

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINERA Y
METALURGICA



**“MEJORA EN EL PROCESO DE ABASTECIMIENTO
DE COMBUSTIBLE PARA CAMIONES MINEROS”**

INFORME DE SUFICIENCIA
PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO DE MINAS

ELABORADO POR
HERNAN JACOB MARTINEZ DONGO

ASESOR
ING. TITO LUIS PALOMINO FLORES

LIMA – PERU

2014

AGRADECIMIENTO

A mi madre por el apoyo que solo ella sabe hacerlo,
a mi hermano Robert por la confianza, el apoyo y ayuda que me brindo,
a ellos les digo gracias por acompañarme en este camino
muchas gracias.

DEDICATORIA

A mi hija Yassira Maysa por ser la motivación
e inspiración a seguir adelante
en este camino.

RESUMEN

El proyecto se desarrolló en Xstrata Tintaya, una empresa minera cuya operación es a tajo abierto que produce concentrados y cátodos de cobre.

Las operaciones del ciclo de minado se realizan en forma continua durante las 24 horas. La mina para la operación unitaria de transporte de material minado (acarreo) cuenta con dos flotas (camiones CAT 793D y KOMATSU 830E).

Los camiones mineros después de realizar varios ciclos de trabajo, saldrán de su ruta para dirigirse al grifo, donde se abastecerán de combustible y continuaran con su jornada de trabajo. En esta zona (grifo) los operadores de los camiones realizaran todo el procedimiento establecido para el llenado del tanque de combustible.

El sistema actual sigue un procedimiento, donde los operadores no cumplen con los tiempos establecidos, el cual genera demora en el tiempo del procedimiento de abastecimiento de combustible; esto genera un retraso en el acarreo, el cual puede ser aprovechado para transportar más material minado.

En este trabajo de investigación se propone lograr un orden y uso apropiado en el procedimiento de abastecimiento de combustible, eliminando así el tiempo excedente que se pueda generar en el grifo, de tal manera que los camiones se reintegren pronto al ciclo de minado y cumplan eficientemente con los tiempos establecidos; generando un aumento en el acarreo de material minado.

ABSTRACT

The project was developed in Tintaya Xstrata, a mining company whose operation is producing open pit copper concentrate and cathode.

The mining cycle operations are performed continuously for 24 hours. The mine operation unit for mining equipment transport (carry) has two fleets (trucks KOMATSU CAT 793D and 830E).

The mining trucks after performing several cycles of work, go out of their way to go to tap, where they will supply fuel and continue their work day. In this area (tap) the truck operators to follow with the procedure for filling the fuel tank.

The current system is a process where operators do not meet the established time, which generates the time delay in the process of refueling, this creates a delay in the carriage, which can be exploited to carry more material mined.

In this research aims to achieve order and appropriate use in the process of refueling, eliminating over time that can be generated at the tap, so that trucks would soon rejoin the cycle of mining and efficiently meet with set times, generating an increase in hauling material mined.

INDICE

	Pág.
INTRODUCCION	13
CAPITULO I.- ASPECTOS GENERALES	
1.1 La empresa	15
1.1.1 Xstrata en el mundo	15
1.1.2 Xstrata en el Perú	16
1.2 Xstrata Tintaya	17
1.2.1 Ubicación geográfica	17
1.2.2 Productos	18
CAPITULO II.- OPERACIONES MINA	
2.1 Perforación y voladura	21
2.1.1 Perforación	21
2.1.2 Voladura	22
2.2 Carguío y acarreo	22
2.2.1 Carguío	22
2.2.2 Acarreo	23
2.3 Construcción mina	25
2.4 Dispatch	26

CAPITULO III.- INDICES DE PERFORMANCE KPI

3.1	Presentación	27
3.2	Objetivos	27
3.3	Alcance	28
3.4	Recursos	28
3.5	Definición de los KPI	28
3.6	Reporte de indicadores de rendimiento	29

CAPITULO IV.- COSTOS EN PROCESO DE SULFUROS Y OXIDOS

4.1	Costos para proceso de sulfuros	31
4.2	Costos para proceso de óxidos	32

**CAPITULO V.- MEJORA EN EL PROCESO DE ABASTECIMIENTO DE
COMBUSTIBLE PARA CAMIONES MINEROS**

5.1	Procedimiento del abastecimiento de combustible	33
5.1.1	Definición	33
5.1.2	Descripción de las pistolas de abastecimiento de combustible	34
5.1.3	Procedimiento para despacho en el lector de llaves	35
5.1.4	Sub-procesos del procedimiento de abastecimiento de combustible	37
5.2	Desarrollo del proyecto	40
5.2.1	Tabla de datos	41

5.2.2	Tabla de tiempos promedios	43
5.2.3	Análisis gráfico de cada sub-proceso utilizando el Minitab	44
5.3	Sub-proceso 5 “Procedimiento para despacho en el lector de llaves” – Análisis de mejora de tiempo	52
5.4	Tabla de comparación entre tiempo promedio y tiempo mejorado	56
5.5	Sub-proceso 6: “Abastecimiento de combustible”	57
5.5.1	Cantidad mínima de combustible a abastecer	57
5.5.2	Consumo efectivo y consumo promedio	58
5.5.3	Ahorro de tiempo en sub-proceso abastecimiento de combustible	59
5.6	Evaluación de costos	61
	CONCLUSIONES	67
	BIBLIOGRAFIA	
	ANEXOS	

TABLA 2.1	Flota de perforadoras de la mina Tintaya	21
TABLA 2.2	Flota de palas de la mina Tintaya	23
TABLA 2.3	Flota de cargadores de la mina Tintaya	23
TABLA 2.4	Flota de camiones de la mina Tintaya	24
TABLA 2.5	Flota de equipos auxiliares de la mina Tintaya	26
TABLA 3.1	Reporte de indicadores de rendimiento para equipos de la mina	30
TABLA 4.1	Costos para proceso de sulfuros	31
TABLA 4.2	Costos para proceso de óxidos	32
TABLA 5.1	Sub-procesos del Procedimiento Abastecimiento de Combustible	40
TABLA 5.2	Toma de datos	42
TABLA 5.3	Tiempos promedios	44
TABLA 5.4	Valores de la media de los sub-procesos 1, 2, 3, 4, 5, 7, y 8	51
TABLA 5.5	Tiempo en el marcado del lector de llaves	53
TABLA 5.6	Comparación entre tiempo promedio y tiempo mejorado	56
TABLA 5.7	Capacidad del tanque combustible, % reserva combustible y cantidad mínima abastecer	58
TABLA 5.8	Consumo efectivo para CAT 793D	58
TABLA 5.9	Consumo efectivo para KOMATSU 830E	59
TABLA 5.10	Tiempo del abastecimiento de combustible para el flujo actual de 120 gal/min y dos flujos nuevos de 150 y 250 gal/min	60
TABLA 5.11	Ahorro de tiempo en sub-proceso abastecimiento de combustible	60

TABLA 5.12	% ahorro de tiempo en sub-proceso abastecimiento de combustible	61
TABLA 5.13	Datos de entrada	61
TABLA 5.14	Tiempo total por cada visita al grifo	62

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1.1	Mapa de ubicación	18
FIGURA 1.2	Diagrama de proceso metalúrgico	18
FIGURA 2.1	Modelo proveedor – cliente	20
FIGURA 5.1	Grifo María Cecilia	34
FIGURA 5.2	Pistola de abastecimiento de combustible	35
FIGURA 5.3	Registrador	36
FIGURA 5.4	Lector de llaves	37
FIGURA 5.5	Trancallantas	38
FIGURA 5.6	Conexión de la pistola de abastecimiento en la toma del tanque del combustible	38
FIGURA 5.7	Abastecimiento de combustible	39
FIGURA 5.8	Grafico I del sub-proceso 2	45
FIGURA 5.9	Grafico II del sub-proceso 2	45
FIGURA 5.10	Grafico I del sub-proceso 3	46
FIGURA 5.11	Grafico II del sub-proceso 3	46
FIGURA 5.12	Grafico I del sub-proceso 4	47
FIGURA 5.13	Grafico II del sub-proceso 4	47
FIGURA 5.14	Grafico I del sub-proceso 5	48
FIGURA 5.15	Grafico II del sub-proceso 5	48
FIGURA 5.16	Grafico I del sub-proceso 7	49
FIGURA 5.17	Grafico II del sub-proceso 7	49
FIGURA 5.18	Grafico I del sub-proceso 8	50

FIGURA 5.19 Grafico II del sub-proceso 8

50

NOMENCLATURA

min: minuto

gal: galón

t: tonelada

h: hora

\$: dólar americano

yd³: yarda cubica

TM: tonelada métrica

KPI: índices de performance (Key Performance Indicators)

Cu: cobre

lb: libra

∅ : diámetro

" : pulgada

d: día

INTRODUCCION

El proyecto se desarrolló en la mina Tintaya, mina a tajo abierto.

Los equipos de acarreo que están relacionados directamente con transportar el material minado del tajo son los camiones CAT 793D y KOMATSU 830E, estos equipos después de cumplir un determinado tiempo de trabajo en el ciclo de acarreo requieren abastecerse de combustible, el cual genera que se desvíen de su ruta en dirección al grifo ubicado en la mina (grifo María Cecilia) en donde los operadores abastecen de combustible a los camiones siguiendo el “procedimiento de abastecimiento de combustible”, seguidamente se reincorporan al ciclo de trabajo.

El objetivo del informe es mejorar el “procedimiento de abastecimiento de combustible” en el grifo, debido que se observó mal uso y demora por parte de los operadores en este procedimiento. Este proceso de mejora se basa en la toma de tiempos y el ahorro de tiempo que se pueda obtener al realizar correcciones y modificaciones para mejorar este procedimiento, seguidamente este tiempo ahorrado se transforma en t/h y finalmente se realiza una evaluación de costos.

Todo este análisis se realizó por etapas, se tomó en cuenta solo los camiones CAT 793D y KOMATSU 830E porque estos equipos realizan el acarreo del material

minado del tajo, luego se realiza toma de tiempos por cada sub-proceso del “procedimiento de abastecimiento de combustible”, siguiendo el análisis los tiempos de estos sub-procesos son evaluados usando el programa MINITAB para encontrar el mejor valor.

En la siguiente etapa, en el sub-proceso abastecimiento de combustible se propone aumentar el flujo de abastecimiento de combustible de 120 gal/h a 250 gal/h, el aumento de dicho flujo da como resultado un menor tiempo en el llenado del tanque de combustible.

Al realizar la mejora de los tiempos de todos los sub-procesos (procedimiento de abastecimiento de combustible) da como resultado un ahorro de tiempo total.

Finalmente el tiempo total ahorrado se evalúa y se transforma en t/h, de estos resultados se realizara una evaluación de costos y análisis de sensibilidad lo cual se lograra una ganancia anual de \$615,462.76 dólares americanos para un precio real, y \$984,925.43 dólares americanos anual para un precio optimista.

CAPITULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1 La empresa

1.1.1 Xstrata en el mundo

Xstrata es un grupo minero diversificado de envergadura mundial cuyas acciones se transan en las Bolsas de Valores de Londres y de Suiza. Su casa matriz está en Zug, Suiza.

Xstrata Copper, cuya sede central se encuentra ubicada en Brisbane, Australia, es una de las unidades de negocio de commodities que conforman el grupo Xstrata plc. Las operaciones mineras y proyectos de Xstrata Copper se distribuyen en ocho países: Australia, Argentina, Chile, Perú, Canadá, Estados Unidos, Filipinas y Papúa Nueva Guinea. La administración de sus operaciones mineras se realiza a través de cinco divisiones independientes, establecidas en las cercanías de las mismas, a saber: Queensland Norte, Alumbreira, Norte de Chile, Sur del Perú y Canadá. Asimismo, Xstrata Copper posee un negocio de reciclaje (Xstrata Recycling), con plantas en Estados Unidos y oficinas en Canadá y Asia.

1.1.2 Xstrata en el Perú

Xstrata Perú es parte de Xstrata Copper, división especializada en extracción de cobre, cuya oficina principal está ubicada en Brisbane, Australia.

Xstrata Perú inició sus actividades en las provincias de Cotabambas y Grau, Región Apurímac, en agosto de 2004 tras la adjudicación del Derecho de Explotación y de Opción de Desarrollar el Proyecto Minero Las Bambas, recibido a través de una exigente licitación pública internacional conducida por Pro-Inversión.

Desde entonces Xstrata Perú viene realizando importantes inversiones y trabajos de investigación e implementación de proyectos de desarrollo comunitario sostenible dentro del área de influencia del proyecto minero. En marzo del año 2005 la empresa empezó a desarrollar las actividades de exploración en Apurímac.

Asimismo, el 18 de mayo del 2006 la Compañía BHP Billiton transfiere Tintaya al Grupo Xstrata con la cual la nueva denominación es XSTRATA TINTAYA S.A.

1.2 Xstrata Tintaya

Tintaya empresa minera que produce concentrados y cátodos de cobre. Se encuentra ubicada en la provincia de Espinar, región Cusco, a 4100 metros sobre el nivel del mar y es parte de Xstrata Copper.

Mina Tintaya cuenta con una planta de óxidos que produce cátodos de cobre con una pureza de 99,999% de cobre y una planta de sulfuros que produce concentrados de cobre a través de un proceso de flotación.

1.2.1 Ubicación geográfica

Las instalaciones mineras de Xstrata Tintaya S.A., se encuentran localizadas en el distrito de Yauri, provincia de Espinar, Departamento de Cusco, al sureste del cinturón cuprífero de Andahuaylas - Yauri, en el Sur del Perú (Ver figura 1.1).

Este yacimiento se presenta a los 4100 m.s.n.m.; con las siguientes coordenadas geográficas: 14°55' Latitud Sur, 71°25' Long. Oeste y 14°60' Latitud Sur, 71°27' Long. Oeste.



Figura 1.1 – Mapa de ubicación

1.2.2 Productos

Cobre

Tratamiento

Los minerales de cobre pueden presentarse como sulfuros u óxidos, cada uno de ellos es tratado con un proceso metalúrgico diferenciado (Ver figura 1.2).

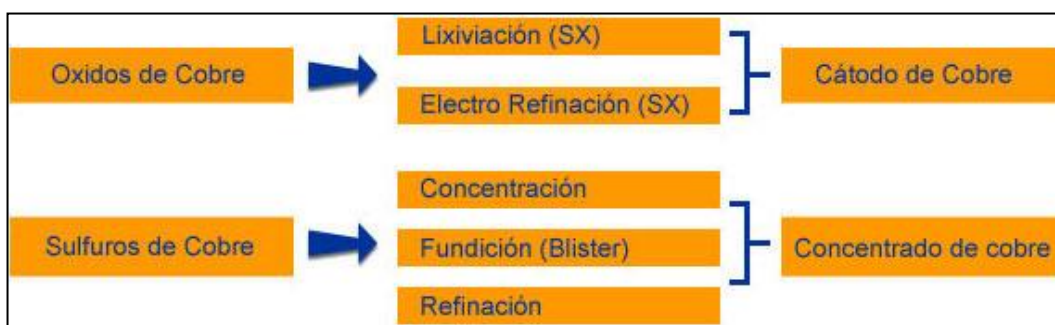


Figura 1.2 – Diagrama de proceso metalúrgico

Planta de Óxidos

El producto de la planta de óxidos es el cobre metálico en forma de planchas (Cátodos) que tienen una pureza de 99.999% de cobre, no requieren de otros procesos adicionales.

Planta de Sulfuros

En la planta de sulfuros se obtiene el concentrado de cobre a través de un proceso llamado flotación, que es la formación de burbujas donde se agrupan todas las partículas de cobre.

El producto de la planta de sulfuros es el concentrado de cobre que contiene un 30-32% de cobre. Es una tierra de color gris oscuro, que necesita

de otros procesos como la fundición y la refinación para finalmente obtener el cobre metálico.

CAPITULO II

OPERACIONES MINA

En la figura 2.1 se observa el modelo Proveedor – Cliente de la mina Tintaya, el modelo presenta el alineamiento horizontal de las actividades entre las diversas áreas de la mina.

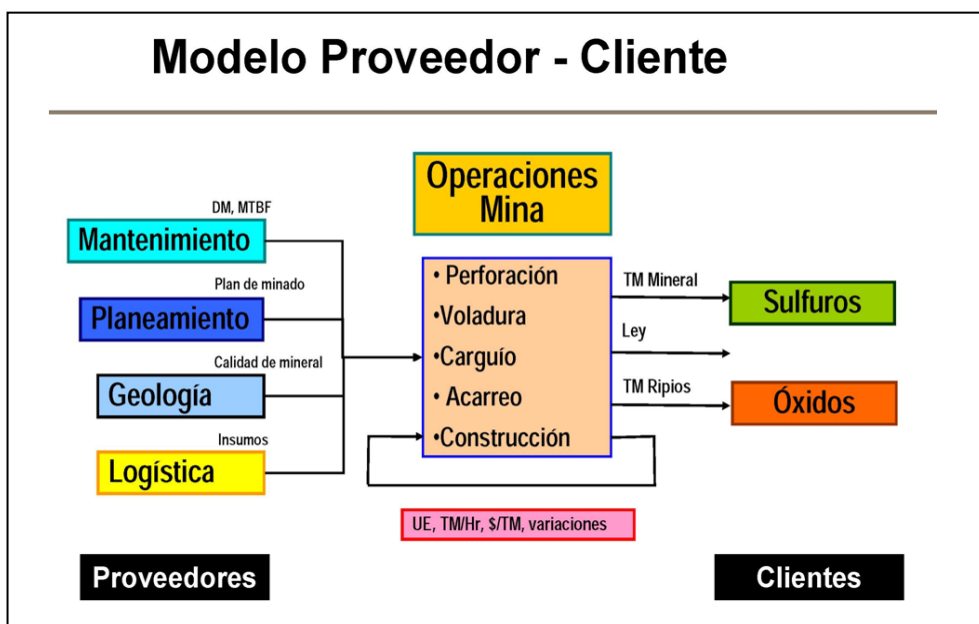


Figura 2.1 – Modelo proveedor – cliente

Las etapas de Operaciones Mina comprenden:

- Perforación
- Voladura
- Carguío
- Acarreo
- Construcción Mina

2.1 Perforación y voladura

2.1.1 Perforación

Operación unitaria inicial en la cadena de valor de la mina.

