

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA GEOLÓGICA, MINAS Y**  
**METALURGICA.**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA DE MINAS.**



**TESIS**

**“SISTEMA DE CONTROL DE COSTOS DE LA FLOTA DE EQUIPOS  
AUXILIARES PARA MEJORAR LA DISPONIBILIDAD MECANICA EN LA  
U.M LAS BAMBAS –APURIMAC”.**

**Presentado por:**

**Bach. Dennis Daniel Pucutuni Vásquez.**

**Para optar al título profesional de Ingeniero de  
Minas**

**Asesor:**

**Magister Raimundo Molina Delgado.**

**Cusco - Perú**

**2022**

## **DEDICATORIA**

Este agradecimiento va dirigido primeramente a Dios, al Sr. De Coyllority mi guía . A mis padres Julián Pucutuni y Irene Vásquez que siempre los llevo en mi corazón, quienes estuvieron en los momentos más duros de mi formación académica, tienen mi agradecimiento eterno por velar por mis sueños y mis docentes que son grandes investigadores y profesionales, dedicaron su esfuerzo para estar conmigo durante esta investigación.

## **AGRADECIMIENTOS:**

A Dios por brindarme la armonía familiar y la buena voluntad de enseñanza de todas aquellas personas que estuvieron presentes en mi formación profesional, a los colegas de trabajo de Minera las Bambas y EPSA por compartir sus conocimientos y la experiencia en los procesos constructivos. En especial a mis padres por el apoyo constante en el transcurso de mi carrera universitaria.

## INTRODUCCIÓN

Las Bambas es una mina de cobre de gran envergadura, siendo uno de los mayores productores de cobre y el mas importantes en el mundo en producción de concentrado de cobre.

Las reservas calculadas alcanzan 7,2000,000 de cobre y recursos minerales o potencia es de 12,600,000 millones. Se estima que en los cinco primeros años se producirá más de 2,000,000 de toneladas de cobre en concentrado.

La siguiente investigación se realiza para la mejor toma de decisión en el factor económico de la empresa, EPSA. SAC. siendo uno de las problemáticas las pérdidas generadas por el mal uso de equipo reten al momento de proceder a la valorización, en la cual esto trae consigo problemas económicos para la empresa contratista, por medio del tipo de contrato.

Los factores que fundamentalmente se tienen por objetivos controlar y mejorar así mismo tener la mejor viabilidad de efectividad de la empresa son los siguientes: Costos y presupuestos, disponibilidad y rentabilidad de la Empresa.

Al momento de proceder la efectividad de los trabajos mensuales reflejados en lo que viene a ser la valorización mensual de la empresa con la compañía se trata de controlar y optimizar los costos operativos brindados por la contrata hacia la compañía.

## RESUMEN

En la U.M Las Bambas los estándares de producción son de mayor jerarquía por estar dentro de una de las mineras más grandes del mundo, los equipos de línea amarilla como son las excavadores, tractores, volquetes, articulados (lagartos o dumpers), retroexcavadora; son los equipos responsables de realizar los trabajos auxiliares dentro de los operaciones mineras como los trabajos de movimiento de tierras, construcción de plataformas, eliminación de material saturado (mezclado con barro), construcción de pozas, construcción, limpieza de cunetas y construcción de accesos.

Los rendimientos de estos equipos se consideran como prioridad por los motivos del avance del minado y dar condiciones a las palas, camiones mineros, excavadoras y perforadoras, los costó operativo de estos equipos son de mayor consideración respecto a obras civiles al tener pérdidas en ese tipo de contratos en la minera nos llevan a cifras considerables, en la Empresa EPSA Perú que viene realizando trabajos en la U.M la Bambas en las actividades de movimiento de tierras y trabajos auxiliares se verifico las perdidas por aplicación de penalidad de contrato por no alcanzar la disponibilidad mecánica mínima requerida por la compañía, es por eso que en la presente investigación formulo la creación de un programa en referencia de los equipos auxiliares (excavadoras) los cuales al tener una mala asignación de reemplazo por un equipo reten genera cuantiosas pérdidas y trayendo consigo perdidas a la empresa contratista.

Es por eso que se crea un programa de asignación para controlar las pérdidas económicas y tener posibilidades de mejora de manera inmediata, en la actualidad es fundamental para el desempeño profesional de la persona encargada del área de costos.

# INDICE

## Contenido

DEDICATORIA .....	II
AGRADECIMIENTOS: .....	II
INTRODUCCIÓN.....	III
RESUMEN .....	IV
CAPITULO I .....	9
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	9
1.1 DESCRIPCION DEL PROBLEMA.....	9
1.2. FORMULACION DEL PROBLEMA.....	10
1.2.1 Problema General.....	10
1.2.2. Problemas Específicos .....	10
1.3. OBJETIVOS.....	11
1.3.1. OBJETIVO GENERAL.....	11
1.3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS .....	11
1.4. JUSTIFICACIÓN .....	11
1.5. HIPÓTESIS.....	11
1.5.1 Hipotesis General .....	11
1.5.2. Hipótesis específicos. ....	12
CAPITULO II .....	13
ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACION .....	13
2.1 Ubicación Geográfica .....	13
2.2 Accesibilidad.....	14
2.2.1 Vía Terrestre.....	14
2.2.2 Vía Aerea .....	15
2.3 Flora y Vegetación.....	15
2.4 Fauna.....	16
2.5 Geología Regional.....	17

2.6 Geología Económica .....	17
2.6.1 Ferrobamba (Cu, Mo, Au, Ag) .....	17
2.6.2 Sulfobamba (Cu, Mo, Au) .....	18
2.6.3 Chalcobamba (Cu, Mo, Au) .....	18
2.6.4 Charcas (Cu, Au, Mo) .....	18
2.7 Geología Local .....	19
2.8 Geología Estructural Local .....	21
2.8.1 Falla Huancarane .....	21
2.8.2 Falla Challhuahuacho .....	21
2.8.3 Falla Alto Jahuapaylla .....	21
2.8.4 Falla Bajo Jahuapaylla .....	22
2.8.5 Falla Record .....	22
2.8.6 Falla Manantiales .....	22
2.8.7 Falla Chuspire-Fuerabamba .....	22
2.9 Rocas Igneas .....	22
2.9.1 Monzonita Máfica .....	22
2.9.2 Monzonita Biotítica .....	23
2.9.3 Monzonita Horblendica .....	24
2.9.4 Monzonita Quarzosa .....	24
2.10 Operaciones Mineras .....	24
2.10.1 Operación Actual .....	24
2.10.2 Planeamiento de Minado .....	25
2.10.3 Ley de corte (Cut off) .....	25
2.10.4 Programa de producción .....	25
Cuadro N° 1: Producción por guardia .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
2.10.5 Diseño del Open pit .....	26
2.10.6 Operaciones Unitarias .....	27
2.10.6.1 Perforación .....	27
2.10.6.2 Voladura .....	28
2.10.6.3 Carguío y Acarreo .....	28
2.11 Construcción de botaderos .....	29
2.12 PROCEDIMIENTO DE RECOLECCION DE DATOS .....	29
2.12.1 POBLACION Y MUESTRA .....	29

2.12.3 TIPO DE INVESTIGACION .....	30
2.13.4 NIVEL DE INVESTIGACION.....	30
CAPITULO III .....	31
MARCO TEORICO.....	31
3.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACION .....	31
3.2. TEORIAS.....	32
3.2.1.- ÍNDICE DE PRODUCTIVIDAD TOTAL DE LOS EQUIPOS .....	32
3.2.1.- SISTEMA MINEOPS .....	34
3.3. CONCEPTOS.....	35
3.3.1 COSTOS MINEROS .....	35
3.3.2 LOS OBJETIVOS EMPRESARIALES .....	36
3.3.3 APLICACIONES DEL CÁLCULO DE COSTOS.....	36
3.4 CONCEPTO DE COSTOS.....	37
3.5 Tipos de Costos .....	39
3.5.1 Clasificación según la función que cumplen .....	39
3.5.1.1. Costos de producción .....	39
3.5.1.2 Costo de comercialización .....	39
3.5.1.3 Costo de Administración .....	40
3.5.1.4 Costos de Financiamiento .....	40
3.5.2 Clasificación según su grado de variabilidad .....	40
3.5.2.1 Costos Fijos.....	40
3.5.2.2 Costos variables.....	41
3.5.3 Clasificación según su asignación .....	41
3.5.3.1 Costos directos .....	41
3.5.3.2 Costos indirectos .....	41
3.5.4 Clasificación según su comportamiento .....	41
3.5.4.1 Costo variable Unitario .....	41
3.5.4.2 Costo Variable Total .....	42
3.5.4.3 Costo Fijo Total .....	42
3.5.3.4 Costo Fijo Unitario .....	42
3.5.3.5 Costo Total .....	42
3.6 Criterio de disponibilidad .....	42
3.6.1 Disponibilidad del Equipo .....	43

3.6.2 Relación entre Disponibilidad, Mantenimiento y Confiabilidad .....	43
3.6.3 Tipos de Disponibilidad .....	44
3.6.3.1 Disponibilidad Inherente (Ai).....	44
3.6.3.2 Disponibilidad Alcanzable (Aa) .....	44
3.6.3.3 Disponibilidad Operacional (Ao).....	44
3.7 Disponibilidad Mecánica .....	45
3.8 Confiabilidad .....	45
3.8.1 Probabilidad.- .....	45
3.8.2 Desempeño satisfactorio.....	45
3.8.3 Tiempo promedio entre fallas .....	46
3.8.4 Condiciones de Operaciones .....	46
3.9 Uso de la Disponibilidad .....	46
3.10 Uso del Equipo .....	46
3.11 DISPONIBILIDAD .....	46
3.12 DISPONIBILIDAD MECANICA.....	47
3.12.1 HORAS OPERATIVAS .....	47
3.12.2 DEMORAS OPERATIVAS.....	47
3.13 STAND BY(SB). .....	47
3.14 UTILIZACIÓN .....	47
3.15 RENDIMIENTO .....	47
3.16 MANTENIMIENTO .....	47
3.16.1 MANTENIMIENTO CORRECTIVO .....	48
3.16.2 MANTENIMIENTO PREVENTIVO .....	48
3.16.3 MANTENIMIENTO PREDICTIVO .....	48
3.17 Equipos Retenes .....	48
3.18 Sistema Hidráulico.....	49
3.18.1 Tren de Rodamiento.....	49
3.18.2 Cucharon .....	50
3.18.3 Dientes de Penetración .....	51
3.18.4 Operación de la Excavadora .....	52
3.19 Programación y Matemáticas.....	54
3.19.1 Soluciones de Problemas.....	55
3.19.2 Solución de problemas y programación .....	60

3.19.3 Analizar el Problema.....	61
3.19.3.1 Formular el problema.....	62
3.19.3.2 Precisar los resultados esperados .....	63
2.13.3.3 Identificar datos disponibles .....	63
3.19.3.4 Determinar las Restricciones .....	64
3.19.3.5 Establecer Procesos (operaciones) .....	64
3.19.3.6 Diseñar el Algoritmo (Trazar un plan).....	66
3.19.3.7 Algoritmo de Seudocódigos.....	66
3.19.3.8 Depurar el Programa (revisar) .....	67
CAPITULO IV .....	69
SISTEMA DE CONTROL DE COSTOS EN LOS EQUIPOS AUXILIARES .....	69
4.1.- DESCRIPCION DEL PROGRAMA APLICADO .....	69
4.1.1 Conceptos de IDE .....	69
4.1.2 NETBEANS .....	70
4.2.3 Entorno de desarrollo, plataforma de herramientas y marco de aplicación. ....	70
4.2.3.1 Edición Rápida e Inteligente .....	70
4.2.3.2 Ruta de Aprendizaje de JAVA SE .....	71
4.2.3.3 Informes de Problemas .....	71
4.2.- APLICACIÓN DEL SOFTWARE EN MINERIA .....	72
4.3.- VENTAJAS DE APLICACIÓN DE UN PROGRAMA.....	72
4.4.- VARIABLES DEL PROGRAMA.....	72
4.4.1 Variables Numéricas.....	72
4.4.2 Variables de Texto.....	73
4.5.- APLICACIÓN DE PROGRAMA EN EL AREA DE COSTOS .....	73
4.6- MEJORAR LA TOMA DE DESICIONES AL MOMENTO DE LA VALORIZACION .....	74
4.7- ACTIVIDADES EN LA U.M LAS BAMBAS .....	74
4.8 MANTENIMIENTO PROGRAMADOS .....	75
.....	75
4.9 CODIGOS DISPATCH PARA EL CALCULO DE DISPONIBILIDAD .....	76
4.9.1 DEFINICIÓN DE KPI'S PARA CONTRATISTAS:.....	76
4.9.2 CATEGORIAS DE LOS CODIGOS DISPACTH .....	77
4.10 EQUIPOS A UTILIZAR EN EL COMPARATIVO DE LA INVESTIGACIÓN .....	79
CUADRO N° 3: FLOTA DE EQUIPOS.....	79

.....	80
4.11 CLAUSULAS DE CONTRATO.....	80
Cuadro N°5: Representacion de las disponibilidades .....	82
Cuadro N° 6: Disponibilidad minima .....	82
4.12 DISPONIBILIDAD MINIMA REQUERIDA.....	82
4.12.1 Disponibilidad Requerida: .....	82
4.12.2 Descripción del proceso: .....	82
4.12.3 AREAS A LOS CUALES SE PRESTARÁ LOS SERVICIOS .....	84
Cuadro N° 7: Descripción de registros de contratos.....	84
4.12.4 CUADROS DE LA FLOTA DE EQUIPOS QUE SE REQUIERE PARA LA EJECUCIÓN DE LAS ACTIVADES. ....	84
Cuadro N°8: Horas mínimas de los equipos en los equipos de Drenaje Mina .....	85
Cuadro N°9: Horas mínimas de los equipos de Mantenimiento de Vías. ....	85
Cuadro N°10: Horas mininas de los equipos de Plataformas .....	85
4.13 PROCESAMIENTO DE LA DISPONIBILIDAD MENSUAL .....	86
4.13.1 DISPONIBILIDAD ACUMULADA .....	86
Cuadro N°11: Disponibilidad Mecánica Acumulada Mensual (17/07 al 26/07).....	86
4.13.2 HORAS ACUMULADAS .....	87
Cuadro N°17: Acumulación de Horas mensuales .....	88
4.14 PROCESAMIENTO DE DATOS .....	88
4.14.1 Resumen de las Excavadoras.....	88
Cuadro N°18: Acumulacion de disponibilidad de las excavadoras .....	88
4.8.2 Perdidas del costo operativo aplicado con la penalidad.....	88
Cuadro N°19: Aplicación de penalidad con la disponibilidad .....	89
Cuadro N°21: Horas acumuladas mensualmente de la flota de excavadoras .....	90
Cuadro N°22: Resumen completo de la disponibilidad de las Excavadoras .....	92
Cuadro N°23: Identificación de la excavadora a reemplazar por el reten .....	92
Cuadro N°24: Selección al Equipo a Reemplazar .....	93
CAPITULO V .....	94
ANALISIS DE RESULTADOS.....	94
5.1.- Creación del programa.....	94
5.2 Lenguaje del Programa.....	95
5.3 APLICACION DEL PROGRAMA.....	95

CONCLUSIONES .....	101
RECOMENDACIONES .....	102
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	103
ANEXOS .....	104

## INDICE DE CUADROS

Cuadro N° 1 : Produccion por guardia .....	82
Cuadro N° 2 :Codigo de Nomenclaturas .....	78
Cuadro N° 3: Flota De Equipos.....	79
Cuadro N° 4: Cantidad de Equipos .....	80
Cuadro N°5: Representacion de las disponibilidades.....	82
Cuadro N° 6: Disponibilidad minima.....	82
Cuadro N° 7: Descripción de registros de contratos.....	84
Cuadro N°8: Horas mínimas de los equipos en los equipos de Drenaje Mina.....	85
Cuadro N°9: Horas mínimas de los equipos de Mtto de Vías.....	85
Cuadro N°10: Horas mininas de los equipos de Plataformas .....	856
Cuadro N°11: Disponibilidad Mecanica Mensual Acumulada (17/07 al 26/07 ).....	857
Cuadro N°12: Disponibilidad Mecanica Mensual Acumulada (27/07 al 05/08 ).....	857
Cuadro N°13: Disponibilidad Mecanica Mensual Acumulada (06/08 al 16/08 ).....	858
Cuadro N°14: Horas Acumuladas Mensual (06/08 al 16/08 ).....	858
Cuadro N°15: Horas Acumuladas Mensual (27/07 al 05/08 ).....	858
Cuadro N°16: Horas Acumuladas Mensual (17/07 al 26/07 ).....	858
Cuadro N°17: Acumulacion de Horas mensuales .....	79
Cuadro N°18: Acumulacion de disponibilidad de las excavadoras.....	88
Cuadro N°19: Aplicación de penalidad con la disponibilidad .....	89
Cuadro N° 20: Identificacion de probables datos a reemplazar .....	90
Cuadro N°21: Horas acumuladas mensualmene de la flota de excavadoras .....	96
Cuadro N°22: Resumen completo de la disponibilidad de las Excavadoras .....	92
Cuadro N°23: Identificación de la excavadora a reemplazar por el reten .....	98
Cuadro N°24: Selección al Equipo a Reemplazar .....	93

## **CAPITULO I**

### **PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACION**

#### **1.1 DESCRIPCION DEL PROBLEMA.**

Es necesario tener un buen control en los diferentes costos de las actividades de explotaciones mineras, las empresas mineras han implementado diferentes sistemas para ayudar al mejor desempeño tales como planeamiento de minado y control de costos de operación, donde se tiene que ser muy meticuloso en cada operación unitaria dando una mayor seguridad en los resultados más confiables y cumplir con las metas programadas por la empresa.

Estos conceptos también se denominan Contabilidad de costos, esta disciplina ayuda al control de costos y es parte fundamental de ella, cabe señalar que esta investigación tiene por objetivo hacer uso de las herramientas de control de costos y señalar que las mejores y más grande empresas del Perú y del Mundo las están aplicando, con un mejor control del resultado, el objetivo fundamental es culminar con los trabajos que se han asignado a los equipos auxiliares con los mejores resultados posibles en calidad, costo y tiempo. Para lograr esto, se recurre a las herramientas paramétricas de valorización y otros softwares para la toma de decisiones en la dirección y gerencia de una explotación minera.

El comportamiento del costo de los equipos en la operación de movimiento de tierras de los trabajos auxiliares es muy variable de acuerdo a como este acerca o aleja del valor usado en un principio de la valorización económica del contrato.

La disponibilidad mecánica de los equipos auxiliares se mide en un porcentaje lo que indica el nivel de utilidad que tiene el equipo, en la actualidad se tiene el problema de poder alcanzar al acumulado de estos valores promediados al final del mes teniendo que alcanzar un mínimo de 85% de disponibilidad mecánica. También se incurre en penalidades estipulada por el cliente, teniendo una considerable pérdida económica, y la ausencia de un equipo reten para suplir de inmediato aquel equipo que este inoperativo por las fallas mecánicas en los trabajos operacionales.

La empresa se ve en la necesidad de implementar un programa aplicado en costos en el área de producción para viabilizar y controlar las pérdidas financieras debido al contrato estipulado por la minera, donde realiza una penalidad de perdida cuando un equipo de línea amarilla (Excavadora, Tractor, Retroexcavadora, Rodillo, Volquete, Camión Articulado), no llegan a una disponibilidad de 85 % es penalizado con un descuento a lo faltante, además también se pide un mínimo de horas por jornada de trabajo, cuando un equipo trabaja a doble turno debe cumplir un mínimo de 300 hrs acumuladas mensualmente y si es a un solo turno el mínimo es de 180 hrs, y debido a esto se debe realizar un control final y controlar las perdidas.

## **1.2. FORMULACION DEL PROBLEMA.**

### **1.2.1 Problema General**

¿Como implementar un sistema de control de costos se optimizar la productividad de los equipos auxiliares dentro de la actividad de movimiento de tierras y podrá mejorar la disponibilidad mecánica en la U.M Las Bambas?

### **1.2.2. Problemas Específicos**

¿Cuáles son los parámetros de costos para tener una mayor disponibilidad de los equipos auxiliares de movimiento de tierras en la U.M .Las Bambas?

- ✓ .¿Cómo incrementar la producción de los equipos de la flota en la actividad de movimiento de tierras mediante la disponibilidad ?

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL.**

- ✓ Optimizar la producción de los equipos auxiliares de movimiento de tierras, implementando un sistema de control de costos para mejorar la disponibilidad mecánica en la U.M Las Bambas.

#### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- ✓ Determinar los parámetros de costeo para tener una mayor disponibilidad de los equipos auxiliares de movimiento de tierras en la U.M Las Bambas.
- ✓ Determinar la rentabilidad de los equipos auxiliares de movimiento de tierras, implementando un sistema de control de costos en la U.M Las Bambas.

### **1.4. JUSTIFICACIÓN**

#### **Justificación económica**

La aplicación de este programa generara la mejor viabilidad de toma de decisiones al momento de realizar las valorizaciones así controlar las disponibilidades y de no generar pérdidas económicas, así mismo tener la rentabilidad de empresa minera al momento de poder postular a una licitación y reflejar los datos obtenidos por los equipos en el proyecto laborado.

#### **Justificación tecnológica**

La tecnología va avanzando y mejoran las tomas de decisiones dependiendo a las variables observadas y aplicadas que se tienen en cada tipo de evento, la cual la aplicación de los softwares tiene un margen de error mínimo de lo aplicado con lo teórico y con métodos antiguos, dando una mejor viabilidad para alcanzar los objetivos propuestos.

### **1.5. HIPÓTESIS**

#### **1.5.1 Hipótesis General**

Al implementar un sistema de control en los costos, se incrementará la producción de equipos auxiliares en la actividad de movimiento de tierras y mejorará la disponibilidad mecánica en la U.M Las Bambas.

### **1.5.2. Hipótesis específicos.**

- La mejor implementación de un sistema de costos, permitirá el control de la disponibilidad mecánica de los equipos auxiliares de movimiento de tierras.
- El sistema de implementación de los parámetros de costos permitirá el incremento de la productividad y rentabilidad los equipos auxiliares de movimiento de tierras para la mina si demuestra mejores condiciones técnicas, económicas.

### **OPERACIONALIZACION DE VARIABLES**

#### **Variables Independiente**

- El sistema de costos de equipos auxiliares de movimiento de tierras
  - Sistema de software (#)

#### **Variable dependiente**

- Productividad de equipos auxiliares de movimiento de tierras.

#### **Indicadores:**

- Disponibilidad mecánica de equipos. (%)
- Costo de operación de equipos. (\$)

## CAPITULO II

### ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACION

#### 2.1 Ubicación Geográfica

El Yacimiento Ferrobamba se encuentra ubicada en el lado oriental de la Cordillera de los Andes del sur, al Sur-Este de la capital Lima y 75 kilómetros al Sur-Oeste de la ciudad Imperial del Cusco - Departamento de Apurímac - Provincia de Grau - Cotabambas Distrito de Chalhuanhuacho, a 3950 msnm. Se ubica cuadrángulo de Santo Tomas (29-R) de la Carta GEOLÓGICA NACIONAL - 1/100,000.

---

PUNTOS UTM, CUADRANGULO SANTO TOMAS 29-R, WGS-84.

---

PUNTO	NORTE	ESTE
1.0	8435800.00	796000.00
2.0	8435800.00	794000.00
3.0	8440500.00	791000.00
4.0	8441700.00	790000.00
5.0	8441700.00	789000.00
6.0	8440500.00	789000.00
7.0	8440500.00	778500.00
8.0	8446500.00	778500.00
9.0	8446500.00	792000.00
10.0	8443000.00	792000.00
11.0	8443000.00	796000.00

---

Fuente: Google Maps – tabla 01



Fuente: Mapa referencial del Peru – Imagen 01

## 2.2 Accesibilidad

### 2.2.1 Vía Terrestre

La accesibilidad de la ciudad del Cusco a Challhuahuacho está afirmada y tramos asfaltados en una longitud de 300 kilómetros de longitud y el área de Espinar-Challhuahuacho esta asfaltada en 3.4 metros de ancho aproximadamente cabe señalar que esta vía es muy peligrosa por se muy angosta los cual dificulta la transitabilidad de dos unidades vehiculares a la vez, esta vía nos da acceso al centro minero.

CIUDADES DESTINO	DIST. (KM)	TIEM. (H) .
LIMA - AREQUIPA	1300.00	15.00
AREQUIPA - CUSCO	500.00	9.00
LIMA - NAZCA - ABANCAY - CUSCO - CHALLHUAHUACHO	1435.00	26.00
LIMA - AREQUIPA - ESPINAR - CHALLHUAHUACHO	2100.00	24.00
LIMA - AREQUIPA - CUSCO - CHALLHUAHUACHO	2300.00	27.00

Fuente: INGEMMET – tabla 02

### 2.2.2 Vía de accesibilidad Aérea

Desde la ciudad de Lima a la ciudad del Cusco 1.5 horas, se toma una carretera afirmada y asfaltada hasta ciertos tramos para llegar a el distrito de Challhuahuacho en 8 horas. El tiempo total 10 horas y en helicóptero se espera llegar en 30 minutos.

CIUDADES DESTINO	DIST. (KM)	TIEM. (H) .
LIMA - AREQUIPA	1300.00	1.00
AREQUIPA - CUSCO	500.00	0.50
CUSCO FERROBAMBA (HELICÓPTERO)	300.00	0.50

Fuente: Ingemmet – tabla 03

### 2.3 Flora y Vegetación

Cabe recordar que el área donde se ubica la mayoría de plataformas de perforación y sondajes se encuentra dentro de la huella del tajo Challcobamba, área considerada como una zona disturbada, por lo cual, las actividades de desbroce de vegetación será mínima en esta zona. Además el resto de componentes tales como la pila de mineral de baja ley y componentes auxiliares se ubican muy próximos o sobre la huella de algunos componentes construidos y dentro del polígono delimitado como área de uso efectivo aprobado, por lo que, el impacto a la flora y vegetación será reducido.



Fuente: Propia - Imagen 02

## 2.4 Fauna

El objetivo principal del plan de manejo de fauna silvestre es minimizar en la medida de lo posible los efectos del proyecto en las comunidades de aves, mamíferos anfibios y reptiles.

Sin embargo, se prevé que éstas no serán afectadas por la construcción y operación de los componentes propuesto en la presente ITS, debido a que estas se ubican sobre la huella de los componentes construidos y/o por construir o cercanos a estos. Cabe señalar que las posibles limitaciones del espacio aéreo y terrestre de las aves son superadas naturalmente debido a que se adaptan a la convivencia con nuevas instalaciones.



**Fuente: Las Bambas - Imagen 03**

## **2.5 Geología Regional**

Geologicamente la Formación Ferrobamba cuenta con una secuencia que siempre será la misma de calizas (negras, gris oscuras), cabe precisar que en ciertos estratos se pueden evidenciar bancos calcáreos amarillento, la presencia de calizas son masivas, fuertemente compactadas se presentan en bancos de 0.5 - 2 metros al final generalmente se evidenciar calizas arenosas (gris claro y rojizos) y niveles más bajos de lutitas carbonosas, también se puede evidenciar nódulos de chert con apariencia alargada de dimensiones de hasta 15 cm de longitud (Acosta J. et. al., 2011).

