

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN Y ESTADO FÍSICO DE LA MAQUINARIA QUE OPERA EN LAS ACTIVIDADES MINERAS A CIELO ABIERTO DE LOS ESTADOS ZULIA Y FALCÓN EN EL AÑO 2011

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela
Por Rivas C., José E.
Para optar al Título
de Ingeniero en Minas

Caracas, 2012

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN Y ESTADO FÍSICO DE LA MAQUINARIA QUE OPERA EN LAS ACTIVIDADES MINERAS A CIELO ABIERTO DE LOS ESTADOS ZULIA Y FALCÓN EN EL AÑO 2011

Tutora Académica: Profa. Aurora Piña
Cotutora Académica: Profa. Katherine Silva
Tutor Industrial: Ing. Joan Benítez

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela
Por Rivas C., José E.
Para optar al Título
de Ingeniero en Minas

Caracas, 2012

Caracas, 20 de Junio 2012

Los abajo firmantes, miembros del Jurado designado por el Consejo de Escuela de Geología, Minas y Geofísica, para evaluar el Trabajo Especial de Grado presentado por el Bachiller, titulado:

“Diagnóstico de la situación y estado físico de la maquinaria que opera en las actividades mineras a cielo abierto de los estados Zulia y Falcón en el año 2011”

Consideran que el mismo cumple con los requisitos exigidos por el plan de estudios conducente al Título de Ingeniero en Minas, y sin que ello signifique que se hacen solidarios con las ideas expuestas por el autor, lo declaran APROBADO.

Prof. Omar Márquez
Jurado

Prof. José Duque
Jurado

Profa. Aurora Piña
Tutora Académica -Jurado

Ing. Joan Benítez
Tutor Industrial

DEDICATORIA

Mi trabajo especial de grado está dedicado primero que todo a Dios, y a todas y cada una de las personas que por destino o simplemente por cosas de la vida, he conocido y han permanecido a mi lado, dándome su apoyo y ayudándome a hacer realidad las metas que me propongo.

A mi mamá y mi papá, Soraya y José, por haberme dado la vida, hacerme crecer en una familia llena de amor y humildad y por cada una de las cosas que me hacen sentirme orgulloso de tener a los mejores papás del mundo.

A mi hermosa hermana Mariana, por soportar mis malos humores y ofrecerme una sonrisa todos los días.

A mi abuela Chay y mi abuela Lilia, por enseñarme que la vida hay que disfrutarla a cada segundo.

A mi tía Aimara y mi tía Mariela, por siempre creer en mí y ofrecerme sus palabras de apoyo.

A la familia Rivas y a la familia Curiel, por permitirme ser un miembro más de dos núcleos familiares tan grandes y peculiares.

A mis amigas, amigos, hermanos, compadres por ofrecerme su amistad y su incondicional apoyo a lo largo de toda mi vida y enseñarme cada día que siempre hay un motivo para celebrar.

A Brahlaboration, Carmelo, Gian y Arturo, por permitirme ser parte del proceso creativo musical que se da cada vez que ensayamos.

A mi titi Belkis: tienes un hijo ingeniero.

Y finalmente a ti Nía, por acompañarme a donde voy, ser mi ángel de la guarda y mi luz guía todos los días de mi vida. Gracias por habernos mostrado tu hermosa sonrisa y permitirnos conocerte.

Esto va con todo mi corazón para ti Comadrita Bella. Siempre te tengo
aquí.

AGRADECIMIENTOS

A la ilustre Universidad Central de Venezuela y a la Escuela de Geología, Minas y Geofísica por darme la oportunidad de formarme como profesional y como persona.

A las profesoras Aurora Piña y Katherine Silva por su infinita paciencia y dedicación durante la realización de mi trabajo especial de grado. Muchas gracias Profes.

A los ingenieros Joan Benítez y José Yazawa por haberme recibido de manera tan grata dentro de la empresa Seijiro Yazawa Iwai, C.A., y que sin su ayuda no hubiese sido posible llevar a cabo este trabajo de investigación.

A mi familia en los estados Zulia y Falcón, que me recibieron en sus hogares durante dos semanas en la etapa de recolección de datos.

A mis compadres, mis amigos y hermanos Javier y Juan por el apoyo durante las interminables jornadas de trabajo y los diferentes aportes que brindaron a lo largo del proyecto, sin los cuales no hubiese sido posible concretar la investigación.

A las empresas que me abrieron las puertas para recopilar la información necesaria para la realización de este trabajo.

A todos los entes e instituciones que hicieron posible el desarrollo de esta investigación con sus aportes.

A mi hermosa madre Soraya, a mi querido padre José, a mi abuela Chay y a mi madrina Aimara por sus inagotables palabras de aliento que me animaron a seguir adelante con mi tesis.

Rivas C. José E.

DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN Y ESTADO FÍSICO DE LA MAQUINARIA QUE OPERA EN LAS ACTIVIDADES MINERAS A CIELO ABIERTO DE LOS ESTADOS ZULIA Y FALCÓN EN EL AÑO 2011

Tutor Académico: Prof. Aurora Piña. Tutor Industrial: Ing. Joan Benítez. Tesis. Caracas, U.C.V. Facultad de Ingeniería. Escuela de Geología, Minas y Geofísica. Departamento de Minas. 2012, 139 págs.

Palabras Claves: Equipos mineros-evaluación técnica, análisis causa raíz, Zulia (estado), Falcón (estado), minería a cielo abierto.

Resumen. El presente trabajo tiene como objetivo principal realizar un diagnóstico de la situación y estado físico de la maquinaria que opera en las actividades mineras a cielo abierto de los estados Zulia y Falcón, como un primer paso de un proyecto de mayor alcance que pretende extenderse para todas las entidades regionales de la nación.

Para la recopilación de estos datos fueron visitadas una serie de empresas pertenecientes al sector y fue aplicada una encuesta que contemplaba parámetros mineros correspondientes a las condiciones de la maquinaria y a la situación en la que ésta se encontraba.

Con esta información se procedió a realizar el análisis de los resultados para conocer el estatus operativo de las máquinas empleando algunas de las herramientas de la confiabilidad operacional y el criterio de la Curva de la Bañera.

Entre las dos entidades regionales se contabilizaron una cantidad de 188 equipos de los cuales 69% estaba operativo, mientras que el restante 31% se encontraba inoperativo, siendo el principal inconveniente la escasez de repuestos y partes mecánicas en el país, para efectuar las distintas rutinas de mantenimiento tanto preventivo como correctivo.

Para finalizar, se recomienda efectuar estos estudios de manera periódica donde se actualicen los datos de las operadoras mineras, de forma que se pueda sistematizar esta información y mantener un monitoreo sobre el estatus operativo de la maquinaria perteneciente a las empresas.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTOS.....	v
ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS Y GRÁFICOS.....	xi
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I: ASPECTOS GENERALES.....	2
1.1. Planteamiento del problema.....	3
1.2. Objetivos.....	4
1.3. Justificación.....	5
1.4. Alcances.....	6
1.5. Limitaciones.....	6
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	7
2.1. Antecedentes.....	8
2.2. Ubicación Geográfica.....	10
2.3. Bases teóricas.....	15
2.3.1. Métodos de minería a cielo abierto.....	15
2.3.2. Operaciones unitarias en minería.....	16
2.3.3. Operaciones auxiliares.....	17
2.3.4. Equipos para minería a cielo abierto.....	17
2.3.5. Teoría de mantenimiento.....	21
2.3.6. Confiabilidad Operacional.....	25
2.3.7. Encuesta.....	27
2.4. Bases Legales.....	27
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO.....	29
3.1. Tipo de investigación.....	30
3.2. Diseño de investigación.....	30
3.3. Población y muestra.....	30
3.4. Recolección de datos.....	30
3.5. Análisis de datos.....	32
CAPÍTULO IV: RESULTADOS.....	33

4.1. Estado Zulia	34
4.1.1. Agregados y Materiales de Construcción, S.A. (AMACO)	34
4.1.2. Carbones de la Guajira, S.A.....	37
4.1.3. Carbones del Guasare, S.A.	40
4.1.4. Concretos y Construcciones Faría, S.A.	43
4.1.5. Cementos Catatumbo, C.A. (CC).....	46
4.2. Estado Falcón	49
4.2.1. SAMFOR, S.A.	49
4.2.2. Industrias y construcciones de Venezuela, S.A. (SAINCOVEN) 51	
4.2.3. Inversiones y agregados Las Piedras, C.A. (INVERGRECA)	52
4.2.4. Concretera Dabajuro, C.A. (CCD)	53
4.2.5. Bornak Internacional, C.A (BI)	55
4.2.6. Agregados Miranda, C.A. (AM).....	57
4.2.7. Canteras de Matacanes (CM).....	58
4.2.8. Fundo La Ponderosa (FLP)	60
4.2.9. Inversiones Hermanos Molleja Petit, C.A. (IHMP)	61
CAPÍTULO V: ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	63
Análisis de Resultados.....	64
5.1. Estado Zulia	64
5.1.1. Rubro mineral: Carbón.	64
5.1.2. Rubro mineral: Áridos.....	71
5.2. Estado Falcón	78
5.2.1. Rubro mineral: Áridos.....	78
5.3. Análisis Causa-Raíz.....	87
CONCLUSIONES	110
RECOMENDACIONES.....	112
BIBLIOGRAFÍA	114
ANEXOS.....	116

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.....	14
Tabla 2.....	35
Tabla 3.....	36
Tabla 4.....	36
Tabla 5.....	37
Tabla 6.....	38
Tabla 7.....	39
Tabla 8.....	39
Tabla 9.....	40
Tabla 10.....	41
Tabla 11.....	42
Tabla 12.....	42
Tabla 13.....	43
Tabla 14.....	44
Tabla 15.....	45
Tabla 16.....	45
Tabla 17.....	46
Tabla 18.....	47
Tabla 19.....	47
Tabla 20.....	48
Tabla 21.....	48
Tabla 22.....	49
Tabla 23.....	50
Tabla 24.....	50
Tabla 25.....	51
Tabla 26.....	52
Tabla 27.....	53
Tabla 28.....	53
Tabla 29.....	54
Tabla 30.....	54
Tabla 31.....	55

Tabla 32.....	56
Tabla 33.....	56
Tabla 34.....	56
Tabla 35.....	57
Tabla 36.....	58
Tabla 37.....	58
Tabla 38.....	59
Tabla 39.....	60
Tabla 40.....	60
Tabla 41.....	61
Tabla 42.....	62
Tabla 43.....	62
Tabla 44.....	65
Tabla 45.....	66
Tabla 46.....	71
Tabla 47.....	72
Tabla 48.....	78
Tabla 49.....	79
Tabla 50.....	85
Tabla 51. Fallas frecuentes en perforadoras.....	88
Tabla 52. Fallas frecuentes en excavadoras (retro, frontales y de cables)	92
Tabla 53. Fallas más frecuentes en cargadores frontales.....	97
Tabla 54. Fallas frecuentes en camiones (roqueros y cisterna).....	102
Tabla 55. Fallas recurrentes en tractores de orugas.....	105

ÍNDICE DE FIGURAS Y GRÁFICOS

Figura 1. Ubicación geográfica de las zonas de estudio	10
Figura 2. Ubicación de las empresas visitadas en el estado Zulia	11
Figura 3. Ubicación de las empresas visitadas en el estado Falcón	11
Figura 4. De izquierda a derecha: Ubicación de la Formación Marcelina y Formación Apón	12
Figura 5. Ubicación de las formaciones Caujarao, Querales, Casupal y Capadare	13
Figura 6. Mina a cielo abierto.	15
Figura 7. Fases del ciclo minero. Operaciones básicas de producción ...	16
Figura 8. Excavadora de cables.	18
Figura 9. Excavadora hidráulica retro.	19
Figura 10. Cargador frontal.	19
Figura 11. Camión roquero.	20
Figura 12. Tractor de orugas.	20
Figura 13. Mototrailla.	21
Figura 14. Curva de la Bañera o curva característica que representa los períodos de vida de un equipo.	25
Figura 15. Herramientas de confiabilidad operacional	26
Figura 16. Datos generales de las empresas.	31
Figura 17. Modelo de encuesta para la recolección de los datos de los equipos de arranque, carga, acarreo y auxiliares.	32
Gráfico 1. Distribución por tipo de equipo en operaciones mineras de carbón en el estado Zulia	65
Gráfico 2. Distribución de equipos por condición operativa en actividades mineras de carbón en el estado Zulia.	67
Gráfico 3. Distribución por tipo de equipo y condición operativa en actividades mineras carboníferas en el estado Zulia.	69
Gráfico 4. Distribución por tipo de equipo en operaciones mineras de áridos en el estado Zulia.	72
Gráfico 5. Distribución por condición operativa en actividades mineras de áridos en el estado Zulia.	74

Gráfico 6. Distribución por tipo de equipo y condición operativa en actividades mineras de áridos en el estado Zulia.....	77
Gráfico 7. Distribución por tipo de equipo en operaciones mineras de áridos en el estado Falcón.	79
Gráfico 8. Distribución por condición operativa en actividades mineras de áridos en el estado Falcón.	80
Gráfico 9. Distribución por tipo de equipo y condición operativa en actividades mineras de áridos en el estado Falcón.....	83
Gráfico 10. Equipos propios vs. Equipos alquilados	85
Gráfico 11. Distribución por tipo de equipos en las actividades mineras de los estados Zulia y Falcón	86
Gráfico 12. Distribución de equipos por estatus en las actividades mineras de los estados Zulia y Falcón	86
Gráfico 13. Distribución por tipo de equipos y condición operativa en las actividades mineras de los estados Zulia y Falcón	87
Gráfico 14. Diagrama de modos de fallas frecuentes en perforadoras	91
Gráfico 15. Diagrama de modos de falla recurrentes en excavadoras (retro, frontales y de cables).....	96
Gráfico 16. Diagrama de modos de falla recurrentes en cargadores frontales.....	101
Gráfico 17. Diagrama de modos de falla recurrentes en camiones	104
Gráfico 18. Diagrama de modos de fallas recurrentes en tractores de orugas.....	109

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo tiene como finalidad realizar un diagnóstico de la situación y estado físico de la maquinaria que opera en las actividades mineras a cielo abierto en el país, específicamente en los estados Zulia y Falcón.

Actualmente, el Estado carece de una base de datos ordenada y sistemática en donde se recopile información sobre los equipos mineros que operan en las canteras y minas a cielo abierto del país. En otros países como Chile, esta información está disponible de forma pública y permite al Gobierno de ese país tomar decisiones y motivar a los inversionistas a trabajar en estos proyectos. Es por esto que la realización de este trabajo supone un aporte muy significativo y relevante para la minería y la diversificación económica de Venezuela.

El contenido de esta investigación se encuentra dividido en 3 capítulos. En el primero, se encuentran los lineamientos principales del trabajo y todo lo que en general comprende el mismo. El segundo capítulo, expone lo correspondiente al marco teórico, metodología, antecedentes y bases legales que rigen la propiedad de la maquinaria en la actividad minera. En el tercero, se realiza la interpretación y el análisis de los datos recopilados en campo sobre la situación y estado físico de los equipos que operan en las actividades mineras de los estados Zulia y Falcón.

En consecuencia, este trabajo supone sólo el primer paso de un proyecto de mayor alcance que pretende abarcar todos los estados del país. Para esto, es necesario darle continuidad al mismo, el cual tendrá como principales beneficiarios al Estado y la comunidad minera venezolana.

CAPÍTULO I: ASPECTOS GENERALES

1.1. Planteamiento del problema

En la actualidad, el país carece de una base de datos de los equipos mineros que operan en las canteras y minas a cielo abierto a nivel nacional y en especial los estados Zulia y Falcón. La falta de información en esta área conlleva al motivo principal de esta investigación y a que se formule la siguiente pregunta: ¿Cuál es la situación y estado físico de la maquinaria que labora en las actividades mineras de los estados Zulia y Falcón?, pudiéndose extrapolar este cuestionamiento al resto del país y cuya meta última de esta línea de investigación es la de sistematizar y conocer la situación de toda la maquinaria minera.

1.2 Objetivos

1.2.1. Objetivo General

- Diagnosticar la situación y estado físico de la maquinaria que opera en las actividades mineras a cielo abierto de los estados Zulia y Falcón.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Localizar las minas y canteras ubicadas en los estados Zulia y Falcón.
- Realizar una revisión completa sobre los tipos de censos aplicados en la actividad minera.
- Realizar una revisión bibliográfica sobre el margo legal minero que rige la propiedad de la maquinaria.
- Elaborar un instrumento que permita recolectar la información sobre la situación y estado físico de los equipos mineros.
- Aplicar el instrumento en las minas y canteras de los estados Zulia y Falcón.
- Procesar la información recolectada en el instrumento.
- Crear un registro sistemático y organizado en el que se plasmen los resultados obtenidos del procesamiento de los datos de la situación y estado físico de la maquinaria.

1.3. Justificación

El presente estudio tiene como propósito principal determinar la situación y el estado físico actual de la maquinaria que opera en las actividades mineras a cielo abierto en el país, específicamente en los estados Zulia y Falcón. Cabe destacar, que en Venezuela en la actualidad se carece de una base de datos que permita conocer esta información, por lo que la realización de este estudio significa un aporte de mucha importancia para el país.

Una de las principales contribuciones de esta investigación es desarrollar una metodología para la recolección de información de la situación y estado físico de los equipos mineros que laboran en Venezuela. Este estudio le permitirá al Estado tomar decisiones a nivel estratégico sobre las metas productivas reales y alcanzables en las actividades mineras del país, así como establecer las estrategias para lograrlo. La implicación práctica es que permitirá conocer la capacidad productiva minera nacional a largo plazo, dejando abierta la posibilidad de realizar otros estudios mineros, económicos o ambientales que se puedan hacer con los datos obtenidos en este trabajo. Asimismo, la utilidad metodológica está en la aplicación de un instrumento para la recopilación de datos de naturaleza minera, lo que implica un aporte de gran importancia para el Estado y su esfuerzo en el conocimiento de la situación de la maquinaria que labora en las canteras y minas a cielo abierto de Venezuela.

1.4. Alcances

Este trabajo está orientado a efectuar un diagnóstico de las condiciones de la maquinaria presente en las operaciones unitarias de minería a cielo abierto de las empresas contactadas, que permitan el acceso a sus instalaciones y a la información correspondiente a sus equipos, para la aplicación del instrumento diseñado para esta línea de investigación. De esta manera, dichos datos se obtendrán única y exclusivamente de la información que el personal de cada compañía visitada desee facilitar.

1.5. Limitaciones

Para la realización del estudio se encuentran una serie de factores que limitará el alcance de esta investigación. En primer lugar, obtener el listado actualizado de las empresas que ejecutan operaciones mineras en los estados Zulia y Falcón. En segundo lugar, lograr el contacto con cada una de éstas y que las mismas permitan la visita y el acceso a sus instalaciones para la aplicación del instrumento diseñado, lo que es un factor determinante debido a que es el punto de comienzo y lo que le da razón al estudio. En este mismo contexto, la veracidad de la información que se obtenga de parte de las compañías que accedan a colaborar con la investigación es el asunto que traerá mayor incertidumbre a este trabajo especial de grado. Por último, elaborar una logística de transporte a los sitios de interés del estudio donde se garantice la seguridad e integridad física del investigador es un obstáculo a vencer, partiendo del principio de que las empresas que ejecutan actividades mineras a cielo abierto en ambos estados, están situadas en ubicaciones remotas y algunas de difícil acceso.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

Jiménez M., 2009. “Paleontología sistemática, Paleoecología y catalogación en base de datos con software interactivo (Caso colección de foraminíferos del Dr. Pedro Joaquín Bermúdez. Edad cenozoico, Escuela de Geología, Minas y Geofísica, Universidad Central de Venezuela)”.

El objetivo general de este trabajo consistió en Realizar la Paleontología, Sistemática, Paleoecología y Catalogación en base de Datos con *Software* Interactivo, de una parte de la Colección de Referencia UCV, del “Dr. Pedro Joaquín Bermúdez”, Edad Cenozoico, y dar a conocer la importancia de aquellos grupos fósiles más significativos de la región en estudio.

Oropeza T. & Zambrano B., 2006. “Elaboración de una base de datos de geología urbana para fines de microzonificación sísmica para la ciudad de Caracas.”

El trabajo surgió de la necesidad de disponer de una base geológica del asiento aluvial de la ciudad de Caracas y tiene como objetivo principal crear una base de datos de geología urbana para fines de microzonificación sísmica de la ciudad de Caracas. Para la creación de esta base de datos, fue necesario recopilar y evaluar la documentación previa existente y generar una fuente complementaria de información de origen tanto directo como indirecto. Para ello, se consultaron trabajos, informes, tesis, información y documentación inédita, obtenida en los archivos de la administración pública y privada, y en los archivos históricos, para valorizar un mapa base de las unidades geológicas cuaternarias.

Grupo Editorial EDITEC (2011). “Catastro de Equipamiento Minero”.

El Catastro de Equipamiento Minero se publica en Chile desde 1994 y considera los equipos más relevantes usados en faenas mineras, plantas de procesos de concentración de minerales y empresas contratistas. Se actualiza cada dos años, agregando los equipos nuevos que han incorporado y eliminando aquellos fuera de operación o puesto a la venta por las empresas.

La nueva versión de este estudio contempla las flotas de equipos y maquinaria más relevantes usados en las faenas y plantas de la región andina en los tres países Chile, Perú y Argentina, cuya extracción de mineral es mediante rajo abierto y/o explotación subterránea y proceso de minerales a través de flotación.

2.2 Ubicación Geográfica.

La investigación se llevará a cabo en los estados Zulia y Falcón, ubicados en la zona Nor-occidental del país. (Figura 1)

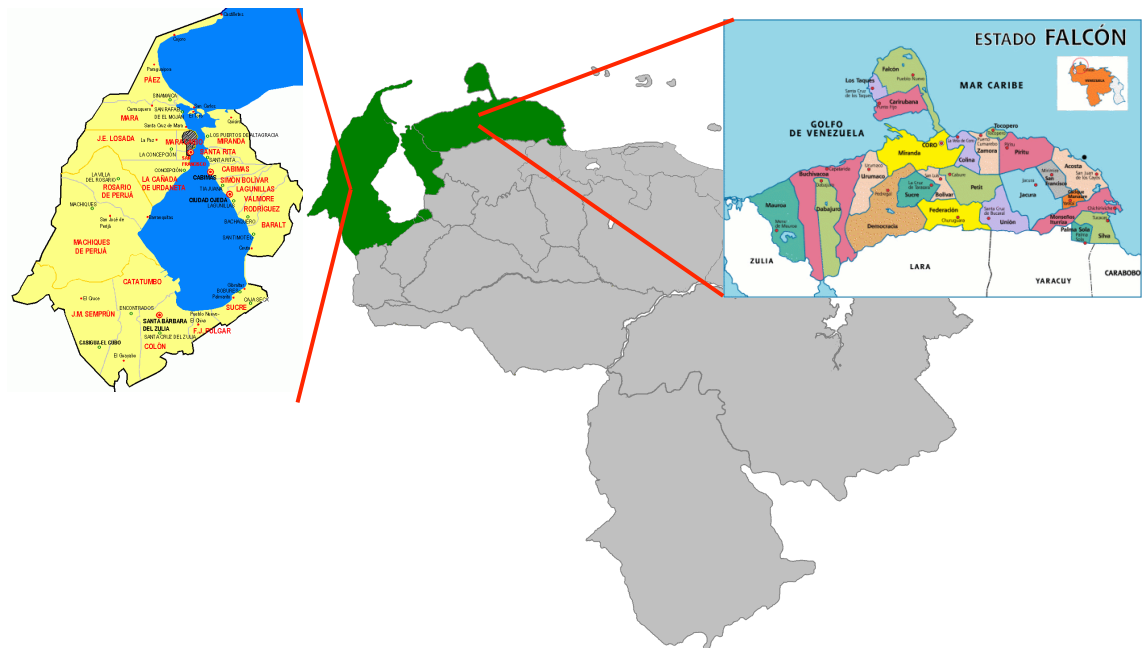


Figura 1. Ubicación geográfica de las zonas de estudio

Estado Zulia: El estado Zulia está situado al Noroccidente de Venezuela. Limita al Norte con el Mar Caribe; por el este con los estados Falcón, Lara y Trujillo; por el sur con Mérida y Táchira, y por el Oeste, con la República de Colombia. Su capital es la ciudad de Maracaibo y consta con una extensión territorial de 63.100 km². (Figura 2)



Figura 2. Ubicación de las empresas visitadas en el estado Zulia

Tomado de: <https://maps.google.es/>

Estado Falcón: Limita al norte con el golfo de Venezuela y el mar Caribe, por el este con el mar Caribe, por el sur con los estados Yaracuy y Lara y por el oeste con el estado Zulia. Su capital es la ciudad de Coro y tiene una superficie territorial de 24.800 km². (Figura 3)

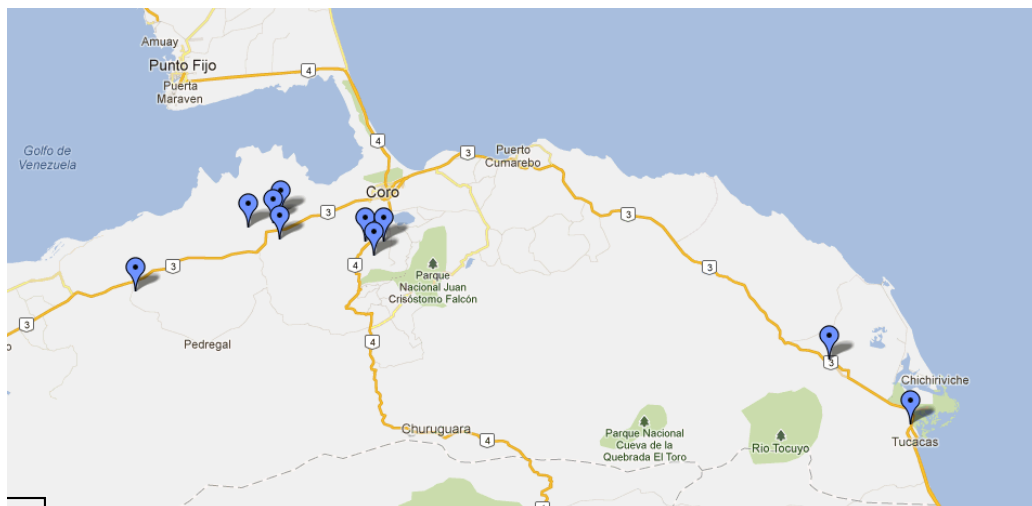


Figura 3. Ubicación de las empresas visitadas en el estado Falcón

Tomado de: <https://maps.google.es/>

Formaciones Geológicas:

A continuación, se describe de manera general la geología presente en las minas y canteras que se estudiaron en los estados Zulia y Falcón:

Fuente: <http://www.pdv.com/lexico>

Estado Zulia

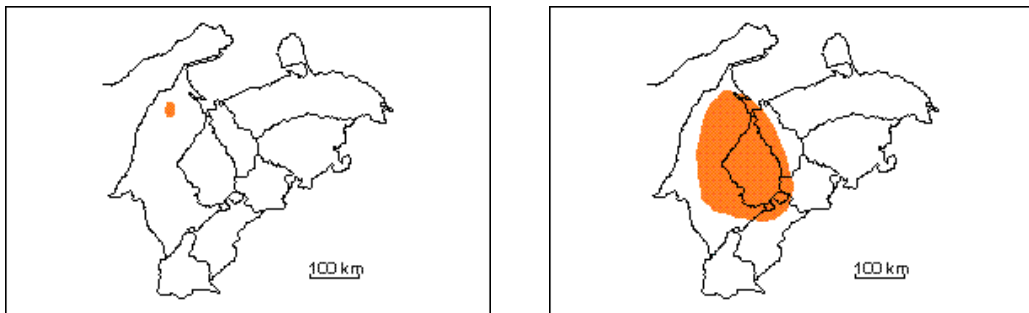


Figura 4. De izquierda a derecha: Ubicación de la Formación Marcelina y Formación Apón

Tomado de: Léxico estratigráfico en línea. (Junio, 2012)

Formación Marcelina:

Terciario (Paleoceno)

Descripción litológica: Sutton (op. cit.) describe la litología de la formación como una intercalación de areniscas, lutitas, lutitas arenosas y capas de carbón.

Formación Apón

Cretácico (Aptiense-Albiense)

Descripción litológica de interés: El Miembro Superior (Piché) posee una gran proporción de calizas fosilíferas tipo *packstone*, con abundantes restos de moluscos muy recristalizados.

