



ANÁLISIS COMPARATIVO DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y RENDIMIENTO  
EN CAMPO DE MAQUINARIA PARA EXTRACCIÓN DE TIERRA

PRESENTADO POR

LUIS FERNANDO ARÉVALO BALLÉN

ID: 139888

CAMILO HERNÁNDEZ MÉNDEZ

ID: 137506

CORPORACIÓN UNIVERSITARIA MINUTO DE DIOS - UNIMINUTO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA INGENIERÍA CIVIL, SEDE CUNDINAMARCA  
CENTRO REGIONAL  
ZIQAQUIRÁ,  
2014



ANÁLISIS COMPARATIVO DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y RENDIMIENTO  
EN CAMPO DE MAQUINARIA PARA EXTRACCIÓN DE TIERRA

PRESENTADO POR

LUIS FERNANDO ARÉVALO BALLÉN

ID: 139888

CAMILO HERNÁNDEZ MÉNDEZ

ID: 137506

Trabajo de grado presentado como requisito  
para optar al título de Ingeniero Civil.

DIRECTORA

ING. ZAIDA PATRICIA ARBOLEDA

CORPORACIÓN UNIVERSITARIA MINUTO DE DIOS - UNIMINUTO

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA INGENIERÍA CIVIL, SEDE CUNDINAMARCA

CENTRO REGIONAL ZIPAQUIRÁ,

2014

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecemos inicialmente a Dios, quien ha sido nuestra guía en todo momento, nos ha colmado de bendiciones y ha cumplido nuestro sueño. Él ha hecho de nuestro caminar un encuentro con el conocimiento.

De la misma manera agradecemos a nuestros padres y hermanos, quienes han sido el motor de nuestras vidas y con su apoyo incondicional nos acompañaron durante este largo camino del saber.

A nuestra asesora de proyecto, Ingeniera Zaida Patricia Arboleda por su debido acompañamiento incondicional y dedicación en nuestro proceso de formación profesional.

Este documento es el resultado de un trabajo institucional, que fue posible gracias al esfuerzo y perseverancia de muchas personas comprometidas con dicha causa.

Nota de aceptación

---

---

---

---

---

---

---

Firma del presidente jurado

---

Firma del jurado

---

Firma del jurado

Zipaquirá Mayo de 2014

# CONTENIDO

Contenido.	
INTRODUCCIÓN .....	3
JUSTIFICACIÓN .....	4
1 OBJETIVOS .....	5
1.1 General .....	5
1.2 Específicos .....	5
2 MARCO TEORICO.....	6
2.1 ANTECEDENTES .....	6
2.1.1 MOVILIDAD E HIDRÁULICA .....	6
2.1.2 AUTOMATIZACIÓN, OPERACIÓN INTELIGENTE .....	7
2.1.3 EXCAVADORA.....	8
2.2 ADQUISICIÓN DE MAQUINARIA.....	10
2.3 SEGUROS .....	10
2.4 TRANSPORTE.....	11
2.5 OPERACIÓN.....	12
2.6 SEÑALIZACIÓN .....	13
2.7 MAQUINARIA EMPLEADA EN MOVIMIENTO DE TIERRAS .....	14
2.8 FACTORES QUE INFLUYEN EN EL RENDIMIENTO DE LA MAQUINARIA PESADA 14	
2.8.1 Resistencia al rodamiento .....	14
2.8.2 Resistencia por pendiente.....	14
2.8.3 Eficiencia de operación.....	14
2.8.4 Condiciones climáticas .....	15
2.9 MAQUINAS DE CICLO INTERMITENTE .....	15
2.10 EXCAVADORAS HIDRÁULICAS .....	16
2.10.2 RENDIMIENTO DE LAS EXCAVADORA .....	18
2.11 MAQUINARIA DE DEMOLICIÓN Y DERRIBO .....	19
2.11.1 CARGADORAS RETROEXCAVADORAS .....	19
3 MÉTODO .....	21

3.1	MÉTODO DE CAMPO .....	21
3.2	METODOLOGÍA .....	21
4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	22
4.1	Trabajo en campo.....	57
5	CONCLUSIONES .....	62
6	RECOMENDACIONES .....	63
7	BIBLIOGRAFÍA .....	64
8	ANEXOS .....	66

## ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla: 1. Mini Excavadoras. ....	22
<b>Tabla: 2. Mini excavadoras.</b> .....	24
Tabla: 3. Mini excavadoras. ....	26
Tabla: 4. Rendimiento Mini excavadoras John Deere 27. ....	28
Tabla: 5. Rendimiento Mini excavadora Caterpillar 303.5. ....	29
Tabla: 6. Rendimiento Mini excavadora Komat'su PC27Mr-3. ....	30
Tabla: 7. Excavadoras. ....	32
Tabla: 8. Excavadoras. ....	35
Tabla: 9. Excavadoras. ....	38
Tabla: 10. Excavadoras. ....	41
Tabla: 11. Rendimiento excavadoras. ....	44
Tabla: 12. Rendimiento Excavadora.....	45
Tabla: 13. Rendimiento excavadora.....	46
Tabla: 14 Retroexcavadoras. ....	48
Tabla: 15. Retroexcavadoras. ....	51
Tabla: 16. Rendimiento retroexcavadora. ....	54
Tabla: 17. Rendimiento retroexcavadoras.....	55
Tabla: 18. Rendimiento retroexcavadora.....	56
Tabla: 19. Anexo 1. % Abundamiento.....	66
Tabla: 20. Anexo 2. Factores de rendimiento de trabajo (E) en función de condición de obra y de calidad de administración. ....	66
Tabla: 21. Anexo 3. Factores de llenado (K) para cucharones de palas cargadoras. ....	67

