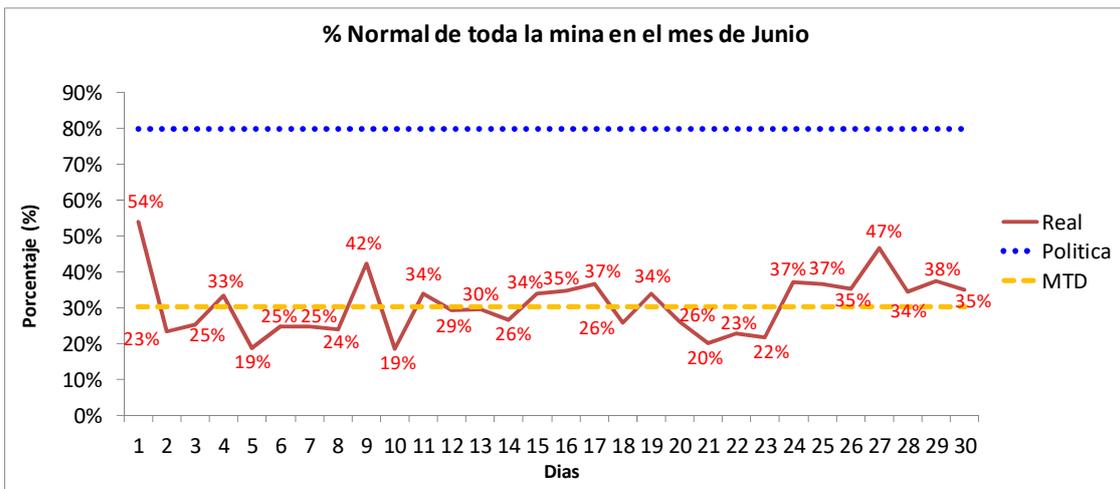


Tabla 6. Cargue normal en el mes de Junio

Fuente: (Propia, 2017)

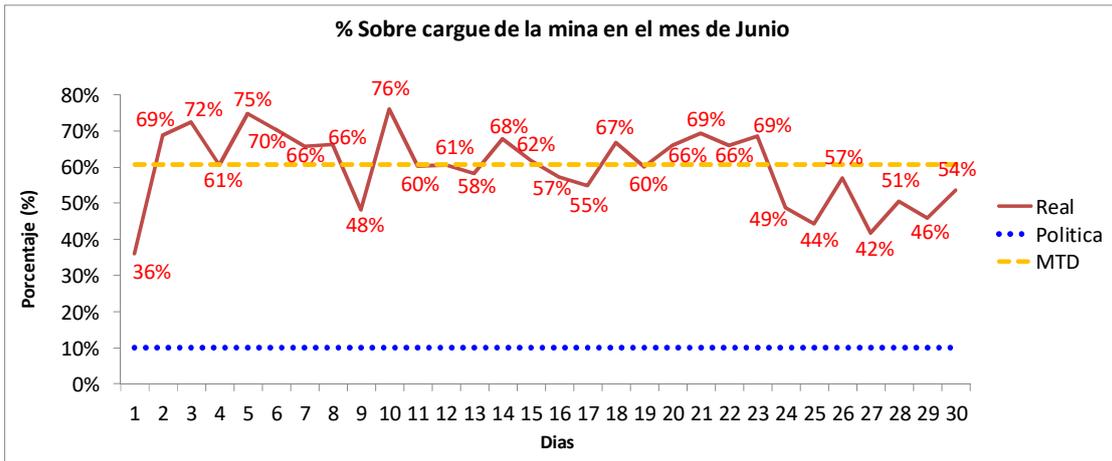


Tabla 7. Sobre cargue en el mes de Junio

Fuente: (Propia, 2017)

Se puede observar que para el mes de junio los días 25, 28 y 29 el subcargue aumento de la misma forma en el cargue normal los días 1, 9 y 27 respecto a la política de cargue en camiones. El sobrecargue se presentó una desviación mucho mayor durante todo el mes por encima del 10%

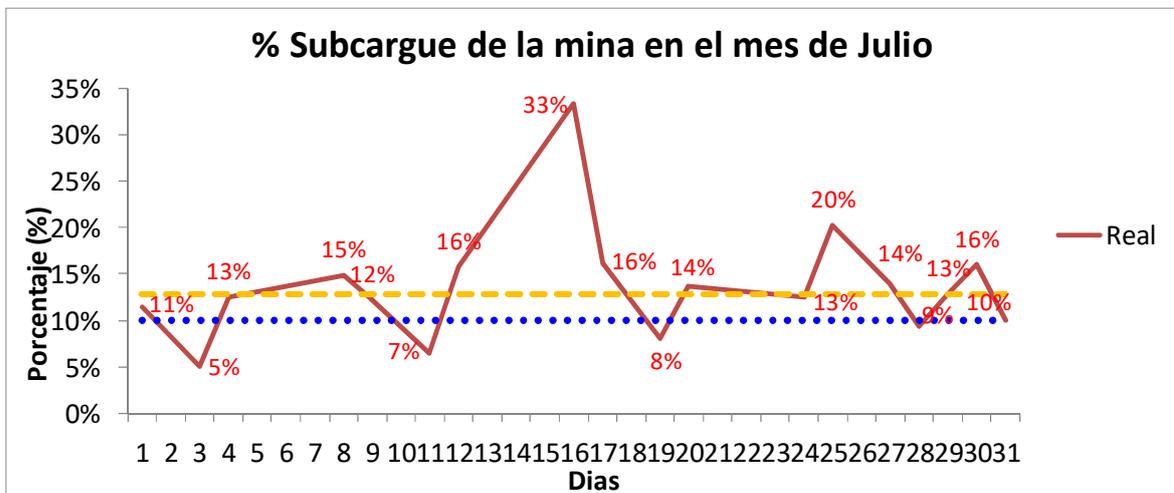


Tabla 8. Subcargue en el mes de Julio

Fuente: (Propia, 2017)

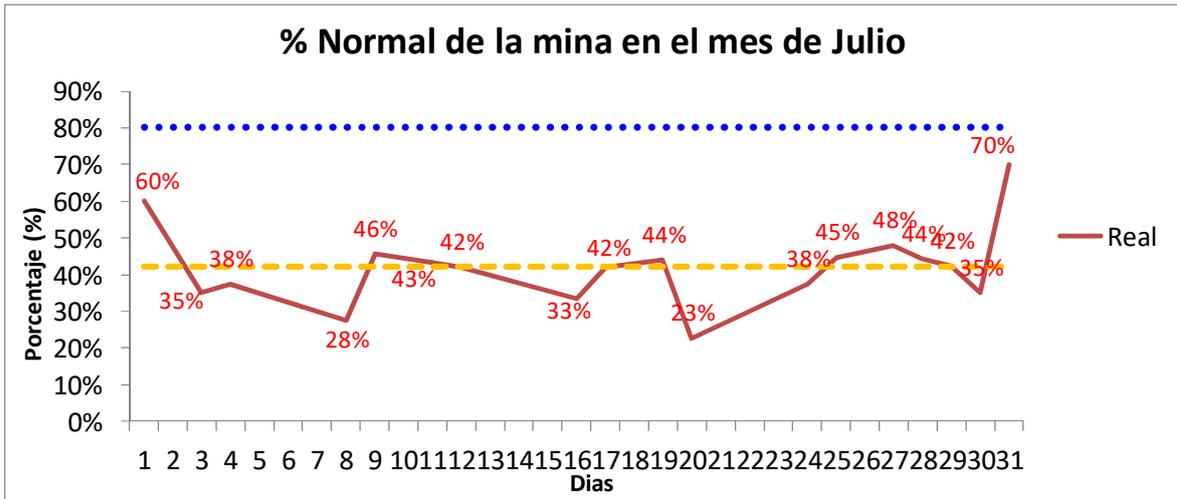


Tabla 9. Cargue normal en el mes de Julio

Fuente: (Propia, 2017)

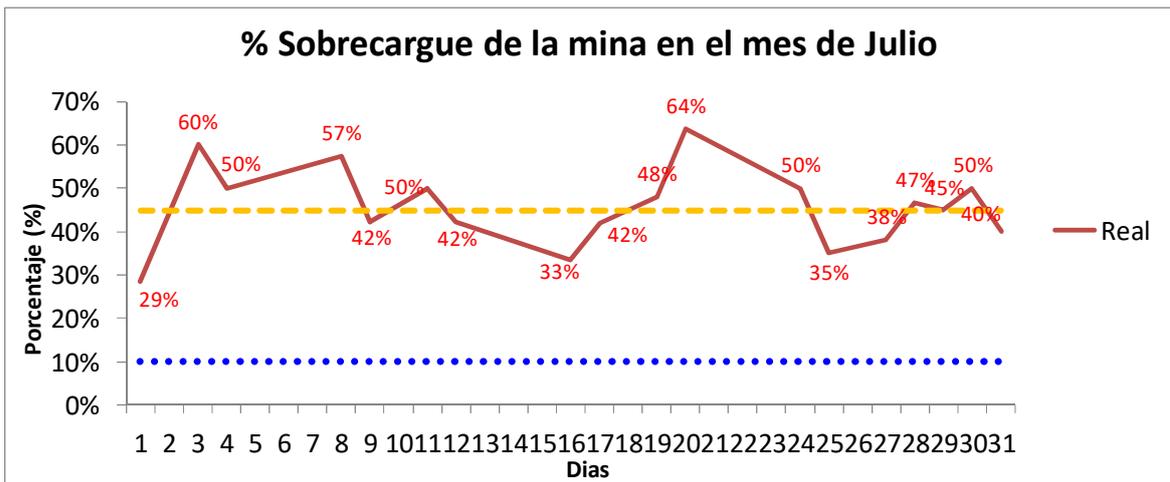


Tabla 10. Sobrecargue en el mes de Julio

Fuente: (Propia, 2017)

En el mes de Julio se presentó una mejora para los días 3, 11 y 19 de subcargue igualmente, los días 1, 16 y 25 con el sobrecargue respecto a la política. En el cargue normal se mantuvo con relación a la política de 80%.