Estado Falcón:

La geología de las empresas visitadas dentro de esta entidad regional no fue especificada. Las mismas efectúan extracciones de áridos

directamente de ríos y quebradas presentes en la geografía del estado. Sin embargo se puede hacer mención de las principales formaciones que se encuentran ubicadas en esta región.

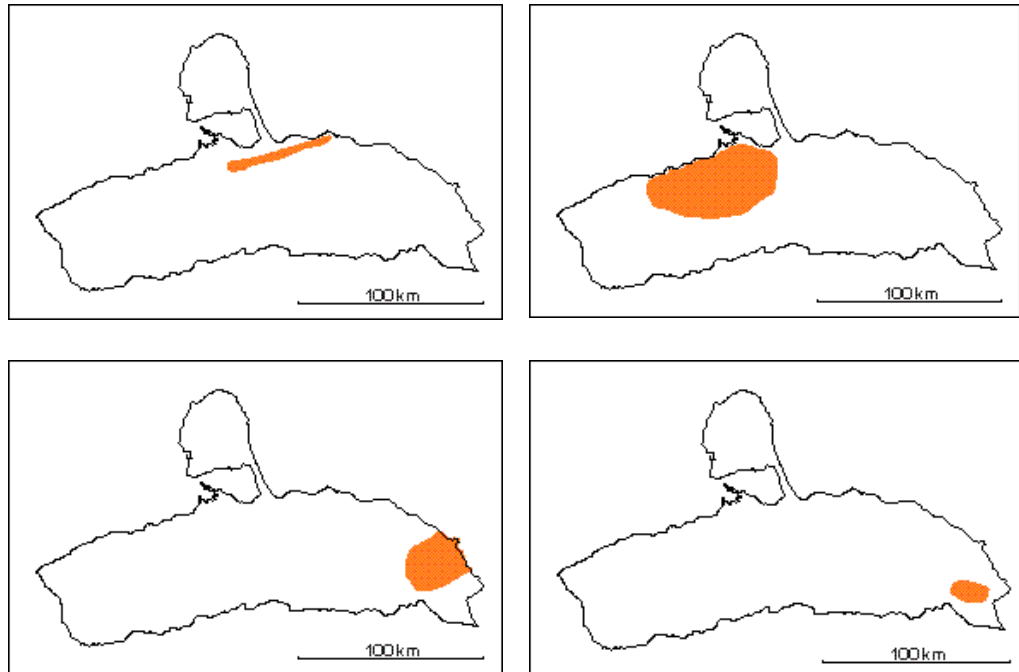


Figura 5.

En sentido a las agujas del reloj comenzando por la esquina izquierda:
Ubicación de las formaciones Caujarao, Querales, Casupal y Capadare

Tomada de: Tomado de: Léxico estratigráfico en línea. (Junio, 2012)

Formación Caujarao:

Neógeno (Mioceno Medio a Plioceno Temprano)

Descripción litológica: Consiste principalmente de lutitas arcillosas, con intercalaciones de margas y calizas fosilíferas, topográficamente muy prominentes, y algunas capas de arenas.

Formación Querales:

Neógeno (Mioceno Temprano o Medio)

Descripción litológica: De acuerdo la definición de Díaz de Gamero, et al. (1988), la Formación Querales está formada, en más del 90% por

lutitas de colores oscuros, con intercalaciones de areniscas de grano fino, en paquetes de hasta 4 m de espesor, muy bioturbadas, escasas margas y calizas conchíferas en capas delgadas y algunos finos niveles carbonosos.

Formación Casupal:

Terciario (Oligoceno-Mioceno Medio?)

Descripción litológica: Wheeler (1960, 1963) indica que la Formación Casupal en su área tipo se divide en dos miembros: el inferior se caracteriza por la predominancia de areniscas de grano fino y arcillas, la presencia de material carbonoso y por la estratificación en capas delgadas a medias. El miembro superior contiene areniscas de grano grueso y conglomerados, menos material carbonoso, ausencia de carbones y estratificación en capas masivas. En términos generales, la formación se hace de grano más grueso hacia el tope.

Formación Capadare:

Terciario (Mioceno Medio)

Descripción litológica: Wiedenmayer (1924) la describe originalmente como una caliza arrecifal compuesta de Lithothamnium, de colores claros, formando farallones abruptos blanquecinos.

Tabla 1

Estado	Formación
Zulia	Formación Marcelina
	Formación Apón
Falcón	Formación Caujarao
	Formación Querales
	Formación Casupal
	Formación Capadare

2.3. Bases teóricas

Las bases teóricas que se esbozan en esta sección tienen la finalidad de explicar los términos que se emplearán durante el desarrollo de esta línea de investigación.

2.3.1. Métodos de minería a cielo abierto (Villanueva, 2003)

Los métodos de minería a cielo abierto, también denominados de minería superficial, vienen definidos como el conjunto de las operaciones mineras que son necesarias para llevar a cabo la explotación de las rocas y minerales desde la superficie, realizando excavaciones en el terreno.



Figura 6. Mina a cielo abierto.

Tomado de: <http://despiertaalfuturo.blogspot.com/> (Junio 2012)

Cortas (ITGE, 1999)

En yacimientos masivos o de capas inclinadas la explotación se lleva a cabo tridimensionalmente por banqueo descendente, con secciones verticales en forma troncocónica. Estos métodos son los tradicionales de la minería metálica y se adaptaron en las últimas décadas a los yacimientos de carbón, introduciendo algunas modificaciones.

Descubierta

Consiste en el avance unidireccional de un módulo con un solo banco desde el que se efectúa el arranque del estéril y vertido de éste al hueco de las fases anteriores; el mineral es entonces extraído desde el fondo de la explotación, que coincide con el muro del depósito.

Terrazas

Este método se basa en una minería de banqueo con avance unidireccional. Se aplica en yacimientos relativamente horizontales, de uno o varios niveles mineralizados, y con recubrimientos potentes, pero que permiten depositar el estéril en el hueco creado, transportándolo alrededor de la explotación.

Contorno

Consisten en la excavación del estéril y mineral en sentido transversal al afloramiento hasta alcanzar el límite económico, dejando un talud de banco único, y progresión longitudinal siguiendo el citado afloramiento.

Canteras

Canteras es el término genérico que se utiliza para referirse a las explotaciones de rocas industriales y ornamentales. Constituyen, con mucho, el sector más importante en cuanto a número, ya que desde muy antiguo se han venido explotando para la extracción y abastecimiento de materias primas con uso final en la construcción y en obras de infraestructura.

2.3.2. Operaciones unitarias en minería

Un ciclo de explotación minera se puede definir como la sucesión de distintas etapas u operaciones básicas, aplicadas al material estéril o mineral. Además existen diferentes operaciones auxiliares cuya misión es hacer que se cumplan las operaciones básicas con la mayor eficiencia posible, sin embargo, su aplicación dependerá de la naturaleza del trabajo que se esté realizando.

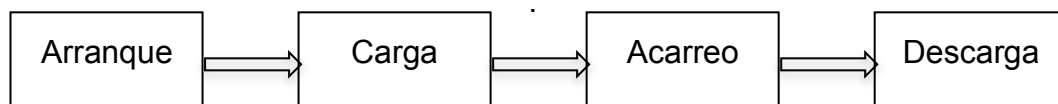


Figura 7. Fases del ciclo minero. Operaciones básicas de producción

Arranque

El arranque es por necesidad la primera de las operaciones previas al movimiento del material. Ésta consiste en fragmentar el material hasta un

tamaño pertinente para que los equipos de fases subsiguientes puedan manipularlo.

Carga

La carga consiste en la recogida de material ya fragmentado para depositarlo seguidamente, en la mayoría de los casos, sobre otro equipo o instalación adyacente.

Esta actividad se realiza en lo que se denomina frente de trabajo. Este es el área con material fragmentado donde se encuentran los equipos de carga.

Acarreo

Es la operación basada en el transporte de los diferentes materiales extraídos de la mina, bien sea de los minerales económicamente rentables hasta las plantas de procesamiento, o del material estéril para sus respectivas escombreras.

De acuerdo al tipo de acarreo que se lleve a cabo se puede hablar de transporte interno o externo, en referencia a si esta operación se realiza dentro de los límites de la mina o fuera de sus instalaciones.

Descarga

Es la operación posterior al acarreo y la que concierne al vertido de los materiales, bien sea en las plantas de tratamiento o en las escombreras. Normalmente estas operaciones son realizadas por los equipos que efectúan el transporte, con la ayuda de equipos auxiliares.

2.3.3. Operaciones auxiliares (Villanueva, 2003)

Son aquellas actividades que dan soporte para la realización de las operaciones básicas, pero generalmente no son parte directa de ellas, aunque son esenciales para permitir la explotación minera de un modo eficiente y seguro.

2.3.4. Equipos para minería a cielo abierto

Los equipos para minería para cielo abierto son toda aquella maquinaria destinada a operar en cada una de las labores de la actividad minera, bien sea en las operaciones básicas, las auxiliares o de beneficio mineral.

Cada una de estas operaciones cuenta con equipos distintos para ser llevadas a cabo.

Excavadora de cables (ITGE, 1999)

Son máquinas pesadas y robustas empleadas para la excavación y carga de cualquier tipo de material. Constan de dos partes básicas: la superestructura, capaz de girar 360° sobre su propio eje, y el tren de rodaje sobre orugas y de accionamiento eléctrico. Reciben su nombre gracias a que el mecanismo de movimiento del brazo es accionado por cables.



Figura 8. Excavadora de cables.

Tomado de: <http://www.megamaquinas.es> (Junio 2012)

Excavadora hidráulica

Es un equipo de diseño compacto y peso relativamente reducido, con gran movilidad y flexibilidad en la operación. Consta de tres partes: el tren de rodaje, que puede estar montado sobre neumáticos o sobre orugas, la superestructura, sobre la cual se encuentra la cabina del operador y el motor, y por último el equipo de trabajo. Recibe su nombre ya que el accionamiento del brazo y el accesorio se efectúa a través de sistemas hidráulicos. Pueden tener dos configuraciones básicas: frontales y retros.



Figura 9. Excavadora hidráulica retro.

Tomada de: <http://www.womp-int.com/> (Junio, 2012)

Cargador frontal

Equipo de gran maniobrabilidad, movilidad y versatilidad de gran popularidad tanto en obras públicas como en minería a cielo abierto. Es empleado para la carga y acarreo de material en distancias cortas. Su configuración básica consta de un cazo o balde accionado hidráulicamente ubicado en la parte delantera del chasis, sobre el cual se monta el motor en la parte trasera. El tren de rodaje puede ser sobre orugas o sobre ruedas, siendo este último es más utilizado.



Figura 10. Cargador frontal.

Tomado de: <http://www.liebherr.com/> (Junio, 2012)

Camión roquero o Volquete

Es un vehículo extrarreal usado en el movimiento de tierras y en la minería a cielo abierto. Están constituidos por una caja que se apoya sobre el chasis y que se bascula hacia atrás para la descarga mediante unos cilindros hidráulicos.



Figura 11. Camión roquero.

Tomado de: <http://www.buildernet.ru/> (Junio, 2012)

Tractor

Es un equipo empleado en operaciones de arranque y empuje, tanto en minería como en obras públicas, que puede tener dos configuraciones: sobre orugas y sobre ruedas. Son equipos de una gran versatilidad, por lo que su campo de actuación, además del que le corresponde como unidad auxiliar, se centra en los trabajos de arranque y transporte, que son efectuados por el escarificador o *ripper*, y por la hoja de empuje respectivamente, los cuales van montados y accionados por el tractor.



Figura 12. Tractor de orugas.

Tomado de: <http://www.foromaquinas.com/> (Junio, 2012)

Mototraílla

Las mototraíllas se componen de dos partes principales: el tractor y la traílla. El tractor va colocado en la parte delantera de la máquina y la traílla en la parte posterior. En esta última, además de las ruedas que posee la traílla para su sustentación, sobresale por detrás de ellas el bastidor de empuje. En las máquinas con dos motores, el segundo, que va colocado en la traílla, se sitúa inmediatamente detrás de la caja, entre las ruedas y antes del bastidor de empuje. La unión entre la traílla y el tractor se efectúa por el cuello de cisne.



Figura 13. Mototraílla.

Tomado de: <http://www.maquinasvillalba.com> (Junio, 2012)

2.3.5. Teoría de mantenimiento

Para la mejor comprensión de esta línea de investigación, a continuación se presentan las definiciones de los términos empleados sobre todo en el análisis de resultados, con respecto al mantenimiento de los equipos y las herramientas empleadas para la interpretación y análisis de resultados.

Mantenimiento

(<http://mantenimiento4.bligoo.es/fundamentos-de-mantenimiento-0>) Fecha de consulta: Mayo, 2012

Es el conjunto de acciones que permite conservar o restablecer un sistema productivo a un estado específico, para que pueda cumplir un servicio determinado.

Mantenimiento Correctivo

(<http://www.mantenimientomundial.com>) Fecha de consulta: Mayo 2012

Consiste en el reacondicionamiento o sustitución de partes en un equipo una vez que han fallado, es la reparación de la falla (falla funcional), ocurre de urgencia o emergencia.

Mantenimiento Programado (Herrera, 2009)

Consiste en la vigilancia e inspección de los puntos más débiles en unos períodos de tiempo predefinidos y que si no se realizan pueden dar lugar a una avería. Entre los diferentes tipos de mantenimientos programados destacan el preventivo y el predictivo.

Mantenimiento Preventivo

Por medio de unas inspecciones periódicas se conoce el estado de la máquina y se programan las correcciones necesarias para ser realizadas en los momentos más oportunos y antes de que se lleguen a producir las averías.

Mantenimiento Predictivo

Es esencialmente un refinamiento del mantenimiento preventivo. Está basado en unas técnicas de inspección o de reconocimiento no destructivo que miden el progreso de los desgastes a lo largo del tiempo y, a través de extrapolaciones realizadas automáticamente por los ordenadores, predice el punto y momento del fallo de una forma más precisa y correcta que una fijación estadística del momento de sustitución, como ocurre en los programas normales de mantenimiento preventivo.

Índice de Mantenimiento (Vásquez, s/f)

Es el tiempo en horas que el equipo es operado por cada hora invertida en su mantención y /o reparación.

El valor de este índice es proporcional a la calidad del equipo controlado y a la eficiencia de su mantención y/ o reparación, e inversamente

proporcional a su antigüedad y a las condiciones adversas en su operación o manejo.

Índice de Utilización

Es la fracción del tiempo, expresada en porcentaje, en la cual el equipo es operado por cada hora en que este está en condiciones de cumplir su objetivo de diseño o físicamente disponible.

Es directamente proporcional a la demanda o necesidad de la operación de utilizar el equipo, e inversamente proporcional a su disponibilidad física y a su rendimiento.

Rendimiento

Es el promedio de unidades de producción realizadas por el equipo por cada unidad de tiempo de operación.

Es directamente proporcional a la velocidad de producción del equipo e inversamente proporcional al tiempo de pérdida operacional.

Disponibilidad Física

Es la fracción del total de horas hábiles, expresada en porcentaje, en la cual el equipo se encuentra en condiciones físicas de cumplir su objetivo de diseño.

Este indicador es directamente proporcional a la calidad del equipo y a la eficiencia de su mantención y/ o reparación, e inversamente proporcional a su antigüedad y a las condiciones adversas existentes en su operación y/ o manejo.

Confiabilidad (Nava, 2004)

Se define como la probabilidad de que un componente o equipo lleve a cabo su función adecuadamente durante un período bajo condiciones operacionales dadas.

Se dice que un equipo es confiable cuando funciona cada vez que se necesita y hace bien el trabajo para el cual fue diseñado, de otra manera, se dice que es desconfiable.

Desconfiabilidad

La probabilidad de que un ítem o equipo fallará en operación durante un período dado de tiempo o bajo un tiempo específico de interés.

Tasa o rata de fallas

También llamada “Frecuencia de ocurrencia de fallas”, se define para efectos de confiabilidad como la probabilidad casi inmediata de falla de un componente o equipo al llegar a “t” hora de operación.

Período de vida de un equipo

La vida útil de un equipo está dividida en tres períodos separados, los cuales se definen en función del comportamiento de la rata de fallas. Estos son:

a) Período de arranque: caracterizado por índices de fallas decrecientes; es decir, al aumentar el tiempo la rata de falla decrece. Las fallas son debidas a: defectos de material, errores humanos, componentes fuera de especificación durante el ensamblaje.

b) Período de operación normal: caracterizado por cubrir la mayor parte de vida de un equipo. El índice de fallas es constante, es decir, la rata de fallas no varía mientras ocurre el envejecimiento del equipo. Las fallas son debidas a: repentinas acumulaciones de esfuerzos por encima de la resistencia de diseño de los componentes

c) Período de desgaste (obsolescencia): con el tiempo, todo equipo se desgasta y envejece, y todo material se degrada. La característica que resalta la presencia de este período puede expresarse de la siguiente forma: un índice de falla creciente, es decir, al aumentar el tiempo, la rata de fallas se incrementa. Las fallas son debidas a: fatiga, desgaste mecánico, corrosión y erosión.

Curva de la Bañera

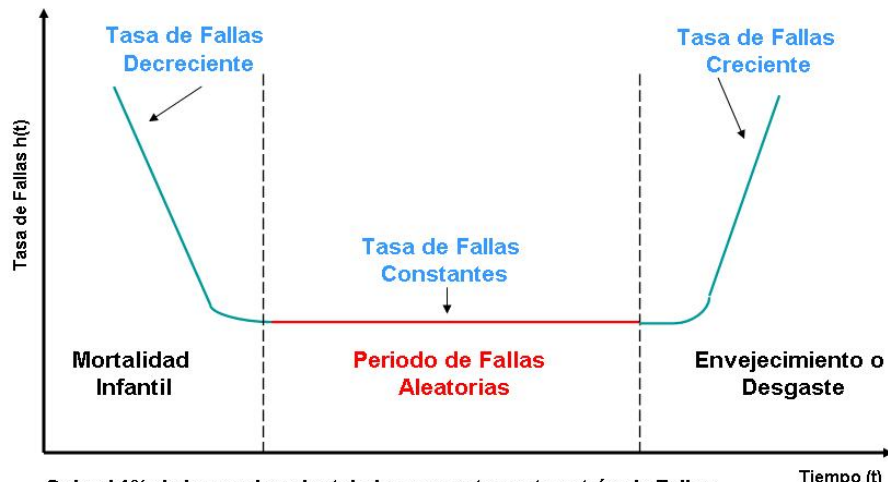


Figura 14. Curva de la Bañera o curva característica que representa los periodos de vida de un equipo.

Tomado de: <http://mantenancela.blogspot.com> (Junio, 2012)

Mantenibilidad

Es la probabilidad de que un componente o equipo pueda ser restaurado a una condición operacional satisfactoria dentro de un período de tiempo dado, cuando su mantenimiento es realizado de acuerdo a procedimientos preestablecidos.

Mantenibilidad es la función de eficiencia que mide la capacidad de un componente o equipo de cambiar de un estado inoperante a un estado de operación satisfactorio.

2.3.6 Confiabilidad Operacional (Espinosa, s/f)

La Confiabilidad Operacional se define como una serie de procesos de mejora continua, que incorporan en forma sistemática, avanzadas herramientas de diagnóstico, metodologías de análisis y nuevas tecnologías, para optimizar la gestión, planeación, ejecución y control de la producción industrial. La Confiabilidad Operacional lleva implícita la capacidad de una instalación (procesos, tecnología, gente), para cumplir su función o el propósito que se espera de ella, dentro de sus límites de diseño y bajo un específico contexto operacional.

Herramientas de confiabilidad operacional

La confiabilidad como metodología de análisis debe soportarse en una serie de herramientas que permitan evaluar el comportamiento del activo de una forma sistemática a fin de poder determinar el nivel de operatividad, la cuantía del riesgo y las demás acciones de mitigación que se requieren, para asegurar su integridad y continuidad operacional.

Son múltiples las herramientas de que se sirve la confiabilidad con el fin de formular planes estratégicos para lograr la excelencia en las actividades de mantenimiento. Las seis que se muestran en la figura 15, a continuación son las más utilizadas:

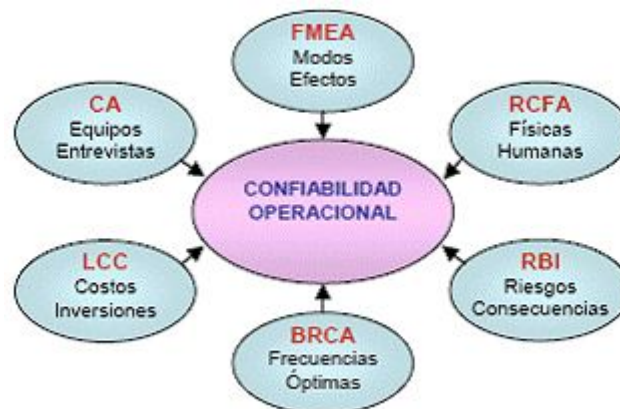


Figura 15. Herramientas de confiabilidad operacional
Tomado de: <http://www.confiabilidad.net/> (Mayo, 2012)

Análisis Causa Raíz (RCFA)

Es una técnica sistemática que se aplica con el objetivo de determinar las causas que originan las fallas, sus impactos y frecuencias de aparición, para poder mitigarlas o eliminarlas. La RCFA es una herramienta diseñada para ayudar a identificar no sólo qué y cómo se produjo un evento, sino también por qué sucedió.

La identificación de las causas fundamentales es la clave para la prevención de recurrencias de fallas. Un beneficio adicional de un efectivo RCA es que, con el tiempo, las causas identificadas en la población de los sucesos pueden ser utilizadas para identificar las principales oportunidades de mejora.

2.3.7. Encuesta (<http://www.crecenegocios.com/concepto-de-encuesta>)

Fecha de consulta: 7 de agosto de 2011

La encuesta es una técnica de investigación que consiste en una interrogación verbal o escrita que se le realiza a las personas con el fin de obtener determinada información necesaria para una investigación.

2.4 Bases Legales

El marco legal bajo el cual se rige el control de la tenencia y uso de los bienes afectos a los derechos mineros, consta de una serie de trámites administrativos necesarios para el legítimo empleo de cada uno de los componentes destinados a las actividades mineras conforme a lo establecido en las leyes, reglamentos, decretos, resoluciones y, demás disposiciones aplicables a la misma.

Gracias al importante aporte realizado a esta investigación por parte de la abogada Khatyuska Galvis, a continuación se elabora un resumen de las bases legales que rigen todo lo referente a la propiedad de la maquinaria destinada para operaciones de minería, específicamente en los trámites administrativos específicos denominados “Trámite de incorporación, desincorporación y traslado de un bien afecto a un derecho minero”:

Artículos 12, 112, 113, 156 numerales 12 y 16, y 311 de la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela, G.O. N° 5.453 del 24-03-2000.

Artículo 12, Decreto N° 6.732 sobre Organización y Funcionamiento de la Administración Pública Nacional, publicado en G.O. N° 39.202 del 17-06-2009.

Artículo 4, Decreto N° 8.683, mediante el cual se hace la transferencia de las competencias relacionadas con la minería al Ministerio del Poder Popular de Energía y Petróleo, ahora denominado Ministerio del Poder Popular de Petróleo y Minería.

Artículo 33 numeral 2, artículos 48, 49, 132 y siguientes del Reglamento General de la Ley de Minas, publicado G.O. N° 37.155 del 09-03-2001.

Artículo 49, Ley Orgánica de Procedimientos Administrativos.

Artículos 31, 32 numeral 8 de la Ley de Timbre Fiscal, G.O. 5.416 del 22-11-1999.

Artículo 102 y 103 de la Ley de Minas, publicada G. O. N° 5.382 del 28/09/1999.

Por la importancia de estos dos últimos artículos, se referencian completos a continuación:

Artículo 102:

“Las tierras, obras permanentes, incluyendo las instalaciones, accesorios y equipos que formen parte integral de ellas, así como cualesquiera otros bienes muebles o inmuebles, tangibles e intangibles, adquiridos con destino a las actividades mineras, deben ser mantenidos y conservados por el respectivo titular en comprobadas condiciones de buen funcionamiento, según los adelantos y principios técnicos aplicables, durante todo el término de duración de los derechos mineros y de su posible prórroga, y pasarán en plena propiedad a la República, libres de gravámenes y cargas, sin indemnización alguna, a la extinción de dichos derechos, cualquiera sea la causa de la misma.”

Artículo 103:

“El titular de derechos mineros deberá presentar al Ministerio de Energía y Minas un inventario detallado acerca de todos los bienes adquiridos, con destino a las actividades mineras que realice, afectos a ellas, bienes de los cuales no podrá disponer en forma alguna sin la previa autorización del Ministerio de Energía y Minas, dada por escrito.”

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo de investigación

En primer lugar, se considera como una investigación de tipo exploratoria, ya que se pretende indagar en un tema escasamente estudiado y con muy pocos antecedentes en el campo de la minería. En el mismo sentido, se cataloga también como una investigación de campo, porque las observaciones para la recolección de los datos se realizarán *in situ*, teniendo que ir a cada una de las minas y canteras para aplicar el instrumento diseñado.

3.2. Diseño de investigación

El estudio estará estructurado como no experimental transeccional, ya que las observaciones se realizarán en un único momento dado y sin la intervención del investigador en la manipulación de la situación y condición física de la maquinaria que laboran en las actividades mineras a cielo abierto en los estados Zulia y Falcón.

3.3. Población y muestra

La población estará conformada por la maquinaria que opera en las labores mineras, básicas y auxiliares, de las minas a cielo abierto y canteras de los estados Zulia y Falcón.

La muestra será de tipo no probabilística y la constituyen los equipos que operan en las labores de producción de las minas a cielo abierto y canteras que permitan el acceso a sus instalaciones, así como a la información respectiva sobre su maquinaria.

3.4. Recolección de datos

La recolección de la información del estudio se llevará a cabo mediante una encuesta. Según Trespacios, Vázquez y Bello, las encuestas son instrumentos de investigación descriptiva que precisan identificar a priori las preguntas a realizar, las personas seleccionadas en una muestra representativa de la población, especificar las respuestas y determinar el método empleado para recoger la información que se vaya obteniendo.

Dicho herramienta de recopilación de datos fue diseñada y elaborada por Garrido (2012) y actualmente se encuentra en edición.

La misma consta de dos partes:

1. **Descripción general de la empresa:** donde se reúne de manera resumida la información general de la empresa y obtener una reseña de las actividades que realiza, así como su producción, dirección, mineral que extraen, entre otros.

DATOS GENERALES	
NOMBRE DE LA EMPRESA:	_____
UBICACIÓN:	_____
TELEFONO:	_____ CORREO: _____
SECTOR INSTITUCIONAL:	PÚBLICO _____ PRIVADO _____
MINERAL QUE SE EXTRAE:	_____ TON/MES: _____ TIPO DE EXPLOTACIÓN: _____
DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA:	_____
TOTAL DE EQUIPOS:	N° DE TURNOS: _____

Figura 16. Datos generales de las empresas.

2. **Equipos de arranque, carga, acarreo y auxiliares:** en esta parte se recopila toda la información concerniente a las condiciones físicas de los equipos que operan en cada una de las actividades de la empresa minera.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

RESULTADOS

En la próxima sección se encuentran sistematizados los resultados de la aplicación del instrumento de recolección de datos en los estados Zulia y Falcón.

4.1. Estado Zulia

Dentro de esta entidad regional fueron visitadas un total de 5 empresas: Agregados y Materiales de Construcción, S.A., Concretos y Construcciones Faría y Cementos Catatumbo, que ejecutan actividades mineras dentro del rubro de áridos. Y por otro lado, Carbones de la Guajira y Carbones del Guasare que realizan operaciones de explotación de carbón.

4.1.1. Agregados y Materiales de Construcción, S.A. (AMACO)

Agregados y Materiales de Construcción, S.A. (AMACO), es una empresa privada que ejecuta actividades de exploración, explotación y comercialización de piedra caliza y demás agregados para el sector de la construcción. Tiene una producción anual aproximada de 140.000 m³ de material.

Se encuentra ubicada en Isla de Toas, en el municipio Almirante Padilla, al sur de la península de San Carlos en el Lago de Maracaibo.

La sociedad cuenta con una flota total de nueve equipos, de los cuales cinco estaban operativos y los restantes cuatro en reparación.

Para las labores de mantenimiento, la compañía posee su propio taller. Sin embargo, carece del servicio técnico especializado para hacer las reparaciones y mantenimientos pertinentes.

