

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA



**“ANÁLISIS COMPARATIVO DE RENDIMIENTO DE COSTOS ENTRE
DOS MÁQUINAS EN TRABAJOS DE EXCAVACIÓN”**

Presentado por:

BACH. CRISTIAN HUMBERTO ADAUTO ALCALÁ

**TRABAJO MONOGRÁFICO PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO AGRICOLA**

**Lima – Perú
2017**

La UNALM es titular de los derechos patrimonio de la presente tesis
(Art. 24. Reglamento de propiedad intelectual)

AGRADECIMIENTO

Mi más sincero agradecimiento:

A mi madre, **Idelisa Álcala Rosas**, por su constante aliento y paciencia infinita.

A mi padre, **Humberto Aauto Segura**, por su constante apoyo.

A sus suegros, **Elva Garay Urbano y Walter Ramos Melo**, por la paciencia y motivación.

A **Mg. Adm. Víctor Rodríguez Flores** por su seguimiento y orientación en el trabajo monográfico.

Por último, a la empresa “**JML**” por brindarle la información para este trabajo.

DEDICATORIA

A mi hijo, **Gael Noa Adauto Ramos**. Para enseñarle que todo inicio tiene un final.

RESUMEN

En el 2017 se inició la construcción de un hotel ubicado en Miraflores. La inmobiliaria responsable Inverko y Atton subcontrataron a la empresa “JLM” máquinas S.R.L.; quien fue corresponsable de las excavaciones y movimiento de suelo en la primera etapa de la obra. El rendimiento de maquinaria y el costo que genera en un trabajo como es estos es importante, pues el tiempo (soles / hora) en una construcción es relevante. Por ello, este presente trabajo describe la comparación de los rendimientos de costo entre dos excavadoras. Para esto, se tomó en cuenta datos proporcionados por la empresa “JLM”, sobre todo la información técnica de los proveedores y costos de una aseguradora para calcular los costos de posesión y operación por cada máquina. Así mismo, se recolecto datos de instituciones públicas como Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria (SUNAT), Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería (OSINERGMIN), y la Superintendencia de Banca y Seguros (SBS) para obtener el costo del equipo. Todos estos datos se calcularon en costo por hora.

Finalmente, se comparó los rendimientos y se analizó las ventajas de cada equipo. Como resultado, la excavadora hidráulica con 173 hp de potencia obtuvo mejor rendimiento de costos frente a la excavadora hidráulica de 202 hp. Esto quiere decir que, para realizar mejor la elección de adquisición de equipos, se deben tomar los costos posibles y valores más reales, analizando siempre el peor de los casos.

ÍNDICE GENERAL

| | |
|---------------------------------------------------|-----|
| AGRADECIMIENTO | i |
| DEDICATORIA..... | ii |
| RESUMEN..... | iii |
| ÍNDICE GENERAL..... | iv |
| I. INTRODUCCIÓN | 1 |
| 1.1. Objetivos..... | 2 |
| 1.1.1. Objetivo general | 2 |
| 1.1.2. Objetivo específico..... | 2 |
| II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA..... | 3 |
| 2.1. Conceptos básicos..... | 3 |
| 2.1.1. Excavadora hidráulica..... | 3 |
| 2.1.1.1. Tipos de excavadora hidráulica | 4 |
| 2.1.1.2. Partes de una excavadora hidráulica..... | 4 |
| 2.1.1.2.1. Motores de giro..... | 5 |
| 2.1.1.2.2. Válvula de alivio..... | 5 |
| 2.1.1.2.3. Filtro hidráulico | 5 |
| 2.1.1.2.4. Bomba piloto..... | 5 |
| 2.1.1.2.5. Motores de avances (traslación) | 5 |
| 2.1.2. Edificación | 7 |
| 2.1.3. Movimiento de tierra..... | 7 |
| 2.1.3.1. Tipos de movimiento de tierras | 8 |
| 2.1.3.1.1. A cielo abierto..... | 8 |
| 2.1.3.1.2. Subterránea | 8 |

| | |
|----------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.1.3.1.3. Subacuática | 8 |
| 2.1.4. Suelo | 9 |
| 2.1.4.1. Tipos de suelo..... | 9 |
| 2.1.4.2. Dinámicas de suelos | 9 |
| 2.1.4.2.1. Suelos muy rígidos (Tipo S1) | 10 |
| 2.1.4.2.2. Suelos intermedios (Tipo S2) | 10 |
| 2.1.4.2.3. Suelos flexibles o con estratos de gran espesor (Tipo S3) | 10 |
| 2.1.4.2.4. Condiciones excepcionales (Tipo S4)..... | 10 |
| 2.1.4.3. Distribución de suelos | 10 |
| 2.1.5. Costos de equipo | 13 |
| 2.1.5.1. Costos de posesión | 13 |
| 2.1.5.1.1. Valor de adquisición | 13 |
| 2.1.5.1.2. Vida económica útil..... | 13 |
| 2.1.5.1.3. Valor de rescate..... | 13 |
| 2.1.5.1.4. Depreciación | 14 |
| 2.1.5.1.5. Interés..... | 14 |
| 2.1.5.1.6. Seguro | 15 |
| 2.1.5.2. Costos de operación..... | 15 |
| 2.1.5.2.1. Mantenimiento preventivo..... | 15 |
| 2.1.5.2.2. Mantenimiento correctivo..... | 16 |
| a. Mantenimiento paliativo o de campo (de arreglo)..... | 17 |
| b. Mantenimiento curativo (de reparación)..... | 17 |
| 2.1.5.2.3. Costo de operador | 17 |
| 2.1.5.2.4. Costo de consumo de combustible..... | 18 |
| 2.1.5.2.5. Costo de tren de rodaje | 18 |

| | |
|------------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.1.5.2.6. Costo de elementos de desgaste especiales..... | 19 |
| 2.1.6. Rendimiento de maquinaria | 20 |
| 2.1.6.1. Eficiencia en el campo de maquinaria..... | 20 |
| 2.1.6.1.1. Capacidad efectiva nominal..... | 20 |
| 2.1.6.1.2. Capacidad efectiva real | 20 |
| 2.1.7. Especificaciones | 21 |
| 2.1.7.1. Especificación técnica de la excavadora hidráulica “X” – 123C | 21 |
| 2.1.7.1.1. Motor | 21 |
| 2.1.7.1.2. Línea motriz..... | 21 |
| 2.1.7.1.3. Cabina | 21 |
| 2.1.7.1.4. Sistema avanzado de operación (AMS)..... | 22 |
| 2.1.7.1.5. Equipo de carga..... | 22 |
| 2.1.7.2. Especificación técnica de la excavadora hidráulica “Y” – 456G | 22 |
| 2.1.7.2.1. Motor | 22 |
| 2.1.7.2.2. Línea motriz..... | 23 |
| 2.1.7.2.3. Cabina | 23 |
| 2.1.7.2.4. Equipo de carga..... | 23 |
| III. MATERIALES Y METODOS..... | 24 |
| 3.1. Datos del proyecto de excavación..... | 24 |
| 3.2. Datos de la compañía ejecutora | 25 |
| 3.3. Método | 25 |
| IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... | 26 |
| 4.1. Comparación de las especificaciones técnicas de la maquinaria | 26 |
| 4.2. Determinación de rendimiento..... | 27 |
| 4.2.1. Fase 1: Cálculos de costo horario de equipo | 27 |

| | |
|-------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.2.1.1. Costo horario de posesión de las excavadoras sobre orugas..... | 27 |
| 4.2.1.1.1. Equipo 1: Excavadora hidráulica marca “X” modelo 123C | 27 |
| a. Valor de adquisición | 27 |
| b. Valor de rescate | 27 |
| c. Depreciación | 28 |
| d. Interés o rédito total | 28 |
| e. Seguro | 29 |
| 4.2.1.1.2. Equipo 2: Excavadora hidráulica marca “Y” modelo 456G..... | 30 |
| a. Valor de adquisición | 30 |
| b. Valor de rescate | 30 |
| c. Depreciación | 31 |
| d. Interés o rédito total | 31 |
| e. Seguro | 32 |
| 4.2.1.2. Costo de operación de las excavadoras sobre orugas..... | 33 |
| 3.4.1.2.1. Equipo 1: Excavadora hidráulica marca “X” modelo 123C | 33 |
| a. Costo de mantenimiento preventivo | 33 |
| b. Costo de mantenimiento correctivo | 34 |
| c. Costo de operador | 34 |
| d. Costo de consumo de combustible..... | 34 |
| e. Costo del tren de rodaje | 35 |
| f. Costo de elemento de desgaste | 35 |
| 4.2.1.2.2. Equipo 2: Excavadora hidráulica marca “Y” modelo 456G..... | 36 |
| a. Costo de mantenimiento preventivo | 36 |
| b. Costo de mantenimiento correctivo..... | 37 |
| c. Costo de operador..... | 37 |

| | |
|------------------------------------------------------------------------|----|
| d. Costo de consumo de combustible..... | 37 |
| e. Costo del tren de rodaje | 38 |
| f. Costo de elemento de desgaste | 38 |
| 4.2.2. Fase 2: Rendimiento de costos | 40 |
| 4.2.2.1. Costos de ingresos por hora..... | 40 |
| 4.2.2.1.1. Equipo 1: Excavadora hidráulica marca “X” modelo 123C | 40 |
| a. Ingreso por hora | 40 |
| 4.2.2.1.2. Equipo 2: Excavadora hidráulica marca “Y” modelo 456G..... | 41 |
| a. Ingreso por hora | 41 |
| 4.3. Discusión | 42 |
| V. CONCLUSIONES..... | 43 |
| VI. RECOMENDACIONES | 44 |
| VII. REFERENCIA BIBLIOGRAFICA | 45 |
| VIII. ANEXOS | 49 |

ÍNDICE DE CUADROS

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Cuadro 1: Tipos de excavadora hidráulica | 3 |
| Cuadro 2: Máquinas más utilizadas en el movimiento de tierras | 6 |
| Cuadro 3: Distribución de suelo de acuerdo a zonas | 10 |
| Cuadro 4: Vida económica útil de maquinaria de construcción | 12 |
| Cuadro 5: Valor de rescate | 13 |
| Cuadro 6: Fórmula de depreciación | 13 |
| Cuadro 7: Fórmula de rédito total | 14 |
| Cuadro 8: Factor de mantenimiento correctivo | 15 |
| Cuadro 9: Factor de mantenimiento correctivo | 15 |
| Cuadro 10: Formula de mantenimiento correctivo | 16 |
| Cuadro 11: Costo de operador sin planilla | 16 |
| Cuadro 12: Costo de operador en planilla | 17 |
| Cuadro 13: Costo del consumo de combustible | 17 |
| Cuadro 14: Costo de tren de rodaje | 18 |
| Cuadro 15: Costo de elementos de desgastes especiales | 18 |
| Cuadro 16: Comparación de las características de las excavadoras hidráulicas | 25 |
| Cuadro 17: Total del costo horario de posesión de la maquinaria de la marca "X" | |
| modelo 123C | 29 |

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------|----|
| Cuadro 18: Total del costo horario de posesión de la maquinaria de la marca “Y” | |
| modelo 456G | 32 |
| Cuadro 19: Total del costo horario de posesión de la maquinaria de la marca “X” | |
| modelo 123C | 35 |
| Cuadro 20: Total del costo horario de posesión de la maquinaria de la marca “Y” | |
| modelo 456G | 38 |
| Cuadro 21: Total del costo horario de equipo de la maquinaria de la marca “X” | |
| modelo 123C | 38 |
| Cuadro 22: Total del costo horario de equipo de la maquinaria de la marca “Y” | |
| modelo 456G | 39 |
| Cuadro 23: Total del costo horario de equipo de la maquinaria de la marca “X” | |
| modelo 123C | 40 |
| Cuadro 24: Total del costo horario de equipo de la maquinaria de la marca “Y” | |
| modelo 456G | 41 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1: División básica de la excavadora hidráulica | 2 |
| Figura 2: Partes de la excavadora hidráulica | 5 |
| Figura 3: Mapa de zonificación de tipos de suelo para Lima Metropolitana | 11 |
| Figura 4: Mapa del punto de construcción | 23 |

ÍNDICE DE ANEXOS

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------|----|
| Anexo 1: Programa de mantenimiento de la maquina marca “X” modelo 123C | 47 |
| Anexo 2: Costo de mantenimiento de la maquina marca “Y” | 48 |
| Anexo 3: Costo de mantenimiento de la maquina marca “Y” PM1 (cada 250 horas) ... | 49 |
| Anexo 4: Costo de mantenimiento de la maquina marca “Y” PM2 (cada 500 horas) ... | 50 |
| Anexo 5: Costo de mantenimiento de la maquina marca “Y” PM3 (cada 1000 horas)... | 51 |
| Anexo 6: Cotización de repuestos | 52 |

I. INTRODUCCIÓN

El sector de la construcción se ha dinamizado en el Perú, desde inicios del año 2000, paralelamente al crecimiento poblacional de las distintas regiones. Las mejores evidencias son las construcciones de edificios para viviendas, oficinas u hoteles que se observan en Lima, Trujillo y Cuzco. Ante ello, el sector ha requerido optimizar el manejo de la rentabilidad en las edificaciones de estas obras. Pues, estas necesitan en muchos casos de sótanos con grandes dimensiones, y de uso de maquinaria como excavadoras, rodillo, cargador frontal y volquete, para su realización. Así mismo se debe considerar el tipo de suelo que puede encontrar la maquinaria en cada operación de movimiento de tierra. La obtención de la mejor rentabilidad va dirigido directamente a la mayor inversión de la empresa constructora, debido que la maquinaria de construcción es principal activo.