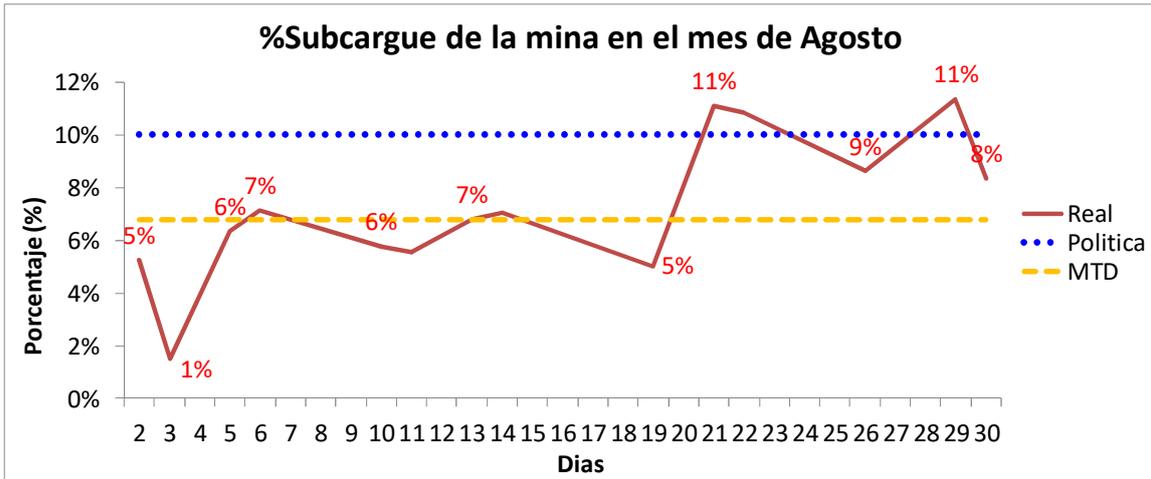


Tabla 11. Subcargue en el mes de Agosto

Fuente: (Propia, 2017)

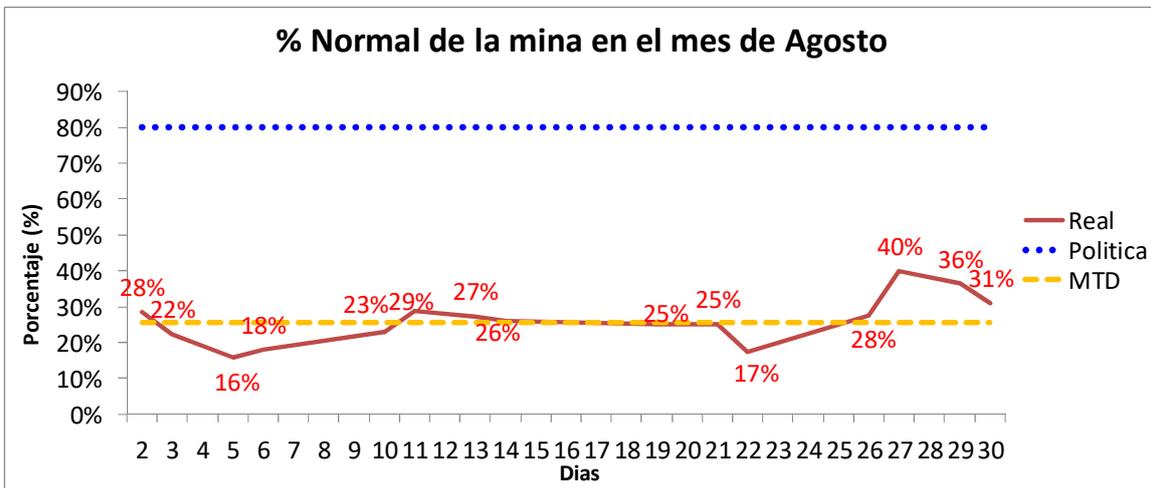


Tabla 12. Cargue Normal en el mes de Agosto

Fuente: (Propia, 2017)

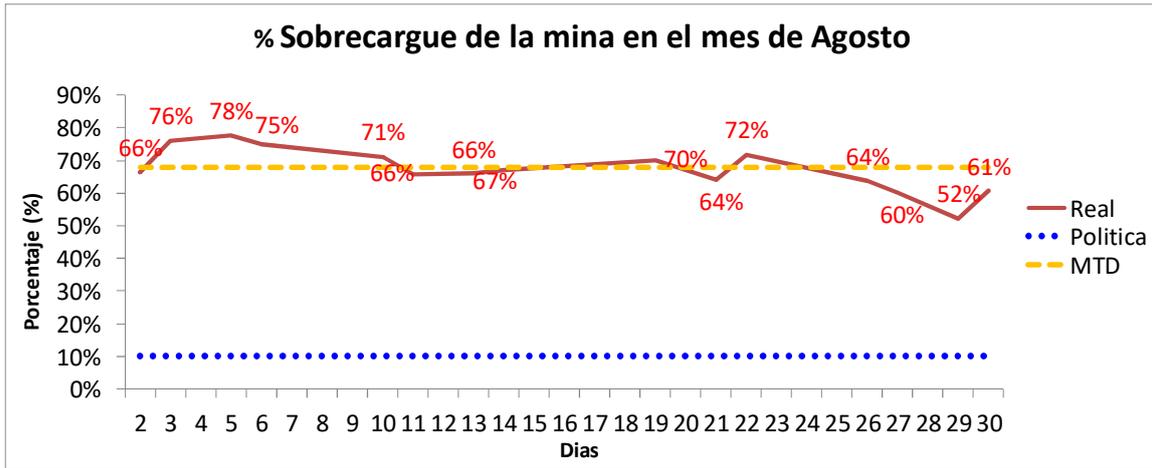


Tabla 13. Sobrecargue en el mes de Agosto

Fuente: (Propia, 2017)

En el mes de agosto tuvo un buen desempeño el cargue normal a diferencia del sobrecargue que se mantuvo por encima del 10% que es la politica.

Una vez realizada los cargas de los meses anteriores se realizo medidas predictivas en el monitoreo a través de un aplicación Oracle que es llamada la báscula de carbón la cual, se encuentra en un BO productivo que se puede obtener diariamente en qué estado se encuentra las cargas de los camión 190t.

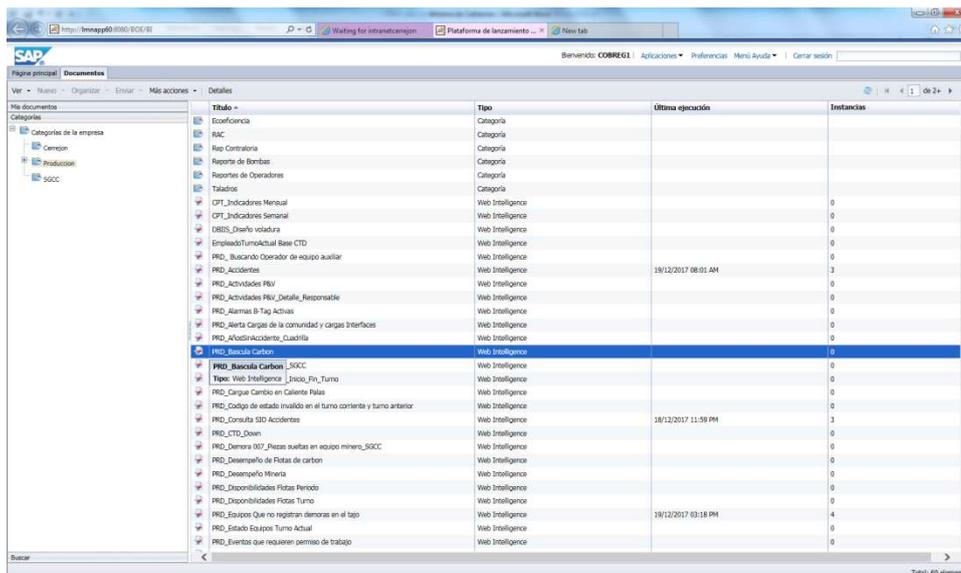


Ilustración 37. Bascula carbón

Fuente: (Cerrejón, 2017)

Al abrir el BO de báscula carbón e ingresar la fecha actual se puede observar todas las cargas realizada en ese día.

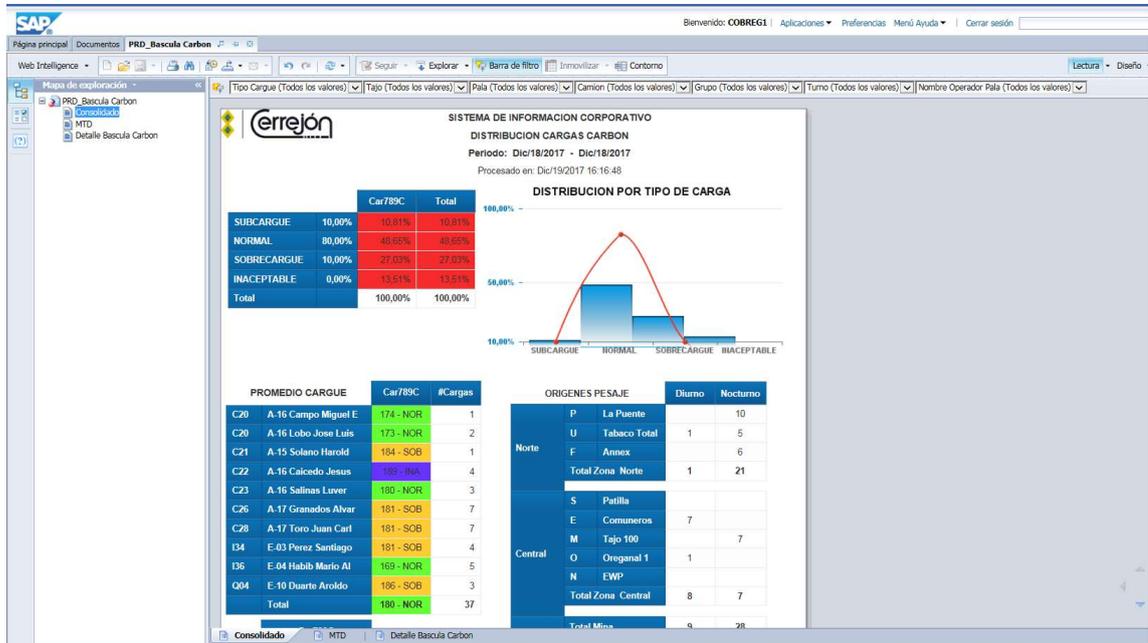


Ilustración 38. Pestaña del Consolidado, Bascula Carbón

Fuente: (Cerrejón, 2017)