A continuación se presentan las tablas en donde se plasman los equipos pertenecientes a la empresa por la actividad que realizan:

- Equipos de arranque:

AMACO cuenta con una perforadora operativa para las operaciones concernientes al arranque del material. La máquina restante se encuentra en reparación desperfectos mecánicos generales.

Tabla 2

Tipo de máquina	Cant.	Marca	Mod.	Pot. (HP)	Operativo	Propio o Alquilado (P/A)	Nuevo/ Usado (N/U)	Año de Adq.
Perforadora	1	Gardner-Denver	S/D	S/D	SI	P	U	> 20 años
Perforadora	1	Sullivan	S/D	S/D	NO	P	U	> 20 años

S/D: sin datos

Como se muestra en la tabla 2, son equipos adquiridos hace más de 20 años por lo que cuentan con una muy elevada cantidad de horas de uso. La información acerca del modelo y la potencia de la maquinaria no fue revelada.

- Equipos de carga:

Para realizar las operaciones de carga, la sociedad dispone de una flota de 4 equipos, dos cargadores frontales y dos excavadoras, de las cuales una de éstas se encontraba inoperativa por desperfectos en el motor y la caja de cambios.

Tabla 3

Tipo de máquina	Cant.	Marca	Mod.	Cap.	Pot. (HP)	Operativo	Propio o Alquilado (P/A)	Nuevo/ Usado (N/U)	Año de Adq.
Cargador frontal	1	Caterpillar	980F	2 m ³	350	SI	P	U	2007
Cargador frontal	1	Caterpillar	966	2 m ³	220	NO	P	U	> 20 años
Retroexcavadora	1	Caterpillar	345 BL	1,5 m ³	320	NO	P	U	> 20 años
Retroexcavadora	1	Caterpillar	345 BL	1,5 m ³	320	SI	P	U	2007

Como se puede observar en la tabla 3, son equipos que se adquirieron usados, siendo ésta una de las filosofías de la empresa, según se comentó al momento de realizar la recolección de los datos llevada a cabo en las oficinas de la compañía.

- Equipos de acarreo:

En lo que a las actividades de acarreo respecta, AMACO dispone de tres camiones roqueros (tabla 4). De estos equipos, dos se encuentran operativos y el restante inoperativo, principalmente por problemas en el motor y la caja de cambios. Las tres máquinas poseen una cantidad muy elevada de horas de servicio.

Tabla 4

Tipo de máquina	Cant.	Marca	Mod.	Cap.	Pot. (HP)	Operativo	Propio o Alquilado (P/A)	Nuevo/ Usado (N/U)	Año de Adq.
Camión	1	Euclid	R 22	22 ton	220	SI	P	U	> 20 años
Camión	1	Euclid	R 22	22 ton	220	NO	P	U	> 20 años
Camión	1	Caterpillar	D25 D	25 ton	220	SI	P	U	2007

- Equipos auxiliares:

Por último, en el campo de los equipos auxiliares, la compañía sólo dispone de un tractor de orugas que se encuentra en reparación (tabla 5), a la espera de los repuestos para ser puesto en marcha. Es un equipo que fue adquirido hace más de 20 años y que cuenta con una cantidad muy elevada de horas de trabajo.

Tabla 5

Tipo de máquina	Cant.	Marca	Mod.	Pot. (HP)	Operativo	Propio o Alquilado (P/A)	Nuevo/ Usado (N/U)	Año de Adq.
Tractor de orugas	1	Caterpillar	D8K	305	NO	P	U	> 20 años

4.1.2. Carbones de la Guajira, S.A.

Carbones de la Guajira, S.A. (CBG), es una empresa mixta filial de Carbozulia que nace en el año 1995, iniciando sus operaciones en el mes de Marzo del 1996, con la apertura del centro de operaciones Mina Norte. CBG ejecuta actividades de prospección, exploración, explotación y comercialización de carbón para la generación de energía eléctrica. Tiene una producción anual de 840.000 toneladas de carbón.

Su centro de operaciones se encuentra ubicado en el sector El Brillante del Municipio Mara del estado Zulia (noroeste de Venezuela).

La sociedad cuenta con una flota de 28 equipos, 11 de los cuales encontraban operativos y 17 en reparación, para el momento de la recolección de los datos.

CBG no posee un taller propio y tampoco cuenta con el personal especializado para realizar las labores de mantenimiento de las máquinas.

En las siguientes tablas se encuentran la clasificación de los equipos, de acuerdo a la labor que desempeñan dentro de la mina.

- Equipos de arranque:

La compañía posee sólo una perforadora para efectuar las labores de arranque, la cual se encontraba en condición operativa, como se aprecia en la tabla 6.

Tabla 6

Tipo de máquina	Cant.	Marca	Mod.	Pot. (HP)	Operativo	Propio o Alquilado (P/A)	Nuevo/ Usado (N/U)	Año de Adq.
Perforadora	1	Ingersoll Rand	DM 50	S/D	SI	P	N	S/D

S/D: sin datos

- Equipos de carga:

Como se puede observar en la tabla 7, CBG presentaba numerosos problemas con los equipos de carga, donde casi la totalidad de éstos se encontraban inoperativos, principalmente por fallas en los elementos cortantes de los baldes de cada excavadora, averías en los motores y desgaste general de los trenes de rodaje. Según se comentó, la empresa prevé la reparación de las máquinas inoperativas, así como la adquisición de una excavadora para aumentar su flota de equipos de carga.

Tabla 7

Tipo de máquina	Cant.	Marca	Mod.	Cap.	Pot. (HP)	Operativo	Propio o Alquilado (P/A)	Nuevo/ Usado (N/U)	Año de Adq.
Excavadora frontal	1	O&K	RH200	26 m ³	2060	NO	P	N	S/D
Retroexcavadora	1	O&K	RH200	26 m ³	2060	SI	P	N	2006
Retroexcavadora	1	O&K	RH120	15 m ³	1350	NO	P	N	S/D
Retroexcavadora	1	O&K	RH40	7 m ³	640	NO	P	N	S/D
Retroexcavadora	1	Caterpillar	325 CL	2 m ³	188	NO	P	N	S/D

S/D: sin datos

- Equipos de acarreo:

Con respecto a los equipos de acarreo (tabla 8), siete de los doce equipos que conforman dicha flota se encontraban inoperativos, principalmente por desgaste general de los motores y fallas en los mandos finales. Según se comentó, los tiempos de reparación se hacían muy largos debido a la falta de repuestos en el país para realizar las correspondientes labores de mantenimiento correctivo.

Tabla 8

Tipo de máquina	Cant	Marca	Mod.	Cap.	Pot. (HP)	Operativo	Propio o Alquilado (P/A)	Nuevo/ Usado	Año de Adq.
Camión	3	Caterpillar	789B	177 Ton	1705	33%	P	N	S/D
Camión	2	Caterpillar	789A	177 Ton	1705	NO	P	N	S/D
Camión	6	Caterpillar	789C	177 Ton	1791	50%	P	N	S/D
Camión	1	Caterpillar	777F	90 Ton	939	SI	P	N	S/D

S/D: sin datos

- Equipos auxiliares:

En cuanto a los equipos auxiliares (tabla 9) la situación es similar a las anteriores, donde seis de diez se encuentran inoperativos. Fallas en los sistemas hidráulicos, trenes de rodaje y desgaste general, son las principales causas de las mismas, según se comentó.

Tabla 9

Tipo de máquina	Cant.	Marca	Mod.	Cap.	Pot. (HP)	Operativo	Propio o Alquilado (P/A)	Nuevo/ Usado (N/U)	Año de Adq.
Tractor de orugas	3	Caterpillar	D10N	N/A	520	33%	U	N	S/D
Tractor de orugas	1	Caterpillar	D9N	N/A	370	NO	U	N	S/D
Tractor de ruedas	1	Caterpillar	824C	N/A	316	NO	P	N	S/D
Cargador frontal	1	Caterpillar	992	5 m ³	550	SI	P	N	S/D
Cargador frontal	1	Caterpillar	988	7,6 m ³	325	SI	P	N	S/D
Motoniveladora	1	Caterpillar	16G	S/D	275	NO	P	N	S/D
Motoniveladora	1	Caterpillar	16H	S/D	285	SI	P	N	2007
Camión cisterna	1	Caterpillar	769D	40 ton	450	NO	P	N	S/D

S/D: sin datos; N/A: no aplica

4.1.3. Carbones del Guasare, S.A.

Carbones del Guasare, S.A. (CDG), es una empresa mixta conformada por Carbozulia (49%), y dos sociedades extranjeras como lo son *Peabody Energy* (25,5%) y *Anglo American* (25,5%). La compañía realiza operaciones de prospección, exploración, extracción y comercialización de carbón, siendo el desarrollo minero más importante del país en lo que a este rubro respecta. Posee una producción anual aproximada de 2.400.000 toneladas de carbón.

Se encuentra ubicada en el centro de operaciones Mina Paso Diablo en la cuenca del Río Guasare, en el municipio Mara al noroeste del estado Zulia.

La empresa posee una flota total de 74 equipos, de los cuales 50 se encontraban operativos y 24 en reparación, para el momento en que se recolectó la información.

CDG posee su propio taller y cuenta también con el personal técnico especializado para la realización de las labores de mantenimiento de sus equipos.

A continuación, se muestran las tablas obtenidas en la etapa de recolección de datos:

- Equipos de arranque:

Carbones del Guasare posee 4 perforadoras para efectuar las actividades de arranque, de las cuales sólo una se encontraba en condición inoperativa (tabla 10).

Tabla 10

Tipo de máquina	Cant.	Marca	Mod.	Pot. (HP)	Operativo	Propio o Alquilado (P/A)	Nuevo/ Usado (N/U)	Año de Adq.
Perforadora	2	Drilltech	D75K	800	SI	P	N	S/D
Perforadora	2	Drilltech	D55SP	800	50%	P	N	S/D

S/D: sin datos

- Equipos de carga:

Como se observa en la tabla 11, los equipos para esta operación unitaria se encontraban en su mayoría operativos, con la excepción de dos cargadores frontales empleados para la carga de carbón, que estaban en reparación con fallas en el tren de potencia y sistemas eléctricos. Dichas máquinas esperan por repuestos.

Tabla 11

Tipo de máquina	Cant	Marca	Mod.	Cap.	Pot. (HP)	Operativo	Propio o Alquilado (P/A)	Nuevo/ Usado (N/U)	Año de Adq.
Pala de cables	2	P&H	2800 XPA	36 m ³	S/D	SI	P	N	S/D
Pala de cables	1	P&H	2800 XPB	36 m ³	S/D	SI	P	N	S/D
Excavadora frontal	1	O&K	RH200	26 m ³	2060	SI	P	N	S/D
Retroexcavadora	2	O&K	RH200	26 m ³	2060	SI	P	N	S/D
Cargador frontal	3	Caterpillar	994	10,3 m ³	1250	67%	P	N	S/D
Cargador frontal	1	Caterpillar	992	5 m ³	550	NO	P	N	S/D

S/D: sin datos

- Equipos de acarreo:

En cuanto a la maquinaria de acarreo (tabla 12), uno de los principales inconvenientes que presentaban es la baja disponibilidad de repuestos para efectuar las labores de mantenimiento, tanto preventivo como correctivo. Esto causa que los tiempos en reparación sean muy extensos.

Tabla 12

Tipo de máquina	Cant.	Marca	Mod.	Cap.	Pot. (HP)	Operativo	Propio o Alquilado (P/A)	Nuevo/ Usado (N/U)	Año de Adq.
Camión	10	Caterpillar	789B	177 Ton	1705	50%	P	N	S/D
Camión	25	Caterpillar	793C	220 Ton	2337	80%	P	N	S/D

S/D: sin datos

- Equipos auxiliares:

Con respecto a los equipos auxiliares, una numerosa cantidad de maquinaria se encontraba inoperativa (11 de 25 equipos, ver tabla 13)

presentando, al igual que en los casos anteriores, una baja disponibilidad de repuestos para ser reparados.

Tabla 13

Tipo de máquina	Cant.	Marca	Mod.	Cap.	Pot. (HP)	Operativo	Propio o Alquilado (P/A)	Nuevo/ Usado (N/U)	Año de Adq.
Tractor de orugas	3	Caterpillar	D10N	N/A	520	33%	P	N	S/D
Tractor de orugas	2	Caterpillar	D9N	N/A	370	NO	P	N	S/D
Tractor de orugas	9	Caterpillar	D11R	N/A	770	77%	P	N	S/D
Tractor de ruedas	3	Caterpillar	824C	N/A	316	67%	P	N	S/D
Cargador frontal	1	Caterpillar	992	5 m ³	550	NO	P	N	S/D
Motoniveladora	4	Caterpillar	16G	S/D	275	50%	P	N	S/D
Camión cisterna	3	Caterpillar	789B	177 Ton	1705	67%	P	N	S/D

S/D: sin datos; N/A: no aplica

4.1.4. Concretos y Construcciones Faría, S.A.

Concretos y Construcciones Faría, S.A. (CCF), es una empresa privada que extrae minerales no metálicos para la producción de agregados y materiales para la construcción. La compañía posee una producción anual aproximada de 96.000 m³ de roca caliza.

El centro de operaciones de la sociedad se encuentra en la cantera "Rosarito" ubicada en el sector del mismo nombre de la población Villa del Rosario, al suroeste del estado Zulia.

La flota total de equipos de Concretos y Construcciones Farías, S.A., es de diez, de los cuales cinco se encontraban operativos y los cinco restantes en reparación.

CCF cuenta con un taller propio para las labores de mantenimiento, sin embargo, carece del servicio técnico especializado para realizar estas operaciones.

En las siguientes tablas, se muestran los datos de los equipos que operan en las actividades mineras desarrolladas por la empresa:

- Equipos de arranque:

Una de las perforadora que estaba inoperativa (tabla 14) tenía desperfectos mecánicos debido al desgaste general de sus partes, por lo que requiere de una reparación mayor para ser puesta en marcha de acuerdo a lo comentado por el personal de CCF.

Tabla 14

Tipo de máquina	Cant.	Marca	Mod.	Pot. (HP)	Operativo	Propio o Alquilado (P/A)	Nuevo/ Usado (N/U)	Año de Adq.
Perforadora	2	Ingersoll Rand	ECM 350	350	50%	P	U	2006

- Equipos de carga:

Como se puede observar en la tabla 14, tres de los cuatro equipos de carga que posee la empresa, cuentan con mas de 25 años de vida útil. La última adquisición se realizó en el año 2007 (tabla 15). El cargador frontal Hyundai se encuentra inoperativo por desgaste general y la baja disponibilidad de repuestos para efectuar el mantenimiento correspondiente.

Tabla 15

Tipo de máquina	Cant.	Marca	Mod.	Cap.	Pot. (HP)	Operativo	Propio o Alquilado (P/A)	Nuevo /Usado (N/U)	Año de Adq.
Cargador frontal	1	Caterpillar	980C	4 m ³	270	NO	P	U	1984
Cargador frontal	1	Caterpillar	966C	2 m ³	170	SI	P	U	1980
Cargador frontal	1	Hyundai	780A	4,5 m ³	380	NO	P	N	2007
Excavadora frontal	1	Caterpillar	245	4,5 m ³	325	SI	P	U	1983

- Equipos de acarreo:

El camión marca Euclid cuyo estatus es inoperativo (tabla 16), espera por repuestos para su reparación debido a la falta de capital para la adquisición de los mismos. El personal de CCF no especificó las fallas que presentaba esta máquina.

Tabla 16

Tipo de máquina	Cant.	Marca	Mod.	Cap.	Pot. (HP)	Operativo	Propio o Alquilado (P/A)	Nuevo/ Usado (N/U)	Año de Adq.
Camión	2	Euclid	R 50	50 Ton	640	50%	P	U	2006
Camión	1	Mack	R 600	S/D	S/D	SI	P	N	1974

S/D: sin datos

- Equipos auxiliares:

La compañía sólo posee un equipo para la ejecución de las operaciones auxiliares y se encontraba en estatus inoperativo, con desperfectos mecánicos generales en el motor (tabla 17).

Tabla 17

Tipo de máquina	Cant.	Marca	Mod.	Pot. (HP)	Operativo	Propio o Alquilado (P/A)	Nuevo/ Usado (N/U)	Año de Adq.
Tractor de orugas	1	Caterpillar	D8	185	NO	P	U	2006

En general, la sociedad cuenta con una flota de equipos que en su mayoría sobrepasan los 20 años de servicio, encontrándose dentro del período de desgaste, de acuerdo al criterio de la Curva de la Bañera. La baja disponibilidad de repuestos y la falta de personal de servicio técnico especializado son los factores más influyentes en el estado de la maquinaria de CCF.

4.1.5. Cementos Catatumbo, C.A. (CC)

Cementos Catatumbo, C.A., es una empresa industrial privada que ejecuta actividades de exploración y explotación de minerales no metálicos para la fabricación de cemento y *clinker*. Posee una producción anual aproximada de 1.140.000 m³ de roca caliza y arcilla.

Se encuentra ubicada en la Hacienda Montellano, en el municipio Villa del Rosario, al suroeste del estado Zulia.

La empresa cuenta con una flota total de 17 equipos, de los cuales 15 se hallaban en estatus operativo y dos en reparación.

La compañía tiene taller propio, no obstante, carece del servicio técnico especializado para las labores de mantenimiento.

A continuación, en las siguientes tablas se encuentran plasmados los datos de la maquinaria que opera en las actividades mineras llevadas a cabo por CC:

- Equipos de arranque:

Dentro de los equipos de arranque (tabla 18), dos están operativos mientras que el restante se encuentra en una reparación mayor por el desgaste general de sus componentes. Sin embargo, la empresa tiene

planeado desincorporar esta perforadora debido a la baja disponibilidad de los repuestos para poder efectuar los trabajos de mantenimiento.

Tabla 18

Tipo de máquina	Cant.	Marca	Mod.	Pot. (HP)	Operativo	Propio o Alquilado (P/A)	Nuevo/ Usado (N/U)	Año de Adq.
Perforadora	1	Atlas Copco	ECM 660	S/D	SI	P	N	2007
Perforadora	1	Ingersoll Rand	ECM 490	S/D	NO	P	N	1990
Perforadora	1	Ingersoll Rand	ECM 350	S/D	SI	P	N	1990

S/D: sin datos

- Equipos de carga:

Con respecto a los equipos de carga (tabla 19), la sociedad cuenta con cuatro cargadores frontales de los cuales tres se encuentran operativos y el restante en estatus inoperativo por desgaste general de sus partes, teniendo una vida útil de más de 20 años. Para esta máquina no hay planes de ser reemplazada.

Tabla 19

Tipo de máquina	Cant.	Marca	Mod.	Cap.	Pot. (HP)	Operativo	Propio o Alquilado (P/A)	Nuevo/ Usado (N/U)	Año de Adq.
Cargador frontal	2	Caterpillar	988G	7 m ³	475	SI	P	U	2005 y 2010
Cargador frontal	2	Caterpillar	988B	6 m ³	375	50%	P	U	1991 y 1994

- Equipos de acarreo:

Los equipos de acarreo (tabla 20) se hallan en estatus operativo en general, sin embargo, cabe acotar que dos de estos ya cuentan con una vida útil cercana a los 20 años.

Tabla 20

Tipo de máquina	Cant.	Marca	Mod.	Cap.	Pot. (HP)	Operativo	Propio o Alquilado (P/A)	Nuevo/ Usado (N/U)	Año de Adq.
Camión	2	Komatsu	210 M	45 Ton	675	SI	P	N	1991 y 1994
Camión	1	Terex	TR 60	50 Ton	700	SI	P	N	2006
Camión	1	Caterpillar	775F	55 Ton	740	SI	P	N	2009

- Equipos auxiliares:

Por último, en lo que respecta a los equipos auxiliares, se puede observar en la tabla 21, la completa operatividad de éstas máquinas.

Tabla 21

Tipo de máquina	Cant	Marca	Mod.	Cap	Pot. (HP)	Operativo	Propio o Alquilado (P/A)	Nuevo/ Usado (N/U)	Año de Adq.
Tractor de orugas	1	Caterpillar	D9T	N/A	464	SI	P	N	2009
Tractor de orugas	1	Caterpillar	D9R	N/A	328	SI	P	U	2006
Tractor de orugas	1	Caterpillar	D9N	N/A	370	SI	P	U	S/D
Motoniveladora	1	Caterpillar	120H	S/D	145	SI	P	U	2008
Retroexcavadora	1	Caterpillar	320C	S/D	138	SI	P	U	2007
Camión cisterna	1	Mack	S/D	S/D	S/D	SI	P	N	2009

S/D: sin datos; N/A: no aplica

4.2. Estado Falcón

En esta entidad regional fueron visitadas un total de 8 empresas que se desempeñan en el rubro mineral de la explotación de áridos. En la siguiente parte se presentan los resultados obtenidos durante la fase de recolección de datos.

4.2.1. SAMFOR, S.A.

SAMFOR, S.A, es una compañía privada que se dedica, entre otras ramas, a la industria de la construcción y la producción de asfalto para vialidad. Por ello, cuenta con una pequeña extracción de piedra de río para la fabricación de materiales y agregados, ubicada en el sector Mitare del municipio Miranda. Tiene una producción anual aproximada de 86.400 m³ de material bruto de río.

La empresa tiene una flota total de nueve equipos, de los cuales ocho se encontraban operativos y los restantes en reparación, presentando numerosas fallas en el sistema eléctrico.

La sociedad posee su propio taller en sitio y cuenta con el servicio técnico especializado propio para realizar las distintas labores de mantenimiento.

En las siguientes tablas, se muestran los datos de la maquinaria perteneciente a SAMFOR, S.A.:

- Equipos de arranque y carga:

La compañía efectúa operaciones de arranque directo a través del empleo de la excavadora referenciada en la tabla 22, que se encontraba operativa para el momento de la recolección de la información.

Tabla 22

Tipo de máquina	Cant	Marca	Mod.	Cap.	Pot. (HP)	Operativo	Propio o Alquilado (P/A)	Nuevo/ Usado (N/U)	Año de Adq.
Retroexcavadora	1	John Deere	225 LC	2 m ³	159	SI	P	N	S/D

S/D: sin datos

- Equipos de acarreo:

Dentro de la maquinaria de transporte de material, sólo una se encontraba inoperativa (tabla 23), donde hay que resaltar que las fallas que la misma presentaba no fueron especificadas.

Tabla 23

Tipo de máquina	Cant	Marca	Mod.	Cap.	Pot. (HP)	Operativo	Propio o Alquilado (P/A)	Nuevo/ Usado (N/U)	Año de Adq.
Mototrailla	3	Caterpillar	631 D	22 m ³	450	67%	P	N	S/D
Camión	1	Mack	S/D	16 m ³	S/D	SI	P	N	S/D
Camión	1	Internacional	S/D	12 m ³	S/D	SI	P	N	S/D

S/D: sin datos

- Equipos auxiliares:

Según lo reflejado en las tablas 22 a la 24, se puede observar la condición física de los equipos de la empresa. Cabe acotar, que el año de adquisición de éstos no fue revelado, sin embargo, según lo comentado al momento de la recolección de los datos, se pudo conocer que son máquinas que cuentan con una cantidad elevada de horas de operación, debido a esto, la compañía tiene la intención de renovar la flota en un futuro.

Tabla 24

Tipo de máquina	Cant	Marca	Mod.	Cap.	Pot. (HP)	Operativo	Propio o Alquilado (P/A)	Nuevo/ Usado (N/U)	Año de Adq.
Cargador frontal	1	Caterpillar	966D	3 m ³	200	SI	P	N	S/D
Cargador frontal	1	Caterpillar	950	1,5 m ³	130	SI	P	N	S/D
Retroexcavadora	1	John Deere	450 LC	3 m ³	380	SI	P	N	S/D

S/D: sin datos

4.2.2. Industrias y construcciones de Venezuela, S.A. (SAINCOVEN)

SAINCOVEN, es una sociedad privada dedicada al sector de la construcción, que cuenta con una pequeña actividad minera de extracción de piedra de río, ubicada en el sector Limoncito Arriba del municipio Miranda. Tiene una producción anual de 48.000 m³ de material bruto de río.

La compañía posee una flota de cinco equipos, de los cuales estaban tres operativos y dos en reparación, con problemas en el sistema hidráulico.

La empresa cuenta con su taller en sitio, sin embargo, carece del personal capacitado para efectuar labores de mantenimiento ni reparaciones.

En las tablas 25 y 26 se muestran algunos de los resultados de la recolección de los datos en campo:

- Equipos de arranque y carga:

En las operaciones de arranque y carga, SAINCOVEN dispone de dos retroexcavadoras, de las cuales una se encontraba en estatus operativo y la restante en reparación, presentando fallas en el sistema hidráulico (tabla 25).

Tabla 25

Tipo de máquina	Cant	Marca	Mod.	Cap.	Pot. (HP)	Operativo	Propio o Alquilado (P/A)	Nuevo/ Usado (N/U)	Año de Adq.
Retroexcavadora	1	Caterpillar	330	1,5 m ³	222	NO	P	U	S/D
Retroexcavadora	1	Caterpillar	320	1,5 m ³	128	SI	P	U	S/D

S/D: sin datos

- Equipos auxiliares:

Según lo observado en campo, son máquinas de modelos viejos, que cuentan con una cantidad elevada de horas de vida útil, a pesar de no haber sido revelado el año de adquisición de cada uno de éstos (tabla

26). La empresa se abstuvo de hacer algún comentario acerca de la renovación de la flota en un futuro cercano.

Tabla 26

Tipo de máquina	Cant	Marca	Mod.	Cap.	Pot. (HP)	Operativo	Propio o Alquilado (P/A)	Nuevo/ Usado (N/U)	Año de Adq.
Cargador frontal	1	Caterpillar	966 C	3,1 m ³	170	NO	P	U	S/D
Cargador frontal	1	Caterpillar	966 D	3,3 m ³	200	SI	P	U	S/D
Cargador frontal	1	Caterpillar	988F	6 m ³	400	SI	P	U	S/D

S/D: sin datos

4.2.3. Inversiones y agregados Las Piedras, C.A. (INVERGRECA)

Inversiones y agregados Las Piedras, C.A., es una compañía perteneciente al sector privado dedicada a la extracción y comercialización de piedra de río. Tiene una producción anual de 48.000 m³ de material. Está ubicada en el sector Limoncito Arriba, del municipio Miranda.

La empresa posee una flota de tres equipos, dos operativos y uno en reparación, con problemas en la rueda delantera izquierda.

INVERGRECA posee su taller en sitio y cuenta con el personal capacitado para efectuar las respectivas labores de mantenimiento.

En la siguiente sección, se presentan las tablas 27 y 28 en donde se resume la información recopilada en campo:

- Equipos de arranque y carga:

Para este tipo de operaciones la empresa dispone de una retroexcavadora, que para la fecha en que se obtuvo la información estaba operativa (tabla 27). El personal no realizó comentario alguno sobre fallas recurrentes de la máquina.

Tabla 27

Tipo de máquina	Cant	Marca	Mod.	Cap.	Pot. (HP)	Operativo	Propio o Alquilado (P/A)	Nuevo/ Usado (N/U)	Año de Adq.
Retroexcavadora	1	Caterpillar	345	2 m ³	321	SI	P	U	1998

- Equipos auxiliares:

Con respecto a la maquinaria que labora en operaciones auxiliares, INVERGRECA cuenta con dos cargadores frontales, uno de éstos en estatus operativo y el otro en reparación por haber sufrido una falla estructural en la que se rompió el piñón de la rueda delantera izquierda (tabla 28).

Tabla 28

Tipo de máquina	Cant.	Marca	Mod.	Cap.	Pot. (HP)	Operativo	Propio o Alquilado (P/A)	Nuevo/ Usado (N/U)	Año de Adq.
Cargador frontal	1	Komatsu	WA550	5 m ³	353	SI	P	U	S/D
Cargador frontal	1	Caterpillar	966	2 m ³	140	NO	P	U	S/D

S/D: sin datos

Todos los equipos que conforman la flota de la compañía fueron adquiridos usados. Esto por la intención de comprar las máquinas en subastas realizadas fuera del país, ya que según lo comentado, es más económico y rentable.

4.2.4. Concretera Dabajuro, C.A. (CCD)

Concretera Dabajuro, C.A., es una empresa del sector privado que ejecuta actividades de extracción y comercialización de piedra de río para la elaboración de agregados y materiales para la construcción y vialidad. Está ubicada en el sector Agua Viva del municipio Miranda y tiene una producción de 36.000 m³ de material.