El presente trabajo compara dos excavadoras de diferentes marcas reconocidas en el mercado. La primera es una excavadora hidráulica de marca “X” modelo 123C fabricada en Inglaterra y la segunda, de marca “Y” modelo 456G diseñada en Estados Unidos. Ambas poseen características similares para realizar el mismo trabajo considerando el resultado del análisis de una excavación profunda efectuada por la empresa “JLM máquinas S.R.L.”

Para ello, será necesario describir conceptos básicos de las máquinas y sus características, para así conocer los activos que se adquieran. Además de las definiciones de edificaciones, movimiento de tierra, suelo, costo de equipo y rendimiento para examinar el territorio en donde las maquinarias están realizando el trabajo. Luego, se plantearán cuadros de comparación. Este se dividirá en dos fases; en la primera se realizará los costos del equipo, este se calculará sumando el costo de posesión y costo de operación. En la segunda fase se observará el rendimiento de costo, restando los ingresos por hora que recibe la empresa S.R.L versus el costo de equipo. Finalmente, con estos resultados se puede realizar el análisis correspondiente.

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo general

Comparar los rendimientos de costos de dos excavadoras en soles/hora en un mismo lugar de trabajo.

1.1.2. Objetivo específico

- a. Determinar los costos de posesión y de operación en soles/hora de cada excavadora.
- b. Calcular el rendimiento de costo de cada excavadora en soles/hora.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Conceptos básicos

2.1.1. Excavadora hidráulica

La excavadora es una máquina pesada autopropulsada pesada que se emplea para el movimiento de tierras u otros materiales. Esta máquina es capaz de desplazarse, ya que se encuentra sobre orugas o llantas. Además, esta permanece trabajando en una posición fija al terreno y puede girar su superestructura está en 360°. Se puede reconocer en la figura 1 la división básica de la excavadora (Quincho 2015).

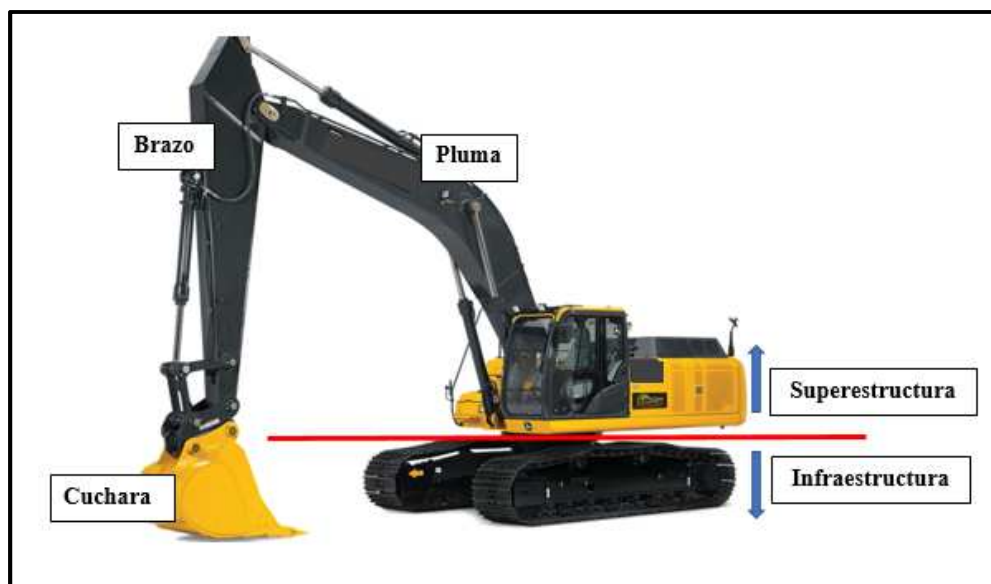


Figura 1: División básica de la excavadora hidráulica

FUENTE: Elaboración Propia

El uso de ella se relaciona con actividades de carga de camiones, demolición, excavación de sótanos, construcción de caminos, manipulación de desechos, dragado, minería, apertura de zanjas y trabajo de cantera. Por ello es importante el tipo de excavación se va a realizar, pues

elección futura de ellas depende de las características del suelo y dimensión de la obra (Vargas 1999).

2.1.1.1. Tipos de excavadora hidráulica

Se puede clasificar en dos, de acuerdo con su composición: infraestructura y superestructura. La primera está vinculada con el sistema de traslación; como se aprecia en el cuadro 1. Aquí se visualiza dos tipos de infraestructura y cada una puede alcanzar distintas velocidades de desplazamientos.

El segundo, se relaciona con el equipo de trabajo. En el cuadro 1 también se observa su clasificación.

Cuadro 1: Tipos de excavadora hidráulica

| Infraestructura: | Tipos | Velocidad de desplazamiento |
|-----------------------------------------------|--------------------------|------------------------------------|
| Tren de rodaje | Sobre ruedas | 0 - 20 km/h |
| | Sobre cadenas | 0 - 3 km/h |
| Superestructura: Equipo de trabajo | Equipo de empuje frontal | |
| | Equipo retro | |

FUENTE: Universidad de la Laguna curso de procesamiento de construcción

2.1.1.2. Partes de una excavadora hidráulica

Se explicará el uso de algunas partes de la excavadora hidráulica.

2.1.1.2.1. Motores de giro

Proporciona alta potencia para que la estructura superior se pueda acelerar rápidamente al girar para volcar el material excavado. Además, el sistema de activación de giro consiste en un motor hidráulico, una caja de engranajes planetarios de desmultiplicación y el piñón de giro.

2.1.1.2.2. Válvula de alivio.

Es un sistema hidráulico de centro abierto, ubicado justo detrás del motor de giro

2.1.1.2.3. Filtro hidráulico

Se puede acceder a éste quitando la cubierta atornillada que se encuentra del tanque hidráulico, esto ocurre se libera la presión del tanque antes de intentar quitar la cubierta del filtro.

2.1.1.2.4. Bomba piloto

Hace que el aceite circule a través del sistema auxiliar. Además, proporciona presión para mover los carretes de la válvula de alivio principal y para liberar los frenos de estacionamiento y antirrotación que se activan por resorte y se liberan por medios hidráulicos.

2.1.1.2.5. Motores de avances (traslación)

Los mandos finales están bien embutidos dentro del ancho de la zapata más angosta. Así mismo, el arrastre producido por los motores de avance y el mando final. Por otro lado, el freno de estacionamiento accionado con resorte y liberado en forma hidráulica.

En la figura 2 se identifica 25 elementos de la excavadora hidráulica. Estas están enumeradas y reconocidas en un cuadro en la parte izquierda de la figura.

| Partes de la excavadora | |
|-------------------------|----------------------------------------|
| Ítems N° | Elemento |
| 1 | Motor de giro (Swing) |
| 2 | Motor de traslación izquierdo (Travel) |
| 3 | Motor de traslación derecho (Travel) |
| 4 | Pluma (Stick) |
| 5 | Cilindro de pluma (Stick) |
| 6 | Brazo (Boom) |
| 7 | Cilindro del brazo (Boom) |
| 8 | Cucharón (Bucket) |
| 9 | Cilindro del cucharón (Bucket) |
| 10 | Cabina del operador |
| 11 | Motor |
| 12 | Radiador / enfriador de aceite |
| 13 | Contrapeso |
| 14 | Bomba hidráulica |
| 15 | Bomba piloto |
| 16 | Válvula de alivio |
| 17 | Filtro hidráulico |
| 18 | Tanque hidráulico |
| 19 | Depósito de combustible |
| 20 | Zapatas |
| 21 | Rueda guía |
| 22 | Rodillos inferiores |
| 23 | Resorte tensor |
| 24 | Repartidor (Swivel) |
| 25 | Grupo de válvulas |

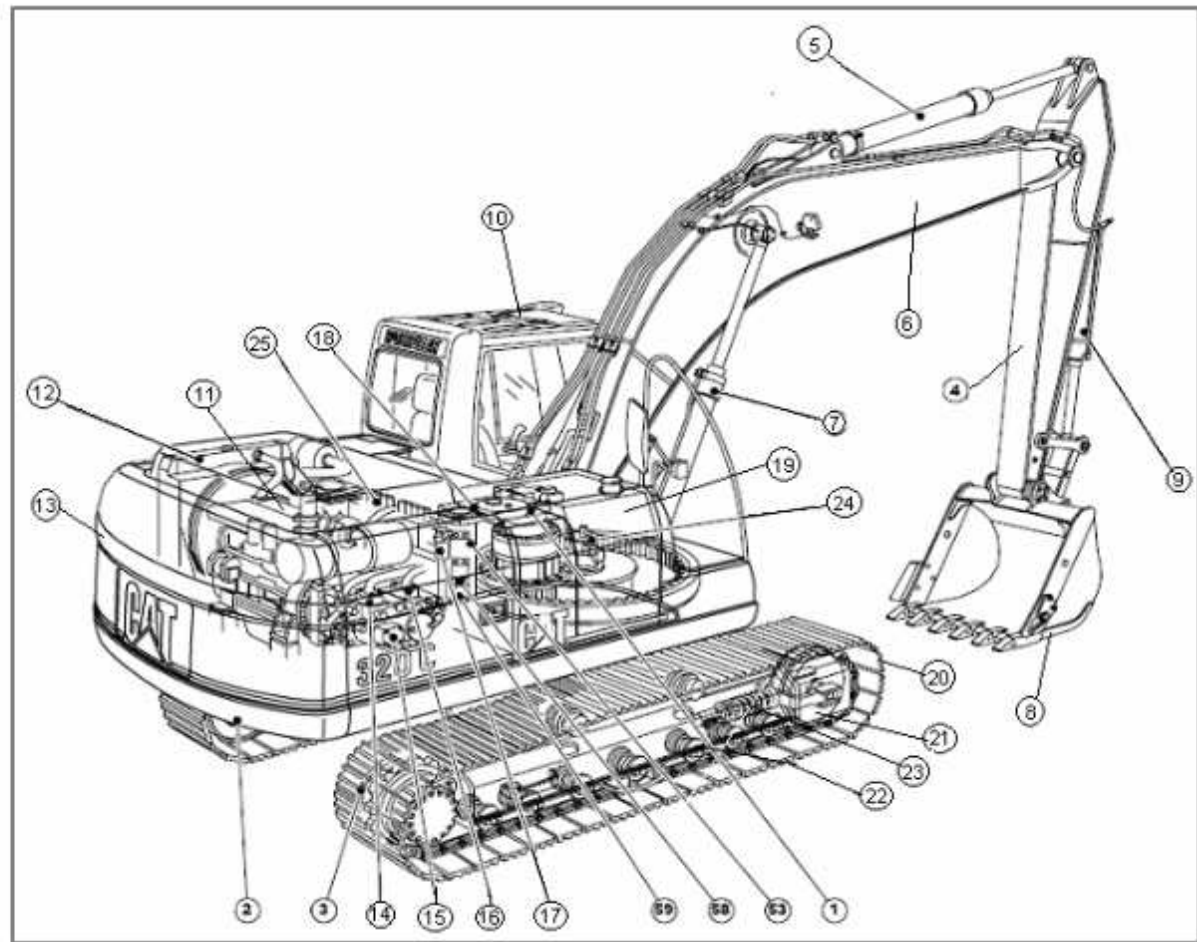


Figura 2: Partes de la excavadora hidráulica

FUENTE: Benavides, 2009

2.1.2. Edificación

Se denomina a toda construcción artificial perenne realizada por el hombre con la finalidad de albergar sus actividades. Adicionalmente, consta de las instalaciones fijas y complementarias adscritas a ella. Toda construcción en un determinado terreno para la ejecución de una obra se requiere de movimiento de tierra (MVCS 2016 y DRAE 2017).

2.1.3. Movimiento de tierra

El movimiento de tierra es una serie de trabajos que se ejecutan para la preparación de un terreno antes de proceder una obra. Esta se produce de forma manual o mecánica. Normalmente, se realiza después estas actividades como nivelación del terreno, señalización de las obras, remoción de su estructura. De tal manera, se aprovecha la ejecución de obras públicas, industriales o de edificaciones (Cherné y González 1997).