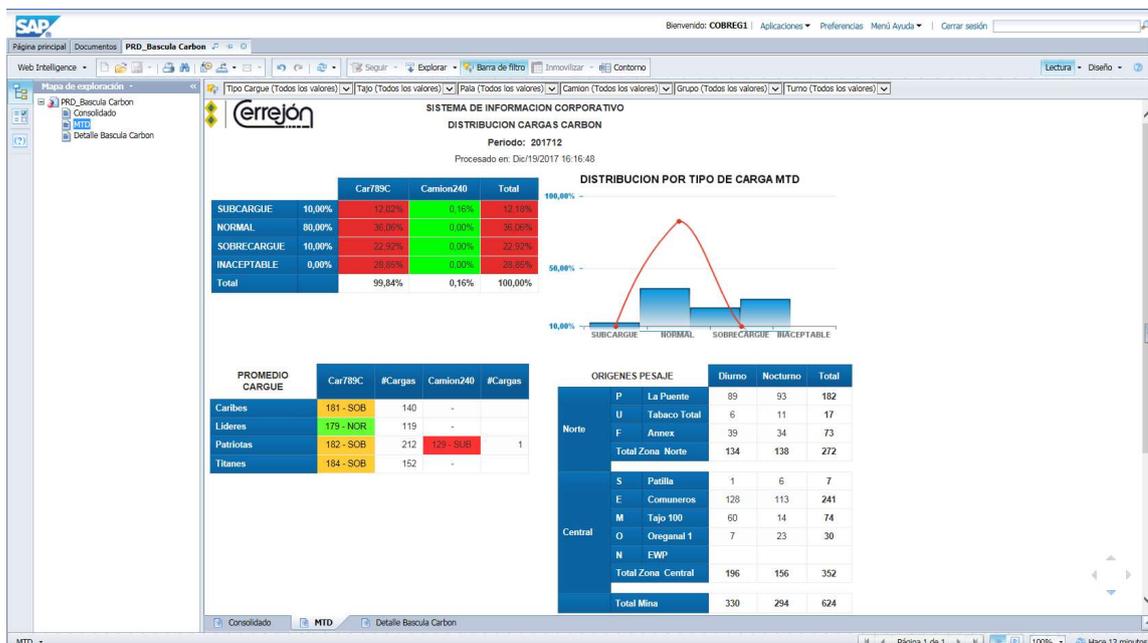


Ilustración 39. Pestaña MTD, Bascula Carbón

Fuente: (Cerrejón, 2017)

Fecha	Turno	Grupo	Hora	Flota Carga	Pala	Operador Pala	Flota Acarreo	Camion	Operador Camion	Origen	Tajo	Destino	Eje Delantero
18/12/2017	Diurno	Titanes	9:00	L1350	C26	A-17 GRANADOS ALVAR	Car789C	022-251	A-17 URECHE TIVNSO	E70-26-70	Comuneros	PIL 15B	100
18/12/2017	Diurno	Titanes	9:01	L1350	C26	A-17 GRANADOS ALVAR	Car789C	022-280	A-17 FRAGOZO JOSE J	E70-26-70	Comuneros	PIL 15B	93
18/12/2017	Diurno	Titanes	9:36	L1350	C26	A-17 GRANADOS ALVAR	Car789C	022-261	A-17 SAURITH KLEINE	E70-26-70	Comuneros	PIL 15B	99
18/12/2017	Diurno	Titanes	9:58	L1350	C26	A-17 GRANADOS ALVAR	Car789C	022-265	A-16 PUELLO CARLOS	E70-26-70	Comuneros	SILO1	100
18/12/2017	Diurno	Titanes	10:08	L1350	C26	A-17 GRANADOS ALVAR	Car789C	022-634	A-16 ZAPATA HAROL E	E70-26-70	Comuneros	SILO1	98
18/12/2017	Diurno	Titanes	10:24	L1350	C26	A-17 GRANADOS ALVAR	Car789C	022-632	A-17 ORTIZ ANGELEN	E70-26-70	Comuneros	PIL 15B	93
18/12/2017	Diurno	Titanes	10:43	L1350	C26	A-17 GRANADOS ALVAR	Car789C	022-630	A-17 MEJIA WILMER R	E70-26-70	Comuneros	SILO1	101
18/12/2017	Diurno	Titanes	15:00	L1350	C20	A-16 CAMPO MIGUEL E	Car789C	022-634	A-15 CORRALES JAVIE	U-220-52-106	Tabaco Total	SILO1	92
18/12/2017	Diurno	Titanes	15:02	L1350	C21	A-15 SOLANO HAROLD	Car789C	022-262	A-17 CAMPUZANO JORG	O120-9-150	Oreganal 1	SILO1	86
18/12/2017	Nocturno	Patriotas	19:36	L1350	C20	A-16 LOBO JOSE LUIS	Car789C	022-254	A-15 GIL ALBERTO RA	P-145-118-90	La Puente	SILO1	95
18/12/2017	Nocturno	Patriotas	19:44	Hi EX3600R	I34	E-03 PEREZ SANTIAGO	Car789C	022-296	A-16 LUBO JOSE LINE	P-105-107-50	La Puente	PIL 08S	94
18/12/2017	Nocturno	Patriotas	19:45	L1350	C22	A-16 CAICEDO JESUS	Car789C	022-290	A-16 PINTO MARLO AL	P-95-108-47	La Puente	PIL 09N	99
18/12/2017	Nocturno	Patriotas	19:48	Hi EX3600R	I34	E-03 PEREZ SANTIAGO	Car789C	022-291	A-16 NUNEZ DOYLER J	P-105-107-50	La Puente	PIL 08S	105
18/12/2017	Nocturno	Patriotas	19:51	L1350	C22	A-16 CAICEDO JESUS	Car789C	022-266	A-16 REALES HAMMER	P-95-108-47	La Puente	PIL 09N	102
18/12/2017	Nocturno	Patriotas	19:55	Hi EX3600R	I34	E-03 PEREZ SANTIAGO	Car789C	022-293	A-16 ARREDONDO FRED	P-105-107-50	La Puente	PIL 08S	91
18/12/2017	Nocturno	Patriotas	19:59	PC4000	Q04	E-10 DUARTE AROLD O	Car789C	022-268	A-16 REALES YMANIA	F90-9-135	Annex	SILO1	111
18/12/2017	Nocturno	Patriotas	20:03	L1350	C22	A-16 CAICEDO JESUS	Car789C	022-273	A-16 GARCIA ADEL SO	P-95-108-47	La Puente	PIL 09N	99
18/12/2017	Nocturno	Patriotas	20:04	PC4000	Q04	E-10 DUARTE AROLD O	Car789C	022-252	A-16 FERNANDEZ JUAN	F90-9-135	Annex	SILO1	109
18/12/2017	Nocturno	Patriotas	20:04	L1350	C22	A-16 CAICEDO JESUS	Car789C	022-635	A-15 PEREZ EDMY EMI	P-95-108-47	La Puente	PIL 08S	92
18/12/2017	Nocturno	Patriotas	20:06	Hi EX3600R	I34	E-03 PEREZ SANTIAGO	Car789C	022-298	A-17 BRITO JORGE	P-105-107-50	La Puente	PIL 08S	101
18/12/2017	Nocturno	Patriotas	20:13	PC4000	Q04	E-10 DUARTE AROLD O	Car789C	022-258	A-16 POVEA CHRISTIA	F90-9-135	Annex	SILO1	98
18/12/2017	Nocturno	Patriotas	20:20	L1350	C20	A-16 LOBO JOSE LUIS	Car789C	022-261	A-16 IPUANA EDIL SO	P-145-118-90	La Puente	SILO1	84
18/12/2017	Nocturno	Patriotas	20:47	L1350	C23	A-16 SALINAS LUVER	Car789C	022-266	A-16 REALES HAMMER	F100-6-120	Annex	SILO1	97

Ilustración 40. Detalle de Bascula Carbón

Fuente: (Cerrejón, 2017)

De lo anterior, se estuvo monitoreando permanentemente el cargue en donde los resultados fueron de un buen desempeño ya que para los siguientes meses se manifestaba muy poco los días en donde el cargue era por encima de la política.