## INDICE DE FIGURAS.

Figura. 1. Pala Otis, la primera excavadora patentada en el año 1835. ....	9
Figura. 2. Largo del brazo en metros de mini excavadora. ....	27
Figura. 3. Peso en kilogramos de mini excavadoras. ....	27
Figura. 4. Peso en kilogramos tabla 7. ....	33
Figura. 5. Fuerza de trabajo tabla 7. ....	34
Figura. 6. Potencia de trabajo tabla 7. ....	34
Figura. 7. Peso tabla 8. ....	36
Figura. 8. Fuerza de trabajo tabla 8. ....	36
Figura. 9. Potencia tabla 8. ....	37
Figura. 10. Peso kilogramos tabla 9. ....	39
Figura. 11. Fuerza de trabajo tabla 9. ....	39
Figura. 12. Potencia de trabajo tabla 9. ....	40
Figura. 13. Peso tabla 10. ....	42
Figura. 14. Potencia tabla 10. ....	43
Figura. 15. Fuerza de trabajo tabla 10. ....	43
Figura. 16. Fuerza de cucharón. Tabla 14. ....	49
Figura. 17. Fuerza de brazo. Tabla 14. ....	49
Figura. 18. Potencia grafica 14. ....	50
Figura. 19. Fuerza del cucharón. Tabla 15. ....	52
Figura. 20. Fuerza del Brazo. Tabla 15. ....	53
Figura. 21. Potencia. Tabla 15. ....	53



## RESUMEN

Es de suma importancia en todo proyecto de obra civil que el Ingeniero o Contratista a cargo del mismo, tenga claro que el éxito del buen desarrollo de las actividades de obra radica no solo en la búsqueda de la economía, sino en la adecuada selección de la maquinaria a emplear para diferentes fines constructivos.

En el desarrollo del presente documento, se recopila y selecciona de manera detallada información de gran relevancia acerca de maquinaria pesada (mini excavadoras, excavadoras - retroexcavadoras) utilizada durante una etapa importante en el transcurso de una obra, como son los trabajos de extracción de tierra, enfatizando en algunos factores técnicos, mediante un comparativo de estas máquinas, manejadas por tres marcas muy recocidas (John Deere, Caterpillar, Komat'su), con la finalidad de contribuir a una adecuada selección por parte de la persona a cargo del proyecto, acerca del tipo de máquina a emplear para la debida ejecución de las actividades a realizar.

De igual forma se presenta una comparación del rendimiento de una mini excavadora, una excavadora, y una retroexcavadora obtenida en campo, con el rendimiento obtenido por medio de cálculo teórico basado en formula.

Por otra parte se complementa con apoyo visual por medio de imágenes cuyo fin es garantizar un alto entendimiento del papel desempeñado por estas máquinas dentro de una obra.

### PALABRAS CLAVES:

*Maquinaria pesada, Movimientos de tierra, Extracción materiales pétreos, Rendimiento obras civiles.*

## ABSTRACT

It is of utmost importance in all civil works project the Engineer or Contractor in charge of it , be clear that the success of developmentally appropriate activities work it lies not only in the search for the economy, but in the proper selection of the machinery to be used for various construction purposes.

In the development of this document is collected and selected detail information of great significance about heavy machinery ( excavators , excavators - bulldozers ) used during an important stage in the course of a work such as the work of removal of soil , emphasizing some technical factors , this by a comparison of these machines , managed by three brands very annealed ( John Deere , Caterpillar , Komat'su ) , in order to contribute to a proper selection by the person in charge of the project, about the type of machine to be used for the proper execution of the activities undertaken .

Similarly a comparison of the performance of an excavator, a bulldozer and a backhoe field obtained with the yield obtained by theoretical calculation based formulation presented.

Moreover complements support through visual images intended to give a high understanding of the role of these machines within a work.

### KEYWORDS:

*Heavy machinery, Earthworks, stone materials extraction, Performance civil works.*

## INTRODUCCIÓN

Para la realización de los diferentes proyectos civiles se deben ejecutar algunas actividades en las que se hace necesario emplear diferentes tipos de maquinaria. Los contratistas y otras personas a cargo de la obra generalmente consultan catálogos de los diferentes proveedores, pero en algunos casos este tipo de información no es muy concisa.

El objetivo del presente documento fue proporcionar de manera detallada y puntual, información relevante acerca de la maquinaria empleada para la extracción de tierra (mini excavadoras, excavadoras y retroexcavadoras) durante el transcurso de los múltiples proyectos civiles, por medio de una comparación de especificaciones técnicas entre tres de las marcas más reconocidas a nivel mundial.

De la misma forma se nombran y enfatizan aspectos de suma importancia a la hora de adquirir alguna de estas máquinas si el contratista así lo desea.

El conocimiento de la maquinaria pesada más apropiada para el desarrollo de ciertas actividades en la construcción, representa un componente indispensable e importante para el ingeniero, con la finalidad de maximizar la productividad de las máquinas en cada tarea asignada.

“El éxito de un proyecto no solo depende de su componente económico, sino también de la adecuada escogencia de la maquinaria, su correcta operación, el conocimiento de la misma y la experiencia de quienes ejecutan las diferentes actividades de construcción” (Solano, 2011).