El objetivo de la perforación es realizar taladros en los bancos cumpliendo con la malla de perforación y con la profundidad requerida, para luego introducir en ellos el explosivo.

A continuación se muestra a detalle la flota de perforadoras usadas en la mina Tintaya a la fecha de julio del 2010 (tabla 2.1).

Tabla 2.1 - Flota de perforadoras de la mina Tintaya

FLOTA	EQUIPO	CODIGO	MARCA	MODELO	SISTEMA DISPATCH
PERFORADORAS	PERFORADORA DRILLTECH D90KSP	4006	DRILLTECH	D90KSP	SI
	PERFORADORA P&H 100B	4019	P&H	100B	SI
	PERFORADORA P&H 100B	4020	P&H	100B	SI
	PERFORADORA TRACKDRILL	4021	ROCK	L8	NO
	PERFORADORA TITON	4022	TITON	600	NO
	PERFORADORA BUCYRUS 39HR	4030	BUCYRUS	39HR	SI

Fuente: Administración Dispatch, Xstrata Tintaya S.A.

2.1.2 Voladura

Operación unitaria que libera y reduce el tamaño del material, a fin de ser transportado.

Proceso tercerizado: Contratista EXSA.

2.2 Carguío y acarreo

2.2.1 Carguío

Operación unitaria que extrae y deposita el material en equipos de transporte.

En XSTRATA TINTAYA el carguío se efectúa por medio de las Palas Eléctricas P&H y Cargadores CAT 988, CAT 992, CAT 994.

Flota:

2 Palas eléctricas P&H 2300XP, Capacidad de Balde 30 yd3

2 Palas eléctricas P&H 2800XPB, Capacidad de Balde 40 yd3

1 Cargador CAT 988

1 Cargador CAT 992

3 Cargadores CAT 994

En las tablas 2.2 y 2.3, se detalla la descripción de las palas y cargadores respectivamente, usadas en la mina a la fecha de julio del 2010.

Tabla 2.2 – Flota de palas de la mina Tintaya

FLOTA	EQUIPO	CODIGO	MARCA	MODELO	CAPACIDAD CUCHARA (yd3)	SISTEMA DISPATCH
PALAS	PALA P&H 2300	2040	P&H	2300XP	30	SI
	PALA P&H 2300	2041	P&H	2300XP	30	SI
	PALA P&H 2800	2050	P&H	2800XPB	40	SI
	PALA P&H 2800	2051	P&H	2800XPB	40	SI

Fuente: Administración Dispatch, Xstrata Tintaya S.A.

Tabla 2.3 – Flota de cargadores de la mina Tintaya

FLOTA	EQUIPO	CODIGO	MARCA	MODELO	SISTEMA DISPATCH
CARGADORES	CARGADOR CAT 988	5017	CATERPILLAR	988	NO
	CARGADOR CAT 992	5023	CATERPILLAR	992C	SI
	CARGADOR CAT 994	5021	CATERPILLAR	994	NO
	CARGADOR CAT 994	5026	CATERPILLAR	994	SI
	CARGADOR CAT 994	5028	CATERPILLAR	994	SI

Fuente: Administración Dispatch, Xstrata Tintaya S.A.

2.2.2 Acarreo

Operación unitaria que entrega el producto a los clientes internos, transportándolos a distintos destinos.

La actividad de acarreo en mina Tintaya tiene como finalidad de transportar el material estéril de la mina hacia los botaderos y el mineral hacia la Chancadora Primaria en caso de Sulfuros y Stock en caso de Óxidos. También transporta material del PAD de Lixiviación (Ripios) hacia un botadero determinado (Botadero Ripios), el material ripios es mezclado con material estéril de la mina en relación 1:1.

El sistema de acarreo está compuesto por camiones CAT 785B, CAT 793D y KOMATSU 830E.

Flota:

5 Camiones CAT 785B, Capacidad de Carga 136 TM.

6 Camiones CAT 793D, Capacidad de Carga 225 TM.

22 Camiones KOMATSU 830E, Capacidad de carga 210 TM.

En la tabla 2.4 se especifica la flota de camiones, utilizados en la mina Tintaya a la fecha de julio del 2010.

Tabla 2.4 – Flota de camiones de la mina Tintaya

FLOTA	EQUIPO	CODIGO	MARCA	MODELO	CAPACIDAD TM	SISTEMA DISPATCH
CAMIONES	CAMION CAT 785B	3034	CATERPILLAR	785B	136	SI
	CAMION CAT 785B	3035	CATERPILLAR	785B	136	SI

CAMION CAT 785B	3036	CATERPILLAR	785B	136	SI
CAMION CAT 785B	3037	CATERPILLAR	785B	136	SI
CAMION CAT 785B	3038	CATERPILLAR	785B	136	SI
CAMION KOMATSU 830E	3051	KOMATSU	830E	210	SI
CAMION KOMATSU 830E	3052	KOMATSU	830E	210	SI
CAMION KOMATSU 830E	3053	KOMATSU	830E	210	SI
CAMION KOMATSU 830E	3054	KOMATSU	830E	210	SI
CAMION KOMATSU 830E	3055	KOMATSU	830E	210	SI
CAMION KOMATSU 830E	3056	KOMATSU	830E	210	SI
CAMION KOMATSU 830E	3057	KOMATSU	830E	210	SI
CAMION KOMATSU 830E	3058	KOMATSU	830E	210	SI
CAMION KOMATSU 830E	3059	KOMATSU	830E	210	SI
CAMION KOMATSU 830E	3060	KOMATSU	830E	210	SI
CAMION KOMATSU 830E	3061	KOMATSU	830E	210	SI
CAMION KOMATSU 830E	3062	KOMATSU	830E	210	SI
CAMION KOMATSU 830E	3063	KOMATSU	830E	210	SI
CAMION KOMATSU 830E	3064	KOMATSU	830E	210	SI
CAMION KOMATSU 830E	3065	KOMATSU	830E	210	SI
CAMION KOMATSU 830E	3068	KOMATSU	830E	210	SI
CAMION KOMATSU 830E	3069	KOMATSU	830E	210	SI
CAMION KOMATSU 830E	3070	KOMATSU	830E	210	SI
CAMION KOMATSU 830E	3071	KOMATSU	830E	210	SI
CAMION KOMATSU 830E AC	3072	KOMATSU	830E AC	210	SI
CAMION KOMATSU 830E AC	3073	KOMATSU	830E AC	210	SI
CAMION KOMATSU 830E	3074	KOMATSU	830E	210	SI
CAMION CAT 793D	3080	CATERPILLAR	793D	225	SI
CAMION CAT 793D	3081	CATERPILLAR	793D	225	SI
CAMION CAT 793D	3082	CATERPILLAR	793D	225	SI
CAMION CAT 793D	3083	CATERPILLAR	793D	225	SI
CAMION CAT 793D	3084	CATERPILLAR	793D	225	SI
CAMION CAT 793D	3085	CATERPILLAR	793D	225	SI

Fuente: Administración Dispatch, Xstrata Tintaya S.A.

2.3 Construcción mina

Operación de soporte a la producción.

Flota:

7 Tractores de orugas (6 CAT D10 y 1 CAT D11)

5 Tractores de ruedas (1 CAT 844 y 4 CAT 834)

1 Manipulador de cables CAT 834

3 Motoniveladoras CAT 16H

1 Excavadora romperocas CAT 330

1 Retroexcavadora CAT 345

2 Cisternas de regadío CAT 785B

La tabla 2.5 presenta la descripción de los equipos auxiliares, usados en la mina a la fecha de julio del 2010.

Tabla 2.5 – Flota de equipos auxiliares de la mina Tintaya

FLOTA	EQUIPO	CODIGO	MARCA	MODELO	SISTEMA DISPATCH
TRACTORES DE ORUGA	TRACTOR DE ORUGAS CAT D10	6009	CATERPILLAR	D10N	NO
	TRACTOR DE ORUGAS CAT D10	6011	CATERPILLAR	D10R	NO
	TRACTOR DE ORUGAS CAT D10	6013	CATERPILLAR	D10R	NO
	TRACTOR DE ORUGAS CAT D10	6014	CATERPILLAR	D10R	NO
	TRACTOR DE ORUGAS CAT D10	6020	CATERPILLAR	D10RII	NO
	TRACTOR DE ORUGAS CAT D10	6022	CATERPILLAR	D10T	NO
	TRACTOR DE ORUGAS CAT D11	6023	CATERPILLAR	D11T	NO
TRACTORES DE RUEDA	TRACTOR DE ORUGAS CAT 844	6012	CATERPILLAR	844	NO
	TRACTOR DE ORUGAS CAT 834	6017	CATERPILLAR	834B	NO
	TRACTOR DE ORUGAS CAT 834	6018	CATERPILLAR	834B	NO
	TRACTOR DE ORUGAS CAT 834	6021	CATERPILLAR	834H	NO
	TRACTOR DE ORUGAS CAT 834	6024	CATERPILLAR	834H	NO
MANIPULADOR DE CABLES	TRACTOR DE ORUGAS CAT 834	6005	CATERPILLAR	834C	NO
MOTOS	MOTONIVELADORA CAT 16H	7006	CATERPILLAR	16H	NO
	MOTONIVELADORA CAT 16H	7007	CATERPILLAR	16H	NO
	MOTONIVELADORA CAT 16H	7008	CATERPILLAR	16H	NO
EXCAVADORAS	RETROEXCAVADORA CAT 330 Romperoca	8004	CATERPILLAR	330B	NO
	RETROEXCAVADORA CAT 345	8005	CATERPILLAR	345	NO

CISTERNAS	CAMION CAT 785B	3032	CATERPILLAR	785B	NO
	CAMION CAT 785B	3033	CATERPILLAR	785B	NO

Fuente: Administración Dispatch, Xstrata Tintaya S.A.

2.4 Dispatch

Sistema de administración remota de flotas. Emplea tecnología satelital GPS.

Objetivos:

- Incrementar la productividad de las operaciones.
- Control efectivo de tiempos y movimientos.
- Fuente de información de las operaciones.

CAPITULO III

INDICES DE PERFORMANCE KPI

Definición y cálculo de los índices de performance KPI.

3.1 Presentación

Esta parte del estudio presenta las definiciones generales y cálculo de los índices de performance utilizados en el Sistema Dispatch de Xstrata Tintaya.

3.2 Objetivos

Los objetivos del presente capítulo se detallan a continuación.

- Entendimiento de los índices de performance utilizados en Xstrata Tintaya.
- Cálculo de los índices de performance.
- Utilizar los valores de los KPI para compararlos con los valores de los últimos estimados y Budget de planeamiento.

3.3 Alcance

Los índices de performance están relacionados con distintas actividades de la mina, teniendo un alcance a las siguientes áreas.

- Operaciones Mina.
- Dispatch (Administración y Despacho).
- Mantenimiento Mina

3.4 Recursos

Los recursos que se emplean para el cálculo de los KPI, son los programas que ayudan en su cálculo y el personal capacitado, los que se mencionan a continuación.

- Reflection.
- Misti.
- Personal encargado de Administrador Dispatch y los Despachadores.

3.5 Definición de los KPI

Los índices de performance utilizados en el presente trabajo son:

a) Disponibilidad.-

Es el tiempo disponible del equipo con respecto al tiempo total. Nos indica que porcentaje del tiempo total el equipos está operativo.

b) Utilización / Uso de disponibilidad (UA).-

Es el tiempo neto operativo con respecto al tiempo disponible del equipo. Nos indica que porcentaje del tiempo disponible el equipo es utilizado en la producción.

c) Utilización efectiva / Utilización.-

Es el tiempo neto operativo con respecto al tiempo calendario. Nos indica el porcentaje del tiempo neto operativo con respecto al tiempo total.

3.6 Reporte de indicadores de rendimiento

De los datos extraídos del Misti se tiene los índices de performance KPI (ver tabla 3.1).

Tabla 3.1 – Reporte de indicadores de rendimiento para equipos de la mina

REPORTE DE INDICADORES DE RENDIMIENTO 01/01/2010a AL 06/07/2010b					
<i>Mining Information System Tintaya, Impreso el: 07/07/2010 08:26:48 a.m.</i>					
	TONELAJE, DISPONIBILIDAD, UTILIZACION, RENDIMIENTO				
EQUIPOS MINA	Tonelaje *	%Disp	%Util	Horas Operativas	Rendimiento (TM/hora)
PALAS Y CARGADORES					
2041	8,289,613	78.54	86.13	3,036.1	2,730.3
2040	6,990,024	77.24	81.32	2,819.0	2,479.6
PH2300	15,279,638	77.89	83.73	5,855.1	2,609.6
2050	12,884,224	87.26	85.03	3,329.7	3,869.5
2051	9,853,958	80.83	78.97	2,864.9	3,439.6
PH2800	22,738,181	84.04	82.00	6,194.6	3,670.7
Total Palas	38,017,819	80.97	82.86	12,049.7	3,155.1
5023	3,088,392	80.47	79.32	2,864.8	1,078.1
C992	3,088,392	80.47	79.32	2,864.8	1,078.1

5021	968,627	28.97	81.59	1,060.8	913.1
5026	3,884,052	77.65	86.90	3,028.4	1,282.6
5028	5,702,402	82.75	87.09	3,234.2	1,763.2
C994	9,586,455	80.20	86.99	6,262.5	1,530.8
5017		97.68	0.00	0.00	0.00
C988	0.00	97.68	0.00	0.00	0.00
Total Cargadores	12,674,847	66.85	73.79	11,308.9	1,120.8
CAMIONES					
CAT785B	5,529,518	88.70	80.79	16,085.3	343.8
KOM830E	32,068,846	89.54	82.62	66,387.9	483.1
CAT 793D	11,757,826	89.33	83.23	23,573.6	498.8
Total Camiones	49,356,190	89.36	82.49	106,046.8	465.4

Fuente: Administración Truck Dispatch, Xstrata Tintaya S.A.

* Tonelaje Seco

CAPITULO IV

COSTOS EN PROCESO DE SULFUROS Y OXIDOS

El capítulo describe los costos desde el inicio de minado hasta la comercialización del mineral en los procesos de sulfuros y óxidos. Los costos de cada proceso a detalle en la tabla 4.1 (costos para proceso de sulfuros) y tabla 4.2 (costos para proceso de óxidos).

4.1 Costos para proceso de sulfuros

Para el periodo de enero y febrero del 2010, los costos a detalle en la tabla 4.1.

Tabla 4.1 – Costos para proceso de sulfuros

	\$/t Cu	\$/lb Cu
Costo Mina	1,881.54	0.85
Costo Sulfuros	471.83	0.21
Costo Administrativo	686.48	0.31
Costo Comercialización	110.23	0.05
Costo total	3,150.08	1.43

Fuente: Elaboración propia, data de producción de Xstrata Tintaya S.A.

4.2 Costos para proceso de óxidos

En el proceso de sulfuros de la mina Tintaya está incluido el costo de mina y costo administrativo de la operación (ver tabla 4.1), por este motivo en el proceso de óxidos solo se considera los costos de óxido y comercialización.

En la tabla 4.2 se detalla los costos del proceso de óxidos, para el periodo de enero y febrero del 2010.

Tabla 4.2 – Costos para proceso de óxidos

	\$/t Cu	\$/lb Cu
Costo Oxido	2,546.01	1.15
Costo Comercialización	110.23	0.05
Costo total	2,656.24	1.20

Fuente: Elaboración propia, data de producción de Xstrata Tintaya S.A.

CAPITULO V

MEJORA EN EL PROCESO DE ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLE PARA CAMIONES

MINEROS

Las etapas de carguío y acarreo se desarrolla en forma continua las 24 horas del día. La mina Tintaya para la operación unitaria de acarreo posee dos flotas de equipos de acarreo (flota de camiones CAT 793D y KOMATSU 830E).

Los camiones mineros después de realizar varios ciclos en el transporte de material minado, saldrán de su ruta de ciclo de acarreo para dirigirse al grifo, se abastecen de combustible y continuaran en su ciclo de acarreo. En esta zona del grifo los operadores de los camiones realizaran todo el procedimiento establecido para el llenado del tanque de combustible.

5.1 Procedimiento del abastecimiento de combustible

5.1.1 Definición

La zona definida para el proyecto es el grifo María Cecilia ubicada cerca al tajo de la mina Tintaya. La función del grifo es de abastecer combustible a los camiones mineros, además el grifo está diseñado para que los propios operadores despachen combustible siguiendo el procedimiento de abastecimiento de combustible establecido (ver figura 5.1).

Desde la zona del grifo se observa y se anota los controles y la toma de datos para el “procedimiento de abastecimiento de combustible”.



Figura 5.1 – Grifo María Cecilia
Fuente: Elaboración propia

5.1.2. Descripción de las pistolas de abastecimiento de combustible

El grifo María Cecilia para el despacho de combustible posee en sus instalaciones dos tamaños de pistola de abastecimiento, los tamaños de las pistolas son de 2 pulgadas de diámetro ($\varnothing=2''$) y 3 pulgadas de diámetro ($\varnothing=3''$). Además el grifo tiene instalado dos pistolas de $\varnothing=2''$ y una pistola de $\varnothing=3''$.

Los camiones también tienen para el llenado del tanque de combustible, los dos tamaños de toma del tanque, la toma de $\varnothing=2''$ y $\varnothing=3''$.

En la figura 5.2 se observa la pistola de abastecimiento instalada en el grifo.



Figura 5.2 – Pistola de abastecimiento de combustible
Fuente: Elaboración propia

5.1.3 Procedimiento para despacho en lector de llaves

Para el despacho de combustible el operador del camión debe activar el sistema del lector de llaves utilizando la llave chip del camión.

El sistema cuenta con un registrador (figura 5.3) donde se visualiza la cantidad de galones despachados y un lector de llaves (figura 5.4) para registrar al usuario y dar inicio al abastecimiento de combustible. A continuación se describe el procedimiento a seguir.