Esta Formación Ferrobamba reposa conexo sobre la Formación Mara, en algunos lugares esta sobre los ateriales de cuarcitas de Formación Soraya conexo y resiste los materiales de rocas sedimentarias continentales al interior de la Formación Anta en desavenencia paralela y a la unidad del Grupo Puno con desacuerdo angular, como se evidencia en el lugar de estudio.

En tal sentido la Formación es muy grande cubriendo toda el área de estudio y parte del cuadrángulo (Apurímac, Santo Tomas, Espinar); en tal sentido se dio las condiciones para que intrusiones magmáticas y fluidos hidrotermales con alta (presione - temperaturas) puedan enriquecer el mineral del tipo SKARN todo el Batolito ANDAHUAYLAS - YAURI.

## **2.6 Geología Económica**

### **2.6.1 Ferrobamba (Cobre, Molibdeno, Oro, Plata)**

Es Nuestro lugar donde se realiza la investigación del Tajo Ferrobamba coordenadas UTM (NORTE - 8441400, ESTE - 794200) existe la intrusión de la roca de monzonitas máficas y granodioritas félsicas, faneríticas (>0.1 mm todos los cristales), euhedrales (con cristales que presentan todas sus caras cristalinas), en la Formación Ferrobamba tiene un enriquecimiento con minerales como: pirita, calcopirita, bornita y molibdenita, es un **SKARN** de plagioclasas, piroxenos, granate verde en la parte proximal del **ENDOSKARN HIPÓGENO**. Se encuentran granates verdes, marrón en un área específica del **EXOSKARN SUPÉRGENO** también se puede evidenciar (pórfidodioritas, cuarzo blanco), en stockwork amalgamado con minerales como calcopirita, bornita y envueltos (malaquita, crisocola), sobreposición de una alteración sericitica y argílica intermedia.

### **2.6.2 Sulfobamba (Cobre, Molibdeno, Oro)**

Esta zona esta ubicado al Nor-Este del tajo Ferrobamba con Coordenadas UTM (NORTE-8445965, ESTE-785943), encontramos enriquecimiento casi similar del tajo Ferrobamba pero con mayor cantidad de minerales como (granate marrones, piroxénos, olivinos, anfíboles), este tipo de intrusivos de monzonita-horblendica, cuarzo-monzodioritas. Estan en la superficie encontramos **SKARN** de piroxenos y **SKARN** de epidotas, se encuentran ubicadas en el **EXOSKARN** supérgeno, intrusivos de cuarzomonzodioritas y monzodioritas, que contienen minerales diseminados (pirita, bornita, molibdenita, Oro, Plata), envueltos en (malaquitas, crisocola, calcantita), presenta una alteracion de minerales formados por el interperismo de la zon de estudios..

### **2.6.3 Chalcobamba (Cobre, Molibdeno, Oro)**

Esta are de estudio se encuentra en desarrollo (construcción de accesos y rampas de acceso) tiene Coordenadas UTM (NORTE - 8442200, ESTE - 786000), presenta un **SKARN** que tiene una forma de “U”, con presencia de mármoles (metaformismo de contacto de la caliza con el intrusivo), roca calizas parte inferior de la formación Ferrobamba (Swendseid T. et al., 2014), Abarca un yacimiento tipo pórfido mineralizado, un tipo de yacimiento pórfido estéril temprano; en nuestra zona de estudio es de alteración de **SKARN** mineralizada, sujeta a la intrusión mas temprana, con una serie de sedimentarias cretáceas de inferior a superior de las formaciones Mara y Ferrobamba. Como en nuestra lugar donde se realiza la investigacion en la formacion Ferrobamba y en tal sentido Chalcobamba contiene mineralización **SKARN** y **PORFIRÍTICA** se puede evidenciar monzonitas máficas mayores ha 0.5 porciento, con una cambio visible argílica - sericítica en la parte distante, félsica.

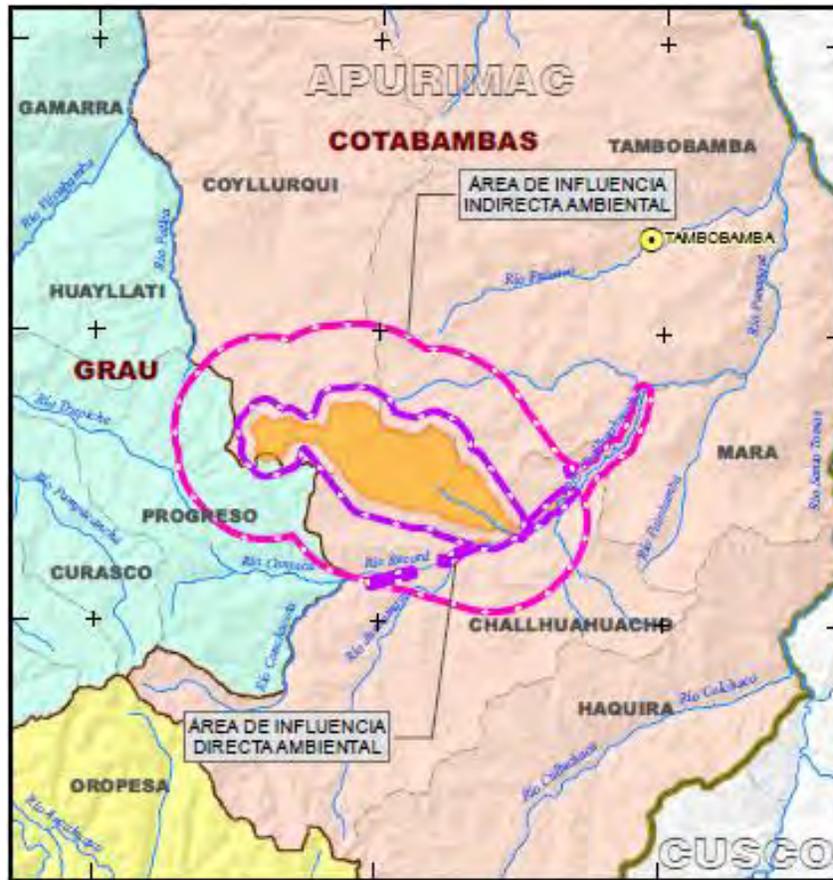
### **2.6.4 Charcas (Cobre, Oro, Molibdeno)**

Esta zona de estudio no es muy conocida, pero es muy importante ya que se encuentra dentro de la zona donde se realiza la investigación. Charcas Coordenadas UTM (NORTE - 8441000, ESTE - 785000), dentro de su formación presenta **SKARN**, granate marrón en su gran mayoría y con abundante malaquita azurita y crisocola en su parte distal, comprende monzonitas horblendicas con stockwork de bornita y calcopirita, monzonitas maficas con diseminados de pirita y calcopirita, e intrusiones de granodioritas de textura euhedral (los cristales presentan todas sus caras visibles) a subhedral (con las caras de los cristales

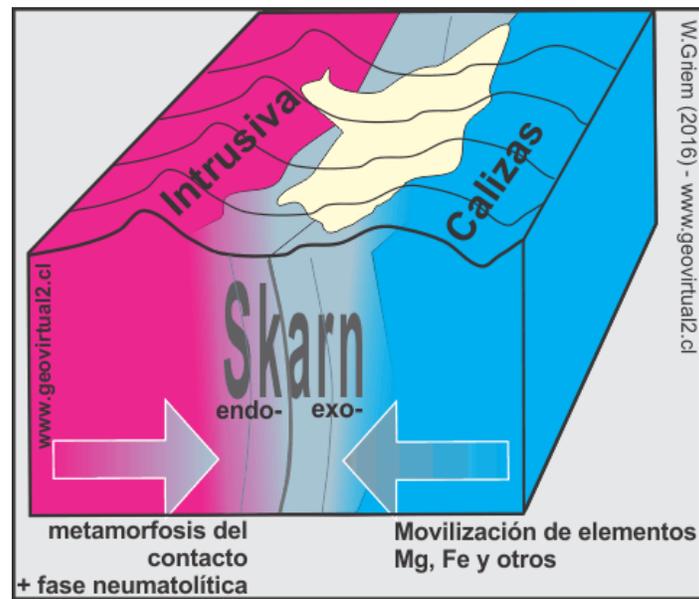
parcialmente formados con una distribución caótica), afaníticos de piroxenos, olivinos, anfíboles en **ENDOSKARN** endógeno, compuesto por (granates verdes, Bornita, molibdenita, Oro, Plata). Todos estos minerales dentro de las calizas en forma de intrusión a las (calizas, mármoles, limonitas, magnetitas), en la Formación (Soraya – Ferrobamba), con un cambio (potásica, fílica, propi lítica) en el pórfido y argílica.

## **2.7 Geología Local**

La Formación Ferrobamba en nuestra zona de estudio bajo se encuentra ubicada al Nor-Este coordenadas UTM (NORTE - 8441468, ESTE - 794266) Ruiz & Marthur 2003. Esta comprendido con una masiva formación de calizas mármoles y limonitas intercalados con depósitos aluviales, se puede evidenciar intrusiones en la ubicación Nor-Oeste a Sur-Este, de monzonitas máficas (ricos en hierro y magnesio), con escollera de intrusiones de rocas ígneas en su exterior y se evidencia a su vez intrusiones de (pórfido-cuarzo-feldespático félsico) todos ellos con texturas fanerítica (>0.1 mm todos sus cristales) a porfírica (se evidencia cristales definidos y grandes), son ácidas en **ENDOSKARN** existen **SKARN** de granates (verdes, marrones, epidota, plagioclasas - piroxénos). Dentro del **EXOSKARN** se presenta **SKARN** de (magnetita, granate, piroxeno, epidota) en la parte externa.



Fuente: Ingemmet - Imagen 04



Fuente: [www.geovirtual2.cl](http://www.geovirtual2.cl) - Imagen 05

## **2.8 Geología Estructural Local**

En la zona de estudio que viene a ser el tajo Ferro bamba se puede evidenciar muchos pliegues y fallas (direcciones NorOeste-SurEste y NorEste-SurOeste) a causa de la deflexión de Abancay causado también geotectónico del Plutón Andahuaylas-Yauri (Carlotto V. Morocco R., 1986).

Esta falla para nuestra investigación la más importante, Chuspire - Fuerabamba de dirección NorOeste-SurEste, esta presente en la zona de estudio y también atraviesa la parte S del tajo Ferro bamba también existen varias fallas como: (Falla Huancarane, Falla Challhuahuacho, Falla Alto Jahuapayllo, Falla Bajo Jahuapayllo), en tal sentido influenciados por el emplazamiento de los plutones monzoníticos mineralizantes de nuestra zona de estudio.

Cabe precisar que también existe falla miento principal son las fallas compresivas NorEste-SurOeste, comprendidas principalmente ubicadas al Norte ala falla Chuspire - Fuerabamba; cabe precisar que estas fallas son secundarias, sus orígenes son de cinemática de las fallas principales. En tal sentido existen numerosos lineamientos que están asociados a los planos de diaclasa miento de los diversos plutones monzoníticos del lugar (Swendseid T. et al., 2016).

### **2.8.1 Falla Huancarane.**

Esta falla ante mencionada presenta un sentido o Buzamiento NE, con dirección NorOeste-SurEste, cabe señalar que esta falla se encuentra en el tajo Ferrobamba también usado como dumps de nuestra operación.

### **2.8.2 Falla Challhuahuacho.**

Esta falla ante mencionada presenta un sentido o Buzamiento NE, con dirección NorOeste-SurEste, cabe señalar que esta falla se encuentra al NO del tajo Ferrobamba también atraviesa charcas de nuestra zona de estudio.

### **2.8.3 Falla Alto Jahuapaylla.**

Esta falla ante mencionada presenta un sentido o Buzamiento SO, con dirección NorOeste-SurEste, cabe señalar que esta falla se encuentra en el tajo Ferrobamba también atraviesa SE y continua, está dentro de nuestra zona de estudio.

#### **2.8.4 Falla Bajo Jahuapaylla.**

Esta falla ante mencionada presenta un sentido o Buzamiento SO, con dirección NorOeste-SurEste, cabe señalar que esta falla se encuentra ubicada en la parte Sur del tajo Ferrobamba que viene a ser nuestra zona de estudio.

#### **2.8.5 Falla Record.**

Esta falla ante mencionada presenta un sentido o Buzamiento SW, con dirección NorOeste-SurEste, cabe señalar que esta falla se encuentra ubicada en la parte SW del tajo Ferrobamba que viene a ser nuestra zona de estudio. Cabe precisar halla influenciada con la Falla Abancay.

#### **2.8.6 Falla Manantiales.**

Esta falla ante mencionada presenta un sentido o Buzamiento NE, con dirección NorOeste-SurEste, cabe señalar que esta falla se encuentra ubicada en la parte SE del tajo Ferrobamba que viene a ser nuestra zona de estudio. Cabe precisar halla influenciada con la Falla (Cota bambas, Tambo bamba).

#### **2.8.7 Falla Chus pire - Fuera bamba**

Esta falla ante mencionada presenta un sentido o Buzamiento SW, con dirección NorOeste-SurEste, cabe señalar que esta falla se encuentra ubicada en la parte SW recorre el tajo Ferrobamba que viene a ser nuestra zona de estudio.

### **2.9 Rocas Ígneas**

#### **2.9.1 Monzonita Máfica**

Estas rocas poseen bastantes minerales máficos, plagioclasas de textura afanítica (menores al 0.1 mm que pueden distinguirse a simple vista) a fanerítica (> 0.1 mm todos los minerales y cristales pueden verse a simple vista), Qz > intruido ubicado en la parte norte del área de estudio y del depósito y es la causa principal de la producción de minerales de granate-piroxeno, skarn magnetita, de la zona de estudio Ferrobamba, causando una alteración potásica 8biotita secundaria, ortoclasa, magnetita). (Swendseid et al., 2014).



Fuente:<https://www.google.com/search?source=univ&tbm=isch&q=imagenes+de+los+minerales> - Imagen 06

### 2.9.2 Monzonita Biotítica

Se destacan varios tipos de intrusiones entre las más importantes en el tajo ferrobamba se dan las siguientes: - monzonita biotítica fina de biotita y monzonita biotítica. Con marcados cristales de biotita. Tiene textura mafica, también otros minerales faneríticos fanerítica ( $> 0.1$  mm todos los minerales y cristales pueden verse a simple vista) a porfírica (se evidencia cristales definidos y grandes) y con texturas Euhedral (los cristales presentan todas sus caras) a Subhedral (con las caras de los cristales parcialmente formados), con algunas irregulares de cuarzo, cristales formados de plagioclasa, piroxénos, anfíboles y olivinos. Seguidos de los stocks (lugares donde se guardan grandes cantidades) Jahuapaylla y Comerjaja ricos en minerales de hornblenda, todos ellos están relacionados a la mineralización de Cobre y depósitos tipo skarn tanto en endoskarn y exskarn.



Fuente:<https://www.google.com/search?source=univ&tbm=isch&q=imagenes+de+los+minerales> - Imagen 07

### 2.9.3 Monzonita Horblendica

Mayormente se define por tener texturas fanerítica fanerítica ( $> 0.1$  mm todos los minerales y cristales pueden verse a simple vista), se puede observar minerales con plagioclasas de forma tubulares de longitudes muy cortas también se evidencia los minerales de horblendas prismáticos, enriquecido con stockwork tambien minerales diseminados de calcopirita  $\text{CuFeS}_2$ , bornita  $\text{Cu}_5\text{FeS}_4$ , molibdenita  $\text{MoS}_2$ , poseen alteración potásica, también se evidencia biotita de segundo plano, ortoclasa  $\text{KAlSi}_3\text{O}_8$  y magnetita  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ .



Fuente:<https://www.google.com/search?source=univ&tbm=isch&q=imagenes+de+los+minerales> Imagen - 08

### 2.9.4 Monzonita Quarzosa

En esta etapa tardía e con poco tiempo de formación a todas las unidades precedentes (Palomino L. et al., 2010) tiene una textura porfírica porfírica (se evidencia cristales definidos y grandes), felsica con minerales Euhedral (los cristales presentan todas sus caras) a Subhedral (con las caras de los cristales parcialmente formados) de Qz, plagioclasas de forma tabulares recortadas y no existe mineralización.

## 2.10 Operaciones Mineras

### 2.10.1 Operaciones Mina

Por la gran capacidad del mineral que se encuentra en el yacimiento dimensiones y fundamentalmente a las características Geomecánicas de los macisos rocosos también cabe señalar su proximidad a la superficie, el método de explotación utilizado en la Mina Las MMG BAMBAS es de tajo abierto. El diseño de minado es muy similar para:

- Yacimiento Ferrobamba

- Yacimiento Chalcobamba
- Yacimiento Sulfobamba.

### **2.10.2 Diseño de Minado dentro de la operacion**

La Mina **MMG LAS BAMBAS** ha diseñado su planeamiento a corto, mediano y a larga plazo, a través de la utilización del software MineSight, el mismo que elabora su diseño con datos de origen estándar como son (sondajes, muestreos, taladros y muchos más.), extender esta información y hacer un programa de producción para la mina. Los datos obtenidos y las operaciones son:

- Operaciones con sondaje
- Operaciones con digitalizados.
- Operaciones con datos compuestos.
- Operaciones de modelamiento de tajo.
- Un diseño económico de la actividad.
- Una evaluación del Pit.
- Un Programa de producción minera.

### **2.10.3 Ley de corte (Cut off).**

La empresa MMG Las Bambas tiene la siguiente ley de corte en sus diferentes yacimientos:

- ❖ Yacimiento Ferrobamba: 0,67 %/tn.
- ❖ Yacimiento Sulbobamba: 0,75 %/tn.
- ❖ Yacimiento Chalcobamba: 1 %/tn

### **2.10.4 Programa de producción**

Biene a ser la actividad mas importante de la actividad minera, la producción se da a corto plazo, mediano plazo, largo plazo, los factores mas importantes dentro de la catividad son:

- Capacidad de produccion de mina,
- Leyes de corte (Cut off).
- Relación de desbroce (2:1).

Teniendo los datos de las diferentes actividades se tiene un programa de actividades:

- a) **Producción:** Es actividad mas relevante y esta compuesta por tres unidades de producción (Ferrobamba, Sulfobamba, Chalcobamba), estas ultimas aun no se encuentran en producción en tal sentido se encuentran en ejecución de accesos.

El tajo Ferrobamba tendrá una producción :

- Produccion diaria: 600,000 Tn
- Horas por día: 22 Horas
- Dias /Mes 25 Dias
- Mes/Año 12 Meses

- b) **Preparación de planos (semanales, mensuales, anuales):** Lo mas importante es la actualización de planos conforme en cuanto se avanza con el plan de minado y hacer una buena evolución constantemente del diseño del Pit final (diseño final del tajo). Los planos elaborados son:

- Planos de mina (accesos, diseño de talud, Angulo de inclinación)
- planos de dureza (distribución de la mineralización).

- c) **Velocidades de producción, capacidad requerida de la mina:** La obtención de datos de todas las actividades Constituye un factor muy importante, la performance de equipos (rendimiento, disponibilidad mecánica, utilización), para luego definir la selección de equipos que se utilizaran en la actividad de carguío y acarreo.

- d) **Cálculo y almacenamiento de programas de mina anuales para el análisis económico:** Esta dado por los tres puntos anteriores para su respectiva evaluación económica de la actividad.

#### 2.10.5 Diseño del tajo (Open pit)

Tomando en cuenta las características y la geometría, características geológicas del depósito, el tajo tiene un diseño que utiliza la técnica de Cono Flotante o mas conocida por su creador (Lerchs - Grossmann). el cuerpo mineral se a modelado utilizando el software Medsystem, a través de la información dada por este software el cual nos brinda la siguiente informacion:

- Talud de banco:                   Angulo de 34° (material argilizado, - cloritizado)  
   angulo de 46° (material silicificado - cuarzo alunitizado)
- Altura de Banco:                15 metros
- Ancho de Bermas:               6 metros (banqueta)
- Ancho de Rampa:                24 m.
- Pendiente de Accesos:         10%
- Costo de Operación:            2.5 US\$/TN

### **2.10.6 Operaciones Unitarias (Ciclo de minado)**

Se desarrollan integralmente operaciones como: (perforación, voladura, carguío, acarreo: tratamiento), dichas operaciones están siendo ejecutadas por la empresa MMG Las Bambas y está a cargo del área de Operaciones **PEVOX** (perforación y voladura). Cabe señalar que el carguío de explosivos está a cargo de la empresa contratista ORICA que se encarga de proveer las explosivos mediante sus camiones fabrica.

#### **2.10.6.1 Perforación.**

El primer paso del minado consiste en los trabajos de perforación, que se efectúan con 02 perforadoras rotativas-percutivas marca Sandvik modelo DP 1500I, que son accionadas con diésel. Dentro de los accesorios de perforación se usan brocas de 5 1/2" y 6" marca Sandvik. Es importante efectuar esta operación con la mayor exactitud del caso, en lo que respecta a profundidad, coordenada exacta, paralelismo y perpendicularidad, todo esto repercutirá en la obtención de una fragmentación requerida y control en las paredes finales del tajo.



Fuente: Propia (perforadoras rotativas-percutivas) - Imagen 09

#### **2.10.6.2 Voladura.**

Esta actividad se realiza en carguío de explosivos mecanizado mediante camión fábrica de taladros con explosivos ANFO (94.5% Nitrato de amonio y 4.5 % D-2) esta mezcla ha eficiente, en tal sentido se la dosificación debe mantenerse en ese rango, otro agente de voladura es el Heavy ANFO o anfopesado con Emulsiones su utilización es cuando se encuentra presencia de agua. Según sea el caso para fragmentar el material a extraer. Todas las actividades de voladuras se realizan con un diseño previo por el área encargada PEVOX (perforación y voladura), se tiene un diseño de malla de perforación triangular, taladro explosivo, Una secuencia de detonación y otros (mineral, desmonte), tenemos que tener siempre en cuenta el control del factor de carga de los explosivos, control de vibraciones, fly rock y costo operativos.

Cabe señalar que la empresa MMG las Bambas tiene una frecuencia de voladura de 05 veces por semana.

#### **2.10.6.3 Carguío y Acarreo**

El acarreo se realiza a travez de camiones KOMATSU 930 con capacidad de 300 TN también con camiones cat 797F con capacidad de 360 TN estos equipos son capaces de vencer pendiente de hasta 15 %, el carguío se realiza con equipos pala electrica P&H 4100 que tiene una capacidad de 120 taneladas cortas en tal sentido estos equipos realizan dicha actividad de

carguío y acarreo de mineral hacia las canchas de lixiviación, y desmonte a los botaderos, esta combinación de palas eléctricas, cargadores frontales y camiones, han provabado ser muy confiable, flexibles y es la opción más óptima para dicha actividad.

## **2.11 Construcción de botaderos**

La Ubicación de el botadero esta entre las quebrada de Fuerabamba, tiene un área total de 222,888.00 M2 y su capacidad de almacenamiento (vida util) de aproximadamente 10,000,000.00 TM, la altura entre capas es de 6 m de altura, tiene una berma de 6 metros de longitud, los taludes y bermas serán tratados con material orgánico (Top soil) para luego hacer una revegetación y posterior estabilización del material depositado. Cumple con las siguientes consideraciones:

- Su ubicación es estratégica del tajo Ferrobamba.
- Desde el punto Geotectónico en un lugar ideal.
- Reduce el impacto Medio Ambiental.
- Esta ubicación hace posible que tenga una cimentación adecuada, con algunas excepciones como son los laterales los cuales el terreno turbosa y con bastante acilla de poco resistencia serán reemplazados por materiales con más dureza y gravosos.

Se ha realizado durante las operaciones cuatro drenes de dimensiones de 1 x 200, consisten en tubos corrugados de 375 mm de diámetro con perforaciones de polietileno que están extendidas en zanjas de 1 x 1 m rellenas con materiales utilizados como filtros naturales; están revestidas por una Geomenbrana HDPE. Los sumideros nos facilitan el monitoreo del agua del efluente del botadero y así controlar los pasivos ambientales.

## **2.12 PROCEDIMIENTO DE RECOLECCION DE DATOS**

### **2.12.1 POBLACION Y MUESTRA**

#### **Población.**

Los datos a recolectarse para la aplicación del programa en esta investigación serán tomadas de las oficinas de MMG con la respectiva consolidación de parte de la empresa EPSA, donde

se podrá observar los casos de cómo se podrán aplicar para la mejor rentabilidad de la empresa contratista.

### **Muestra.**

La muestra de la presente investigación será aplicada en los informes mensuales emitidos por dispatch, donde se podrá observar las pérdidas que se generan al momento de tener una mala asignación del equipo auxiliar o reten.

#### **2.12.3 TIPO DE INVESTIGACION**

El tipo de investigación es aplicativo de enfoque cuantitativo y cualitativo

#### **2.13.4 NIVEL DE INVESTIGACION**

El nivel de investigación descriptivo y explicativo

## CAPITULO III

### MARCO TEORICO

#### 3.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACION

Gómez, (2017). Presentó su Tesis para obtener el título de Ingeniero de Minas, **titulada: Disponibilidad de Equipos Auxiliares para Optimizar la Productividad en el Carguío y Acarreo de las Fases 01,03 y 07 del Tajo Constancia Empresa Especializada Stracon Gym S.A**, presentada a la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Se realizó la metodología necesaria para lograr la disponibilidad de los equipos auxiliares optimizando las operaciones de carguío y acarreo en los tajos de mina Constancia en las condiciones de climas severos de 61 846 267 Toneladas/año a 70 279 849,00 toneladas por año. La productividad alcanzada durante la temporada crítica siempre fue menor a lo planeado; aunque superior en comparación a la temporada crítica del año anterior (2015) donde no se aplicó el monitoreo remoto MINE SENSE y además no existía la flota optima de acarreo. Con los equipos de carguío, palas hidráulicas, se tiene una producción de material para movimiento de tierras

hacia el TMF la presa de relaves de 12 650 TM/h, un costo unitario de 0,305 US\$/TM (acarreo) y una eficiencia operativa potencial de 97.00 %. El costo unitario óptimo del carguío y acarreo bajó de 0,7666 US\$/TM (con 22 camiones) a 0,6746 US\$/TM (con un óptimo de 25 camiones). Al realizar las mejoras en el mantenimiento de vías se generó mayor seguridad al personal de Operaciones Mina mediante el estado óptimo de las vías en el proyecto. Se maximizó la utilización de los camiones mineros CAT 793F e Hitachi EH4000; los mismos que por los factores de velocidad, capacidad, etc. probaron mayor eficiencia.

Silvestre, (2015). Presentó su Tesis para obtener el título de Ingeniero de Minas **titulada: Optimización de Flota de Camiones Aplicando Programación Dinámica - Mina Corihuarmi, presentada a la Universidad Nacional de Ingeniería – Lima. En la Mina Corihuarmi** se reportaban los costos de carguío y acarreo en 0.72 \$/TM, por lo que se requiere hacer una optimización de la flota de volquetes para obtener una reducción de los costos de las operaciones mineras mencionadas anteriormente, con el fin de realizar una mejora en el proceso productivo. La hipótesis de la presente investigación se ha verificado en la Mina Corihuarmi – Minera IRL S.A en la reducción de los costos de Carguío y Acareo, enfocado en el mejoramiento de la eficiencia de producción. La metodología en la presente tesis se empleó datos de campo, indicadores de confiabilidad de los equipos, mediciones con instrumentos y cálculo de gabinete. 14 Haciendo uso de la Programación Dinámica Probabilística en el sistema de carguío y acarreo de la mina se logró determinar la asignación óptima de N° Volquetes a cada excavadora de la mina; es decir 7 Volquetes a la Excavadora N°1 y 6 Volquetes a la Excavadora N°2 obteniendo una reducción de costos a 0.57 \$/TM.