Las etapas que presentan el movimiento de tierra son de excavación y arranque, acarreo, carga, transporte, vertido o descarga, extendido, compactación, refinado y saneo. Para ello, es importante conocer el tipo de movimientos de tierras para determinar la elección de maquinaria como se expresa en el cuadro 2 en donde se distingue el uso en cada etapa.

Cuadro 2: Máquinas más utilizadas en el movimiento de tierras

| Etapas del movimiento de tierra | Maquinaria pesada a utilizar | | | |
|----------------------------------------|-------------------------------------|------------|-------------------|-------------|
| Excavación y arranque | Tractor Voladura | Excavadora | | Mototrailla |
| Carga | | | Pala cargadora | |
| Transporte | Camión Dumper | | | |
| Descarga | | | | |
| Extendido | Motoniveladora | | | |
| Compactación | Compactador | | | |
| Refino | Motoniveladora | | | |

FUENTE: Escuela técnica superior de ingeniería de caminos, canales y puertos. Universidade da Coruña.

2.1.3.1. Tipos de movimiento de tierras

Los tipos de movimiento de tierra o excavaciones se clasifican en cielo abierto, subterránea y subacuática.

2.1.3.1.1. A cielo abierto

Este movimiento se efectúa en seco o con baja humedad. Además, la excavación dependerá del tipo de terreno debido a que depende de la estabilidad del suelo.

Por ejemplo: Si la obra se encuentra en roca fija, se utilizará explosivos; si el terreno es roca fracturada, se necesitará el uso de maquinaria con accesorios especiales como *ripers* u otros, así como, explosivos de pequeño volumen. Por último, si se tiene material suelto, se requerirá el empleo de maquinarias y/o mano de obra (Gutiérrez y Pomar 2016).

Es primordial para este tipo de excavaciones, la elección del equipo idóneo para transporte y carga (Cherné y González 1997).

2.1.3.1.2. Subterránea

Este movimiento realiza de túneles, galerías y pozos. En las dos primeras, es necesario explosivos o topes, según longitud, y tipos de suelos, pues debe tener como medida necesaria mayor de 3 m²; para permitir medios mecánicos de excavación, carga y acarreo. Así mismo, el tercero que corresponde a pozos, las excavaciones son de manera vertical o casi vertical, se extrae los productos por elevación (Cherné y González 1997).

2.1.3.1.3. Subacuática

Son aquellas excavaciones en donde no es posible efectuar movimientos de tierras desde superficie o terreno natural. En este caso se debe utilizar materiales flotantes o medios semejantes (Cherné y González 1997).

2.1.4. Suelo

El suelo es el medio natural para el desarrollo del crecimiento de seres vivos. También, se considera como el cuerpo natural que está conformada por capas de suelo y se compone de pequeños fragmentos de roca y materia orgánica, además de aire y agua (FAO 2017).

2.1.4.1. Tipos de suelo

Los tipos de suelo pueden ser grava, arena, limo, arcilla y materia orgánica. Estos tipos pueden encontrarse de forma compuesta en la superficie de la corteza de la tierra. Para su reconocimiento es necesario contar con un estudio geotécnico, si se requiere realizar una excavación (Guevara 2015). Es por ello, que se necesita conocer las dinámicas de suelos.

2.1.4.2. Dinámicas de suelos

Es el conocimiento de las propiedades y el comportamiento del suelo relacionado con esfuerzos dinámicos, así como la respuesta durante la aplicación rápida de carga. Esto quiere decir que la dinámica de suelos se debe considerar en toda construcción de cualquier escala de obra civil.

En el Perú existe el reglamento de edificaciones publicada por el Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento (MVCS) y se debe tener en consideración la Norma E-030 (2016), la cual clasifica estas dinámicas de acuerdo a la función de sus condiciones mecánicas, espesor del estrato, periodo de vibración y velocidad de propagación de las ondas de corte. Estos ayudaran a conocer el suelo y la posible maquinaria que se adapte óptimamente en la ejecución de movimiento de tierras. El MVCS lo distribuye en cuatro tipos: suelos muy rígidos, suelos intermedios, suelos flexibles o con estrato de gran espesor y condiciones excepcionales (MVCS 2017)

2.1.4.2.1. Suelos muy rígidos (Tipo S1)

Estos son suelos en donde la propagación de la onda de corte es semejante al de la roca. Además, el periodo fundamental de vibración del suelo es de baja amplitud sin sobrepasar los 0,25s. incluyendo los casos de cimentación sobre roca sana o parcialmente alterada, con una resistencia a la compresión no confinada mayor o igual que 500kPa (5 kg/cm²). Estos están determinados por suelos de grava arenosa densa o estrato de no más de 20m de material cohesivo muy rígido y con una resistencia al corte; en condiciones no drenadas, superior a 100 kPa (1kg/cm²) o no más de 20m de arena muy densa con $N > 30$.

2.1.4.2.2. Suelos intermedios (Tipo S2)

Se encuentran entre las indicaciones para los suelos S1 y S3.

2.1.4.2.3. Suelos flexibles o con estratos de gran espesor (Tipo S3)

Son los cuales el periodo fundamental de vibraciones de bajo amplitud es mayor a 0,6 s.

2.1.4.2.4. Condiciones excepcionales (Tipo S4)

Estos son los suelos excepcionalmente flexibles. Además de sitios donde las condiciones geológicas y/o topográficas son particularmente desfavorables.

Por ello, es importante realizar el estudio geotécnico para determinar el tipo y las dinámicas del suelo y conocer las condiciones locales de cada zona de interés.

2.1.4.3. Distribución de suelos

Esta distribución tiene como base la propuesta del “Estudio de Vulnerabilidad y Riesgo de Sismo en 43 Distritos de Lima y Callao” proporcionado por la Asociación Peruana de Empresas de Seguros (APESEG). Este considera las propiedades dinámicas contenidas en la Norma E-030. En el cuadro 3 se observa las características de las zonas de acuerdo a las propiedades

mencionadas anteriormente publicada por el Instituto Geofísico del Perú (IGP). Así como en la figura 3 en donde se visualiza mediante un mapa la zonificación de Lima Metropolitana.

Cuadro 3: Distribución de suelo de acuerdo a zonas

| | |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ZONA I | Esta zona está conformada por los afloramientos rocosos, los estratos de grava coluvial-aluvial de los pies de las laderas que se encuentran a nivel superficial o cubiertos por un estrato de material fino de poco espesor. Este suelo tiene un comportamiento rígido, con periodos de vibración natural determinados por las mediciones de microtrepidaciones (registros de vibración ambiental) que varían entre 0,1 y 0,3 s. para la evaluación del peligro sísmico a nivel de superficie del terreno se considera que el factor de amplificación sísmica por efecto local del suelo es de $S=1,0$ y un periodo natural de $T_s=0,4s$, correspondiendo a un suelo Tipo-1 de la norma sismo resistente peruana. |
| ZONA II | En esta se incluyen las áreas de terreno conformado por un estrato superficial de suelos granulares finos y suelos arcillosos, cuyas potencias varían entre 3,0 y 10,0 m. Subyaciendo a estos estratos se encuentra la grava aluvial o grava coluvial. Los periodos predominantes del terreno determinados por las mediciones de micro trepidaciones, en esta zona varían entre 0,3 y 0,5 s. para la evaluación del peligro sísmico, a nivel de superficie del terreno, se considera que el factor de amplificación sísmica por efecto local del suelo, es $S=1,2$ y el periodo natural del suelo es $T_s=0,6$ s, correspondiendo a un suelo Tipo-2 de la norma sismo resistente peruana. |
| ZONA III | Esta zona está conformada, en su mayor parte, por los depósitos de suelos finos y arenas de gran espesor, que se encuentran en estado suelto. Los periodos predominantes encontrados en estos suelos varían entre 0,5 y 0,7 s, por lo que su comportamiento dinámico ha sido tipificado como un suelo Tipo-3 de la norma sismo resistente peruana, con un factor de amplificación sísmica $S=1,4$ y un periodo natural de $T_s=0,9$ s. |
| ZONA IV | Esta zona está conformada por los depósitos de arena eólicas de gran espesor y sueltas, depósitos fluviales, depósitos marinos y suelos pantanosos. Los periodos predominantes encontrados en estos suelos son mayores que 0, s, por lo que su comportamiento dinámico ha sido tipificado como un suelo Tipo-4 de la norma sismo resistente peruana, asignándoles un factor de amplificación sísmica $S=1,6$ y un periodo natural de $T_s=1,2$ s (caso especial según la Norma) |
| ZONA V | Están constituidos por áreas puntuales conformadas por depósitos de rellenos sueltos de desmontes heterogéneos que han sido colocados en depresiones naturales o excavaciones realizadas en el pasado, con potencias entre 5 y 15 m. en esta zona se incluyen también a los rellenos sanitarios que en el pasado se encontraban fuera del área urbana y en la actualidad han sido urbanizados. El comportamiento dinámico de estos rellenos es incierto por lo que requiere un estudio específico. |

FUENTE: Instituto Geofísico del Perú, 2010

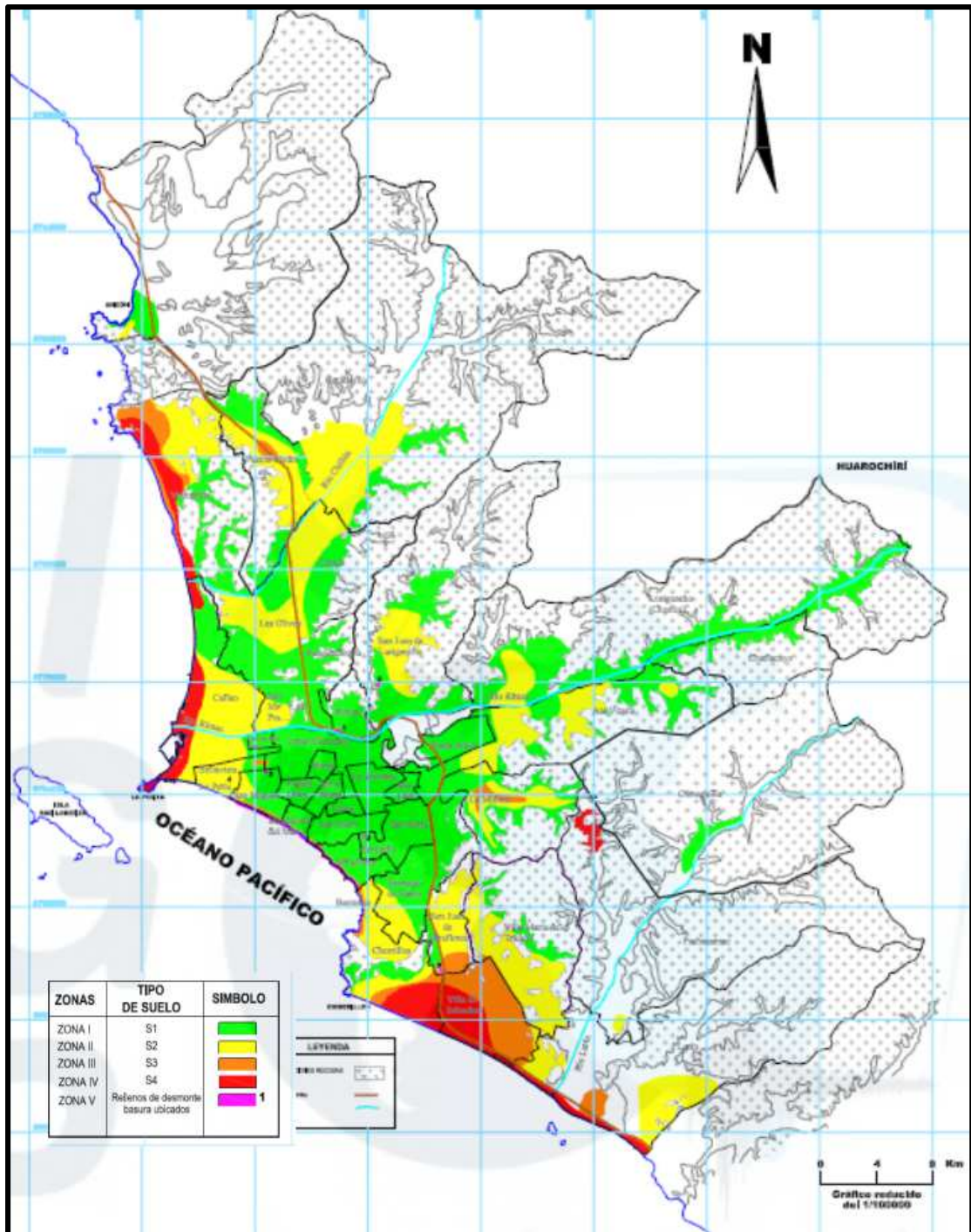


Figura 3: Mapa de zonificación de tipos de suelo para Lima Metropolitana

FUENTE: Asociación Peruana de Empresas de Seguros, 2005

2.1.5. Costos de equipo

2.1.5.1. Costos de posesión

2.1.5.1.1. Valor de adquisición

Es el precio de la maquina en el mercado y se obtiene solicitando cotización al proveedor en la venta de maquinaria pesada. Se debe tener en cuenta los gastos incurridos en la adquisición del activo tales como: flete, seguro, embalaje, impuestos entre otros.