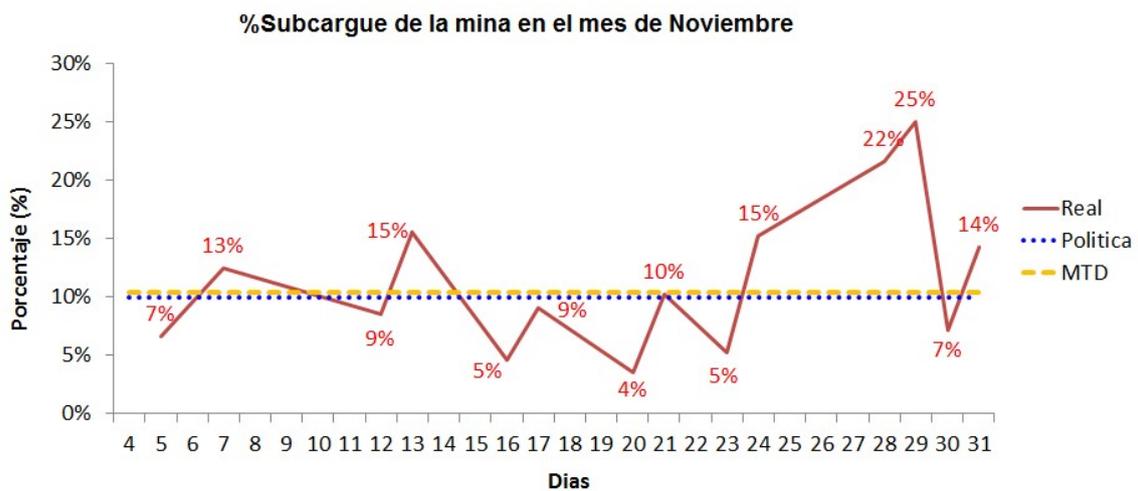


Tabla 14. Subcargue en el mes de Noviembre

Fuente: (Propia, 2017)

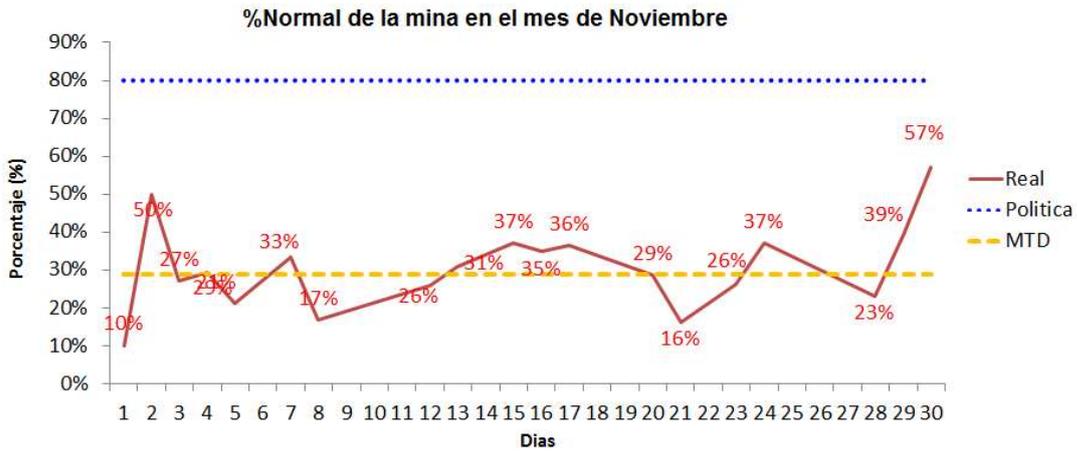


Tabla 15. Cargue Normal en el mes de Noviembre

Fuente: (Propia, 2017)

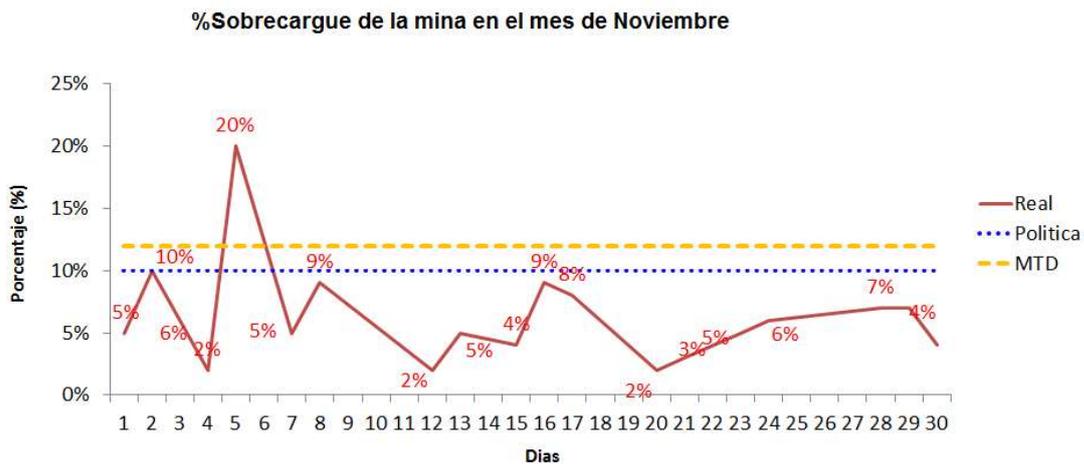


Tabla 16. Sobrecargue en el mes de Noviembre

Fuente: (Propia, 2017)

Se evidencio en ilustraciones de cargue en el mes de Noviembre un gran logro del registro que se llevo acabo. Aunque se presentan casos en algunos dias que esta por encima de la politica el control a seguir es realizar cartas a operadores para tenerlos al tanto de lo que esta sucediendo.

**% Cargue Real vs Plan - Toda la mina Noviembre**

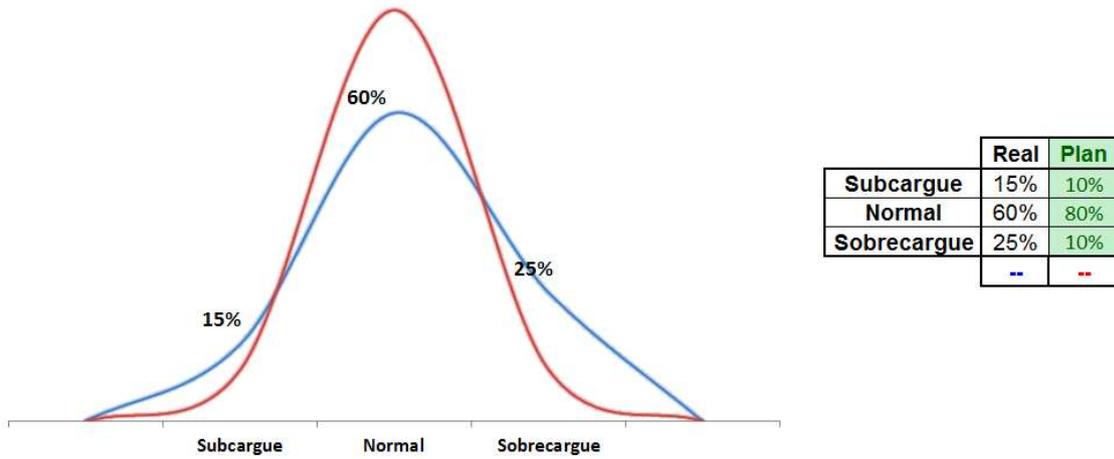


Tabla 17. Cargue del mes Noviembre en toda la mina

Fuente: (Propia, 2017)

Con respecto al cargue en toda la mina en el mes de noviembre se manifestó cambios bueno por parte de los camiones 190 Ton, como se contempla en la tabla que el 60% tuvo cargue normal y una mínima subcargue 15%.



## 4.7 Producto

El KPI diario a manejar en MOVICAR en el Lean es el correcto cargue como palanca de control en los supervisores para los operaciones con el objetivo de obtener un cargue normal para camiones 190 Ton.

Se realizo por medio de Microsoft Excel para cada grupo de MOVICAR

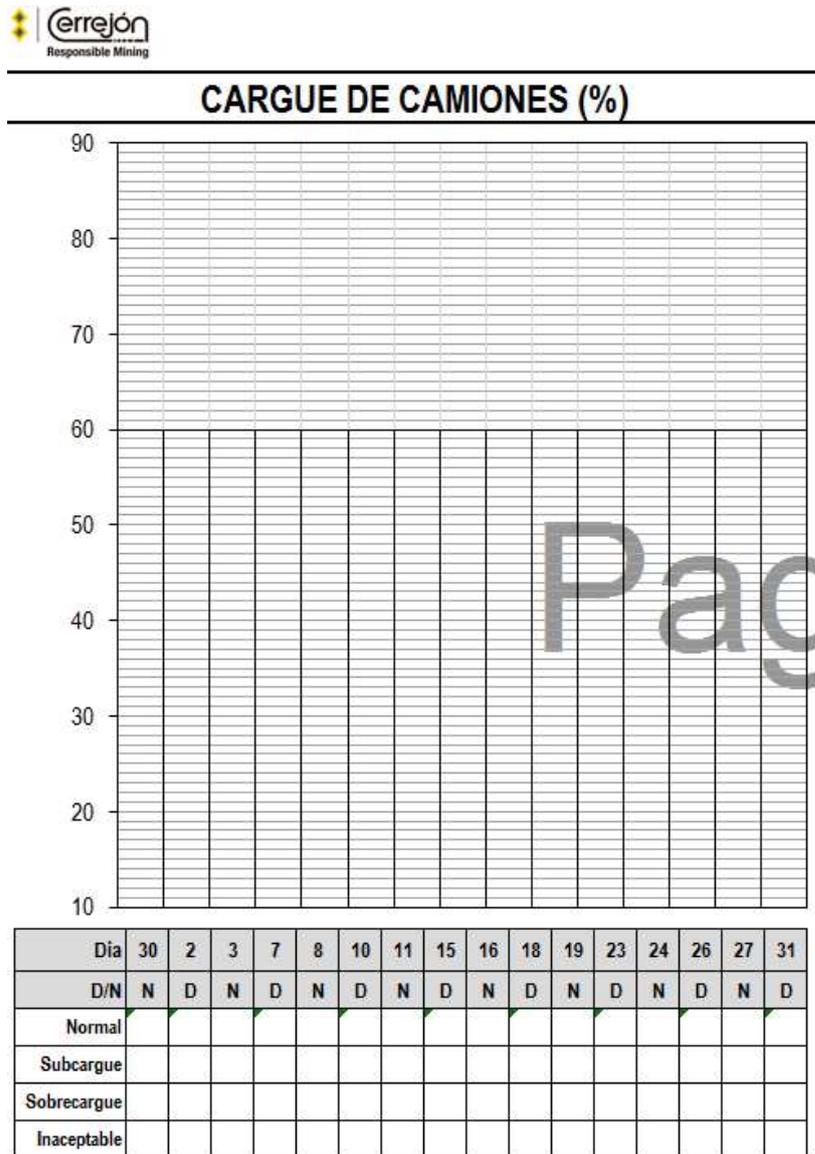


Ilustración 41. KPIS Cargue de camiones

Fuente: (Cerrejón, 2017)

En cuanto al corrector cargue de los camiones 190 ton se requería un estándar para regir el desarrollando con un buen cargue de la flota 789c. Elaborado de la siguiente manera:

Este estándar se redactó con ayuda de líder Migue Freyler en compañía de mi persona en donde describimos el cuerpo del documento a través de un objetivo que se basa en el propósito que se busca es decir, establecer acciones requerida para cargar camiones carboneros de forma segura y productiva con un alcance que constituye quienes deben ejecutar el documento especificando los procesos en el que se debe acudir para dicho estándar.