## 3.2. TEORIAS.

### 3.2.1.- **ÍNDICE DE PRODUCTIVIDAD TOTAL DE LOS EQUIPOS**

El índice de productividad total de los equipos (T) (ec.1) es un parámetro muy útil para la planificación de las operaciones, ya que indica la productividad real y efectiva (1). Se compone de los siguientes factores:

- Aprovechamiento del equipo (A): medida de utilización del equipo, representa el porcentaje del tiempo que realmente se utiliza.

- Efectividad global del equipo (G): Representa el estado de funcionamiento general del equipo. Se han considerado dos índices fundamentales para el caso de estudio:

$$T = AxG; \% \quad (1)$$

- disponibilidad técnica y rendimiento, esto con la finalidad de ajustar la metodología a la maquinaria pesada de minería.

Para obtener la productividad real de los equipos se parte de la estimación del tiempo total en el que teóricamente estos deberían funcionar, estos tiempos se describen en la [Fig. 1](#).

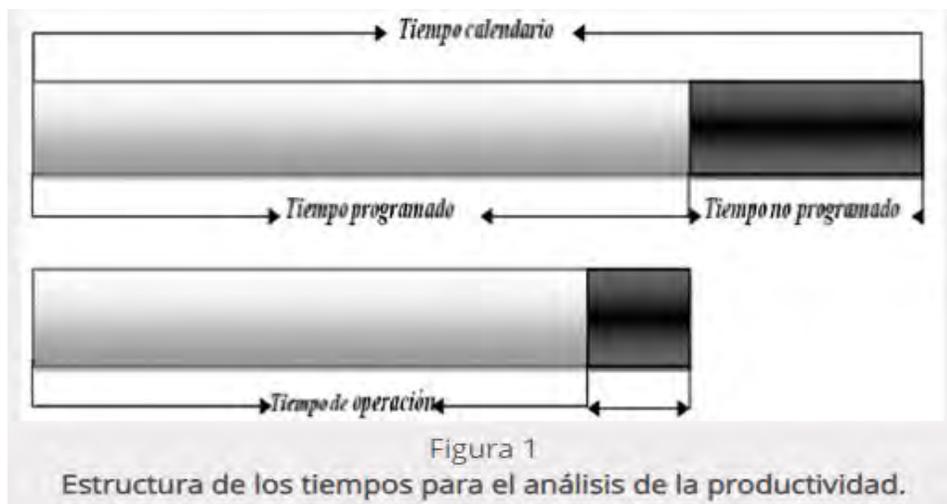


Imagen 10

Tiempo calendario ( $\tilde{N}$ ): Es el tiempo total expresado en horas que el equipo puede trabajar. El valor máximo que puede tener este parámetro son 8760 horas, equivalente a los 365 días del año trabajando 24 horas al día. Es un parámetro teórico, ya que en condiciones normales aparecen afectaciones que disminuyen el tiempo efectivo de trabajo.

Tiempo no programado (TNP): Se mide en horas y está constituido por el tiempo que el equipo no debe trabajar según la planificación.

Tiempo de operación (TO): Es el número de horas efectivas en las que se espera que el equipo trabaje a plena capacidad. Excluye el tiempo por concepto de paradas programadas, ya sean por mantenimiento o tiempos improductivos vinculados a cuestiones intrínsecas del proceso de la maquinaria.

Paradas programadas (PP): Incluye el tiempo empleado para realizar acciones de mantenimientos periódicos y de rutina, paradas anuales y reparaciones importantes. En cada turno de trabajo como parte de las tareas cotidianas destinadas a la información de los operarios, es necesario suspender el equipo durante un corto periodo de tiempo, estas paradas deben ser consideradas dentro de las programadas.

### **3.2.1.- SISTEMA MINEOPS**

Leica Jmineops es el software en el corazón de la solución Leica Jigsaw. Jmineops es una aplicación central que integra a la perfección todos los aspectos de las operaciones mineras, lo que permite la configuración y el control de toda su flota. La ventana a su operación minera, Jmineops le provee información importante como el estado de la máquina, posiciones del vehículo, información sobre el operador y alarmas: todo actualizado en tiempo real. En la plataforma Leica Jmineops hay opciones de procesamiento de información que pueden intercambiarse y utilizarse con cualquiera de los sistemas Leica Jigsaw. Leica Jigsaw ofrece las siguientes distintas soluciones: ® J Guidance para guiado de alta precisión. ® J Fleet para gestión de la flota y optimización de la producción, ® J Autonomous para control de la máquina remoto y totalmente autónomo. Modulo de Optimizacion Acarreo y Carguio En base a la Ubicaciones de equipos y configuración general de la mina (rutas, botaderos, etc), el sistema toma decisiones en tiempo real optimizando las asignaciones de los camiones para cumplir con el objetivo global de maximizar la productividad. - Este sofwar lo utilizan la industria de la gran minería como por ejemplo Antamina, Southern Peru, Cerro Verde, Yanacocha, Las Bambas, etc

### 3.3. CONCEPTOS

#### 3.3.1 COSTOS MINEROS

Todo negocio, como la minería y la metalúrgica consiste en satisfacer la demanda del mercado vendiéndote un producto o servicio por más dinero de lo que cuesta su producción, de manera que permita obtener una utilidad.

Conocer los costos de la empresa es un elemento clave de la correcta gestión empresarial, para que el esfuerzo y la energía que se interviene en la empresa den los frutos esperados.

Por otra parte, no existen decisiones empresariales que de alguna forma no influyan en los costos de una empresa. Es por eso imperativo que las decisiones a tomarse tengan la suficiente calidad, para garantizar el buen desenvolvimiento de las mismas.

Como se ve, el cálculo de costo es uno de los instrumentos más importantes para la toma de decisiones y se puede decir que no basta con tener conocimientos técnicos adecuados, sino que es necesario considerar la incidencia de cualquier decisión en este sentido y las posibles o eventuales consecuencias que pueda generar.



Fuente: Fabiana M. Becerra - Imagen 11

### **3.3.2 LOS OBJETIVOS EMPRESARIALES**

Uno de los objetivos empresariales más importantes a lograr es la rentabilidad, sin dejar de reconocer que existen otros tan relevantes como crecer, agregar valor a la empresa, etc. Pero sin rentabilidad no es posible la permanencia de la empresa en el mediano y largo plazo.

Cuando se analizan los costos, ambos temas los cuales son costos y rentabilidad tienen muchos puntos en común.

Para que exista rentabilidad positiva, los ingresos tienen que ser mayores a los egresos. Lo que equivale a decir que los ingresos por ventas superiores a los costos.

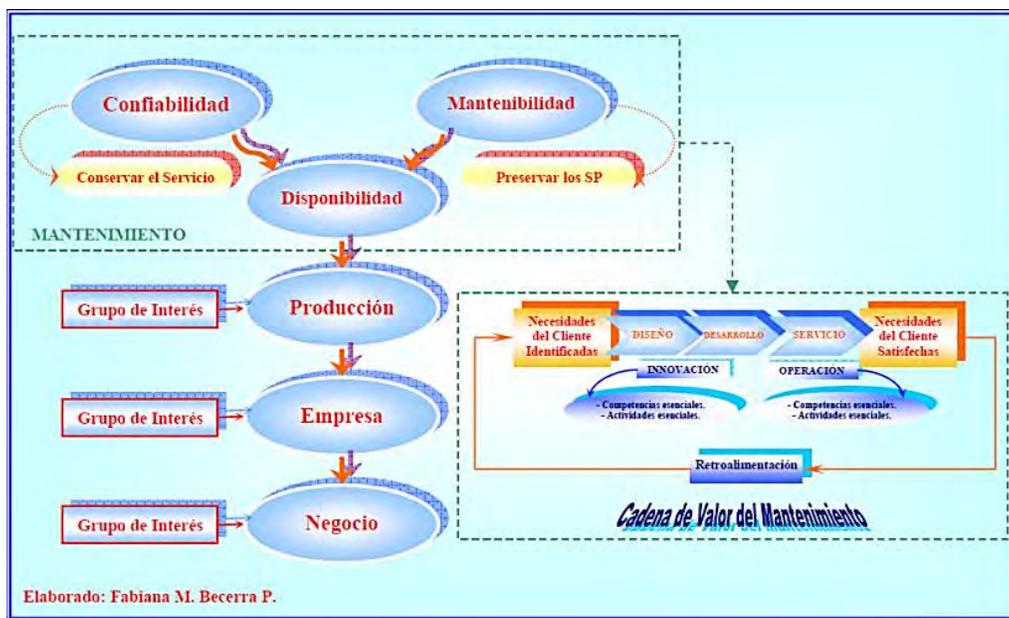
Sin rentabilidad es imposible pensar en inversiones, mejorar los ingresos del personal, obtener préstamos, crecer, retribuir a los dueños o accionistas, soportar situaciones coyunturales difíciles, etc.

### **3.3.3 APLICACIONES DEL CÁLCULO DE COSTOS**

El conocimiento adecuado de los costos de una empresa permitirá:

- ✓ Sirve de base para calcular el precio adecuado de los productos y servicios.
- ✓ Conocer que productos o servicios producen utilidades o pérdidas, y en que magnitud.
- ✓ Se utilizan para controlar los costos reales en comparación con los costos presupuestados.
- ✓ Permite comparar los costos entre:
  - Diferentes departamentos de la empresa
  - Diferentes empresas
  - Diferentes periodos
- ✓ Localiza puntos débiles de la empresa.
- ✓ Determina la parte de la empresa en la que más urgentemente se debe realizar medidas de racionalización y correctivas.
- ✓ Diseñar nuevos productos y servicios que satisfagan las expectativas de los clientes y al mismo tiempo, puedan ser producidos y entregados con un beneficio.
- ✓ Guiar las decisiones de inversión.
- ✓ Elegir entre proveedores alternativos.

- ✓ Negociar con los clientes el precio, las características del producto, la calidad, las condiciones de entrega y el servicio de satisfacer.
- ✓ Utilizar como instrumento de planificación y control.



Fuente: Fabiana M. Becerra - Imagen 12

### 3.4 CONCEPTO DE COSTOS

Costo es el esfuerzo económico que se debe realizar para obtener un producto o servicio.

Los objetivos son aquellos de tipo operativos, como por ejemplo: pagar los sueldos al personal de producción, comprar materiales, producir un producto, venderlo, prestar un servicio, obtener fondos para financiarnos, administrar la empresa, etc. Si no se logra el objetivo deseado, decimos que tenemos una pérdida.

La producción de una mala calidad es una pérdida, porque, a pesar del esfuerzo económico no tiene un objetivo determinado; también es necesario precisar algunos conceptos relacionados con el tema como por ejemplo: Desembolso, Amortizaciones e Inversión.

El costo es fundamentalmente un concepto económico, que influye en el resultado de la empresa; así mismo el desembolso es un concepto de tipo financiero, que forma parte del manejo de dinero, está relacionada con los movimientos (ingresos y egresos) de caja o tesorería.

Uno puede comprar un insumo mediante un pago en dinero, pero hasta que ese insumo no sea incorporado al producto que se elabora y luego se vende, no constituye un costo, es un desembolso. Hay bienes que se compran y que se utilizan en el sistema productivo, pero que no se incorporan al producto como insumo, si no que se utilizan durante un tiempo para ayudar en su elaboración. Por ejemplo: maquinarias, equipos, instalaciones, bienes de uso, etc.

A Estos bienes se les aplica lo que se denomina amortización o depreciación, por un importe que está relacionado con su vida útil, el desgaste, la obsolescencia técnica, etc. y se carga dicho importe en forma proporcional al producto. Esto constituye un costo, aunque el desembolso se hizo en el pasado.

La compra de una maquina o de una herramienta de trabajo generalmente demanda un fuerte desembolso inicial que, si fuera tenido en cuenta en ese momento para calcular los costos produciría una fuerte distorsión en los mismos.

El método de la amortización evita ese problema, porque distribuye el gasto inicial a lo largo de todo el periodo de vida útil del equipo.

Por ejemplo:

Valor de compra de una maquina: \$ 30 000

Vida útil estimada: 5 años

Si queremos averiguar cuál es la amortización para el cálculo del costo, tenemos:

Amortización anual ( $\$ 30\,000 / 5 \text{ años} = 6\,000 \text{ \$/año}$ )

En la practica la amortización es el dinero que debemos ir reservando para la renovación de la maquina cuando se agote su vida útil.

La inversión es el costo inicial que permitirá que una actividad productiva o de servicios empiece a funcionar.

Las inversiones en Equipos, instalaciones, edificios, etc.; tendrán su incidencia en los costos el cálculo de las depreciaciones que se realicen a lo largo de su vida útil.

### **3.5 Tipos de Costos**

Es necesario clasificar los costos de acuerdo a categorías o grupos, de manera tal que posean ciertas características comunes para poder realizar los cálculos, el análisis y presentar la información que puede ser utilizada para la toma de decisiones.

#### **3.5.1 Clasificación según la función que cumplen**

##### **3.5.1.1. Costos de producción**

Son los que permiten obtener determinados bienes a partir de otros, mediante el empleo de un proceso de transformación, Por ejemplo:

- Costo de la materia y materiales que intervienen en el proceso productivo.
- Sueldos y cargas sociales del personal de producción.
- Depreciaciones del equipo productivo.
- Costos de los servicios públicos que intervienen en el proceso productivo.
- Costos de envases y embalajes.
- Costos de almacenamiento, depósito y expedición.

##### **3.5.1.2 Costo de comercialización**

Es el costo que posibilita el proceso de venta de los bienes o servicios a los clientes. Por ejemplo:

- Sueldos y cargas sociales del personal del área comercial.
- Comisiones sobre ventas.
- Fletes, hasta el lugar de destino de la mercadería.
- Seguros por el transporte de mercadería.

- Promoción y publicidad.
- Servicios técnicos y garantías de post – venta.

### **3.5.1.3 Costo de Administración**

Son aquellos costos necesarios para la gestión del negocio. Por ejemplo:

- Sueldos y cargas sociales del personal del área administrativa y general de la empresa.
- Honorarios pagados por servicios profesionales.
- Servicios públicos correspondientes al área administrativa.
- Alquiler de oficina.
- Papelería e insumos propios de la administración.

### **3.5.1.4 Costos de Financiamiento**

Es el correspondiente a la obtención de fondos aplicados al negocio. Por ejemplo:

- Interés pagado por préstamos.
- Comisiones y otros gastos bancarios.
- Impuestos derivados de las transacciones financieras.

## **3.5.2 Clasificación según su grado de variabilidad**

Esta clasificación es importante para la realización de estudios de planificación y control de operaciones, son de uso gerencial. Esta referido a la variación de los costos, según los niveles de producción.

### **3.5.2.1 Costos Fijos**

Son aquellos costos cuyo importe permanece constante, independiente al volumen de producción de la empresa. Se pueden identificar y llamar como costos de mantener la empresa abierta, de manera tal que se realice o no la producción, se venda o no la mercadería o servicio, dichos costos igual deben ser solventados por la empresa. Por ejemplo:

1. Ventilación de mina.
2. Servicios de vigilancia externo.
3. Alquileres de servicio para uso administrativo.
4. Amortizaciones o depreciaciones.
5. Seguros.

6. Impuestos fijos.
7. Servicios públicos.
8. Sueldos y cargas sociales encargados, supervisión, gerentes, etc.

### **3.5.2.2 Costos variables**

Son aquellos costos que varían en forma proporcional, con el nivel de producción o actividad de la empresa. Son los costos por producir o vender. Por ejemplo:

- ✓ Mano de obra directa (a destajo, por producción o por tanto).
- ✓ Materiales e insumos directos (explosivos, llantas, aire comprimido, energía, etc.).
- ✓ Impuestos específicos.
- ✓ Transporte.
- ✓ Comisión sobre ventas.

### **3.5.3 Clasificación según su asignación**

Son de uso contable.

#### **3.5.3.1 Costos directos**

Son aquellos costos que se asigna directamente a la actividad de producción. Por lo general se refieren a los costos variables.

#### **3.5.3.2 Costos indirectos**

Son aquellos que no son asignados directamente a la actividad de producción o servicio, pero que son necesaria para la producción. Se distribuyen entre las diversas unidades productivas mediante algún criterio de reparto. En la mayoría de los casos los costos indirectos son costos fijos.

### **3.5.4 Clasificación según su comportamiento**

#### **3.5.4.1 Costo variable Unitario**

Es el costo que corresponde a cada unidad de producción producido. Como ejemplo: Costo por cada tonelada de mineral producido, costo por metro de avance, etc. la fórmula del costo unitario.

Costo Unitario = Costo Producción total/ Cantidad de producción

### **3.5.4.2 Costo Variable Total**

Es el costo que resulta de multiplicar el costo variable unitario por la cantidad de mineral producidos o servicios vendidos en un periodo determinado, sea este mensual, anual o cualquier otra periodicidad.

La fórmula del costo variable total es la siguiente:

$$\text{Costo Variable Total} = \text{Costo Variable Unitario} \times \text{Cantidad}$$

Para el análisis de los costos variables, se parte de los valores unitarios para llegar a los valores totales.

En los costos fijos el proceso es inverso, se parte de los costos fijos totales para llegar a los costos fijos unitarios.

### **3.5.4.3 Costo Fijo Total**

Es la suma de todos los costos fijos de la empresa.

### **3.5.3.4 Costo Fijo Unitario**

Es el costo fijo total dividido por la cantidad de producción o servicios brindados.

$$\text{Costo fijo Unitario} = \text{Costo Fijo total} / \text{Cantidad}$$

### **3.5.3.5 Costo Total**

Es la suma del costo variable más el costo fijo.

Se puede expresar en valores unitarios o en valores totales

$$\text{Costo Total Unitario} = \text{Costo variable unitario} + \text{Costo fijo unitario}$$

$$\text{Costo Total} = \text{Costo Variable Total} + \text{Costo Fijo Total}$$

## **3.6 Criterio de disponibilidad**

La disponibilidad, objetivo principal del mantenimiento, puede ser definida como la confianza de que un componente o sistema que sufrió mantenimiento, ejerza su función satisfactoriamente para un tiempo dado. En la práctica, la disponibilidad se expresa como el porcentaje de tiempo en que el sistema está listo para operar o producir, esto en sistemas que operan continuamente. En la fase de diseño de equipos o sistemas, se debe buscar el equilibrio

entre la disponibilidad y el costo. Dependiendo de la naturaleza de requisitos del sistema, el diseñador puede alterar los niveles de disponibilidad, confiabilidad y mantenimiento, de forma a disminuir el costo total del ciclo de vida. Matemáticamente la disponibilidad  $D(t)$ , se puede definir como la relación entre el tiempo en que el equipo o instalación quedó disponible para producir TMEF y el tiempo total de reparación TMPR. Es decir:

$$D(t) = (\text{Tiempos de producción}) / ((\text{Tiempos de producción}) + (\text{tiempo de mtto}))$$

El TMPR o tiempo medio de reparación, depende en general de:

- La facilidad del equipo o sistema para realizarle mantenimiento.
- La capacitación profesional de quien hace la intervención.
- De las características de la organización y la planificación del mantenimiento.

### **3.6.1 Disponibilidad del Equipo**

El factor primario que distingue a las empresas líderes en disponibilidad, es que ellas reconocen que la confiabilidad no es simplemente un resultado del esfuerzo de reparación, ellas están convencidas de que la eliminación de las fallas crónicas es su misión primordial. Las reparaciones en el mantenimiento, en este tipo de industria, son vistas de forma diferente. Las reparaciones no son esperadas, son vistas como casos excepcionales y resultantes de alguna deficiencia en la política de mantenimiento o descuido de la gerencia de mantenimiento. Un análisis detallado del problema, acompañado por un programa sólidamente estructurado de mejora de la confiabilidad, es la base para la eliminación de mucho trabajo innecesario.

En conclusión la disponibilidad es “Un porcentaje de medida de grado para la cual la maquinaria y equipo está en un estado operativo y estable justo en el tiempo cuando este es necesitado”

### **3.6.2 Relación entre Disponibilidad, Mantenimiento y Confiabilidad.**

Para aumentar la producción en un equipo, es indispensable que las tres disciplinas disponibilidad, confiabilidad y mantenimiento se relacionen entre sí, de tal manera que: Si se quiere aumentar la disponibilidad en una planta, sistema o equipo, se debe:

- Aumentar la confiabilidad, expresada por el TMEF.
- Reducir el tiempo empleado en la reparación, expresado por el TMPR.
- Aumentar el TMEF y reducir el TMPR simultáneamente.

Donde:

**TMEF:** Tiempos disponible para la producción o tiempo promedio entre fallas.

**TMPR:** Tiempo en mantenimiento o tiempo promedio en reparación Como la tasa de fallas expresa la relación entre el número de fallas y el tiempo total de operación del sistema o equipo, se puede expresar el TMEF como el inverso de la tasa de fallas  $\lambda$ .

### **3.6.3 Tipos de Disponibilidad**

Existen tres tipos de disponibilidad:

- Inherente.
- Alcanzable.
- Operacional.

#### **3.6.3.1 Disponibilidad Inherente (Ai)**

Es el nivel esperado de disponibilidad debido al comportamiento del mantenimiento correctivo únicamente. Está determinada por el diseño del equipo. Asume que los repuestos y personal están 100 por ciento disponibles sin retraso alguno.

#### **3.6.3.2 Disponibilidad Alcanzable (Aa)**

Es el nivel esperado de disponibilidad debido al comportamiento del mantenimiento correctivo y preventivo. Depende del diseño del equipo y de la planta. También asume que los repuestos y personal están 100 por ciento disponibles sin retraso alguno

#### **3.6.3.3 Disponibilidad Operacional (Ao)**

Es el fundamento de la disponibilidad. Este es el valor real de la disponibilidad obtenido en la operación diaria. Este valor refleja el nivel de recursos del mantenimiento de la planta, así como la efectividad organizacional.

### **3.7 Disponibilidad Mecánica**

La disponibilidad mecánica, objetivo principal del mantenimiento, puede ser definida como la confianza de que un componente o sistema que sufrió mantenimiento, ejerza su función satisfactoriamente para un tiempo dado. En la práctica, la disponibilidad mecánica se expresa como el porcentaje de tiempo resultante de la división del tiempo promedio entre fallas entre la sumatoria del tiempo promedio de reparación y el tiempo promedio entre fallas, esto en equipos, instalaciones y sistemas que operan y/o producen continuamente.

En conclusión define el desempeño del departamento de mantenimiento y servicios, también en definición es la razón entre horas trabajadas y la suma de horas trabajadas con las horas de reparación.

### **3.8 Confiabilidad**

La confiabilidad de un equipo es la frecuencia con la cual ocurren las fallas en el tiempo. Si no hay fallas el equipo es 100% confiable, si la frecuencia de fallas es muy baja, la confiabilidad del equipo es aun aceptable, pero si la frecuencia es alta, el equipo es poco confiable. La confiabilidad está estrechamente relacionada con la calidad de un producto, una baja calidad del producto implica una disminución de su confiabilidad; entonces, la probabilidad de que un equipo desempeñe satisfactoriamente las funciones para los cuales es diseñado, durante un periodo de tiempo específico y bajo las condiciones de operación, ambientales y del entorno se definen como confiabilidad. La confiabilidad presenta la siguiente estructura.

**3.8.1 Probabilidad.-** Las mediciones de confiabilidad se hacen en términos de probabilidad, lo cual es la relación del número de veces de los casos estudiados (eventos, favorables o no) entre el número total posible de casos; en la medida que la cantidad de ensayos o casos posibles sea mayor la probabilidad se vuelve exacta y cercana al valor real.

**3.8.2 Desempeño satisfactorio.-** Muestra que se debe establecer criterios específicos para representar lo que es considerado como una operación satisfactoria, una combinación de factores cualitativos y cuantitativos definen las funciones que el sistema debe lograr, usualmente son las especificaciones del sistema. Implica además conocer cuando el equipo falla y ya no se desempeña satisfactoriamente.

**3.8.3 Tiempo promedio entre fallas.-** Es la variable aleatoria de la definición de confiabilidad y se refiere a la duración del funcionamiento o duración de vida, que se puede ser medido en horas, días y semanas mediante instrumentos de precisión.

**3.8.4 Condiciones de Operaciones.-** Son las condiciones en las que se espera que el equipo funcione y constituye el cuarto elemento relevante de la definición básica de la confiabilidad, incluyen factores como ubicación geográfica donde se espera que el equipo opere, el medio ambiente, vibraciones, transporte, etc.

### **3.9 Uso de la Disponibilidad**

El porcentaje de tiempo que el equipo está encendido, en producción o en demoras, respecto al tiempo que está disponible mecánicamente. Este parámetro involucra directamente a los Stand by.

$$Uso\ de\ Disponibilidad = \frac{Horas\ Operativas + Demoras}{Horas\ Totales - Horas\ Inoperativas}$$

$$Uso\ de\ la\ Disponibilidad = \frac{Horas\ Operativas}{Horas\ Operativas + Demoras + Horas\ Stand\ by}$$

### **3.10 Uso del Equipo**

El porcentaje de tiempo en que el equipo está produciendo, respecto del total de tiempo en que está con el motor encendido. Este parámetro involucra directamente a las Demoras Operativas.

$$Uso = \frac{Horas\ Operativas}{Horas\ Operativas + Demoras}$$

**3.11 DISPONIBILIDAD.** - La disponibilidad es la utilización del equipo para la ejecución de la actividad de manera inmediata el cual es medido en %, donde esto es medido de acuerdo a los tiempos productivos que tenga el equipo

**3.12 DISPONIBILIDAD MECANICA.** – Es la eficiencia de la utilidad del equipo en función de su operatividad sin tener retraso con el aspecto mecánico (sin fallas, sin mantenimientos, inoperatividad) en este aspecto este intervalo es indispensable para el presente estudio.

**3.12.1 HORAS OPERATIVAS.** - Es el tiempo operativo del equipo que al iniciar su actividad u operación genera producción y utilidad para la empresa.

**3.12.2 DEMORAS OPERATIVAS.** – Las demoras operativas se presentan en contra y a favor del equipo al final de cada valorización, en el tema de producción son perjudicados algunas demoras como pueden ser el tema de reinicio de operaciones cuando existe la hora de voladura, así mismo uno de los que se genera constantemente es la falta de frente, esto es puede evidenciar al momento de no generar utilidad en el equipo que implica la demorar de la actividad.

**3.13 STAND BY(SB).** - El estado mencionado representa a la falta de frente que se tiene en el momento que puede ser eventual por una hora o toda la guardia, esto representa un tiempo improductivo para el equipo, pero beneficioso en la disponibilidad para no infringir en alguna de las penalidades establecidas que posteriormente se mencionara

**3.14 UTILIZACIÓN.** - Es el factor principal para ver la rentabilidad del equipo al momento de efectuar la actividad enmendada, es medido en % todo el momento sea el tiempo disponible que este efectuando la operación por lo que es la productividad que genera en el tiempo establecido.