2.1.5.1.2. Vida económica útil

Es el periodo durante el cual en este caso la maquinaria pesada trabaja con un rendimiento económicamente justificable.

Para la determinación de este valor, los manuales de fabricación o libros técnicos lo estiman por horas totales. En el cuadro 4 se observa el tipo de maquinaria, horas útiles y años de duración del activo, considerando cada año como 2000 horas utilizadas.

Cuadro 4: Vida económica útil de maquinaria de construcción

| Tipo de maquinaria | Horas | Años de duración |
|-----------------------------------------------|--------------|-------------------------|
| Maquinaria pequeña | 6000 | 3 |
| Maquinaria de obra pesada | 10000 | 5 |
| Maquinaria de obra extraordinariamente pesada | 16000 | 8 |

FUENTE: Cámara Peruana de la Construcción (CAPECO)

2.1.5.1.3. Valor de rescate

Denominado también como el valor de recupero o salvataje. Esta se define como el valor posible de venta después de utilizar la vida económica útil de la maquinaria. Como se observa en el cuadro 5 en la formula se requiere el año de duración técnica del equipo.

Cuadro 5: Valor de rescate

$$\text{Valor de rescate} = \frac{\text{Valor de adquisición}}{\text{Vida económica útil en años}}$$

FUENTE: Rodríguez, 2017

2.1.5.1.4. Depreciación

La maquinaria apenas es adquirido sufre económicamente un desgaste que se debe cubrir contablemente, trabaje o no trabaje la máquina. Esta disminución del valor en el activo es considerada en el transcurso del tiempo (Sandoval 2013; Rodríguez 2017).

Para ello, se utiliza una fórmula para calcular el valor de depreciación de la maquinaria que será evaluada en costo/tiempo como se observa en el cuadro 6.

Cuadro 6: Fórmula de depreciación

$$\text{Depreciación} = \frac{\text{Valor de adquisición} - \text{Valor de rescate}}{\text{Vida económica útil en horas}}$$

FUENTE: Rodríguez, 2017

2.1.5.1.5. Interés

En este caso, se considera el interés sobre capital empleado en la compra de una máquina que ha sido adquirido al contado o a plazos. En este es necesario considerar la depreciación de la maquinaria en los años. Para ello, se define el valor del interés con la recarga del costo que se llamará rédito total en un periodo determinado (n) y la tasa de interés anual (i), este último incluirá el valor de adquisición (Va) como se observa en el cuadro 7.

Cuadro 7: Fórmula de rédito total

$$Rédito\ total = Va \left[\left\{ \frac{(1+i)^n \times i \times n}{(1+i)^n - 1} \right\} - 1 \right]$$

FUENTE: Rodríguez, 2017

2.1.5.1.6. Seguro

Este costo es importante pues la maquinaria se asegura para cubrir todo tipo de riesgo. Este valor está determinado por el valor de la póliza que protege a la máquina. El monto del seguro deberá ser convertido a costo/hora.

2.1.5.2. Costos de operación

Para la elaboración de costos de operación de maquinaria es importante reconocer los diferentes factores que se relacionan para poner en funcionamiento una máquina, pues es importante tener claro dentro del presupuesto los mantenimientos que requiere la máquina, así como las reparaciones, consumo de combustible, costo del operador especializado entre otros (MCVS 2010; Urdaneta 2011)

2.1.5.2.1. Mantenimiento preventivo

Este mantenimiento es establecido para prevenir la incidencia de fallo o disminución del correctivo (el caso de cambiar una pieza y detener la producción de la máquina). También se le conoce como preventivo directo o periódico, pues intenta reducir la reparación a través de una rutina de inspecciones al igual que la renovación de los elementos dañados (Sandoval 2013; Salas 2017).

Los costos de mantenimiento preventivo dependerán del proveedor. Además, se debe señalar que estos costos son cíclicos cada 2000 horas de uso.

2.1.5.2.2. Mantenimiento correctivo

Este mantenimiento es la reparación que requiere la maquina una vez que se ha producido un fallo, donde se considera detener la producción de la máquina. Existe un factor que los proveedores de maquinaria consideran para determinar el valor y este es multiplicándolo por valor del mantenimiento preventivo, como se observa en el cuadro 8; tanto en factor para maquinaria para minas y para construcción.

Cuadro 8: Factor de mantenimiento correctivo

| Tipo de maquinaria | Factor de mantenimiento correctivo (F1) |
|---------------------------|------------------------------------------------|
| Marca reconocida | 1* |
| Marca no reconocida | 2* |

* Sobre el valor del costo del mantenimiento preventivo

FUENTE: Proveedor de la marca “X” y marca “Y”

Por otro lado, se debe considerar el factor de procedencia; esto quiere decir el posicionamiento de la marca y presencia del mercado. La experiencia recomienda considerar el siguiente factor como se muestra en el cuadro 9.

Cuadro 9: Factor de mantenimiento correctivo

| Procedencia del equipo | Factor (F2) |
|-------------------------------|--------------------|
| Marca reconocida | 1* |
| Marca no reconocida | 2* |

* Sobre el valor del costo del mantenimiento preventivo

FUENTE: Proveedor de la marca “X” y marca “Y”

Por lo tanto, para hallar el valor del mantenimiento correctivo se utiliza la ecuación del cuadro 10.

Cuadro 10: Fórmula del mantenimiento correctivo

$$\text{Mantenimiento correctivo} = \text{Costo de mantenimiento preventivo} \times F1 \times F2$$

FUENTE: Elaboración propia.

Dentro de este de mantenimiento se puede clasificar en dos tipos de enfoques (Salas 2017)

a. Mantenimiento paliativo o de campo (de arreglo)

Este se trata en la reposición del funcionamiento, quiere decir que la fuente que causo la falla no queda eliminada.

b. Mantenimiento curativo (de reparación)

Se encarga de la reparación total, esto quiere decir eliminando las causas que hayan originado la falla. Este gasto puede tener una gran variación por las condiciones particulares de cada equipo y de cada obra. Un buen mantenimiento significa mayor vida económica útil.

2.1.5.2.3. Costo de operador

Es el sueldo o salario del que maneja la máquina, este es un especialista. En caso de este trabajo, se tomará el costo del operario por hora como se observa en el cuadro 11, esto quiere decir que el operario no se encuentra en planilla.

Cuadro 11: Costo de operador sin planilla

$$\text{Costo de operador} = \frac{\text{Salario mensual}}{24 \text{ días} \times 8 \text{ horas}}$$

FUENTE: Rodríguez, 2017

Adicionalmente, si el operario se encontrara en planilla la ecuación variaría como se observa en el cuadro 12, pues se considera el salario mensual como la base del cálculo de las aportaciones como ESSALUD que es el 9% del sueldo base. Así mismo, considerar 12 sueldos, 2 gratificaciones, 1 C.T.S (compensación por tiempo de servicio) y 1 sueldo por reemplazo por vacaciones; que sería 16 pagos equivalentes al salario mensual en el año.

Cuadro 12: Costo de operador en planilla

$$\text{Costo de operador} = \frac{\text{Salario mensual} \times 1.09 \times 16}{12 \text{ meses} \times 24 \text{ días} \times 8 \text{ horas}}$$

FUENTE: Elaboración propia.

2.1.5.2.4. Costo de consumo de combustible

El consumo de combustible puede medirse con facilidad si se toma un control, pero si no se puede es necesario estimar con el uso que dará la maquinaria, pues este es un consumible de alto valor y depende de la habilidad del operador para el uso óptimo de este hidrocarburo.

El valor se obtiene de la ecuación del cuadro 13 que se resuelve conociendo el consumo del combustible por galón/hora de cada excavadora.

Cuadro 13: Costo del consumo de combustible

$$\text{Costo de consumo de combustible} = \text{precio de combustible} \times \text{consumo}$$

FUENTE: Rodríguez, 2017

2.1.5.2.5. Costo de tren de rodaje

Los gastos del tren de rodaje suelen ser una parte importante de los costos de operación de las maquinarias de cadenas, y estos pueden variar independientemente de los costos de la máquina básica.

Esto quiere decir, que se puede emplear el tren de rodaje en un medio extremadamente abrasivo de alto nivel de desgaste, mientras que máquina básica puede operar en una aplicación poco exigente, y viceversa. Por esta razón, se recomienda que el costo por hora del tren de rodaje se considere como un artículo de desgaste rápido y que no se incluya en los costos de reparación de la máquina básica (Caterpillar 2016).

Este valor de costo se obtiene como se observa en la ecuación del cuadro 14.

Cuadro 14: Costo de tren de rodaje

$$\text{Costo de operador} = \frac{\text{Precio de tren de rodaje}}{\text{Vida útil en horas}}$$

FUENTE: Caterpillar, 2016

2.1.5.2.6. Costo de elementos de desgaste especiales

Existen costos de componentes de alto desgaste como las cuchillas, los dientes de cucharón, entre otros. Así como los costos de soldadura en plumas y brazos. Estos costos varían mucho, los cuales dependen de las aplicaciones, los materiales y técnicas de operación (Caterpillar 2016).

Cuadro 15: Costo de elementos de desgastes especiales

$$\text{Costo de elemento de desgaste} = \frac{\text{Precio de elemento de desgaste}}{\text{Vida útil en horas}}$$

FUENTE: Caterpillar, 2016

2.1.6. Rendimiento de maquinaria

El rendimiento de una maquinaria es el número de trabajo que realiza en la unidad de tiempo, generalmente por hora. Esta unidad de trabajo o de obra está relacionada con el movimiento de tierra en m³ o tonelada no siendo estas las únicas (Bello y Álvarez 2015).

Por otro lado, también se puede considerar rendimiento como la capacidad teórica de trabajo, pues es la producción máxima que puede desarrollar una máquina y es teórica dado que no sería posible obtener el valor que excluye en las pérdidas que se generan en la obra o trabajo (Rodríguez 2017).

2.1.6.1. Eficiencia en el campo de maquinaria

Por concepto es lo similar que la capacidad teórica, aunque es este casi es considerando las pérdidas de trabajo expresado en velocidad de producción generados por las vueltas en cabeceras, atascamientos, averías, superposición de trabajo, llenado de tolvas, patinamiento de las ruedas entre otras (Rodríguez 2017).

2.1.6.1.1. Capacidad efectiva nominal

Esta teoría se utiliza en la formulación de un proyecto de mecanización agrícola o etapa de planeamiento (calculando si no se dispone de máquinas) y se determina considerando la base de información técnica del proyectista. El valor representa la velocidad de producción nominal de la máquina, que sirve como punto de partida para deducir el número apropiado de máquinas que permite compensar las necesidades de la mecanización.

2.1.6.1.2. Capacidad efectiva real

Es la capacidad calculada después que la maquinaria ha realizado la labor en campo. Esta toma la producción alcanzada y el tiempo que se requirió para obtener dicha producción.

2.1.7. Especificaciones

Se consideran las especificaciones exactas de los equipos, pero no la marca de esto. Por ética en la investigación.

2.1.7.1. Especificación técnica de la excavadora hidráulica “X” – 123C

2.1.7.1.1. Motor

- Misma marca del equipo, modelo “X” TIER II 4,8 litros, 173 hp de potencia neta.
- Inyección electrónica, diésel de 4 tiempos, turbo-alimentador y enfriador de admisión (*intercooler*).
- 4 cilindros en línea, camisetas húmedas reemplazables, culatas divididas.
- Sistema de combustible con dos filtros en paralelo y un separador de agua.
- Sistema eléctrico 24V, 40 amperios.
- 2 Baterías de 12 V c/u, *Heavy Duty*.

2.1.7.1.2. Línea motriz

- Carril Largo, con zapatas de 600 mm. de triple garra.
- Chasis totalmente soldado en X, con limpiadores de suciedad bajo los rodillos.
- Rodillos superiores e inferiores, tratados al calor, sellados y lubricados.
- Ajuste de carrilería por pistón graso.
- Sistema motriz totalmente hidrostático de tres (03) velocidades con *autoshift* entre las velocidades media y alta.
- Velocidad de desplazamiento: Alta 5.6 km/h // Media 3.3 km/h // Baja 2.3 Km/h

2.1.7.1.3. Cabina

- Cerrada con vidrios de seguridad tintados y con aire acondicionado.
- Ventana delantera completamente rebatible.
- Asiento ajustable.

- Servo controles (*Joy Sticks*) de operación.

2.1.7.1.4. Sistema avanzado de operación (AMS)

- A (Automático) - da 100% de potencia al motor y 100% de flujo. Se desconecta, dependiendo la operación, entre 5 a 30 segundos de activado.
- E (Economía) - da 80% de potencia al motor y 95% al flujo hidráulico.
- P (Precisión) - da 55% de potencia al motor y 90% al flujo hidráulico para operaciones de precisión en pendiente.
- L (Levante) da 55% de potencia al motor y 63% al flujo hidráulico.