Así seguidamente, explicando definiciones de términos utilizados en el documento permitiendo que el lector comprenda el estándar de manera clara y precisa. Además en el contenido del documento se describe los riesgos identificados al cargue de camiones 190 ton con cargadores así, minimizando dicho peligro. Adicional mente se abarca unos puntos claves que es de gran utilidad para obtener mejores resultados permitiendo acercar al lector a una idea necesaria a la hora de enfrentarse a cualquier inquietud del cargue de camiones.

Finalmente mencionamos detalladamente el procedimiento de la tarea al ejecutar dicho estándar, Se realiza la descripción del proceso causante del documento de manera amplia y breve, permitiendo al usuario entenderlo sin inconvenientes. En otras palabras se especifica en el documento el procedimiento del cucharón lleno, levante y movimiento de cucharón, descargue y descenso del balde, cargue de carbón lavado, cargue de suelo con cargador, cargue de material triturado y limpieza en área de cargue con cargador.

Revisó Superintendente  
 Aprobó Gerente

### CARGUE DE CAMIONES CON CARGADORES



CARGADOR LETORNEAU L 1350

#### 1. OBJETIVO

Establecer las acciones requeridas para cargar camiones carboneros y de estéril cumpliendo con los factores de carga establecidos para cada equipo y tipo de material en forma segura y productiva.

#### 2. ALCANCE

Aplica a operadores entrenados y autorizados en la operación de cargador LETORNEAU L1350 del Departamento de Producción de Cerrejón responsables de estas tareas.

#### 3. DEFINICIONES

**Rebalse:** Elemento metálico que limita la carga en el cucharón, ubicado en el labio superior del mismo y funciona como deflector de rocas para evitar que por sobrecarga rompa el vidrio frontal de la cabina del cargador.

**SISTEMA LINGS:** Software de apoyo para monitorear los signos vitales de los distintos sistemas del equipo (cargador) y también para ejecutar algunas funciones de Producción y Mantenimiento.

#### 4.3 DESARROLLO DE LA TAREA

##### 4.3.1 Generalidades

##### 4.3.1.1 Cargue de camiones con cargador L1350.

Cargar camiones es básicamente la repetición de los siguientes pasos:

1. Llenar el cucharón en el frente de cargue.
2. Levantar el cucharón y viajar al destino (Camión).
3. Vaciar el cucharón.
4. Bajar el cucharón (Flotación) y viajar de vuelta al frente de cargue.

##### Llenado del Cucharón

- Ataque el banco o pila de material perpendicularmente con el equipo recto, (ángulo de 90 grados entre el equipo y el banco o pila)
- Avance con el cucharón a una altura de una pulgada (1") del piso y a una velocidad de 4 MPH.
- Al penetrar en el material, comience a recoger el cucharón al mismo tiempo que lo levanta, sin patinar las llantas.
- Llène el cucharón a baja altura en el frente de cargue y siempre a su capacidad, nunca lo sobrecargue.
- Evite que el material del cucharón se derrame sobre los lados del mismo donde se conecta a los brazos de levante y al balancín, mientras la máquina se mueve hacia delante. Si esta área ya está llena, el material será desplazado sobre el área trasera del cucharón pudiendo caer dentro de la cabina donde está el operador.
- Una vez lleno el cucharón, retroceda el cargador.
- Nunca intente levantar un cucharón en un cargador L 1350 con peso mayor a 36 Tons.

#### CONTENIDO

##### 4.1 RIESGOS IDENTIFICADOS

- ✓ Colisión entre equipos.
- ✓ Golpe de cucharón contra cabina de camión.
- ✓ Contaminación del carbón por estéril en el área de cargue.
- ✓ Derrumbe del talud en el frente de cargue.
- ✓ Caída de carbón al vidrio frontal por sobrecarga.
- ✓ Contaminación ambiental.
- ✓ Volcamiento
- ✓ Atropellamiento.

➔ NIVELES DE RIESGO: MEDIO

##### 4.2 PUNTOS CLAVES

- Tenga especial cuidado para no golpear la tolva del camión con el cucharón durante el descargue ni la estructura con las ruedas delanteras del cargador.
- Durante la elaboración del A.S.T observe la condición del talud del frente de cargue.
- Saber dónde es la voladura del día y su área de influencia asegurando estar fuera de ella.
- Saber y tener bien referenciado los límites de avance de la pala con los pozos cargados si existieran.
- Mantener la mirada en el camino y la tarea
- Coordinación eficiente (doble vía) con el tractorista al momento de realizar limpieza de área.
- Atención a las advertencias del sistema anti colisión.
- No sobrecargue el cucharón del cargador L 1350 con peso mayor de 36 Tons.
- Nunca utilice el cucharón para cortar material como si fuese un tractor.
- Si por una sobrecarga el cargador se inclina hacia delante, no pierda el control, baje el cucharón lentamente y siga los procedimientos establecidos en "Atención a Situaciones de emergencia". (Código: OP-RH-ET-034).



##### Levante del Cucharón y Movimiento Hacia el Camión

- Tan pronto como el cucharón deje de estar en contacto con el frente de cargue comience a levantarlo mientras retrocede.
- Aplique marcha hacia delante. Comience a acelerar el equipo, sin dejar de levantar el cucharón y aproxímese en forma recta al punto de cargue del camión.
- Ubíquese, deteniendo la máquina para que el camión retroceda. Haga sonar el pito una vez, para que el camión se detenga.
- Nunca golpee el camión con el cucharón o con las llantas del cargador.
- Presione el botón de control del cucharón.

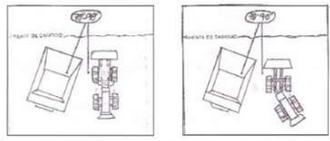
##### Descarga del Cucharón

- Una vez que el cucharón ha sido posicionado sobre la tolva del camión, comience a voltearlo lentamente para evitar dañar las planchas de refuerzo del interior de la tolva.
- Recuerde: la primera descarga servirá de cojín para las siguientes (acomódela suavemente sobre el eje trasero.)

- No deje caer la carga bruscamente sobre el camión.
- Retraiga el cucharón, retírese del camión, baje cucharón y prepárese para llenarlo.
- Limite los movimientos hacia atrás y hacia adelante a un (1) largo del cargador.
- Dependiendo de la relación de tamaño cargador – camión puede que sea necesario nivelar el cucharón antes de retroceder para evitar dañar el costado de la tolva del camión.
- No permita que haya ningún contacto entre el cargador y el camión.

#### Descenso del Cucharón (Flotación) y Retorno al Frente de Carga

- Una vez que haya retrocedido el cargador y el cucharón este fuera de la tolva, comience a bajarlo en posición flotación. Esto permite que el cucharón baje rápido al piso sin caer libremente.
- El sistema LINCOS nivelará el cucharón de manera automática, si se ajusta correctamente la posición a la cual se desea que se detenga el cucharón.
- El cucharón está listo para penetrar el frente de carga nuevamente.
- Cuando el camión haya sido cargado con el factor establecido por el PAYLOAD del cargador pite (1) una vez y despache por CTD.



- Camiones utilizados para cargue de estéril: Camiones 320 Tolva estándar, CAT de 240 y 190 toneladas sin compuerta.

#### 4.3.4 Cargue de Suelo con Cargador LETORNEAU L1350

- Antes de comenzar con esta tarea, inspeccione las condiciones del piso del frente de cargue observando si existen pantanos que puedan ocasionar el "atollamiento" del equipo.
- Tenga especial cuidado si observa troncos o madera en el material a cargar y analice el tamaño de los mismos para que planee la mejor forma de cargarlo. La longitud máxima de un tronco o madera, para ser cargado, no debe superar los tres metros.
- El piso del área de cargue debe estar nivelado.

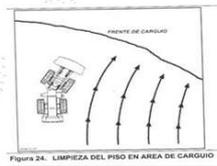
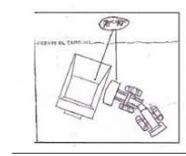


Figura 24. LIMPIEZA DEL PISO EN AREA DE CARGUIO

- Si requiere cargar troncos, los dos primeros cucharones que se depositan en la tolva del camión deben ser de suelo para luego colocar la madera con el fin de evitar fuertes golpes en el camión.
- En los turnos nocturnos el área de cargue de suelo debe estar iluminada usando las luces del equipo de cargue; en caso de falla en las luces se debe suspender la tarea
- Los camiones utilizados para el cargue de suelo son los camiones de 240 ton o camiones 190 sin compuerta.

#### 4.3.5 Cargue de Material Triturado con Cargador LETORNEAU L1350



#### 4.3.2 Cargue de Carbón Lavado (Pila 19) con Cargador LETORNEAU L1350

Para esta tarea el operador debe cumplir todas las normas de seguridad establecidos para el cargue de camiones y cumplir las siguientes recomendaciones adicionales:

- Antes de iniciar el cargue, verificar que el apilador se encuentre retirado del sitio de cargue por lo menos a 20 metros de distancia del cargador.
- El reclamo de carbón lavado deberá realizarse siempre paralelo al riel guía del apilador. Debido a la natural inestabilidad de piso el operador del cargador debe maximizar su atención durante la maniobra de aproximación del camión con carga elevada para evitar golpes.
- Para evitar que el riel del apilador sea tapado por el carbón en el momento del cargue se dejará siempre apilado aquel carbón que se encuentre próximo al riel y que es de difícil reclamación al cargador. Este carbón posteriormente se retirará y apilará retirado del riel del apilador con ayuda de un equipo auxiliar.

#### 4.3.3 Cargue de Estéril con Cargador LETORNEAU 1350

- El cargue de estéril con cargador 1350 no debe superar las 36 Tons por cucharón, con el fin de proteger la estructura del equipo.
- El estéril que cargan estos equipos debe ser apilado y/o empujado por tractor de orugas para evitar someter a fuerzas superiores para las que están diseñados.