**3.15 RENDIMIENTO.** – En la producción que se establece en previos estudios, el rendimiento es reflejado en estos promedios que se tengan, siendo beneficios o teniendo preocupación en los avances, de manera inmediata se evalúa y se genera la mejora compatibilidad de equipo con la actividad.

**3.16 MANTENIMIENTO.** – Es la actividad estratégica realizada para corregir las fallas presentadas en los equipos en nuestras actividades. Exisen varios tipos de mantenimiento.

### **3.16.1 MANTENIMIENTO CORRECTIVO**

El mantenimiento correctivo o mantenimiento por avería consiste en dejar los equipos o máquinas en servicio hasta que surja la avería y en este momento el departamento de producción llama a mantenimiento para reparar el defecto. Una vez reparado, el jefe de mantenimiento deja el equipo o máquina hasta que se produce otra falla

### **3.16.2 MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

Las tareas de mantenimiento preventivo más comunes son sustituciones, renovaciones, revisiones generales, etc. Es necesario recalcar que estas tareas se realizan, a intervalos fijos, como por ejemplo, cada 3.000 horas de operación, cada 10.000 millas, al margen de la condición real de los elementos o sistemas.

### **3.16.3 MANTENIMIENTO PREDICTIVO**

El mantenimiento predictivo consiste en el conjunto de tareas destinadas a determinar la condición operativa de los equipos o máquinas, midiendo las variables físicas y químicas más importantes con el objeto de predecir anomalías y corregirlas usando para tal fin instrumentos y sistemas de diagnóstico

## **3.17 Equipos Retenes**

Los trabajos antes realizados con herramientas manuales fueron los primeros indicios de observar como la tecnología tenia mayor influencia a gran escala, y con el pasar de los años tuvo resultados en toda sus magnitudes tanto en la minería y la industria, supliendo el trabajo manual a llevarlo a un trabajo operativo donde el equivalente de muchos trabajadores lo realiza un equipo el cual puede ser hidráulico, eléctrico o mecánico.

Debido a estas observaciones los equipos eran utilizados a su máximo potencial y teniendo cálculos ya establecidos como la utilidad, rendimiento, producción, eficiencia y demás factores que influyen en su rendimiento así como los términos mecánicos que son la confiabilidad de equipos.

En la presente investigación se aplica una cantidad expuesta y considerable de equipos para dar solución a los términos ya mencionados, donde la problemática mayor es dar un reemplazo adecuado con el que se tiene el termino **Equipo reten** este término es aplicado a un equipo sin operador pero con disponibilidad inmediata, si un equipo fuera a quedar inoperativo,

siendo este equipo denominado de esta manera porque reemplazara de manera inmediata sin perjudicar la mayor parte sea posible al equipo inoperativo y alcanzar tanto su rendimiento, eficiencia, utilidad, y demás.

### **3.18 Sistema Hidráulico**

Hoy en día las maquinas usan la hidráulica para activar implementos, sistemas de dirección, transmisiones, controles pilotos, etc. la necesidad de aumentar, la productividad de la maquina atraído como resultado el diseño y uso de sistemas de alta presión y mayor caudal con sistemas automáticos de control y de mando que requiere un mínimo esfuerzo de operación, resultando máquinas de alta confiabilidad y eficiencia.

El sistema hidráulico cumple una misión muy importante en la operación de la excavadora, ya que da el movimiento a todo el equipo. La presión del sistema hidráulico sale de dos bombas que, junto con las válvulas de control, tanque hidráulico y mangueras, todo instalado de manera compacta y cercana reduciendo las caídas de presión, dan al sistema hidráulico la presión necesaria para dar el movimiento requerido del equipo



Fuente: Caterpillar - Imagen 13

#### **3.18.1 Tren de Rodamiento**

Toda la estructura de la excavadora incluyendo el tren de rodamiento ha sido diseñado para resistir a los trabajos y entornos más difíciles y brindar el mejor desempeño en aplicaciones

exigentes. Entre las estructuras se encuentra el bastidor principal, los rodillos, el contrapeso y el tren de rodamiento.

El tren de rodamiento por su parte incluye toda la estructura y componentes de las cadenas de traslación, lo que comúnmente se conocen como orugas, que permiten el desplazamiento de la excavadora.



Fuente: Caterpillar - Imagen 14

### 3.18.2 Cucharon

Las excavadoras tienen entre sus principales características la versatilidad de poder utilizar diferentes herramientas según el trabajo que se requiere realizar. Entre ellas se encuentran los cucharones, martillos, trituradores, cizallas, compactadores, garfios, pulverizadores, entre otros que se pueden observar en la Figura; Cada uno de ellos está diseñado para optimizar su uso brindar el mejor rendimiento a la máquina



Fuente: Caterpillar - Imagen 15

La elección por usar un tipo u otro dependerá de varios factores como son: la dureza del material, la densidad del material, la máxima capacidad de carga del equipo y sobre todo la abrasión del material lo que desencadenará en el desgaste y consumo del cucharón. La relación entre la abrasión y el impacto en el cucharón según el tipo de material. Esta relación permite identificar el tipo de cucharón que se debe utilizar y lograr la mayor duración de la vida útil del cucharón lo que afecta directamente al costo.

Los cucharones a su vez necesitan de un componente adicional para lograr la rotura del material, estos componentes, herramientas de corte, se denominan GETs por sus siglas en inglés (Ground Engaging Tools) o mejor conocido en el lenguaje popular del sector de la maquinaria pesada como uñas o dientes. Estas puntas metálicas, en la Figura., permiten desgarrar (romper) el material cada vez que se impacta el cucharón contra el terreno. La cantidad de dientes en un cucharón depende del tipo de cucharón y aplicación, lo común es colocar entre 4 a 5 dientes.



Fuente: Caterpillar - Imagen 16

### **3.18.3 Dientes de Penetración**

Junto con el cucharón de excavación, los dientes de penetración, son el consumible más importante de la excavadora y es que son las herramientas de corte que permiten lograr la operación de excavar la tierra. Los dientes al ser la primera parte de contacto entre la excavadora y la tierra, son los que tienen un mayor desgaste y requieren control y cambio frecuente. En la Figura se puede ver un ejemplo de los dientes.



Fuente: Caterpillar - Imagen 17

Los dientes de penetración son la herramienta de corte que, cuando la excavadora ataca el material o terreno de donde se quiere mover o sacar la tierra, se encarga de separar o romper la tierra permitiendo que el cucharón pueda cargar la tierra y se pueda trasladar. Caterpillar, con el paso de los años ha desarrollado y probado varios diseños para fabricar los cucharones y dientes de penetración para lograr la mejor performance garantizando la calidad y duración. Técnicas de acero templado de alta resistencia brinda una mayor duración de la herramienta de corte sin necesidad de que el grosor de las paredes del componente sea más grueso lo cual permite lograr una mayor capacidad de carga y operatividad.

#### **3.18.4 Operación de la Excavadora**

Las excavadoras tienen una forma particular de operar, por el diseño y construcción, lo que hace importante entender su forma de operar y como la solución propuesta para el monitoreo del desgaste de los dientes de penetración está diseñado de acuerdo a la forma de operar de la excavadora Caterpillar 336D.

En primer lugar, se debe tener en cuenta las consideraciones críticas por las cuales se ha de elegir utilizar una excavadora Caterpillar 336D, entre ellas:

- Aplicación
- Condiciones del local de trabajo
- Requisitos de producción

- Alcance y Profundidad
- Requisitos de elevación
- Camiones con los que se moverá el material
- Tipo de herramienta de trabajo (Cucharón)
- Transporte para llevar la maquina
- Capacidad financiera
- Experiencias pasadas

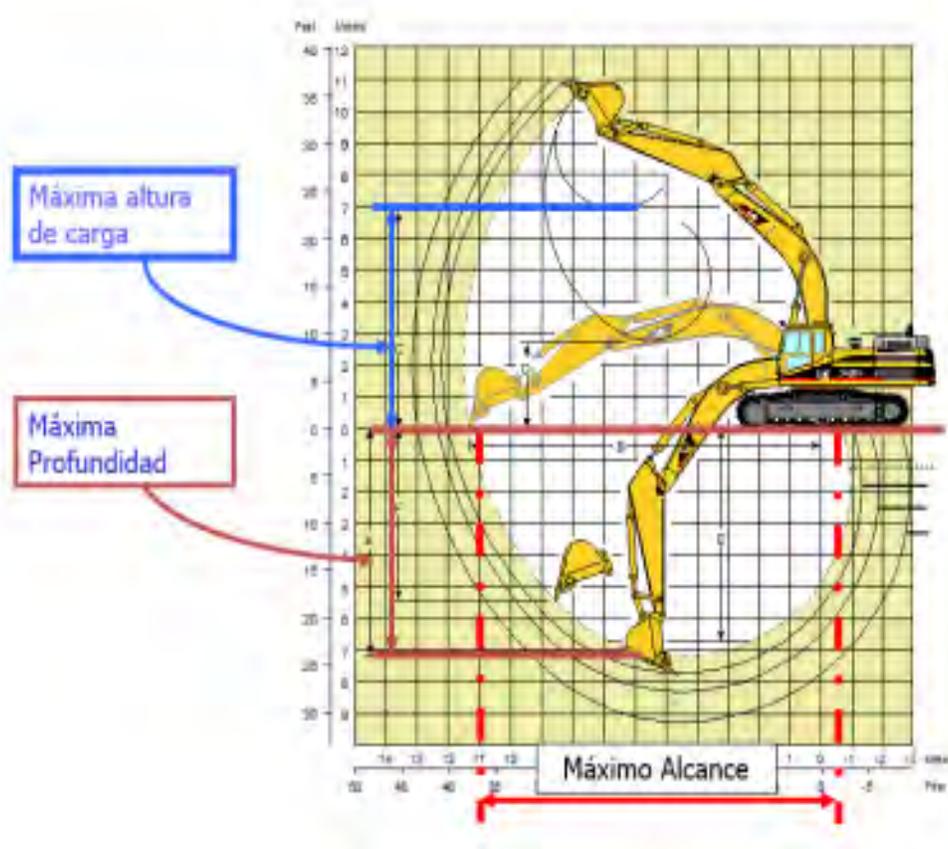
Entre las diversas aplicaciones antes mencionadas; movimiento de tierras y desmonte en general, tendido de redes de agua y desagüe, tendido de tuberías, vías urbanas, construcción en general, carguío de camiones, en canteras y agregados, desbroce de material, pequeña y mediana minería, canalizaciones, demolición, entre otras aplicaciones donde se puede adaptar una excavadora, nos centraremos en el movimiento de tierras donde se requiere excavar el material y utilizar cucharones y dientes de penetración.

La tarea de excavación de tierra consiste en mover/desplazar la tierra de un lugar a otro a través de cualquier medio manual o mecánico como es con el uso de una máquina como la excavadora. La excavadora con todo el sistema hidráulico logrará mover toda la estructura de brazos metálicos para lograr que el cucharón con los dientes de penetración impacte en el material realizando un movimiento de retroceso para cargar el material, a diferencia de los cargadores frontales o palas eléctricas que realizan un carguío con movimiento frontal. En la Figura se puede ver como la excavadora ataca el material con un movimiento de retroceso.



Fuente: Caterpillar - Imagen 17

La pluma, el brazo y el varillaje son los componentes principales de la excavadora que le permiten lograr el proceso de movimiento y carguío del material. Estos tres componentes han sido diseñados siguiendo la composición de movimiento de las extremidades del ser humano y logran movimientos similares al brazo, antebrazo y muñeca respectivamente. Con estos tres componentes (pluma, brazo y varillaje) la excavadora puede lograr cubrir un rango determinado de alcance y movimiento. En la Figura se ve un diagrama del alcance de operación.



Fuente: Caterpillar - Imagen 18

### 3.19 Programación y Matemáticas

Son varios los temas de las matemáticas cuya comprensión se puede mejorar mediante la integración de esta asignatura con un curso de algoritmos y programación:

- Concepto de variable. Una variable es una ubicación de memoria en el computador o en la calculadora que tiene un nombre (identificador) y en la que se pueden almacenar diferentes valores.
- Concepto de función. La mayoría de calculadoras científicas vienen de fábrica con cientos de funciones y los estudiantes pueden crear procedimientos que se comportan como funciones (aceptan parámetros, realizan cálculos y reportan un resultado).
- Manejo de ecuaciones y graficación.
- Modelado matemático. Algunas de las ideas clave de los modelos matemáticos están presentes en los manipulables virtuales (simulaciones y micromundos). Estos manipulables se pueden emplear tanto en procesos de entrenamiento (drill and practice) como de educación matemática. Sin embargo, la tendencia es a utilizarlos en ambientes en los que los estudiantes se convierten en diseñadores y no en simples consumidores.
- Evaluación. En la mayoría de las situaciones extraescolares, las personas que necesitan utilizar matemáticas regularmente tienden a usar calculadoras, computadores y otros dispositivos especializados (GPS, medición con láser, etc) como ayuda en la solución de problemas. Esto sugiere que una evaluación auténtica en matemáticas debe realizarse con libro y cuaderno abiertos, permitir el uso de calculadora y computador; en cuyo caso el computador puede aportar un ambiente de aprendizaje y evaluación enriquecidos.
- Adicionalmente, hay otros campos más avanzados de las matemáticas que también se pueden impactar con un curso de algoritmos y programación: Inteligencia artificial, robótica, aprendizaje asistido por computador (CAL), aprendizaje asistido por computador altamente interactivo e inteligente (HIICAL), etc.

### **3.19.1 Soluciones de Problemas**

Una de las acepciones que trae el Diccionario de Real Academia de la Lengua Española (RAE) respecto a la palabra Problema es “Planteamiento de una situación cuya respuesta desconocida debe obtenerse a través de métodos científicos”. Con miras a lograr esa respuesta, un problema se puede definir como una situación en la cual se trata de alcanzar una meta y para lograrlo se deben hallar y utilizar unos medios y unas estrategias. La mayoría de problemas tienen algunos elementos en común: un estado inicial; una meta, lo que se pretende lograr; un conjunto de

recursos, lo que está permitido hacer y/o utilizar; y un dominio, el estado actual de conocimientos, habilidades y energía de quien va a resolverlo (Moursund, 1999).

Casi todos los problemas requieren, que quien los resuelve, los divida en submetas que, cuando son dominadas (por lo regular en orden), llevan a alcanzar el objetivo. La solución de problemas también requiere que se realicen operaciones durante el estado inicial y las submetas, actividades (conductuales, cognoscitivas) que alteran la naturaleza de tales estados (Schunk, 1997).

Cada disciplina dispone de estrategias específicas para resolver problemas de su ámbito; por ejemplo, resolver problemas matemáticos implica utilizar estrategias propias de las matemáticas. Sin embargo, algunos psicólogos opinan que es posible utilizar con éxito estrategias generales, útiles para resolver problemas en muchas áreas. A través del tiempo, la humanidad ha utilizado diversas estrategias generales para resolver problemas. Schunk (1997), Woolfolk (1999) y otros, destacan los siguientes métodos o estrategias de tipo general:

- **Ensayo y error:** Consiste en actuar hasta que algo funcione. Puede tomar mucho tiempo y no es seguro que se llegue a una solución. Es una estrategia apropiada cuando las soluciones posibles son pocas y se pueden probar todas, empezando por la que ofrece mayor probabilidad de resolver el problema. Por ejemplo, una bombilla que no prende: revisar la bombilla, verificar la corriente eléctrica, verificar el interruptor.

- **Iluminación:** Implica la súbita conciencia de una solución que sea viable. Es muy utilizado el modelo de cuatro pasos formulado por Wallas (1921): preparación, incubación, iluminación y verificación. Estos cuatro momentos también se conocen como proceso creativo. Algunas investigaciones han determinado que cuando en el periodo de incubación se incluye una interrupción en el trabajo sobre un problema se logran mejores resultados desde el punto de vista de la creatividad. La incubación ayuda a "olvidar" falsas pistas, mientras que no hacer interrupciones o descansos puede hacer que la persona que trata de encontrar una solución creativa se estanque en estrategias inapropiadas.

- **Heurística:** Se basa en la utilización de reglas empíricas para llegar a una solución. El método heurístico conocido como "IDEAL", formulado por Bransford y Stein (1984), incluye cinco pasos: Identificar el problema; definir y presentar el problema; explorar las estrategias

viables; avanzar en las estrategias; y lograr la solución y volver para evaluar los efectos de las actividades (Bransford & Stein, 1984). El matemático Polya (1957) también formuló un método heurístico para resolver problemas que se aproxima mucho al ciclo utilizado para programar computadores. A lo largo de esta Guía se utilizará este método propuesto por Polya.

- **Algoritmos:** Consiste en aplicar adecuadamente una serie de pasos detallados que aseguran una solución correcta. Por lo general, cada algoritmo es específico de un dominio del conocimiento. La programación de computadores se apoya en este método, tal como veremos en la Unidad 2.

- **Modelo de procesamiento de información:** El modelo propuesto por Newell y Simon (1972) se basa en plantear varios momentos para un problema (estado inicial, estado final y vías de solución). Las posibles soluciones avanzan por subtemas y requieren que se realicen operaciones en cada uno de ellos.

- **Análisis de medios y fines:** Se funda en la comparación del estado inicial con la meta que se pretende alcanzar para identificar las diferencias. Luego se establecen submetas y se aplican las operaciones necesarias para alcanzar cada submeta hasta que se alcance la meta global.

- **Razonamiento analógico:** Se apoya en el establecimiento de una analogía entre una situación que resulte familiar y la situación problema. Requiere conocimientos suficientes de ambas situaciones.

- **Lluvia de ideas:** Consiste en formular soluciones viables a un problema. El modelo propuesto por Mayer (1992) plantea: definir el problema; generar muchas soluciones (sin evaluarlas); decidir los criterios para estimar las soluciones generadas; y emplear esos criterios para seleccionar la mejor solución. Requiere que los estudiantes no emitan juicios con respecto a las posibles soluciones hasta que terminen de formularlas.

- **Sistemas de producción:** Se basa en la aplicación de una red de secuencias de condición y acción (Anderson, 1990).

- **Pensamiento lateral:** Se apoya en el pensamiento creativo, formulado por Edwar de Bono (1970), el cual difiere completamente del pensamiento lineal (lógico). El pensamiento lateral requiere que se exploren y consideren la mayor cantidad posible de alternativas para solucionar un problema. Su importancia para la educación radica en permitir que el estudiante:

explore (escuche y acepte puntos de vista diferentes, busque alternativas); avive (promueva el uso de la fantasía y del humor); libere (use la discontinuidad y escape de ideas preestablecidas); y contrarreste la rigidez (vea las cosas desde diferentes ángulos y evite dogmatismos). Este es un método adecuado cuando el problema que se desea resolver no requiere información adicional, sino un reordenamiento de la información disponible; cuando hay ausencia del problema y es necesario percibirse de que hay un problema; o cuando se debe reconocer la posibilidad de perfeccionamiento y redefinir esa posibilidad como un problema (De Bono, 1970).

Como se puede apreciar, hay muchas estrategias para solucionar problemas; sin embargo, esta Guía se enfoca principalmente en dos de estas estrategias: Heurística y Algorítmica.

Según Polya (1957), cuando se resuelven problemas, intervienen cuatro operaciones mentales:

1. Entender el problema
2. Trazar un plan
3. Ejecutar el plan (resolver)
4. Revisar

Numerosos autores de textos escolares de matemáticas hacen referencia a estas cuatro etapas planteadas por Polya. Sin embargo, es importante notar que estas son flexibles y no una simple lista de pasos como a menudo se plantea en muchos de esos textos (Wilson, Fernández & Hadaway, 1993). Cuando estas etapas se siguen como un modelo lineal, resulta contraproducente para cualquier actividad encaminada a resolver problemas.



Fuente: Propia - Imagen 19

Es necesario hacer énfasis en la naturaleza dinámica y cíclica de la solución de problemas. En el intento de trazar un plan, los estudiantes pueden concluir que necesitan entender mejor el problema y deben regresar a la etapa anterior; o cuando han trazado un plan y tratan de ejecutarlo, no encuentran cómo hacerlo; entonces, la actividad siguiente puede ser intentar con un nuevo plan o regresar y desarrollar una nueva comprensión del problema (Wilson, Fernández & Hadaway, 1993; Guzdial, 2000).

### **1. COMPRENDER EL PROBLEMA.**

- Leer el problema varias veces
- Establecer los datos del problema
- Aclarar lo que se va a resolver (¿Cuál es la pregunta?)
- Precisar el resultado que se desea lograr
- Determinar la incógnita del problema
- Organizar la información
- Agrupar los datos en categorías
- Trazar una figura o diagrama.

### **2. HACER EL PLAN.**

- Escoger y decidir las operaciones a efectuar.
- Eliminar los datos inútiles.
- Descomponer el problema en otros más pequeños.

### **3. EJECUTAR EL PLAN (Resolver).**

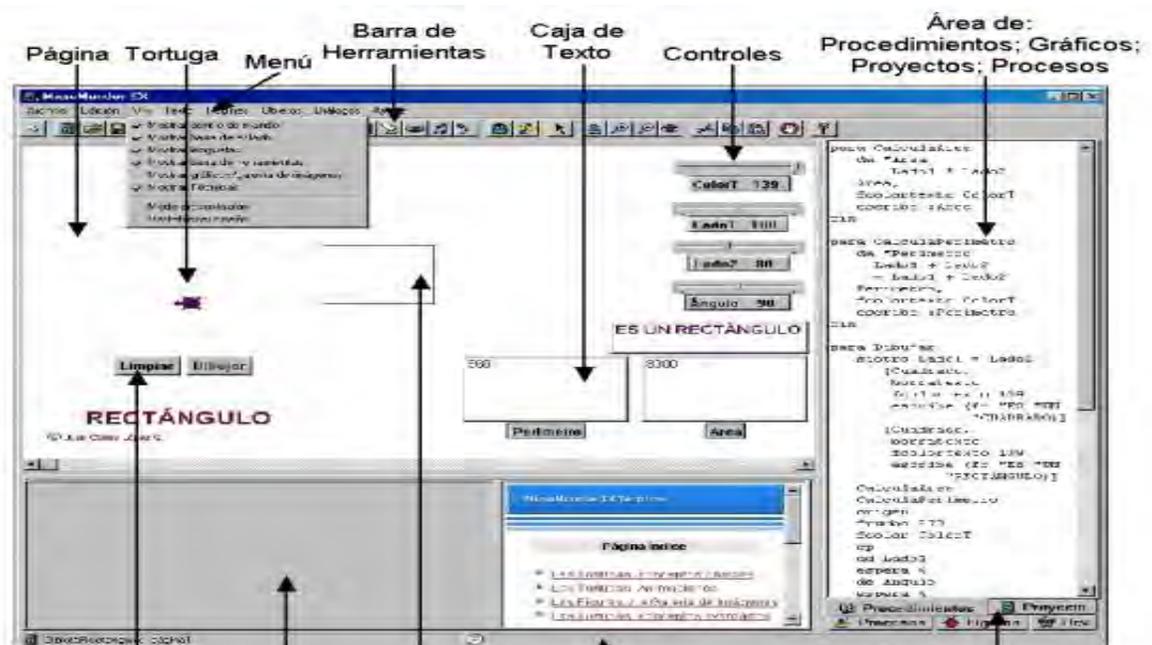
- Ejecutar en detalle cada operación.
- Simplificar antes de calcular.
- Realizar un dibujo o diagrama

#### 4. ANALIZAR LA SOLUCIÓN (Revisar).

- Dar una respuesta completa
- Hallar el mismo resultado de otra manera.
- Verificar por apreciación que la respuesta es adecuada.

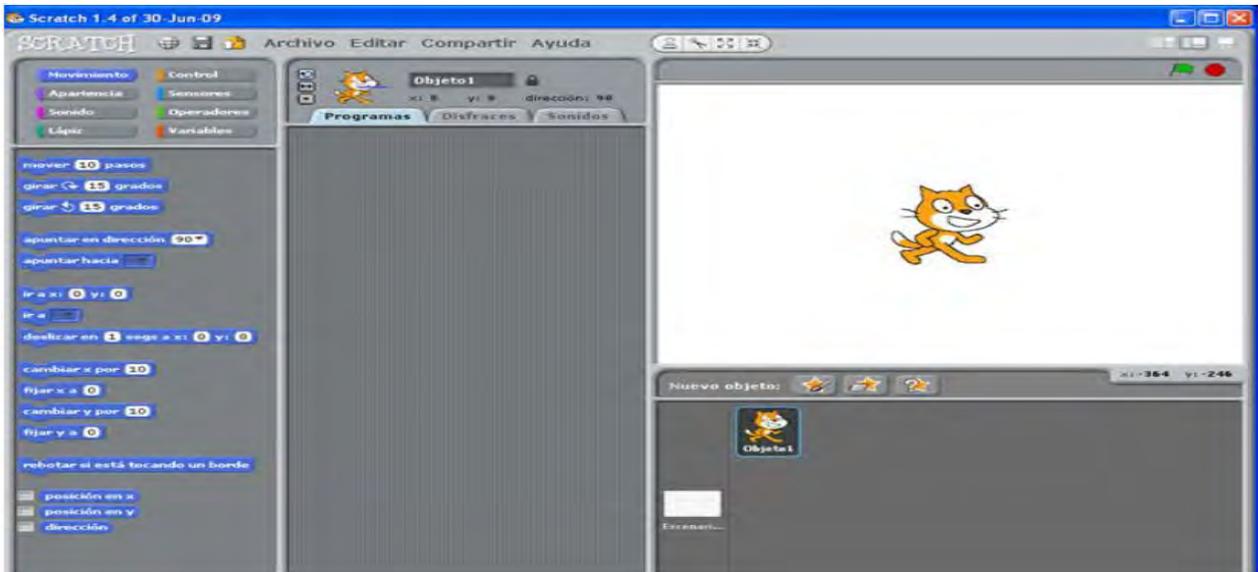
#### 3.19.2 Solución de problemas y programación

Desde el punto de vista educativo, la solución de problemas mediante la programación de computadores posibilita la activación de una amplia variedad de estilos de aprendizaje. Se pueden encontrar diversas maneras de abordar problemas y plantear soluciones, al tiempo que desarrollan habilidades para: visualizar caminos de razonamiento divergentes, anticipar errores, y evaluar rápidamente diferentes escenarios mentales (Stager, 2003).



*Ilustración 1-2(a): Área de trabajo de MicroMundos EX (interfaz del programa)*

Fuente: Modelo de Software - Imagen 20



Fuente: Simulación de Software - Imagen 21

### 3.19.3 Analizar el Problema



Fuente: Aplicacion de Algoritmo - Imagen 22

Los programas de computador tienen como finalidad resolver problemas específicos y el primer paso consiste en definir con precisión el problema hasta lograr la mejor comprensión posible. Una forma de realizar esta actividad se basa en formular claramente el problema, especificar los resultados que se desean obtener, identificar la información disponible (datos), determinar las restricciones y definir los procesos necesarios para convertir los datos disponibles (materia prima) en la información requerida (resultados).

Estas etapas coinciden parcialmente con los elementos generales que, según Schunk (1997), están presentes en todos los problemas:

1. Especificar claramente los resultados que se desean obtener (meta y submetas)
2. Identificar la información disponible (estado inicial)
3. Definir los procesos que llevan desde los datos disponibles hasta el resultado deseado (operaciones)



Fuente: Aplicación de datos - Imagen 23

Para establecer un modelo que los estudiantes puedan utilizar en la fase de análisis del problema, debemos agregar dos temas a los elementos expuestos por Schunk (1997): formular el problema y determinar las restricciones.