Procedimiento para despacho en sistema K-800

En el registrador

- 1.- Pulsar el botón FIN para que en la pantalla deje de enseñar el despacho anterior. Cero aparece en el campo visual del registrador.
- 2.- Pulsar el botón INICIO. El símbolo de la pistola aparecerá en la esquina izquierda de arriba de la pantalla.



Figura 5.3 – Registrador

Fuente: Elaboración propia, fotografía tomada en el grifo de la mina Tintaya

En el lector de llaves

- 3.- Ingresar su número de usuario. Presionar ENTER.
- 4.- Ingresar llave de vehículo.
- 5.- Ingresar PIN de usuario. Presionar ENTER.
- 6.- Ingresar Kilometraje. Presionar ENTER.
- 7.- Re-ingresar llave de Vehículo.
- 8.- Seleccionar número de Bomba (1,2, o 3). Presionar ENTER.
- 9.- Prender Bomba.
- 10.- Realizar despacho de combustible.



Figura 5.4 – Lector de llaves

Fuente: Elaboración propia, fotografía tomada en el grifo de la mina Tintaya

En el registrador

11.- Pulsar el botón FIN.

5.1.4 Sub-procesos del procedimiento de abastecimiento de combustible

El procedimiento de abastecimiento de combustible tiene una secuencia de ocho sub-procesos, los que se describen a continuación:

1. - Tiempo de espera para ingreso a grifo.
2. – El camión ingresara al grifo y se estacionara en uno de los dos parques de abastecimiento de combustible.
3. – El operador al estacionar el camión en el grifo deberá apagar el motor para luego salir del equipo de acarreo.
4. – El operador después de bajar del camión colocara el lockout y los trancallantas (figura 5.5) como medidas de seguridad.



Figura 5.5 – Trancallantas
Fuente: Elaboración propia

Luego el operador realizara la conexión de la pistola de abastecimiento (aquí el operador tendrá dos opciones a elegir, la pistola de 2 pulgadas de diámetro, o la pistola de 3 pulgadas de diámetro) al tanque de combustible (figura 5.6).



Figura 5.6 – Conexión de la pistola de abastecimiento en la toma del tanque de combustible.

Fuente: Elaboración propia, fotografía tomada en el grifo de la mina Tintaya

5. – El operador del camión activara el sistema del lector de llaves, ingresando la llave chip del vehículo en el lector de llaves para realizar el despacho de combustible. Este proceso se detalló en el sub-título 5.1.3.
6. – Abastecimiento de combustible (figura 5.7), luego de realizar el marcado en el lector de llaves, el sistema iniciara el llenado del tanque de combustible, y se registrara la cantidad de galones de combustible y el tiempo empleado en este sub-proceso.

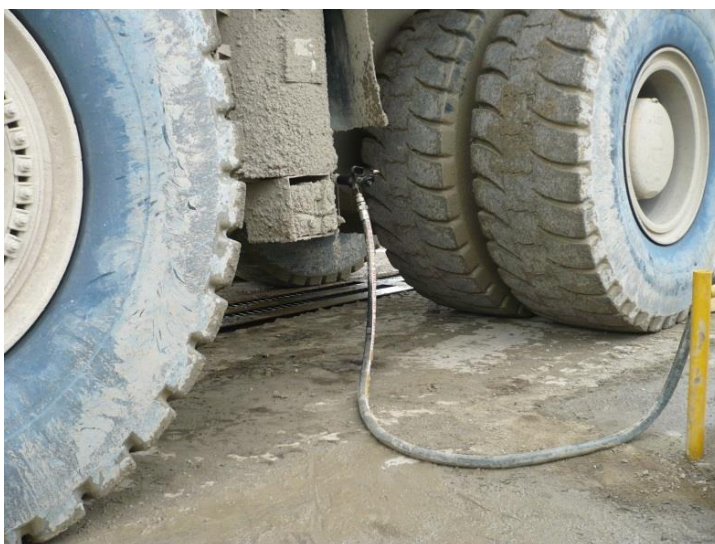


Figura 5.7 – Abastecimiento de combustible

Fuente: Elaboración propia, fotografía tomada en el grifo de la mina Tintaya

7. – Luego de realizar el llenado del tanque de combustible, el operador procederá a retirar la manguera de abastecimiento de combustible, los dos trancallantas y por último el retiro del lockout; respetando este orden por seguridad.

8. – El operador subirá al camión para el encendido del mismo, y por último el camión saldrá del grifo, este tiempo se tomara desde que el operador empieza a subir al camión hasta el instante en que el camión sale del grifo.

La descripción de los ocho sub-procesos se resume en la tabla 5.1.

Tabla 5.1 – Sub-procesos del Procedimiento Abastecimiento de Combustible

SUB-PROCESO	DESCRIPCION DE SUB-PROCESO
1	Espera para ingreso a punto de abastecimiento de grifo
2	Ingreso camión a punto de abastecimiento de grifo
3	Apagado de motor + salida del operador del camión
4	Puesta lockout + trancallantas + conexión manguera abastecimiento
5	Procedimiento para despacho en el lector de llaves
6	Abastecimiento de combustible
7	Retiro manguera abastecimiento combustible. + trancallantas + lockout
8	Subida de operador al camión + salida de grifo

Fuente: Elaboración propia

5.2 Desarrollo del proyecto

De la tabla 5.1 cada sub-proceso demora un tiempo en su ejecución, estos tiempos son registrados en una tabla de datos.

En el registro de datos se considera el tamaño de la pistola de abastecimiento, si es de $\varnothing=2''$ o $\varnothing=3''$, porque los tiempos de llenado van a ser diferentes.

5.2.1 Tabla de datos

La tabla de datos registra a las flotas de los camiones CAT 793D y KOMATSU 830E, porque estos equipos transportan el material minado del tajo, y para su posterior análisis se consideran ambas flotas por tener dimensiones y capacidad de carga similares.

La tabla 5.2 (toma de datos) detalla el registro de los tiempos actuales que se emplea en la ejecución de cada sub-proceso del procedimiento.

Los datos se registraron desde la zona del grifo, por un periodo de siete días en el turno día, obteniendo datos de dos guardias diferentes.

Además se realizó un registro de la cantidad de galones que se abasteció a cada camión y el tiempo que se empleó para abastecer (Anexo 1 y 2).

Tabla 5.2 – Toma de datos (tiempo en minutos)

Fecha	Guardia	Turno	Equipo	SUB-PROCESO						SUMA	SUB-PROCESO	
				2	3	4	5	7	8		1	6
Día 1	B	D	3080	0.95	2.13	1.70	2.08	1.70	2.33	10.90		9.98
Día 1	B	D	3084	0.33	2.13	1.07	2.40	1.82	1.48	9.23		8.85
Día 1	B	D	3069	0.32	1.80	0.80	1.00	2.77	2.05	8.73		6.80

Día 1	B	D	3072	0.33	1.98	0.88	1.13	1.92	2.90	9.15	6.17						
Día 1	B	D	3061	0.32	2.12	0.82	1.60	1.38	2.87	9.10	9.50						
Día 2	B	D	3065	0.40	1.32	0.82	1.27	1.43	4.15	9.38	8.68						
Día 2	B	D	3056	0.28	1.27		1.20	1.88	3.98		4.15 8.72						
Día 2	B	D	3073	0.32	0.83	1.17	0.97	1.92	1.72	6.92	6.87						
Día 3	C	D	3051	0.30	1.63	0.95	1.50	3.85	2.40	10.63	6.75						
Día 3	C	D	3057	0.48	1.68	1.08	1.50	3.57	3.35	11.67	5.68						
Día 3	C	D	3084	0.55	2.50	3.03	1.10	2.00	2.27	11.45	8.37						
Día 3	C	D	3071	0.37	1.92	1.55	0.80	1.45	2.77	8.85	8.42						
Día 3	C	D	3063	0.70	5.10		1.90	1.85	2.55		7.00						
Día 3	C	D	3058	0.35	0.97	1.02	1.07	2.02	1.73	7.15	8.42						
Día 3	C	D	3055	0.20	1.45	1.38	1.23	1.63	2.00	7.90	6.02						
Día 3	C	D	3060	0.33	1.30	0.83	3.45	2.40	4.22	12.53	5.10						
Día 3	C	D	3082	0.27	2.63		1.27	0.67	1.28		9.67						
Día 3	C	D	3073	0.40	1.18		1.82	0.78	2.45		5.32						
Día 4	C	D	3084	0.52	1.83		1.03	1.67	1.47		8.68						
Día 4	C	D	3071	0.45	1.62	0.75	2.08	4.45	1.70	11.05	3.75 5.78						
Día 4	C	D	3056	0.50	1.70	6.12	0.83	2.80	4.10	16.05	6.42						
Día 4	C	D	3060	0.37	1.07	0.92	1.92	0.93	2.07	7.27	17.73 4.32						
Día 4	C	D	3085	0.33	1.82		1.20	0.88	1.85		6.47 4.83						
Día 4	C	D	3083	0.47	2.43		1.03	0.77	1.45		6.62						
Día 4	C	D	3070	0.22	1.25	1.42	1.05	1.57	2.05	7.55	6.67 7.00						
Día 4	C	D	3054	0.28	0.73	2.05	12.95	5.52	1.25	22.78	13.33 4.17						
Día 4	C	D	3063	0.38	3.58	1.12	1.28	3.60	1.82	11.78	7.10						
Día 5	C	D	3059	0.23	3.40	1.52	1.03	1.87	3.87	11.92	3.72 8.78						
Día 5	C	D	3053	0.33	2.80	1.52	0.95	1.70	2.93	10.23	7.33						
Día 5	C	D	3085	0.25	0.73		1.10	3.45	1.30		1.83 8.28						
Día 5	C	D	3069	0.32	1.55	1.28	0.95	1.52	1.55	7.17	7.35						
Día 5	C	D	3070	0.55	1.77	2.82	1.15	3.32	3.12	12.72	0.30 5.47						
Día 5	C	D	3071	0.33	2.37	1.12	0.97	1.10	2.28	8.17	5.32						
Día 5	C	D	3073	0.45	3.40		0.97	1.08	2.23		4.63						
Día 5	C	D	3060	0.32	1.50	1.18	1.95	1.97	3.73	10.65	4.98						
Día 5	C	D	3068	0.43	0.77		2.33	0.60	1.63		1.02 5.63						
Día 5	C	D	3058	0.32	1.52	1.25	2.05	1.55	1.70	8.38	7.35						
Día 6	B	D	3063	0.35	0.88	1.35	0.87	1.00	9.48	13.93	8.47						
Día 6	B	D	3070	0.52	2.87	2.10	0.67	1.27	1.73	9.15	7.70						
Día 6	B	D	3080	0.48	1.33		1.33	1.47	1.90		4.78 9.93						
Día 6	B	D	3072	0.33	1.77		2.38	1.57	1.82		2.07 7.53						
Día 6	B	D	3059	0.25	0.75	0.60	1.07	1.80	2.02	6.48	4.97 8.82						
Día 6	B	D	3057	0.32	2.18	1.45	1.32	1.18	2.00	8.45	8.08						
Día 6	B	D	3068	0.32	3.55		0.65	1.67	1.38		7.80						
Día 6	B	D	3053	0.33	2.42	1.62	0.95	2.33	1.42	9.07	7.80						
Día 6	B	D	3052	0.37	1.78		0.82	2.43	1.55		9.02						
Día 6	B	D	3058	0.38	2.02	1.72	1.33	3.12	4.47	13.03	0.68 8.23						
Día 6	B	D	3085	0.37	3.03	1.18	3.88	1.17	1.92	11.55	8.43						
Día 6	B	D	3081	0.38	1.20		1.88	1.93	1.57		4.17 8.60						
Día 7	B	D	3053	0.32	2.73	1.07	0.98	2.73	2.57	10.40	8.33						
Día 7	B	D	3073	0.37	0.70	0.83	0.83	1.53	1.68	5.95	5.65						
Día 7	B	D	3081	0.33	1.10	1.13	0.82	1.32	1.50	6.20	6.20						
Día 7	B	D	3072	0.35	5.58	1.20	0.72	2.83	2.88	13.57	7.37						
Día 7	B	D	3054	1.20	2.40	1.05	1.57	1.42	3.22	10.85	7.42						
											75.63		suma				
											15	54	# camiones				
											1.40		valor repartido				
											17.73	9.98	máximo				
											0.30	4.17	mínimo				
											5.04	7.25	promedio				
											2	3	4	5	7	8	SUMA
											CODIGO						CODIGO

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 5.2, la toma de datos del sub-proceso abastecimiento de combustible (sub-proceso 6) de todos los camiones que se registraron,

utilizaron la pistola de $\varnothing=2''$, a excepción de solo dos camiones - los camiones 3057 y 3056 - que se abastecieron los días 3 y 4 utilizando la pistola de $\varnothing=3''$.

En la tabla 5.2, en el sub-proceso Tiempo de espera para ingreso a punto de abastecimiento de grifo (sub-proceso 1), el nuevo promedio a considerar es, el tiempo total acumulado en los siete días divididos entre el total de camiones que ingresan al grifo en estos siete días. Esto es porque solo el 27.7% de los camiones que ingresan al grifo van a tener un tiempo de espera y este tiempo debe ser considerado para todos los camiones que ingresan al grifo, entonces a este nuevo promedio se le llamara tiempo valor repartido.

Valor Repartido = (suma de tiempos de espera) / (número total de camiones que ingresan)

Valor Repartido = 75.63 / 54

Valor Repartido = 1.40 min/camión

5.2.2 Tabla de tiempos promedios

La tabla 5.3 registra los tiempos promedios de los sub-procesos a excepción del sub-proceso Abastecimiento de combustible (sub-proceso 6).

Tabla 5.3 – Tiempos promedios

SUB-PROCESO	DESCRIPCION DE SUB-PROCESO	PROMEDIO (min)
1	Espera para ingreso a punto de abastecimiento de grifo	1.40
2	Ingreso camión a punto de abastecimiento de grifo	0.39
3	Apagado de motor + salida del operador	1.96
4	Puesta lockout + trancallantas + manguera abastecimiento de combustible	1.42
5	Procedimiento para despacho en el lector de llaves	1.60
7	Retiro manguera abastecimiento de combustible + trancallantas + lockout	1.97

8	Subida de operador al camión + salida del grifo	2.44
Total		11.18

5.2.3 Análisis gráfico de cada sub-proceso utilizando el Minitab

A continuación se muestra el análisis de todos los sub-procesos a excepción del sub-proceso Abastecimiento de Combustible (sub-proceso 6).

El análisis de mejora de tiempo del sub-proceso Abastecimiento de Combustible (sub-proceso 6) se detalla en el sub-capítulo 5.5.

Al realizar los gráficos para cada uno de los sub-procesos se obtiene una GRAFICA I, con ayuda del MINITAB se ubican los valores atípicos en la gráfica I para luego ser eliminados, con estos nuevos valores validados se obtiene como resultado un nuevo GRAFICO II, luego el valor de la media de estos nuevos gráficos (GRAFICO II) se registran en una nueva tabla.

Sub-proceso 1: Espera para ingreso a punto de abastecimiento de grifo

Este sub-proceso no es necesario graficar y hacer un análisis con el MINITAB, el tiempo de espera debe ser corregido a un tiempo de espera igual a cero.

Sub-proceso 2: Ingreso camión a punto de abastecimiento de grifo

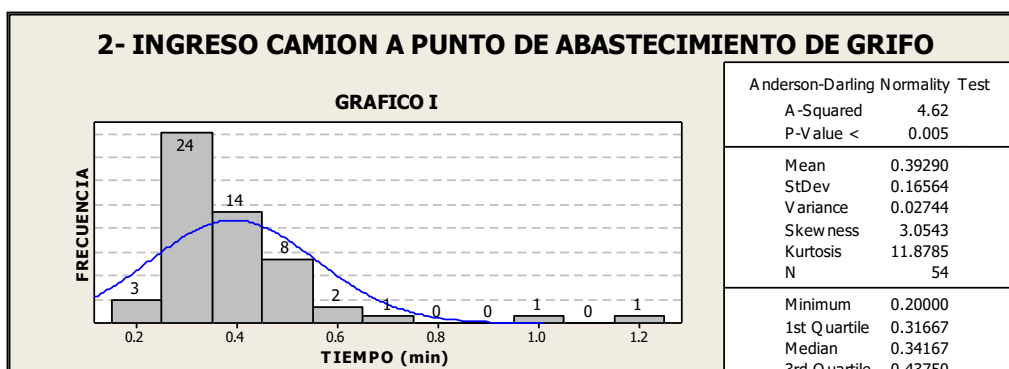


Figura 5.8 – Grafico I del sub-proceso 2 (Ingreso camión a punto de abastecimiento de grifo)

Eliminando los valores atípicos se obtiene la nueva gráfica:

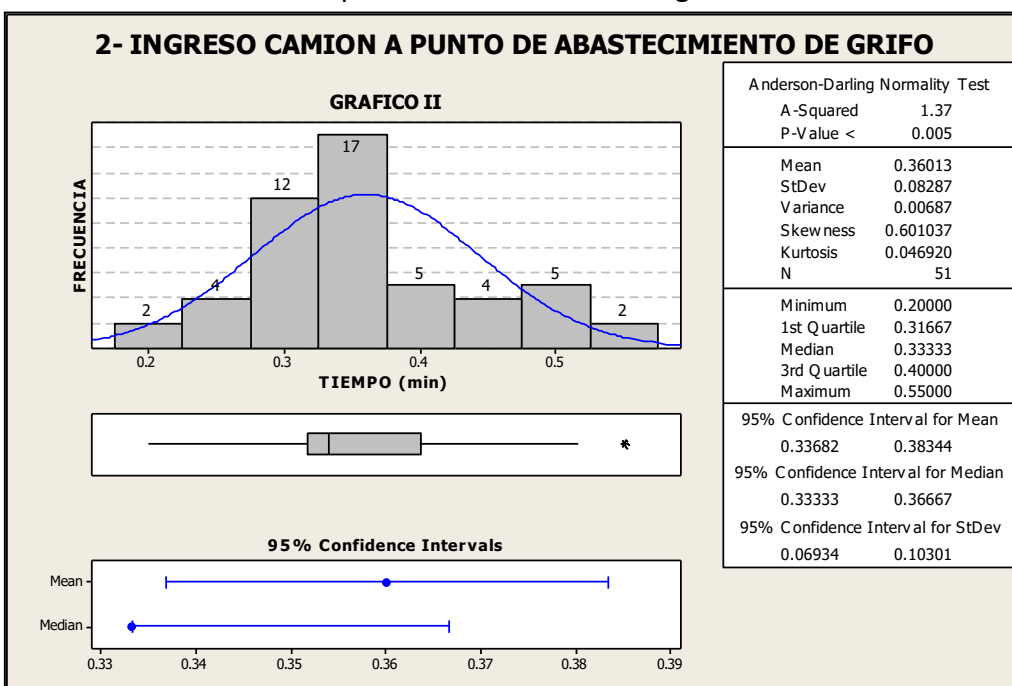


Figura 5.9 – Grafico II del sub-proceso 2 (Ingreso camión a punto de abastecimiento de grifo)