La compañía cuenta con una flota de seis equipos, de los cuales cinco se encontraban en estatus operativo y uno en reparación, presentando fallas y desgaste general en el motor.

Concretera Dabajuro, C.A., posee un taller propio y dispone con el personal técnico capacitado para hacer las distintas labores de mantenimiento.

En las siguientes tablas 29, 30 y 31 se muestran los resultados:

- Equipos de arranque y carga:

Para este tipo de operación, la concretera dispone de una retroexcavadora alquilada, que se encontraba operativa. El personal de la empresa no hizo comentario alguno acerca de la intención de compra de una máquina que sustituyera a dicha unidad.

Tabla 29

Tipo de máquina	Cant.	Marca	Mod.	Cap.	Pot. (HP)	Operativo	Propio o Alquilado (P/A)	Nuevo/ Usado (N/U)	Año de Adq.
Retroexcavadora	1	Hyundai	320	2 m ³	259	SI	A	N	S/D

S/D: sin datos

- Equipos de acarreo:

En lo referente a la maquinaria de acarreo, cuentan sólo con dos camiones que se encontraban en condición operativa (tabla 30). Dichas unidades poseen más de 20 años de servicio por lo que se puede deducir que disponen de un nivel elevado de desgaste.

Tabla 30

Tipo de máquina	Cant.	Marca	Mod.	Cap.	Pot. (HP)	Operativo	Propio o Alquilado (P/A)	Nuevo/ Usado (N/U)	Año de Adq.
Camión	2	Mack	S/D	15 m ³	S/D	SI	P	S/D	1981

- Equipos auxiliares:

Por último, en lo que respecta a los equipos auxiliares la empresa posee tres máquinas, de las cuales dos se encontraban operativas y la restante en reparación (tabla 31). El cargador frontal inoperativo presentaba fallas en el motor y estaba en espera de repuestos.

Tabla 31

Tipo de máquina	Cant	Marca	Mod.	Cap.	Pot. (HP)	Operativo	Propio o Alquilado (P/A)	Nuevo/ Usado (N/U)	Año de Adq
Cargador frontal	1	Caterpillar	950	1,5 m ³	130	SI	P	U	S/D
Cargador frontal	1	Caterpillar	966	2 m ³	140	NO	P	U	S/D
Motoniveladora	1	Caterpillar	140G	S/D	150	SI	P	U	S/D

S/D: sin datos

4.2.5. Bornak Internacional, C.A (BI)

Bornak Internacional, C.A., es una compañía privada de origen iraní dedicada a la extracción y comercialización de piedra picada y granzón. Está ubicada en el sector Sabaneta, en el municipio Miranda. Tiene una producción anual estimada de 14.000 m³ de material.

La compañía posee una flota total de tres equipos, donde se encontraban todos operativos para el momento de la recolección de los datos.

Bornak Internacional tiene un taller propio, sin embargo, carece del servicio técnico especializado para efectuar las distintas rutinas de mantenimiento y reparaciones.

Se presentan en la sección siguiente las tablas 32, 33 y 34 en las cuales se plasma la información obtenida durante la recolección de datos en campo:

- Equipos de arranque y carga:

En las operaciones de arranque y carga, la compañía disponía de una retroexcavadora alquilada en estatus operativo, como se puede observar

en la tabla 32. BI se abstuvo de hacer algún comentario sobre fallas de esta máquina.

Tabla 32

Tipo de máquina	Cant	Marca	Mod.	Cap.	Pot. (HP)	Operativo	Propio o Alquilado (P/A)	Nuevo/Usado (N/U)	Año de Adq.
Retroexcavadora	1	Caterpillar	320	1,5 m ³	128	SI	A	N	S/D

S/D: sin datos

- Equipos de acarreo:

La empresa sólo cuenta con un camión para las operaciones de transporte de material (tabla 33). Sin embargo, contrata los servicios de asociaciones cooperativas para complementar la flota de acarreo.

Tabla 33

Tipo de máquina	Cant.	Marca	Mod.	Cap.	Pot. (HP)	Operativo	Propio o Alquilado (P/A)	Nuevo/Usado (N/U)	Año de Adq.
Camión	1	Mack	R 600	12 m ³	S/D	SI	P	U	S/D

S/D: sin datos

- Equipos auxiliares:

En lo referente a los equipos auxiliares, BI dispone de un cargador frontal para el manejo de material. El mismo se encontraba operativo sin presentar falla alguna que se haya informado (tabla 34).

Tabla 34

Tipo de máquina	Cant.	Marca	Mod.	Cap.	Pot. (HP)	Operativo	Propio o Alquilado (P/A)	Nuevo/Usado (N/U)	Año de Adq.
Cargador frontal	1	Caterpillar	935F	3 m ³	140	SI	P	U	2011

Para el momento de la recolección de los datos, la empresa estaba realizando los trámites para la adquisición de una excavadora, ya que el

costo del alquiler era muy alto. Con esto y la compra de equipos de acarreo y auxiliares, la compañía tiene la intención plena de aumentar su flota de maquinaria y así incrementar su producción anual de material.

4.2.6. Agregados Miranda, C.A. (AM)

Agregados Miranda, C.A., pertenece al sector privado y se dedica a la explotación, procesamiento y comercialización de piedra picada para la elaboración de materiales y agregados para la construcción. Su centro de operaciones está ubicado en el sector Arenales, en el municipio Miranda. Tiene una producción anual aproximada de 73.200 m³ de material.

La empresa cuenta con una flota de diez equipos, de los cuales dos se encontraban en reparación y los restantes ocho en estatus operativo.

Dicha compañía tiene un taller propio, sin embargo, no dispone del personal técnico capacitado para realizar las labores de mantenimiento.

En la siguiente parte se muestra la información de la condición física de la maquinaria que opera en las instalaciones de Agregados Miranda, C.A.:

- Equipos de arranque y carga:

Dentro de los equipos de arranque y carga, empresa cuenta con tres retroexcavadoras de las cuales sólo una se encontraba operativa. Las restantes estaban en reparación presentando fallas en la inyección de combustible al motor (tabla 35).

Tabla 35

Tipo de máquina	Cant	Marca	Mod.	Cap.	Pot. (HP)	Operativo	Propio o Alquilado (P/A)	Nuevo/ Usado (N/U)	Año de Adq.
Retroexcavadora	1	Caterpillar	320 BL	1,8 m ³	128	NO	P	N	2005
Retroexcavadora	1	Caterpillar	330L	2,5 m ³	222	SI	P	U	2011
Retroexcavadora	1	Case	125B	1,8 m ³	S/D	NO	P	U	S/D

S/D: sin datos

- Equipos de acarreo:

La compañía dispone de cuatro camiones para las respectivas operaciones de transporte de material (tabla 36). Todos los equipos tenían estatus operativo al momento de la recolección de los datos y sin reporte alguno de fallas recurrentes.

Tabla 36

Tipo de máquina	Cant	Marca	Mod.	Cap.	Pot. (HP)	Operativo	Propio o Alquilado (P/A)	Nuevo/ Usado (N/U)	Año de Adq.
Camión	4	Mack	S/D	12 m ³	S/D	SI	P	U	S/D

S/D: sin datos

- Equipos auxiliares:

Las operaciones auxiliares dentro de la cantera son llevadas a cabo por tres cargadores frontales propios que están operativos, como se puede apreciar en la tabla 37. A pesar de no ser revelada la fecha de adquisición de los mismos, se puede deducir que son máquinas que tienen una cantidad elevada de horas de servicio. Sin embargo, el personal de Agregados Miranda no hizo comentarios sobre averías frecuentes.

Tabla 37

Tipo de máquina	Cant	Marca	Mod.	Cap.	Pot. (HP)	Operativo	Propio o Alquilado (P/A)	Nuevo/ Usado (N/U)	Año de Adq.
Cargador frontal	1	Caterpillar	950F	2,2 m ³	170	SI	P	U	S/D
Cargador frontal	1	Caterpillar	926Y	1,6 m ³	105	SI	P	U	S/D
Cargador frontal	1	Caterpillar	977L	2,5 m ³	190	SI	P	U	S/D

S/D: sin datos

4.2.7. Canteras de Matacanes (CM)

Canteras de Matacanes, es una compañía privada dedicada a la extracción y comercialización de piedra picada, para la fabricación de

materiales y agregados para la construcción y la vialidad, ubicada en el sector Matacanes parroquia Guzmán, municipio Miranda. Tiene una producción anual aproximada de 36.000 m³ de material.

La misma dispone de una flota total de diez equipos, encontrándose todos operativos para el momento de la recolección de los datos.

Posee un taller propio, sin embargo, no dispone con el personal técnico capacitado para efectuar las distintas rutinas de mantenimiento y reparaciones.

La información obtenida de la visita de campo realizada a la empresa sobre la situación física de la maquinaria se muestra a continuación:

- Equipos de arranque y carga:

El arranque y la carga del material bruto de río es llevado a cabo con el empleo de una retroexcavadora, cuyo estatus era operativo para la fecha de la recolección de los datos (tabla 38). La misma no presentaba fallas de acuerdo a lo comentado por el representante de la cantera.

Tabla 38

Tipo de máquina	Cant	Marca	Mod.	Cap.	Pot. (HP)	Operativo	Propio o Alquilado (P/A)	Nuevo/ Usado (N/U)	Año de Adq.
Retroexcavadora	1	Caterpillar	320L	1,8 m ³	128	SI	P	U	2007

- Equipos de acarreo:

La flota de camiones de esta compañía resultó ser la más numerosa de todas las visitadas. Dispone de siete máquinas para la ejecución de estas operaciones, de las cuales dos no pertenecen a la cantera, estando arrendadas. En general, todas estaban en estatus operativo sin reporte alguno de fallas (tabla 39).

Tabla 39

Tipo de máquina	Cant.	Marca	Mod.	Cap.	Pot. (HP)	Operativo	Propio o Alquilado (P/A)	Nuevo/ Usado (N/U)	Año de Adq.
Camión	2	Mack	S/D	15 m ³	S/D	SI	P	U	S/D
Camión	1	Ford	S/D	6 m ³	S/D	SI	P	U	S/D
Camión	1	Ford	S/D	15 m ³	S/D	SI	P	N	2008
Camión	1	Mack	S/D	26 m ³	S/D	SI	P	U	S/D
Camión	2	Mack	S/D	16 m ³	S/D	SI	A	S/D	S/D

S/D: sin datos

- Equipos auxiliares:

Las operaciones auxiliares dentro de la empresa son ejecutadas a través de la utilización de dos cargadores frontales (tabla 40). Los mismos se encontraban en condición operativa y no se notificaron sobre fallas recurrentes de alguno de los equipos.

Tabla 40

Tipo de máquina	Cant	Marca	Mod.	Cap.	Pot. (HP)	Operativo	Propio o Alquilado (P/A)	Nuevo/ Usado (N/U)	Año de Adq.
Cargador frontal	1	Caterpillar	950C	1,5 m ³	130	SI	P	U	2005
Cargador frontal	1	Caterpillar	938F	2,5 m ³	140	SI	P	U	2010

4.2.8. Fundo La Ponderosa (FLP)

Fundo La Ponderosa, es una pequeña asociación privada ubicada en el sector Raúl Leoni, del municipio Cacique Manaure, que se dedica a la extracción y comercialización de arena. Tiene una producción anual de 14.400 m³ de material.

El fundo sólo dispone de un equipo con el cual realiza sus operaciones y que se encontraba en estatus operativo. Posee un taller propio, pero no cuenta con el servicio técnico especializado para efectuar las rutinas de mantenimiento respectivas para el buen funcionamiento del equipo.

La información obtenida de la maquinaria se muestra en la tabla 41:

- Equipos de arranque y carga:

El cargador frontal empleado para efectuar las operaciones de arranque y carga se encontraba en estatus operativo, siendo la única máquina con la que cuenta la empresa (tabla 41). La misma fue adquirida con una cierta cantidad de horas de uso (no revelada) en el año 1993, por lo que se puede deducir que posee un alto nivel de desgaste en cada una de sus partes ubicándose en el período de obsolescencia de la curva de la bañera. No obstante, no se hizo comentario alguno sobre la rata de fallas.

Tabla 41

Tipo de máquina	Cant	Marca	Mod.	Cap.	Pot. (HP)	Operativo	Propio o Alquilado (P/A)	Nuevo/ Usado (N/U)	Año de Adq.
Cargador frontal	1	Caterpillar	966C	2 m ³	170	SI	P	U	1993

4.2.9. Inversiones Hermanos Molleja Petit, C.A. (IHMP)

Inversiones Hermanos Molleja Petit, C.A., es una compañía perteneciente al sector privado que se dedica a la extracción y comercialización de carbonato de calcio o caliche, ubicada en el sector Caño Salado del municipio Silva. La producción anual de material no fue especificada.

La empresa cuenta con una flota de dos equipos, de los cuales ambos están operativos. Además, posee un taller propio pero carece del personal capacitado para poder efectuar las labores de mantenimiento.

A continuación, se presentan los datos correspondientes a la maquinaria de IHMP:

- Equipos de arranque:

Un tractor de orugas es el empleado por la compañía para ejecutar las actividades de arranque de material, el cual se encontraba en estatus operativo (tabla 42). Es una máquina que, por lo observado en campo,

posee una cantidad elevada de horas de servicio, por el desgaste y la corrosión que presentan las partes que la componen.

Tabla 42

Tipo de máquina	Cant.	Marca	Mod.	Pot. (HP)	Operativo	Propio o Alquilado (P/A)	Nuevo/ Usado (N/U)	Año de Adq.
Tractor de orugas	1	Caterpillar	D8	185	SI	P	U	S/D

S/D: sin datos

- Equipos de carga y auxiliares:

Para las operaciones de carga, como para las auxiliares, es empleado un cargador frontal, que para el momento de la recolección de los datos se encontraba operativo (tabla 43). Es una máquina que presenta un fuerte desgaste por el hecho de ejecutar dos funciones. El personal de IHMP no hizo comentario alguno sobre la compra de maquinaria en el corto plazo para dar soporte a las actividades de este equipo.

Tabla 43

Tipo de máquina	Cant.	Marca	Mod.	Cap.	Pot. (HP)	Operativo	Propio o Alquilado (P/A)	Nuevo/ Usado (N/U)	Año de Adq.
Cargador frontal	1	Caterpillar	966	2,1 m ³	140	SI	P	U	S/D

S/D: sin datos

La empresa se negó a dar detalles sobre la situación física de sus equipos con respecto al año de adquisición y la disponibilidad de repuestos. Sin embargo, se pudo conocer que las máquinas cuentan con una cantidad elevada de horas de operación y que sobrepasan los 20 años de servicio.

CAPÍTULO V: ANÁLISIS DE RESULTADOS

Análisis de Resultados

En la siguiente sección, se interpretan los resultados obtenidos durante la fase de recolección de datos y que fueron plasmados y resumidos mediante tablas en la sección anterior. Para el análisis se utilizan gráficos en los que se puede observar de manera más detallada el estatus de la maquinaria presente en cada una de las empresas visitadas en ambos estados.

La discriminación de los mismos se realizó considerando que los factores principales de clasificación son: la entidad regional en la que se ubican las empresas y el material que extraen. De esta manera, se puede asociar el tipo de operación que efectúa la maquinaria en cada rubro, con una tendencia de falla en las piezas que sufran más desgaste y así determinar cuáles son las partes más críticas, empleando como criterio la Curva de la Bañera, descrita con anterioridad en el marco teórico.

De esta manera, se espera que la discusión esté basada dentro de los mismos términos y obtener un diagnóstico de las condiciones físicas de los equipos acordes a unos mismos parámetros de asociación, mediante la aplicación de algunas de las herramientas de la Confiabilidad Operacional.

5.1. Estado Zulia

5.1.1. Rubro mineral: Carbón.

El estado Zulia cuenta con dos empresas dedicadas a la prospección, exploración, explotación y comercialización de carbón mineral: Carbones de la Guajira (CBG) y Carbones del Guasare (CDG). Ambas están ubicadas al noroeste del estado, en donde se encuentran los yacimientos más importantes de carbón del país (Formación Marcelina).

CBG y CDG disponen de una de las flotas de maquinarias más grandes en lo que respecta a actividades mineras en Venezuela, contando con un total de 102 para el desarrollo de las operaciones unitarias de minería, como se puede observar en la tabla 44. Dentro de la misma, observamos que el equipo más numeroso es el camión roquero: 47 unidades, (46 por

ciento de la flota total en lo que al rubro de carbón se refiere) (gráfico 1). Asimismo, el equipo con el menor número es la excavadora frontal hidráulica: 2 unidades (2% del conjunto de máquinas).

Tabla 44

Tipo de máquina	Cantidad	Operativos	% Operativos	Inoperativos	% Inoperativos
Perforadora	5	4	80	1	20
Cargador frontal	7	4	57	3	43
Retroexcavadora	6	3	50	3	50
Excavadora frontal	2	1	50	1	50
Pala de cables	3	3	100	0	0
Camión roquero	47	30	64	17	36
Tractor de orugas	18	9	50	9	50
Tractor de ruedas	4	2	50	2	50
Motoniveladora	6	3	50	3	50
Camión cisterna	4	2	50	2	50
Total	102	61		41	

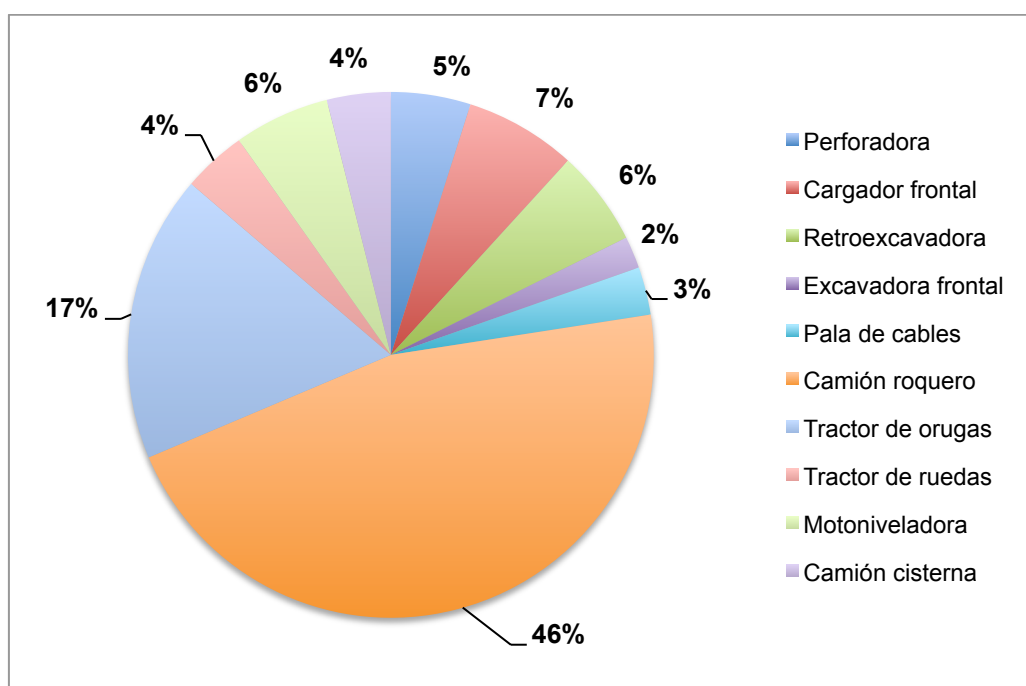


Gráfico 1. Distribución por tipo de equipo en operaciones mineras de carbón en el estado Zulia

En cuanto a las marcas más comunes de fabricantes de maquinaria dentro del rubro mineral de carbón, se presenta una tabla resumen donde se puede observar la tendencia:

Tabla 45

Tipo de Equipo	Marca más común	% que representa
Perforadora	Drilltech	80
Cargador frontal	Caterpillar	100
Excavadoras (retros, frontales y de cables)	O&K	64
Camiones (roqueros y cisterna)	Caterpillar	100
Tractores (orugas y ruedas)	Caterpillar	100
Motoniveladora	Caterpillar	100

En general, como podemos observar en la tabla 45, el mercado está dominado por el fabricante norteamericano Caterpillar, en lo que respecta a equipos como cargadores frontales, camiones, tractores y motoniveladoras. Esto se debe a la ya arraigada presencia que ha tenido la marca dentro del país a lo largo de los años, como proveedor confiable y dador de servicio técnico para de maquinaria para el sector de la minería.

La empresa tiene en Venezuela su distribuidor exclusivo VENEQUIP, S.A., que a su vez también es el representante de las excavadoras hidráulicas O&K. VENEQUIP, S.A., es una compañía que dispone de una gran infraestructura en lo que respecta a personal de servicio técnico especializado para ejecutar las labores de mantenimiento tanto preventivo como correctivo, lo que le permite establecerse con fuerza en el mercado

minero de maquinaria pesada. Cabe destacar, que Carbones del Guasare tiene personal técnico dentro de las instalaciones de su centro de operaciones en Mina Paso Diablo de esta empresa distribuidora, gracias a un convenio firmado entre las dos compañías, para garantizar la atención oportuna y rápida reparación de los equipos de CDG, en caso de alguna eventualidad.

A nivel de operatividad de los equipos, las empresas se encontraban ante un panorama complicado, teniendo un 40% de éstos en condición inoperativa (gráfico 2).

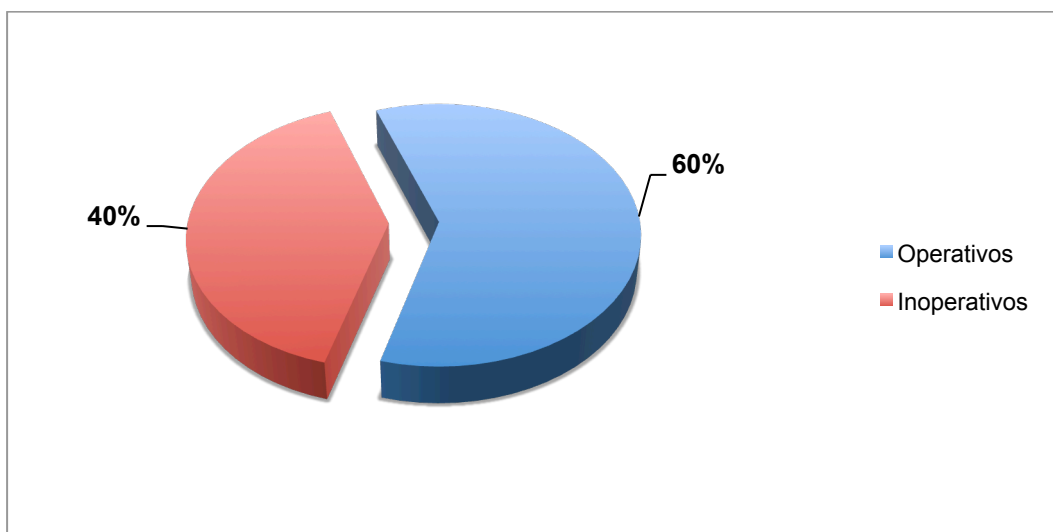


Gráfico 2. Distribución de equipos por condición operativa en actividades mineras de carbón en el estado Zulia.

El principal inconveniente que presentaron ambas compañías fue la disponibilidad de repuestos en el país para efectuar las labores de mantenimiento, tanto preventivo como correctivo. Esta situación problemática se debe a la dificultad que enfrentan las empresas en lo que se refiere a la autorización de divisas para la adquisición e importación de partes y repuestos, por lo engorroso y lento del trámite pues necesitan justificar que no se fabrican en el país y la necesidad de éstos, circunstancia que afecta a compañías tanto del sector público como del privado. Este factor causa que los tiempos de reparación se extiendan de

forma considerable, afectando de manera directa la mantenibilidad y por ende, a la disponibilidad de la maquinaria.

Si bien es cierto que las dos empresas se ven afectadas por este tema, la situación de CBG es un poco más crítica con respecto a CDG. CBG no dispone de un taller como ya se dijo en el cual efectuar las rutinas de mantenimiento y a su vez carece del personal técnico especializado encargado de dichas labores. Debido a esto, se ven en la necesidad de contratar este servicio para llevar a cabo las correspondientes operaciones, tanto preventiva como correctivamente, dependiendo de un ente externo a la empresa. Por el contrario, CDG cuenta con la infraestructura y el personal técnico capacitado para efectuar estas labores. No obstante, como ya fue mencionado con anterioridad, la espera por repuestos se convierte en el principal factor contraproducente a la hora de explicar el alto porcentaje de inoperatividad y de disponibilidad en las flotas que presentan ambas compañías.

En los equipos de arranque, las fallas más comunes que se presentaron fueron en el sistema hidráulico (fugas de aceite y sistema de bombas), desperfectos con los compresores de aire y desgaste general en el tren de rodaje. En el caso específico de CDG que tiene una perforadora inoperativa, de la cual expresó que se reparará al momento en el que lleguen los repuestos. Asimismo, no hay intenciones por parte de ninguna de las dos compañías en aumentar la flota de maquinaria para las operaciones de arranque indirecto.

Pasando a los equipos de carga, la mayoría de las averías ocurren en el tren de potencia (desgaste general del motor), los elementos cortantes del balde y en el tren de rodaje. Cabe acotar, que de cinco excavadoras que posee CBG para estas operaciones, sólo una se encontraba operativa. No obstante, el personal de la empresa comentó que en cualquier momento ésta podía quedar fuera de servicio, por falta de repuestos para efectuar las rutinas de mantenimiento correctivo. La compañía preveía la compra de otra máquina como un modo de contrarrestar esta situación. CDG se

abstuvo de realizar comentario alguno sobre los planes de inversión en esta área.

Con respecto a la máquinas de acarreo, los problemas más frecuentes en los camiones de CBG y CDG, se presentaron en el tren de potencia (desgaste general del motor, mandos finales y diferenciales) y en los sistemas hidráulicos. Es importante destacar que es el equipo que presenta el mayor porcentaje de unidades operativas, en comparación al resto de la maquinaria (gráfico 3).

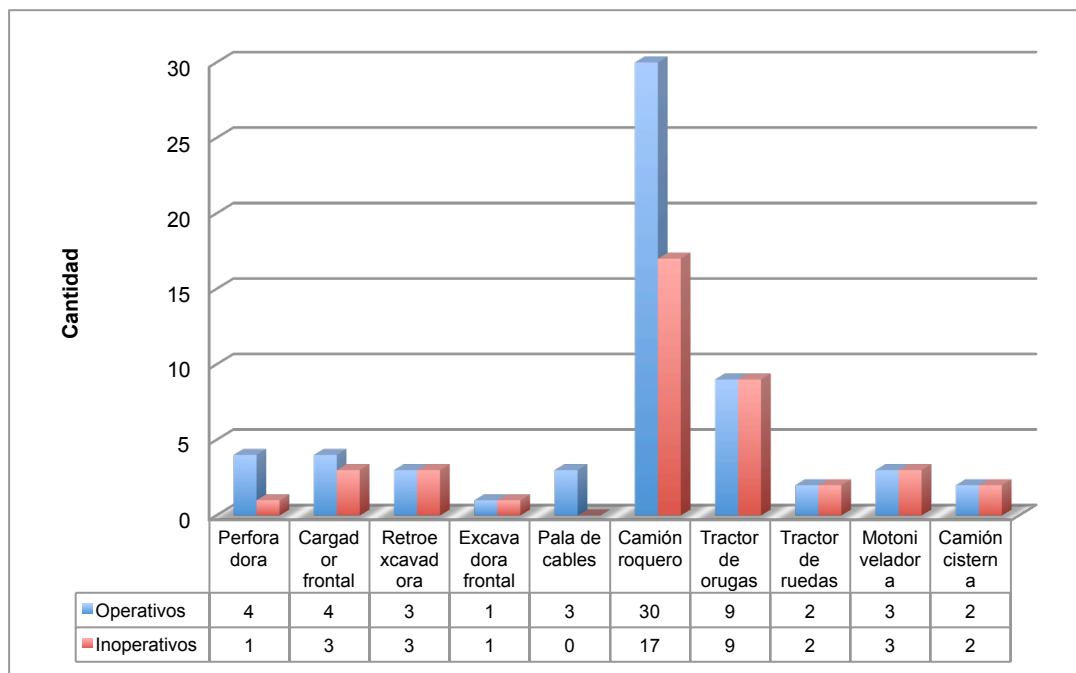


Gráfico 3. Distribución por tipo de equipo y condición operativa en actividades mineras carboníferas en el estado Zulia.