2.1.7.1.5. Equipo de carga

- Pluma de 5.70 m.
- Brazo de 2.40 m.: *Monoboom*
- Cuchara o Balde de uso general de 1.2 m³.
- Peso operativo de 22,004 kg

2.1.7.2. Especificación técnica de la excavadora hidráulica “Y” – 456G

2.1.7.2.1. Motor

- Misma marca del equipo, modelo “Y” TIER III 7,2 litros, 202 hp de potencia neta.
- Inyección electrónica, diésel de 4 tiempos, turbo-alimentador y enfriador de admisión (*intercooler*).
- 6 cilindros en línea, camisas húmedas reemplazables, culatas divididas.
- Sistema de combustible con dos filtros en paralelo y un separador de agua.
- Sistema eléctrico 24V, 40 amperios.
- 2 Baterías de 12 V c/u, *Heavy Duty*.

2.1.7.2.2. Línea motriz

- Carril Largo, con zapatas de 700 mm. de triple garra.
- Chasis totalmente soldado en X, con limpiadores de suciedad bajo los rodillos.
- Rodillos superiores e inferiores, tratados al calor, sellados y lubricados.
- Velocidad de desplazamiento: Alta 5.3 km/h // Baja 3.3 Km/h

2.1.7.2.3. Cabina

- Cerrada con vidrios de seguridad tintados y con aire acondicionado.
- Ventana delantera completamente rebatible.
- Consola de operación y monitor para el control de las condiciones del equipo.
- Servo controles (*Joy Sticks*) de operación.
- Líneas hidráulicas de alta presión para martillo.
- Flexibilidad en la selección de modos de trabajo a utilizar según el tipo de aplicación que se requiera.

2.1.7.2.4. Equipo de carga

- Pluma de 6.15 m.
- Brazo de 3.1 m.: *Monoboom*
- Cuchara o Balde de uso general de 1.35 m³.
- Peso operativo de 29,240 kg

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Datos del proyecto de excavación

En enero del 2017 se empezó la obra del Hotel “Atton” en la Av. Larco de Miraflores. El costo del proyecto es de 36 millones de dólares. El hotel tendrá alrededor de 252 habitaciones, salones y restaurantes. Según el proyecto sería concluido en el segundo semestre del 2018 por la inmobiliaria peruana Inverko y Atton (El Comercio, 2015).

Así mismo, estas empresas han subcontrato etapas de la obra y estas son ejecutadas por la empresa “JLM” máquinas S.R.L. En el figura 4 se visualiza el punto de construcción de los trabajos de construcción.



Figura 4: Mapa del punto de construcción

FUENTE: Google Maps

3.2. Datos de la compañía ejecutora

La empresa ejecutora de las excavaciones se llama “JLM” maquinaria S.R.L con RUC 20554889248 ubicada en Mz. I Lote. 14 A.H. Virgen del Morro (Altura de Av. Huaylas con Grifo Petroperu) fundada en el 2009, especializados en alquiler de maquinaria pesada, movimiento de tierra y demoliciones.

3.3. Método

Se realizó la comparación visual de las especificaciones técnicas de la maquinaria. Para poder calcular los rendimientos de cada equipo, tanto de la marca “X” y la marca “Y”. Para ello, se dividió en dos fases. La fase uno, son cálculos de costo de horario de equipo. Esta se considera el costo horario de posesión de las excavadoras sobre orugas (valor de adquisición, valor de rescate, depreciación, interés o rédito total y seguro) de ambas marcas. Así mismo, el costo de operación de las excavadoras sobre orugas (costo de mantenimiento preventivo, costo de mantenimiento correctivo, costo de operador, costo de consumo de combustible, costo del tren de rodaje y costo de elemento de desgaste).

Por último, la fase dos, rendimiento de costos (costo de ingresos por hora) por cada marca.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Comparación de las especificaciones técnicas de la maquinaria

Las comparaciones técnicas de las maquinarias se recopilan de las empresas tanto de la marca “X” como “Y” de las excavadoras hidráulicas. En el cuadro 16 se observa las características de cada excavadora y se puede observar las diferencias.

Cuadro 16: Comparación de las características de las excavadoras hidráulicas

| CARACTERISTICAS DE EXCAVADORAS HIDRÁULICAS | | |
|--------------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| MARCA | "X" | "Y" |
| MODELO | 123C | 456G |
| 1.- MOTOR | | |
| Modelo | X | Y |
| | 123C | 456G |
| Tipo | Inyección directa electrónica | Inyección directa electrónica |
| Nro. de Cilindros | 4 | 6 |
| Cilindrada (litros) | 4,8 | 7,2 |
| Potencia Neta SAE J1349 (HP) | 173 | 202 |
| Certificación Ecológica | EPA Tier II | EPA Tier III |
| 2.- PESO Y CAPACIDAD | | |
| Capacidad de Cuchara m ³ | 1,20 | 1,35 |
| Peso Operacional (Kg) | 22.004 | 29.240 |
| 3.- PERFORMANCE | | |
| Velocidad de Giro RPM | 12,9 | 10,2 |
| Velocidad Max. Alta (km/hr) | 5,6 | 5,3 |
| Velocidad Max. media (km/hr) | 3,3 | NA |
| Velocidad Max. baja (km/hr) | 2,3 | 3,3 |
| 4.- SISTEMA HIDRAULICO | | |
| Tipo Bomba Hidráulica | CAP VARIABLE | CAP VARIABLE |
| Flujo Máximo (litros/min) | 448 | 470 |
| Capacidad de tanque combustible (litros) | 343 | 520 |
| 5.- CARRILERIA | | |
| Tipo de Zapata (Garra) | TRIPLE | TRIPLE |
| Ancho de Zapata (mm) | 600 | 700 |
| 6.- MEDIDAS | | |
| Pluma (m) | 5,7 | 6,15 |
| Brazo (m) | 2,4 | 3,1 |
| 7.- EQUIPAMIENTO | | |
| Cerrada ROPS / FOPS con aire acondicionado | Si | SI |
| 8.- LONGITUDES | | |
| Alcance máximo de excavación (m) | 9,44 | 10,17 |
| Profundidad máxima de excavación (m) | 5,72 | 6,73 |

FUENTE: Empresa “X” y “Y”

4.2. Determinación de rendimiento

Para determinar el rendimiento se realizarán cálculos en dos fases. En la primera, se evaluará el costo de equipo que incluye la suma del costo de posesión y costo operativo de ambos equipos. En la segunda fase se evaluará el rendimiento de costos con la diferencia del ingreso y costos estas serán por horas y en moneda nacional, para comenzar con el análisis.

4.2.1. Fase 1: Cálculos de costo horario de equipo

Todos los cálculos realizados tienen como fuente la empresa “JLM”, marca “X”, marca “Y”, Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria (SUNAT), Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería (OSINERGMIN), aseguradora “A” y Superintendencia de Banca y Seguros (SBS).

4.2.1.1. Costo horario de posesión de las excavadoras sobre orugas.

4.2.1.1.1. Equipo 1: Excavadora hidráulica marca “X” modelo 123C

a. Valor de adquisición

- Marca “X” modelo 123C = \$180 000 sin IGV
- Tipo de cambio: S/3,25

El tipo de cambio es referencial de la SUNAT.

$$\text{Valor de adquisición "X"} = 180\,000 \times S/3,25$$

$$\text{Valor de adquisición "X"} = S/585\,000$$

b. Valor de rescate

Se utiliza la ecuación del cuadro 5 y se considera la vida económica útil de la maquinaria pesada que se observa en el cuadro 4.

$$\text{Valor de rescate "X"} = \frac{S/585\,000}{5 \text{ años}}$$

$$\text{Valor de rescate "X"} = S/ 117\,000$$

c. Depreciación

Se utilizará la ecuación del cuadro 6, para ello se requiere los valores adquisición, el valor de recupero y la vida económica útil en horas de la maquinaria.

- Valor de adquisición = S/ 585 000
- Valor de rescate = S/ 117 000
- Vida económica útil = 10 000 horas

$$\text{Depreciación "X"} = \frac{S/585\,000 - S/117\,000}{10\,000 \text{ horas}}$$

| |
|-------------------------------------|
| Depreciación "X" = S/ 46,8 por hora |
|-------------------------------------|

d. Interés o rédito total

La tasa anual de interés (i) será tomada de forma referencia del SBS, la vida económica útil (n) de 5 años y el valor de adquisición.

$$i = 22.71\%$$

$$n = 5 \text{ años}$$

$$\text{Interés o rédito total "X"} = S/ 585\,000 \left[\left\{ \frac{(1+0,2271)^5 \times 0,2271 \times 5}{(1+0,2271)^5 - 1} \right\} - 1 \right]$$

$$\text{Interés o rédito total "X"} = S/ 451\,975, 5$$

Como análisis se está realizando por horas. Entonces, el interés o rédito total se divide por vida económica útil en horas.

$$\text{Interés o rédito total en horas "X"} = \frac{S/451\,975,5}{10\,000 \text{ horas}}$$

| |
|--------------------------------------------------------|
| Interés o rédito total en horas "X" = S/ 45,2 por hora |
|--------------------------------------------------------|

e. Seguro

La información sobre el costo del seguro fue dada por la empresa "A".

Costo del seguro "X" = \$ 1 333 sin IGV

Este costo debe de ser capitalizado en soles y por horas. Recordando que cada año se considera 2 000 horas.

- Tipo de cambio: S/3.25

$$\text{Costo del seguro "X"} = 1\,333 \times 3,25$$

$$\text{Costo del seguro "X"} = S/ 4\,332.3 \text{ al año}$$

$$\text{Costo del seguro "X"} = \frac{S/4\,332.3}{2\,000 \text{ horas}}$$

| |
|----------------------------------------|
| Costo del seguro "X" = S/ 2,2 por hora |
|----------------------------------------|

Entonces, con estos datos se podrá hallar el costo de posesión, que es la suma de depreciación, interés y seguro como se visualiza el cuadro 17.

Cuadro 17: Total del costo horario de posesión de la maquinaria de la marca “X” modelo 123C.

| Marca "X" modelo 123C | |
|-----------------------------------------------------------|-------------|
| Total del costo horario de posesión (S/ por hora) | |
| Depreciación | 46.8 |
| Interés o rédito total | 45.2 |
| Seguro | 2.2 |
| TOTAL | 94.2 |

FUENTE: Empresa JLM, Elaboración propia.

4.2.1.1.2. Equipo 2: Excavadora hidráulica marca “Y” modelo 456G

a. Valor de adquisición

- Marca “Y” modelo 456G = \$210 000 sin IGV
- Tipo de cambio: S/3,25

El tipo de cambio es referencial SUNAT.

$$\text{Valor de adquisición "Y"} = 210\,000 \times S/ 3,25$$

$$\text{Valor de adquisición "Y"} = S/ 682\,500$$

b. Valor de rescate

Se utiliza la ecuación del cuadro 5 y se considera la vida económica útil de la maquinaria pesada que se observa en el cuadro 4.

$$\text{Valor de rescate "Y"} = \frac{S/682\,500}{5 \text{ años}}$$

$$\text{Valor de rescate "Y"} = S/ 136\,500$$

c. Depreciación

Se utilizará la ecuación del cuadro 6, para ello se requiere los valores adquisición, el valor de recupero y la vida económica útil en horas de la maquinaria.

- Valor de adquisición = S/ 682 500
- Valor de rescate = S/ 136 500
- Vida económica útil = 10 000 horas

$$\text{Depreciación "Y"} = \frac{S/682\,500 - S/136\,500}{10\,000 \text{ horas}}$$

| |
|-------------------------------------|
| Depreciación "Y" = S/ 54,6 por hora |
|-------------------------------------|

d. Interés o rédito total

La tasa anual de interés (i) será tomada de forma referencia del SBS, la vida económica útil (n) de 5 años y el valor de adquisición.

$$i = 22.71\%$$

$$n = 5 \text{ años}$$

$$\text{Interés o rédito total "Y"} = S/ 682\,500 \left[\left\{ \frac{(1+0,2271)^5 \times 0,2271 \times 5}{(1+0,2271)^5 - 1} \right\} - 1 \right]$$

$$\text{Interés o rédito total "Y"} = S/ 527\,797,4$$

Como análisis se está realizando por horas. Entonces, el interés o rédito total se divide por vida económica útil en horas.

$$\text{Interés o redito total en horas "Y"} = \frac{S/527\,797,5}{10\,000 \text{ horas}}$$

| |
|--------------------------------------------------------|
| Interés o redito total en horas "Y" = S/ 52,8 por hora |
|--------------------------------------------------------|

e. Seguro

La información sobre el costo del seguro fue dada por la empresa "A".

Costo del seguro "X" = \$ 1 333 sin IGV

Este costo debe de ser capitalizado en soles y por horas. Recordando que cada año se considera 2 000 horas.