Sub-proceso 3: Apagado de motor salida del operador

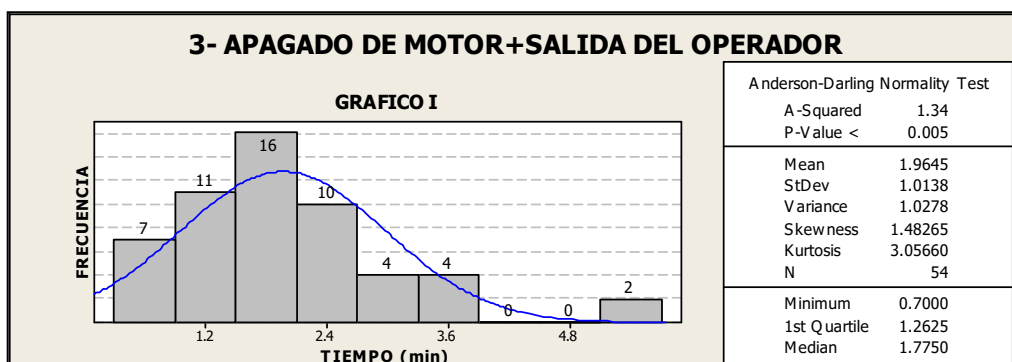


Figura 5.10 – Grafico I del sub-proceso 3 (Apagado de motor + salida del operador)

Eliminando los valores atípicos se obtiene la nueva gráfica:

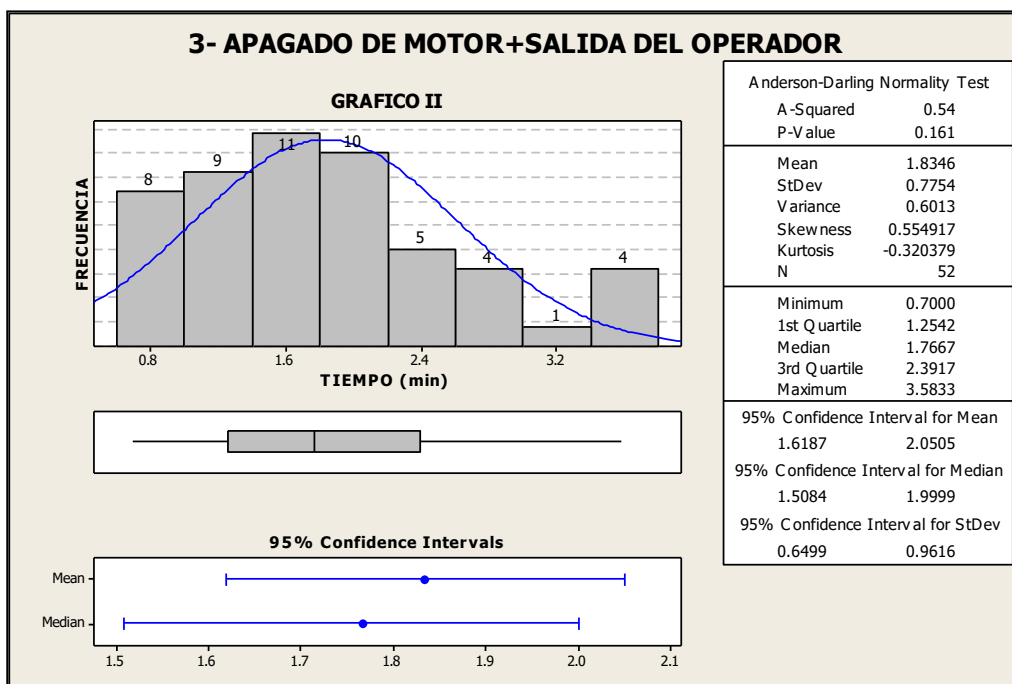


Figura 5.11 – Grafico II del sub-proceso 3 (Apagado de motor + salida del operador)

Sub-proceso 4: Puesta lockout + trancallantas + manguera abastecimiento de combustible

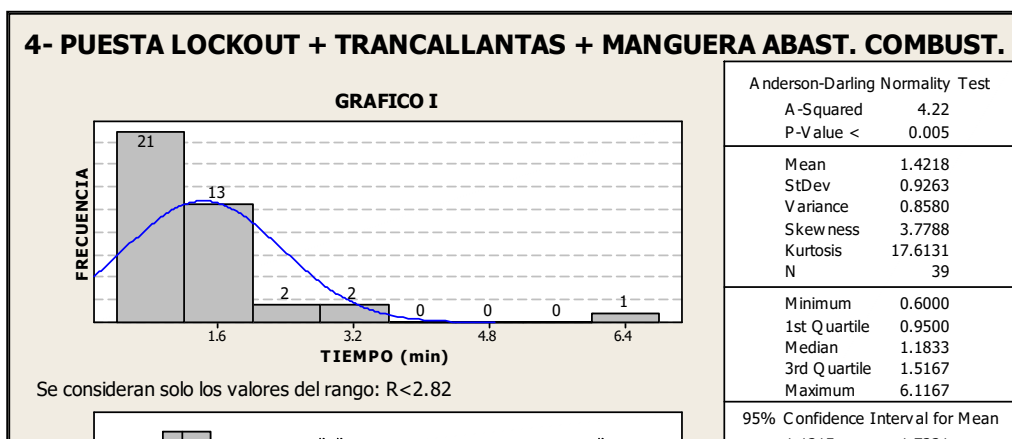


Figura 5.12 – Grafico I del sub-proceso 4 (Puesta lockout + trancallantas + manguera abastecimiento de combustible)

Eliminando los valores atípicos se obtiene la nueva gráfica:

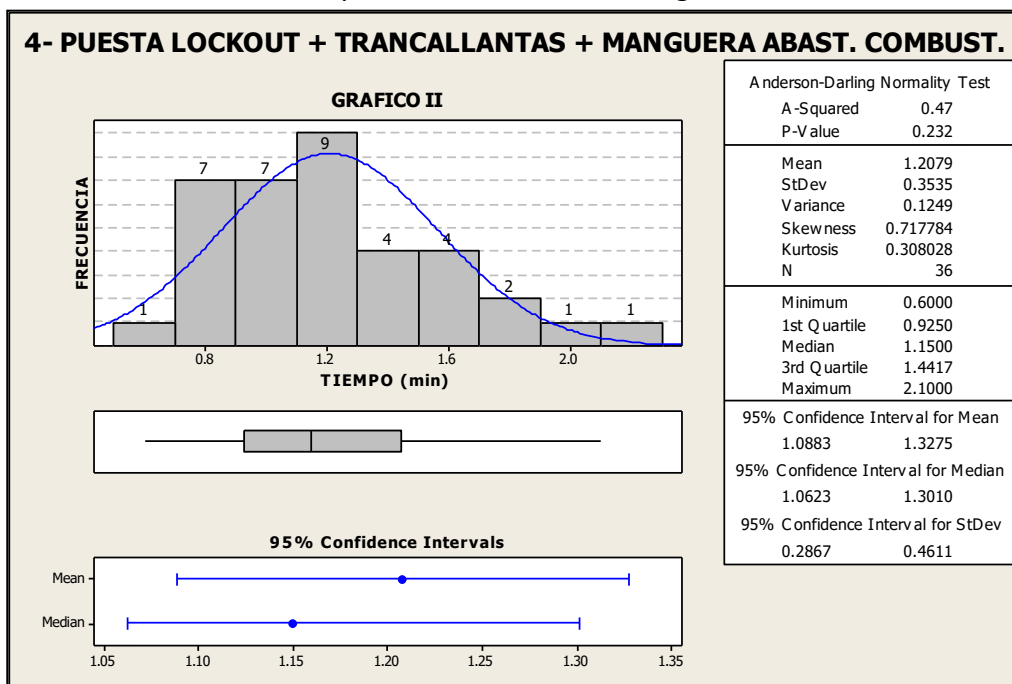


Figura 5.13 – Grafico II del sub-proceso 4 (Puesta lockout + trancallantas + manguera abastecimiento de combustible)

Sub-proceso 5: Procedimiento para despacho en el lector de llaves

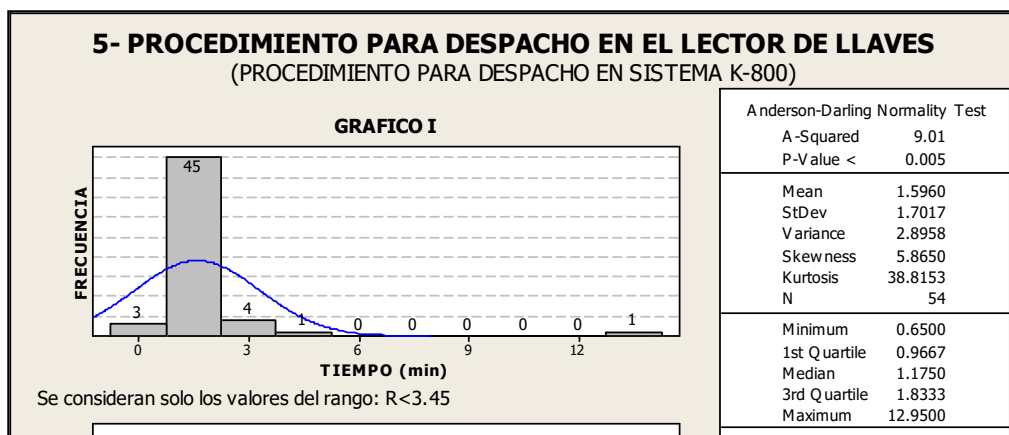


Figura 5.14 – Grafico I del sub-proceso 5 (Procedimiento para despacho en el lector de llaves)

Eliminando los valores atípicos se obtiene la nueva gráfica:

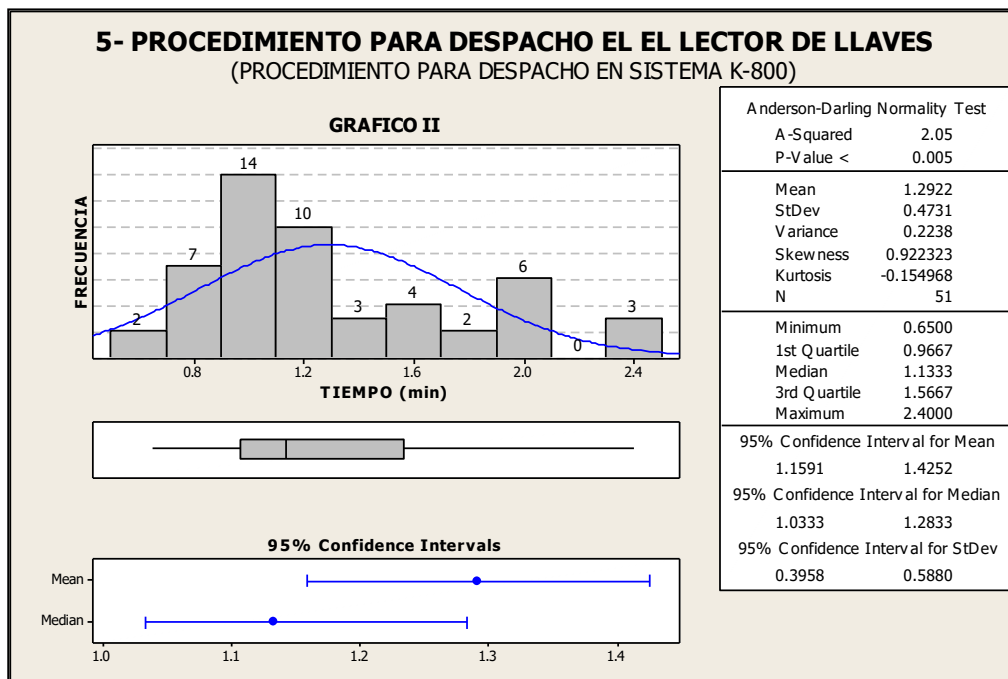


Figura 5.15 – Grafico II del sub-proceso 5 (Procedimiento para despacho en el lector de llaves)

Sub-proceso 7: Retiro manguera abastecimiento de combustible + trancallantas + lockout

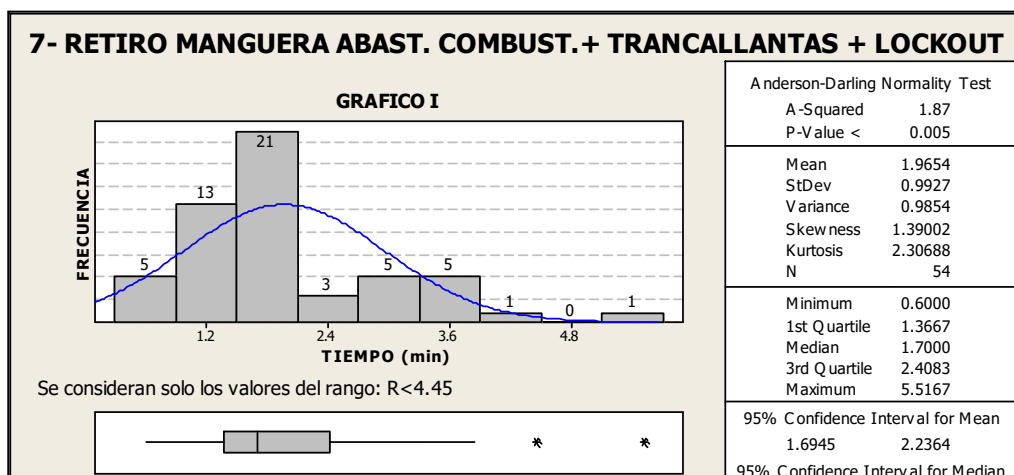


Figura 5.16 – Grafico I del sub-proceso 7 (Retiro manguera abastecimiento de combustible + trancallantas + lockout)

Eliminando los valores atípicos se obtiene la nueva gráfica:

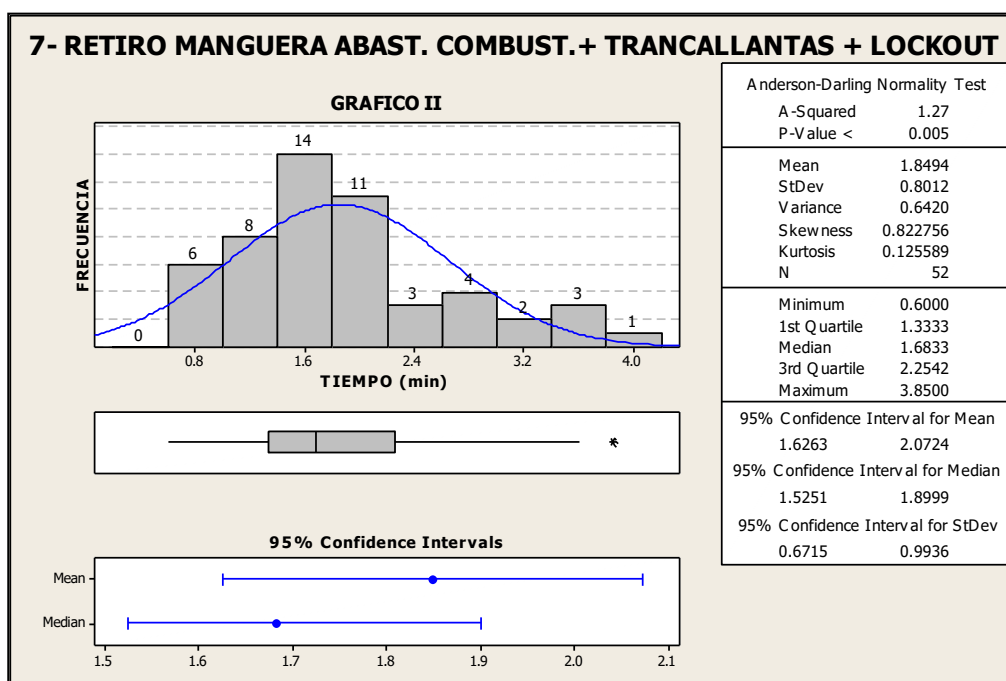


Figura 5.17 – Grafico II del sub-proceso 7 (Retiro manguera abastecimiento de combustible + trancallantas + lockout)

Sub-proceso 8: Subida de operador al camión + salida del grifo

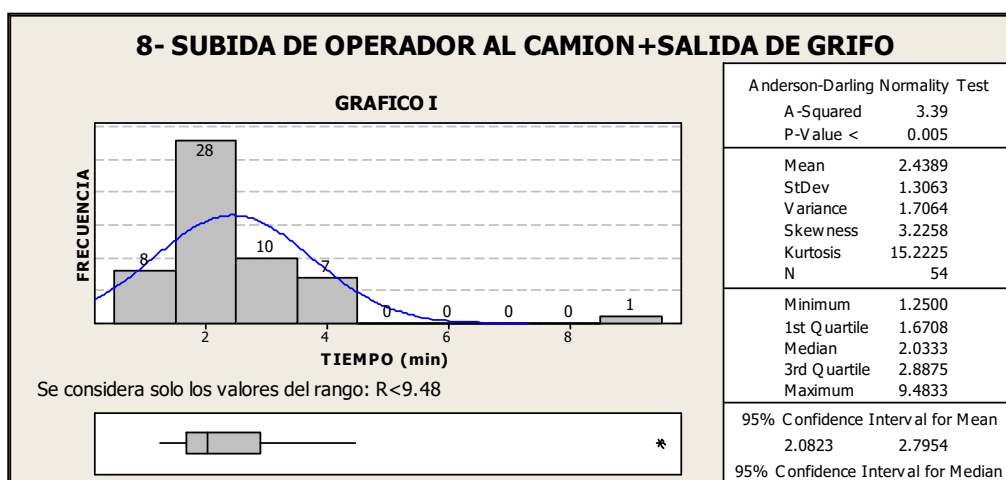


Figura 5.18 – Grafico I del sub-proceso 8 (Subida de operador al camión + salida del grifo)