Para la realización de esta tarea coordine con:

- Base Carbón los camiones asignados.
- Con su supervisor y el cliente (Soporte de Producción o Ferrocarril) el tipo de material y el sitio en donde será Cargado y Descargado para su información.
- Con el responsable del área el tipo de material a cargar.
- Esta tarea puede realizarse con operadores de experiencia usando cargadores L 1350 sin exceder la capacidad de lleno del cucharón de máximo 36 toneladas.
- No permita que el triturado llegue hasta el límite lateral de la tolva del camión para evitar derrames en las vías.

#### 4.3.6 Cargue de Material Estéril / Carbón en una Vía de Acarreo con Cargador LETORNEAU L1350

Para el desarrollo de esta tarea cumpla con todas las prácticas enumeradas anteriormente adicionando:

- Informe y coordine con Base Carbón el sitio del cargue, tipo de material y el destino del mismo.
- Coordine con los operadores de camión la mejor forma de ubicar los equipos.
- Elabore un A.S.T. antes de iniciar la tarea.
- Desarrolle la tarea con un guía en tierra o con la vía bloqueada.
- En caso de necesitar bloquear la vía, debe coordinarse esta actividad con su supervisor, la Base e informar por todos los canales a los usuarios a través de la Central de Información.
- Los camiones utilizados para el cargue de estéril son los camiones de 320 ton tolva estándar, 240 ton y camiones 190 sin compuerta.

#### 4.3.7 Limpieza en Área de Cargue con Cargador LETORNEAU (L1350)

- Inicie siempre la limpieza siempre y cuando el área se encuentre libre de camiones carboneros.
- Retírese de la plaza de cargue para que el tractor pueda realizar la limpieza del área.
- Avance en la limpieza del área desde el cargador hacia afuera, en forma paralela a la trilla del camión carbonero.
- Remate avanzando en forma paralela a la pila o banco y hacia el frente de cargue.

- Si no se cuenta con tractor en el área, el cargador puede acondicionar la plaza teniendo en cuenta los pasos mencionados anteriormente.
- Absténgase de realizar corte de estéril con el cargador ya que esta operación ocasiona daños al cucharón y a la estructura del equipo.
- Se puede remanejar lodo, estéril empujado o material suelto con el fin de que la plaza de cargue quede en óptimas condiciones y no halla ningún riesgo para los operadores o sus equipos.

Ilustración 42. Estándar del cargue de camiones con cargadores

Fuente: (Cerrejón, 2017)

## 4.8 Logros alcanzados

El proyecto comprende unos objetivos, cada uno de ellos con el siguiente cumplimiento:

<b>Implementación del estándar adecuado para el cargue de camiones 190 ton en la mina carbones de Cerrejón Ltda, ubicada en Albania – la Guajira</b>	<b>% Cump</b>
• Evaluar el comportamiento de la distribución y el cumplimiento del proceso de cargue en los camiones	100%
• Identificar las posibles causas o desviaciones en el proceso de cargue en camiones 190 ton	100%
• Establecer en el estándar ES-PD-MC-032 el ítem el correcto cargue de camiones carboneros 190t	100%

Tabla 19. Cumplimiento de objetivos

Fuente: (Propia, 2017)

Una de las limitaciones en las prácticas fue que durante el proyecto diariamente se reportan cargas que se presentaron días del mes en donde la aplicación elaborada estuvo dañado por conexiones de red en campo durante ese periodo se ausento el monitoreo del cargue y la muestra que se llevaba para el análisis de la desviación no se tuvo en cuenta por falta de información.

Adicionalmente se envía semanal y mensualmente a todos los supervisores de acarreo de carbón, una presentación de cómo se está trabajando para el mejoramiento de la operación, ésta contiene la cantidad de eventos de sub-carga, carga normal, sobrecargas e inaceptables que se han presentado en cada uno de los tajos y por grupo, también se les hace saber sobre el seguimiento a los operadores con la respectiva cantidad de carga que han tenido en cada uno de los casos con el payload promedio (es decir la carga real).

Con respecto a lo aportado a la empresa es el manejo de la información de manera eficiente y ordenada a través de los reportes y en el entrenamiento de los TERS para realizar los reportes de una forma más fácil, también aportando nuevas ideas de motivar al operador a realizar buenas prácticas operacionales. Hay que destacar que con el desarrollo de este proyecto se despegaron muchas dudas en la superintendencia razones que son ocasionadas por otra superintendencia distinta. El estándar realizado a la empresa es un gran aporte ya que se puede controlar el cargue de camiones con cargadores en donde se vio involucrado la responsabilidad corporativa que iba más allá de las ganancias para incluir un compromiso más amplio de construir un trabajo en equipo.

Uno de los logros alcanzados en primera instancia, es la relación de la teoría y la práctica en donde apliqué conocimientos para cumplir unas metas establecidas y desafíos que asumí durante dicha práctica. Uno de los tantos aportes personales de la práctica fue la responsabilidad de un horario, cumplir con funciones, tomar decisiones y tener una buena relación humana en la empresa.

A nivel profesional, me aportó una visión diferente de lo que es ser un Ingeniero, que no es solo diseñar e innovar, sino buscar soluciones para el beneficio de toda empresa, el poder usar las bondades y talentos de cada empleado en pro de la compañía. También me enseñó el estar atento frente a los diferentes problemas que se presentaron y buscar soluciones para hacer una minería responsable con el medio ambiente. Es importante mencionar que la empresa me brindó una interacción con otros profesionales en el trabajo interdisciplinario, darme cuenta de las capacidades y recursos propios al ver mi actuar en cada situación y tomar contacto con una realidad que contribuyó conmigo como la futura profesional que pronto ostentará su título.

El proceso de aprendizaje de las prácticas, no forman solamente la propuesta de una teoría y luego en práctica, sino que asimismo se construye un esquema teórico-práctico para establecer una relación dialéctica que permita la construcción de nuevos conocimientos.

La experiencia fue muy muy enriquecedora, ya que me ha aportado tanto en lo personal como en lo laboral. Cerrejón es una empresa que edifica personas conscientes de los riesgos a los cuales se enfrentan cada día, es impresionante la cultura que se vive en este lugar, desde la zona residencial Mushaisa hasta las áreas de explotación minera. El hecho de que en todos los equipos de transporte incluyendo buses se tenga que usar cinturón de seguridad, que solo se pueda atravesar las vías por cebras, ya que no hay semáforos, la prioridad del peatón, y todas las actividades diarias son la muestra del estilo Cerrejón. El ser parte de la superintendencia de MOVICAR y sistema de gestión del carbón, un equipo interdisciplinario, que se enfrenta constantemente a los retos de los proyectos de ingeniería, ha sido gratificante ya que no solo he aprendido lecciones acerca de mi carrera profesional, sino que he tenido la oportunidad de aportar en otros contextos.

En cuanto a las responsabilidades principales que me fueron asignadas, me dieron la total autonomía para poder llevarlas a cabo de la mejor forma. Estando en Cerrejón me proporcionó un conocimiento más concreto sobre mi carrera, gracias a dichas tareas y metas realizadas se logró implementar el correcto cargue de camiones carboneros, inspeccionar áreas de piezas susceptibles de caer, inspeccionar taludes, identificar cuáles son los principales grupos que se demoraban al momento de realizar cambio en caliente y realizar el estándar ES-PD-MC-032 sobre los cargues de camión 190 Ton. Por fortuna, al realizar estas labores, me fue posible conocer muchos lugares de la mina: entre los cuales resaltan los talleres de mantenimiento; los tajos de donde es retirado el carbón, y en los cuales pude observar la coordinación de los equipos para la extracción del mineral.

Para mí como estudiante de Ingeniería de Minas, próxima a culminar la carrera y obtener mi título profesional, el mayor logro fue en principio el saber que muchas personas de Colombia y del mundo estudiantes como yo, sueñan y anhelan hacer sus prácticas en tan importante proyecto de talla internacional, y que por la Gloria de Dios Todopoderoso yo fui una de las seleccionadas; luego, el poder poner al servicio de la empresa Cerrejón mis conocimientos académicos, fortalecerlos y lo que es mejor aprender a ser respetuosa con mis superiores, atender sus recomendaciones, intercambiar ideas, trabajar en

grupo, interactuar, enfrentar problemas, tomar decisiones, cometer el mínimo de errores, etc., resultó ser un conjunto de logros fascinantes y de gran valor, que estoy segura me servirán en mi ejercicio profesional para toda la vida.

## **4.9 Conclusiones**

En una organización tan grande como el Cerrejón que maneja diferentes departamentos, es fundamental la comunicación que exista entre estos para el funcionamiento de la operación, ya que el correcto manejo de la información permitirá mejores resultados. Este proyecto fortaleció las relaciones existentes entre producción y mantenimiento, comprometiendo las dos áreas con el fin de mejorar considerablemente las intervenciones que se realizan a la flota de camiones 190 Ton.

Por los resultados obtenidos con ayuda de la metodología implementada se puede concluir que la variabilidad del proceso viene dada por diversos factores como es las condiciones del área de cargue donde se encuentra, la nivelación del piso, que el equipo se encuentre en una zona plana y estado del material para el cargue. Aparte de las condiciones pre-operacionales estas desviaciones se deben al conocimiento del operador de las políticas de control y los estándares establecidos sobre el proceso y distribución de la carga entre los ejes delanteros y traseros de la tolva de los camiones.

Para el control del proceso se utiliza los datos suministrado por el LICNCS del equipo ya que el VIMS de los camiones en ocasiones se encuentra descalibrado por muchas factores que es afecta directamente de manera muy rápidamente si se le realiza la debida calibración. Los camiones que reportan un cargue contrario a normal no solo representa un riesgo para a seguridad del equipo y operador si no también hace que se reduzca la rentabilidad, por eso un camión que transporte demasiada carga útil de forma rutinaria sus estructura tanto la caja y los neumáticos se somete a esfuerzos extremo. Por tal razón la vida útil de un equipo se ve comprometida en gran medida, aumentando los costos de mantenimiento y reduce la eficiencia de la flota.