## **JUSTIFICACIÓN**

El presente documento tiene como finalidad brindar una herramienta de consulta técnica e investigativa a UNIMINUTO haciendo énfasis en maquinaria empleada para extracción de tierra, de esta manera se buscara instruir y optimizar el conocimiento hacia esta maquinaria por parte de estudiantes del programa de ingeniería civil y todas aquellas personas que de una u otra manera intervienen durante la ejecución de cualquier tipo de obra civil.

De la misma forma se busca proporcionar un apoyo técnico para todos aquellos ingenieros civiles ya egresados, que en algunos casos no cuentan con el debido conocimiento acerca de las ventajas que puede proporcionar el indagar de manera más puntual sobre las diversas características de este tipo de maquinaria, lo que conllevaría a grandes ahorros económicos ante la toma de una decisión acertada.

# 1 OBJETIVOS

## 1.1 General

- ✓ Establecer un análisis comparativo de las especificaciones técnicas en máquinas mini excavadoras, excavadoras y retroexcavadoras marcas John Deere, Caterpillar y Komat'su, para extracción de tierra.

## 1.2 Específicos

- ✓ Investigar sobre las diferentes características técnicas de algunas de las mini excavadoras, excavadoras y retroexcavadoras más reconocidas a nivel nacional (John Deere, Caterpillar, Komat'su).
- ✓ Comparar por medio de tablas de información técnica el rendimiento obtenido en campo versus el teórico, de una mini excavadora, excavadora y retroexcavadora objeto de estudio.
- ✓ Identificar y correlacionar los factores técnicos determinantes y de mayor relevancia entre estas máquinas.
- ✓ Estructurar una herramienta de consulta por medio de cuadros comparativos, como guía de trabajo de campo.

## 2 MARCO TEORICO

### 2.1 ANTECEDENTES

Con el paso del tiempo la maquinaria empleada para trabajos de extracción de tierra ha venido presentado grandes cambios, lo que ha llevado a una evolución drástica en favor del desarrollo de tareas que día tras día se hacen presentes en el ámbito de la construcción.

Según Construdata (2013-2014, pp.21-22) en principio la única forma de energía con que se contaba era la humana o animal, pero hacia el siglo XVIII se dio invención a la máquina de vapor, que un siglo más tarde inicio su aparición dentro de las obras y transportes con lo que se dio un paso gigante en la evolución de la maquinaria.. En el año de 1878 se utilizó la excavadora de vapor de cangilones, para fines constructivos de las obras correspondientes al canal de Suez, que une el mar Mediterráneo con el mar Rojo entre África y Asia, lo que represento ahorros significativos en la mano de obra.

Otros avances de gran trascendencia para el desarrollo de nuevas máquinas fueron el empleo del motor de explosión y el motor eléctrico que se dio a finales del siglo XIX, seguidos por la introducción del motor de combustión interna empleado hacia los primeros años del siglo XX. . (Construdata 2013-2014, ed.169, p.21)

#### 2.1.1 MOVILIDAD E HIDRÁULICA

Luego de que las maquinas contaran con una fuente de propulsión eficiente, los fabricantes se enfocaron en buscar cómo mejorarlas. Un aspecto que determinaron importante para hacerlo fue su debido transporte, puesto que inicialmente las maquinas se montaban en vías férreas o utilizaban ruedas de hierro, lo que se mejoró hacia los años treinta ya que se producían con aumento de velocidad, permitiendo que su movilidad fuera más fácil y eficiente. Sin embargo a medida que avanza su evolución, de igual forma incremento su peso, lo que ocasiono dificultad para su traslado entre las distintas obras. (Construdata 2013-2014, ed.169, p.21)

La movilidad de las maquinas mejoro notablemente con la adopción de cadenas (Orugas) sistema que se desarrolló en la Primera Guerra Mundial y con el empleo de grandes

neumáticos, implementado en la Segunda Guerra Mundial (Construdata 2013-2014, ed.169, p.21)

Después de la Segunda Guerra Mundial, la industria de la construcción experimento otro cambio; en el siglo XVII, Blaise Pascal descubrió que cuando se aplica presión a un líquido, esta se transmite en igual dirección y sentido a través del mismo, por lo que se determinó que al aplicar esta regla a los pistones producía una fuerza que podía emplearse en la maquinaria. (Construdata 2013-2014, ed.169, p.21)

Este descubrimiento permitió que la maniobrabilidad, precisión y exactitud de los equipos pesados incrementara exponencialmente. Una de las primeras máquinas de este tipo fue la excavadora hidráulica producida por Carlo y Mario Brunei en 1948.

### **2.1.2 AUTOMATIZACIÓN, OPERACIÓN INTELIGENTE**

El gran salto en la evolución de la maquinaria pesada llegó con la automatización, cuyo origen se remonta a 1750, durante la revolución industrial, y hace referencia al uso de máquinas o dispositivos creados para seguir una secuencia repetitiva de operaciones respondiendo a instrucciones predeterminadas, y sustituyendo el esfuerzo físico humano por la observación o toma de decisiones. (Construdata 2013-2014, ed.169, p.22)

Un ejemplo de su aplicación es la telemática, que integra las telecomunicaciones y la informática para controlar la ubicación, uso y condición operativa de la maquinaria pesada. Funciona mediante un receptor GPS (Sistema de Posicionamiento Global) y un dispositivo de comunicaciones (módulo de control) instalados en cada equipo. El primero determina la localización y el segundo captura información de los sensores. . (Construdata 2013-2014, ed.169, p.22)

Esto facilita a los usuarios obtener informes que indiquen, cuantas horas operaron las excavadoras, lo que permitirá evaluar el rendimiento del operador. . (Construdata 2013-2014, ed.169, p.22)

### 2.1.3 EXCAVADORA

El primer prototipo se desarrolló en el siglo XVIII y fue conocido como draga flotante. Aunque esta máquina no fue usada sobre terreno sólido, sino en el agua, su desarrollo marcó el comienzo de la maquinaria avanzada: consistió en una cadena conectada a un cucharón que era dirigido por fuerza animal o humana. El dispositivo más antiguo apareció en 1976 y fue empleado para tareas de excavación en el puerto de Sunderland, Inglaterra.