Eliminando los valores atípicos se obtiene la nueva gráfica:

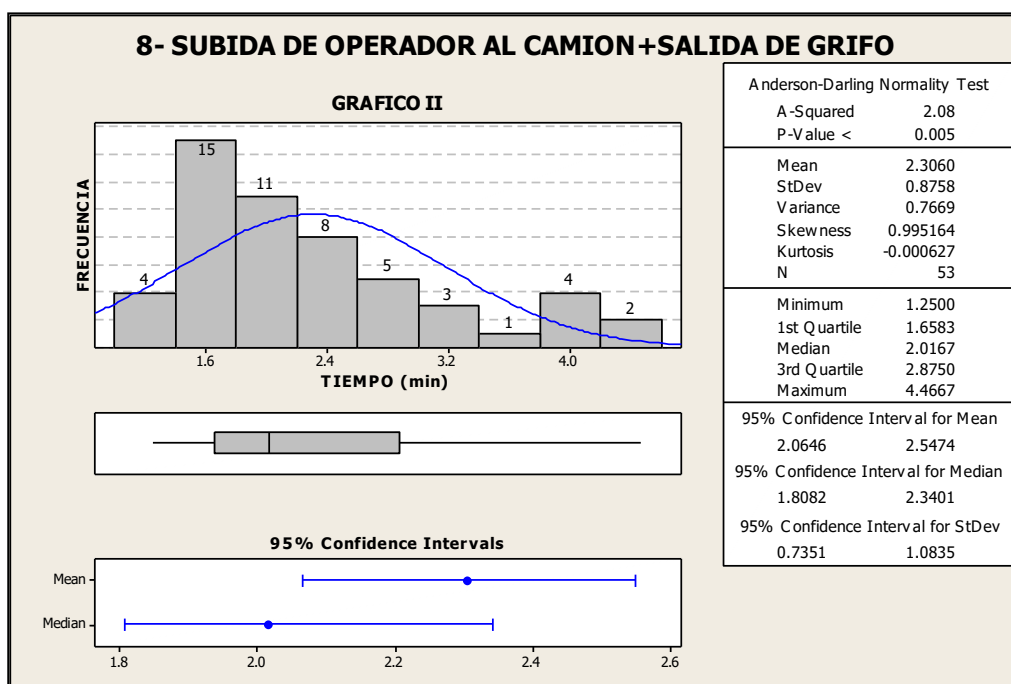


Figura 5.19 – Grafico II del sub-proceso 8 (Subida de operador al camión + salida del grifo)

A continuación se registra en la tabla 5.4 los valores de la MEDIA de los nuevos gráficos para cada sub-proceso.

Tabla de valores de la media

Tabla 5.4 – Valores de la media de los sub-procesos 1, 2, 3, 4, 5, 7 y 8.

SUB-PROCESO	DESCRIPCION DE SUB-PROCESO	MEDIA (min)
1	Espera para ingreso a punto de abastecimiento de grifo	0.00
2	Ingreso camión a punto de abastecimiento de grifo	0.33
3	Apagado de motor + salida del operador	1.77
4	Puesta lockout + trancallantas + manguera abastecimiento de combustible	1.15
5	Procedimiento para despacho en el lector de llaves	1.13
7	Retiro manguera abastecimiento combustible. + trancallantas + lockout	1.68
8	Subida de operador al camión + salida del grifo	2.02
	Total	8.08

Mejoras de tiempo

Sub-proceso 1.- Este sub-proceso debe ser corregido donde no exista tiempo de espera (tiempo de espera = 0).

Sub-proceso 2.- Este sub-proceso es un tiempo no variable, tomara el valor de la media.

Sub-proceso 3.- Este sub-proceso es un tiempo no variable debido a que el camión después de estacionarse en el grifo, este debe de permanecer por un tiempo promedio de un minuto prendido hasta antes del apagado del motor, por lo tanto tomara el valor de la media.

Sub-proceso 4.- Este sub-proceso es un tiempo no variable ya que en el GRAFICO II (figura 5.13) se observa que la mayor frecuencia de los datos se encuentran próximos al valor de la media.

Sub-proceso 5.- Este es un sub-proceso en el cual puede mejorarse el tiempo y por lo tanto disminuir el tiempo de demora en el Lector de Llaves.

Sub-proceso 7.- Este sub-proceso es un tiempo no variable como se observa en el GRAFICO II (figura 5.17) que los tiempos de estos nuevos valores

validados en un 50% están por debajo del valor de la MEDIA (MEDIA = 1.68 minutos).

Sub-proceso 8.- Este es un sub-proceso el cual va tomar el mayor tiempo comparado con los otros sub-proceso, pero igual se le considerara como tiempo no variable debido a que el camión deberá ser prendido nuevamente y además este deberá salir del grifo.

De la mejora de tiempos, el sub-proceso “procedimiento para despacho en el lector de llaves” (sub-proceso 5) es un punto a mejorar, este análisis se desarrolla en el sub-capítulo 5.3.

5.3 Sub-proceso 5 “Procedimiento para despacho en el lector de llaves” - Análisis de mejora de tiempo

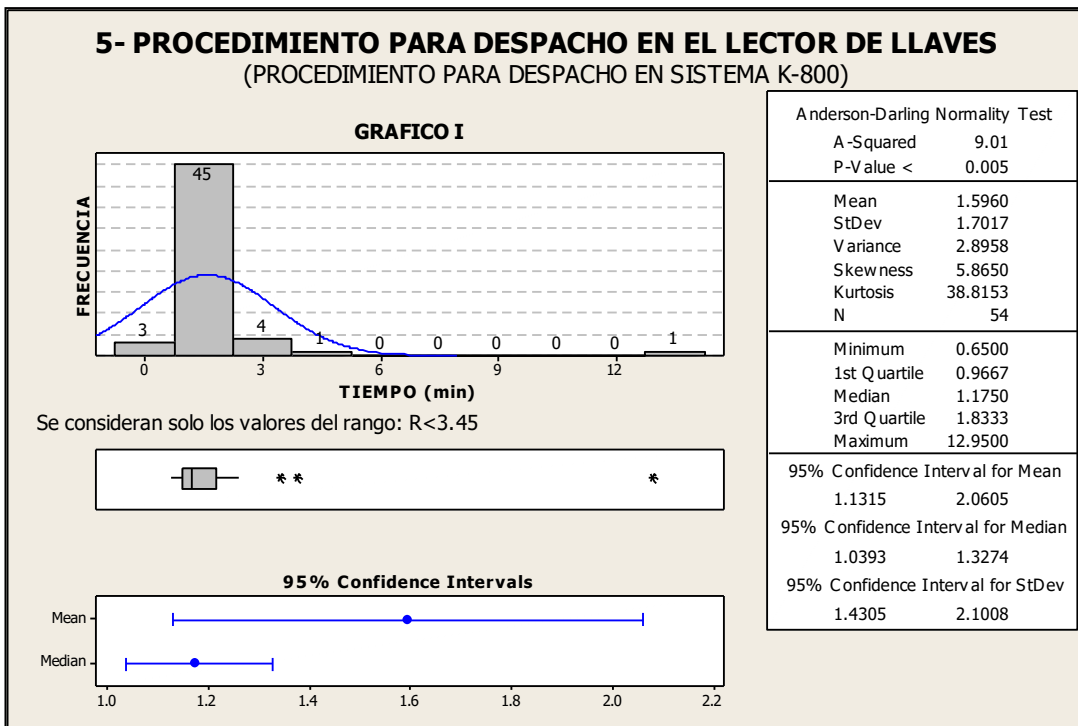
El sub-proceso relacionado al manejo del lector de llaves, es un tiempo a mejorar porque el tiempo depende del manejo personal del lector de llaves que es utilizado por cada operador en el momento de abastecer combustible, es decir cada operador debe conocer y saber el funcionamiento y la secuencia del marcado en el lector de llaves, esto es para evitar errores y/o confusiones que dan como resultado un tiempo excedido para este sub-proceso como se observa en la tabla 5.5.

Tabla 5.5 – Tiempo en el marcado del lector de llaves

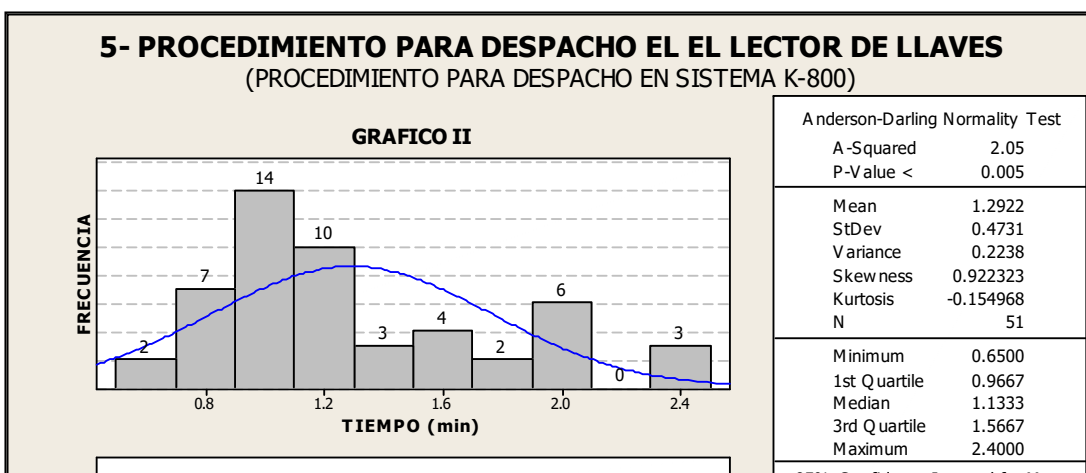
Fecha	Guardia	Turno	Equipo	TIEMPO (minutos)	Intervalo de tiempo R (minutos)				OBSERVACION
					R≥3.45	3.45>R>1.3	1.3≥R>1	1≥R	
Día 1	B	D	3080	2.08		3080			Capacitación
Día 1	B	D	3084	2.40		3084			Capacitación
Día 1	B	D	3069	1.00				3069	
Día 1	B	D	3072	1.13			3072		Capacitación
Día 1	B	D	3061	1.60		3061			Capacitación

Día 2	B	D	3065	1.27			3065		Capacitación
Día 2	B	D	3056	1.20			3056		Capacitación
Día 2	B	D	3073	0.97				3073	
Día 3	C	D	3051	1.50		3051			Capacitación
Día 3	C	D	3057	1.50		3057			Capacitación
Día 3	C	D	3084	1.10			3084		Capacitación
Día 3	C	D	3071	0.80				3071	
Día 3	C	D	3063	1.90		3063			Capacitación
Día 3	C	D	3058	1.07			3058		Capacitación
Día 3	C	D	3055	1.23			3055		Capacitación
Día 3	C	D	3060	3.45	3060				Capacitación
Día 3	C	D	3082	1.27			3082		Capacitación
Día 3	C	D	3073	1.82		3073			Capacitación
Día 4	C	D	3084	1.03			3084		Capacitación
Día 4	C	D	3071	2.08		3071			Capacitación
Día 4	C	D	3056	0.83				3056	
Día 4	C	D	3060	1.92		3060			Capacitación
Día 4	C	D	3085	1.20			3085		Capacitación
Día 4	C	D	3083	1.03			3083		Capacitación
Día 4	C	D	3070	1.05			3070		Capacitación
Día 4	C	D	3054	12.95	3054				Capacitación
Día 4	C	D	3063	1.28			3063		Capacitación
Día 5	C	D	3059	1.03			3059		Capacitación
Día 5	C	D	3053	0.95				3053	
Día 5	C	D	3085	1.10			3085		Capacitación
Día 5	C	D	3069	0.95				3069	
Día 5	C	D	3070	1.15			3070		Capacitación
Día 5	C	D	3071	0.97				3071	
Día 5	C	D	3073	0.97				3073	
Día 5	C	D	3060	1.95		3060			Capacitación
Día 5	C	D	3068	2.33		3068			Capacitación
Día 5	C	D	3058	2.05		3058			Capacitación
Día 6	B	D	3063	0.87				3063	
Día 6	B	D	3070	0.67				3070	
Día 6	B	D	3080	1.33		3080			Capacitación
Día 6	B	D	3072	2.38		3072			Capacitación
Día 6	B	D	3059	1.07			3059		Capacitación
Día 6	B	D	3057	1.32		3057			Capacitación
Día 6	B	D	3068	0.65				3068	
Día 6	B	D	3053	0.95				3053	
Día 6	B	D	3052	0.82				3052	
Día 6	B	D	3058	1.33		3058			Capacitación
Día 6	B	D	3085	3.88	3085				Capacitación
Día 6	B	D	3081	1.88		3081			Capacitación
Día 7	B	D	3053	0.98				3053	
Día 7	B	D	3073	0.83				3073	
Día 7	B	D	3081	0.82				3081	
Día 7	B	D	3072	0.72				3072	
Día 7	B	D	3054	1.57		3054			Capacitación
Total de muestras					3	18	16	17	

De la figura 5.14, en el GRAFICO I para un total de 54 valores, la gráfica muestra valores atípicos para un tiempo mayor igual a 3.45, por lo tanto validando valores se eliminan estos valores atípicos para luego realizar un nuevo GRAFICO II (figura 5.15).



De la figura 5.15, en el GRAFICO II para la nueva muestra de 51 valores, en una primera etapa los operadores que tienen un tiempo mayor a este promedio de 1.3 minutos necesitan una CAPACITACION para el manejo del LECTOR DE LLAVES.



Luego en una segunda etapa, para los 51 valores se tiene que la media es de 1.13 minutos y además el 33.3% de estos datos tienen un tiempo máximo de un minuto (1 min), entonces al tener un porcentaje de 33.3% que equivale a la tercera parte de esta nueva muestra de datos, es posible reducir el tiempo a un máximo de un minuto (1 min).

Se tiene del total de los 54 valores, que el 68.5% tiene un tiempo mayor a un minuto (1 min) en el marcado del lector de llaves (tabla 5.5).

Finalmente para mejorar y reducir el tiempo a un máximo de un minuto (tiempo máximo=1 min), es necesario dar capacitación a los operadores en el procedimiento de marcado del Lector de Llaves.

5.4 Tabla de comparación entre tiempo promedio y tiempo mejorado

Del resultado del análisis de graficas de cada sub-proceso (tabla 5.4) y la mejora de tiempo a un minuto en el sub-proceso del lector de llaves (sub-proceso 5), se resume en la tabla 5.6 la mejora y reducción de tiempos.

Los tiempos mejorados servirán para estandarizar cada sub-proceso, los que darán como resultado en la práctica una mejor utilización del grifo y ahorro de tiempo en el Procedimiento de Abastecimiento de Combustible.

Tabla 5.6 – Comparación entre tiempo promedio y tiempo mejorado (tiempo en minutos)

SUB-PROCESO	DESCRIPCION DE SUB-PROCESO	TIEMPO PROMEDIO	TIEMPO MEJORADO
1	Espera para ingreso a punto de abastecimiento de grifo	1.40	0.00
2	Ingreso camión a punto de abastecimiento de grifo	0.39	0.33
3	Apagado de motor + salida del operador	1.96	1.77
4	Puesta lockout + trancallantas + manguera abastecimiento de combustible	1.42	1.15
5	Procedimiento para despacho en el lector de llaves	1.60	1.00
7	Retiro manguera abastecimiento combustible + trancallantas + lockout	1.97	1.68
8	Subida de operador al camión + salida del grifo	2.44	2.02
	Total	11.18	7.95

De la tabla 5.6 se tiene:

Total de los Tiempos Promedios = 11.18

Total de los Tiempos Mejorados = 7.95

Tiempo ahorrado por cada visita al grifo* = 3.23 minutos.

*En este tiempo no se considera tiempo del sub-proceso abastecimiento de combustible (sub-proceso 6).

5.5 Sub-proceso 6: “Abastecimiento de combustible”

En el sub-proceso abastecimiento de combustible se tiene un registro de datos; donde según las especificaciones técnicas de la bomba, el flujo para la pistola

de $\varnothing=2''$ es de 120 gal/min como se puede comprobar en la tabla del Anexo 1, y para la pistola de $\varnothing=3''$ un flujo de 150 gal/min del mismo modo en el Anexo 2.

De la tabla toma de datos (tabla 5.2) se tiene que de 54 visitas al grifo, 52 operadores usaron la pistola de $\varnothing=2''$ y solo dos operadores usaron la de $\varnothing=3''$, entonces para el cálculo de tiempo se considera solo la pistola de abastecimiento de $\varnothing=2''$ con un flujo actual de 120 gal/min ($Q_{\text{actual}}=120$ gal/min).

5.5.1 Cantidad mínima de combustible a abastecer

Para los cálculos se considera las flotas de los CAT 793D con una capacidad de tanque de combustible de 1300 galones, y la flota de los camiones KOMATSU 830E con una capacidad de tanque de combustible de 1200 galones. Además se recomienda que los camiones mineros tengan como prevención una reserva del 25% de su capacidad del tanque de combustible, este porcentaje de reserva da como resultado el llenado mínimo de combustible para los camiones CAT 793D y KOMATSU 830E de 975 y 900 galones respectivamente (ver tabla 5.7).