- Tipo de cambio: S/3,25

$$\text{Costo del seguro "X"} = 1\,333 \times 3,25$$

$$\text{Costo del seguro "X"} = S/ 4\,332.3 \text{ al año}$$

$$\text{Costo del seguro "X"} = \frac{S/4\,332.3}{2\,000 \text{ horas}}$$

| |
|----------------------------------------|
| Costo del seguro "X" = S/ 2,2 por hora |
|----------------------------------------|

Entonces, con estos datos se podrá hallar el costo de posesión, que es la suma de depreciación, interés y seguro como se expresa en el cuadro 18.

**Cuadro 18: Total del costo horario de posesión de la maquinaria de la marca “Y”
modelo 456G**

| Marca "Y" modelo 456G | |
|-----------------------------------------------------------|--------------|
| Total del costo horario de posesión (S/ por hora) | |
| Depreciación | 54.6 |
| Interés o rédito total | 52.8 |
| Seguro | 2.2 |
| TOTAL | 109.6 |

FUENTE: Empresa JLM, Elaboración propia.

4.2.1.2. Costo de operación de las excavadoras sobre orugas.

3.4.1.2.1. Equipo 1: Excavadora hidráulica marca “X” modelo 123C

a. Costo de mantenimiento preventivo

Este valor se puede observar en el anexo 1, donde se encuentra el presupuesto de mantenimiento por 2000 horas de trabaja, esto quiere decir que es por año.

- Mantenimiento preventivo por 2000 horas = \$ 6 269
- Tipo de cambio: S/3,25

El tipo de cambio es referencial SUNAT.

$$\text{Mantenimiento preventivo "X"} = \frac{6\,269 \times 3,25}{2\,000 \text{ horas}}$$

| |
|-------------------------------------------------|
| Mantenimiento preventivo “X” = S/ 10,2 por hora |
|-------------------------------------------------|

b. Costo de mantenimiento correctivo

Como se mencionó este dato se calculará multiplicando el mantenimiento preventivo con el factor de mantenimiento correctivo que se observa en el cuadro 10.

$$\text{Mantenimiento correctivo "X"} = S/ 10,2 \times 2 \times 1$$

| |
|-------------------------------------------------|
| Mantenimiento preventivo "X" = S/ 20,4 por hora |
|-------------------------------------------------|

c. Costo de operador

En este caso se aplica la ecuación del cuadro 11 considerando el dato de pago mensual del operario sin esta en planilla de la empresa "JLM".

$$\text{Costo del operario "X"} = \frac{3\ 000}{24 \times 8}$$

| |
|-------------------------------------------|
| Costo del operario "X" = S/ 15,6 por hora |
|-------------------------------------------|

d. Costo de consumo de combustible

En precio promedio de acuerdo con OSINERGMIN de enero a agosto del 2017 es de S/ 10.6 por galón. El consumo de según las especificaciones es de 4.1 galones por hora para así aplicar la ecuación del cuadro 11.

$$\text{Costo de consumo de combustible "X"} = 10,6 \times 4,1$$

| |
|--------------------------------------------------------|
| Costo de consumo de combustible "X" = S/ 43,5 por hora |
|--------------------------------------------------------|

e. Costo del tren de rodaje

En este caso se aplica la ecuación del cuadro 12 considerando el precio del tren de rodaje. Con referencia al precio del tren de rodaje y las horas útiles de cambio, este se puede obtener referencia en el anexo 6.

- Precio del tren de rodaje = \$ 10 636,69
- Tipo de cambio: S/3,25
- Horas útiles: 6 000h

$$\text{Costo del tren de rodaje} = \frac{10\,636,69 \times 3,25}{6\,000 \text{ horas}}$$

| |
|--------------------------------------------|
| Costo del tren de rodaje = S/ 5,8 por hora |
|--------------------------------------------|

f. Costo de elemento de desgaste

Se aplica la ecuación del cuadro 13 considerando como elemento de alto desgaste en la excavadora las uñas. Con referencia al precio del elemento de desgaste y las horas útiles de cambio, este se puede obtener referencia en el anexo 6.

- Precio de elemento de desgaste = \$ 654,78
- Tipo de cambio: S/3,25
- Horas útiles: 300h

$$\text{Costo de elemento de desgaste} = \frac{654,78 \times 3,25}{300 \text{ horas}}$$

| |
|--------------------------------------------|
| Costo del tren de rodaje = S/ 7,1 por hora |
|--------------------------------------------|

Entonces, con los datos anteriores se halla el costo de operación sumando el mantenimiento preventivo y correctivo, el costo del operador y el costo de combustible como se expresa en el cuadro 19.

Cuadro 19: Total del costo horario de posesión de la maquinaria de la marca “X” modelo 123C

| Marca "X" modelo 123C | |
|-----------------------------------------------------------|--------------|
| Total del costo horario de operación (S/ por hora) | |
| Mantenimiento preventivo | 10.2 |
| Mantenimiento correctivo | 20.4 |
| Costo del operador | 15.6 |
| Costo del consumo de combustible | 43.5 |
| Costo del tren de rodaje | 5.8 |
| Costo de elemento de desgaste | 7.1 |
| TOTAL | 102.6 |

FUENTE: Empresa “JLM”, Elaboración propia

4.2.1.2.2. Equipo 2: Excavadora hidráulica marca “Y” modelo 456G

a. Costo de mantenimiento preventivo

Este valor se puede observar en el anexo 2, donde se encuentra el presupuesto de mantenimiento por 2000 horas de trabaja, esto quiere decir que es por año.

- Mantenimiento preventivo por 2000 horas = \$ 9 543
- Tipo de cambio: S/3,25

El tipo de cambio es referencial SUNAT.

$$\text{Mantenimiento preventivo "X"} = \frac{9\,543 \times 3,25}{2\,000 \text{ horas}}$$

$$\text{Mantenimiento preventivo "X"} = \text{S/ } 15,5 \text{ por hora}$$

Si se desea ver que componentes son los revisados en el anexo 3, 4 y 5 se encuentra el listado de acuerdo con las horas de trabajo 250, 500 y mil horas respectivamente.

b. Costo de mantenimiento correctivo

Como se mencionó este dato se calculará multiplicando el mantenimiento preventivo con el factor de mantenimiento correctivo que se observa en el cuadro 8.

$$\text{Mantenimiento correctivo "X"} = \text{S/ } 15,5 \times 2$$

$$\text{Mantenimiento preventivo "X"} = \text{S/ } 31 \text{ por hora}$$

c. Costo de operador

En este caso se aplica la ecuación del cuadro 10 considerando el dato de pago mensual del operario de la empresa "JLM".

$$\text{Costo del operario "X"} = \frac{3\ 000}{24 \times 8}$$

$$\text{Costo del operario "X"} = \text{S/ } 15,6 \text{ por hora}$$

d. Costo de consumo de combustible

En precio promedio de acuerdo con OSINERGMIN de enero a agosto del 2017 es de S/ 10,6 por galón. El consumo de según las especificaciones es de 7.4 galones por hora para así aplicar la ecuación del cuadro 11.

$$\text{Costo de consumo de combustible "X"} = 10,6 \times 7,4$$

Costo de consumo de combustible "X" = S/ 78.4 por hora

e. Costo del tren de rodaje

En este caso se aplica la ecuación del cuadro 12 considerando el precio del tren de rodaje. Con referencia al precio del tren de rodaje y las horas útiles de cambio, este se puede obtener referencia en el anexo 6.

- Precio del tren de rodaje = \$ 10 636,69
- Tipo de cambio: S/3,25
- Horas útiles: 6 000h

$$\text{Costo del tren de rodaje} = \frac{10\ 636,69 \times 3,25}{6\ 000 \text{ horas}}$$

Costo del tren de rodaje = S/ 5,8 por hora

f. Costo de elemento de desgaste

Se aplica la ecuación del cuadro 13 considerando como elemento de alto desgaste en la excavadora las uñas. Con referencia al precio del elemento de desgaste y las horas útiles de cambio, este se puede obtener referencia en el anexo 6.

- Precio de elemento de desgaste = \$ 654,78
- Tipo de cambio: S/3,25
- Horas útiles: 300h

$$\text{Costo de elemento de desgaste} = \frac{654,78 \times 3,25}{300 \text{ horas}}$$

Costo del tren de rodaje = S/ 7,1 por hora

Entonces, con los datos anteriores se halla el costo de operación sumando el mantenimiento preventivo y correctivo, el costo del operador y el costo de combustible como se expresa en el cuadro 20.

Cuadro 20: Total del costo horario de posesión de la maquinaria de la marca "Y" modelo 456G

| Marca "Y" modelo 456C | |
|-----------------------------------------------------------|--------------|
| Total del costo horario de operación (S/ por hora) | |
| Mantenimiento preventivo | 15.5 |
| Mantenimiento correctivo | 31.0 |
| Costo del operador | 15.6 |
| Costo del consumo de combustible | 78.4 |
| Costo del tren de rodaje | 5.8 |
| Costo de elemento de desgaste | 7.1 |
| TOTAL | 153.4 |

FUENTE: Empresa "JLM", Elaboración propia

Con los costos horarios de posesión y operario se puede hallar los costos de equipos como se observa en el cuadro 21 y cuadro 22 por cada equipo respectivamente.

Cuadro 21: Total del costo horario de equipo de la maquinaria de la marca "X" modelo 123C

| Marca "X" modelo 123C | |
|------------------------------|--------------|
| Costo de posesión | 94.2 |
| Costo de operación | 102.6 |
| TOTAL | 196.8 |

FUENTE: Elaboración propia

Cuadro 22: Total del costo horario de equipo de la maquinaria de la marca “Y” modelo 456G

| Marca "Y" modelo 456C | |
|------------------------------|--------------|
| Costo de posesión | 109.6 |
| Costo de operación | 153.4 |
| TOTAL | 263.0 |

FUENTE: Elaboración propia

4.2.2. Fase 2: Rendimiento de costos

Para esta fase se requiere los ingresos por hora que genera cada maquinaria. Es por esto por lo que se considera el pago por m³ de tierra extraída por maquina con un importe de S/ 10.00. Los datos proporcionados por la empresa “JLM”.

4.2.2.1. Costos de ingresos por hora

4.2.2.1.1. Equipo 1: Excavadora hidráulica marca “X” modelo 123C

a. Ingreso por hora

Volumen por hora “X” = 4.8 volquetada / hora x 17 m³ / volquetada

Volumen por hora “X” = S/ 81,6 m³ / hora

Ingreso por m³ “X” = 81,6 x 10

| |
|--------------------------------------------------|
| Ingreso por m ³ “X” = S/ 816 por hora |
|--------------------------------------------------|

4.2.2.1.2. Equipo 2: Excavadora hidráulica marca “Y” modelo 456G

a. Ingreso por hora

Volumen por hora “Y” = 5 volquetada / hora x 17 m³ / volquetada

Volumen por hora “Y” = S/ 85 m³ / hora

Ingreso por m³ “Y” = 85 x 10

| |
|--------------------------------------------------|
| Ingreso por m ³ “Y” = S/ 850 por hora |
|--------------------------------------------------|

Entonces con estos ingresos se puede calcular los valores de rendimiento de costos restando el costo de equipos, observe el cuadro 23 y cuadro 24 por equipo respectivamente.

Cuadro 23: Total del costo horario de equipo de la maquinaria de la marca “X” modelo 123C

| Marca "X" modelo 123C | |
|-------------------------------------------|--------------|
| Rendimiento de costo (S/ por hora) | |
| Ingreso (A) | 816.0 |
| Costo de equipo (B) | 196.8 |
| TOTAL (A-B) | 619.2 |

FUENTE: Elaboración propia

Cuadro 24: Total del costo horario de equipo de la maquinaria de la marca “Y” modelo 456G

| Marca "Y" modelo 456C | |
|-------------------------------------------|--------------|
| Rendimiento de casto (S/ por hora) | |
| Ingreso (A) | 850,0 |
| Costo de equipo (B) | 263,0 |
| TOTAL (A-B) | 587,0 |

FUENTE: Elaboración propia

4.3. Discusión

1. Se puede observar que los dos equipos tienen características similares, pero en los precios de adquisición la diferencia es de más de 16%. Eso se debe a la posición de la marca en el mercado y el intangible de la marca “Y” dentro del valor de adquisición en mercado nacional.
2. Si se examina la productividad de los equipos, uno rinde más que otro y eso genera más ingreso a la empresa.
3. Con respecto al costo de posesión la diferencia es de más del 16%. Siendo el mayor costo el de la marca “Y”.
4. Sobre los costos de operación existe una fuerte diferencia de más del 49% entre uno y otro.
5. Si bien el equipo “Y” presenta más ingresos, ese mismo tiene costos de equipo más altos, el cual hace que el margen sea menor con respecto al equipo “X”.
6. La diferencia sobre las ganancias es de un poco más del 5% por hora. Sin embargo, al total de la vida útil esto reflejaría un considerable monto en los ingresos monetario en el equipo “X”.
7. Los consumos de combustibles de los equipos varían de acuerdo a las especificaciones técnicas, puesto que en la obra existen diferentes factores que inciden en un mayor consumo el cual no lo hace uniforme.