Más adelante, William S. Otis diseñó una excavadora de cucharón – individual llamada la pala Otis (Figura 1.) para su empresa contratista, Carmichael & Fairbanks. Otis utilizó la invención del motor a vapor, que había estado disponible desde 1800, y pensó que podía funcionar con un cucharón y un brazo articulado. Montado en vías férreas, fue el primer equipo de excavación en tierra en aparecer. (Construdata 2013-2014, ed.69, p.25)

En 1913, otros fabricantes como Osgood Dredge Co., Vulcan y Bucyrus Foundry & Manufacturing produjeron una máquina similar a la pala Otis. (Construdata 2013-2014, ed.69, p.25)

Las primeras palas fueron hechas para poder montarlas en la vías férreas y tuvieron características similares a la pala creada por Otis. Estos modelos fueron hechos de madera o de Steel fame, usados para soportar el boiler y el brazo de la máquina. La invención de Otis se mantuvo casi igual por más o menos cien años. Después de este tiempo, algunos fabricantes comenzaron a usar nuevos diseños y a crear nuevas configuraciones para adaptar a la máquina. (Construdata 2013-2014, ed.69, p.25)



**Figura. 1. Pala Otis, la primera excavadora patentada en el año 1835.**



Fuente: [excavalandia.blogspot.com](http://excavalandia.blogspot.com)

En la antigüedad hacia el siglo XVIII, tiempo en que se dio invención a las primeras máquinas encargadas de extraer tierra, materiales pétreos, entre otros, se requería de la intervención de varias personas encargadas de su manejo, para llevar a cabo las tareas asignadas, lo que hoy día ha cambiado considerablemente puesto que solo es necesario de un operario para alcanzar las metas trazadas.

Para el desarrollo de cualquier trabajo de campo que implique movimiento de material pétreo o diferentes sustratos, es indispensable contar con el apoyo de una herramienta técnica que facilite información para la debida toma de decisiones, se referencia lo siguiente:

## **2.2 ADQUISICIÓN DE MAQUINARIA**

De acuerdo a la magnitud del proyecto el contratista o constructor decidirá optar por la mejor alternativa entre comprar o rentar la maquinaria necesaria para efectuar los trabajos requeridos, por tal razón a continuación se describen algunos aspectos fundamentales a tener en cuenta si hay inclinación ante la primera de las dos opciones, debido a esto se referencia lo siguiente:

De acuerdo a Construdata 2013-2014, ed. 169, pp. 27-32), si se planea comprar maquinaria pesada, se debe tener en cuenta que el Gobierno Nacional expidió en noviembre de 2012 en decreto 2261 que regula, registra y controla la importación de equipos que puedan terminar en “actividades mineras sin las autorizaciones y exigencias previstas en la ley”. Esto significa que buldózer, retroexcavadoras y dragas, entre otros, no serán de libre importación, sino que deberán cumplir algunos requisitos para ingresar al país.

Los compradores solo recibirán el aval de importación del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo si cuentan con autorización de la DIAN, inscripción en el RUT y declaración del uso o destinación de la mercancía, entre otros.

Según (Andino, 2014) La maquinaria que se importe tendrá que contar con un sistema de Posicionamiento Global (GPS) o cualquier otro dispositivo de seguridad y monitoreo electrónico. Si no se cumplen estos requisitos, los equipos serán inmovilizados y puestos a disposición de la autoridad de transito competente.

El decreto también exige estar domiciliado o representado legalmente en el país; si es persona jurídica, acreditar existencia y representación legal; y si es persona natural, tener certificado de Cámara de Comercio. De igual manera, el comprador deberá manifestar bajo la gravedad del juramento que ni él ni sus representantes o socios han sido sancionados con la cancelación del permiso de la actividad que van a desarrollar. (Construdata 2013-2014, ed. 169, pp. 27-32).

## **2.3 SEGUROS**

Después de garantizar la adquisición legal de este tipo de maquinaria es necesario obtener una póliza de seguro para maquinaria pesada. Cubre daños generados por incendios, rayos, volcamiento, inundaciones, anegaciones y avalanchas, caída de rocas, explosiones no

generadas por actos malintencionados de terceros, impericia y negligencia del operario, hurtos simple y calificado, terremoto, temblor de tierra, maremoto y erupción volcánica, y colisión. (Roque, 2014)

Para solicitar el amparo, se deberá presentar, entre otros documentos, un informe de inspección del equipo, especificando el año de fabricación, características técnicas y fotográficas; las facturas y/o documentos que lo acrediten como propietario de la maquinaria; la relación detallada de las protecciones físicas y técnicas; y las recomendaciones del fabricante. (Roque, 2013-2014)

## **2.4 TRANSPORTE**

Durante el transporte de esta maquinaria, quien este a cargo del proyecto deberá garantizar altos estándares de seguridad, con la finalidad de evitar cualquier tipo de accidente durante su movilización al lugar de destino, de igual forma deberá realizar la respectiva movilización dentro de los horarios establecidos por el ente encargado.