Tabla 5.7 – Capacidad del tanque combustible, % reserva combustible y cantidad mínima abastecer

	Capacidad tanque combustible (galones)	Reserva 25% (galones)	Cantidad mínima abastecer (galones)
CAT 793D	1300	325	975

KOMATSU 830E	1200	300	900
---------------------	------	-----	-----

Fuente: Elaboración propia, información del área de Mantenimiento de mina Tintaya

5.5.2 Consumo efectivo y consumo promedio

Consumo efectivo, es la cantidad de combustible consumido durante el tiempo que el equipo de acarreo está siendo utilizado en producción.

Consumo promedio, es la cantidad de combustible que se le abastece a cada camión con respecto al tiempo total.

Para el equipo de acarreo:

Tiempo efectivo = (Total tiempo transcurrido) * (Disponibilidad) * (Utilización)

Consumo efectivo = (Total combustible consumido) / (tiempo efectivo)

Consumo promedio = (Total combustible consumido) / (total tiempo transcurrido)

Los resultados de Consumo efectivo en las tablas 5.8 y 5.9.

Para CAT 793D

Tabla 5.8 – Consumo efectivo para CAT 793D

Suma total combustible consumido	(gal)	118316.30	(Anexo 3)
Suma total tiempo transcurrido	(h)	3093.38	(Anexo 3)
Disponibilidad de equipo		90.14%	(Tabla 3.1)
Utilización de equipo		83.37%	(Tabla 3.1)
Total Tiempo efectivo	(h)	2324.67	
Consumo promedio	(gal/h)	38.25	
Consumo efectivo	(gal/h)	50.90	

Para KOMATSU 830E

Tabla 5.9 – Consumo efectivo para KOMATSU 830E

Suma total combustible consumido	(gal)	323807.60	(Anexo 4)
Suma total tiempo transcurrido	(h)	10747.12	(Anexo 4)
Disponibilidad de equipo		88.14%	(Tabla 3.1)

Utilización de equipo		83.12%	(Tabla 3.1)
Total Tiempo efectivo	(h)	7873.55	
Consumo promedio	(gal/h)	30.13	
Consumo efectivo	(gal/h)	41.13	

5.5.3 Ahorro de tiempo en sub-proceso abastecimiento de combustible

En el cálculo de ahorro de tiempo para el flujo de abastecimiento de combustible, se consideran dos caudales nuevos de $Q=150$ gal/min y $Q=250$ gal/min, estos nuevos flujos son los propuestos para este proyecto.

Calculo de tiempo para Q_{actual} y Q_{nuevo}

Q_{actual} = flujo de la pistola de diámetro de 2" que es de 120 gal/min.

Q_{nuevo} = nuevo flujo propuesto para el abastecimiento de combustible, se realiza un análisis para dos valores nuevos de 150 y 250 gal/min.

$$Q = \text{Volumen/tiempo (gal/min)}$$

$$\text{tiempo} = \text{min}$$

La tabla 5.10 detalla los tiempos en abastecer una cantidad de galones para el sub-proceso abastecimiento de combustible.

Tabla 5.10 – Tiempo del abastecimiento de combustible para el flujo actual de 120 gal/min y dos flujos nuevos de 150 y 250 gal/min.

	Cantidad de galones	Tiempo (min)		
		Q_{actual} 120 gal/min	Q_{nuevo}	
			150 gal/min	250 gal/min
CAT 793D	975	8.13	6.50	3.90

KOMATSU 830E	900	7.50	6.00	3.60
--------------	-----	------	------	------

Calculo del ahorro de tiempo en sub-proceso abastecimiento de combustible

El ahorro de tiempo es el tiempo disminuido al sustituir el Q_{actual} por el Q_{nuevo} . De la tabla 5.10 se obtiene una diferencia de tiempo o ahorro de tiempo que se resume en la tabla 5.11.

$$\text{Diferencia de tiempo} = (\text{tiempo para } Q_{actual}) - (\text{tiempo para } Q_{nuevo})$$

Tabla 5.11 – Ahorro de tiempo en sub-proceso abastecimiento de combustible

	Cantidad de galones	Q nuevo	
		150 gal/min	250 gal/min
CAT 793D	975	1.63	4.23
KOMATSU 830E	900	1.50	3.90

% Ahorro de tiempo

Es el porcentaje de tiempo disminuido al sustituir el Q_{actual} por el Q_{nuevo} (tabla 5.12).

Tabla 5.12 - % ahorro de tiempo en sub-proceso abastecimiento de combustible

	Cantidad de galones	Q nuevo	
		150 gal/min	250 gal/min
CAT 793D	975	20.00	52.00
KOMATSU 830E	900	20.00	52.00

5.6 Evaluación de costos

Tabla de datos de entrada

Tabla 5.13 – Datos de entrada

		CAT 793D	KOMATSU 830E	
Capacidad del tanque combustible	(gal)	1300	1200	(tabla 5.7)
Cantidad de reserva en tanque		25%	25%	(tabla 5.7)
Cantidad de galones mínimo por visita	(gal)	975	900	(tabla 5.7)
Consumo Efectivo	(gal/h)	50.90	41.13	(tabla 5.8 y 5.9)
Frecuencia de abastecimiento	(h)	19.16	21.88	
Frecuencia de abastecimiento	(d)	0.80	0.91	
# Visitas al grifo por día		1.25	1.10	
# Días por mes		30.00	30.00	
# Visitas al grifo por mes		37.59	32.90	

“El tiempo ahorrado por cada visita al grifo de 3.23 minutos” (ver tabla 5.6) sumado con “el ahorro de tiempo en sub-proceso abastecimiento de combustible” (tabla 5.11) origina un resultado de “tiempo total por cada visita al grifo” (tabla 5.14).

Tabla 5.14 – Tiempo total por cada visita al grifo

EQUIPO	Cantidad mínima de galones	Tiempo ahorrado (min)		Tiempo ahorrado (min)	
		Q (gal/min) = 150		Q (gal/min) = 250	
		en abastecimiento combustible	Total	en abastecimiento combustible	Total
CAT 793D	975	1.63	4.86	4.23	7.46
KOMATSU 830E	900	1.50	4.73	3.90	7.13

Cantidad de camiones utilizados por día

	# Camiones	% Disponibilidad	% Utilización	# Camiones disponibles/día	# Camiones utilizados/día
CAT 793D	6	89.33	83.23	5.36	4.46
KOMATSU 830E	22	89.54	82.62	19.70	16.28

Ahorro de tiempo de abastecimiento por flota/día

		Para Q = 150 gal/min		Para Q = 250 gal/min	
		CAT 793D	KOMATSU 830E	CAT 793D	KOMATSU 830E
Ahorro de tiempo total por cada visita al grifo	(min)	4.86	4.73	7.46	7.13
Número de camiones utilizados/día		4.46	16.28	4.46	16.28
Ahorro de tiempo de abastecimiento por flota/día	(min)	27.14	84.43	41.67	127.27
Ahorro de tiempo de abastecimiento por flota/día	(h)	0.45	1.41	0.69	2.12

Del sistema Dispatch se obtuvo los rendimientos de equipo en t/h operativa, datos desde el 1 de enero al 6 de julio del 2010 (ver tabla 3.1).

Rendimiento de equipo en t/h operativa

Camiones por Flota	Tonelaje seco	Horas Operativas	t/h operativa (por camión)
CAT 793D	11,757,826.00	23,573.60	498.8
KOMATSU 830E	32,068,846.00	66,387.90	483.1

Stripping Ratio = $\frac{11}{1}$

Toneladas de mineral minado por mes

	CALCULO POR FLOTA			
	Para Q = 150 gal/min		Para Q = 250 gal/min	
	CAT 793D	KOMATSU 830E	CAT 793D	KOMATSU 830E
Toneladas incrementadas por día	225.576	679.762	346.378	1024.673
Toneladas mineral minado por día (aplica el Ratio)	18.798	56.647	28.865	85.389
Toneladas mineral minado por mes	563.939	1699.404	865.945	2561.681

Tonelada total de mineral minado por mes

	Para Q = 150 gal/min	Para Q = 250 gal/min
Tonelada total de mineral minado por mes (t)	2263.343	3427.626

Ley y factor de recuperación de óxidos y sulfuros

Ley oxido	0.89%
Ley sulfuros	1.22%
Factor recuperación óxidos	73.20%
Factor recuperación sulfuros	80.90%

1 TM = 2204.62 lb

Cantidad de concentrado de Cu y cátodos de Cu por mes

	Para Q = 150 gal/min		Para Q = 250 gal/min	
	Total minado/mes =2263.343 t		Total minado/mes =3427.626 t	
	Óxidos	Sulfuros	Óxidos	Sulfuros
Porcentaje contenido en mineral minado	30%	70%	30%	70%
Tonelada de mineral minado por mes (t)	679.003	1584.340	1028.288	2399.339
Tonelada de concentrado de cu por mes (t)		15.637		23.681
Toneladas de cátodos de cu por mes (t)	4.424		6.699	
Lb de concentrado de cu por mes (lb)		34473.909		52207.587
Lb de cátodos de cu por mes (lb)	9752.287		14768.948	

Costo total del proceso de sulfuros (viene de tabla 4.1)

Costos para Sulfuros		
Costo Mina	(\$/lb Cu fino)	0.85
Costo Sulfuros	(\$/lb Cu fino)	0.21
Costo Administrativo	(\$/lb Cu fino)	0.31
Costo Comercialización	(\$/lb Cu fino)	0.05
Total		1.43

Costo total del proceso de óxidos (viene de tabla 4.2)

Costo para Óxidos		
Costo Oxido	(\$/lb Cu)	1.15
Costo Comercialización	(\$/lb Cu)	0.05
Total		1.20

Precio del concentrado de Cu fino es el 70% del precio del Cu.

Análisis de costos totales para un Qnuevo=150 gal/min, haciendo un análisis de sensibilidad para un precio pesimista, real y optimista. (\$: dólares americanos)

TOTAL MENSUAL

Q= 150 gal/min

Precio de Cu (\$/lb)	pesimista		real		optimista	
	\$/lb	2.00	\$/lb	2.80	\$/lb	3.40
Sulfuros	\$	48,263.47	\$	67,568.86	\$	82,047.90
Óxidos	\$	19,504.57	\$	27,306.40	\$	33,157.78
Total mensual	\$	67,768.05	\$	94,875.26	\$	115,205.68

COSTOS MENSUAL

Q= 150 gal/min

	Para Q= 150 gal/min
Costo mensual de sulfuros	\$ 49,258.13
Costo mensual de óxidos	\$ 11,750.08
Total mensual	\$ 61,008.21

GANANCIA MENSUAL

Q= 150 gal/min

Precio Cu (\$/lb)	pesimista		real		optimista	
	\$/lb	2.00	\$/lb	2.80	\$/lb	3.40
Ganancia mensual	\$	6,759.84	\$	33,867.06	\$	54,197.47
Ganancia anual	\$	81,118.04	\$	406,404.67	\$	650,369.63

Análisis de costos totales para un Qnuevo=250 gal/min, haciendo un análisis de sensibilidad para un precio pesimista, real y optimista. (\$: dólares americanos)

TOTAL MENSUAL

Q= 250 gal/min

Precio de Cu (\$/lb)	pesimista	Real	optimista
	\$/lb 2.00	\$/lb 2.80	\$/lb 3.40
Sulfuros	\$ 73,090.62	\$ 102,326.87	\$ 124,254.06
Óxidos	\$ 29,537.90	\$ 41,353.06	\$ 50,214.42
Total mensual	\$ 102,628.52	\$ 143,679.93	\$ 174,468.48

COSTO MENSUAL

Q= 250 gal/min

	Para Q= 250 gal/min
Costo mensual de sulfuros	\$ 74,596.94
Costo mensual de óxidos	\$ 17,794.42
Total mensual	\$ 92,391.36

GANANCIA MENSUAL

Q= 250 gal/min

Precio Cu (\$/lb)	pesimista	Real	optimista
	\$/lb 2.00	\$/lb 2.80	\$/lb 3.40
Ganancia mensual	\$ 10,237.16	\$ 51,288.56	\$ 82,077.12
Ganancia anual	\$ 122,845.87	\$ 615,462.76	\$ 984,925.43

CONCLUSIONES

1. Mejorando el sistema del procedimiento de abastecimiento de combustible resulta una mejor utilización del equipo de acarreo, generando mayor cantidad de material minado.
2. Se concluye para un flujo nuevo de 250 gal/min lo siguiente; para un precio real de 2.80 \$/lb Cu una ganancia anual de \$615,426.76 dólares americanos, y para un precio optimista de 3.4 \$/lb Cu una ganancia anual de \$984,925.43 dólares americanos.
3. De los datos registrados y del análisis estadístico realizado se concluye que los camiones abastecidos con cantidades menores al propuesto en el presente trabajo (cantidad mínima de combustible abastecer para camiones CAT 793D es de 975 galones y para KOMATSU 830E es de 900 galones) genera mal uso del grifo dando como resultado una mala utilización del equipo de acarreo.
4. Los operadores no cumplen con un horario adecuado para el abastecimiento de combustible, lo que genera un retraso en el ingreso al ciclo de minado; se propone hacer un horario para el ingreso al grifo, que comience una hora después del inicio de turno de trabajo, y termine dos horas antes del final del

turno de trabajo; estos cambios de horario dan como resultado un mayor tiempo de ahorro.

5. A los operadores se les registro falta de capacitación en el marcado del lector de llaves, por presentar confusiones y mal uso del sistema del lector de llaves, generando en algunos casos el bloqueo del sistema.

BIBLIOGRAFIA

1. Handbook Caterpillar. Manual de Rendimiento Caterpillar.
Edición 31, publicación CAT editada por Caterpillar Inc., Peoria, Illinois,
EE.UU.

2. Handbook Komatsu. SPECIFICATIONS & APPLICATION HANDBOOK.
Edición 29, Diciembre 2008, Impreso en Japón.

3. Administración Dispatch Tintaya
Xstrata Tintaya

ANEXOS

ANEXO 1

Control de tiempos y Cantidad de galones abastecidos, utilizando la pistola de abastecimiento de $\varnothing=2''$.

Para la pistola de abastecimiento de $\varnothing=2''$, se registró el flujo de abastecimiento promedio de 120 gal/min.

Fecha	Guardia	Turno	Equipo	Tiempo (minutos)	Cantidad Galones	Q (gal/min)
Día 1	B	D	3080	9.98	1174.40	117.64
			3084	8.85	1095.40	123.77
			3069	6.80	847.60	124.65
			3072	6.17	763.60	123.83
			3061	9.50	1173.30	123.51
Día 2	B	D	3065	8.68	1042.90	120.10
			3056	8.72	1068.20	122.55
			3073	6.87	849.00	123.64
Día 3	C	D	3051	6.75	785.90	116.43

			3084	8.37	982.00	117.37
			3071	8.42	1009.40	119.93
			3063	7.00	797.90	113.99
			3058	8.42	1025.00	121.78
			3055	6.02	659.90	109.68
			3060	5.10	597.70	117.20
			3082	9.67	1100.10	113.80
			3073	5.32	648.40	121.96
Día 4	C	D	3084	8.68	1031.90	118.84
			3071	5.78	702.20	121.42
			3060	4.32	497.10	115.16
			3085	4.83	589.10	121.88
			3083	6.62	737.70	111.49
			3070	7.00	828.50	118.36
			3054	4.17	474.40	113.86
			3063	7.10	803.40	113.15
Día 5	C	D	3059	8.78	1066.60	121.43
			3053	7.33	857.00	116.86
			3085	8.28	1049.60	126.71
			3069	7.35	881.50	119.93
			3070	5.47	664.00	121.46
			3071	5.32	647.50	121.79
			3073	4.63	569.10	122.83
			3060	4.98	598.00	120.00
			3068	5.63	695.30	123.43
			3058	7.35	898.30	122.22
Día 6	B	D	3063	8.47	985.50	116.40
			3070	7.70	930.00	120.78
			3080	9.93	1120.00	112.75
			3072	7.53	909.90	120.78
			3059	8.82	1078.80	122.36
			3057	8.08	999.10	123.60
			3068	7.80	974.40	124.92
			3053	7.80	953.90	122.29
			3052	9.02	1117.50	123.94
			3058	8.23	1014.30	123.19
			3085	8.43	1087.30	128.93
			3081	8.60	972.20	113.05
Día 7	B	D	3053	8.33	971.80	116.62
			3073	5.65	697.80	123.50
			3081	6.20	706.30	113.92
			3072	7.37	919.10	124.76
			3054	7.42	903.30	121.79
					Promedio	119.93
					Promedio aprox.	120

ANEXO 2

Control de tiempos y Cantidad de galones abastecidos, utilizando la pistola de abastecimiento de $\varnothing=3''$.

Fecha	Guardia	Turno	Equipo	Tiempo (minutos)	Cantidad Galones	Q (gal/min)
Día 3	C	D	3057	5.68	909.10	159.96
Día 4	C	D	3056	6.42	899.50	140.18
					Promedio	150.07

Para la pistola de abastecimiento de $\varnothing=3''$, se registró un flujo promedio de 150 gal/min.