Por último, en lo que se refiere a los equipos auxiliares, a nivel de tractores de orugas las fallas más frecuentes se dan en los cilindros hidráulicos y desgaste general en los trenes de rodaje. En los camiones cisterna el principal problema se encuentra en la suspensión y en los mandos finales del tren de potencia. Y en lo que respecta a las motoniveladoras, las averías más importantes y repetitivas se presentan en el tren delantero y en el sistema hidráulico de la hoja. CBG, estima realizar planes de inversión para adquirir tractores de orugas, según se

comentó al momento de la recolección de los datos. Sobre este tema, CDG no hizo comentario alguno.

Es visible a través de la gráfica 3, que el estatus de la maquinaria en el rubro de minería del carbón en el estado Zulia, no es favorable. La mantenibilidad es baja debido a la escasez de repuestos en el mercado para efectuar las labores de mantenimiento preventivo y correctivo, incidiendo de manera directa en la disponibilidad de las máquinas. Los tiempos de espera por los mismos se hacen muy extensos y este factor se convierte en el principal inconveniente que presentan ambas empresas a la hora de poner en marcha la flota que está en reparación. Síntoma directo de este problema es la gran cantidad de equipos inoperativos que presentan CBG y CDG, significando un 40 por ciento del total de unidades de la flota, como se observa en el gráfico 2. Este alto porcentaje de máquinas en esta situación, influye de manera directa en la imposibilidad de alcanzar las metas de producción propuestas en la planificación de mina, lo que se traduce en pérdidas a largo plazo y dificulta la rentabilidad de las empresas mineras.

Es importante resaltar que el año de adquisición no fue revelado por ninguna de las dos compañías, por lo que no es posible afirmar con certeza que la obsolescencia es un factor influyente en la condición física de la maquinaria que se encuentra inoperativa como el caso de CDG. Sin embargo, por las características específicas de desgaste que presentaron las máquinas pertenecientes a CBG, y usando los criterios de la Curva de la Bañera se puede deducir que éstas se encuentran en un período de obsolescencia debido al aumento progresivo en el promedio de ocurrencias de fallas y el deterioro considerable que muestran los equipos.

5.1.2. Rubro mineral: Áridos

En el estado Zulia fueron visitadas tres empresas dedicadas a la explotación de áridos, como lo son: Agregados y Materiales de Construcción, S.A. (AMACO), Concretos y Construcciones Faría, S.A. (CCF) y Cementos Catatumbo, C.A. (CC).

La flota de equipos que conforman la fuerza productiva de las compañías en cuestión, suma un total de 37 unidades para el desarrollo de las operaciones unitarias de minería, como se puede observar en la tabla 46. El mayor número de máquinas en las empresas visitadas son el camión roquero con 10 unidades y el cargador frontal con 9, (27 y 24%) (gráfico 4). Con menor presencia en este rubro están la motoniveladora y el camión cisterna, contemplando una unidad por tipo de equipo, ambas con 3 por ciento. Todas las máquinas son propias de las empresas visitadas.

Tabla 46

Tipo de máquina	Cantidad	Operativos	% Operativos	Inoperativos	% Inoperativos
Perforadora	7	4	57	3	43
Cargador frontal	9	5	67	4	33
Retroexcavadora	3	2	67	1	33
Excavadora frontal	1	1	100	0	0
Camión roquero	10	8	80	2	20
Tractor de orugas	5	3	60	2	40
Motoniveladora	1	1	100	0	0
Camión cisterna	1	1	100	0	0
Total	37	25		12	

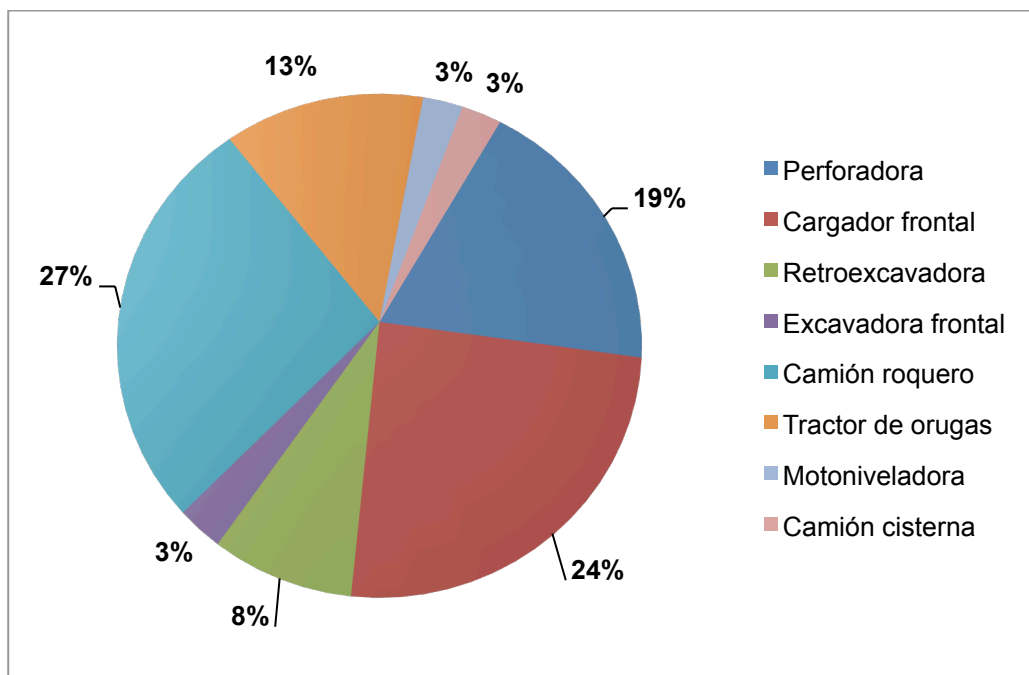


Gráfico 4. Distribución por tipo de equipo en operaciones mineras de áridos en el estado Zulia.

En cuanto a las marcas más comunes de fabricantes de maquinaria dentro del rubro mineral áridos, posteriormente se presenta la tabla 47 donde se puede observar la tendencia del mercado:

Tabla 47

Tipo de Equipo	Marca más común	% que representa
Perforadora	Ingersoll Rand	57
Cargador frontal	Caterpillar	89
Excavadoras (Retros, frontales y de cables)	Caterpillar	100
Camiones (Roqueros y cisterna)	Euclid	33
Tractores (Orugas y ruedas)	Caterpillar	100
Motoniveladora	Caterpillar	100

La marca con mayor presencia en el mercado minero de áridos es Caterpillar, en lo que se refiere a cargadores frontales, excavadoras, tractores y motoniveladoras, como se puede observar en la tabla anterior. Esto se debe a dos factores básicos: el primero, porque es el fabricante con mayor trayectoria en el país a través de los años como se dijo anteriormente y se ha sabido posicionar como un producto de alta calidad. El segundo, porque cuenta con una red amplia de distribución de repuestos a nivel nacional, lo que le da preferencia entre los demás proveedores de maquinaria, por facilitar el acceso a sus clientes de las partes y el servicio post-venta capacitado para efectuar las rutinas de mantenimiento.

Si bien es cierto que VENEQUIP, S.A., (distribuidor de Caterpillar en Venezuela) tiene una gran infraestructura para garantizar la existencia de repuestos en el país, actualmente está enfrentando una situación complicada con respecto a este tema. Cada vez se hace más difícil la importación de las partes y de los equipos que comercializa, por lo engorroso y lento del trámite para la autorización de divisas, lo que origina una escasez de los mismos en el mercado nacional, afectando al usuario final que termina siendo la empresa minera. Sin embargo, CAT sigue gozando de la preferencia del público a la hora de la adquisición de maquinaria pesada.

Pasando al estudio de las condiciones físicas de los equipos, se puede observar a través de la gráfica 5, que el 70 por ciento de las máquinas se encontraban en estatus operativo para el momento de la recolección de los datos, contrario al 30 por ciento restante. Si bien es cierto que el porcentaje de maquinarias operativas es más alto en comparación a la flota del rubro de carbón, las empresas presentan el mismo inconveniente de escasez de repuestos en el país para efectuar las distintas labores de mantenimiento preventivo, correctivo y reparaciones mayores. Esto representa una gran problemática que las minas enfrentan en la actualidad para mantener su producción y poder lograr las metas que éstas anualmente se establecen.

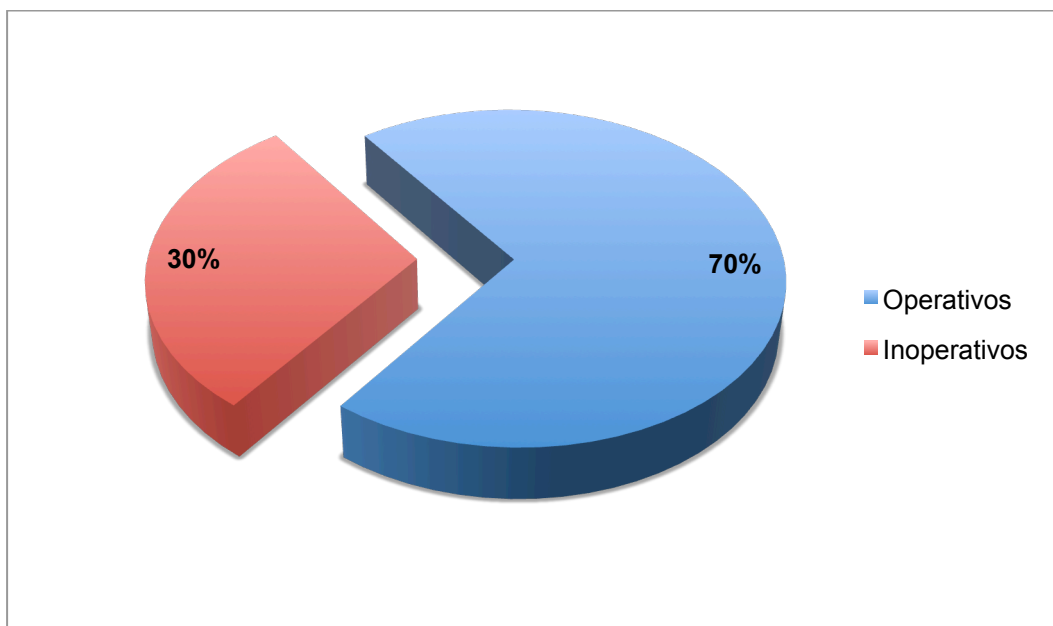


Gráfico 5. Distribución por condición operativa en actividades mineras de áridos en el estado Zulia.

AMACO, CCF y CC disponen de la infraestructura de taller en las cuales se realizan las reparaciones y rutinas de mantenimiento. No obstante, carecen del personal técnico especializado y capacitado para ejecutar dichas operaciones. En los casos de AMACO y CCF, el personal se ha formado de forma empírica y así han trabajado a través de los años. Al faltar la capacitación para efectuar estas actividades por parte de los proveedores de la maquinaria pesada, la correcta actuación es escasa y la efectividad es poca. Además, ninguna de las dos empresas poseen un registro en el cual estén archivadas los tipos de fallas y las reparaciones que se hayan hecho a cada una de sus máquinas.

También, es importante mencionar que la mayoría de los equipos que operan en AMACO y CCF cuentan con más de 20 años de servicio, acumulando una cantidad elevada de horas de operación, por lo que presentan un alto nivel de averías por obsolescencia, ubicándose dentro del período de desgaste (criterio de la Curva de la Bañera) por mostrar un aumento progresivo en la incidencia de fallas y significativo deterioro en cada una de las partes. Esta situación genera mucha incertidumbre a la

hora de hablar de la confiabilidad y la mantenibilidad que los equipos de dichas empresas puedan tener.

Por otro lado, Cementos Catatumbo se rige bajo una filosofía diferente a lo descrito anteriormente. Si bien es cierto que no dispone del personal técnico especializado en la ejecución de labores de mantenimiento, la empresa realiza contrataciones a los proveedores de sus equipos, sobre todo en lo que compete a chequeos y reparaciones (mayores) si fuese el caso.

La compañía lleva un registro bastante detallado de las fallas que presenta su maquinaria pesada y de las acciones que se ejecutaron para colocarlas de nuevo en operación. De esta forma, CC concentra esfuerzos en garantizar la confiabilidad y en prolongar la vida útil de sus equipos, mediante un enfoque donde el mantenimiento adecuado y oportuno es una de las prioridades para ésta.

En los equipos de arranque, las fallas más comunes que se presentaron fueron asociadas al tren de potencia, debido al desgaste general del motor. La mayoría de estas máquinas están obsoletas ya que tienen más de 20 años de servicio y están cercanas a ser desincorporadas de la flota de equipos activos, según mencionaron en sus respectivas entrevistas cada una de las empresas. Sobre este respecto, ninguna de las compañías expresó la intención de reemplazar las mismas en el corto plazo.

Las averías más recurrentes de las máquinas de carga se presentan en el tren de potencia (desgaste general del motor y convertidor de torque), sistema hidráulico y elementos cortantes del balde, tanto en el caso de las excavadoras como en cargadores frontales. Al igual que el anterior, la flota de este tipo de operación cuenta con más de 20 años de servicio en su mayoría, la cual puede considerarse en etapa de obsolescencia. En repetidas ocasiones, la maquinaria se detiene por distintas fallas, lo que reduce su nivel de confiabilidad a la hora de ejecutar su función a cabalidad. Sin embargo, para el momento de la recolección de los datos, el panorama de la operatividad de los equipos no resultaba tan crítico,

aunque se debe resaltar que la obsolescencia es un factor determinante en la confiabilidad y por ende, en la disponibilidad física.

Por otra parte, con respecto a los equipos de acarreo, el tren de potencia es el más común de los problemas que se presentó en los camiones de las tres compañías mencionadas, siendo el desgaste general del motor como factor de falla. Esto se debe, a la elevada cantidad de horas de trabajo que acumulan cada una de las máquinas de transporte en algunas empresa, muchas con más de 20 años de servicio relativamente, a excepción de dos camiones de CC que se adquirieron nuevos reciente (2006 y 2009). A pesar de esto, la maquinaria presentó una elevada cantidad de unidades operativas. Asimismo, ninguna tiene planes de inversión en el corto y mediano plazo en lo que respecta al reemplazo o aumento de las flotas de camiones roqueros para el acarreo del material.

A nivel de operaciones auxiliares, la maquinaria que aquí se desempeña, por tratarse de explotaciones mineras de mediana a pequeña escala, no son utilizadas tan intensamente como las mencionadas en párrafos anteriores. Es por esto que hablar de fallas recurrentes y comunes no es conveniente. Sin embargo, se puede mencionar que los tractores presentaban problemas en el tren de potencia debido al desgaste general del motor, puesto que todos superan los 20 años de vida en servicio. En el caso específico de Cementos Catatumbo, ni la motoniveladora, el camión cisterna o la excavadora, presentaban mayores problemas ya que se encontraban en condiciones operativas (gráfico 6).

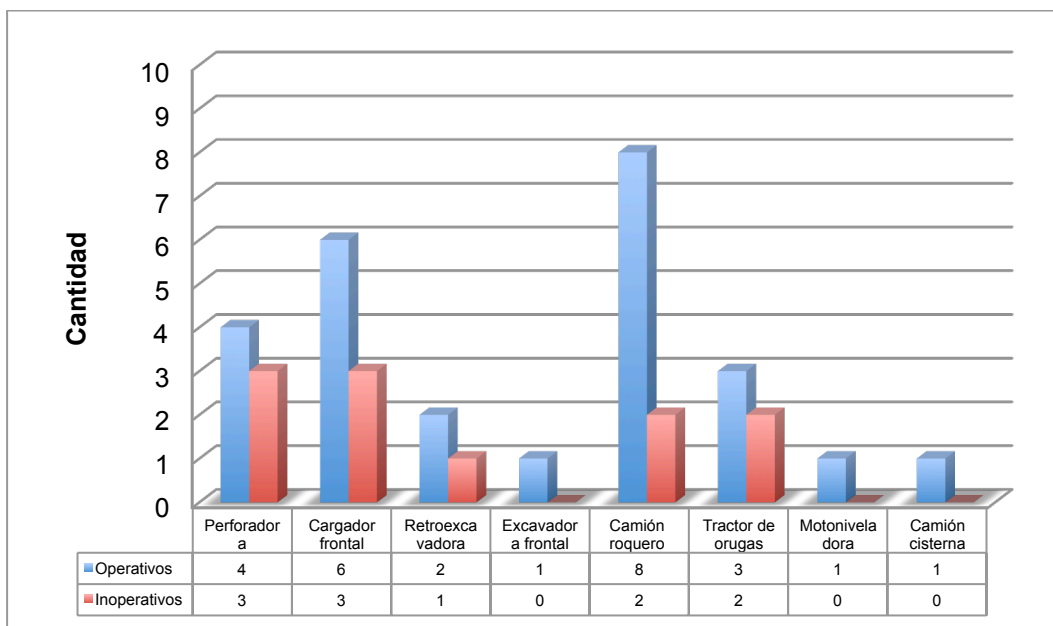


Gráfico 6. Distribución por tipo de equipo y condición operativa en actividades mineras de áridos en el estado Zulia.

En otro orden de ideas, es importante resaltar que tanto CCF como AMACO, tienen la tendencia a adquirir maquinarias usadas porque representan una rápida solución y una inversión menor que comprarlas nuevas. Por un lado se puede ver como un aspecto positivo, aunque por el otro, puede traer consigo un nivel alto de incertidumbre, teniendo en cuenta que a medida que un equipo va acumulando horas de servicio, ésta se va degradando poco a poco (criterio de la Curva de la Bañera), lo que al final puede resultar contraproducente, incidiendo directamente en la producción de la empresa.

5.2. Estado Falcón

5.2.1. Rubro mineral: Áridos

Ubicado en la región nor-occidental de nuestro país, el estado Falcón presenta una intensa actividad, en su mayoría a pequeña escala de extracción de áridos empleados básicamente para la producción y elaboración de materiales para la construcción y vialidad. Ocho empresas fueron visitadas, las cuales se nombran a continuación: SAMFOR, SAINCOVEN, INVERGRECA, Concretera Dabajuro, Bornak Internacional, Agregados Miranda, Cantera de Matacanes, Fundo La Ponderosa e Inversiones Hermanos Molleja Petit.

Las anteriores compañías poseen juntas en total un conjunto de 49 máquinas destinadas a este sector minero en el estado Falcón (tabla 48), siendo el equipo con mayor número el cargador frontal con 17 unidades (35 por ciento de la población, gráfico 7). Los de menor presencia en esta parte de la población el tractor de orugas y la motoniveladora sólo un 2 por ciento para cada uno. Asimismo, del total de la maquinaria, 46 unidades son propiedad de las empresas visitadas, mientras que sólo 3 estaban arrendadas al momento de la recolección de los datos.

Tabla 48

Tipo de máquina	Cantidad	Operativos	% Operativos	Inoperativos	% Inoperativos
Retroexcavadora	11	8	73	3	27
Cargador frontal	17	14	82	3	18
Camión	16	16	100	0	0
Tractor de orugas	1	1	100	0	0
Mototrailla	3	2	67	1	33
Motoniveladora	1	1	100	0	0
Total	49	42		7	

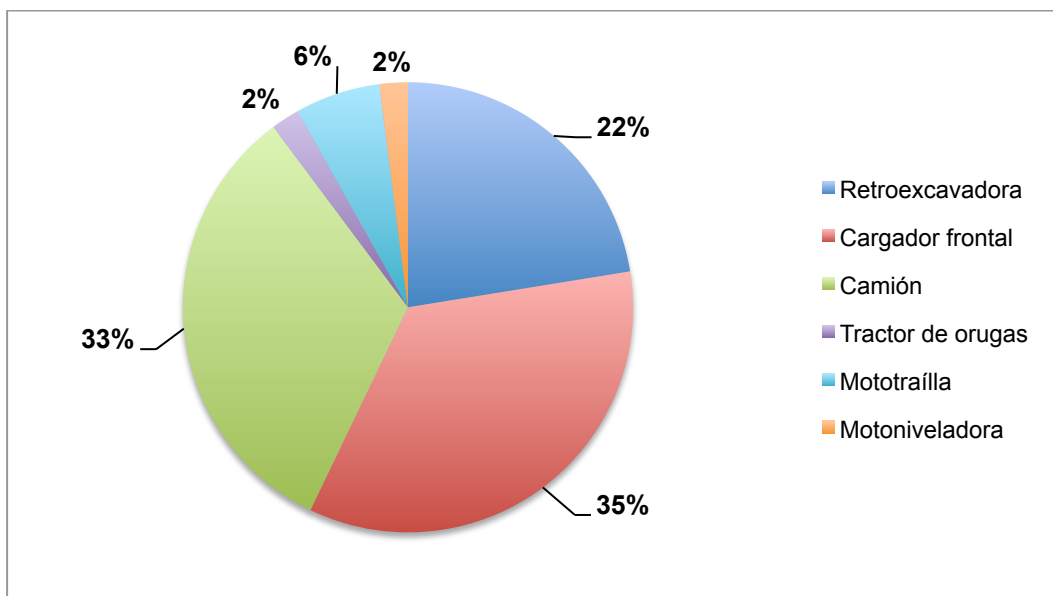


Gráfico 7. Distribución por tipo de equipo en operaciones mineras de áridos en el estado Falcón.

En cuanto a las marcas más comunes de fabricantes de maquinaria dentro del rubro mineral áridos, a continuación se presenta una tabla donde se puede observar la tendencia en esta entidad:

Tabla 49

Tipo de Equipo	Marca más común	% del mercado
Mototrailla	Caterpillar	100
Cargador frontal	Caterpillar	94
Excavadoras (Retros, frontales y de cables)	Caterpillar	64
Camiones	Mack	81
Tractores (Orugas y ruedas)	Caterpillar	100
Motoniveladora	Caterpillar	100

Como ocurrió en los dos casos anteriores, podemos ver en la tabla x que Caterpillar es la marca de mayor presencia en el mercado minero también en el estado Falcón. Como ya fue mencionado con anterioridad, esto se debe a la trayectoria de la empresa en el país como proveedor confiable

de maquinaria y a la amplia red de distribución de repuestos y servicio técnico especializado de la que dispone, a través de su representante nacional, VENEQUIP, S.A.

Como se puede observar en el gráfico 8, el 86 por ciento de los equipos se encontraban en estatus operativo, contrario al 14 por ciento restante en condición inoperante. Esto nos da un panorama de las condiciones físicas de la maquinaria en el estado Falcón. En general, se nota un porcentaje alto de operatividad lo que sin duda refleja un aspecto bastante positivo con respecto a este tema.

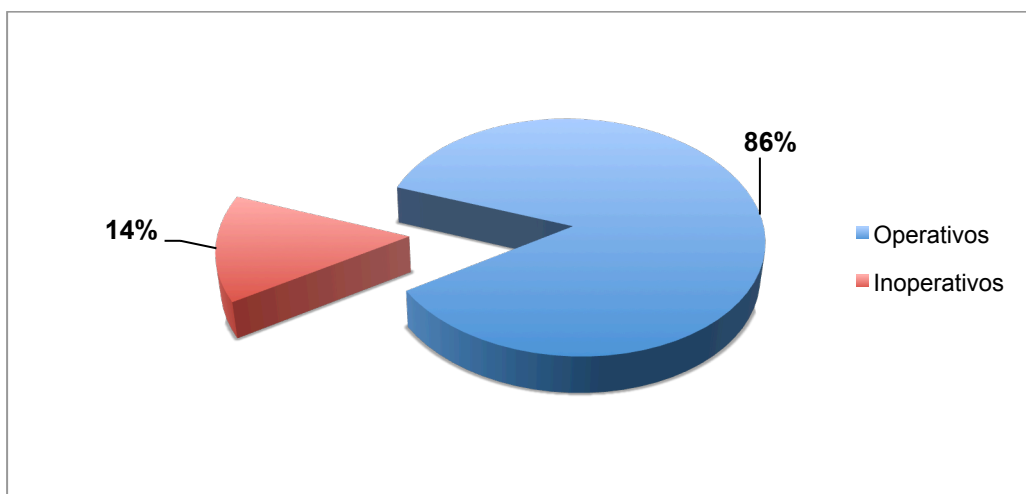


Gráfico 8. Distribución por condición operativa en actividades mineras de áridos en el estado Falcón.

Es importante resaltar que cinco de las ocho empresas visitadas, no disponen del personal técnico capacitado para ejecutar las labores de mantenimiento, tanto preventivo como correctivo. En primera instancia, esto pudiese ser un indicio que incida directamente en la confiabilidad y mantenibilidad de los equipos. Sin embargo, como se puede observar en la gráfica 8, las empresas han sabido de alguna forma dar respuesta a esta situación para mantener la maquinaria en operación.

En numerosas ocasiones, varias de las compañías en cuestión hicieron el comentario de que el servicio técnico era contratado y ejecutado por personal ajeno a las empresas, que tenían conocimientos generales de

las máquinas y por ende, estaban en la capacidad de efectuar las rutinas de mantenimiento preventivo y correctivo. Este aspecto resultó ser un común denominador en la región.

A diferencia del estado Zulia, la disponibilidad de repuestos no representó un inconveniente para las empresas de esta entidad. En la mayoría de los casos, las mismas alegaban que las partes y piezas de la maquinaria se podían conseguir sin mayor dificultad, pero que los precios de éstas eran muy altos.

Los equipos encargados de ejecutar las operaciones de arranque, son los mismos que efectuaban las labores de carga. Este aspecto fue repetitivo en cada una de las empresas visitadas siendo una característica común en las actividades mineras de pequeña escala. Sobre este respecto, el equipo utilizado en la mayoría de los casos fue la retroexcavadora, donde siete de diez máquinas se encontraban operativas, representando un 70% (gráfico 9). Las fallas más recurrentes fueron en el sistema hidráulico, motor y desgaste de los elementos cortantes del balde.

Dentro de estas operaciones hay que mencionar situaciones específicas como los casos de empresas como Inversiones Hermanos Molleja Petit y el Fundo La Ponderosa. En el primero, la compañía empleaba un tractor de orugas para el arranque del material. Al tratarse de caliche, se alegaba que esta máquina podía realizar esta operación sin ningún problema. El equipo se encontraba operativo para el momento de la recolección de los datos. Por otro lado, en el Fundo La Ponderosa, utiliza un cargador frontal para el arranque y carga del material. Al igual que el caso anterior, estaba operativo. Sin embargo, esto puede tratarse de situaciones en las cuales no se está empleando la maquinaria adecuada para la labor correspondiente, en el cual teóricamente se considera al tractor como el más adecuado para este trabajo de arranque.

En lo referente a la maquinaria de acarreo, es importante destacar varios aspectos: cuatro de las nueve empresas visitadas no disponían de éstos para efectuar el transporte del material. Estas operaciones eran llevadas a cabo por asociaciones cooperativas contratadas por las compañías

SAINCOVEN, INVERGRECA, Fundo La Ponderosa e Inversiones Hermanos Molleja Petit, que ofrecían sus equipos para ejecutar el acarreo de los áridos. Esta es la razón porque la información sobre esta maquinaria no se pudo obtener. Por otro lado, también es común encontrar que las empresas compradoras ofrezcan sus servicios para el transporte fuera de las instalaciones de la cantera. El reporte de éstos equipos tampoco estuvo accesible.

Por ende, el diagnóstico del estatus de la maquinaria de acarreo que acá se plantea está basado únicamente en las empresas que disponen de éstas para ejecutar dichas actividades (Agregados Miranda, Bornak Internacional, Cantera de Matacanes y SAMFOR).

La flota de equipos de acarreo de dichas empresas está conformada por 19 unidades, de las cuales 16 son camiones y los restantes 3 mototraíllas propiedad de SAMFOR. De éstos, sólo uno se encontraba inoperativo, como se puede observar en el gráfico 9. Claramente se nota un alto porcentaje de operatividad en lo que a este tipo de maquinarias respecta, lo que demuestra un alto nivel de confiabilidad. Es importante destacar que la disponibilidad de repuestos no representó un problema, haciendo que los tiempos de espera por éstos no signifiquen un inconveniente en esta área. Por otro lado, en ninguno de los casos se hizo mención a alguna falla recurrente.

Pasando a los equipos auxiliares, están conformados por un total de 18 unidades, de las cuales 16 son cargadores frontales y las restantes son una excavadora y una motoniveladora respectivamente (gráfico 9). En éstas labores, los cargadores al igual que la excavadora son empleados para el manejo de material una vez que es extraído y llevado al área de apilamiento. Una vez allí, el equipo apila y despacha el material conforme se vaya realizando la venta de los áridos. Éstos presentaron un alto índice de operatividad con un 77 por ciento de máquinas en este estado.