Ahora veamos con mayor detalle cada una de las etapas del análisis de un problema.

### 3.19.3.1 Formular el problema

La solución de un problema debe iniciar por determinar y comprender exactamente en qué consiste ese problema. La mayoría de los problemas que se resuelven en el aula de clase llegan a manos de los estudiantes perfectamente formulados.

### **3.19.3.2 Precisar los resultados esperados**

Para establecer los resultados que se esperan (meta) es necesario identificar la información relevante, ignorar los detalles sin importancia, entender los elementos del problema y activar el esquema correcto que permita comprenderlo en su totalidad (Woolfolk, 1999). Determinar con claridad cuál es el resultado final (producto) que debe devolver el programa es algo que ayuda a establecer la meta. Es necesario analizar qué resultados se solicitan y qué formato deben tener esos resultados (impresos, en pantalla, diagramación, orden, etc.). El estudiante debe preguntarse:

- ¿Qué información me solicitan?
- ¿Qué formato debe tener esta información?

### **2.13.3.3 Identificar datos disponibles**

Otro aspecto muy importante en la etapa de análisis del problema consiste en determinar cuál es la información disponible. El estudiante debe preguntarse:

- ¿Qué información es importante?
- ¿Qué información no es relevante?
- ¿Cuáles son los datos de entrada? (conocidos)
- ¿Cuál es la incógnita?
- ¿Qué información me falta para resolver el problema? (datos desconocidos)
- ¿Puedo agrupar los datos en categorías?

Otro aspecto importante del estado inicial hace referencia al nivel de conocimiento que el estudiante posee en el ámbito del problema que está tratando de resolver. Es conveniente que el estudiante se pregunte a sí mismo:

- ¿Qué conocimientos tengo en el área o áreas del problema?
- ¿Son suficientes esos conocimientos?
- ¿Dónde puedo obtener el conocimiento que necesito para resolver el problema?
- ¿Mis compañeros de estudio me pueden ayudar a clarificar mis dudas?

- ¿Qué expertos en el tema puedo consultar?

En el ámbito de las matemáticas, se conoce como conocimiento condicional a aquel que activan los estudiantes cuando aplican procedimientos matemáticos concretos de manera intencional y consciente a ciertas situaciones. “El conocimiento condicional proporciona al alumno un sistema de valoración sobre la extensión y las limitaciones de su saber (qué sabe sobre el tema, su capacidad de memoria, etc.), a la vez que examina la naturaleza de la demanda del profesor y su objetivo último, y evalúa variables externas como pueden ser el tiempo que tiene o con quién realiza la tarea” (Orubia & Rochera & Barberà, 2001).

#### **3.19.3.4 Determinar las Restricciones**

Resulta fundamental que los estudiantes determinen aquello que está permitido o prohibido hacer y/o utilizar para llegar a una solución. En este punto se deben exponer las necesidades y restricciones (no una propuesta de solución). El estudiante debe preguntarse:

- ¿Qué condiciones me plantea el problema?
- ¿Qué está prohibido hacer y/o utilizar?
- ¿Qué está permitido hacer y/o utilizar?
- ¿Cuáles datos puedo considerar fijos (constantes) para simplificar el problema?
- ¿Cuáles datos son variables?
- ¿Cuáles datos debo calcular?

#### **3.19.3.5 Establecer Procesos (operaciones)**

Consiste en determinar los procesos que permiten llegar a los resultados esperados a partir de los datos disponibles. El estudiante debe preguntarse:

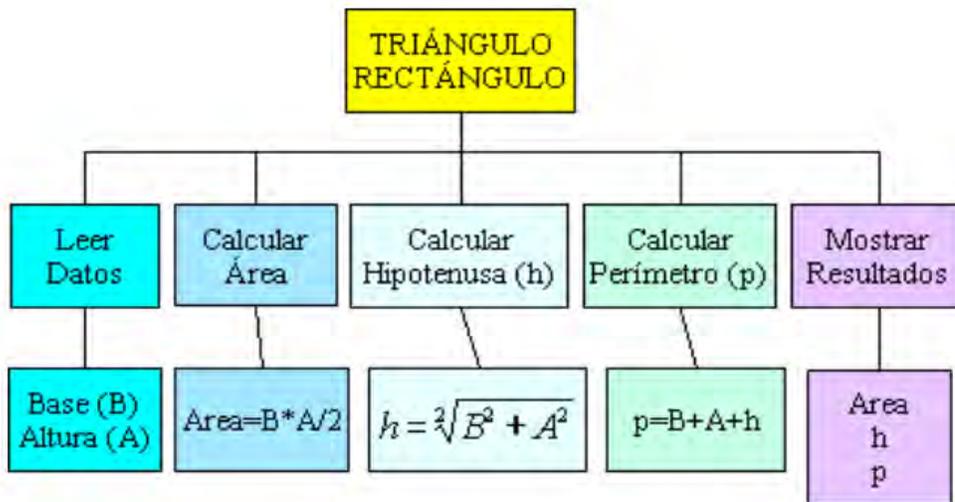
- ¿Qué procesos necesito?
- ¿Qué fórmulas debo emplear?
- ¿Cómo afectan las condiciones a los procesos?
- ¿Qué debo hacer?
- ¿Cuál es el orden de lo que debo hacer?

En la medida de lo posible, es aconsejable dividir el problema original en otros más pequeños y fáciles de solucionar (submetas), hasta que los pasos para alcanzarlas se puedan determinar con bastante precisión (módulos). Esto es lo que en programación se denomina diseño descendente o top-down (Joyanes, 2001). El diseño descendente se utiliza en la programación estructurada de computadores debido a que facilita:

- La comprensión del problema
- Las modificaciones en los módulos
- La verificación de la solución

Igualmente hay que tener cuidado cuando se utiliza este enfoque para resolver problemas complejos o extensos, en cuyo caso resulta más aconsejable utilizar una metodología orientada a objetos. Especialmente, cuando profesores universitarios manifiestan su preocupación por el aprendizaje de malas prácticas de programación en el colegio. Hay casos en los cuales algunos estudiantes no han podido cambiar su forma de pensar “estructurada” por otra orientada a objetos, la cual hace parte de los programas universitarios modernos en la carrera de Ingeniería de Sistemas. Es aconsejable que los ejemplos y actividades planteados a los estudiantes contengan solo un problema cuya solución sea muy corta (no necesariamente sencillo de resolver). De esta forma ellos podrán enfocarse en aplicar completamente la metodología propuesta para analizar problemas (formular el problema, especificar los resultados, identificar la información disponible, determinar las restricciones y definir los procesos) sin perderse en el laberinto de un problema demasiado complejo.

1. Un procedimiento para leer los datos de entrada.
2. Un procedimiento para calcular el área.
3. Un procedimiento para calcular la hipotenusa.
4. Un procedimiento para calcular el perímetro.
5. Un procedimiento para mostrar los resultados.



Fuente: Formación del programa - Imagen 24

### 3.19.3.6 Diseñar el Algoritmo (Trazar un plan)

Este tema se tratará en profundidad en las unidades 2 y 3 de esta guía. Por el momento, podemos resumir que únicamente hasta cuándo se ha realizado un análisis a fondo del problema (utilizando alguna metodología), se puede proceder a elaborar el algoritmo (diagrama de flujo). Este consiste en la representación gráfica, mediante símbolos geométricos, de la secuencia lógica de las instrucciones (plan) que posteriormente serán traducidas a un lenguaje de programación, como Logo, para ejecutarlas y probarlas en un computador.

### 3.19.3.7 Algoritmo de Seudocódigos

Paso 1: Inicio

Paso 2: Asignar el número 2 a la constante "div"

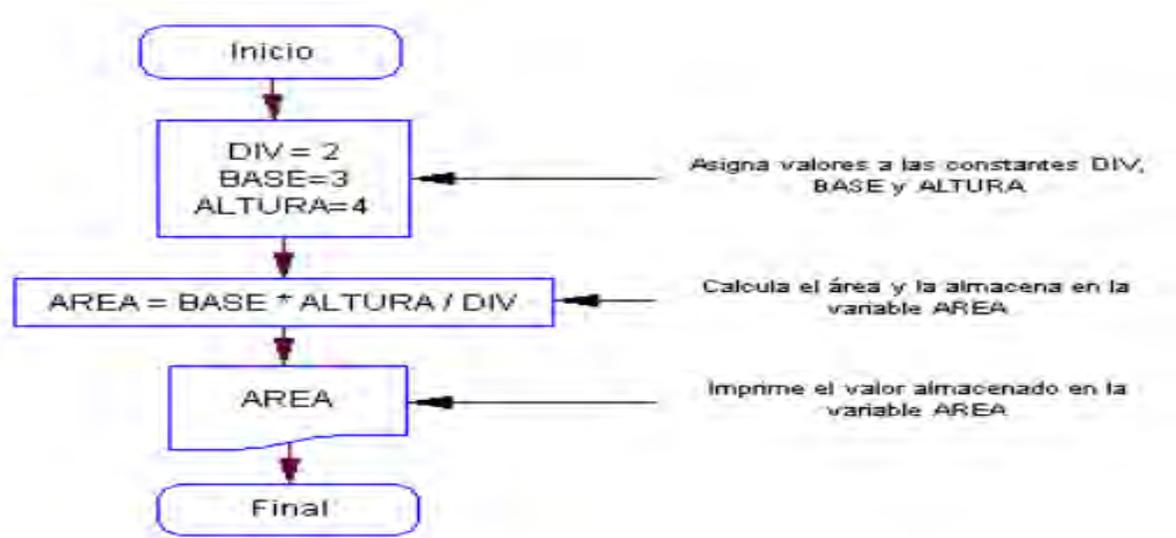
Paso 3: Asignar el número 3 a la constante "base"

Paso 4: Asignar el número 4 a la constante "altura"

Paso 5: Guardar en la variable "área" el resultado de base\*altura/div

Paso 6: Imprimir el valor de la variable "área"

Paso 7: Final



Fuente: Asignación en los Algoritmos - Imagen 24

### 3.19.3.8 Depurar el Programa (revisar)

Este tema se tratará en profundidad en la Unidad 4 de esta guía. Después de traducir el algoritmo en un lenguaje de programación como Logo, el programa resultante debe ser probado y validados los resultados. A este proceso se le conoce como depuración. Depurar programas contribuye a mejorar la capacidad en los estudiantes para resolver problemas; la depuración basada en la retroalimentación es una habilidad útil para toda la vida (Stager, 2003).

Quienes han escrito alguna vez un programa de computador, saben de la dificultad que representa elaborar programas perfectos en el primer intento, dificultad que aumenta a medida que el problema a resolver es más complejo. La depuración, afinamiento y documentación de un programa hacen parte fundamental del ciclo de programación y desde el punto de vista educativo estimula en los estudiantes la curiosidad, la perspectiva, la comunicación y promueve valores como responsabilidad, fortaleza, laboriosidad, paciencia y perseverancia. La programación facilita un diálogo interior en el cual la retroalimentación constante y el éxito gradual empujan a los alumnos a ir más allá de sus expectativas (Stager, 2003).

Otras dos actividades relacionadas con esta etapa son la afinación y la documentación. La primera consiste en realizar retoques para lograr una mejor apariencia del programa (en

pantalla o en los resultados impresos) o para ofrecer funcionalidades más allá de los resultados esperados (especificados en la fase de análisis del problema). La segunda tiene un carácter eminentemente comunicativo, con la documentación de un programa se pone a prueba la capacidad del estudiante para informar a otras personas cómo funciona su programa y lo que significa cada elemento utilizado.

## CAPITULO IV

### SISTEMA DE CONTROL DE COSTOS EN LOS EQUIPOS AUXILIARES

#### 4.1.- DESCRIPCION DEL PROGRAMA APLICADO

Java es el lenguaje de programación y la plataforma de desarrollo número uno. Reduce los costos, acorta los plazos de desarrollo, impulsa la innovación y mejora los servicios de las aplicaciones. Con millones de desarrolladores que ejecutan más de 51.000 millones de instancias de Java Virtual Machine en todo el mundo, Java sigue siendo la plataforma de desarrollo preferida por empresas y desarrolladores.

##### 4.1.1 Conceptos de IDE

Un entorno de desarrollo integrado (IDE) es un sistema de software para el diseño de aplicaciones que combina herramientas comunes para desarrolladores en una sola interfaz de usuario gráfica (GUI). Generalmente, un IDE cuenta con las siguientes características:

- a) **Editor de código fuente:** editor de texto que ayuda a escribir el código de software con funciones como el resaltado de la sintaxis con indicaciones visuales, el relleno

automático específico para el lenguaje y la comprobación de errores a medida que se escribe el código.

- b) Automatización de compilaciones locales:** herramientas que automatizan tareas sencillas y repetitivas como parte de la creación de una compilación local del software para su uso por parte del desarrollador, como la compilación del código fuente de la computadora en un código binario, el empaquetado de ese código y la ejecución de pruebas automatizadas.
- c) Depurador:** programa que sirve para probar otros programas y mostrar la ubicación de un error en el código original de forma gráfica.

#### **4.1.2 NETBEANS**

NetBeans es un entorno de desarrollo integrado libre, orientado principalmente al desarrollo de aplicaciones Java. La plataforma NetBeans permite el desarrollo de aplicaciones estructuradas mediante un conjunto de componentes denominados “módulos”. Cada uno de estos módulos sería un archivo Java conteniendo un conjunto de clases que interactuarán con las APIs de NetBeans. El objetivo de esta arquitectura es favorecer el desarrollo de funcionalidades de forma independiente y la reutilización de componentes.

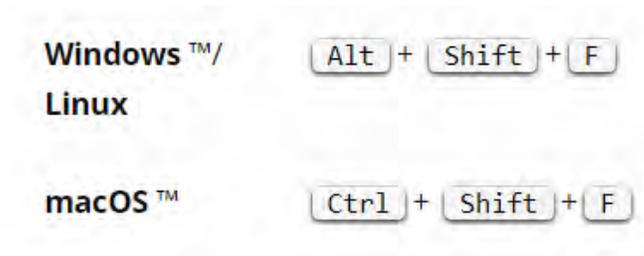
Las principales características de NetBeans son las siguientes:

- ✓ Proporciona una base modular y extensible para el desarrollo de aplicaciones, la Plataforma NetBeans.
- ✓ Esta plataforma incluye servicios para el control del interfaz de usuario, la configuración, el almacenamiento, las ventanas, etc. El IDE está desarrollado con la misma metodología modular, por lo que puede extenderse incluyendo módulos con funcionalidades determinadas.
- ✓ Aunque está ideado para el desarrollo Java, permite el desarrollo en otros lenguajes, como PHP o Python, mediante paquetes adicionales.

#### **4.2.3 Entorno de desarrollo, plataforma de herramientas y marco de aplicación.**

##### **4.2.3.1 Edición Rápida e Inteligente**

El formato de código le permite configurar el editor para diseñar su código fuente de la manera que le parezca más preferible y cómoda para trabajar. Cuando desee formatear su código, simplemente presione:



#### 4.2.3.2 Ruta de Aprendizaje de JAVA SE

Esta ruta de aprendizaje se centra en las aplicaciones Java SE. Una aplicación Java SE es una aplicación escrita en Java Platform, Standard Edition (Java SE). Las mismas aplicaciones Java SE sin modificar se pueden ejecutar en casi cualquier computadora, ya sea que esa computadora use los sistemas operativos Microsoft Windows, Solaris, Linux u OS X. La clave para la portabilidad de esta aplicación es Java Runtime Environment, que está disponible de forma gratuita para la mayoría de los sistemas operativos, incluidos todos los mencionados anteriormente.

Además de ser una plataforma para aplicaciones de escritorio multiplataforma, la plataforma Java SE es la base para otras tecnologías como Java Platform, Enterprise Edition. Es posible que se encuentre escribiendo código Java que también proporciona lógica de servidor back-end para aplicaciones web y empresariales.

#### 4.2.3.3 Informes de Problemas

Asegúrese de que el problema se pueda replicar con la última versión de Apache NetBeans y que aún no se haya informado. Proporcione suficiente información para que alguien pueda reproducir el problema. La información suficiente podría incluir:

- Código de ejemplo (Adjuntos o Descripción)
- Proyecto de ejemplo (Adjuntos)
- Capturas de pantalla (archivos adjuntos)
- Pasos exactos, por ejemplo, 1. Crear un proyecto vacío, 2. Escribir el siguiente código, 3. Algo... (Descripción)
- Resultados reales (Descripción)
- Resultados esperados (Descripción)
- Versión JDK (Entorno)

## 4.2.- APLICACIÓN DEL SOFTWARE EN MINERÍA

Se fijan objetivos múltiples, dadas las prioridades se elige los equipos a reemplazar para así resolver el mejor caso posible, dentro de las restricciones ingresadas. También incluye programación basado en prioridad y nivelación automática de la producción. Precedencias de la disponibilidad final promedio, disponibilidad mecánica diaria.

## 4.3.- VENTAJAS DE APLICACIÓN DE UN PROGRAMA

La utilización de un Software aplicado a la minería (movimiento de tierras), se hace indispensable para el desarrollo de nuestras actividades de trabajos auxiliares, en tal sentido el software creado en este trabajo de investigación no tendrá costo ya que utiliza, herramientas se encuentran de fácil acceso dentro de la nube de datos que se encuentran de dominio publico y así no requerirá pago alguno solamente descargar la librería o herramientas para poder hacer funcionar de manera correcta.

- Buen Rendimiento
- Se puede Ahorrar Dinero
- Actualizaciones y personalizaciones
- Configuración rápida
- Fácil manejo
- Accesibilidad
- Toma de decisiones inmediatas

## 4.4.- VARIABLES DEL PROGRAMA

Lo habitual es que **una vez que una variable ha sido declarada puede modificarse a lo largo de un programa informático**. Por ejemplo, si una variable de tipo entero que recoge la edad de una persona ya ha sido declarada, puede modificarse a lo largo del programa nombrando directamente su nombre y asignándole un valor:  $Edad = 8$ , y en otra parte del programa modificarla con una operación del tipo  $Edad = Edad + 1$ , para que el valor de la variable aumente en uno, siendo las variables las siguientes:

### 4.4.1 Variables Numéricas

Son variables que se utilizan para almacenar y operar con todo tipo de números. Estas variables numéricas pueden ser:

**Tipo entero.** Para almacenar números enteros, normalmente se utiliza en los lenguajes de programación con la expresión int.

- **Tipo decimal.** Para almacenar números con decimales y se utiliza con la expresión float.
- **Tipo double.** Para almacenar datos numéricos con decimales, pero que admiten grandes números al disponer de mayor capacidad de almacenamiento.

#### **4.4.2 Variables de Texto**

En estas variables se almacenan datos referentes a caracteres o cadenas de texto, como pueden ser palabras, frases o cadenas de texto que contengan letras y números.

En este tipo de variables se puede almacenar letras mayúsculas y minúsculas, junto con números de un solo dígito.

Podemos diferenciar dos tipos de variables de texto:

**Tipo char** donde solo se almacena un carácter o dígito.

**Tipo string** donde puede almacenarse cadenas de texto, siendo el tipo de variable de texto más utilizada

### **4.5.- APLICACIÓN DE PROGRAMA EN EL AREA DE COSTOS**

Los programas tipo (SAP) esta enfocados en costos.

La utilización de estos softwares es muy útil para todas las empresas, nos da soluciones confiables y rápidas para la toma de decisiones en las empresas en el rubro de minería.

- Realizar requerimientos
- Realizar planillas
- Adquisición de repuestos

Mediante este trabajo de investigación se pretende hacer que este programa enfocado en costos y disponibilidad mecánica, nos ayude a hacer una mejor valorización de nuestras actividades en forma más rápida y así tomar las mejores decisiones de los equipos retenes; cabe precisar que el tiempo de entregar el informe mensual sea más rápido y sencillo.

#### **4.6- MEJORAR LA TOMA DE DECISIONES AL MOMENTO DE LA VALORIZACION**

Al momento de aplicar el programa en la toma de decisiones, será un apoyo en el tiempo y en identificar la alternativa correcta de manera inmediata para no tener pérdidas por la penalidad aplicada bajo el contrato estipulado que se encuentra líneas abajo.

Las perdidas como se evaluará son cuantiosas donde la creación de un apoyo sistemático como la creación del programa es necesario para el procesamiento de datos de manera inmediata, donde realizarlo individualmente toma un tiempo determinado y asignaciones simultaneas para llegar a la mejor toma de decisión.

La creación de un programa aplicado a estos números registrados también pueden ser el inicio de promedios generales a las cuales se pueden identificar de manera inmediata como en un inventario, laboratorio, programaciones mensuales en un estándar de personal, y demás.

#### **4.7- ACTIVIDADES EN LA U.M LAS BAMBAS**

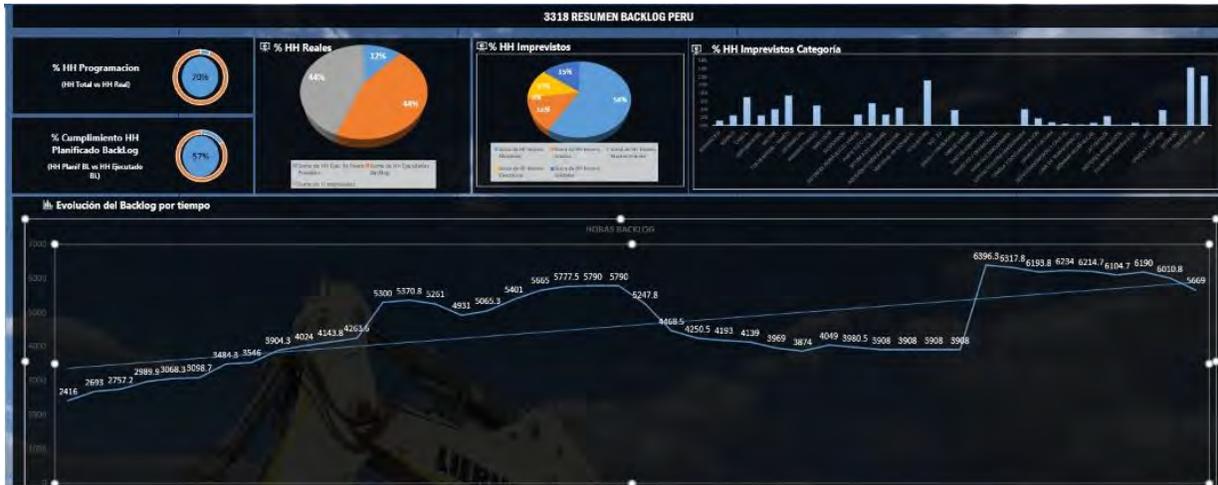
Los trabajos que se realizan es de Movimiento de tierras que incluye varias actividades en el mundo de la minería, como se sabe en algunos libros y contexto al movimiento de tierras se le incluye como unas de las operaciones unitarias aplicados en Operaciones Mina, en La U.M Las Bambas se realizan las siguientes actividades como la nivelación de plataformas para el área de perforación, Mantenimiento de vías en operaciones Mina, Construcción de Plataformas, Habilitación de accesos, Perfilado de Talud, Construcción de rampas, Construcción de Drem, entre otros trabajos auxiliares que son vitales para la ejecución eficiente del diseño Open Pit Final.

También se realizó trabajos auxiliares en presa de relaves, planta como la construcción de la Fase III y la alimentación al Stock Pile respectivamente, desempeñando una de las funciones principales para el desarrollo de estas actividades.

Todas estas actividades fueron ejecutadas con la flota de equipos de línea amarilla, dimensionados en los equipos de mayor envergadura como es el tractor CAT D8T, D9T, D10T; Excavadoras CAT 336DL, 345D, 390D; Articulado 740B, Perforadora Rock –L8, Motoniveladora 140K, Rodillo BOMANG, siendo estos los de mayor dimensión para la ejecución del proyecto.

## 4.8 MANTENIMIENTO PROGRAMADOS

Todas las actividades de manteniendo se encuentran controladas por el sistema **omecanica.epsagroup**, la cual esta entrelazada con todas las áreas de la empresa a continuación algunas funciones que realiza:



Fuente: EPSA PERU (Horas acumuladas Totales de mantenimiento en Las Bambas) Imagen 25

Departamento	Tipo de máquina	Ci/Paquet	Marca	Modelo	Mantenimiento	Último historico	Última revisión	Próxima revisión	Última muestra	Historia	Estado	Anomalías	Horas previas	Revisión: Comprobación
1 - Producción	Tractor de cadenas	1210	CAT	D8T	Según Marca-Modelo	27.000 23/01/2022	MANT. 1.000H 23/01/2022	MANT. 2.50H 05/05/2022 27250	Seguimiento 27/11/2021	Sin partes ni reformas pendientes	OPERATIVA	Con anomalías	5 Horas	No existen datos
2 - Producción	Tractor de cadenas	1219	CAT	D8T	Según Marca-Modelo	18.076 25/01/2022	MANT. 500H 13/09/2021	MANT. 250H 09/03/2022 18750	Seguimiento 13/09/2021	Sin partes ni reformas pendientes	OPERATIVA	Con anomalías	30 Horas	No existen datos
3 - Producción	Tractor de cadenas	1247	CAT	D10T	Según Marca-Modelo	35.404 28/11/2021	MANT. 240H 14/11/2021	MAQ-PARADA 27/12/2021 35384	Seguimiento 21/11/2021	Sin partes ni reformas pendientes	PARADA desde 29/11/2021	Con anomalías	33 Horas	No existen datos
4 - Producción	Tractor de cadenas	1250	CAT	D8T	Según Marca-Modelo	17.549 25/01/2022	MANT. 250H 12/01/2022	MANT. 500H 30/11/2024 17500	Sin muestras incorrectas	Sin partes ni reformas pendientes	OPERATIVA	Con anomalías	34 Horas	No existen datos
5 - Producción	Tractor de cadenas	1281	CAT	D9T	Según Marca-Modelo	19.038 20/11/2021	MANT. 1.000H 01/12/2021	MAQ-PARADA 19/12/2021 19020	Seguimiento 01/12/2021	Sin partes ni reformas pendientes	PARADA desde 19/11/2021	Con anomalías	5 Horas	No existen datos
6 - Producción	Tractor de cadenas	1284	CAT	D10T	Según Marca-Modelo	19.201 30/11/2021	MANT. 1.000H 20/11/2021	MAQ PARADA 29/12/2021 19184	INCORRECTA 20/11/2021	Sin partes ni reformas pendientes	PARADA desde 29/11/2021	Con anomalías	74 Horas	No existen datos
7 - Producción	Tractor de cadenas	1288	CAT	D10T	Según Marca-Modelo	24.862 20/01/2022	MANT. 250H 17/02/2021	MANT. 1.000H 09/05/2022 25000	Seguimiento 23/09/2021	Sin partes ni reformas pendientes	OPERATIVA	Sin anomalías	8 Horas	No existen datos
8 - Producción	Tractor de cadenas	1336	CAT	D10I2	Según Marca-Modelo	8.308 25/01/2022	MANT. 250H 20/01/2022	MANT. 500H 31/01/2022 1500	Seguimiento 20/11/2021	Sin partes ni reformas pendientes	OPERATIVA	Sin anomalías	5 Horas	No existen datos
9 - Producción	Dumper extrarival	2829	CAT	773F	Según Marca-Modelo	11.875 28/10/2021	MANT. 250H 21/09/2021	MAQ-PARADA 16/11/2021 11866	Seguimiento 20/08/2021	Reformas pendientes de Falla	PARADA desde 28/10/2021	Con anomalías	11 Horas	No existen datos
10 - Producción	Dumper extrarival	2830	CAT	773F	Según Marca-Modelo	9.353 01/11/2021	MANT. 250H 24/09/2021	MAQ-PARADA 01/12/2021 9353	Seguimiento 29/09/2021	Reformas pendientes de Falla	PARADA desde 01/11/2021	Con anomalías	4 Horas	No existen datos
11 - Producción	Dumper extrarival	2832	CAT	773F	Según Marca-Modelo	15.224 18/10/2021	MANT. 250H 22/09/2021	MAQ-PARADA 10/11/2021 15224	Seguimiento 21/09/2021	Reformas pendientes de Falla	PARADA desde 18/10/2021	Con anomalías	13 Horas	No existen datos
12 - Producción	Dumper extrarival	2833	CAT	773F	Según Marca-Modelo	14.445 15/10/2020	MANT. 250H 04/01/2020	MAQ-PARADA 13/11/2020 14445	Sin muestras incorrectas	Reformas pendientes de Falla	PARADA desde 15/10/2020	Con anomalías	361 Horas	No existen datos
13 - Producción	Dumper extrarival	2834	CAT	773F	Según Marca-Modelo	23.777 15/11/2021	MANT. 250H 14/08/2021	MAQ-PARADA 12/09/2021 23752	Seguimiento 22/07/2021	Reformas pendientes de Falla	PARADA desde 13/08/2021	Con anomalías	103 Horas	No existen datos

Fuente: EPSA PERU (uso del programa oceánica.epsagroup.com). Imagen 26

N°	Fecha	Fecha de la anomalía	Documento	Documento	Deficiencia detectada	Descripción	Fecha planificada	Fecha Real	Comentario	Horas	Estado anomalía	Acción
17272	2021-10-27 09:09:40	02/10			ORDEN DE TRABAJO PROVENIENTE DE REVISIÓN	Fuga de gas por la válvula de conexión al compresor (2 resortes calcantados por defecto)	00/00/0000	00/00/0000	Reacomodado no funciona	10.0	PRIORITE DE REALIZACIÓN	
181814	2021-11-24 16:17:36.0		19077		ORDEN DE TRABAJO NO PROVENIENTE DE REVISIÓN	Falla que de tipo de roto	00/00/0000	00/00/0000	Recibida inferiores ojos glasses LH	4.0	SUBCUCIÓN PENDIENTE DE MEDIO	
182283	2021-11-26 02:34:00.0	2021-11-26 11:56:00.0		19087	ORDEN	Anillos y empaques desgastados por tubo de salida de gases de escape	00/00/0000	00/00/0000	Control normal en motor y perdidos potencia	10.0	PRIORITE DE REALIZACIÓN	
194229	2022-01-20 05:04:37.0		19301		ORDEN DE TRABAJO PROVENIENTE DE REVISIÓN	Toma de muestra para seguimiento y levantamiento de muestra de incrustación	00/00/0000	00/00/0000	Muestra incrustación	2.0	PRIORITE DE REALIZACIÓN	



Fuente: EPSA PERU (programación de mantenimiento) - Imagen 27

#### 4.9 CODIGOS DISPATCH PARA EL CALCULO DE DISPONIBILIDAD

Los cuadros adjuntos a continuación serán utilizados para el cálculo de disponibilidad, teniendo en cuenta los códigos identificados y la clasificación que se tengan.