ANEXO 3

Registro de Abastecimiento de combustible para CAT 793D – Enero 2010

DATOS DE MINA	DATOS A UTILIZAR
---------------	------------------

Día	Hora	Minuto	Hora	CAMION	CANTIDAD (galones)	Tiempo transcurrido (horas)	Cantidad consumida (galones)
8	16	51	16.85	3080	928.7		
9	11	30	11.50	3080	980.9	18.65	980.90
10	12	24	12.40	3080	1148.9	24.90	1148.90
11	12	5	12.08	3080	1168.2	23.68	1168.20
12	13	25	13.42	3080	1070.2	25.33	1070.20
14	10	3	10.05	3080	1122.1	44.63	1122.10
15	9	24	9.40	3080	1115.7	23.35	1115.70
17	7	43	7.72	3080	1134.9	46.32	1134.90
18	0	47	0.78	3080	969.9	17.07	969.90
18	23	11	23.18	3080	1036.4	22.40	1036.40
19	17	45	17.75	3080	936.4	18.57	936.40
21	3	44	3.73	3080	644.7	33.98	644.70
22	7	39	7.65	3080	1153.3	27.92	1153.30
23	8	2	8.03	3080	1070.9	24.38	1070.90
24	8	35	8.58	3080	1062.6	24.55	1062.60
25	8	52	8.87	3080	998.1	24.28	998.10
26	10	14	10.23	3080	1108.9	25.37	1108.90
27	9	44	9.73	3080	1057.3	23.50	1057.30
28	4	6	4.10	3080	908.3	18.37	908.30
29	7	40	7.67	3080	1108	27.57	1108.00
30	12	18	12.30	3080	1108.3	28.63	1108.30
8	21	39	21.65	3081	1070.2		
12	8	53	8.88	3081	1009.6	83.23	1009.60
13	11	14	11.23	3081	969.9	26.35	969.90
14	8	20	8.33	3081	1063.2	21.10	1063.20
15	8	49	8.82	3081	1132.3	24.48	1132.30
17	19	8	19.13	3081	586.2	58.32	586.20
18	21	33	21.55	3081	1039.5	26.42	1039.50
19	16	56	16.93	3081	1101.7	19.38	1101.70
21	16	52	16.87	3081	125.2	47.93	125.20
21	19	7	19.12	3081	453.9	2.25	453.90
21	19	22	19.37	3081	631.4	0.25	631.40
22	14	7	14.12	3081	846.7	18.75	846.70
23	12	38	12.63	3081	870	22.52	870.00
25	8	27	8.45	3081	1108.9	43.82	1108.90
26	7	55	7.92	3081	1009	23.47	1009.00
27	8	37	8.62	3081	1142.1	24.70	1142.10
28	2	42	2.70	3081	853.3	18.08	853.30
29	3	51	3.85	3081	1030.9	25.15	1030.90
30	1	59	1.98	3081	912.1	22.13	912.10
30	20	23	20.38	3081	1073.5	18.40	1073.50

continúa....

DATOS DE MINA						DATOS A UTILIZAR	
Día	Hora	Minuto	Hora	CAMION	CANTIDAD (galones)	Tiempo transcurrido (horas)	Cantidad consumida (galones)
8	15	14	15.23	3082	810.5		
9	10	35	10.58	3082	902.1	19.35	902.10
10	8	54	8.90	3082	990.3	22.32	990.30

12	7	56	7.93	3082	1171.6	47.03	1171.60
13	19	54	19.90	3082	984.7	35.97	984.70
14	12	18	12.30	3082	937.3	16.40	937.30
15	14	17	14.28	3082	1238.6	25.98	1238.60
16	15	54	15.90	3082	896.2	25.62	896.20
18	12	48	12.80	3082	1132.7	44.90	1132.70
20	14	44	14.73	3082	1132.1	49.93	1132.10
21	13	56	13.93	3082	850.3	23.20	850.30
22	11	8	11.13	3082	825.9	21.20	825.90
23	8	30	8.50	3082	856.4	21.37	856.40
24	8	2	8.03	3082	922.9	23.53	922.90
25	7	30	7.50	3082	939.3	23.47	939.30
26	23	27	23.45	3082	997.5	39.95	997.50
27	22	57	22.95	3082	1110.5	23.50	1110.50
28	20	34	20.57	3082	807.3	21.62	807.30
29	19	1	19.02	3082	1009.5	22.45	1009.50
30	15	19	15.32	3082	1067.5	20.30	1067.50
8	19	36	19.60	3083	964.3		
9	16	2	16.03	3083	933.6	20.43	933.60
10	13	26	13.43	3083	937.8	21.40	937.80
11	12	19	12.32	3083	1139	22.88	1139.00
12	10	10	10.17	3083	1036.6	21.85	1036.60
13	11	34	11.57	3083	1013.9	25.40	1013.90
14	3	58	3.97	3083	923.6	16.40	923.60
15	0	10	0.17	3083	1003.7	20.20	1003.70
16	15	35	15.58	3083	1013	39.42	1013.00
17	9	6	9.10	3083	1111.2	17.52	1111.20
18	3	36	3.60	3083	973.5	18.50	973.50
19	0	23	0.38	3083	1063.1	20.78	1063.10
19	21	41	21.68	3083	911.6	21.30	911.60
20	19	32	19.53	3083	819.8	21.85	819.80
21	19	56	19.93	3083	987.8	24.40	987.80
22	16	0	16.00	3083	777.4	20.07	777.40
23	13	48	13.80	3083	870	21.80	870.00
24	10	6	10.10	3083	959.7	20.30	959.70
25	9	17	9.28	3083	950.1	23.18	950.10
25	21	54	21.90	3083	612.9	12.62	612.90
26	19	28	19.47	3083	1000.5	21.57	1000.50
27	15	36	15.60	3083	1006.9	20.13	1006.90
28	17	12	17.20	3083	1042	25.60	1042.00
29	11	42	11.70	3083	915.1	18.50	915.10
30	8	39	8.65	3083	1040.1	20.95	1040.10

continúa....

DATOS DE MINA						DATOS A UTILIZAR	
Día	Hora	Minuto	Hora	CAMION	CANTIDAD (galones)	Tiempo transcurrido (horas)	Cantidad consumida (galones)
8	16	15	16.25	3084	1103.7		
9	17	50	17.83	3084	1001.3	25.58	1001.30
10	19	40	19.67	3084	1130.1	25.83	1130.10
11	12	32	12.53	3084	785.5	16.87	785.50

12	17	26	17.43	3084	1125.4	28.90	1125.40
13	17	43	17.72	3084	987.2	24.28	987.20
14	11	52	11.87	3084	1005.9	18.15	1005.90
15	6	3	6.05	3084	908.1	18.18	908.10
16	5	30	5.50	3084	918.2	23.45	918.20
17	21	36	21.60	3084	1195	40.10	1195.00
18	17	20	17.33	3084	861.1	19.73	861.10
19	9	19	9.32	3084	761.2	15.98	761.20
20	6	13	6.22	3084	1113.7	20.90	1113.70
21	13	28	13.47	3084	1081.9	31.25	1081.90
22	16	16	16.27	3084	977.8	26.80	977.80
23	14	4	14.07	3084	840.9	21.80	840.90
24	15	19	15.32	3084	1153.8	25.25	1153.80
25	16	2	16.03	3084	1016.2	24.72	1016.20
26	10	39	10.65	3084	850.9	18.62	850.90
27	12	51	12.85	3084	1044.1	26.20	1044.10
28	10	32	10.53	3084	922.1	21.68	922.10
29	10	31	10.52	3084	985.6	23.98	985.60
30	8	54	8.90	3084	1085.1	22.38	1085.10
10	16	59	16.98	3085	1170		
12	16	22	16.37	3085	1052.6	47.38	1052.60
13	22	54	22.90	3085	1148.6	30.53	1148.60
14	23	31	23.52	3085	1164.1	24.62	1164.10
15	20	31	20.52	3085	978.4	21.00	978.40
17	17	43	17.72	3085	779.6	45.20	779.60
19	15	0	15.00	3085	1144	45.28	1144.00
20	9	1	9.02	3085	586.2	18.02	586.20
20	9	6	9.10	3085	314.9	0.08	314.90
21	16	9	16.15	3085	1182.5	31.05	1182.50
22	13	16	13.27	3085	767.9	21.12	767.90
23	18	29	18.48	3085	978.1	29.22	978.10
24	15	1	15.02	3085	843.3	20.53	843.30
25	17	15	17.25	3085	1044.3	26.23	1044.30
26	17	31	17.52	3085	1024.8	24.27	1024.80
27	17	35	17.58	3085	1094.2	24.07	1094.20
28	20	50	20.83	3085	1056.6	27.25	1056.60
29	16	17	16.28	3085	726	19.45	726.00
30	14	24	14.40	3085	1000.1	22.12	1000.10
Suma						3093.38	118316.30

Para los camiones CAT 793D:

Suma total tiempo transcurrido = 3093.38 horas

Suma total combustible consumido = 118316.30 galones

ANEXO 4

Registro de Abastecimiento de combustible para KOMATSU 830E – Enero 2010

DATOS DE MINA						DATOS A UTILIZAR	
Día	Hora	Minuto	Hora	CAMION	CANTIDAD (galones)	Tiempo transcurrido (horas)	Cantidad consumida (galones)
8	18	12	18.20	3051	1012.7		
10	1	12	1.20	3051	731.1	31.00	731.10
10	18	9	18.15	3051	1084.4	16.95	1084.40
11	18	2	18.03	3051	1016.8	23.88	1016.80
12	20	0	20.00	3051	511.4	25.97	511.40
15	4	29	4.48	3051	1030.4	56.48	1030.40
16	12	14	12.23	3051	869.9	31.75	869.90
17	15	45	15.75	3051	452	27.52	452.00
18	16	9	16.15	3051	953.7	24.40	953.70
20	12	50	12.83	3051	1004.8	44.68	1004.80
21	17	54	17.90	3051	1017.3	29.07	1017.30
22	15	23	15.38	3051	709.6	21.48	709.60
23	22	16	22.27	3051	935.1	30.88	935.10
24	22	35	22.58	3051	956.4	24.32	956.40
26	0	35	0.58	3051	942.2	26.00	942.20
26	23	49	23.82	3051	822.8	23.23	822.80
28	2	11	2.18	3051	936.8	26.37	936.80
30	16	35	16.58	3051	714	62.40	714.00
9	12	36	12.60	3052	1006.1		
10	14	35	14.58	3052	1058.1	25.98	1058.10
11	13	22	13.37	3052	1001.9	22.78	1001.90
12	15	55	15.92	3052	1035.5	26.55	1035.50
15	17	12	17.20	3052	808.8	73.28	808.80
16	16	25	16.42	3052	733.5	23.22	733.50
17	13	43	13.72	3052	863.1	21.30	863.10
18	14	52	14.87	3052	1033.8	25.15	1033.80
19	17	11	17.18	3052	781.5	26.32	781.50
20	15	29	15.48	3052	989.1	22.30	989.10
21	14	53	14.88	3052	884.8	23.40	884.80
22	19	15	19.25	3052	867.1	28.37	867.10
24	7	39	7.65	3052	703.6	36.40	703.60
27	11	46	11.77	3052	1012.7	76.12	1012.70
29	15	51	15.85	3052	711.6	52.08	711.60
8	9	12	9.20	3053	1053.6		
9	9	50	9.83	3053	832.3	24.63	832.30
10	7	46	7.77	3053	1038.8	21.93	1038.80
11	4	30	4.50	3053	973.4	20.73	973.40
11	20	52	20.87	3053	707.6	16.37	707.60
12	16	9	16.15	3053	688.6	19.28	688.60
13	9	40	9.67	3053	600.1	17.52	600.10
14	5	31	5.52	3053	897.9	19.85	897.90
15	5	5	5.08	3053	936.3	23.57	936.30
16	11	33	11.55	3053	719.8	30.47	719.80

continúa...

DATOS DE MINA						DATOS A UTILIZAR	
Día	Hora	Minuto	Hora	CAMION	CANTIDAD (galones)	Tiempo transcurrido (horas)	Cantidad consumida (galones)
18	5	42	5.70	3053	785.3	42.15	785.30
19	0	53	0.88	3053	843.5	19.18	843.50

19	19	46	19.77	3053	899.7	18.88	899.70
21	0	4	0.07	3053	871.7	28.30	871.70
22	0	23	0.38	3053	865.7	24.32	865.70
23	7	35	7.58	3053	1035.5	31.20	1035.50
24	14	8	14.13	3053	968.6	30.55	968.60
25	15	43	15.72	3053	839.6	25.58	839.60
26	16	37	16.62	3053	928.4	24.90	928.40
27	17	50	17.83	3053	969.6	25.22	969.60
28	16	38	16.63	3053	827.7	22.80	827.70
29	11	56	11.93	3053	656.5	19.30	656.50
30	5	25	5.42	3053	834.4	17.48	834.40
8	11	59	11.98	3054	826		
9	11	1	11.02	3054	800.8	23.03	800.80
10	9	58	9.97	3054	921.7	22.95	921.70
11	4	44	4.73	3054	796.4	18.77	796.40
11	23	51	23.85	3054	868.1	19.12	868.10
13	3	39	3.65	3054	749.7	27.80	749.70
13	20	21	20.35	3054	865.9	16.70	865.90
14	22	47	22.78	3054	581.8	26.43	581.80
15	15	58	15.97	3054	68.6	17.18	68.60
15	16	16	16.27	3054	859.9	0.30	859.90
17	13	15	13.25	3054	805.1	44.98	805.10
19	3	1	3.02	3054	635.3	37.77	635.30
19	14	37	14.62	3054	503.3	11.60	503.30
20	13	37	13.62	3054	332.8	23.00	332.80
21	13	40	13.67	3054	856.7	24.05	856.70
23	0	7	0.12	3054	909.6	34.45	909.60
24	1	31	1.52	3054	849.7	25.40	849.70
25	4	35	4.58	3054	935.7	27.07	935.70
26	5	1	5.02	3054	522.6	24.43	522.60
26	16	6	16.10	3054	615.5	11.08	615.50
27	7	46	7.77	3054	603.2	15.67	603.20
28	0	12	0.20	3054	617.4	16.43	617.40
28	8	31	8.52	3054	514.6	8.32	514.60
29	9	36	9.60	3054	905.2	25.08	905.20
30	6	0	6.00	3054	876.5	20.40	876.50
8	14	49	14.82	3055	1004.3		
9	16	47	16.78	3055	1001.8	25.97	1001.80
11	13	59	13.98	3055	731.8	45.20	731.80
12	12	14	12.23	3055	941.9	22.25	941.90
13	20	46	20.77	3055	899.4	32.53	899.40
14	20	2	20.03	3055	776.4	23.27	776.40
15	19	34	19.57	3055	1008.1	23.53	1008.10
17	0	40	0.67	3055	932.8	29.10	932.80
18	3	20	3.33	3055	940.4	26.67	940.40
20	5	52	5.87	3055	801.5	50.53	801.50
21	15	25	15.42	3055	208.7	33.55	208.70

continúa...

DATOS DE MINA					DATOS A UTILIZAR		
Día	Hora	Minuto	Hora	CAMION	CANTIDAD (galones)	Tiempo transcurrido (horas)	Cantidad consumida (galones)
21	15	37	15.62	3055	588.2	0.20	588.20
22	8	49	8.82	3055	578.7	17.20	578.70
23	8	19	8.32	3055	885.2	23.50	885.20

24	9	2	9.03	3055	921.7	24.72	921.70
25	9	49	9.82	3055	745.7	24.78	745.70
26	15	21	15.35	3055	986.3	29.53	986.30
27	12	34	12.57	3055	623.6	21.22	623.60
28	16	12	16.20	3055	977.5	27.63	977.50
30	18	29	18.48	3055	899.2	50.28	899.20
9	9	8	9.13	3056	1064		
10	11	2	11.03	3056	1067.2	25.90	1067.20
11	10	3	10.05	3056	1066.8	23.02	1066.80
12	8	9	8.15	3056	912.7	22.10	912.70
13	12	37	12.62	3056	1057.6	28.47	1057.60
14	14	42	14.70	3056	1065.2	26.08	1065.20
15	15	10	15.17	3056	1035.4	24.47	1035.40
16	18	10	18.17	3056	1024.8	27.00	1024.80
17	16	33	16.55	3056	1062.6	22.38	1062.60
18	19	45	19.75	3056	1050.6	27.20	1050.60
19	20	19	20.32	3056	1065.5	24.57	1065.50
21	0	35	0.58	3056	1043.5	28.27	1043.50
22	9	33	9.55	3056	906.3	32.97	906.30
24	9	24	9.40	3056	1085.7	47.85	1085.70
26	14	48	14.80	3056	1053.9	53.40	1053.90
27	19	10	19.17	3056	1058.6	28.37	1058.60
28	13	40	13.67	3056	774.8	18.50	774.80
30	13	42	13.70	3056	1052.4	48.03	1052.40
8	8	20	8.33	3057	1014.2		
9	12	46	12.77	3057	486.9	28.43	486.90
9	12	52	12.87	3057	536.4	0.10	536.40
10	19	9	19.15	3057	1006.3	30.28	1006.30
12	0	0	0.00	3057	743.9	28.85	743.90
12	21	39	21.65	3057	842	21.65	842.00
13	23	46	23.77	3057	1029.7	26.12	1029.70
15	3	59	3.98	3057	1042.1	28.22	1042.10
17	6	6	6.10	3057	982.2	50.12	982.20
19	17	20	17.33	3057	963.6	59.23	963.60
21	11	40	11.67	3057	1003.9	42.33	1003.90
22	12	40	12.67	3057	908.8	25.00	908.80
23	13	17	13.28	3057	992	24.62	992.00
24	15	52	15.87	3057	782.3	26.58	782.30
25	22	1	22.02	3057	1009.8	30.15	1009.80
26	23	58	23.97	3057	967.8	25.95	967.80
27	23	24	23.40	3057	1006	23.43	1006.00
29	5	9	5.15	3057	1016.4	29.75	1016.40
30	7	28	7.47	3057	988.9	26.32	988.90
8	17	30	17.50	3058	1027.3		
10	8	36	8.60	3058	908.1	39.10	908.10
11	16	23	16.38	3058	648.2	31.78	648.20
12	11	12	11.20	3058	834.7	18.82	834.70

continúa...