Con el fin de evitar inconvenientes con el pasaje de los camiones se adaptó el uso de la tecnología en las operaciones por medio de LICNS de los cargadores así de esta manera poder controlar el peso de cada cucharón que es distribuido en los camiones a través del cual se puede evidenciar en un BO productivo que es un monitoreo de producción que es posible capturar la carga útil en tiempo real para cada camión de la flota 190 Ton. Con esa información, los gerentes y superintendente de producción puede identificar con precisión cuando y donde se llevó a cabo la sobrecarga y tomar medidas para evitarlo

Para el correcto funcionamiento del equipo además de la buena práctica operacional es necesario realizar intervenciones de carácter preventivo en cuanto al mantenimiento, la implementación del Backlog fue una acertada herramienta para identificar y reportar las falencias presentes en el equipo. Aprovechando que se cuenta con los recursos, la mejor opción es adelantarse y realizar intervenciones analizando los síntomas antes de que suceda una falla.

Por otra parte el ajuste negativo que se presenta es una situación crítica en la mina dado que por parte de soporte técnico (topografía) se evidenció en los meses de junio-agosto por grandes valores de KTon de carbón que no coincidían con los volúmenes que registraba CTD por el factor de carga de los camiones, así pues por medio del proyecto se identificó unas de las razones que realmente sucede es que en la planta de trituración manejan porcentaje constante de rechazo y del carbón lo cuales no tenía en cuenta que para cada mes el porcentaje de cada uno era distinto a lo que tenía planeado. Por ende este ajuste negativo que se presenta ya es a cargo de otra superintendencia.

## 4.10 Recomendaciones

- Hacer seguimiento continuo a la calibración de los equipos, asegurando un estado mecánico aceptable.
- Realizar a través de las reuniones de Grupo Natural un refresco a los operadores de pala y de camión la Política de Control – Cargue de Camiones, enfocando especialmente los límites según el tipo de tolva y además las consecuencias que ocasiona el trasporte de cargas por encima y por debajo de los límites.
- Mejorar condiciones del entorno de tal manera que área de trabajo se encuentre nivelado, la pila acomoda y las factores que proporcionen un buen desempeño
- Realizar campañas de entrenamiento a los usuarios del departamento de MOVICAR y gestión de calidad del carbón en el uso de BO e invitarlos a ser partícipe de su contenido
- Continuar con la elaboración y el envío vía e-mail de los diferentes reportes enviados por los estudiantes en práctica relacionados con el cumplimiento de la Política de Control – Cargue de Camiones y además hacer seguimiento permanente por operador a sus cargues, para poder retroalimentar a los operadores que incumplan la misma.
- Evaluar la posibilidad de informar a los operadores de los camiones la ocurrencia de los casos de cargas inaceptables a través de cartas enviadas a estos y firmada por su respectivo superintendente.

- Informar a la respectiva superintendencia del debido porcentaje a llevar de cada mes en la planta de trituración por parte de servicios técnicos para tomar acciones en el ajuste negativo que se presenta.

## 5. BIBLIOGRAFÍA

Cerrejon. (26 de octubre de 2017).

*www.cerrejon.cm/site/nuestraempresa/quienes/somos.aspx.*

Cerrejon, C. d. (2009). Manejo de carbon. En *Manejo de carbon* (págs. 4-6).

cerrejon, C. d. (2016). *PRO-MDC-CFC-002: Muestreo Manual de Carbon en Frentes de Explotacion y Pilas de Carbon.*

Cerrejon, C. (4 de febrero de 2002). *Empresa, Intranet.*

Cerrejon, C. (23 de marzo de 2016). *Empresa, Intranet.*

hernando, F. (1993). *Planeamiento y diseño del proyecto carbonifero a cielo abierto Cerrejon central.* Sede Medellin.

Perez, D. V. (2009). *Analisis y propuesta de mejora del proceso y distribucion del cargue de los camiones CAT789C en carbones de Cerrejon Ltd.* Albania, Guajira: Universidad pedagogica y tecnologica de Colombia.

Propia. (2017). *Diseño e implementación del estandar adecuado para el cargue de camiones.*

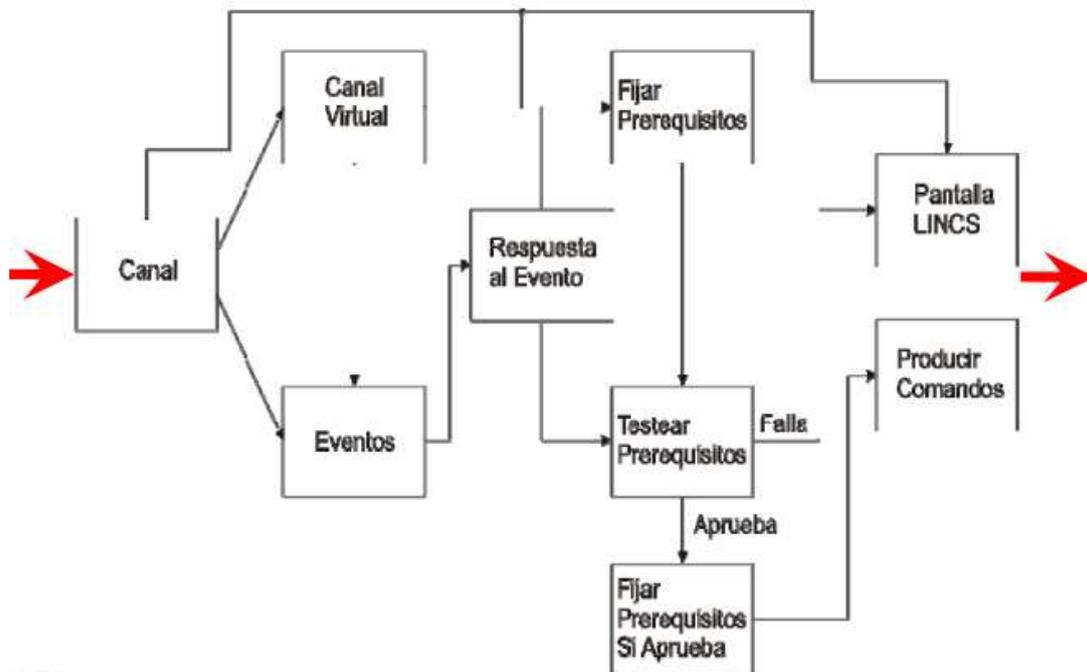
SIO. (10 de 2017). *SIO INTRANET.* Obtenido de [www.cerrejon/sio.com](http://www.cerrejon/sio.com)

## 6. ANEXOS



Anexo A. Cabina de un cargador

Fuente: (Cerrejón, 2017)



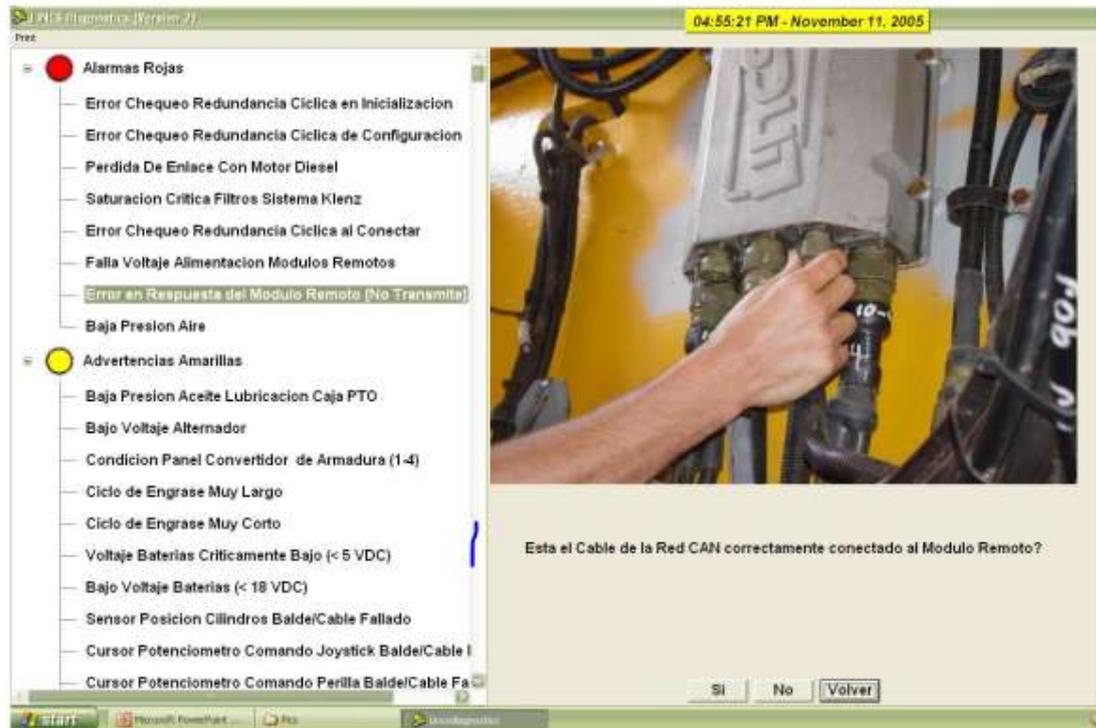
Anexo B. Diagrama lógico de flujo de LINCS

Fuente: (Cerrejón, 2017)



### Anexo C. Monitoreo del cargador

Fuente: (Cerrejón, 2017)



### Anexo D. Diagnóstico del LINCS

Fuente: (Perez, 2009)