Las fallas más comunes de éstos fueron en el sistema hidráulico (fugas de aceite y fallas en las mangueras), desgaste de los elementos cortantes del balde y desgaste general del motor. En la mayoría de los casos, los

equipos contaban con una gran cantidad de horas de uso, no obstante, se encontraban en buenas condiciones operativas, como lo refleja el gráfico 9.

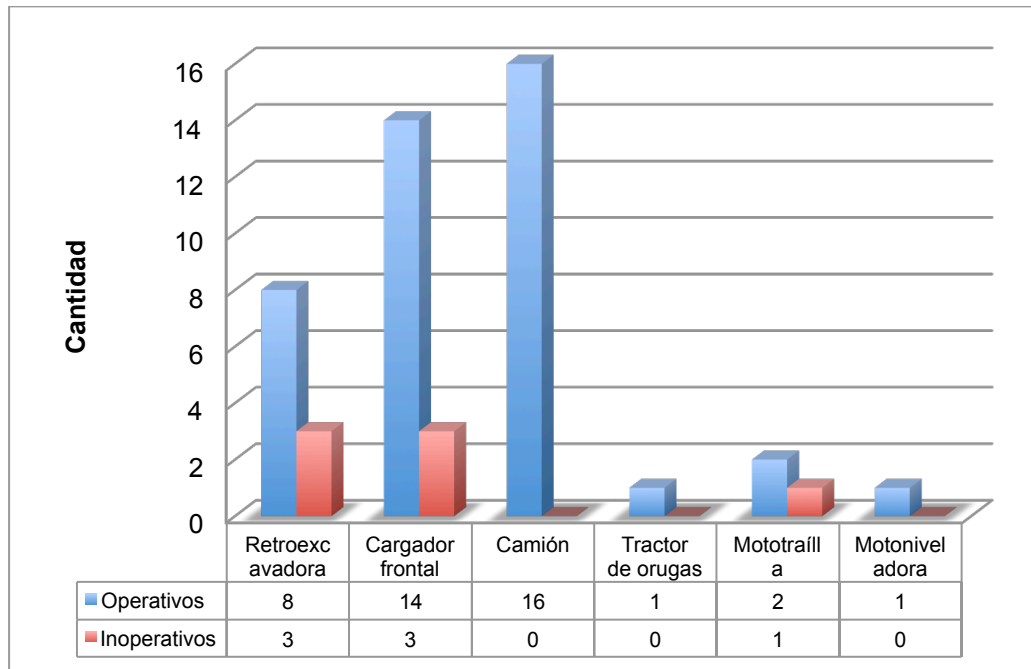


Gráfico 9. Distribución por tipo de equipo y condición operativa en actividades mineras de áridos en el estado Falcón.

De forma general, es importante mencionar que la mayoría de las empresas tiene la tendencia de adquirir maquinaria usada, por resultar “más barata”. Se destaca este punto por el hecho de que gran parte de las máquinas que operan en esta entidad son adquiridas con cierta cantidad de horas acumuladas de servicio, aunque las mismas se encuentran en buenas condiciones mecánicas por el alto nivel de operatividad que demuestran, lo que al final es el punto importante. Las máquinas se encuentran en un período de desgaste, estando caracterizadas las averías por un alto nivel de deterioro de las partes, corrosión y fatiga, presentándose cada vez con mayor frecuencia. Si no se realizan inversiones en el corto plazo para renovar la flota de máquinas, la operatividad puede descender significativamente dentro de poco tiempo condicionado a las medidas que sobre el mantenimiento se

tomen. Las únicas empresas que no comparten esta filosofía son SAMFOR y BORNAK INTERNACIONAL, compañías que mostraron preferencia de comprar equipos nuevos a la hora de ejecutar sus planes de adquisición y reemplazo.

La síntesis general para los estados Zulia y Falcón está reflejada en la tabla 50 y en los gráficos 10, 11 y 12:

Tabla 50

Tipo de máquina	Cantidad	Operativos	% Operativos	Inoperativos	% Inoperativos
Perforadora	12	8	67	4	33
Cargador frontal	33	24	73	9	27
Retroexcavadora	20	13	65	7	35
Excavadora frontal	3	2	67	1	33
Pala de cables	3	3	100	0	0
Camión roquero	73	54	74	19	26
Tractor de orugas	24	13	54	11	46
Tractor de ruedas	4	2	50	2	50
Mototrailla	3	2	67	1	33
Motoniveladora	8	5	63	3	38
Camión cisterna	5	3	60	2	40
Total	188	129		59	

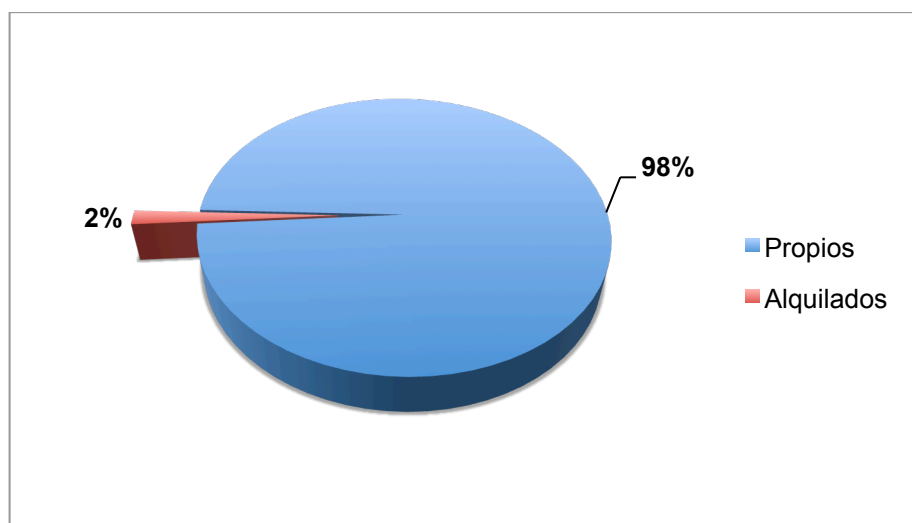


Gráfico 10. Equipos propios vs. Equipos alquilados

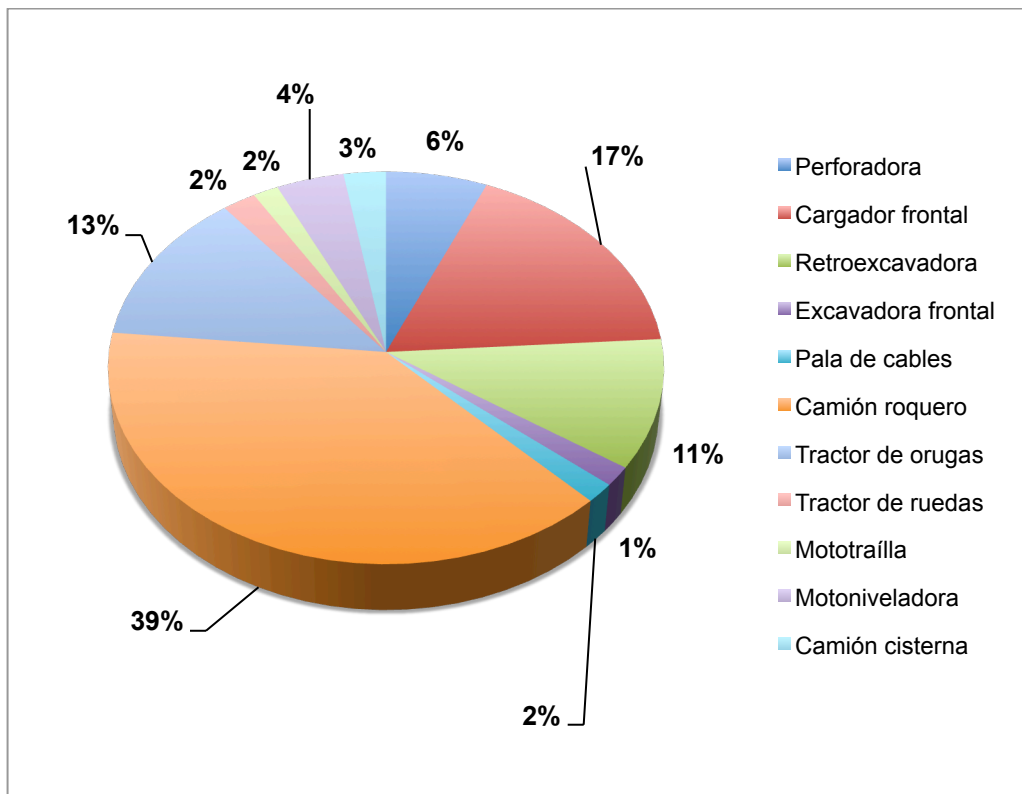


Gráfico 11. Distribución por tipo de equipos en las actividades mineras de los estados Zulia y Falcón

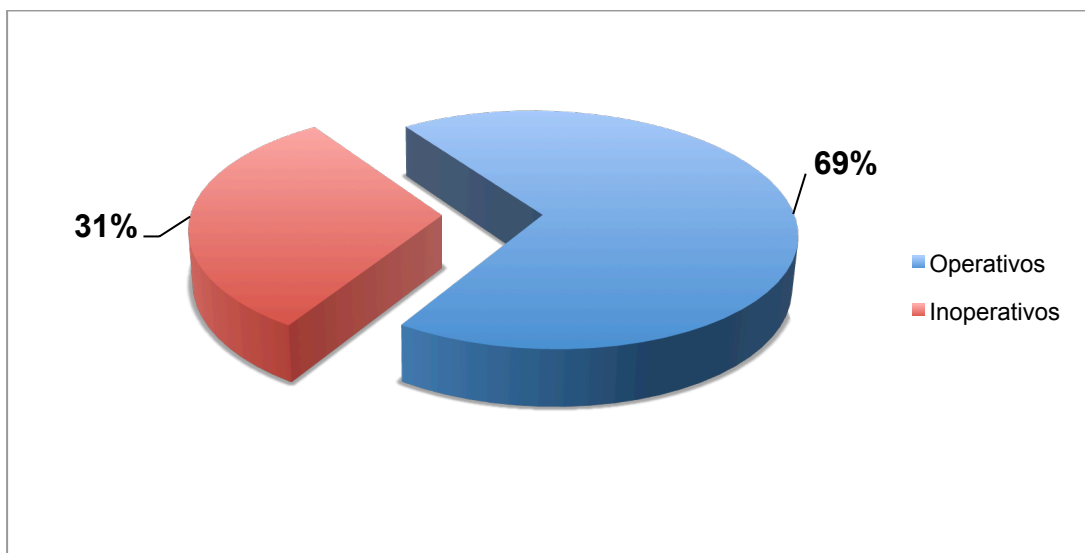


Gráfico 12. Distribución de equipos por estatus en las actividades mineras de los estados Zulia y Falcón

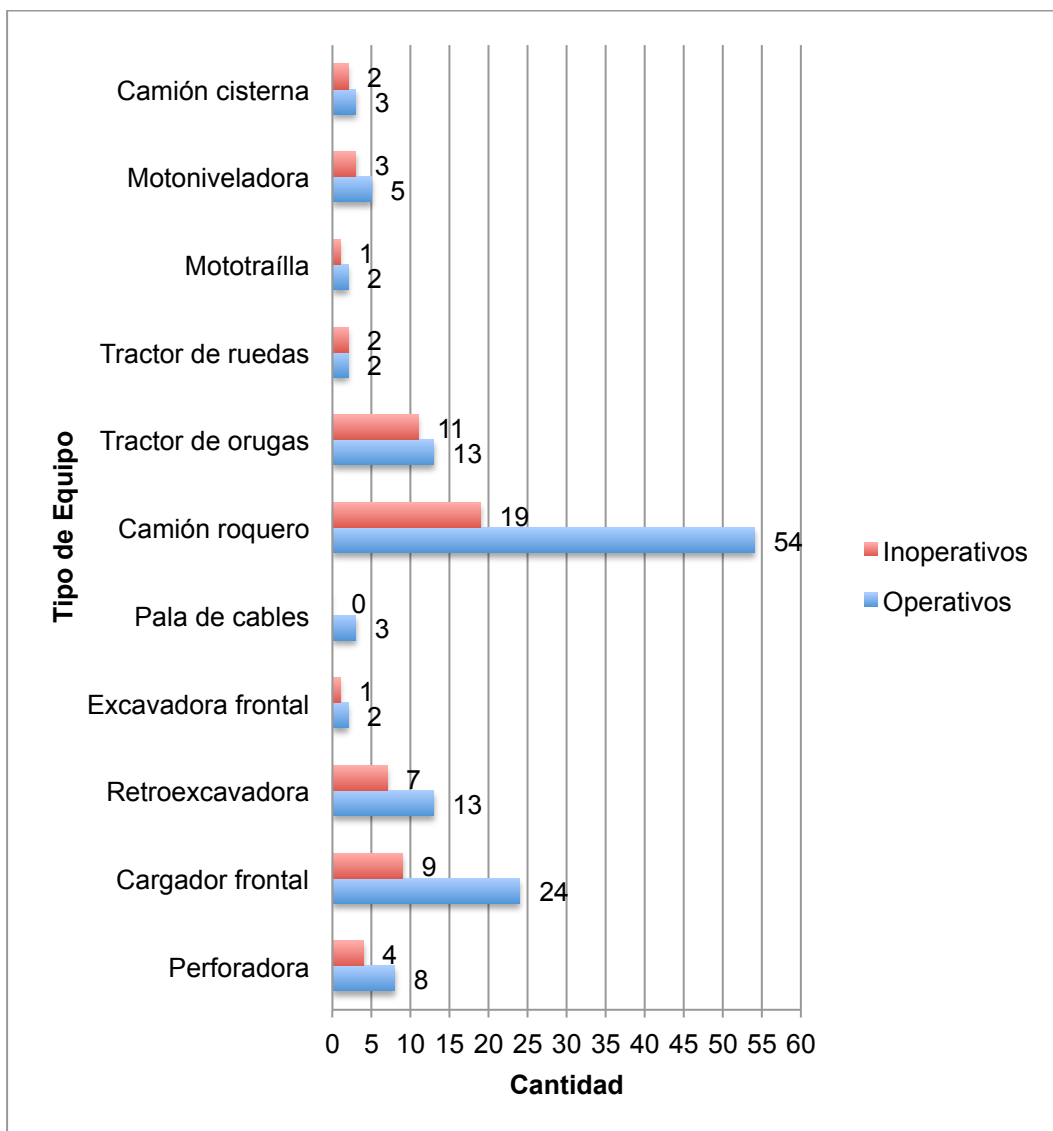


Gráfico 13. Distribución por tipo de equipos y condición operativa en las actividades mineras de los estados Zulia y Falcón

5.3. Análisis Causa-Raíz

A través del uso de las herramientas de la Confiabilidad Operacional, se realiza a continuación un modesto estudio de las fallas observadas en campo de los equipos más importantes dentro de las operaciones unitarias de minería de las empresas visitadas, mediante la aplicación de un Análisis Causa-Raíz. Dicho método es una técnica comprobada que ayuda a encontrar los problemas de la industria para eliminar el riesgo de repetición de averías recurrentes proporcionando criterios para mitigar las

mismas a futuro. En este caso el análisis consta de un resumen causa-consecuencia de fallas y un diagrama de modo de averías en los distintos equipos.

- Perforadoras:

En la tabla 51 se resumen las averías más frecuentes en estos equipos:

Tabla 51. Fallas frecuentes en perforadoras

Perforadoras			
Falla	Frecuencia	Causa	Consecuencia
Mecánicas	2/4	<ul style="list-style-type: none"> - Fallas en el compresor de aire - Sistemas de engranajes - Fallas en el tren de potencia 	<ul style="list-style-type: none"> - Bajo rendimiento en la perforación - Parada de la máquina - Calentamiento del motor
Hidráulicas	2/4	<ul style="list-style-type: none"> - Fallas en el sistema de bombas - Fallas en las mangueras 	<ul style="list-style-type: none"> - Parada de la máquina - Baja presión en los circuitos hidráulicos - Fugas de aceite

- ✓ Fallas Mecánicas:

Dentro de las fallas mecánicas observadas con mayor frecuencia en las perforadoras se encuentran averías en el compresor de aire, en los sistemas de engranajes y en el tren de potencia, como se puede observar en la tabla 51.

Los motivos de dichos desperfectos mecánicos no fueron revelados, sin embargo, se pueden establecer una serie de hipótesis que ayudarán a determinar la causa que pudo haber generado dicho falla.

Por ser el entorno de trabajo de una perforadora un ambiente hostil, por decirlo de alguna forma, las condiciones en las que dicha máquina opera es uno de los principales aspectos a tomar en cuenta, siendo la dureza de la roca el factor más influyente dentro de este punto. Aunado a esto, la pericia del operador a la hora de utilizar el equipo de forma correcta es otro tema importante que resaltar si se quiere hallar la causa de este desperfecto mecánico. Por último, la ejecución puntual de rutinas de mantenimiento preventivo y cambio de piezas de mayor desgaste, se puede considerar como otro punto que pudo haber influenciado en la aparición recurrente de este tipo de fallas en las perforadoras.

El hecho que ocurran este tipo de averías genera entonces consecuencias como: bajo rendimiento a la hora de la perforación y en el peor de los casos, la inoperatividad del equipo, situación que afecta directamente la disponibilidad física y por ende, la producción de mineral por parte de las empresas.

✓ Fallas hidráulicas:

Las fallas hidráulicas más frecuentes en las perforadoras fueron en el sistema de bombas y en las mangueras, presentándose en el 50% de los equipos registrados como inoperativos (tabla 51). Con respecto al primer punto, se puede establecer como hipótesis más fuerte que la causa de falla pudo haber sido generada por la inadecuada práctica de lubricación al sistema. La calidad del flujo hidráulico empleado en este mecanismo es vital para el buen funcionamiento del equipo. La contaminación del mismo introduce partículas abrasivas al circuito lo que puede originar un serio deterioro en las piezas internas de las bombas, alterando las dimensiones físicas de las mismas y por ende, la obtención de prestaciones óptimas de rendimiento. Asimismo, el hecho de que el equipo trabaje en un ambiente con mucho polvo y particulado atmosférico da pie a que éste se pueda introducir al aparataje hidráulico, bien sea a través de los cilindros o cualquier punto de dicho sistema. También se puede mencionar el factor humano, donde la inexperiencia del operador junto con el

desconocimiento de la geología del área, pueden ser causantes de averías debido a la mala manipulación del equipo.

Por otra parte, en lo que se refiere a las mangueras, se observó en campo que las mismas presentaban síntomas de desgaste y agrietamiento lo que conllevaba al rompimiento de éstas. Según fue comentado por varias empresas cuando ocurría la falla, las mangueras utilizadas para reemplazar las defectuosas eran genéricas y no las que por especificaciones de fábrica debían ser las correctas, por ser más económica y representar una solución rápida. Este hecho puede ser la causa de mayor fuerza a la recurrencia de este tipo de avería por no ser el repuesto adecuado para solventar la situación presentada.

Esto trae como consecuencia directa fugas y bajas presiones de aceite dentro del sistema hidráulico, así como un pobre desempeño a la hora de ejecutar la operación para la cual está diseñada la perforadora, lo que puede llevar al final a la inoperatividad del equipo.

En el gráfica 14, se observa las fallas más recurrentes notificadas en campo:

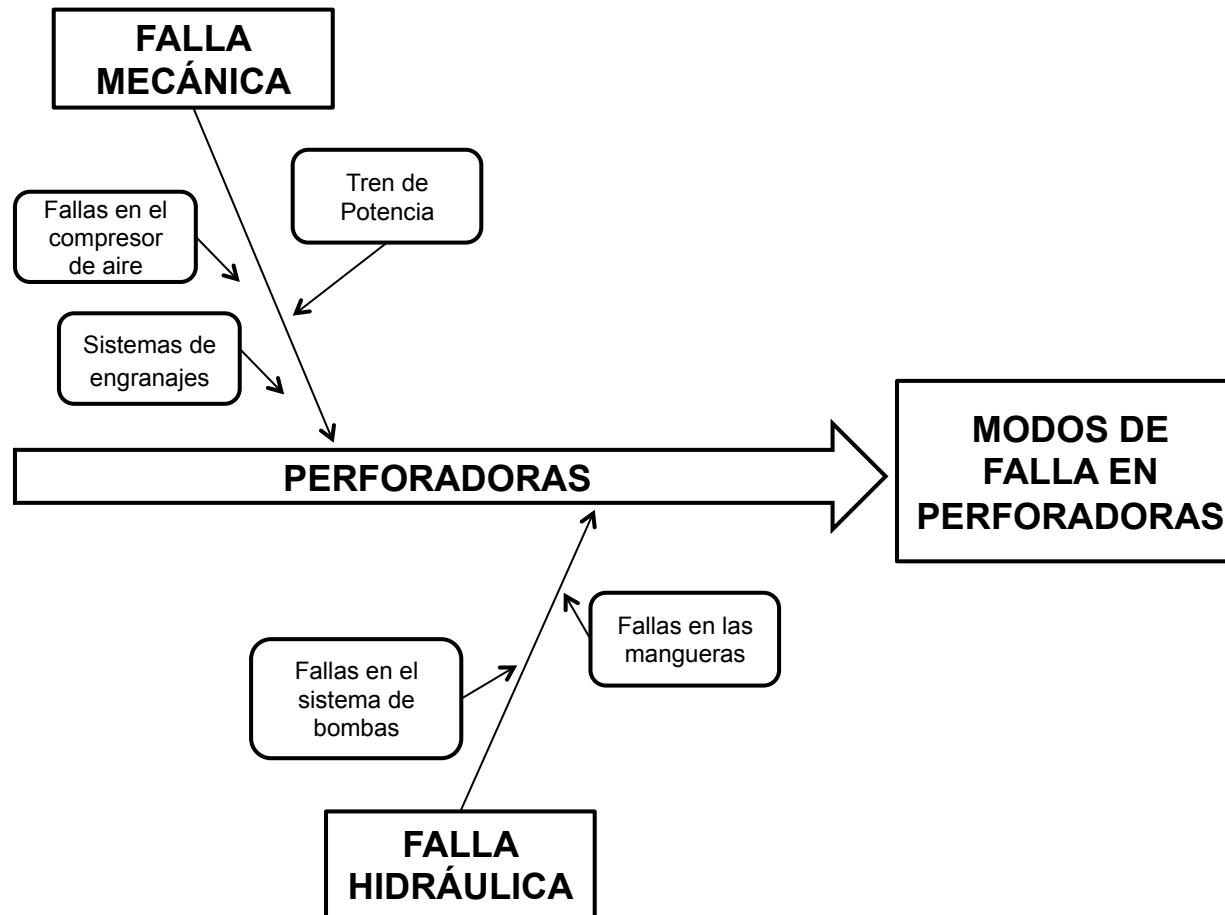


Gráfico 14. Diagrama de modos de fallas frecuentes en perforadoras

- Excavadoras (retros, frontales y de cables):

Las fallas más frecuentes en las excavadoras se presentan en la tabla 52:

Tabla 52. Fallas frecuentes en excavadoras (retro, frontales y de cables)

Excavadoras (Retro, frontales y de cables)			
Falla	Frecuencia	Causa	Consecuencia
Mecánicas	7/8	<ul style="list-style-type: none"> - Desgaste general del motor - Problemas de inyección de combustible en el motor 	<ul style="list-style-type: none"> - Bajo rendimiento del motor - Falta de potencia a la hora del trabajo - Parada de la máquina - Calentamiento excesivo del motor - Desgaste de pistones
Hidráulicas	5/8	<ul style="list-style-type: none"> - Fallas generales en los sistemas hidráulicos - Fuga de aceite en las mangueras - Fallas en la bombas 	<ul style="list-style-type: none"> - Baja presión de aceite en el sistema hidráulico - Paro de la máquina - Poca fuerza de penetración en la excavación
Estructurales	4/8	<ul style="list-style-type: none"> - Tren de rodaje - Elementos cortantes del balde - Cabina deteriorada 	<ul style="list-style-type: none"> - Dificultad para la movilidad del equipo - Poca penetración en la excavación - Condición insegura para el operador

✓ Fallas mecánicas:

Las fallas mecánicas representaron las más recurrentes en estos equipos, presentándose en casi la totalidad de las excavadoras, como se puede observar en la tabla 52.

El desgaste del motor fue el principal y más reiterado problema que enfrentaban las empresas con este tipo de equipo, presentándose en siete de ocho equipos en estatus inoperativo. Es factible que la causa principal de esta situación es la ocurrencia frecuente en cada uno de estos casos de problemas en la inyección dentro de los motores a diesel presentes en las máquinas. Esto trae como consecuencia directa el deterioro de los pistones, de los cojinetes y demás partes internas, generado por el aumento en la temperatura en los mismos, debido a la presencia excesiva de partículas de carbón en los rociadores de enfriamiento. Otro de los aspectos que pudieron dar puerta a esta avería, es el hecho de que las excavadoras se encuentren en el período de obsolescencia (si se utiliza como referencia la Curva de la Bañera), donde la mayoría de las unidades presentaba una elevada cantidad de horas de servicio y con el paso del tiempo, los elementos y piezas del motor empezaron a acusar síntomas de fatiga, corrosión y desgaste.

Además de esto, se puede mencionar que la escasez de políticas de mantenimiento preventivo en cada una de las compañías visitadas, es un punto que incide en el deterioro prematuro de esta parte vital del tren de potencia, además del trato que reciban las máquinas por parte de los operadores, a la hora de ejecutar sus labores cotidianas de arranque directo y carga de material.

✓ Fallas hidráulicas:

En general, las excavadoras que se encontraban en reparación para el momento de la recopilación de los datos, exhiben problemas generales en los sistemas hidráulicos, específicamente en las bombas y en las

mangueras, como se puede valorar en la tabla 52, donde cinco de ocho equipos acusaban de dichas averías.

Al igual que en el caso de las perforadoras, se puede partir del punto que la inadecuada lubricación de los circuitos hidráulicos y la contaminación del aceite puede ser una de las causas generadoras de fallas en las bombas. Asimismo, la experiencia del operador en labores de arranque directo y carga de material es un tema que hay que mencionar dentro de nuestras hipótesis. La falta de pericia o entrenamiento del mismo puede traer consigo situaciones problemáticas como la sobrecarga de material, lo que causa que las bombas sean exigidas excesivamente, acortando su vida útil y en el peor de los casos, generando daños tanto en éstas como en el sistema hidráulico en general, que traigan como consecuencia la inoperatividad del equipo.

Con respecto a las mangueras, se presentó la misma situación descrita en el equipo anterior, donde son empleados repuestos genéricos en vez de originales para solucionar ocurrencias de esta índole, pudiendo ser un causante en la recurrencia de este tipo de falla. Por otra parte, se puede mencionar que la mala acción operativa de la máquina es también un factor a tomar en cuenta, lo que puede generar daños por abrasión y corte de las mangueras.

En consecuencia, esta clase de averías origina situaciones como bajas presiones en el sistema hidráulico en general, pérdidas y fugas de flujo, escasa fuerza de penetración en el terreno y al paro total de la excavadora.

✓ Fallas estructurales:

Del total de las excavadoras en estatus inoperativo, el 50% de las unidades presentaban averías en su estructura física (tabla 52). Los elementos cortantes del balde, el tren de rodaje, así como la cabina de los equipos, fueron las partes que presentaron más deterioro y de manera recurrente.

En primer lugar, los elementos cortantes del cucharón mostraron signos de un notable desgaste. Las condiciones de trabajo y la geología del área, pueden ser tomados como los primeros factores que inciden directamente en la ocurrencia de este inconveniente. Sin embargo, teniendo en cuenta que los dientes del balde son componentes de continuo reemplazo, el principal agente influyente en que las máquinas se encuentren inoperativas por este tipo de avería, es la escasez de repuestos, situación que afecta a una gran parte de las empresas que fueron visitadas. Esto genera como consecuencia un desempeño pobre en la penetración del cucharón en el material, incidiendo de manera contraproducente en la productividad de la excavadora.

En segundo lugar, el tren de rodaje es el otro elemento que en este caso ocurre con frecuencia. Las orugas desgastadas y las zapatas rotas, son las partes que se observaron con mayor deterioro. Los principales causantes de este tipo de fallas pueden ser las condiciones de las superficies donde se mueve la máquina, por falta de limpieza de los frentes o la abrasividad del material por el que se traslada la excavadora los que generan un desgaste que puede ser intenso en los componentes del tren de rodaje. También la falta de mantenimiento preventivo, escasez de repuestos y/o mala escogencia del ancho de la zapata al momento de la adquisición del equipo, pueden ser factores influyentes en la aparición de estos deterioros.