Según (Construdata 2013-2014, ed.169, pp. 30-31), la resolución 4959 de 2006 reglamento los permisos para transportar cargas invisibles (que por sus características no pueden ser fraccionadas para su movilización), extra pesadas (indivisibles que exceden el peso bruto vehicular o los imites de peso por eje autorizados en las normas vigentes para el transito normal por las vías públicas) y extra dimensionadas (indivisibles que exceden las dimensiones de la carrocería de los vehículos dimensionales para la movilización de carga) por las vías nacionales o primarias, departamentales o secundarias, y municipales o terciarias, así como las especificaciones de los vehículos que se destinen a esta labor y las medias técnicas que se deben adoptar para la protección de la infraestructura vial.

La resolución también señala que no se requiere de registro ni de permiso para el transporte de carga extra dimensionada que sobresalga por la parte posterior del equipo en una longitud inferior a un metro, pero al automotor que realice del traslado deberá contar con un aviso o señal colocado en la parte posterior, visible y en buen estado, cuyo texto advierta: “Peligro Carga Larga”

Se determina que la movilización de cargas indivisibles, extra dimensionadas y extra pesadas en zonas rurales se debe realizar únicamente en horario diurno. Por esta razón, se debe tener en cuenta que el tiempo de desplazamiento entre las locaciones de origen y llegada para que por ningún motivo se exceda el límite de las 6:00 pm.

## 2.5 OPERACIÓN

El tema relacionado con la operación de esta maquinaria es de suma importancia, debido a que en esta etapa se pueden presentar grandes límites de accidentalidad, ante la mala manipulación de las maquinas por parte de operarios que carecen de la capacitación necesaria para realizar estas labores.

Según (Construdata 2013-2014, ed. 169, pp. 27-32), además de cumplir y aplicar todas las recomendaciones de operación que establece el fabricante y/o manual de funcionamiento del equipo existen otras normas generales a seguir:

- Antes de comenzar, verificar la estabilidad del terreno, el posicionamiento del equipo y guardar siempre distancia ante taludes, zanjas o toda alteración del terreno que pueda posibilitar el vuelco del equipo.
- Mientras se monten o desmonten partes móviles de la maquinaria no aflojar o retirar pernos a menos que las secciones estén bloqueadas y seguras.
- Durante la operación del equipo, solo el operador puede permanecer en la cabina. No transportar personal en este tipo de equipos.
- No ascender o descender del equipo en movimiento.
- Mantener la maquina libre de aceites y/o grasas en superficies que puedan causar caídas y/o incendios.
- Verificar la existencia de líneas eléctricas y/o servicios públicos aéreos y mantener una distancia segura (al menos de 10 pies de las líneas de servicios públicos y las distancias definidas por el RETIE para líneas eléctricas).
- No abandonar el equipo con motor encendido; si se debe descender de la cabina, accionar los frenos y usar tres tipos de apoyo para hacerlo.
- No realizar movimiento de tierra bajo condiciones de lluvia, y al reiniciar la actividad, revisar las condiciones del terreno.
- Durante las operaciones de mantenimiento o reparación, no utilizar ropa holgada ni joyas, y emplear los equipos de protección adecuados. La maquinaria debe estar estacionada en un terreno llano, con el freno de estacionamiento, la palanca de marchas a punto muerto, el motor parado y la batería desconectada.
- Para operaciones en zonas cercanas a otros equipos y personas, se debe contar con un auxiliar con su respectiva paleta de señalización “Pare/Siga”, y con algún medio de comunicación sonora con el operador del equipo.
- En la operación sobre lechos o cauces de ríos o quebradas en época de invierno o después de presencia de lluvia, se debe contar de forma permanente con un vigía aguas

arriba a fin de identificar represamientos naturales o artificiales de agua, lodo o sedimentos.

➤ Los equipos deben portar en todo momento la siguiente documentación:

Manual de operación del equipo en el idioma del operador.

Registros de los mantenimientos preventivos y correctivos realizados en los últimos 6 meses.

Procedimientos operativos de acuerdo con la actividad desarrollada.

Mediciones de ruido para identificar los tipos y eficiencias de las protecciones auditivas necesarias para los operadores.

Cuando se habla de poner en operación una excavadora hay varios significados que hay, que tener en cuenta debido a que afectan de una forma directa en el funcionamiento de la máquina.

Altura máxima de excavación: Es aquella que está comprendida entre el suelo donde esta parada la excavadora hasta la altura de su brazo estirado y con su balde abierto.

Altura máxima de descarga: Es similar a la anterior sino lo único que cambia es que es con su balde cerrado.

Profundidad de excavación: Es la máxima profundidad que alcanza el brazo de la excavadora totalmente estirado y con su balde abierto.