##### 4.9.1 DEFINICIÓN DE KPI'S PARA CONTRATISTAS:

- **DISPONIBILIDAD**

$$Disponibilidad = \frac{(Disp + Stan + DOpe + MntO + ExDO + EspO + DSeg + ExDi - Cod162)}{TiempoTotal} \times 100$$

- **UTILIZACIÓN**

$$Utilización = \frac{(Disp + ExDi)}{(Disp + Stan + Dope + MntO + DEst + EXDO + EspO + Dseg + ExDi - Cod162)} \times 100$$

##### **Tiempo Total**

$$TiempoTotal = Disp + Stan + Serv + DOper + EspM + MntO + MntN + ExMa + MntP + DEst + ExDO + EspO + DSeg + ExDo$$

### **Tabla de Categorías**

<b>N°</b>	<b>ABREV.</b>	<b>CATEGORIA</b>
1	<i>Disp</i>	<i>Tiempo Disponible</i>
2	<i>Stan</i>	<i>Tiempo en Stanby</i>
3	<i>Serv</i>	<i>Tiempo en Servicio</i>
4	<i>Dope</i>	<i>Demora Operativa</i>
5	<i>EspM</i>	<i>Tiempo esperando Mantenimiento</i>
6	<i>MntO</i>	<i>Mantenimiento Operativo</i>
7	<i>MntN</i>	<i>Mantenimiento no Programado</i>
8	<i>ExMa</i>	<i>Mantenimiento Externo</i>
9	<i>MntP</i>	<i>Mantenimiento Programado</i>
10	<i>DEst</i>	<i>Demoras Establecidas</i>
11	<i>ExDO</i>	<i>Demoras Operativas Externas</i>
12	<i>NOPr</i>	<i>Demoras No Programadas</i>
13	<i>EspO</i>	<i>Esperando</i>
14	<i>Dseg</i>	<i>Demora por seguridad</i>
15	<i>ExDi</i>	<i>Tiempo Disponible Externo</i>

Fuente: Las Bambas

#### **4.9.2 CATEGORIAS DE LOS CODIGOS DISPATCH**

Esta abreviatura representa la categoría al código que remplazara como puede ser en. tiempo en espera, en stand by, producción, demoras operativas, fallas mecánicas y demás.

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	ABR CATEGORÍA	CATEGORIA
1	Produccion	DISP	Produccion
2	Ingenieria	DISP	Ingenieria
3	Geologia	DISP	Geologia
4	Geotecnia	DISP	Geotecnia
5	Perforacion General	DISP	Perforacion General
6	Voladura General	DISP	Voladura General
35	Falta Area de Trabajo	DOPE	Falta Area de Trabajo
36	Inspeccion del Area de Trabajo	DOPE	Inspeccion del Area de Trabajo
37	Parado Por Vigias	DOPE	Parado Por Vigias
44	Otras Operaciones	DOPE	Otras Operaciones
56	Movimiento Corto	DOPE	Movimiento Corto
57	Movimiento Largo	DOPE	Movimiento Largo
71	Charla de Seguridad	DSEG	Charla de Seguridad
73	Inspeccion Por Seguridad	DSEG	Inspeccion Por Seguridad
78	Condiciones Climaticas Adversas, Lluvia, Tormenta, Niebla, etc.	EXDO	Condiciones Climaticas Adversas, Lluvia, Tormenta, Niebla, etc.
79	Derrumbes / Deslizamiento de Tierras	EXDO	Derrumbes / Deslizamiento de Tierras
80	Huelgas / Paros	EXDO	Huelgas / Paros
85	Capacitacion	EXDO	Capacitacion
87	Traslado de Personal	EXDO	Traslado de Personal
101	Disparo	ESPO	Disparo
117	Inspeccion / Aseo / Limpieza	MNTO	Inspeccion / Aseo / Limpieza
131	Refrigerio	DEST	Refrigerio
160	Programado	STAN	Programado
161	Con Operador	STAN	Con Operador
162	Sin Operador (Falta)	STAN	Sin Operador (Falta)
164	Falta de frente de trabajo	STAN	Falta de frente de trabajo
170	No Programado	NOPR	No Programado
171	Celebraciones Varias	STAN	Celebraciones Varias
172	Huelgas / Paros	STAN	Huelgas / Paros
173	Condiciones Climaticas Adversas, Lluvia, Tormenta, Niebla, etc	STAN	Condiciones Climaticas Adversas, Lluvia, Tormenta, Niebla, etc
180	Mantenimiento Preventivo	MNTP	Mantenimiento Preventivo
181	Mantenimiento Correctivo programado	MNTP	Mantenimiento Correctivo programado
196	Inspecciones Programadas (Mtto / Terceros)	MNTP	Inspecciones Programadas (Mtto / Terceros)
197	Lubricacion / Engrase / Chequeo de Niveles - Toma de Muestras	MNTP	Lubricacion / Engrase / Chequeo de Niveles - Toma de Muestras
208	Falla Mecanica	MNTN	Falla Mecanica
300	Esperando Combustible	SERV	Esperando Combustible
301	Falla / Fuga Sistema de Lubricacion o Engrase	MNTN	Falla / Fuga Sistema de Lubricacion o Engrase
302	Servicio / Lubricando	SERV	Servicio / Lubricando
911	Emergencias	DSEG	Emergencias
999	Incidente	EXMA	Incidente

Cuadro N° 2 : Codigo de nomenclaturas

#### 4.10 EQUIPOS A UTILIZAR EN EL COMPARATIVO DE LA INVESTIGACIÓN

Cuadro N° 3: Flota de equipos

EQUIPO		
FLOTA	MODELO	CODIGO
CAMA BAJA	MACK	CB-52
CAMION DUMPER	CATERPILLAR740B	AR-04
	CATERPILLAR 773F	DM-02
		DM-11
		DM-12
CAMION GRUA	MERCEDES BENZ AXOR 2628/45	GR-58
CISTERNA D2	ACTROS 4143K	CD-66
	CA32S6P2K2T1EA81	CD-67
CISTERNA DE AGUA	CATERPILLAR 740B	CA-62
		CA-63
EXCAVADORA DE ORUGAS	CATERPILLAR 336	EC-120
		EC-121
		EC-97
	CATERPILLAR 345	EC-10
	CATERPILLAR 390DL	EC-08
		EC-09
		EC-90
	KOMATSU PC 450	EC-60
EC-61		
MOTONIVELADORA	CATERPILLAR 14H	MN-60
PERFORADORA	ATLAS COPCO EMC - 660	TD-L9
	ATLAS COPCO ROC L8	TD-L8
RETRO CARGADORA	CATERPILLAR 420F BE	RE-16
	JBC 3CX	RE-14
		RE-15
	NEW HOLLAND	RE-13
RODILLO LISO	BOMAG 219DH	RD-63
		RD-67
TRACTOR DE ORUGAS	CATERPILLAR D10T	TR-15
		TR-16
		TR-65
	CATERPILLAR D8T	TR-10
		TR-11
		TR-12
VOLQUETE	MERCEDES BENZ	CV-74
		CV-75
		CV-76

El contrato estipula un cuadro reducido de equipos, sin embargo, estos equipos tienen la influencia de ser retenes de manera inmediata si alguno ingresara en una falla mecánica larga, para no tener penalidades operativas estipuladas en el contrato. En el siguiente cuadro se tiene la cantidad de equipos contractuales:

Cuadro N° 4: Cantidad de Equipos

EQUIPO		
FLOTA	MODELO	CODIGO
CAMA BAJA	MACK	1
CAMION DUMPER	CAT 740B	2
CAMION GRUA	MERCEDES BENZ AXOR 2628/45	1
CISTERNA D2	ACTROS 4143K	1
	CA32S6P2K2T1EA81	1
CISTERNA DE AGUA	CAT 740B	1
EXCAVADORA DE ORUGAS	CAT 336	2
	CAT 345	2
	CAT 390DL	1
	KOMATSU PC 450	1
MOTONIVELADORA	CAT 14H	1
	ATLAS COPCO ROC L8	1
RETRO CARGADORA	CAT 420F BE	1
	JBC 3CX	1
	NEW HOLLAND	
RODILLO LISO	BOMAG 219DH	1
TRACTOR DE ORUGAS	CAT D10T	2
	CAT D8T	1
VOLQUETE	MERCEDES	

#### 4.11 CLAUSULAS DE CONTRATO

Las operaciones unitarias aplicadas en minería son medidas por los KPI's correspondientes en cada área el cual tienen un valor imprescindible por los gastos generados donde se implementan constantemente softwares y programas aplicados a la minería para tener control y minimizar gastos tanto como maximizar beneficios.

Las disponibilidades mecánicas de las operaciones unitarias que se tiene se miden en un porcentaje lo que indica que nivel de utilidad tiene el equipo y como se viene haciendo el uso de estos para alcanzar la planificación propuesta, el acumulado de estos valores son promediados al final del mes teniendo que alcanzar un mínimo de 85% de disponibilidad mecánica para no incurrir en una penalidad estipulada por el cliente donde reduce la producción del costo operativo del equipo, teniendo una considerable pérdida económica, por lo que la empresa prevé este asunto teniendo un equipo reten para suplir de inmediato aquel equipo que quede inoperativo por las fallas mecánicas operativas.

Teniendo en conocimiento de este tipo de información se propone un programa aplicado en costos en el área de producción para viabilizar y controlar las pérdidas financieras debido al contrato estipulado por la minera, donde realiza una penalidad de perdida cuando un equipo de línea amarilla (Excavadora, Tractor, Retroexcavadora, Rodillo, Volquete, Camión Articulado), no llegan a una disponibilidad de 85 % es penalizado con un descuento a lo faltante, además también se pide un mínimo de horas por jornada de trabajo, cuando un equipo trabaja a doble turno debe cumplir un mínimo de 300 hrs acumuladas mensualmente y si es a un solo turno el mínimo es de 180 hrs, siendo los siguientes 3 casos aplicados y debido a esto se debe realizar un control final y controlar las perdidas.

Como se puede observar para en el ejemplo del equipo B existe la compensación de pago y por el Equipo C es la fórmula de aplicación a la cual se debería realizar normalmente si todos los equipos alcanzaran la disponibilidad establecida con las respectivas horas mínimas.

Mostrando los eventos de la valorización mensual que se realiza mes a mes se tienen diferentes alternativas como ya se mostró en el cuadro anterior, siendo un tema delicado y de cuidado absoluto debido a que un mal manejo de estos eventos aplicados al momento de realizar la valorización puede traer consigo cuantiosas pérdidas para la empresa y así mismo no obtener la mejor rentabilidad y retorno económico que se espera mensualmente por los gerentes.

Cuadro N°5: Representacion de las disponibilidades

Equipo	Disp. Min	Disp. Equipo	Horas trab.	de Horas min	Costo Equipo	de Total
A	85%	78%	230	180	X	$X(230)-(85\%-78\%)(230X)$
B	85%	87%	100	180	X	180X
C	85%	86%	200	180	X	200X

Cuadro N° 6: Disponibilidad minima

Equipo	Disp. Min	Disp. Equipo
A	85%	78%
B	85%	0%
C	85%	0%
RETEN	85%	85%

#### 4.12 DISPONIBILIDAD MINIMA REQUERIDA

Para efectos de esta medición, se puede tomar en cuenta el volumen mensual equivalente.

##### 4.12.1 Disponibilidad Requerida:

La disponibilidad operativa requerida en Las Bambas para los equipos proporcionadas por la contratista se calcula por la siguiente formula:

Unidad de medida: Porcentaje (%)

##### 4.12.2 Descripción del proceso:

Relación entre la diferencia del número total de horas de un periodo (horas calendario) y el número de horas en que un equipo o grupo de equipos (EGI) ha estado en mantenimiento y el número total de horas del periodo considerado.

La disponibilidad del equipo representa el porcentual del tiempo que los equipos están disponibles para operación.

$$D = \frac{\text{Tiempo total} - \text{Tiempo de mantenimiento}}{\text{Tiempo Total}}$$

Donde:

- Tiempo total 12 (Equipos que operan en turno día) y 24 (Equipos que operan en turno día/noche) Horas/día.
- Tiempo de Mantenimiento o Mantenimiento preventivo.
  - ✓ Mantenimiento predictivo.
  - ✓ Mantenimiento correctivo.
  - ✓ Inspecciones.
  - ✓ Lubricación.
  - ✓ Falta de Operador.
  - ✓ Periodo de refrigerio.
  - ✓ Reparación o cambio de neumáticos.
  - ✓ Otros tiempos de paradas relativos a actividades de mantenimiento o reparación.

La disponibilidad Mínima requerida de los equipos es 85%.

Si un equipo tiene una disponibilidad menor a la estipulada y las horas en el mes son inferiores a las horas mínimas comprometidas, la valorización mensual de dicho equipo será la resultante de multiplicar dicha valorización por la diferencia de estos porcentajes como penalidad.

Para efectos de la aplicación de la formula indicada en la presente clausula, no se considerará como Tiempo de Mantenimiento, las productividades por causas ajenas a la operación.

Para efectos de disponibilidad no se considerará los tiempos perdidos por causa del disparo de la voladura ni tampoco los tiempos invertidos en la evacuación del equipo y personal del área de influencia de la voladura.

#### 4.12.3 AREAS A LOS CUALES SE PRESTARÁ LOS SERVICIOS

Las siguientes áreas son en las cuales se realizarán los actividades de movimiento de tierras

Cuadro N° 7: Descripción de registros de contratos

Descripcion	CC/WBS
Construccion Plataformas Grade_control	52001600
Construccion Plataformas infill-drilling	5200P-010045/04/02/01
Geotecnia Hidrologia	CC 5200Z-000001/C125P063
presa de relaves	5200P-009465/05
Geotecnia Hidrologia	5200P-009753/04/02/01
Power lines extensions (Mining)	5200P-009980/04/02/03
Mantenimiento eléctrico	52005302
Hydrogeological Drilling Huancarane	5200P-010436/04/05
Planta Concentradora	52003009
Hydrogeological Drilling - Ferrobamba Pit	5200P-009753/04/02/04
Hydrogeological Drilling Huancarane	5200P-010439/04/02
Planta concentradora (Ore reclaim)	52003011
Hydrogeological Drilling - Ferrobamba Pit	5200P-009753
Fresh Wather	5200Z-000001/C2015106
Taller Ferreyros Mantenimiento	5200P-010299/01/16
Clarificat.Pond Emergencial Pump.Syst. (tecnifluidos)	5200Z-000001/C125P075
Mantenimiento eléctrico sub estación 02	5200P-009980/04/02/01
Pit Clarification	C2015106

#### 4.12.4 CUADROS DE LA FLOTA DE EQUIPOS QUE SE REQUIERE PARA LA EJECUCIÓN DE LAS ACTIVADES.

En los siguientes cuadros se tiene el desbroce de los equipos requeridos para las actividades que se realizaran, así mismo la flota dimensionada en su totalidad.

Cuadro N°8: Horas mínimas de los equipos en los equipos de Drenaje Mina

ITEM	EQUIPO	CANT.	TURNO		UNIDAD PARA PAGO	HORAS MÍNIMAS MES
			DÍA	NOCHE		
<b>EQUIPOS DE DRENAJE DE MINA</b>						
1	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS CAT 336	3	SI	SI	HM	300
2	PERFORADORA ROCK L8	1	SI	SI	HM	300
3	RETROEXCAVADORA CAT 420	2	SI	NO	HM	180
4	CAMION DRUA ARTICULADO 25 TN	1	SI	NO	HM	180
5	CAMION PLATAFORMA	1	SI	NO	HM	150
6	CAMIONETA (INCLUIDO EN GG)	3	SI	SI	HM	GLB

Cuadro N°9: Horas mínimas de los equipos de Mantenimiento de Vías.

ITEM	EQUIPO	CANT.	TURNO		UNIDAD PARA PAGO	HORAS MÍNIMAS MES
			DÍA	NOCHE		
<b>EQUIPOS DE MANTENIMIENTO DE VIAS DE MINA</b>						
1	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS CAT 390	1	SI	NO	HM	180
2	CISTERNA ARTICULADA DE AGUA 740	1	SI	SI	HM	300
3	TRACTOR ORUGA D10T	2	SI	SI	HM	300

Cuadro N°10: Horas mininas de los equipos de Plataformas

ITEM	EQUIPO	CANT.	TURNO		UNIDAD PARA PAGO	HORAS MÍNIMAS MES
			DÍA	NOCHE		
<b>EQUIPOS DE CONSTRUCCION DE PLATAFORMAS</b>						
1	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS CAT 336	2	SI	SI	HM	300
2	RODILLO	1	SI	NO	HM	150
3	VOLQUETE 15 M3	2	SI	NO	HM	180

### 4.13 PROCESAMIENTO DE LA DISPONIBILIDAD MENSUAL

A continuación, se adjunta los cuadros de las valorizaciones mensuales que se tuvieron de las excavadoras.

#### 4.13.1 DISPONIBILIDAD ACUMULADA

Cuadro N°11: Disponibilidad Mecánica Acumulada Mensual (17/07 al 26/07)

FLOTA	MODELO	EQUIPO	17-Jul	18-Jul	19-Jul	20-Jul	21-Jul	22-Jul	23-Jul	24-Jul	25-Jul	26-Jul	
			% DISP										
EXCAVADORA DE ORUGAS	CAMA BAJA	MACK	CB-52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
			EC-120	90.69	91.25	91.11	89.72	88.89	90.42	88.19	89.44	81.53	82.5
	CAT336	EC-121	90.28	89.86	87.78	87.78	88.33	88.75	0	89.86	89.86	89.44	
		EC-95	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		EC-96	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		EC-97	88.19	91.67	91.53	90.69	90	83.19	90.42	88.89	89.44	91.25	
		EC-10	90.97	87.5	91.53	91.11	91.81	90	91.53	87.08	90.69	90	
	CAT345	EC-10	90.97	87.5	91.53	91.11	91.81	90	91.53	87.08	90.69	90	
		CAT390DL	EC-08	0	0	0	0	0	88.47	87.36	86.81	0	88.19
			EC-09	0	0	0	0	0	0	0	0	89.31	77.64
	EC-90		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	CAT336DL	EC-91	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		EC-92	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		EC-93	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		EC-94	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	KOMATSU PC 450	EC-60	91.67	88.47	90	89.03	89.72	0	0	0	0	0	
		EC-61	90.69	90.56	90.42	90.97	90.83	91.94	90.28	89.58	89.03	91.67	
	LIEBHERR	EC-62	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Cuadro N°12: Disponibilidad Mecánica Acumulada Mensual (27/07 al 05/08)

FLOTA	MODELO	EQUIPO	27-Jul	28-Jul	29-Jul	30-Jul	31-Jul	1-Ago	2-Ago	3-Ago	4-Ago	5-Ago	
			% DISP										
EXCAVADORA DE ORUGAS	CAMA BAJA	MACK	CB-52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
			EC-120	89.31	89.44	88.33	83.19	90.28	86.81	85.14	88.75	90.56	90.56
	CAT336	EC-121	90.83	41.81	0	0	0	0	0	0	0	0	
		EC-95	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		EC-96	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		EC-97	90.28	90.28	87.5	89.31	81.39	90.42	0	20	90.42	89.58	
		EC-10	91.53	90.97	88.89	89.58	87.64	85.14	85.97	91.39	90.97	90.69	
	CAT345	EC-10	91.53	90.97	88.89	89.58	87.64	85.14	85.97	91.39	90.97	90.69	
		CAT390DL	EC-08	88.61	90.28	89.58	70.83	90	0	0	0	0	0
			EC-09	0	0	0	0	0	87.78	85.14	85.14	0	0
	EC-90		0	91.67	88.75	88.33	89.17	0	0	0	0	0	
	CAT336DL	EC-91	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		EC-92	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		EC-93	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		EC-94	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	KOMATSU PC 450	EC-60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		EC-61	91.67	0	90.28	88.47	90.28	0	89.44	73.61	75.83	83.47	
	LIEBHERR	EC-62	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Cuadro N°13: Disponibilidad Mecánica Acumulada Mensual (06/08 al 16/08)

FLOTA	MODELO	EQUIPO	6-Ago	7-Ago	8-Ago	9-Ago	10-Ago	11-Ago	12-Ago	13-Ago	14-Ago	15-Ago	16-Ago	TOTAL	
			% DISP												
EXCAVADORA DE ORUGAS	CAMA BAJA	MACK	CB-52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			EC-120	89.58	89.72	88.89	90.14	48.75	0	0	88.75	90	88.06	89.58	81.6
	CAT 336	EC-121	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30.15
		EC-95	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		EC-96	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		EC-97	54.44	90	90.28	90.42	49.31	91.39	89.72	89.31	84.58	89.03	86.81	81.6	
		EC-10	89.58	91.11	91.11	91.11	90.28	90	86.94	90.14	91.25	91.25	90	89.93	
	CAT 345	EC-08	0	0	0	0	0	0	0	89.58	89.86	25	40.28	34.16	
		EC-09	0	0	0	0	0	0	0	0	0	61.11	0	21.97	
		EC-09	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11.93	
	CAT 390DL	EC-91	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		EC-92	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		EC-93	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	CAT336DL	EC-94	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		EC-60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14.48	
		EC-61	76.11	89.86	89.72	52.02	89.72	87.92	87.64	0	0	0	43.06	71.13	
	KOMATSU PC 450	EC-60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		EC-61	76.11	89.86	89.72	52.02	89.72	87.92	87.64	0	0	0	43.06	71.13	
	LIEBHERR	EC-62	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

4.13.2 HORAS ACUMULADAS

Cuadro N°14: Horas Acumuladas Mensual (17/07 al 26/07)

FLOTA	MODELO	EQUIPO	17/07/2020		18/07/2020		19/07/2020		20/07/2020		21/07/2020		22/07/2020		23/07/2020		24/07/2020		25/07/2020		26/07/2020	
			D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N
EXCAVADORA DE ORUGAS	CAT 336	EC-120	7.57	10.7	8.13	8.18	9.48	10.73	9.47	5.47	8.43	10.67	7.5	10.57	10.3	9.83	9	10.73	9.95	9.78	9	9.9
		EC-121	7.07	10.6	7.75	7.93	8.45	10.47	8.77	5.47	8.3	10.47	9.6	10.48	6		9.18	10.55	6.7	10.6	10.72	10.52
		EC-97	3.12	3.57		2.22		2.5	4.78					9.4	10.6	10.47	8.85	10.42	8.27	10.35	10.45	10.5
	CAT 345	EC-10			2.92	6.7	6.57	6.37	8.18	9.93	8.95	9.93	9	9.45	10.07	8.65	8.88	7.95	5.43	9.88	9.85	9.93
		EC-08	9.52		8.4		8.52		9.05		9.02		7.75	10.47	9.6	10.22	8.13	6.58	9.65		10.28	10.17
	CAT 390DL	EC-09													10.75		1.73		7.65	10.38		1.9
		EC-90																				
		EC-60				4.77		8.9		5.53	8.67	10.55					6.65					
	KOMATSU PC 450	EC-61	8.47		8.97		7.98		6.45		8.93		7.6		7.85	10.57	6.98	6.98	7.83	7.92	0.58	

Cuadro N°15: Horas Acumuladas Mensual (27/07 al 05/08)

FLOTA	MODELO	EQUIPO	27/07/2020		28/07/2020		29/07/2020		30/07/2020		31/07/2020		1/08/2020		2/08/2020		3/08/2020		4/08/2020		5/08/2020		
			D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	
EXCAVADORA DE ORUGAS	CAT 336	EC-120	7.4	5.98	8.3	5.4	9.4	10.38	9.07	9.57	8.4		10.12	10.42	10.38	8.27	10.55	5.15	10.28	10.52	10.78	9.88	
		EC-121	10.68	6.57	5.2																		
		EC-97	8.47	5.6	7.65	5.32	9.77		3.62		7.15	9.77		10.18	9.8		8.3	2.4	7.05	10.5	8.28	10.63	
	CAT 345	EC-10	5.15	6.7	7.67	5.17	8.77	10.08	8.62	10.17	7.92	9	10.27	9.28	7.45	10.25	2.63				2.58	10.37	
		EC-08	10.42	5.72	8.82	5.45	9.7		10.52	8.5	8.5	10.7	10.6										
	CAT 390DL	EC-09	7.3		6.68		9.6		9.1		7.95			10.43	10	10.22	10.75	3.92	10.72			9.55	
		EC-90				3.92	4.6	10.65	10.58	10.6	8.65	10.7	9.68		8.15		1.13						
		EC-60																					
	KOMATSU PC 450	EC-61	0.55				0.8	9.9	9.93	10.33	8.63		9			10.48	2.88	2.9	10.22	8.92	8.93	9.88	

Cuadro N°16: Horas Acumuladas Mensual (06/08 al 16/08)

FLOTA	MODELO	EQUIPO	6/08/2020		7/08/2020		8/08/2020		9/08/2020		10/08/2020		11/08/2020		12/08/2020		13/08/2020		14/08/2020		15/08/2020		16/08/2020		Total
			D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	
EXCAVADORA DE ORUGAS	CAT 336	EC-120	10.53	10.65	10.33	10.57	9.48	10.37	10.75	10.62	9.2	4.05	10.45		9.73		10.72	10.65	9.15	10.8	10.78	10.57	9.63	10.75	555.42
		EC-121																							192.08
		EC-97	10.4	4.95	9.93	10.28	9.9	7.73	10.3	10.67	6.6	5.73	10.65	10.52	10.68	10.48	9.57	10.43	8.73	10.15	10.57	10.55	9.92	10.32	439.05
	CAT 345	EC-10	9.75	10.28	9.17	10.43	10.17	9.32	7.98	10.37	8.3	5.07	9.47	10.2	5.1	10.22	8.98	9.73	0.98	3.52	7.43	9.95	10.28	10.02	467.44
		EC-08														10.5	10.08	8.58	10.53	10.33	2.78	6.55	4.83	280.47	
	CAT 390DL	EC-09	10.5		9.78		10.4		10.43		8.93		10.72	10.48	10.68	10.12	10.72		9.02		8.55	7.12	2.87		268.95
		EC-90																							78.66
		EC-60																							45.07
	KOMATSU PC 450	EC-61	9.57	8.95	9.87	10.58	9.2	10.72	9.78	6	6.32	5.12	9.98	10	8.65	10.3							8.25	4.33	338.08

Cuadro N°17: Acumulación de Horas mensuales

<b>Equipos</b>	<b>Horas</b>	<b>Disponibilidad</b>
<b>EC-120</b>	<b>555.42</b>	<b>85.93</b>
<b>EC-121</b>	<b>192.08</b>	<b>30.97</b>
<b>EC-97</b>	<b>439.05</b>	<b>81.59</b>
<b>EC-10</b>	<b>467.44</b>	<b>86.39</b>
<b>EC-08</b>	<b>280.47</b>	<b>54.50</b>
<b>EC-09</b>	<b>268.95</b>	<b>69.72</b>
<b>EC-90</b>	<b>78.66</b>	<b>14.12</b>
<b>EC-60</b>	<b>45.07</b>	<b>19.39</b>
<b>EC-61</b>	<b>338.08</b>	<b>71.48</b>

#### **4.14 PROCESAMIENTO DE DATOS**

Teniendo los cuadros anteriores se verifica las pérdidas generadas por la penalidad del contrato, así mismo se tiene como evidencia la flota de 6 excavadoras para su evaluación correspondiente.