V. CONCLUSIONES

1. De acuerdo con los resultados obtenidos, se concluye que la excavadora hidráulica de marca "X" con 173 hp de potencia, tiene mejor rendimiento de costos (generó más ganancias). Además de contar con menor costo de adquisición, lo cual hace que tenga una menor inversión y bajos riesgos.
2. En el análisis individual egreso costo de equipo entre ingreso de cada equipo, concluye que la excavadora hidráulica marca "X" con 173 hp de potencia, tiene menor porcentaje de pérdida, lo que hace que sea más rentable.
3. Si bien la excavadora hidráulica marca "Y" con 202 hp de potencia es un equipo que tiene mayor producción y por la tanto genera mayores ingresos, también se sobresale el alto de equipo (posesión y operación) lo cual se deduce menor margen de ganancia.
4. Se observa que el costo de combustible en ambos equipos es directamente proporcional al valor de adquisición. Esta referencia es importante pues determina el pago efectivo diario de la recarga y el posible manejo del operador.
5. En ambos equipos el tanto el costo de posesión como el costo de operación tienen valores muy similares. Esto hace concluir que para un futuro análisis el que adquiere el equipo debe conocer que la diferencia entre ambas no puede ser significativa.

VI. RECOMENDACIONES

1. Para realizar mejor análisis de la adquisición de equipos, se deben tomar los costos posibles y valores más reales que se tengan. Así también, se recomienda considerar en el peor escenario.
2. Para conservar en buen estado las excavadoras, se recomienda siempre realizar los mantenimientos preventivos en los tiempos indicados. Así los mantenimientos correctivos no serán tan altos.
3. Se recomienda que los operadores de los equipos sean personas que cuenten con preparación y conocimiento del buen de la maquinaria; esto hará que cuente con rendimiento del equipo.
4. En el análisis, no se han considerado en los costos los materiales de desgaste, puesto que el uso y costo de estos son muy variable, y dependerá mucho del material del suelo en que se trabaje.
5. Si bien es cierto, el costo de seguro es bajo en comparación a otras variables en el costo de equipo, es recomendable que todas las maquinas tengan uno; puesto que si ocurre un accidente con el equipo (se voltea, se incendia, entre otros), el dueño no corre el riesgo de perder la máquina y pueda reclamar los gastos al seguro.
6. Se recomienda seguir las normas de seguridad en operación del equipo, para minimizar los costos de operación en la vida económica útil. Para ello se debe tener en cuenta los manuales de operación.
7. Considerar el lugar de trabajo del equipo, importante. Pues, esto ayuda ajustar los intervalos de mantenimiento preventivos.

VII. REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

- Asociación Peruana de Empresas de Seguros (APESEG). 2017. Disponible en www.apeseg.org.pe.
- Bello, A.; Álvarez, J. 2015. Estudio de los rendimientos de maquinaria pesada en los movimientos de tierras en la ciudad de Cartagena caso estudio: Urbanización Coral Lakes y Zona Franca Parque Central. Tesis de pregrado. Universidad de Cartagena. Disponible en <http://190.242.62.234:8080/jspui/handle/11227/1545>
- Benavides, J. 2009. Elaboración de un manual interactivo de operación, mantenimiento y pruebas hidráulicas para la excavadora Caterpillar 320C. Escuela Politécnica del Ejército. Ecuador. Disponible en <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/2884>
- Caterpillar, 2016. Caterpillar performance handbook 46 (en línea). Disponible en http://wheelercat.com/wp-content/uploads/2016/01/SEBD0351_ED46.pdf
- Cherné, J.; González, A. 1997. Movimiento de tierras. Colegio de ingenieros de camino, canales y puertos (en línea). Madrid. Disponible en <https://grupos.unican.es/gidai/web/ asignaturas/CI/MMT.pd>
- Diccionario de la Real Academia Española (DRAE). 2017. Disponible en www.rae.com

- El Comercio. 2015. Atton e Inverko se asociaron para abrir nuevo hotel en Lima. Disponible en <http://elcomercio.pe/economia/negocios/atton-e-inverko-asociaron-abrir-nuevo-hotel-lima-171852>
- Guevara, F. 2015. Análisis y ejecución d movimiento de tierras en una obra empleando el diagrama de curva masa. Tesis de posgrado. Universidad de Piura. Disponible en https://pirhua.udpe.edu.pe/bitstream/handle/11042/2441/MAS_ICIV-L_029.pdf?sequence=1
- Gutiérrez, D.; Pomar, R. 2016. Modelo para estimar impactos ambientales en el movimiento de tierras en obras de edificaciones. Tesis de pregrado. Disponible en <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/6794>
- Instituto Geofísico del Perú (IGP). 2010. Zonificación Sísmico - Geotécnica para siete distritos de Lima Metropolitana (en línea). Disponible en <http://www.indeci.gob.pe/userfiles/ZONIFICACION%20SISMICO-GEOTECNICA%20DISTRITO%20SANTA%20MARIA%20LIMA%20-%20IGP.pdf>
- Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento (MVCS). 2016. Reglamento Nacional de Edificaciones. Obtenido en <http://www.vivienda.gob.pe/>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). 2017. Disponible en <http://www.fao.org/home/es/>
- Organismo supervisor de la inversión en energía y minería (OSINERGMIN). 2017. Disponible en <http://www.osinergmin.gob.pe/>

- Quincho, R. 2015. Incremento de la disponibilidad mecánica, para la reducción de costos operativos de las excavadoras “CAT 336” de la empresa Stracon GyM S.A. Tesis de pregrado. Universidad Nacional del Centro del Perú. Disponible en <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/283>
- Rodríguez, V. 2017. Administración de maquinaria. Curso de actualización profesional. Facultad de Ingeniería Agrícola. Universidad Nacional Agraria la Molina
- Salas, D. 2017. Mantenimiento del tractor agrícola. Curso de actualización profesional, Facultad de Ingeniería Agrícola. Universidad Nacional Agraria la Molina.
- Sandoval, J. 2013. Valuación de costos de operación de maquinaria pesada de última generación. Universidad de San Carlos de Guatemala. Disponible en http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_3594_C.pdf
- Superintendencia nacional de aduanas y de administración tributaria (SUNAT). 2017. Disponible en <http://www.sunat.gob.pe/>
- Superintendencia de Banca y Seguro (SBS). 2017. Disponible en www.sbs.gob.pe
- Universidad de la Laguna. 2011. Curso de procedimientos de construcción (en línea). Disponible en <http://www.conduceperu.com/claroline/claroline/backends/download.php?url=L0V4Y2F2YWRvcMffaGlkcmF1bGljYS5wZGY%3D&cidReset=true&cidReq=OEH>
- Urdaneta, G. 2011. Costos de equipo de construcción. Disponible en <https://es.scribd.com/doc/60172702/Costo-de-Equipos-de-Construccion>

- Vargas, R. 1999. La maquinaria pesada en movimiento de tierras (descripción y rendimiento). Instituto tecnológico de la construcción. Disponible en http://inonavit.janium.net/janium/TESIS/Licenciatura/Vargas_Sanchez_Roberto_44683.pdf

VIII. ANEXOS

Anexo 1: Programa de mantenimiento de la maquina marca "X" modelo 123C

| PROGRAMA CÍCLICO DE MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS VALORIZADO | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-------|-------------------------------|----------------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | N/P | CANT. | PRECIO ESPECIAL C. ABIERTO | PM1 250 HRS | PM2 500 HRS | PM3 750 HRS | PM3 1000 HRS | PM1 1250 HRS | PM2 1500 HRS | PM1 1750 HRS | PM4 2000 HRS |
| LUBRICANTES | | | | | | | | | | | |
| ACEITE MOTOR (20 Lt.) | 4001/1805E | 1 | 61.82 | X | X | X | X | X | X | X | X |
| ACEITE REDUCTOR DE GIRO Y ORUGAS (15 Lt.) | 4000/0305E | 1 | 68.45 | I | X | I | X | I | I | I | X |
| ACEITE HIDRÁULICO (200 Lt.) | 4002/0701E | 200 | 490.00 | I | I | I | I | I | I | I | I |
| GRASA COJINETE GIRO (12.5 Kg) | 4003/2006 | 1 | 119.74 | I | I | I | X | I | I | I | X |
| REFRIGERANTE (30 Lt.) | 4006/1115 | 1 | 46.12 | I | I | I | I | I | I | I | X |
| | 4006/1110 | 2 | 30.58 | I | I | I | I | I | I | I | X |
| Precio Especial - Lubricantes Convenio Abierto USD | | | | 61.82 | 130.27 | 61.82 | 250.01 | 61.82 | 61.82 | 61.82 | 326.71 |
| FILTROS | | | | | | | | | | | |
| FILTRO ACEITE MOTOR | 320/04133A | 1 | 13.41 | X | X | X | X | X | X | X | X |
| FILTRO DE COMBUSTIBLE | 320/07382 | 1 | 52.36 | X | X | X | X | X | X | X | X |
| FILTRO SEPARADOR COMBUSTIBLE B. ELEVACION | 32/925994 | 1 | 46.62 | X | X | X | X | X | X | X | X |
| FILTRO SEPARADOR COMBUSTIBLE | 32/925869 | 2 | 78.88 | X | X | X | X | X | X | X | X |
| FILTRO AIRE EXTERIOR | 580/12020 | 1 | 61.46 | I | X | I | X | I | X | I | X |
| FILTRO AIRE INTERIOR | 580/12021 | 1 | 54.68 | I | I | I | X | I | I | I | X |
| FILTRO RESPIRADERO DE TANQUE | 335/P0621 | 1 | 22.28 | I | I | I | X | I | I | I | X |
| FILTRO HIDRÁULICO, retorno | 335/C7872 | 1 | 140.50 | I | X | I | X | I | I | I | X |
| FILTRO HIDRÁULICO, drenaje | 332/B1489 | 1 | 28.19 | I | X | I | X | I | I | I | X |
| FILTRO HIDRÁULICO, servo | 335/G2061 | 1 | 19.58 | I | X | I | X | I | I | I | X |
| FILTRO HIDRÁULICO, en línea | 335/G0556 | 1 | 29.50 | I | I | I | X | I | I | I | X |
| FILTRO HIDRÁULICO, aspiración | 335/G0386 | 1 | 124.96 | I | I | I | I | I | I | I | X |
| FILTRO RECIRCULACION AIRE (cabin) | 30/926020 | 2 | 102.67 | I | I | I | X | I | I | I | X |
| Precio Especial - Filtras Convenio Abierto USD | | | | 191.27 | 440.99 | 191.27 | 650.12 | 191.27 | 252.73 | 191.27 | 775.08 |
| INSUMOS | | | | | | | | | | | |
| PAÑO INDUSTRIAL | RMAQ0159L | 30 | 2.28 | X | X | X | X | X | X | X | X |
| LIMPIADOR DE CONTACTOS | RMAQ0066L | 1 | 8.63 | I | X | I | X | I | X | I | X |
| TRAJE TYVEK | RMAQ0501L | 2 | 9.50 | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Precio Especial - Insumos Convenio Abierto USD | | | | 11.78 | 20.41 | 11.78 | 20.41 | 11.78 | 20.41 | 11.78 | 20.41 |
| MANO DE OBRA | | | | | | | | | | | |
| SERVICIO PM1 - TIPO 250 HRS | 210002 | 4 | 121.60 | X | I | X | I | X | I | X | I |
| SERVICIO PM2 - TIPO 500 HRS | 210003 | 5 | 152.00 | I | X | I | I | I | X | I | I |
| ADICIONAL PRIMERAS 500 HRS | 210003 | 2 | 60.80 | I | X | I | I | I | I | I | I |
| SERVICIO PM3 - TIPO 1000 HRS | 210004 | 8 | 243.20 | I | I | I | X | I | I | I | I |
| SERVICIO PM4 - TIPO 2000 HRS | 210005 | 1 | 364.80 | I | I | I | I | I | I | I | X |
| COMPARATIVO CONVENIO ABIERTO DE MANTENIMIENTOS VS. KITS INDIVIDUALES DE MANTENIMIENTOS 250 - 2000 HRS | | | | | | | | | | | |
| KITS DE MANTENIMIENTOS INDIVIDUALES (SIN CONVENIO) | | | | Pago 1 | Pago 2 | Pago 3 | Pago 4 | Pago 5 | Pago 6 | Pago 7 | Pago 8 |
| | | | | 438.74 | 907.74 | 438.74 | 1304.15 | 438.74 | 554.11 | 438.74 | 1747.69 |
| | | | | Total 250 - 2000 hrs | | | | | | | |
| | | | | USD 6268.65+ IGV | | | | | | | |
| CONVENIO ABIERTO DE MANTENIMIENTOS (INC. DESCUENTOS ESPECIALES) | | | | Co-Pago 1 | Co-Pago 2 | Co-Pago 3 | Co-Pago 4 | Co-Pago 5 | Co-Pago 6 | Co-Pago 7 | Co-Pago 8 |
| | | | | 386.47 | 804.47 | 386.47 | 1163.74 | 386.47 | 486.96 | 386.47 | 1547.79 |
| | | | | Total 250 - 2000 hrs | | | | | | | |
| | | | | USD 5548.83+ IGV | | | | | | | |
| AHORRO 11 % CON RESPECTO AL PRECIO DE LISTA | | | | | | | | | | | |
| DÓLAR MÁQUINA: USD 2.77 + IGV | | | | | | | | | | | |
| Consideraciones adicionales: | | | | | | | | | | | |
| * Precios expresados en dólares y no incluyen IGV. | | | | | | | | | | | |
| * Convenio de Mantenimientos incluye mano de obra, respuestas y desplazamiento en radio de acción 50 km. No incluye gastos de acreditación para ingreso a obra (ex. médico, charlas, etc.) | | | | | | | | | | | |
| * En ambientes agresivos, se debe evaluar reducir la frecuencia de cambio de filtros de aire y combustible. | | | | | | | | | | | |
| * Intervalo de Mantenimientos: PM0: 100 horas / PM1: 250, 750, 1250 y 1750 horas / PM2: 500 y 1500 horas / PM3: 1000 horas / PM4: 2000 horas. | | | | | | | | | | | |
| * En caso de periodos largos de inactividad, el parámetro de frecuencia de mantenimientos debe cambiar de horas trabajadas a meses desde el último mantenimiento: 250 hrs = 3 meses | | | | | | | | | | | |