## **2.6 SEÑALIZACIÓN**

El Manual de Señalización Vial (Resolución 1050 de 2004) sobre el uso de maquinaria pesada instituye que las señales preventivas (aquellas que advierten a los usuarios de la vía sobre los peligros potenciales existentes en la zona) deben ubicarse con suficiente anticipación al lugar de inicio de la obra, tienen forma de rombo y sus colores serán naranja para el fondo y negro para para símbolos, textos, flechas y orla. En vías urbanas tendrán un tamaño mínimo de 75\*75 cm, y para carreteras y vías urbanas de alta velocidad, 90\*90 cm. Fija, que cuando las circunstancias en una obra generan que se habilite un solo carril para el tránsito en dos sentidos, a través de una distancia limitada, se tomaran las precauciones necesarias para que el paso de los vehículos sea alternado. Una de estas medidas es el uso de semáforos, que deberán emplearse en los tramos en donde por su extensión, condiciones de la vía u otro motivo, no exista contacto visual de los extremos del sector. Su empleo incluirá las intersecciones de una calle o carretera con vías de trabajo temporal, por donde cruce maquinaria pesada.

## **2.7 MAQUINARIA EMPLEADA EN MOVIMIENTO DE TIERRAS**

Excavaciones en seco o bajo agua (dragados), para lo que se emplean excavadoras de todo tipo, tractores con cuchilla (buldózer), traíllas, motoniveladoras escarificadoras, zanjadoras, dragas marítimas de cuchara, cangilones o de succión, maquinaria de aire comprimido y topos para perforación de túneles a succión completa. (Construdata 2013-2014, ed.169, p. 38)

De la maquinaria mencionada anteriormente, se hará énfasis en aquellas utilizadas para extracción de tierra.

## **2.8 FACTORES QUE INFLUYEN EN EL RENDIMIENTO DE LA MAQUINARIA PESADA**

Un factor de suma importancia es el rendimiento de estas máquinas, el cual se ve afectado por algunas variables que en ocasiones pueden ser favorables y en otras desfavorables, este factor se debe tener muy presente pues de este depende en gran medida la adecuada obtención de los resultados esperados en el tiempo programado. En base a esto a continuación se referencia lo siguiente:

### **2.8.1 Resistencia al rodamiento**

Según (Biblioteca Escuela de Ingeniería, tesis, Cap.6) Fuerza que opuesta por el terreno ante el giro de las ruedas, lo que ocasiona un desplazamiento limitado del vehículo generando retrasos en la ejecución de los trabajos. Este tipo de resistencia es medida en kilogramos, y la fuerza requerida para contrarrestarla se expresa en kilogramos de tracción. Esta depende del tipo de terreno a trabajar y en algunos casos del inflado de los neumáticos.

### **2.8.2 Resistencia por pendiente**

Es la fuerza que dificulta el desplazamiento de la maquina durante su ascenso en terrenos inclinados, esto debido a la fuerza de gravedad actuante sobre sobre la misma. En el descenso la fuerza de gravedad se convierte en un factor favorable para su correcto desplazamiento, este tipo de resistencia es medida en kilogramos.

### **2.8.3 Eficiencia de operación**

Definida como el porcentaje de tiempo que trabaja la máquina de manera efectiva durante las ocho horas de la jornada laboral. Este factor es determinado por el contratista, por lo

general es del 5/6 o sea (0,83) lo cual determina que la maquina trabaja 50 de cada 60 minutos.

#### **2.8.4 Condiciones climáticas**

Factores como el viento, la lluvia y condiciones climáticas desfavorables inciden de manera drástica en las horas de trabajo efectivas de la máquina, retrasando las labores a ejecutar.

Efectos de la altura sobre el nivel del mar

Es bien sabido que a medida que aumenta la temperatura sobre el nivel del mar disminuye drásticamente la presión atmosférica, esto reduce la potencia de los motores vehiculares de aspiración natural, por consiguiente genera una reducción de la fuerza de tracción de la máquina.

### **2.9 MAQUINAS DE CICLO INTERMITENTE**

Dentro de estas, se encuentran las que son utilizadas para excavaciones primarias, que en su mayoría poseen un cucharón cuya función es extraer el material y posteriormente vaciarlo para regresar nuevamente al punto de carga.

A cada grupo completo de operaciones se le conoce con el nombre de ciclo de trabajo. Un buen rendimiento en este tipo de máquinas dependerá de factores de gran relevancia como son el tamaño y eficiencia del elemento excavador, ya sea cucharón o cuchilla y a su vez del tiempo empleado en la realización de un ciclo completo que dependerá de la rapidez con que se cargue el material a trabajar, la velocidad de retiro, el descargue y el posterior retorno al punto de carga.

“La distancia a la que se debe mover la carga puede variar desde unos cuantos metros en la pala mecánica o a varios kilómetros en los acarrees con camión, la distancia es con frecuencia el factor determinante del ciclo de producción”. (Ingeniería B. E.)

Una formula general utilizada para determinar el rendimiento de cualquier maquina con ciclo regular es:

$$Rendimiento = (Q * K * E * 60 * FV * 0,764) / Cm \quad (m^3 \text{ Suelos/hr})$$

Dónde:

Q = Capacidad enrasada o colmada.

K = Factor de eficiencia del cucharón.

E = Factor de eficiencia de la máquina.

FV = Factor de abundamiento.

Cm = Ciclos por minuto.

m<sup>3</sup> = Unidad de medida en volumen

Si la eficiencia es aproximadamente de 0,80 se usan 50 minutos, en vez de 60 por la hora.

El factor K se puede suprimir cuando se toman cargas completas compactadas.

Bajo estas condiciones se puede usar la siguiente formula simplificada:

$$\text{Rendimiento} = (Q * 50 * E * 0,764) / Cm \quad (\text{m}^3 / \text{hr})$$

Como dice (Ingenieria B. E.) a un minuto es de mayor facilidad tomarlas en segundos, lo cual se hace multiplicando la cantidad de minuto por 60 segundos y se remplaza la sigla Cm por Cs (Ciclo en segundos).