Como consecuencia de esta avería, la máquina suele tener dificultades para movilizarse o en la peor de las situaciones, la incapacidad total de poder trasladar la excavadora de un sitio a otro.

En el gráfico 15 que se presenta a continuación se refleja de manera esquemática las fallas más recurrentes observadas y reportadas en campo:

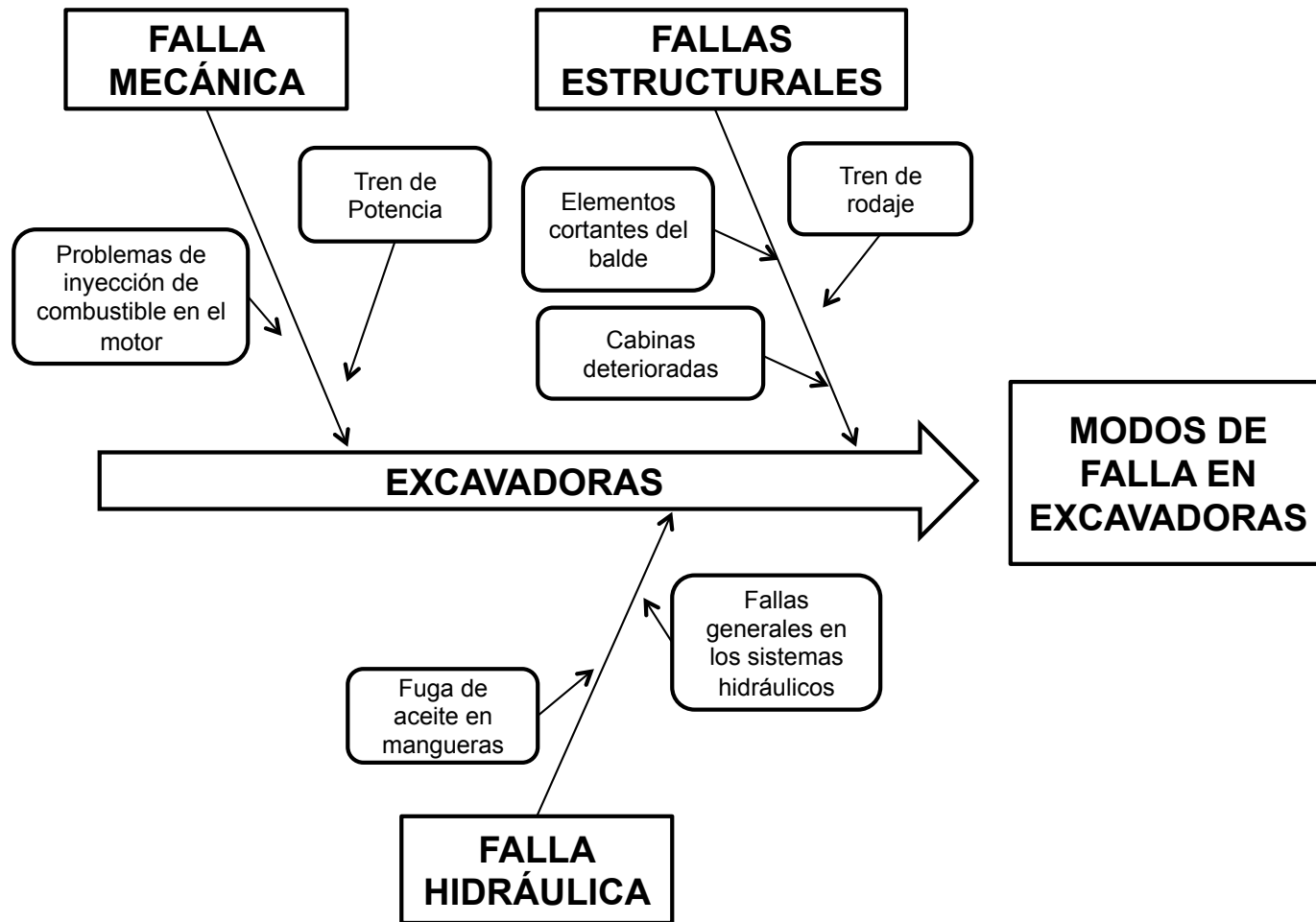


Gráfico 15. Diagrama de modos de falla recurrentes en excavadoras (retro, frontales y de cables)

- Cargadores frontales:

En la siguiente tabla 53 se condensan las fallas más repetitivas en los cargadores frontales:

Tabla 53. Fallas más frecuentes en cargadores frontales

Cargadores Frontales			
Falla	Frecuencia	Causa	Consecuencia
Mecánicas	6/9	<ul style="list-style-type: none"> - Fallas en el convertidor de torque - Tren de potencia - Fallas en la caja de cambios - Problemas con la inyección de combustible 	<ul style="list-style-type: none"> - Paro de la máquina - Escasa potencia para la operación de carga - Problemas en la movilidad del equipo - Calentamiento del motor
Hidráulicas	9/9	<ul style="list-style-type: none"> - Cilindros hidráulicos desgastados - Fugas de aceite - Mangueras rotas - Fallas generales en los sistemas hidráulicos 	<ul style="list-style-type: none"> - Bajo desempeño en la excavación - Baja presión de aceite - Paro de la máquina
Estructurales	4/9	<ul style="list-style-type: none"> - Elementos cortantes del balde desgastados - Neumáticos desgastados - Cabina deteriorada 	<ul style="list-style-type: none"> - Poca fuerza de penetración en la carga de material - Poca tracción - Condición insegura para el operador - Paro de la máquina

✓ Fallas mecánicas:

Las fallas mecánicas que presentaron los cargadores frontales en estatus inoperativo se hallaban en el tren de potencia en componentes como el convertidor de torque, la caja de cambios y la inyección de combustible en el motor (tabla 53).

El convertidor de torque y la caja de cambios, son elementos mecánicos que con la acumulación de horas sufren un desgaste intenso (situación que es normal en este tipo de sistemas), por lo que una de las principales causas de fallas en estos mecanismos es el deterioro progresivo por el uso del equipo al acercarse al período de obsolescencia (Curva de la Bañera). Con respecto al primer componente nombrado, una causa de averías en este elemento puede ser también la existencia de partículas en el aceite (contaminado) que ocasionan un debilitamiento prematuro dentro de las partes que conforman al convertidor de torque. Esto trae como consecuencia la falta de fuerza en el equipo para su marcha y dificulta el desempeño óptimo del equipo en la operación que esté ejecutando.

Por otro lado, como fue descrito en la sección anterior (excavadoras) los problemas en la inyección de combustible genera un deterioro prematuro dentro del motor del equipo, causando calentamiento del mismo por la presencia excesiva de carbón en los rociadores que ayudan al enfriamiento de los pistones.

Es importante señalar que el factor humano también es un punto que puede incidir en la ocurrencia de este tipo de desperfectos, bien sea por inexperiencia del operador en la manipulación del equipo o en la falta de personal de servicio técnico capacitado a la hora de efectuar las rutinas de mantenimiento tanto preventivo como correctivo.

✓ Fallas hidráulicas:

Este tipo de averías son las más frecuentes en los cargadores frontales, como se puede observar en la tabla 53.

Como se ha mencionado en los dos casos anteriores, uno de los principales factores que inciden en la aparición de una falla hidráulica es la calidad del lubricante empleado en los sistemas, así como la experiencia del operador a la hora de efectuar la carga de material. En muchas ocasiones por falta de conocimiento, este puede ejecutar ciclos de trabajo en los que sobrecarga la máquina, situación que puede originar daños a las bombas hidráulicas.

En cuanto a los cilindros, existen una serie de situaciones causantes de fallas en éstos. En primer lugar, la instalación inadecuada en fábrica es una causa de averías en estos elementos. Asimismo, hay que tomar especial cuidado en estos casos en la limpieza y protección de los sellos ante cortes y rasguños. En segundo lugar, la descomposición química del material y la corrosión es otro punto a tener en cuenta, debido a que en la mayoría de las situaciones las fallas empiezan desde la parte interna del cilindro. Por último, la presencia de particulado (polvo) en el ambiente de trabajo puede generar desgaste al penetrar en el sistema hidráulico.

El hecho de que se presente una avería en los sistemas hidráulicos trae como consecuencias pérdida de presión y flujo de aceite, lo que a su vez se traduce en escasez de fuerza en la máquina para la excavación.

✓ Fallas estructurales:

Pasando a los datos estructurales: en cuatro de las nueve máquinas inoperativas se observó desgaste en los elementos cortantes del balde y en los neumáticos, así como cabinas muy deterioradas.

Los elementos cortantes del cucharón y los cauchos, son componentes que sufren destrozo progresivo a medida que va sumando horas de servicio un cargador frontal. Los principales causantes de desperfectos en los primeros son la condiciones de trabajo, donde influyen factores como la consistencia del frente y la abrasividad del material, por ejemplo; y en los segundos la superficie por la cual se desplaza el equipo. No obstante, no hay que dejar de agregar el factor humano en la influencia de apariciones de averías estructurales en la máquina.

Aunque no impliquen fallas que puedan causar el paro del equipo, esta acumulación de factores traen como consecuencia el progresivo bajo desempeño del mismo en la operación, incidiendo directamente en la producción de la empresa minera.

En el siguiente gráfico 16 se pueden observar las fallas más frecuentes en los cargadores frontales.

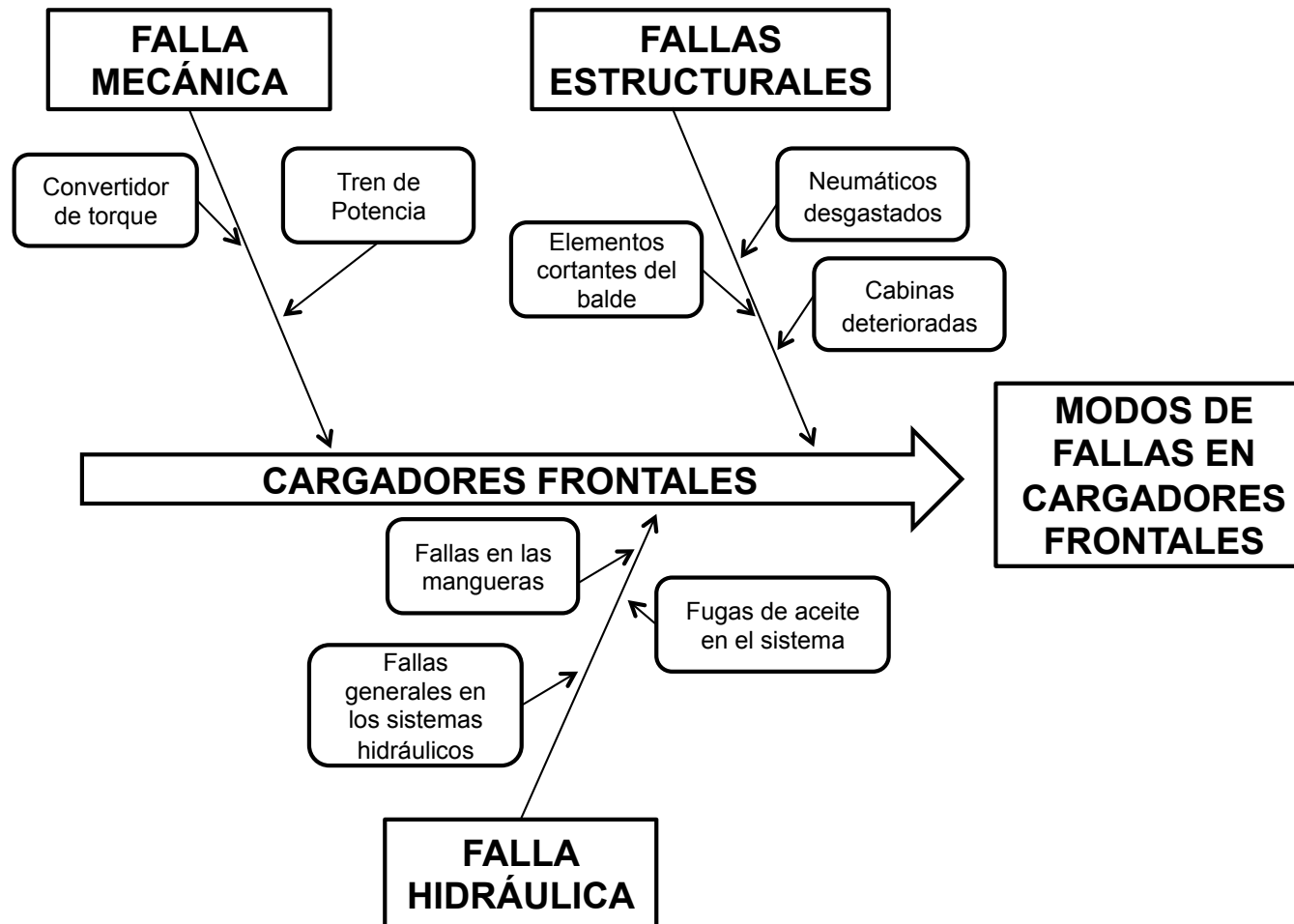


Gráfico 16. Diagrama de modos de falla recurrentes en cargadores frontales

- Camiones (roqueros y cisterna)

En la tabla 54 podemos apreciar cuales son las principales averías observadas en campo de estos equipos.

Tabla 54. Fallas frecuentes en camiones (roqueros y cisterna)

Camiones (roqueros y cisterna)			
Falla	Frecuencia	Causa	Consecuencia
Mecánicas	15/21	<ul style="list-style-type: none"> - Tren de potencia - Mandos finales - Mandos diferenciales - Problemas con la suspensión - Desgaste del motor - Motor fundido 	<ul style="list-style-type: none"> - Falta de potencia en el acarreo - Parada continuo de la máquina - Inestabilidad en la traslación del equipo - Desgaste no uniforme de los neumáticos
Hidráulicas	10/21	<ul style="list-style-type: none"> - Problemas generales en el sistema hidráulico - Fugas en el compresor de aire 	<ul style="list-style-type: none"> - Incapacidad para levantar la tolva y descargar material - Parada de la máquina

✓ Fallas mecánicas

En los camiones las fallas mecánicas pueden sobrevenir por una serie diversa de factores y circunstancias. Sobrecarga de las máquinas, mala condición de las vías dentro de la cantera y/o mina, carencia de mantenimiento preventivo y correctivo, inexperiencia o falta de entrenamiento formal del operador al momento de la conducción del equipo, son algunos de los puntos de mayor incidencia en la ocurrencia de un desperfecto mecánico.

✓ Fallas hidráulicas

Las averías en el sistema hidráulico pueden tener su origen en varios puntos. En primer lugar, la calidad del lubricante que se emplee dentro del circuito. El particulado atmosférico existente en el ambiente de la mina, que puede penetrar o adherirse a los cilindros hidráulicos en el izamiento de la tolva para la descarga. Igual que en las fallas mecánicas, la carga excesiva de material en el balde de equipo puede ser un factor causante de desperfectos dentro del sistema hidráulico y afectar también en el rendimiento del equipo.

En el siguiente gráfico 17 se presentan las averías reportadas en campo en este tipo de maquinaria:

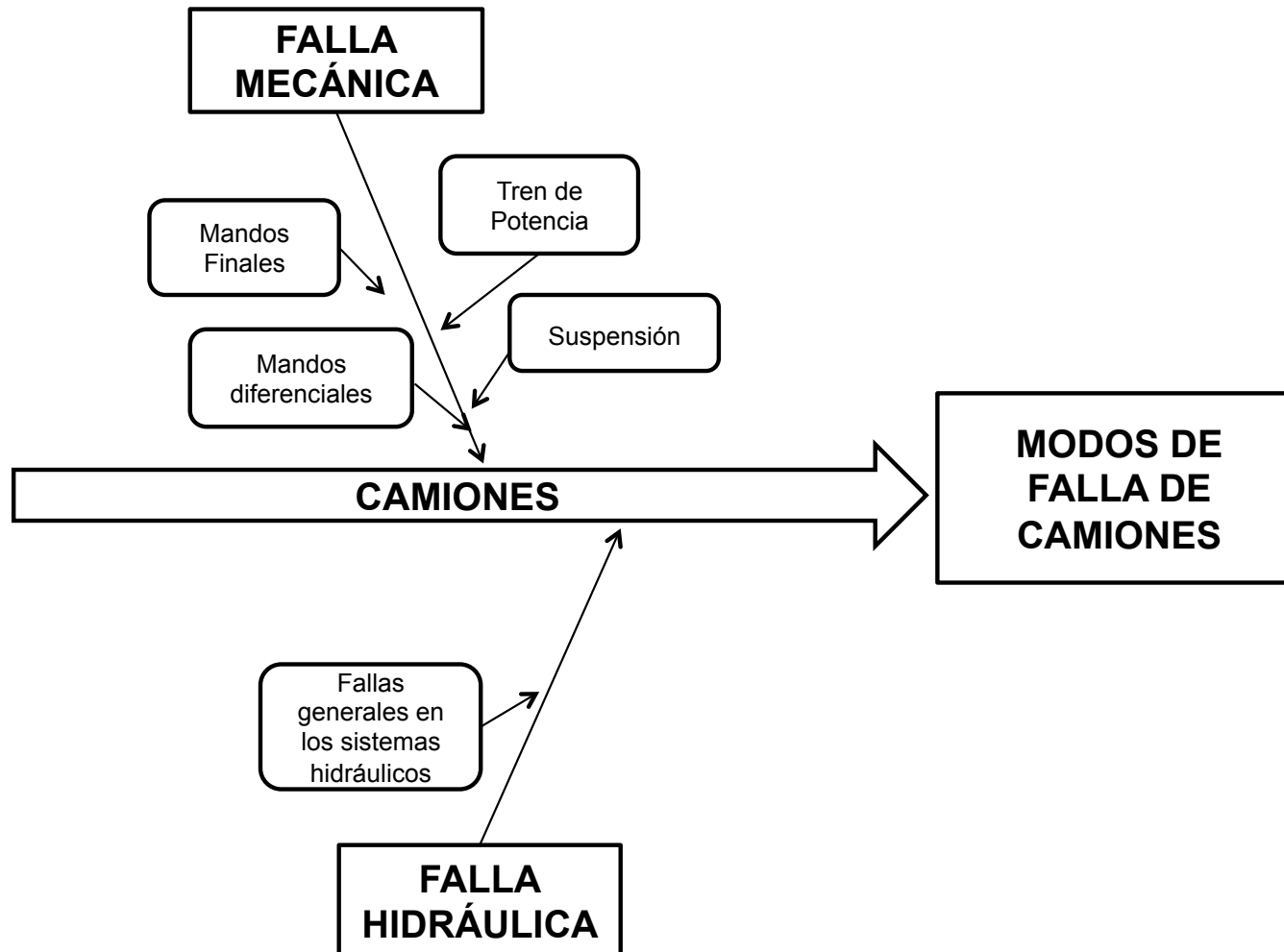


Gráfico 17. Diagrama de modos de falla recurrentes en camiones

Tractores de orugas

En la tabla 55 se agrupan las fallas más frecuentes en estos equipos.

Tabla 55. Fallas recurrentes en tractores de orugas

Tractores de oruga			
Falla	Frecuencia	Causa	Consecuencia
Mecánicas	9/11	<ul style="list-style-type: none"> - Falla en el convertidor de toque - Falla en la caja de cambios - Tren de potencia - Desgaste del motor 	<ul style="list-style-type: none"> - Falta de potencia en el trabajo - Parada de la máquina - Inconvenientes en la movilidad del equipo
Hidráulicas	8/11	<ul style="list-style-type: none"> - Vástagos desgastados (escarificador y hoja) - Fallas en los sellos - Fugas de aceite en el sistema - Mangueras rotas 	<ul style="list-style-type: none"> - Baja presión de aceite - Bajo rendimiento en la operación - Dificultad para el movimiento de la hoja - Pérdida de fluido hidráulico - Consumo excesivo de aceite - Parada de la máquina
Estructurales	8/11	<ul style="list-style-type: none"> - Tren de rodaje - Corrosión general del equipo - Cabinas deterioradas 	<ul style="list-style-type: none"> - Inconvenientes en la movilidad del equipo - Condiciones inseguras para el operador - Parada de la máquina

✓ Fallas mecánicas:

Dentro de los tractores tanto de orugas, las fallas mecánicas que se observaron (tabla 55) con mayor recurrencia, con presencia en 9 de 11 casos. Cabe acotar que este tipo de equipo fue el que reportó mayor porcentaje de inoperatividad de todos, si se toma en cuenta la población de éstos, donde 11 de 24 máquinas (casi un 50%) se encontraban en estatus inoperativo (ver tabla resumen 50).

La operación que ejecuta esta maquinaria es una de las más exigentes dentro de las actividades mineras. Desde el punto de vista mecánico, las fallas observadas con mayor frecuencia fueron en el tren de potencia en general (convertidor de torque, caja de cambios y motor). Uno de los principales causantes de desperfectos mecánicos que se pueden deducir es la influencia del operador del equipo a la hora de efectuar sus labores de trabajo cotidiano. En muchas ocasiones por falta de pericia o entrenamiento, puede ejecutar actividades para los cuales la máquina no está diseñada, forzándola inadecuadamente. Al momento de realizar trabajos exigentes, como subir una pendiente considerable, el trabajador tiene que tener la habilidad suficiente para no forzar de sobremanera al tren de potencia, que es una de las partes más susceptibles en este tipo de operación tan fuerte.

Por otra parte, el mantenimiento preventivo es otro punto a tomar en cuenta como raíz de fallas. El hecho de que no se manejen políticas de chequeo continuo de la maquinaria, es un elemento que influye en la aparición y recurrencia de desperfectos mecánicos, por no tener un registro de eventos en el que se lleve un control para predecir y prevenir averías a futuro, de modo que permitiera actuar antes de que algún componente falle. Obviamente, la disponibilidad de repuestos incide de forma directa en la ejecución o no de planes rigurosos de mantenimiento. Sin este elemento, por muchas intenciones que se tengan, no se puede llegar a nada, sobre todo en componentes de desgaste mecánico como lo son el motor, el convertidor de torque y la caja de cambios, como ya se dijo eran algunas de las razones de parada más frecuentes

✓ Fallas hidráulicas:

Vástagos desgastados, fatigas en los sellos, fugas de aceite en el sistema y mangueras desgastadas fueron las averías con mayor frecuencia dentro de los tractores (tabla 55).

Al igual que en el caso anterior, muchos de los desperfectos hidráulicos que se generan en estos equipos tienen como raíz principal el factor humano. Bien sea por mala operación (escarificar material sumamente compacto), por falta de mantenimiento o escoger el escarificador inadecuado para la operación, es uno de los causantes de fallas más común.

Como se ha mencionado previamente, la lubricación del sistema es el punto más importante. La existencia de partículas (ya sea del ambiente de trabajo o dentro del mismo aceite) que contaminen estos circuitos, es un factor que tarde o temprano será causante de averías tanto en las bombas hidráulicas, como en mangueras y vástagos. La pérdida o aumento de presión dentro de entorno puede originar rompimiento en los sellos y fugas de fluido, que se traduce inmediatamente en bajo rendimiento de la máquina y consumo excesivo de aceite.

✓ Fallas estructurales

Las fallas estructurales se presentaron en la mayoría de estos equipos en el tren de rodaje, como se puede observar en la tabla x.

Las condiciones de la superficie por la cual se traslada la máquina, la abrasividad del material, el tipo de operación, falta de mantenimiento y la experiencia del operador, son los puntos de mayor influencia en el origen de averías en el tren de rodaje y cada uno de sus componentes. En muchas ocasiones se observaron orugas prácticamente lisas, indicio de que están desgastadas, así como signos de corrosión en los elementos y partes de los tractores. Esto da señales de que son máquinas que se encuentran ya en el período de obsolescencia, tomando como referencia la Curva de la Bañera.

También, las cabinas presentaron un deterioro notable, representando una condición incómoda e insegura para el operador. El hecho de que no tenga protección, expone al trabajador ante el particulado atmosférico que se genere (polvo) de la labor y ante cualquier eventualidad que pueda ocurrir en el entorno.

En el gráfico 18 de Espina de Pescado se resumen las fallas presentadas por los tractores:

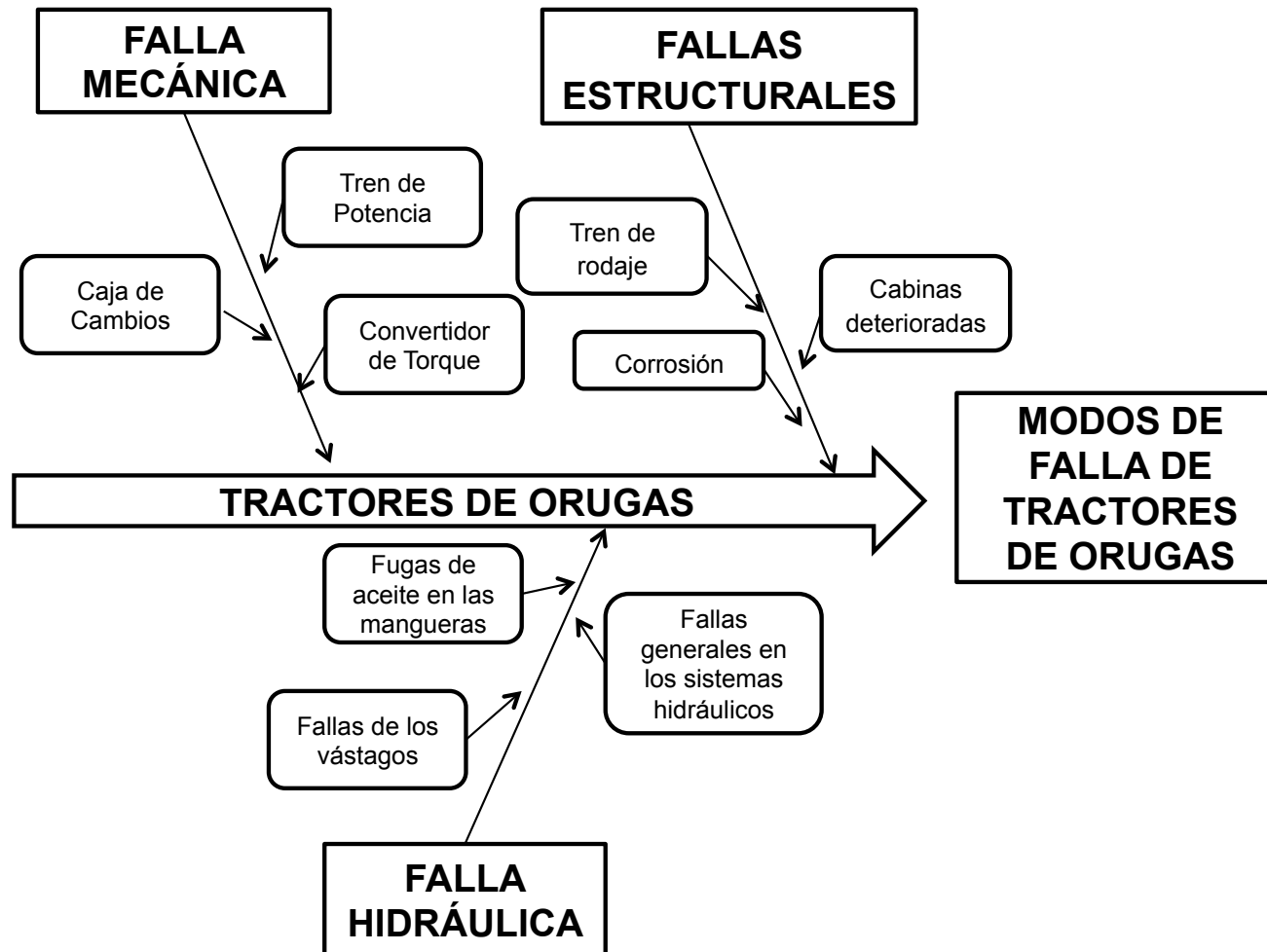


Gráfico 18. Diagrama de modos de fallas recurrentes en tractores de orugas

CONCLUSIONES

Fueron localizadas un total de 14 empresas dedicadas a la actividad minera en las entidades regionales propuestas para este estudio, de las cuales 5 están ubicadas en el estado Zulia y 9 en el estado Falcón. Entre las dos entidades regionales se contabilizaron una cantidad de 188 equipos entre los cuales se cuentan perforadoras, cargadores frontales, excavadoras hidráulicas frontales y retros, excavadoras de cables, camiones roqueros y cisternas, tractores de ruedas, tractores de orugas, mototraíllas y motoniveladoras.