Anexo 2: Costo de mantenimiento de la maquina marca “Y”

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|-------------------------------------|------------------------------------------------|----------------|-------------------------------------------|-------------------------|------------------------------------------------|------------------------------|
| Servicio a facturar (evento) | Kit de repuestos necesarios para los PM | Fluidos | Tarifa para el servicio contratado | Total por evento | Cantidad de eventos en 2,000 Horas hrs. | Gran Total por evento |
| PM1 | 104.30 | 159.89 | 390.75 | 654.95 | 3 | 1,964.82 |
| PM 1F | 397.27 | 318.62 | 390.75 | 1,106.64 | 1 | 1,106.64 |
| PM2 | 196.32 | 159.89 | 499.91 | 856.13 | 2 | 1,712.24 |
| PM3 | 429.70 | 318.62 | 1,005.15 | 1,753.47 | 1 | 1,753.47 |
| PM4 | 596.78 | 946.31 | 1,462.73 | 3,005.82 | 1 | 3,005.82 |
| Total (USD) | 9,542.99 | | | | | |
| Total (USD/hr) | 4.77 | | | | | |

**Anexo 3: Costo de mantenimiento de la maquina marca “Y”
PM1 (cada 250 horas)**

**ORDEN DE TRABAJO
MANTENIMIENTO PREVENTIVO PM1
(Cada 250 Hrs)**

N° O.T. :

| Datos del Equipo | | Realizado | |
|------------------|------------|-----------------------------|------------------------|
| Código : | | Fecha inicio : ___/___/___ | Hora Inicio : ___:___ |
| Descripción : | EXCAVADORA | Fecha término : ___/___/___ | Hora termino : ___:___ |
| Modelo : | | Horómetro : _____ | Hrs. |



*Todo trabajo de reparación requiere el bloqueo de la máquina.
*Todo bloqueo es individual y se hace en la llave de corte general de energía.
*El aceite caliente puede causar daños severos a la piel.

Repuestos y materiales a utilizar

| Código | Descripción | Fecha | Cantidad | Costo unit. |
|--------|-----------------------------------|-------------|----------|-------------|
| | Fascos para muestras de aceite | ___/___/___ | 1 | ..... |
| | Etiquetas para muestras de aceite | ___/___/___ | 1 | ..... |
| | Mangueras para muestras de aceite | ___/___/___ | 1 m | ..... |
| | Filtro de motor | ___/___/___ | 1 | ..... |
| | Filtro aire primario | ___/___/___ | 1 | ..... |
| | Filtro primario de combustible | ___/___/___ | 2 | ..... |
| | Filtro secundario de combustible | ___/___/___ | 1 | ..... |
| | Aceite de motor 15W40 | ___/___/___ | 8 gln | ..... |
| | Grasa EP2 | ___/___/___ |  | ..... |
| | DIALISIS DE ACEITE HIDRAULICO | ___/___/___ |  | ..... |
| | MALETA DE PRUEBAS HIDRAULICAS | ___/___/___ |  | ..... |
| | MALETA DE BLOW BY | ___/___/___ |  | ..... |
| | ELECTRONIC TECHNICAL (ET) | ___/___/___ |  | ..... |

Anexo 4: Costo de mantenimiento de la maquina marca “Y” PM2 (cada 500 horas)

**ORDEN DE TRABAJO
MANTENIMIENTO PREVENTIVO PM2
(Cada 500 Hrs)**

N° O.T. :

| Datos del Equipo | | Realizado | |
|-------------------------|-------------------|--------------------------|-------------------------|
| Código : | | Fecha inicio : __/__/__ | Hora inicio : __:__:__ |
| Descripción : | EXCAVADORA | Fecha término : __/__/__ | Hora termino : __:__:__ |
| Modelo : | _____ | Horómetro : _____ | Hrs. |



*Todo trabajo de reparación requiere el bloqueo de la máquina.
*Todo bloqueo es individual y se hace en la llave de corte general de energía.
*El aceite caliente puede causar daños severos a la piel.

Repuestos y materiales a utilizar

| Código | Descripción | Fecha | Cantidad |
|--------|--------------------------------------|----------|----------|
| | Frascos para muestras de aceite | __/__/__ | 1 |
| | Etiquetas para muestras de aceite | __/__/__ | 1 |
| | Mangueras para muestras de aceite | __/__/__ | 1 m |
| | Filtro de motor | __/__/__ | 1 |
| | Filtro aire primario | __/__/__ | 1 |
| | Filtro aire secundario | __/__/__ | 1 |
| | Filtro primario de combustible | __/__/__ | 1 |
| | Filtro secundario de combustible | __/__/__ | 1 |
| | Filtro RACOR | __/__/__ | 1 |
| | Aceite de motor 15W40 | __/__/__ | 10 gal |
| | Grasa EP2 | __/__/__ | 0,5 Kg |
| | DIALISIS DE ACEITE HIDRAULICO | __/__/__ | |
| | MALETA DE PRUEBAS HIDRAULICAS | __/__/__ | |
| | MALETA DE BLOW BY | __/__/__ | |
| | ELECTRONIC TECHNICAL (ET) | __/__/__ | |

Anexo 5: Costo de mantenimiento de la maquina marca “Y” PM3 (cada 1000 horas)

**ORDEN DE TRABAJO
MANTENIMIENTO PREVENTIVO PM3
(Cada 1000 Hrs)**

N° O.T. :

| Datos del Equipo | | Realizado | |
|------------------|-------------------|---------------------|--------------------|
| Código : | | Fecha inicio : / / | Hora Inicio : : : |
| Descripción : | EXCAVADORA | Fecha término : / / | Hora término : : : |
| Modelo : | 325DL | Horómetro : _____ | Hrs. |



*Todo trabajo de reparación requiere el bloqueo de la máquina.
*Todo bloqueo es individual y se hace en la llave de corte general de energía.
*El aceite caliente puede causar daños severos a la piel.

Repuestos y materiales a utilizar

| Código | Descripción | Fecha | Cantidad | Costo unit. |
|----------|---------------------------------------|-------|----------|-------------|
| | Frascos para muestras de aceite | / / | 6 | ..... |
| | Etiquetas para muestras de aceite | / / | 6 | ..... |
| 177-9343 | Toma rápida | / / | 2 | ..... |
| 1U-8757 | Mangueras para muestras de aceite | / / | 3.0 m | ..... |
| 1R-1807 | Filtro de motor | / / | 1 | ..... |
| 6I-2503 | Filtro aire primario | / / | 1 | ..... |
| 6I-2504 | Filtro aire secundario | / / | 1 | ..... |
| 1R-0762 | Filtro primario de combustible | / / | 1 | ..... |
| 326-1644 | Filtro secundario de combustible | / / | 1 | ..... |
| RA2040TM | Filtro RACOR | / / | 1 | ..... |
| 179-9606 | Filtro hidráulico | / / | 1 | ..... |
| 093-7521 | Filtro hidráulico | / / | 1 | ..... |
| 6I-9570 | Filtro hidráulico | / / | 1 | ..... |
| 3E-8713 | Aceite de motor 15W40 | / / | 10 gal | ..... |
| 8T-9578 | Aceite SAE-50 - mando de giro | / / | 5 gal | ..... |
| 8T-9578 | Aceite SAE-50 - Mando final derecho | / / | 2.5 gal | ..... |
| 8T-9578 | Aceite SAE-50 - Mando final izquierdo | / / | 2.5 gal | ..... |
| | Grasa EP2 | / / | 0.5 Kg | ..... |
| | DIALISIS DE ACEITE HIDRAULICO | / / |  | ..... |
| | MALETA DE PRUEBAS HIDRAULICAS | / / |  | ..... |
| | MALETA DE BLOW BY | / / |  | ..... |
| | ELECTRONIC TECHNICAL (ET) | / / |  | ..... |

Anexo 6: Cotización de repuestos de excavadora

| | | |
|--------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| COTIZACIÓN DE REPUESTOS | | N° |
| FECHA | 12/04/2018 | VENDEDOR |
| CLIENTE | CRISTIAN ADUTO | RIGOBERTO FLORES |
| RUC | | CORREO |
| DIRECCIÓN | | rigoberto.flores@derco.pe |
| CONTACTO | | EQUIPO |
| TELÉFONO | | EXCAVADORA |
| CORREO | | MODELO |
| | | JS220 |
| | | N°SERIE MAQ. |
| | | |
| | | N° SERIE MOT. |
| | | |

| IT | CÓDIGO SOLICITADO | CÓDIGO REEMPLAZO | DESCRIPCIÓN | CANT | STOCK EN (DIAS) | PRECIO LISTA | PRECIO VTA. | TOTAL US\$ |
|-----------------------------------|-------------------|------------------|---------------------------------|------|-----------------|--------------|-------------|------------------|
| 1 | 331/42441 | | H.RODILLO SUP.JS200 | 4 | 20 | 217.21 | 188.97 | 755.89 |
| 2 | 1316/3812D | | TORNILLO RODILLO SUP.JS200 | 8 | 20 | 6.51 | 5.66 | 45.31 |
| 3 | JHP0044 | | ARANDELA RODILLO SUP.JS200 | 8 | OK | 2.43 | 2.11 | 16.91 |
| 4 | 335/F2049 | | PLACA JS200LC | 98 | 20 | 80.77 | 70.27 | 6,886.45 |
| 5 | 332/J2833 | | H.TORNILLO ESLABON CADENA | 392 | 20 | 2.10 | 1.83 | 716.18 |
| 6 | JSA0038A | | TUERCA ZAPATA JS200 | 392 | OK | 1.74 | 1.51 | 593.41 |
| 7 | 332/J2795 | | H.CADENA RODADO 49 LINK JS200 | 2 | OK | 4,609.61 | 4,010.96 | 8,020.72 |
| 8 | 980/84672 | | G.SEGURO PASADOR CALZA J300 456 | 5 | OK | 6.88 | 6.54 | 32.68 |
| 9 | 980/84670 | | PUNTA CUCHARON JS200 | 5 | OK | 37.64 | 35.76 | 178.79 |
| 10 | 980/84769 | | ADAPTADOR DE PUNTA | 5 | OK | 65.42 | 62.15 | 310.75 |
| 11 | 980/84671 | | G.PASADOR CALZA J300 456 | 5 | OK | 6.88 | 6.54 | 32.68 |
| Sub Total - REPUESTOS US\$ | | | | | | | | 17,589.77 |

| | |
|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| OBSERVACIONES | SUB TOTAL US\$ 20,164.42 |
| | DESCUENTO US\$ 2,574.65 |
| | VALOR VENTA US\$ 17,589.77 |
| | IGV (18%) 3,166.16 |
| | TOTAL US\$ \$ 20,755.93 |
| | TIPO DE CAMBIO |
| | TOTAL SI/ |

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NOTAS | |
| 1.- Montos expresados en Dolares Americanos (US\$) 2.- Validez de la Oferta: Treinta (30) dias calendarios 3.- El servicio será realizado pago adelantado o con orden de servicio previa autorización de nuestra área de crédito 4.- Credito a 60 dias | <div style="text-align: right; margin-bottom: 10px;"> Autorización del Cliente Nombre: Cargo : </div> <div> Orden Serv. N°: Fecha Orden: </div> |