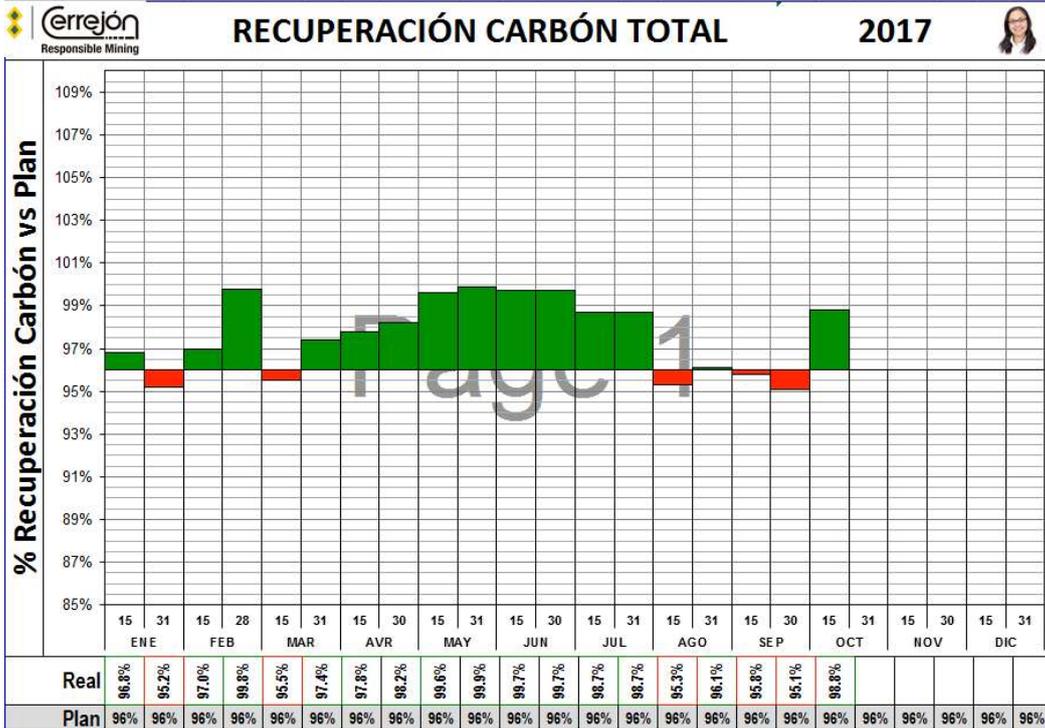
Anexo E. Plataforma de la báscula

Fuente: (Perez, 2009)

		<b>RECUPERACIÓN CARBÓN TOTAL</b>												<b>2017</b>										
MES	ENE	FEB	MAR	AVR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC												
DIAS	15 31	15 28	15 31	15 30	15 31	15 30	15 31	15 31	15 30	15 31	15 30	15 31	15 31	15 31										
<b>LA PUENTE</b>																								
REAL	93%	92%	91%	99%	90%	94%	98%	97%	94%	95%	102%	102%	98%	100%	92%	96%								
PLAN	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%
<b>T100</b>																								
REAL	93%	117%	103%	102%	129%	105%	75%	100%	96%	95%	101%	129%	111%	80%	74%	129%								
PLAN	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%
<b>ANNEX</b>																								
REAL	0%	0%	186%	104%	106%	110%	134%	120%	109%	104%	89%	104%	120%	113%	117%	133%								
PLAN	0%	0%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%
<b>OREGANAL</b>																								
REAL	92%	91%	107%	102%	89%	99%	87%	87%	106%	102%	94%	101%	94%	100%	101%	99%								
PLAN	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%
<b>TABACO</b>																								
REAL	104%	89%	91%	94%	80%	89%	92%	92%	96%	99%	98%	72%	94%	83%	87%	88%								
PLAN	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%
<b>COMUNEROS</b>																								
REAL	91%	83%	104%	115%	130%	116%	112%	106%	109%	123%	102%	109%	86%	105%	83%	99%								
PLAN	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%
<b>PATILLA</b>																								
REAL	120%	122%	105%	100%	171%	106%	122%	113%	95%	98%	102%	90%	85%	95%	101%	93%								
PLAN	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%

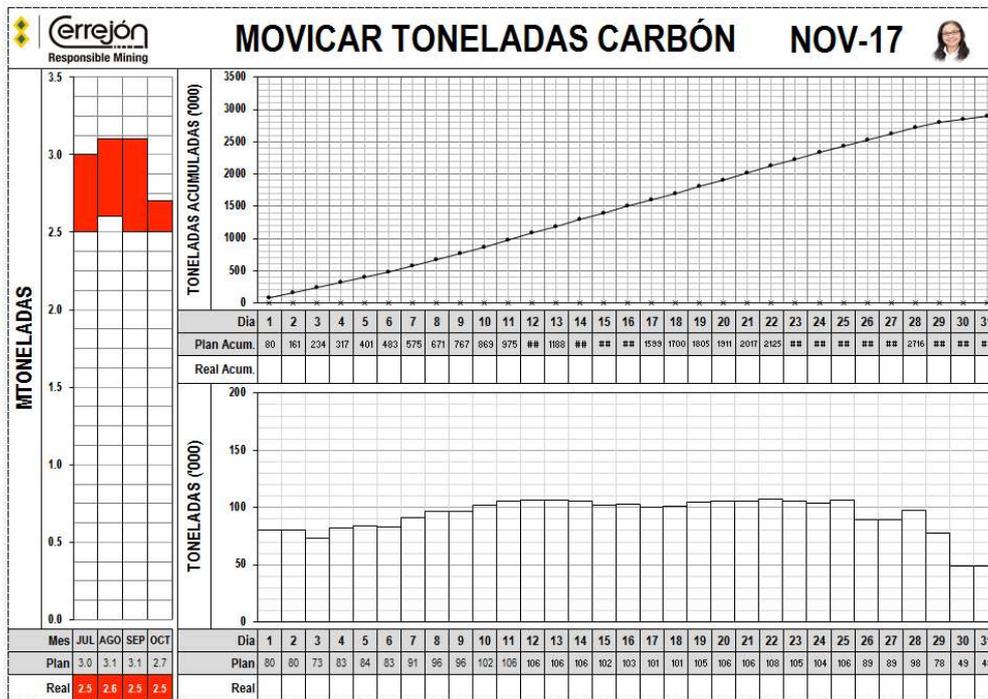
Anexo F. KP'IS de recuperación de carbón por tajo

Fuente: (Cerrejón, 2017)



Anexo G. KP´IS de recuperación de carbón total

Fuente: (Cerrejón, 2017)



Anexo H. KP´IS de MOVICAR

Fuente: (Cerrejón, 2017)



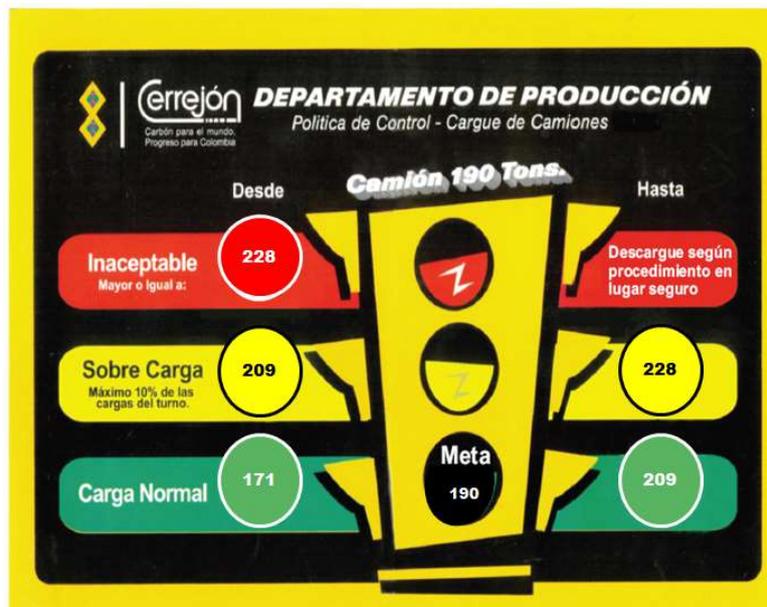


Sistema de Gestión de la Calidad del Carbón 	Reporte de Asistencia a Charlas de Reintegro y Grupos nuevo	
Fecha:	Charla de:	Instructor:

No	Nombres y Apellidos	Identificación	Empresa	Firma
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				

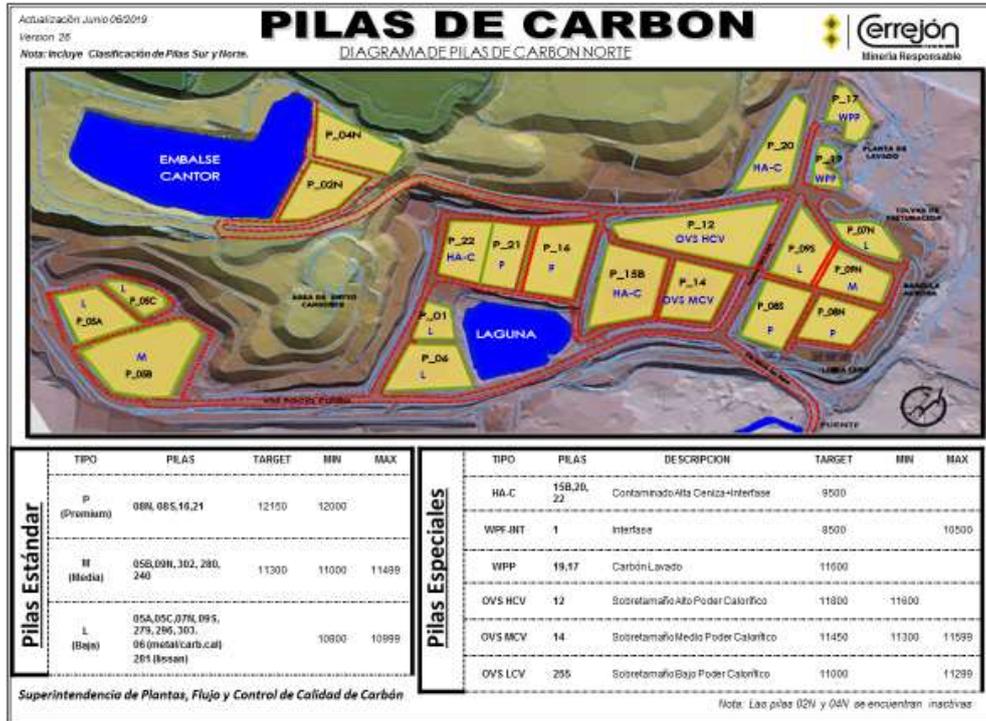
Anexo K. Formato de charlas

Fuente: (Cerrejón, 2017)



Anexo L. Políticas del cargue

Fuente: (Cerrejón, 2017)



Anexo M. Ubicación de pilas

Fuente: (Cerrejón, 2017)