De las 188 máquinas contabilizadas, 129 se encontraban operativas representando 69% de la población, mientras que las restantes 59 unidades se hallaban en estatus inoperativo: 31% de los equipos recopilados. La marca con mayor presencia en las dos entidades fue Caterpillar, debido a la trayectoria a través de los años en el país como proveedor confiable de maquinaria y a la amplia red de distribución de repuestos y servicio técnico especializado de la que dispone, a través de su distribuidor autorizado VENEQUIP, S.A.

El principal inconveniente que presentaron las empresas visitadas fue la escasez de repuestos y partes mecánicas en el país, para efectuar las distintas rutinas de mantenimiento tanto preventivo como correctivo. Esto hace que los tiempos de reparación sean considerablemente extensos, en buena parte por la espera por las piezas, afectando de forma contraproducente la producción prevista de las compañías.

En ambas entidades regionales, la adquisición de maquinaria usada es la tendencia principal a la hora de efectuar inversiones para el aumento de la flota o la sustitución de equipos. Este hecho conlleva a inferir que gran parte de las máquinas presentes en las operaciones mineras a cielo abierto de Zulia y Falcón, tienden a tener un número elevado de horas de

servicio. Por ende, es recomendable en la medida de las posibilidades realizar una renovación de la maquinaria en el corto plazo para evitar descensos en la producción del sector minero por la obsolescencia y antigüedad de los equipos que actualmente operan.

En las empresas del sector privado, existe una carencia notable de personal técnico capacitado tanto en operación como en labores de mantenimiento de máquinas mineras, por lo que el factor humano se convierte en una de las principales causas en la ocurrencia de desperfectos mecánicos en los equipos de este sector. Las operadoras mineras del sector público (CBG y CDG) son las empresas más organizadas, con la mayor infraestructura y el personal técnico más capacitado para llevar a cabo las operaciones mineras. Asimismo, disponen de la flota de equipos más numerosa con 102 unidades (54% del total de la población). Sin embargo, son las más afectadas en lo que se refiere a la adquisición de repuestos debido a lo engorroso y lento del trámite para la autorización de divisas.

Las herramientas de confiabilidad operacional permiten llevar un control adecuado del mantenimiento de flotas de maquinaria, así como fomentar la elaboración de registros de eventos (fallas, reparaciones, chequeos) que ayudan a optimizar los procesos de toma de decisiones a nivel gerencial al momento de presentarse una situación problemática. Un modelo de confiabilidad basado en un Análisis Causa Raíz reduce los tiempos para encontrar las causas posibles de fallas, genera una técnica estructurada de diagnósticos basados en listas de chequeo y provee un conocimiento para hacer frente a la resolución de averías futuras en los equipos que se desempeñen dentro de un mismo rubro mineral.

RECOMENDACIONES

Se requiere dar continuidad a esta línea de investigación en las empresas que no se visitaron y demás estados del país, para determinar la capacidad real con la que dispone el país para lograr las metas propuestas en planes nacionales y regionales, así como detectar las áreas donde se debe prestar mayor atención en los esfuerzos por recuperar y lograr la producción y desarrollo en las actividades mineras en la nación.

Realizar inversiones desde el Estado venezolano en el sector minero para la renovación de los equipos presentes en la actualidad, de forma tal de dar un impulso a la minería en el país y fomentar esta actividad que es vital para el desarrollo de la infraestructura nacional.

Elaborar continuamente cursos de formación técnica por parte de los proveedores de maquinarias dirigidos al personal que labora en las empresas, para garantizar la ejecución efectiva de las rutinas de mantenimiento, tanto preventivo como correctivo, el correcto empleo y manipulación de las mismas.

Fomentar el uso de las herramientas de confiabilidad operacional, técnicas estratégicas que pueden traer como resultado labores de mantenimiento más armoniosas, más eficientes, económicas y seguras, minimizando los costos de producción e incrementando la competitividad de las organizaciones.

Establecer estrategias para educar a las operadoras mineras en los pasos a seguir para la adquisición, reemplazo o desincorporación del parque de máquinas que incluya aquellos aspectos en la disposición final y reciclaje de materiales.

La necesidad de más entrenamientos y capacitación de manera especializada, bien sea por parte del Estado nacional o por iniciativa privada, que incluya la formación de operadores y mantenimiento de máquinas pesadas.

Efectuar estos estudios de manera periódica (por ejemplo, cada cinco años) donde se actualicen los datos de las operadoras mineras, de forma

que se pueda sistematizar esta información, que incluya una base de datos de equipos, producción, rubro y expectativas de la empresa en el sector que trabajan.

BIBLIOGRAFÍA

CRECENEGOCIOS (s.f.). Recuperado el 2011 de agosto de 2011, de (<http://www.crecenegocios.com/concepto-de-encuesta>)

CRUZ (s.f.). Recuperado el 2012 de Mayo de 28 , de http://www.cruzycia.cl/index.php?option=com_content&view=article&id=86&Itemid=73

GARCÍA, O. (s.f.). *Noria*. Recuperado el 2012 de Mayo de 2012, de <http://noria.com/sp/rw2005/memorias/ogarcia.pdf>

GARRIDO, M. (2012). *“Diseño y aplicación de una metodología de recolección y procesamiento de datos, referentes a equipos de minería a cielo abierto en los estados Vargas, Miranda y Distrito Capital”* . T.E.G. Universidad Central de Venezuela. En edición.

GRUPO EDITORIAL EDITEC (2011). *“Catastro de Equipamiento Minero”*. Chile. Año: 2011

ESPINOSA, F. (s.f.). *Confiabilidad Operacional de Equipos: Metodologías y Herramientas*. Chile: Universidad de Talca.

HERRERA, Juan (2006) *Métodos de minería a cielo abierto*. Universidad Politécnica de Madrid, Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas.

INSTITUTO TECNOLÓGICO GEOMINERO DE ESPAÑA (I.T.G.E) (1995) *Manual de arranque, carga y transporte en minería a cielo abierto*. Madrid

JIMÉNEZ M, María A (2009). *Paleontología Sistemática, Paleoecología y Catalogación en base de Datos con Software interactivo*. Trabajo Especial de Grado no publicado, Universidad Central de Venezuela, Escuela de Geología, Minas y Geofísica, Departamento de Geología. Caracas.

LÉXICO ESTRATIGRÁFICO EN LÍNEA (s.f.). Recuperado el 2 de Junio de 2012, de Código Geológico de Venezuela: <http://www.pdv.com/lexico/>

MALES, L., & MORALES, D. (s.f.) *Bibdigital*. Recuperado el 2 de Junio de 2012, de <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/557/1/CD-1066.pdf>

MANTENIMIENTO 4. (s.f.). Recuperado el 20 de mayo de 2012, de (<http://mantenimiento4.bligoo.es/fundamentos-de-mantenimiento-0>)

MANTENIMIENTO MUNDIAL. (s.f.). Recuperado el 20 de Mayo de 2012, de (<http://www.mantenimientomundial.com>)

NAVA (2004). Teoría de mantenimiento. Fiabilidad. Venezuela: Mérida.

OROPEZA T., Javier A., ZAMBRANO B., Adriana. *“Elaboración de una base de datos de geología urbana para fines de microzonificación sísmica para la ciudad de Caracas”*. Universidad Central de Venezuela. Año: 2006

RODRÍGUEZ, J. (s.f.). *Fallas en cilindros y bombas hidráulicas.* Recuperado el 2012 de Mayo de 28 , de <http://es.scribd.com/doc/43451247/Fallas-en-cilindros-y-bombas-hidraulicas>

TALLERES HIDRÁULICOS (s.f.). Recuperado el 2012 de Mayo de 27, de http://talleres-hidraulicos.com/es/tecnica.php?id_tecnica_resena=9

TRESPALACIOS Juan, VÁZQUEZ Rodolfo y BELLO Acebrón

VILLANUEVA, A. (2003) *Métodos de explotación minera a cielo abierto.* Inédito.

VÁSQUEZ (s.f.). *Apunte preliminar de diseño y operaciones de minas a cielo abierto.*

ANEXOS

**REGISTRO DE LA SITUACIÓN Y ESTADO FÍSICO DE LA
MAQUINARIA QUE OPERA EN LAS ACTIVIDADES MINERAS A CIELO
ABIERTO DE LOS ESTADOS ZULIA Y FALCÓN EN EL AÑO 2011**

Estado Zulia:

Agregados y materiales de construcción, S.A. (AMACO):

(Fotos tomadas durante la visita a la empresa)

Equipos de arranque:

Tipo de máquina	Cant.	Marca	Mod.	Pot. (HP)	Operativo	Propio o Alquilado (P/A)	Nuevo/ Usado (N/U)	Año de Adq.
Perforadora	1	Gardner-Denver	S/D	S/D	SI	P	U	> 20 años
Perforadora	1	Sullivan	S/D	S/D	NO	P	U	> 20 años

Equipos de carga:

Tipo de máquina	Cant.	Marca	Mod.	Cap.	Pot. (HP)	Operativo	Propio o Alquilado (P/A)	Nuevo/ Usado (N/U)	Año de Adq.
Cargador frontal	1	Caterpillar	980F	2 m ³	350	SI	P	U	2007
Cargador frontal	1	Caterpillar	966	2 m ³	220	NO	P	U	> 20 años
Retroexcavadora	1	Caterpillar	345 BL	1,5 m ³	320	NO	P	U	> 20 años
Retroexcavadora	1	Caterpillar	345 BL	1,5 m ³	320	SI	P	U	2007





Equipos de acarreo:

Tipo de máquina	Cant.	Marca	Mod.	Cap.	Pot. (HP)	Operativo	Propio o Alquilado (P/A)	Nuevo/ Usado (N/U)	Año de Adq.
Camión	1	Euclid	R 22	22 ton	220	SI	P	U	> 20 años
Camión	1	Euclid	R 22	22 ton	220	NO	P	U	> 20 años
Camión	1	Caterpillar	D25 D	25 ton	220	SI	P	U	2007





Equipos auxiliares:

Tipo de máquina	Cant.	Marca	Mod.	Pot. (HP)	Operativo	Propio o Alquilado (P/A)	Nuevo/ Usado (N/U)	Año de Adq.
Tractor de orugas	1	Caterpillar	D8K	305	NO	P	U	> 20 años



Carbones de la Guajira, S.A.

(Fotos facilitadas por la Gerencia de Mantenimiento de la empresa)

Equipos de arranque:

Tipo de máquina	Cant.	Marca	Mod.	Pot. (HP)	Operativo	Propio o Alquilado (P/A)	Nuevo/ Usado (N/U)	Año de Adq.
Perforadora	1	Ingersoll Rand	DM 50	S/D	SI	P	N	S/D



Equipos de carga:

Tipo de máquina	Cant.	Marca	Mod.	Cap.	Pot. (HP)	Operativo	Propio o Alquilado (P/A)	Nuevo/ Usado (N/U)	Año de Adq.
Excavadora frontal	1	O&K	RH200	26 m ³	2060	NO	P	N	S/D
Retroexcavadora	1	O&K	RH200	26 m ³	2060	SI	P	N	2006
Retroexcavadora	1	O&K	RH120	15 m ³	1350	NO	P	N	S/D
Retroexcavadora	1	O&K	RH40	7 m ³	640	NO	P	N	S/D
Retroexcavadora	1	Caterpillar	325 CL	2 m ³	188	NO	P	N	S/D



Equipos de acarreo:

Tipo de máquina	Cant	Marca	Mod.	Cap.	Pot. (HP)	Operativo	Propio o Alquilado (P/A)	Nuevo/ Usado	Año de Adq.
Camión	3	Caterpillar	789B	177 Ton	1705	33%	P	N	S/D
Camión	2	Caterpillar	789A	177 Ton	1705	NO	P	N	S/D
Camión	6	Caterpillar	789C	177 Ton	1791	50%	P	N	S/D
Camión	1	Caterpillar	777F	90 Ton	939	SI	P	N	S/D





Equipos auxiliares:

Tipo de máquina	Cant.	Marca	Mod.	Cap.	Pot. (HP)	Operativo	Propio o Alquilado (P/A)	Nuevo/ Usado (N/U)	Año de Adq.
Tractor de orugas	3	Caterpillar	D10N	N/A	520	33%	U	N	S/D
Tractor de orugas	1	Caterpillar	D9N	N/A	370	NO	U	N	S/D
Tractor de ruedas	1	Caterpillar	824C	N/A	316	NO	P	N	S/D
Cargador frontal	1	Caterpillar	992	5 m ³	550	SI	P	N	S/D
Cargador frontal	1	Caterpillar	988	7,6 m ³	325	SI	P	N	S/D
Motoniveladora	1	Caterpillar	16G	S/D	275	NO	P	N	S/D
Motoniveladora	1	Caterpillar	16H	S/D	285	SI	P	N	2007
Camión cisterna	1	Caterpillar	769D	40 ton	450	NO	P	N	S/D



Carbones del Guasare, S.A.

Equipos de arranque:

Tipo de máquina	Cant.	Marca	Mod.	Pot. (HP)	Operativo	Propio o Alquilado (P/A)	Nuevo/ Usado (N/U)	Año de Adq.
Perforadora	2	Drilltech	D75K	800	SI	P	N	S/D
Perforadora	2	Drilltech	D55SP	800	50%	P	N	S/D

Equipos de carga:

Tipo de máquina	Cant	Marca	Mod.	Cap.	Pot. (HP)	Operativo	Propio o Alquilado (P/A)	Nuevo/ Usado (N/U)	Año de Adq.
Pala de cables	2	P&H	2800 XPA	36 m ³	S/D	SI	P	N	S/D
Pala de cables	1	P&H	2800 XPB	36 m ³	S/D	SI	P	N	S/D
Excavadora frontal	1	O&K	RH200	26 m ³	2060	SI	P	N	S/D
Retroexcavadora	2	O&K	RH200	26 m ³	2060	SI	P	N	S/D
Cargador frontal	3	Caterpillar	994	10,3 m ³	1250	67%	P	N	S/D
Cargador frontal	1	Caterpillar	992	5 m ³	550	NO	P	N	S/D

Equipos de acarreo:

Tipo de máquina	Cant.	Marca	Mod.	Cap.	Pot. (HP)	Operativo	Propio o Alquilado (P/A)	Nuevo/ Usado (N/U)	Año de Adq.
Camión	10	Caterpillar	789B	177 Ton	1705	50%	P	N	S/D
Camión	25	Caterpillar	793C	220 Ton	2337	80%	P	N	S/D

Equipos auxiliares:

Tipo de máquina	Cant.	Marca	Mod.	Cap.	Pot. (HP)	Operativo	Propio o Alquilado (P/A)	Nuevo/ Usado (N/U)	Año de Adq.
Tractor de orugas	3	Caterpillar	D10N	N/A	520	33%	P	N	S/D
Tractor de orugas	2	Caterpillar	D9N	N/A	370	NO	P	N	S/D
Tractor de orugas	9	Caterpillar	D11R	N/A	770	77%	P	N	S/D
Tractor de ruedas	3	Caterpillar	824C	N/A	316	67%	P	N	S/D
Cargador frontal	1	Caterpillar	992	5 m ³	550	NO	P	N	S/D
Motoniveladora	4	Caterpillar	16G	S/D	275	50%	P	N	S/D
Camión cisterna	3	Caterpillar	789B	177 Ton	1705	67%	P	N	S/D

Concretos y construcciones Faría, S.A.

(Fotos tomadas durante la visita a la empresa)

Equipos de arranque:

Tipo de máquina	Cant.	Marca	Mod.	Pot. (HP)	Operativo	Propio o Alquilado (P/A)	Nuevo/ Usado (N/U)	Año de Adq.
Perforadora	2	Ingersoll Rand	ECM 350	350	50%	P	U	2006

Equipos de carga:

Tipo de máquina	Cant.	Marca	Mod.	Cap.	Pot. (HP)	Operativo	Propio o Alquilado (P/A)	Nuevo /Usado (N/U)	Año de Adq.
Cargador frontal	1	Caterpillar	980C	4 m ³	270	NO	P	U	1984
Cargador frontal	1	Caterpillar	966C	2 m ³	170	SI	P	U	1980
Cargador frontal	1	Hyundai	780A	4,5 m ³	380	NO	P	N	2007
Excavadora frontal	1	Caterpillar	245	4,5 m ³	325	SI	P	U	1983



Equipos de acarreo

Tipo de máquina	Cant.	Marca	Mod.	Cap.	Pot. (HP)	Operativo	Propio o Alquilado (P/A)	Nuevo/ Usado (N/U)	Año de Adq.
Camión	2	Euclid	R 50	50 Ton	640	50%	P	U	2006
Camión	1	Mack	R 600	S/D	S/D	SI	P	N	1974



Equipos auxiliares

Tipo de máquina	Cant.	Marca	Mod.	Pot. (HP)	Operativo	Propio o Alquilado (P/A)	Nuevo/ Usado (N/U)	Año de Adq.
Tractor de orugas	1	Caterpillar	D8	185	NO	P	U	2006



Cementos Catatumbo, C.A.

Equipos de arranque:

Tipo de máquina	Cant.	Marca	Mod.	Pot. (HP)	Operativo	Propio o Alquilado (P/A)	Nuevo/ Usado (N/U)	Año de Adq.
Perforadora	1	Atlas Copco	ECM 660	S/D	SI	P	N	2007
Perforadora	1	Ingersoll Rand	ECM 490	S/D	NO	P	N	1990
Perforadora	1	Ingersoll Rand	ECM 350	S/D	SI	P	N	1990

Equipos de carga:

Tipo de máquina	Cant.	Marca	Mod.	Cap.	Pot. (HP)	Operativo	Propio o Alquilado (P/A)	Nuevo/ Usado (N/U)	Año de Adq.
Cargador frontal	2	Caterpillar	988G	7 m ³	475	SI	P	U	2005 y 2010
Cargador frontal	2	Caterpillar	988B	6 m ³	375	50%	P	U	1991 y 1994

Equipos de acarreo:

Tipo de máquina	Cant.	Marca	Mod.	Cap.	Pot. (HP)	Operativo	Propio o Alquilado (P/A)	Nuevo/ Usado (N/U)	Año de Adq.
Camión	2	Komatsu	210 M	45 Ton	675	SI	P	N	1991 y 1994
Camión	1	Terex	TR 60	50 Ton	700	SI	P	N	2006
Camión	1	Caterpillar	775F	55 Ton	740	SI	P	N	2009

Equipos auxiliares:

Tipo de máquina	Cant	Marca	Mod.	Cap	Pot. (HP)	Operativo	Propio o Alquilado (P/A)	Nuevo/ Usado (N/U)	Año de Adq.
Tractor de orugas	1	Caterpillar	D9T	N/A	464	SI	P	N	2009
Tractor de orugas	1	Caterpillar	D9R	N/A	328	SI	P	U	2006
Tractor de orugas	1	Caterpillar	D9N	N/A	370	SI	P	U	S/D
Motoniveladora	1	Caterpillar	120H	S/D	145	SI	P	U	2008
Retroexcavadora	1	Caterpillar	320C	S/D	138	SI	P	U	2007
Camión cisterna	1	Mack	S/D	S/D	S/D	SI	P	N	2009

Estado Falcón

SAMFOR, S.A.:

(Fotos tomadas durante la visita a la empresa)

Equipos de arranque y carga:

Tipo de máquina	Cant	Marca	Mod.	Cap.	Pot. (HP)	Operativo	Propio o Alquilado (P/A)	Nuevo/ Usado (N/U)	Año de Adq.
Retroexcavadora	1	John Deere	225 LC	2 m ³	159	SI	P	N	S/D

Equipos de acarreo:

Tipo de máquina	Cant	Marca	Mod.	Cap.	Pot. (HP)	Operativo	Propio o Alquilado (P/A)	Nuevo/ Usado (N/U)	Año de Adq.
Mototrailla	3	Caterpillar	631 D	22 m ³	450	67%	P	N	S/D
Camión	1	Mack	S/D	16 m ³	S/D	SI	P	N	S/D
Camión	1	Internacional	S/D	12 m ³	S/D	SI	P	N	S/D

Equipos auxiliares:

Tipo de máquina	Cant	Marca	Mod.	Cap.	Pot. (HP)	Operativo	Propio o Alquilado (P/A)	Nuevo/ Usado (N/U)	Año de Adq.
Cargador frontal	1	Caterpillar	966D	3 m ³	200	SI	P	N	S/D
Cargador frontal	1	Caterpillar	950	1,5 m ³	130	SI	P	N	S/D
Retroexcavadora	1	John Deere	450 LC	3 m ³	380	SI	P	N	S/D





Industrias y construcciones de Venezuela, S.A. (SAINCOVEN):

Equipos de arranque y carga:

Tipo de máquina	Cant	Marca	Mod.	Cap.	Pot. (HP)	Operativo	Propio o Alquilado (P/A)	Nuevo/ Usado (N/U)	Año de Adq.
Retroexcavadora	1	Caterpillar	330	1,5 m ³	222	NO	P	U	S/D
Retroexcavadora	1	Caterpillar	320	1,5 m ³	128	SI	P	U	S/D

Equipos auxiliares:

Tipo de máquina	Cant	Marca	Mod.	Cap.	Pot. (HP)	Operativo	Propio o Alquilado (P/A)	Nuevo/ Usado (N/U)	Año de Adq.
Cargador frontal	1	Caterpillar	966 C	3,1 m ³	170	NO	P	U	S/D
Cargador frontal	1	Caterpillar	966 D	3,3 m ³	200	SI	P	U	S/D
Cargador frontal	1	Caterpillar	988F	6 m ³	400	SI	P	U	S/D

Inversiones y agregados Las Piedras, C.A. (INVERGRECA):

(Fotos tomadas durante la visita a la empresa)

Equipos de arranque y carga:

Tipo de máquina	Cant	Marca	Mod.	Cap.	Pot. (HP)	Operativo	Propio o Alquilado (P/A)	Nuevo/ Usado (N/U)	Año de Adq.
Retroexcavadora	1	Caterpillar	345	2 m ³	321	SI	P	U	1998

Equipos auxiliares

Tipo de máquina	Cant.	Marca	Mod.	Cap.	Pot. (HP)	Operativo	Propio o Alquilado (P/A)	Nuevo/ Usado (N/U)	Año de Adq.
Cargador frontal	1	Komatsu	WA550	5 m ³	353	SI	P	U	S/D
Cargador frontal	1	Caterpillar	966	2 m ³	140	NO	P	U	S/D





Concretera Dabajuro, C.A.:

Equipos de arranque y carga:

Tipo de máquina	Cant.	Marca	Mod.	Cap.	Pot. (HP)	Operativo	Propio o Alquilado (P/A)	Nuevo/ Usado (N/U)	Año de Adq.
Retroexcavadora	1	Hyundai	320	2 m ³	259	SI	A	N	S/D

Equipos de acarreo:

Tipo de máquina	Cant.	Marca	Mod.	Cap.	Pot. (HP)	Operativo	Propio o Alquilado (P/A)	Nuevo/ Usado (N/U)	Año de Adq.
Camión	2	Mack	S/D	15 m ³	S/D	SI	P	S/D	1981

Equipos auxiliares:

Tipo de máquina	Cant	Marca	Mod.	Cap.	Pot. (HP)	Operativo	Propio o Alquilado (P/A)	Nuevo/ Usado (N/U)	Año de Adq
Cargador frontal	1	Caterpillar	950	1,5 m ³	130	SI	P	U	S/D
Cargador frontal	1	Caterpillar	966	2 m ³	140	NO	P	U	S/D
Motoniveladora	1	Caterpillar	140G	S/D	150	SI	P	U	S/D

Bornak Internacional, C.A.:

Equipos de arranque y carga:

Tipo de máquina	Cant	Marca	Mod.	Cap.	Pot. (HP)	Operativo	Propio o Alquilado (P/A)	Nuevo/Usado (N/U)	Año de Adq.
Retroexcavadora	1	Caterpillar	320	1,5 m ³	128	SI	A	N	S/D

Equipos de acarreo:

Tipo de máquina	Cant.	Marca	Mod.	Cap.	Pot. (HP)	Operativo	Propio o Alquilado (P/A)	Nuevo/Usado (N/U)	Año de Adq.
Camión	1	Mack	R 600	12 m ³	S/D	SI	P	U	S/D

Equipos auxiliares:

Tipo de máquina	Cant.	Marca	Mod.	Cap.	Pot. (HP)	Operativo	Propio o Alquilado (P/A)	Nuevo/Usado (N/U)	Año de Adq.
Cargador frontal	1	Caterpillar	935F	3 m ³	140	SI	P	U	2011

Agregados Miranda, C.A.:

Equipos de arranque y carga:

Tipo de máquina	Cant	Marca	Mod.	Cap.	Pot. (HP)	Operativo	Propio o Alquilado (P/A)	Nuevo/Usado (N/U)	Año de Adq.
Retroexcavadora	1	Caterpillar	320 BL	1,8 m ³	128	NO	P	N	2005
Retroexcavadora	1	Caterpillar	330L	2,5 m ³	222	SI	P	U	2011
Retroexcavadora	1	Case	125B	1,8 m ³	S/D	NO	P	U	S/D

Equipos de acarreo:

Tipo de máquina	Cant	Marca	Mod.	Cap.	Pot. (HP)	Operativo	Propio o Alquilado (P/A)	Nuevo/ Usado (N/U)	Año de Adq.
Camión	4	Mack	S/D	12 m ³	S/D	SI	P	U	S/D

Equipos auxiliares:

Tipo de máquina	Cant	Marca	Mod.	Cap.	Pot. (HP)	Operativo	Propio o Alquilado (P/A)	Nuevo/ Usado (N/U)	Año de Adq.
Cargador frontal	1	Caterpillar	950F	2,2 m ³	170	SI	P	U	S/D
Cargador frontal	1	Caterpillar	926Y	1,6 m ³	105	SI	P	U	S/D
Cargador frontal	1	Caterpillar	977L	2,5 m ³	190	SI	P	U	S/D

Canteras de Matacanes:

Equipos de arranque y carga:

Tipo de máquina	Cant	Marca	Mod.	Cap.	Pot. (HP)	Operativo	Propio o Alquilado (P/A)	Nuevo/ Usado (N/U)	Año de Adq.
Retroexcavadora	1	Caterpillar	320L	1,8 m ³	128	SI	P	U	2007

Equipos de acarreo:

Tipo de máquina	Cant.	Marca	Mod.	Cap.	Pot. (HP)	Operativo	Propio o Alquilado (P/A)	Nuevo/ Usado (N/U)	Año de Adq.
Camión	2	Mack	S/D	15 m ³	S/D	SI	P	U	S/D
Camión	1	Ford	S/D	6 m ³	S/D	SI	P	U	S/D
Camión	1	Ford	S/D	15 m ³	S/D	SI	P	N	2008
Camión	1	Mack	S/D	26 m ³	S/D	SI	P	U	S/D
Camión	2	Mack	S/D	16 m ³	S/D	SI	A	S/D	S/D

Equipos auxiliares:

Tipo de máquina	Cant	Marca	Mod.	Cap.	Pot. (HP)	Operativo	Propio o Alquilado (P/A)	Nuevo/ Usado (N/U)	Año de Adq.
Cargador frontal	1	Caterpillar	950C	1,5 m ³	130	SI	P	U	2005
Cargador frontal	1	Caterpillar	938F	2,5 m ³	140	SI	P	U	2010

Fundo La Ponderosa:

Equipos de arranque y carga:

Tipo de máquina	Cant	Marca	Mod.	Cap.	Pot. (HP)	Operativo	Propio o Alquilado (P/A)	Nuevo/ Usado (N/U)	Año de Adq.
Cargador frontal	1	Caterpillar	966C	2 m ³	170	SI	P	U	1993

Inversiones Hermanos Molleja Petit, C.A.:

Equipos de arranque:

Tipo de máquina	Cant.	Marca	Mod.	Pot. (HP)	Operativo	Propio o Alquilado (P/A)	Nuevo/ Usado (N/U)	Año de Adq.
Tractor de orugas	1	Caterpillar	D8	185	SI	P	U	S/D

Equipos de carga:

Tipo de máquina	Cant.	Marca	Mod.	Cap.	Pot. (HP)	Operativo	Propio o Alquilado (P/A)	Nuevo/ Usado (N/U)	Año de Adq.
Cargador frontal	1	Caterpillar	966	2,1 m ³	140	SI	P	U	S/D