Para 60 minutos es:

$$\text{Rendimiento} = (Q * K * E * 3600 * FV * 0,764) / Cs \quad (\text{m}^3 / \text{hr}).$$

Para 50 minutos es:

$$\text{Rendimiento} = (Q * E * 3000 * 0,764) / Cs \quad (\text{m}^3 / \text{hr}).$$

## 2.10 EXCAVADORAS HIDRÁULICAS

Según (Construdata 2013-2014, ed. 169, pp.54-55) Maquinas autopropulsadas sobre ruedas o cadenas con una superestructura capaz de efectuar una rotación de 360°, que excava, carga, eleva, gira y descarga materiales por la acción de una cuchara fija a un conjunto de pluma y balancín, sin que el chasis o la estructura portante se desplace.



Comúnmente son usadas para la excavación de rocas y tierra. Sin embargo, gracias a sus numerosos accesorios, también pueden ser empleadas para el corte de acero, rompimiento de concreto, taladro de hoyos en la tierra, cimientado de gravilla antes del pavimento, destrozado de rocas, acero y concreto; y hasta para demoler estructuras.

#### **2.10.1.1 Mini excavadoras**

- Principales características:
  - ✓ Altas fuerzas de excavación y tiempos de ciclo rápidos que generan más rendimiento.
  - ✓ Cabina espaciosa y controles ergonómicos con funciones auxiliares y de pluma giratoria integrada.
  - ✓ Acoplador para sujetar el pasador y desconexiones rápidas que permiten cambiar los accesorios rápidamente.
  - ✓ Bomba variable en vacío automático, de dos velocidades automáticas y con detección de carga que permite optimizar la eficiencia del combustible.
  - ✓ Radio de giro de cola compacto o estándar con opción de pluma fija o giratoria.

#### **2.10.1.2 Excavadora Pequeña**

- Principales características:
  - ✓ Bajo consumo de combustible.
  - ✓ Mayor potencia de excavación, capacidad de elevación y tracción en la barra de tiro.
  - ✓ La cabina cuenta con un monitor LCD a color, que brinda acceso al seguimiento de servicio, rendimiento y mantenimiento.

#### **2.10.1.3 Excavadora Grande**

- Principales características:
  - ✓ Gran par de rotación, potencia hidráulica, facilidad de manejo, ciclos más rápidos, menores costos operativos y de propiedad y óptima productividad en toneladas por hora.
  - ✓ Los cojinetes de rotación del bastidor superior están diseñados para producir un mayor contacto de superficie, lo que proporciona mayor estabilidad y disminuye el cabeceo de la máquina.
  - ✓ Están equipadas por un sistema que permite al cliente vigilar la máquina desde un lugar remoto, y así conocer de las horas de uso, la lubricación, la seguridad y el estado.

### 2.10.2 RENDIMIENTO DE LAS EXCAVADORA

Según (Ingeniería B. E.) Se hace énfasis en aquella maquinaria que realiza su trabajo por medio de una cuchara; entre las que están:

Palas de cucharón.

Cucharón de almeja.

Retroexcavadora.

Cabe resaltar que se deben tener en cuenta factores de suma importancia para el calcular de manera adecuada el rendimiento de esta clase de maquinaria, como son:

Tipo de material, la profundidad real del corte, ángulo de giro, dimensión del equipo frontal, eficiencia del operador, condiciones del equipo y obra, capacidad del vehículo.

La expresión para determinar dicho rendimiento es:

$$R = \frac{3600 * Q * E * K * 0,764}{T * FV}$$

Dónde:

R = Rendimiento en m<sup>3</sup>/hr medido en banco.

Q = Capacidad del cucharón.

E = factor de rendimiento de la máquina.

K = Factor de llenado del cucharón (depende de la capacidad del mismo).

F V = Factor de abundamiento.

T = Tiempo empleado para realizar un ciclo (seg).

3600 = Factor de convergencia de unidades a horas.

El llamado ciclo de trabajo se compone de las diversas maniobras que se hagan usando diferentes tiempos, los cuales pueden ser:

Tiempo de carga del cucharón, tiempo empleado en elevar y efectuar un giro poniendo el cucharón en posición de descarga, maniobras, tiempo en que el cucharón regresa a su posición inicial para cargar de nuevo.

## **2.11 MAQUINARIA DE DEMOLICIÓN Y DERRIBO**

### **2.11.1 CARGADORAS RETROEXCAVADORAS**

Como dice (Construdata, Clasificación de maquinaria pesada, 2013-2014) Maquinas multiusos que combinan las habilidades de una excavadora y de una cargadora. Están conformadas por tres herramientas principales: un lampón frontal, una retroexcavadora y un tractor. Su motor diésel las hace capaz de transitar sin necesidad de ser remolcadas o transportadas de alguna otra manera.

#### ➤ Aplicaciones:

- ✓ Para la demolición de edificaciones.
- ✓ Excavación de zanjas con taludes verticales; roca dura disgregada previamente. La excavación se realiza por debajo del nivel de sustentación de la excavadora sin importar el nivel freático.
- ✓ Excavaciones de cimientos.
- ✓ Excavación de canales.
- ✓ Limpieza y nivelación.
- ✓ Desmonte, carga o descarga de materiales.
- ✓ Relleno de cimientos y zanjas.
- ✓ Escarificar (Proceso de remover la estructura de un pavimento existente, y desgarrar, remover terreno rocoso).