DATOS DE MINA					DATOS A UTILIZAR		
Día	Hora	Minuto	Hora	CAMION	CANTIDAD (galones)	Tiempo transcurrido (horas)	Cantidad consumida (galones)
14	14	18	14.30	3058	881.3	51.10	881.30
15	15	49	15.82	3058	924.4	25.52	924.40

16	16	13	16.22	3058	727.3	24.40	727.30
17	13	28	13.47	3058	882.4	21.25	882.40
19	23	23	23.38	3058	912.9	57.92	912.90
21	23	35	23.58	3058	956.4	48.20	956.40
23	10	45	10.75	3058	432.8	35.17	432.80
24	7	5	7.08	3058	636.3	20.33	636.30
25	9	33	9.55	3058	624.1	26.47	624.10
26	14	5	14.08	3058	949.3	28.53	949.30
27	13	33	13.55	3058	920.9	23.47	920.90
29	10	59	10.98	3058	966.8	45.43	966.80
30	13	33	13.55	3058	908.6	26.57	908.60
9	0	22	0.37	3059	967		
9	23	6	23.10	3059	758	22.73	758.00
10	21	15	21.25	3059	1025.3	22.15	1025.30
11	20	22	20.37	3059	971.5	23.12	971.50
12	22	32	22.53	3059	860.6	26.17	860.60
14	4	58	4.97	3059	1003.7	30.43	1003.70
15	7	37	7.62	3059	946.1	26.65	946.10
16	8	42	8.70	3059	860.3	25.08	860.30
17	10	49	10.82	3059	920	26.12	920.00
18	7	54	7.90	3059	832.7	21.08	832.70
19	7	7	7.12	3059	905.1	23.22	905.10
20	6	45	6.75	3059	401.5	23.63	401.50
20	13	22	13.37	3059	762.4	6.62	762.40
22	4	10	4.17	3059	955.6	38.80	955.60
22	19	26	19.43	3059	553.4	15.27	553.40
24	4	37	4.62	3059	856.7	33.18	856.70
25	21	15	21.25	3059	649.5	40.63	649.50
27	0	38	0.63	3059	1016.3	27.38	1016.30
28	0	51	0.85	3059	994.9	24.22	994.90
29	9	20	9.33	3059	914.8	32.48	914.80
30	5	38	5.63	3059	942.4	20.30	942.40
8	5	26	5.43	3060	923.9		
9	7	44	7.73	3060	1009.4	26.30	1009.40
10	8	1	8.02	3060	1017.7	24.28	1017.70
11	5	28	5.47	3060	901.9	21.45	901.90
12	4	51	4.85	3060	1019.9	23.38	1019.90
13	8	0	8.00	3060	1000.2	27.15	1000.20
14	10	47	10.78	3060	963.1	26.78	963.10
15	13	4	13.07	3060	854.3	26.28	854.30
8	14	3	14.05	3061	1014.1		
10	8	18	8.30	3061	806.4	42.25	806.40
11	10	43	10.72	3061	1107.8	26.42	1107.80
12	10	30	10.50	3061	1024.1	23.78	1024.10
14	20	32	20.53	3061	747.3	58.03	747.30
17	14	9	14.15	3061	1098.3	65.62	1098.30
19	20	53	20.88	3061	1137.8	54.73	1137.80

continúa...

DATOS DE MINA					DATOS A UTILIZAR		
Día	Hora	Minuto	Hora	CAMION	CANTIDAD (galones)	Tiempo transcurrido (horas)	Cantidad consumida (galones)
21	14	23	14.38	3061	1120.6	41.50	1120.60
23	15	54	15.90	3061	1119.8	49.52	1119.80

24	19	31	19.52	3061	716.5	27.62	716.50
26	8	14	8.23	3061	1095	36.72	1095.00
28	20	6	20.10	3061	1114.9	59.87	1114.90
29	20	39	20.65	3061	1107.5	24.55	1107.50
30	21	21	21.35	3061	1136.6	24.70	1136.60
8	13	22	13.37	3062	950		
9	13	18	13.30	3062	753.6	23.93	753.60
10	5	25	5.42	3062	851	16.12	851.00
11	2	17	2.28	3062	1075.4	20.87	1075.40
11	23	13	23.22	3062	942.2	20.93	942.20
12	16	34	16.57	3062	525.8	17.35	525.80
13	10	44	10.73	3062	266.1	18.17	266.10
13	21	35	21.58	3062	1041.8	10.85	1041.80
15	10	18	10.30	3062	999	36.72	999.00
17	4	43	4.72	3062	950.7	42.42	950.70
17	18	37	18.62	3062	643.5	13.90	643.50
18	19	15	19.25	3062	841.3	24.63	841.30
19	18	2	18.03	3062	357.2	22.78	357.20
19	18	9	18.15	3062	593.6	0.12	593.60
20	15	33	15.55	3062	823.9	21.40	823.90
21	19	40	19.67	3062	707.5	28.12	707.50
22	11	31	11.52	3062	530.1	15.85	530.10
23	17	6	17.10	3062	1004.4	29.58	1004.40
25	10	31	10.52	3062	1024.1	41.42	1024.10
26	13	48	13.80	3062	996.9	27.28	996.90
30	16	0	16.00	3062	799.9	98.20	799.90
8	3	24	3.40	3063	836.3		
8	22	49	22.82	3063	919.9	19.42	919.90
9	18	31	18.52	3063	855	19.70	855.00
10	12	3	12.05	3063	944.5	17.53	944.50
12	6	14	6.23	3063	644.5	42.18	644.50
12	17	10	17.17	3063	660.2	10.93	660.20
13	16	21	16.35	3063	808.5	23.18	808.50
14	10	32	10.53	3063	702.6	18.18	702.60
15	12	30	12.50	3063	690.1	25.97	690.10
17	3	57	3.95	3063	869.8	39.45	869.80
18	4	30	4.50	3063	880.9	24.55	880.90
18	23	43	23.72	3063	806.7	19.22	806.70
21	18	7	18.12	3063	710.7	66.40	710.70
22	14	23	14.38	3063	919.2	20.27	919.20
24	4	48	4.80	3063	502.9	38.42	502.90
25	0	11	0.18	3063	765.4	19.38	765.40
25	23	55	23.92	3063	913.4	23.73	913.40
26	15	35	15.58	3063	571.6	15.67	571.60
28	1	25	1.42	3063	796.4	33.83	796.40
29	18	14	18.23	3063	727.2	40.82	727.20
30	15	50	15.83	3063	809.3	21.60	809.30

continúa...

DATOS DE MINA						DATOS A UTILIZAR	
Día	Hora	Minuto	Hora	CAMION	CANTIDAD (galones)	Tiempo transcurrido (horas)	Cantidad consumida (galones)
9	16	16	16.27	3064	902.8		
10	15	53	15.88	3064	931.9	23.62	931.90

11	23	34	23.57	3064	975.2	31.68	975.20
13	7	38	7.63	3064	970.1	32.07	970.10
15	14	4	14.07	3064	682.6	54.43	682.60
16	21	1	21.02	3064	1015.6	30.95	1015.60
17	11	35	11.58	3064	547.1	14.57	547.10
20	5	7	5.12	3064	897.7	65.53	897.70
21	11	23	11.38	3064	1016.1	30.27	1016.10
22	6	1	6.02	3064	520.3	18.63	520.30
23	8	44	8.73	3064	935.2	26.72	935.20
24	10	38	10.63	3064	823.3	25.90	823.30
25	15	11	15.18	3064	1002.2	28.55	1002.20
26	13	32	13.53	3064	835.1	22.35	835.10
27	17	3	17.05	3064	741.6	27.52	741.60
29	12	11	12.18	3064	919.1	43.13	919.10
30	13	22	13.37	3064	1001.3	25.18	1001.30
8	23	4	23.07	3065	1111.6		
12	14	35	14.58	3065	953.1	87.52	953.10
13	14	16	14.27	3065	758.9	23.68	758.90
15	3	9	3.15	3065	1150.5	36.88	1150.50
20	10	40	10.67	3065	849.7	127.52	849.70
22	7	57	7.95	3065	1047.1	45.28	1047.10
24	4	17	4.28	3065	1010.8	44.33	1010.80
25	7	52	7.87	3065	1032.8	27.58	1032.80
26	19	37	19.62	3065	984	35.75	984.00
29	23	24	23.40	3065	1148.9	75.78	1148.90
8	8	33	8.55	3068	521.9		
8	17	43	17.72	3068	280.5	9.17	280.50
9	17	18	17.30	3068	357.8	23.58	357.80
10	5	5	5.08	3068	426.7	11.78	426.70
10	17	43	17.72	3068	595.6	12.63	595.60
11	5	39	5.65	3068	514.8	11.93	514.80
12	5	28	5.47	3068	405.8	23.82	405.80
13	22	22	22.37	3068	676.9	40.90	676.90
14	7	12	7.20	3068	265.5	8.83	265.50
15	0	29	0.48	3068	435.3	17.28	435.30
15	6	55	6.92	3068	237.8	6.43	237.80
15	16	24	16.40	3068	466.9	9.48	466.90
16	7	0	7.00	3068	510	14.60	510.00
16	16	31	16.52	3068	329.9	9.52	329.90
17	7	4	7.07	3068	556.3	14.55	556.30
17	16	3	16.05	3068	221.3	8.98	221.30
18	6	56	6.93	3068	607.1	14.88	607.10
19	22	28	22.47	3068	546.9	39.53	546.90
20	10	10	10.17	3068	457.7	11.70	457.70
21	3	28	3.47	3068	552.5	17.30	552.50
21	17	18	17.30	3068	514	13.83	514.00
22	8	16	8.27	3068	535.8	14.97	535.80

continúa...

DATOS DE MINA					DATOS A UTILIZAR		
Día	Hora	Minuto	Hora	CAMION	CANTIDAD (galones)	Tiempo transcurrido (horas)	Cantidad consumida (galones)
23	3	58	3.97	3068	690.2	19.70	690.20
23	18	4	18.07	3068	588	14.10	588.00

24	5	43	5.72	3068	300.6	11.65	300.60
24	17	12	17.20	3068	470.1	11.48	470.10
24	22	43	22.72	3068	159.7	5.52	159.70
25	17	33	17.55	3068	649.4	18.83	649.40
26	5	48	5.80	3068	443.7	12.25	443.70
26	17	47	17.78	3068	521.4	11.98	521.40
27	5	41	5.68	3068	491.7	11.90	491.70
27	17	58	17.97	3068	561.4	12.28	561.40
28	12	13	12.22	3068	555.2	18.25	555.20
30	20	5	20.08	3068	716.8	55.87	716.80
8	8	53	8.88	3069	817.1		
9	3	43	3.72	3069	676.6	18.83	676.60
10	0	35	0.58	3069	829	20.87	829.00
10	17	25	17.42	3069	833.5	16.83	833.50
11	17	7	17.12	3069	890.4	23.70	890.40
12	1	27	1.45	3069	213	8.33	213.00
13	2	49	2.82	3069	821.3	25.37	821.30
13	21	4	21.07	3069	827.7	18.25	827.70
14	20	55	20.92	3069	825.1	23.85	825.10
15	20	15	20.25	3069	812.1	23.33	812.10
16	19	24	19.40	3069	614.5	23.15	614.50
17	15	57	15.95	3069	762.3	20.55	762.30
18	13	31	13.52	3069	442.9	21.57	442.90
19	5	55	5.92	3069	847.3	16.40	847.30
21	10	56	10.93	3069	801.9	53.02	801.90
22	14	39	14.65	3069	889.2	27.72	889.20
23	17	34	17.57	3069	800.7	26.92	800.70
24	21	58	21.97	3069	824.8	28.40	824.80
26	1	31	1.52	3069	864.8	27.55	864.80
28	0	36	0.60	3069	776	47.08	776.00
29	11	25	11.42	3069	894.8	34.82	894.80
30	10	25	10.42	3069	902	23.00	902.00
22	18	39	18.65	3070	816.5		
23	16	42	16.70	3070	805.5	22.05	805.50
24	14	47	14.78	3070	375.9	22.08	375.90
26	9	15	9.25	3070	616.9	42.47	616.90
26	19	49	19.82	3070	452.5	10.57	452.50
28	21	44	21.73	3070	696.9	49.92	696.90
29	19	41	19.68	3070	592.4	21.95	592.40
30	22	9	22.15	3070	848.2	26.47	848.20
9	5	16	5.27	3071	859		
9	21	9	21.15	3071	560.6	15.88	560.60
10	10	34	10.57	3071	913.4	13.42	913.40
11	10	27	10.45	3071	1040.5	23.88	1040.50
12	19	37	19.62	3071	722.6	33.17	722.60
13	18	6	18.10	3071	876.6	22.48	876.60
15	5	40	5.67	3071	921.3	35.57	921.30

continúa...

DATOS DE MINA					DATOS A UTILIZAR		
Día	Hora	Minuto	Hora	CAMION	CANTIDAD (galones)	Tiempo transcurrido (horas)	Cantidad consumida (galones)
16	8	23	8.38	3071	726.5	26.72	726.50
17	8	9	8.15	3071	833.1	23.77	833.10

18	5	19	5.32	3071	737.5	21.17	737.50
19	3	18	3.30	3071	854.1	21.98	854.10
19	22	16	22.27	3071	845.8	18.97	845.80
20	13	8	13.13	3071	502.7	14.87	502.70
21	14	36	14.60	3071	612.2	25.47	612.20
22	13	53	13.88	3071	1016.3	23.28	1016.30
24	7	25	7.42	3071	582.8	41.53	582.80
26	1	3	1.05	3071	910.5	41.63	910.50
28	4	24	4.40	3071	929.6	51.35	929.60
8	5	27	5.45	3072	838.6		
8	22	12	22.20	3072	923.4	16.75	923.40
9	14	41	14.68	3072	845.2	16.48	845.20
10	1	43	1.72	3072	605.7	11.03	605.70
10	16	38	16.63	3072	855.2	14.92	855.20
11	1	41	1.68	3072	366.8	9.05	366.80
11	16	40	16.67	3072	799.6	14.98	799.60
12	10	44	10.73	3072	795.5	18.07	795.50
13	1	48	1.80	3072	541.1	15.07	541.10
13	17	22	17.37	3072	765.3	15.57	765.30
14	8	42	8.70	3072	791.1	15.33	791.10
15	2	47	2.78	3072	802.4	18.08	802.40
16	10	57	10.95	3072	860.1	32.17	860.10
17	2	51	2.85	3072	881.2	15.90	881.20
17	11	21	11.35	3072	530.3	8.50	530.30
18	9	32	9.53	3072	800.5	22.18	800.50
19	2	44	2.73	3072	762.1	17.20	762.10
19	13	7	13.12	3072	465.8	10.38	465.80
20	4	42	4.70	3072	75.9	15.58	75.90
22	1	41	1.68	3072	796.8	44.98	796.80
22	9	37	9.62	3072	305.8	7.93	305.80
23	7	9	7.15	3072	789.4	21.53	789.40
24	1	41	1.68	3072	592.8	18.53	592.80
24	21	41	21.68	3072	862.1	20.00	862.10
26	14	27	14.45	3072	790	40.77	790.00
27	1	50	1.83	3072	550.6	11.38	550.60
27	15	4	15.07	3072	667.4	13.23	667.40
28	1	55	1.92	3072	537.4	10.85	537.40
28	19	10	19.17	3072	745.2	17.25	745.20
29	13	10	13.17	3072	765.2	18.00	765.20
30	6	57	6.95	3072	759.9	17.78	759.90
8	6	8	6.13	3073	814.7		
8	19	10	19.17	3073	487.7	13.03	487.70
11	11	39	11.65	3073	755.3	64.48	755.30
12	13	57	13.95	3073	819.5	26.30	819.50
13	8	57	8.95	3073	816.9	19.00	816.90
13	23	29	23.48	3073	806.7	14.53	806.70
14	23	4	23.07	3073	846.4	23.58	846.40

continúa...

DATOS DE MINA					DATOS A UTILIZAR		
Día	Hora	Minuto	Hora	CAMION	CANTIDAD (galones)	Tiempo transcurrido (horas)	Cantidad consumida (galones)
15	17	40	17.67	3073	767.1	18.60	767.10
17	3	0	3.00	3073	509	33.33	509.00

17	10	32	10.53	3073	870.7	7.53	870.70
17	22	49	22.82	3073	630.9	12.28	630.90
18	16	40	16.67	3073	814.6	17.85	814.60
19	0	35	0.58	3073	421.5	7.92	421.50
19	16	31	16.52	3073	917.5	15.93	917.50
20	7	19	7.32	3073	820.6	14.80	820.60
21	4	0	4.00	3073	780.3	20.68	780.30
22	8	30	8.50	3073	809.1	28.50	809.10
23	2	56	2.93	3073	852.6	18.43	852.60
23	23	8	23.13	3073	768.3	20.20	768.30
24	15	31	15.52	3073	695.5	16.38	695.50
25	9	4	9.07	3073	691.8	17.55	691.80
25	19	4	19.07	3073	463.9	10.00	463.90
26	11	13	11.22	3073	762.1	16.15	762.10
27	4	30	4.50	3073	772.7	17.28	772.70
27	21	40	21.67	3073	636.5	17.17	636.50
29	8	13	8.22	3073	797.4	34.55	797.40
30	0	56	0.93	3073	748.9	16.72	748.90
30	16	10	16.17	3073	631.2	15.23	631.20
9	6	4	6.07	3074	868.2		
10	5	51	5.85	3074	834.6	23.78	834.60
11	11	8	11.13	3074	976.3	29.28	976.30
12	9	11	9.18	3074	681.6	22.05	681.60
13	8	26	8.43	3074	865	23.25	865.00
14	6	58	6.97	3074	860.4	22.53	860.40
15	7	59	7.98	3074	945.7	25.02	945.70
16	3	51	3.85	3074	626.2	19.87	626.20
16	22	56	22.93	3074	657.4	19.08	657.40
18	7	15	7.25	3074	868.4	32.32	868.40
19	5	32	5.53	3074	879.2	22.28	879.20
19	19	2	19.03	3074	558.7	13.50	558.70
20	9	32	9.53	3074	545.1	14.50	545.10
21	12	0	12.00	3074	822.4	26.47	822.40
23	0	55	0.92	3074	1009.1	36.92	1009.10
23	22	0	22.00	3074	810	21.08	810.00
25	3	20	3.33	3074	741	29.33	741.00
26	19	5	19.08	3074	879.1	39.75	879.10
27	17	19	17.32	3074	649.7	22.23	649.70
28	8	20	8.33	3074	770.9	15.02	770.90
29	6	59	6.98	3074	871	22.65	871.00
30	2	53	2.88	3074	761	19.90	761.00
30	17	58	17.97	3074	748.9	15.08	748.90

Para los camiones KOMATSU 830E:

Suma total tiempo transcurrido = 10747.12 horas

Suma total cantidad consumida = 323807.60 galones