##### **4.14.1 Resumen de las Excavadoras.**

Cuadro N°18: Acumulacion de disponibilidad de las excavadoras

<b>Equipos</b>	<b>Disponibilidad</b>
<b>EC-120</b>	86.35
<b>EC-121</b>	84.12
<b>EC-97</b>	81.63
<b>EC-10</b>	86.39
<b>EC-08</b>	54.50
<b>EC-60</b>	42.25
<b>EC-61</b>	73.72

##### **4.8.2 Perdidas del costo operativo aplicado con la penalidad**

A continuación, se evaluará la pérdida que se tiene al aplicar la penalidad del contrato.

Cuadro N°19: Aplicación de penalidad con la disponibilidad

Equipo	Disp. Min	Disp. Mensual	Costo/Hora	Hrs Acumuladas	Sub-Total	Penal dad	Total
EC-121	85%	30.97%	283.5	192.08	54358.64	24988.67	29369.97

Procedimiento de la operación calculado en el cuadro anterior:

Disponibilidad Acumulada = 30.97%

Horas Acumuladas = 192.08

Sub – Total =  $192.08 * 283.5 = 54358.64$

Aplicación de la Penalidad:

Al no llegar al mínimo de disponibilidad que es 85% se aplica la penalidad siguiente:

Disponibilidad Faltante

$D = 85\% - 30.97\% = 54.03\%$

$PL = 54358.64 - 54.03\% * 54358.64$

**PL = 24988.67**

$Total = 54358.64 - 24988.67 = S/ 29369.97$

Como se puede verificar la perdida que se genera es de 24988.67 al no llegar a la disponibilidad mínima que es el 85%.

Se tiene los equipos retenes el cual se debe asignar de manera cuidadosa para no generar mayor pérdida que se refleja de momento, realizando el análisis se evidencia lo siguiente.

Cuadro realizando las asignaciones correspondientes:

Como se evidencia el tener equipos de Reten ayuda en la mejora de la disponibilidad, para no generar esta penalidad, aun mas es la asignación que se tiene donde dificulta la toma de decisión adecuada por el esquema que se maneja, a continuación, se verifica la asignación del equipo:

Cuadro N° 20: Identificación de probables datos a reemplazar

MODELO	EQUIPO	17-Jul	29-Jul	30-Jul	31-Jul	1-Ago	2-Ago	3-Ago	4-Ago	5-Ago	6-Ago
		% DISP									
CAT336	EC-120		82.22	90.56	89.58	87.64	89.03	90.42	85.69	89.86	87.78
	EC-121		81.53	90.97	90.97	86.94	88.75	90.28	90.69	80.28	87.5
	EC-97		81.39	44.58	88.4	0	88.89	88.61	76.25	69.03	88.19
CAT345	EC-10		86.25	89.03	74.72	90.56	90.28	90.69	87.22	91.67	89.58
CAT390DL	EC-08		81.67	88.19	90.28	89.17	0	0	0	0	0
	EC-09		0	0	0	0	0	0	0	0	0
	EC-90		0	0	0	0	0	0	0	0	0
KOMATSU PC 450	EC-60		42.36	88.33	90.69	0	0	42.78	0	0	0
	EC-61		87.92	87.92	91.67	81.39	69.44	24.03	91.25	76.25	85.14

La mejor toma de decisión se evalúa al tener los promedios finales, pero la influencia no solo es ahí, sino que también al ser reemplazado por la disponibilidad es reemplazado las horas maquinas que se tiene a continuación.

Cuadro N°21: Horas acumuladas mensualmente de la flota de excavadoras

Equipos	Horas	Horas con Asignación
EC-120	555.42	555.42
EC-121	192.08	405.03
EC-97	439.05	439.05
EC-10	467.44	467.44
EC-08	280.47	280.47
EC-09	268.95	104.84
EC-90	78.66	29.82
EC-60	45.07	45.07
EC-61	338.08	338.08

El nuevo cálculo después de varias muestras que se tuvo la mejor la viabilidad es el cuadro anterior:

Disponibilidad Acumulada = 84.12%

Horas Acumuladas = 405.03

Sub – Total = 405.03\*283.5 = 114623.49

Aplicación de la Penalidad:

Al no llegar al mínimo de disponibilidad que es 85% se aplica la penalidad siguiente:

Disponibilidad Faltante

$$D = 85\% - 84.12\% = 0.88\%$$

$$PL = 114623.49 - 0.88\% * (114623.49)$$

$$PL = 1008.67$$

$$\text{Total} = 114623.49 - 1008.67 = S/ 113614.803$$

Tomando el mismo criterio que este último es reflejado el siguiente cuadro con una demora de procesamiento, ya habiendo tomado anteriormente 3 modelos y viabilizando el siguiente cuadro:

La relación que se identifica por la estipulación del costo es que se tiene una dirección directa en relación del costo y las horas, por ejemplo:

- ✓ A mayor horas y menor disponibilidad mayor es la penalidad.
- ✓ A menor horas y mayor disponibilidad menor es la penalidad.

Adicional a eso se debe considerar tomar la mejor toma de decisión por el motivo que si un día el equipo queda inoperativo la penalidad aplicada es considerable por lo que representa lo siguiente.

En 30 días  $\longrightarrow$  85%

1 día  $\longrightarrow$  2.82%

El tener el estándar en estas condiciones es considerable por lo que se debe tener una asignación adecuada no solo con la disponibilidad si no también con las horas generadas.

Adicional a eso se tiene los códigos acumulables por lo que se tiene el diario de disponibilidad de la siguiente manera:

12 Horas  $\longrightarrow$  100%

1 Hora  $\longrightarrow$  8.33%

El tener el control por hora ayuda a identificar el proceso de asignación, por lo que el soporte a esta información de manera inmediata es el control de dispatch.

Cuadro N°22: Resumen completo de la disponibilidad de las Excavadoras

<b>Equipos</b>	<b>Disponibilidad</b>
<b>EC-120</b>	86.35
<b>EC-121</b>	43.68
<b>EC-97</b>	81.63
<b>EC-10</b>	86.39
<b>EC-08</b>	54.50
<b>EC-90</b>	2.80
<b>EC-60</b>	85.62
<b>EC-61</b>	73.72

Teniendo este entender de la disponibilidad y la importancia de una asignación adecuada se tiene el siguiente comparativo para verificar la perdida con respecto del anterior.

Cuadro N°23: Identificación de la excavadora a reemplazar por el reten

<b>Equipos</b>	<b>Disponibilidad</b>
<b>EC-120</b>	86.35
<b>EC-121</b>	84.12
<b>EC-97</b>	81.63
<b>EC-10</b>	86.39
<b>EC-08</b>	54.50
<b>EC-60</b>	42.25
<b>EC-61</b>	73.72

Disponibilidad Acumulada = 85.62%

Horas Acumuladas = 258.02

Sub – Total =  $258.02 * 283.5 = S/ 73 148.67$

Aplicación de la Penalidad:

Al no llegar al mínimo de disponibilidad que es 85% se aplica la penalidad siguiente:

Total = S/ 73 148.67

Este modelo no tiene alguna penalidad por lo que llega a cumplir con la disponibilidad mínima requerida.

Cuadro N°24: Selección al Equipo a Reemplazar

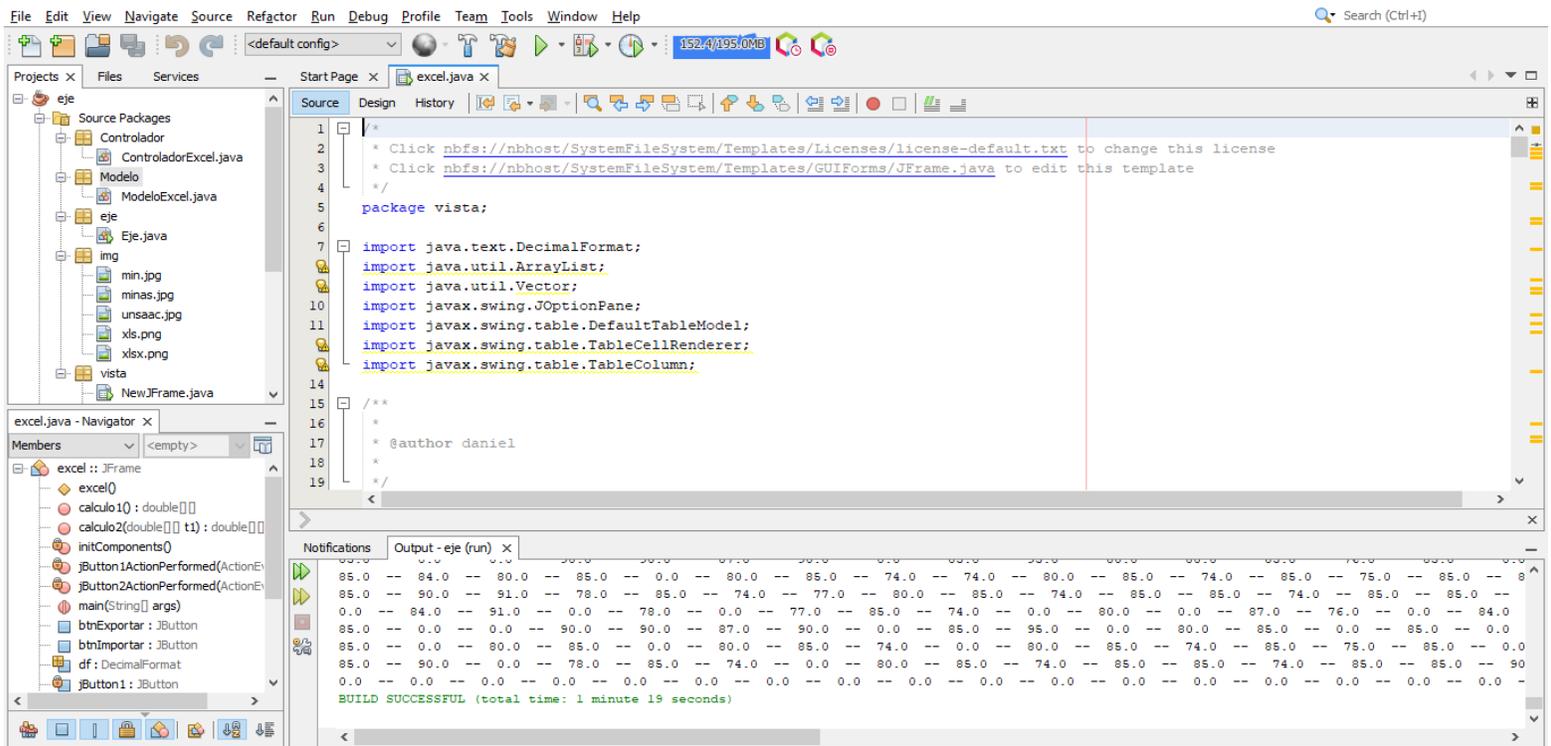
<b>Equipos</b>	<b>Horas</b>
<b>EC-120</b>	555.42
<b>EC-121</b>	192.08
<b>EC-97</b>	439.05
<b>EC-10</b>	467.44
<b>EC-08</b>	280.47
<b>EC-09</b>	104.84
<b>EC-90</b>	29.82
<b>EC-60</b>	258.02
<b>EC-61</b>	338.08

## CAPITULO V

### ANALISIS DE RESULTADOS

#### 5.1.- Creación del programa

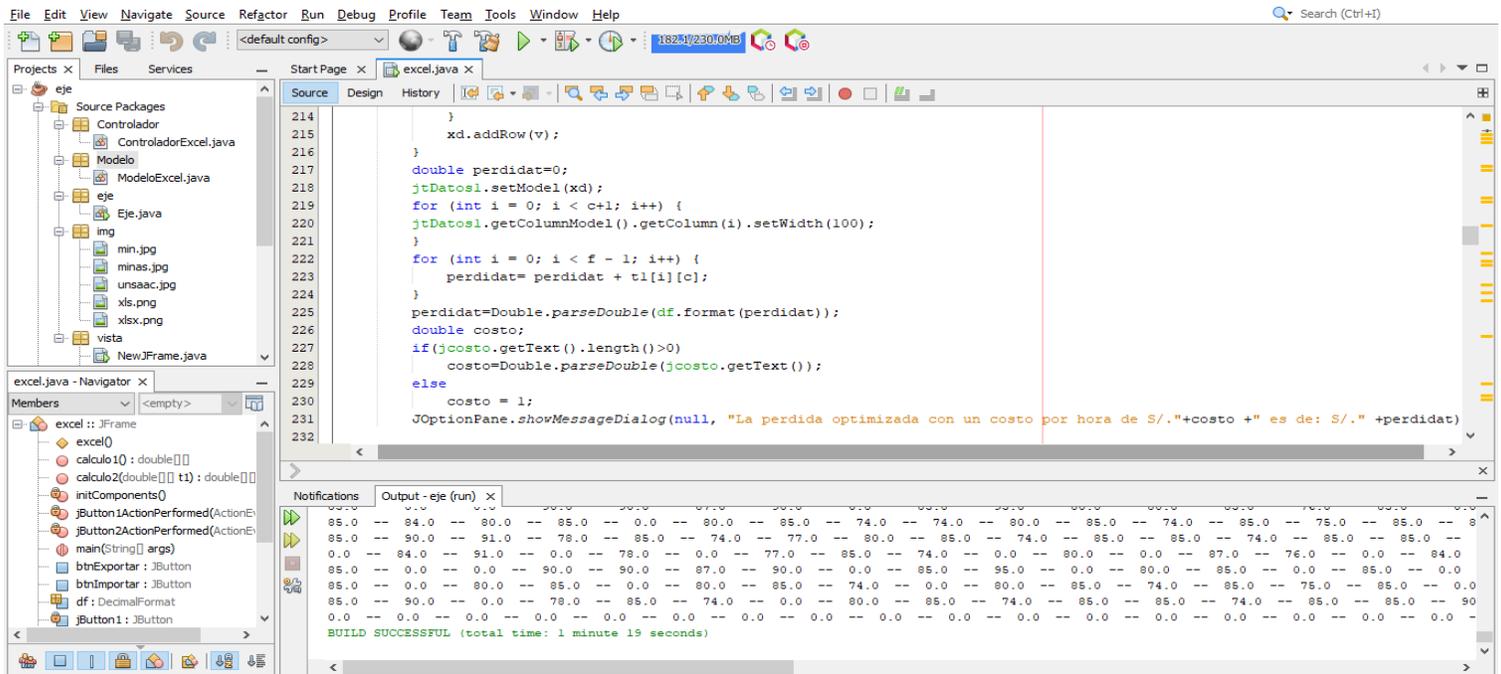
En la siguiente imagen se identifica la aplicación del lenguaje que se aplicara al programa para



Fuente: Propia - Imagen 28

## 5.2 Lenguaje del Programa

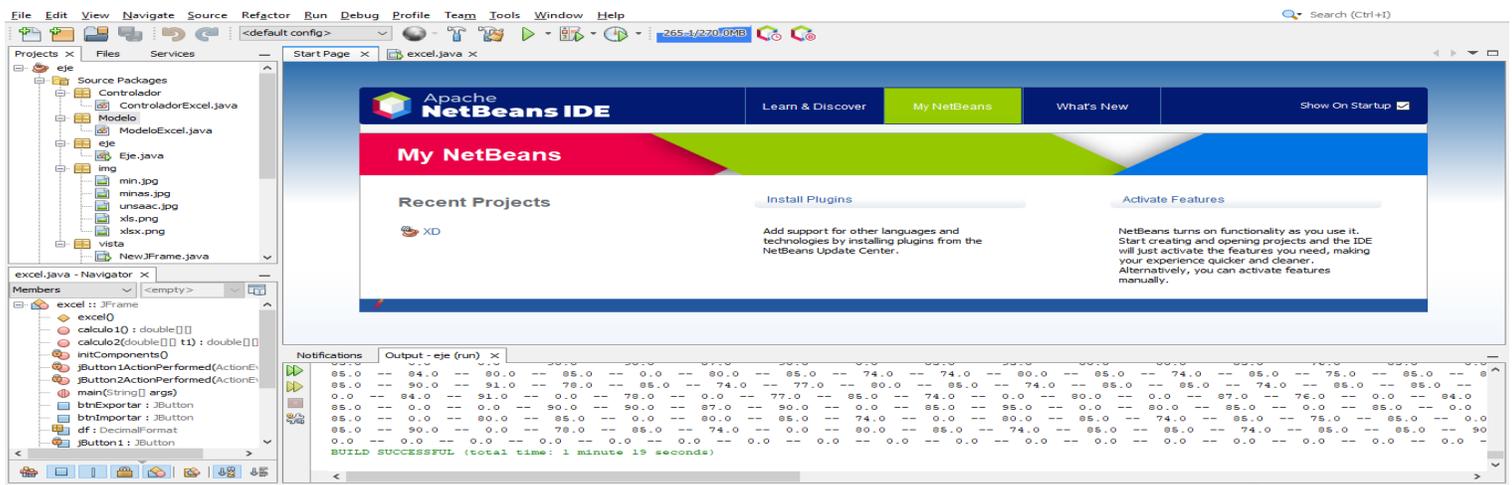
En la siguiente imagen se identifica la aplicación de las restricciones para identificar el dato del que se tiene mayor perdida.



Fuente: Propia - Imagen 29

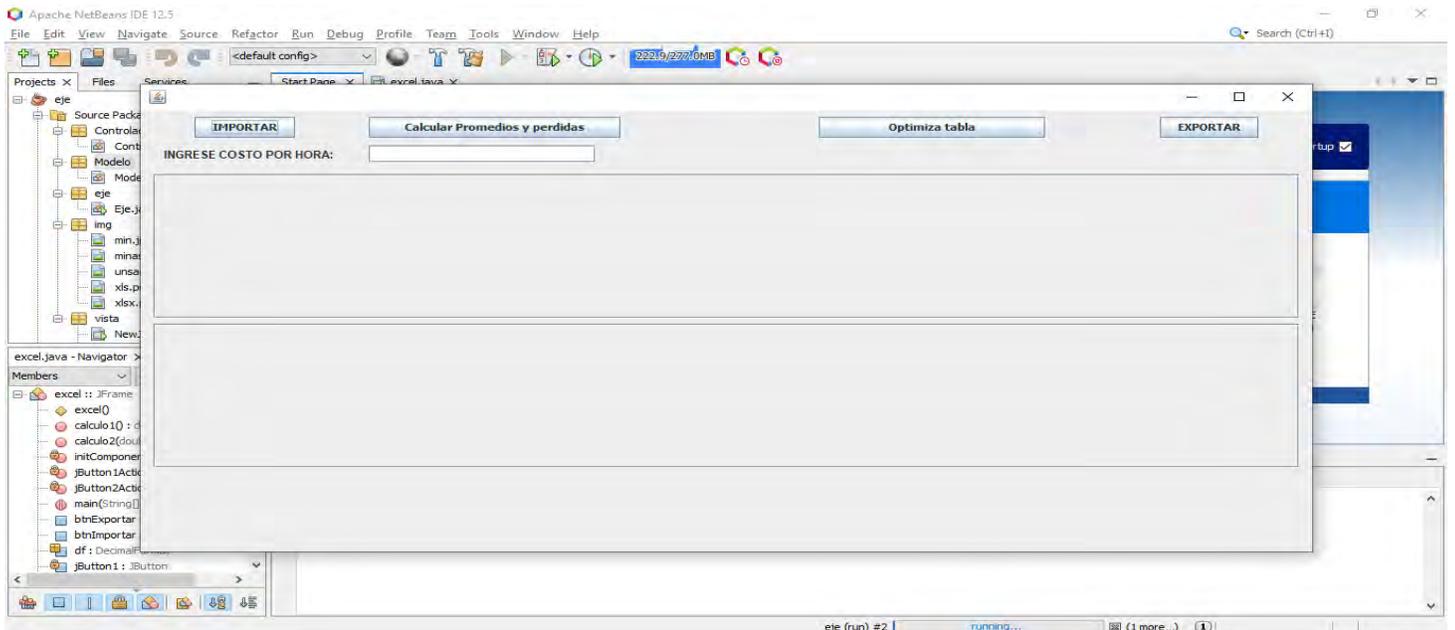
## 5.3 APLICACION DEL PROGRAMA

Primero se aplica de un IDE(NetBeans) para iniciar la programación, donde identifica las herramientas que se encuentran en la nube.



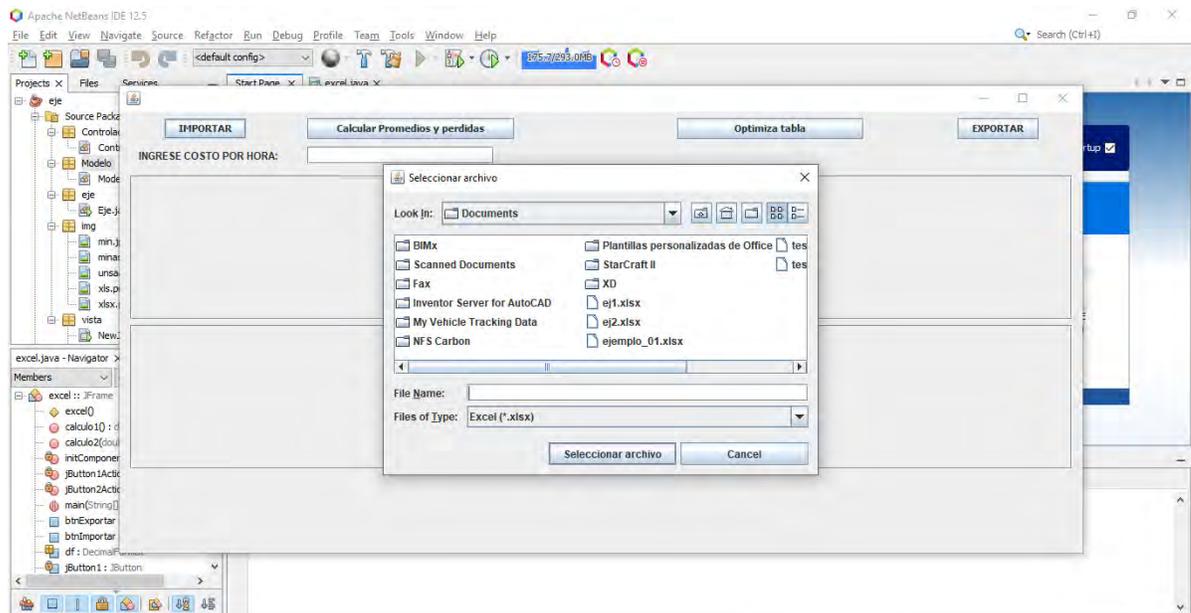
Fuente: Propia - Imagen 30

Aplicamos a la selección mediante el programa.



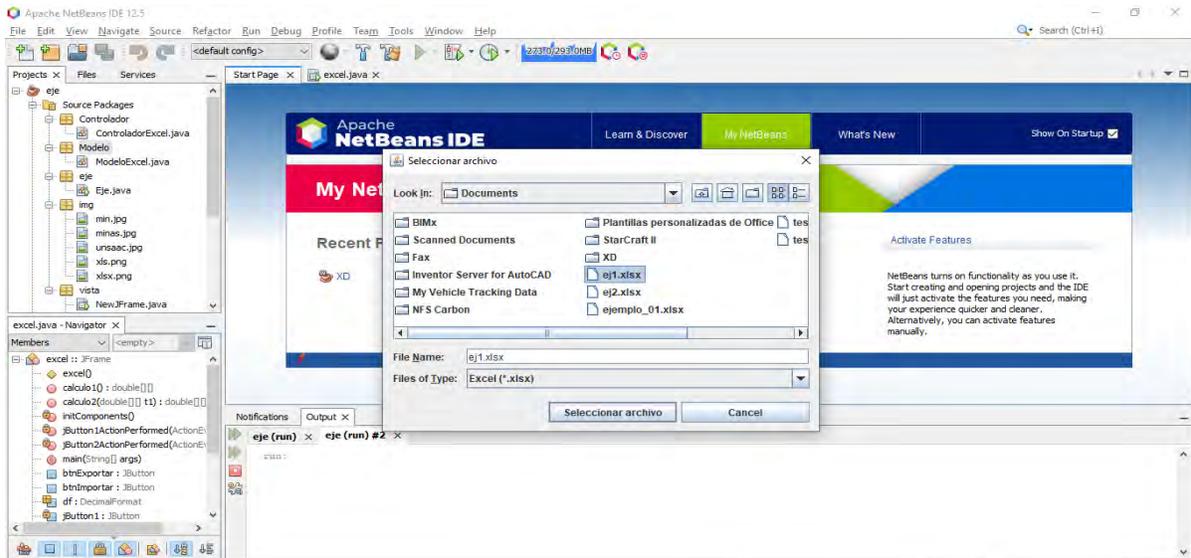
Fuente: Propia - Imagen 31

Buscamos la ubicación del Excel donde se encuentra en la carpeta de documentos para tener mayor seguridad en la muestra de datos.



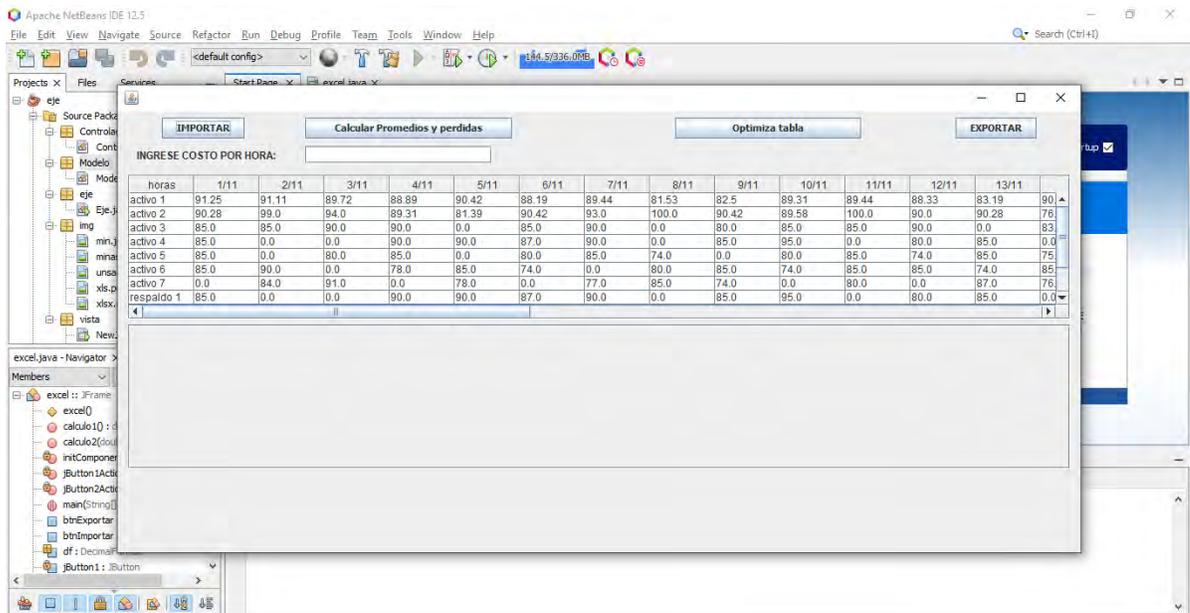
Fuente: Propia - Imagen 32

Se busca la ubicación de la tabla Excel con los datos a procesar para que el programa lo importe donde automáticamente el programa nos identificara la mejor selección.



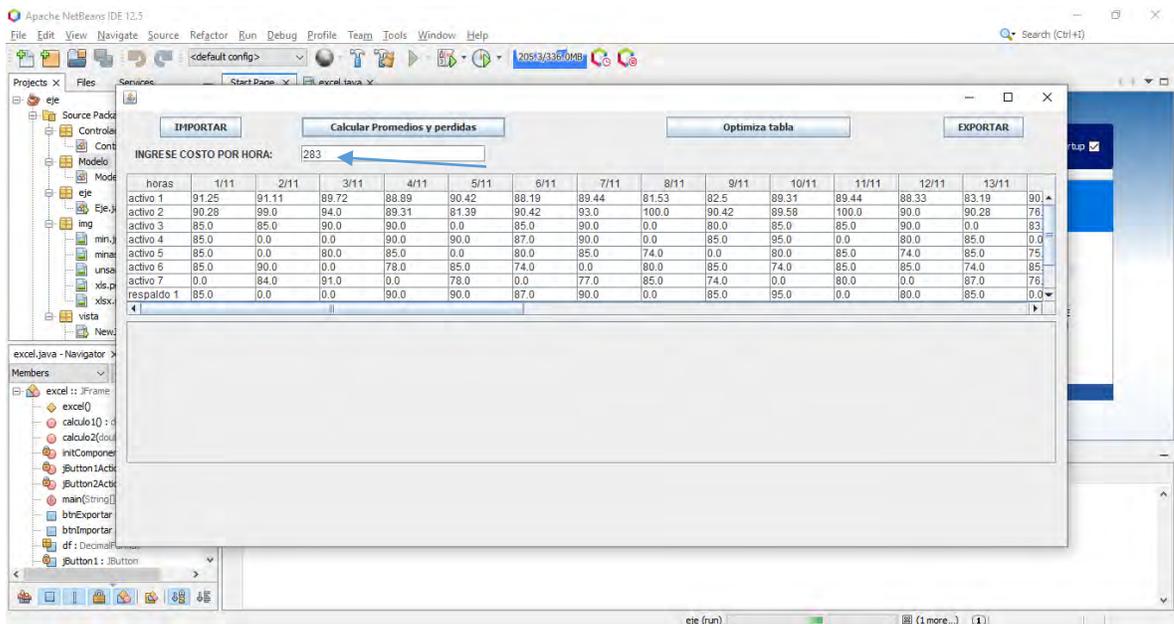
Fuente: Propia - Imagen 33

A continuación, se verifica los datos dentro del IDE para aplicar al programa para ver la optimización de la asignación.



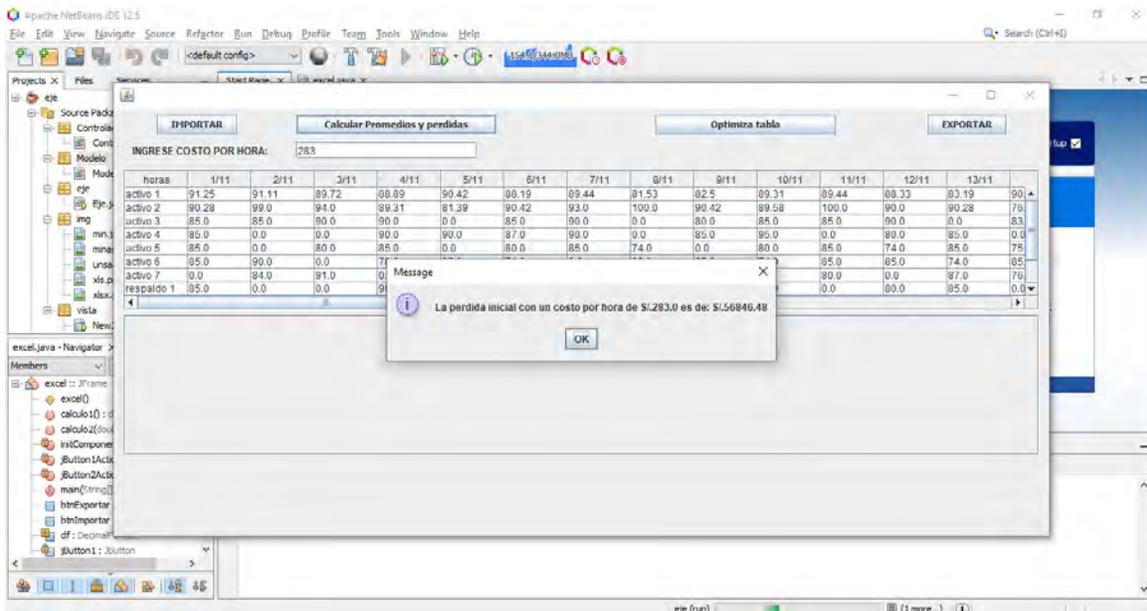
Fuente: Propia - Imagen 34

En la siguiente imagen se ingresa el costo real del equipo para identificar las pérdidas de una mala elección.



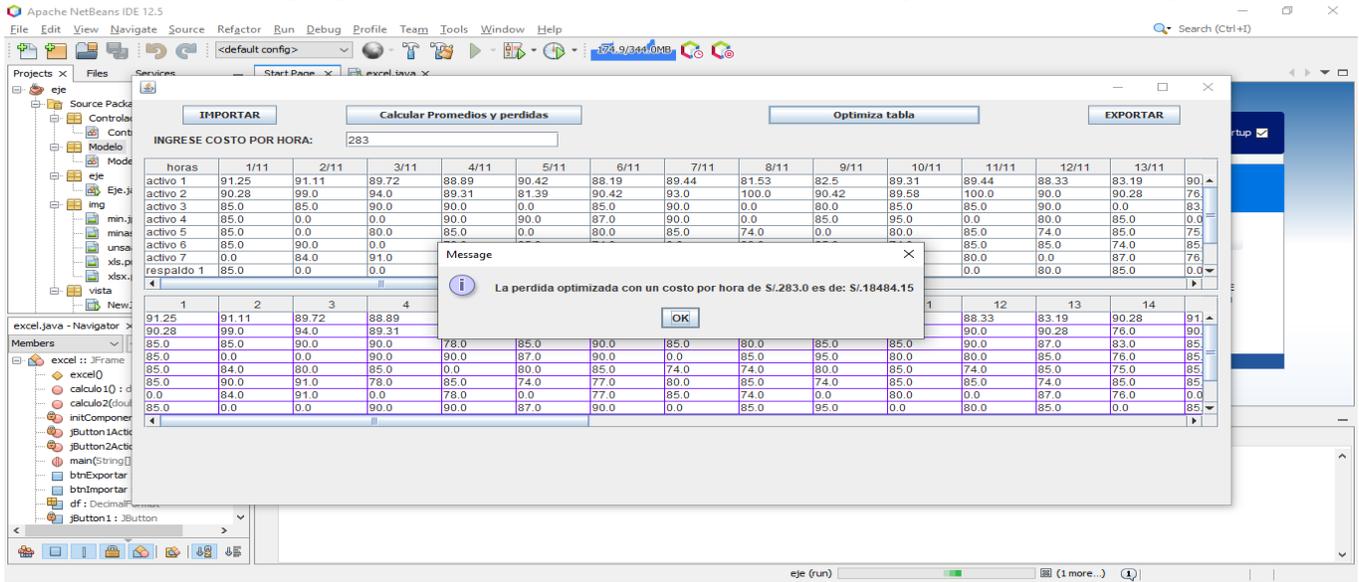
Fuente: Propia - Imagen 35

Evaluación de la valorización de una mala asignación en los costos finales, se verifica la pérdida total.



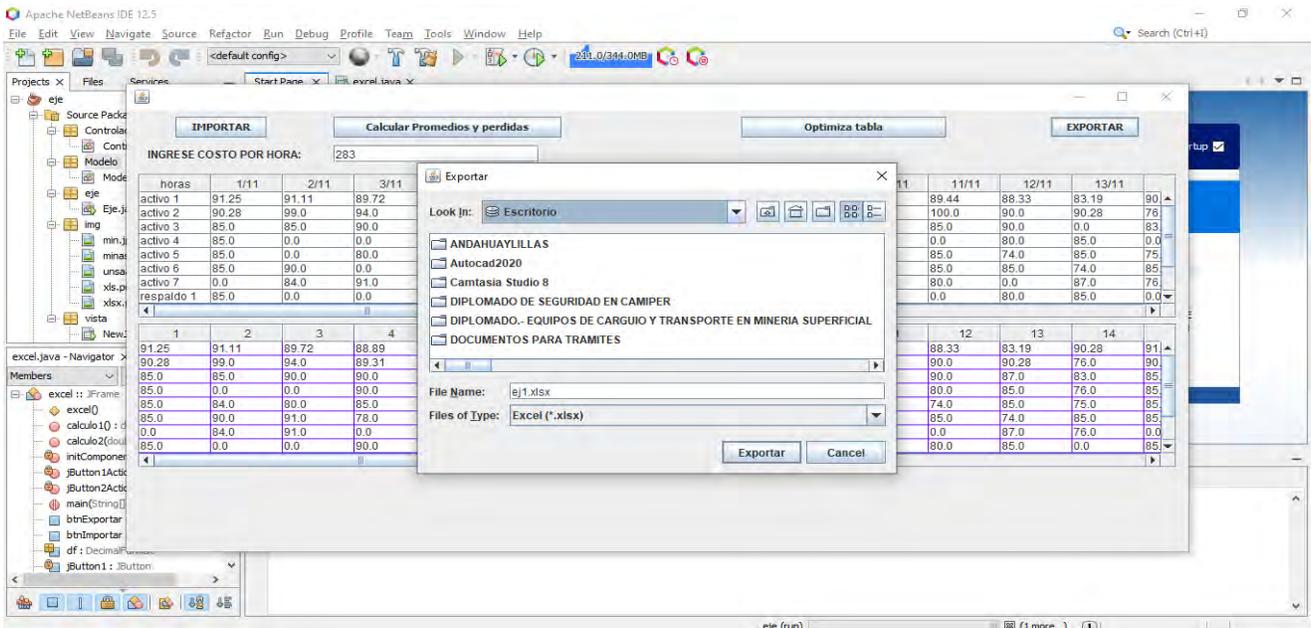
Fuente: Propia - Imagen 36

En la siguiente imagen se verifica la aplicación del programa en el ítem “OPTIMIZAR TABLA”, el programa seleccionara la mejor viabilidad para controlar las pérdidas



Fuente: Propia - Imagen 37

Por último, se exporta el resultado guardado en la carpeta de valorización mensual, siendo un Excel ya aplicado con el programa y la asignación de los datos para aumentar la ganancia y disminuir las pérdidas.



Fuente: Propia - Imagen 38

Finalizando se tiene el cuadro en Excel exportado del programa con la asignación adecuada para controlar las pérdidas de la valorización mensual.

The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following data:

	A	B	C	D	E	F	G	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI
1	1	2	3	4	5	6	7	22	23	24	25	26	27	28	29	30	Horas	promedio	perdida		
2	91.25	91.11	89.72	88.89	90.42	88.19	89.44	81.53	82.5	89.31	89.44	88.33	83.19	90.28	88.33	83.19	500.0	87.96	0.0		
3	90.28	99.0	94.0	89.31	81.39	90.42	93.0	100.0	90.42	89.58	100.0	90.0	90.28	76.0	90.0	90.28	300.0	90.92	0.0		
4	85.0	85.0	90.0	90.0	78.0	85.0	90.0	85.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	89.0	90.0	500.0	86.83	0.0		
5	85.0	0.0	0.0	90.0	90.0	87.0	90.0	0.0	85.0	95.0	80.0	80.0	85.0	76.0	80.0	85.0	100.0	68.37	4157.5		
6	85.0	84.0	80.0	85.0	0.0	80.0	85.0	0.0	74.0	80.0	85.0	74.0	87.0	90.0	90.0	90.0	200.0	73.83	5585.0		
7	85.0	90.0	91.0	78.0	85.0	74.0	77.0	80.0	85.0	74.0	85.0	85.0	74.0	85.0	85.0	74.0	250.0	81.83	1981.25		
8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		

Fuente: Propia - Imagen 38

## CONCLUSIONES

1. En la toma de decisiones se observa que al tomar una asignación incorrecta el costo de las pérdidas se aumentarían 16 %, como así se tiene claro que la relación de la disponibilidad con las horas acumuladas es directamente, a mayor horas acumuladas y menor disponibilidad, mayor será la Pérdida.
2. Para hacer un cálculo en la valorización mensual se recomienda el programa elaborado en la presente investigación, el cual se realizaría una disminución S/. 30,000.00 de los costos en promedio.
3. Los resultados se controlarían en un 16 % de pérdida en la Utilidad de producción para la empresa y destinar esos ahorros en procesos operativos hacia la empresa para que posibilite su efectividad en los procesos operativos dentro de mina y alcanzar la óptima producción requerida por el cliente.
4. El programa está aplicado para datos cuantitativos los cuales ayudarían a tomar las decisiones en tiempo real.
5. El programa ayudaría a reducir el tiempo en el profesional a cargo tenga que hacer la mejor elección al momento de la valorización en tal sentido generar mayor utilidad para la empresa.

## **RECOMENDACIONES**

- Se recomienda aplicar el siguiente programa para viabilidad la información de manera inmediata y tener alternativas de un control de pérdidas económicas hacia la empresa.
- Controlar la pérdida de este tipo, dará un incremento en la utilidad al momento de hacer la valorización mensual.
- Se recomienda capacitar con mayor énfasis a los operadores en seguridad para evitad accidentes dentro de la actividad de trabajo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. BAUTISTA CONDORI, JULIO – “DISEÑO Y PLANEAMIENTO DE MINADO SUBTERRÁNEO PARA INCREMENTAR LA PRODUCCIÓN DIARIA DE LA UNIDAD OPERATIVA PALLANCATA – PROYECTO PABLO – COMPAÑÍA MINERA ARES S.A.C. 2017
2. CONDORI QUISPE, SIMEON – “IMPLEMENTACIÓN DE UN PLANEAMIENTO DE MINADO A CIELO ABIERTO CON USO DEL SOFTWARE MINESIGHT PARA ALCANZAR LA PRODUCCIÓN ÓPTIMA MEDIANTE LA EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS EN LA UNIDAD MINERA MARÍA 2 - MOQUEGUA”HUAMAN VARAS, JOSELYN - “DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA MEJORAR LOS PROCESOS DE COMPRAS Y VENTAS EN LA EMPRESA HUMAJU” . 2019
3. CURASMA CASAVILCA, NEMESIO – “OPTIMIZACION DEL PROCESO DE MINADO Y DE LOS COSTOS DE EXPLOTACION EN LAS LABORES DEL NIVEL 610 UNIDAD JULCANI – COMPAÑÍA DE MINAS BUENAVENTURA S.A.A. – HUANCAVELICA” 2019
4. HERRERA MANRIQUE, CHRISTIAN – “ESTIMACIÓN DE RESERVAS MINERAS UTILIZANDO SOFTWARE COMERCIAL Y SOFTWARE LIBRE EN LA COMPAÑÍA MINERA VOLCAN S.A.A. - UNIDAD CERRO DE PASCO”. 2019
5. JIMENEZ AVENDAÑO, HAROLD – “ANALISIS, DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN SOFTWARE PARA LA ATENCION A CLIENTES MEDIANTE DISPOSITIVOS MOVILES PARA EL PROCESO DE PEDIDOS DE DISTRAVES S.A” 2011.
6. MARIN SOLIS, RAMON – “MODELO DE DESARROLLO DE SOTWARE BASADO EN INGENIERIA DE DOMINIO” 209.

## ANEXOS

CAMA BAJA	MODELO	EQUIPO	17-Jul	18-Jul	19-Jul	20-Jul	21-Jul	22-Jul	23-Jul	24-Jul	25-Jul	26-Jul
			% DISP									
EXCAVADORA DE ORUGAS	MACK	CB-52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	CAT336	EC-120	90.69	91.25	91.11	89.72	88.89	90.42	88.19	89.44	81.53	82.5
		EC-121	90.28	89.86	87.78	87.78	88.33	88.75	0	89.86	89.86	89.44
		EC-95	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		EC-96	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		EC-97	88.19	91.67	91.53	90.69	90	83.19	90.42	88.89	89.44	91.25
	CAT345	EC-10	90.97	87.5	91.53	91.11	91.81	90	91.53	87.08	90.69	90
	CAT390DL	EC-08	0	0	0	0	0	88.47	87.36	86.81	0	88.19
		EC-09	0	0	0	0	0	0	0	0	89.31	77.64
		EC-90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	CAT336DL	EC-91	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		EC-92	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		EC-93	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		EC-94	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	KOMATSU PC 450	EC-60	91.67	88.47	90	89.03	89.72	0	0	0	0	0
		EC-61	90.69	90.56	90.42	90.97	90.83	91.94	90.28	89.58	89.03	91.67
	LIEBHERR	EC-62	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

CAMA BAJA	MODELO	EQUIPO	27-Jul	28-Jul	29-Jul	30-Jul	31-Jul	1-Ago	2-Ago	3-Ago	4-Ago	5-Ago
			% DISP									
EXCAVADORA DE ORUGAS	MACK	CB-52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	CAT336	EC-120	89.31	89.44	88.33	83.19	90.28	86.81	85.14	88.75	90.56	90.56
		EC-121	90.83	41.81	0	0	0	0	0	0	0	0
		EC-95	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		EC-96	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		EC-97	90.28	90.28	87.5	89.31	81.39	90.42	0	20	90.42	89.58
	CAT345	EC-10	91.53	90.97	88.89	89.58	87.64	85.14	85.97	91.39	90.97	90.69
	CAT390DL	EC-08	88.61	90.28	89.58	70.83	90	0	0	0	0	0
		EC-09	0	0	0	0	0	87.78	85.14	85.14	0	0
		EC-90	0	91.67	88.75	88.33	89.17	0	0	0	0	0
	CAT336DL	EC-91	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		EC-92	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		EC-93	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		EC-94	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	KOMATSU PC 450	EC-60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		EC-61	91.67	0	90.28	88.47	90.28	0	89.44	73.61	75.83	83.47
	LIEBHERR	EC-62	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

FLOTA	MODELO	EQUIPO	6-Ago	7-Ago	8-Ago	9-Ago	10-Ago	11-Ago	12-Ago	13-Ago	14-Ago	15-Ago	16-Ago	TOTAL
			% DISP											
EXCAVADORA DE ORUGAS	MACK	CB-52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		EC-120	89.58	89.72	88.89	90.14	48.75	0	0	88.75	90	88.06	89.58	81.6
	CAT336	EC-121	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		EC-95	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		EC-96	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		EC-97	54.44	90	90.28	90.42	49.31	91.39	89.72	89.31	84.58	89.03	86.81	81.6
	CAT345	EC-10	89.58	91.11	91.11	91.11	90.28	90	86.94	90.14	91.25	91.25	90	89.93
		EC-08	0	0	0	0	0	0	0	89.58	89.86	25	40.28	34.16
	CAT390DL	EC-09	0	0	0	0	0	88.75	84.31	0	0	61.11	0	21.97
		EC-90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11.93
		EC-91	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	CAT336DL	EC-92	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		EC-93	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		EC-94	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		EC-94	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	KOMATSU PC 450	EC-60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14.48
		EC-61	76.11	89.86	89.72	52.02	89.72	87.92	87.64	0	0	0	43.06	71.13
	LIEBHERR	EC-62	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

FLOTA	MODELO	EQUIPO	17/07/2020		18/07/2020		19/07/2020		20/07/2020		21/07/2020		22/07/2020		23/07/2020		24/07/2020		25/07/2020		26/07/2020			
			D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N
EXCAVADORA DE ORUGAS	CAT 336	EC-120	7.57	10.7	8.13	8.18	9.48	10.73	9.47	5.47	8.43	10.67	7.5	10.57	10.3	9.83	9	10.73	9.95	9.78	9	9.9		
		EC-121	7.07	10.6	7.75	7.93	8.45	10.47	8.77	5.47	8.3	10.47	9.6	10.48	6		9.18	10.55	6.7	10.6	10.72	10.52		
		EC-97	3.12	3.57		2.22		2.5	4.78						9.4	10.6	10.47	8.85	10.42	8.27	10.35	10.45	10.5	
	CAT 345	EC-10			2.92	6.7	6.57	6.37	8.18	9.93	8.95	9.93	9	9.45	10.07	8.65	8.88	7.95	5.43	9.88	9.85	9.93		
		EC-08	9.52		8.4		8.52		9.05		9.02		7.75	10.47	9.6	10.22	8.13	6.58	9.65		10.28	10.17		
	CAT 390DL	EC-09													10.75		1.73		7.65	10.38		1.9		
		EC-90																						
	KOMATSU PC 450	EC-60				4.77		8.9		5.53	8.67	10.55					6.65							
		EC-61	8.47		8.97		7.98		6.45		8.93		7.6		7.85	10.57	6.98	6.98	7.83	7.92	0.58			

FLOTA	MODELO	EQUIPO	27/07/2020		28/07/2020		29/07/2020		30/07/2020		31/07/2020		1/08/2017		2/08/2017		3/08/2017		4/08/2017		5/08/2020				
			D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	
EXCAVADORA DE ORUGAS	CAT 336	EC-120	7.4	5.98	8.3	5.4	9.4	10.38	9.07	9.57	8.4		10.12	10.42	10.38	8.27	10.55	5.15	10.28	10.52	10.78	9.88			
		EC-121	10.68	6.57	5.2																				
		EC-97	8.47	5.6	7.65	5.32	9.77		3.62		7.15	9.77		10.18	9.8		8.3	2.4	7.05	10.5	8.28	10.63			
	CAT 345	EC-10	5.15	6.7	7.67	5.17	8.77	10.08	8.62	10.17	7.92	9	10.27	9.28	7.45	10.25	2.63				2.58	10.37			
		EC-08	10.42	5.72	8.82	5.45	9.7		10.52	8.5	8.5	10.7	10.6												
	CAT 390DL	EC-09	7.3		6.68		9.6		9.1		7.95			10.43	10	10.22	10.75	3.92	10.72			9.55			
		EC-90				3.92	4.6	10.65	10.58	10.6	8.65	10.7	9.68		8.15		1.13								
	KOMATSU PC 450	EC-60																							
		EC-61	0.55				0.8	9.9	9.93	10.33	8.63		9			10.48	2.88	2.9	10.22	8.92	8.93	9.88			

FLOTA	MODELO	EQUIPO	6/08/2020		7/08/2020		8/08/2020		9/08/2020		10/08/2020		11/08/2020		12/08/2020		13/08/2020		14/08/2020		15/08/2017		16/08/2017		Total	
			D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N
EXCAVADORA DE ORUGAS	CAT 336	EC-120	10.53	10.65	10.33	10.57	9.48	10.37	10.75	10.62	9.2	4.05	10.45		9.73		10.72	10.65	9.15	10.8	10.78	10.57	9.63	10.75	555.42	
		EC-121																								192.08
		EC-97	10.4	4.95	9.93	10.28	9.9	7.73	10.3	10.67	6.6	5.73	10.65	10.52	10.68	10.48	9.57	10.43	8.73	10.15	10.57	10.55	9.92	10.32	439.05	
	CAT 345	EC-10	9.75	10.28	9.17	10.43	10.17	9.32	7.98	10.37	8.3	5.07	9.47	10.2	5.1	10.22	8.98	9.73	0.98	3.52	7.43	9.95	10.28	10.02	467.44	
		EC-08															10.5	10.08	8.58	10.53	10.33	2.78	6.55	4.83	280.47	
	CAT 390DL	EC-09	10.5		9.78		10.4		10.43		8.93		10.72	10.48	10.68	10.12	10.72		9.02		8.55	7.12	2.87			268.95
		EC-90																								78.66
	KOMATSU PC 450	EC-60																								45.07
		EC-61	9.57	8.95	9.87	10.58	9.2	10.72	9.78	6	6.32	5.12	9.98	10	8.65	10.3							8.25	4.33	338.08	