#### ➤ Principales características:

- ✓ Cabina espaciosa que incluye controles ergonómicos de palanca universal con equipos auxiliares que se accionan con el pulgar.
- ✓ Algunos modelos incluyen portaherramientas con horquillas, cucharones, cuchillas y plumas de cambio rápido, para mayor versatilidad.
- ✓ Potente sistema hidráulico para lograr gran precisión con alta productividad.

- ✓ Velocidad de desplazamiento de 40 km/h.
- ✓ Amplia variedad de accesorios de retroexcavadora, como sinfines, martillos, compactadores y una tenaza.
- ✓ Opción de control de amortiguación para mejor retención de materiales y un desplazamiento más suave.

#### **2.11.1.1 TRANSPORTE**

La Retroexcavadora puede ser transportada por la cama baja, en caso de no poder transportarse sola, si la obra se encuentra cerca puede no necesitar de transporte, por contar en muchos casos con tren e independencia motriz.

### **3 MÉTODO**

Este proyecto de grado se fundamenta en un método de investigación cualitativo y descriptivo, desarrollado de la siguiente forma:

- Se procedió con la investigación y consulta de libros, manuales, catálogos, revistas y sitios web que contenían información respecto al tema de investigación.
- Se analizó y estructuro la debida información investigada, garantizando el respeto ante los derechos de autor.
- Se seleccionó la información de mayor relevancia en esta maquinaria, con la finalidad de crear un documento que aporte nuevos conocimientos y optimice los previos del lector hacia el tema.

#### **3.1 MÉTODO DE CAMPO**

Inicialmente se seleccionaron las minas y obras en que se harían las respectivas tomas de rendimientos, el siguiente paso fue una entrevista con el personal encargado de las mismas, una vez se dio autorización se procedió a dialogar con el operador de la maquinaria esto con el fin de ponerlo al tanto de las actividades que se iban a realizar, el siguiente paso fue la toma de tiempos de excavación, de cargue y descargue de material arcilloso (blando), luego se tomaron fotografías a las minas y obras donde se ejecutaron estas actividades, por último se recolectaron los datos obtenidos, para luego ser comparados con el cálculo de un método teórico.







#### **3.2 METODOLOGÍA**

Se utilizó un análisis cualitativo que permite la comparación técnica entre las especificaciones técnicas de estas máquinas y por otro lado el rendimiento práctico frente al teórico, en tres de las referencias por categoría y marca objeto de investigación.

Para el desarrollo de la presente investigación se tomaron marcas comerciales y reconocidas a nivel nacional, John Deere, Caterpillar, Komat'su, porque son cuentan con reconocimiento y respaldo en calidad y desempeño para trabajos asignados, esto se hizo para determinar cuál de las tres ofrece mejores ventajas para en su desempeño.







## 4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Tabla: 1. Mini Excavadoras.**

MÁQUINAS MINIEXCAVADORAS		Fuente: Español.Rockanddirt.com	Fuente: www.madisa.com	Fuente: www.directindustry.es		
						
CATEGORIA	MINIEXCAVADORAS	Figura. 2	Figura. 3	Figura. 4		
SUBCATEGORIA	Miniexcavadora hidráulica de oruga	<b>JOHN DEERE</b> 	<b>CATERPILLAR</b> 	<b>KOMAT'SU</b> 		
MOTOR		27D		Komatsu 3D82AE-6		
MODELO		3TNV88	303.5	PC27MR-3		
PESO OPERACIONAL		Con tanque de combustible lleno y un operador de 79 kg(175 lb)		Con tanque de comb. lleno y oper. de 75 kg(165 lb)		
		Brazo estandar de 1,17 m dosel y contrapeso estándar	Brazo largo de 1,47 m cabina y contrapeso adicional	Brazo 1,24 m 4'1"	Brazo 1,64 m 5'4"	Brazo estandar 1,10m 3'7"
		2887 kg (6358 lb)	3228 kg (7111 lb)	3480 kg (7663 lb)	3480 kg (7663 lb)	2890kg (6370 lb)
DIMENSIONES DE FUNCIONAMIENTO						
Altura máxima de excavación	4,45 m 14' 7"	4,35 m 14' 3"	5,04 m 16'5"	5,52 m 18'1"	3,19 m 10'6"	
Altura máxima de vaciado	3,19 m 10' 6"	3,12 m 10' 3"	3,57 m 11'7"	4,03 m 13'2"	3,390 m 11'1"	
Profundidad máx. de excavación	2,59 m 8' 6"	2,89 m 9' 6"	3,16 m 10'3"	3,56 m 11'7"	2,25 m 8'4"	
Alcance máximo de excavación	4,67 m 15' 4"	4,92 m 16' 2"	5,29 m 17'3"	5,65 m 18'5"	4,65 m 15'3"	
Fuerza de trabajo (cucharón)	22,2 kN (4 994 lb)		25,6 kN (5750 lb)		22,30 kN(4 920 b)	
TIPO DE MOTOR	Diesel		Diesel		Diesel	
POTENCIA NETA	19,7 Kw-26,4 Hp		19 Kw-25,5Hp		19,2Kw-25,7Hp	
CAPACIDAD DEL CUCHARON (COLMADO)	0,07 m3 (0,0916 Yd3)		0,049-0,126 m3 (0,063-0,164 Yd3)		0,07-0,08 m3 (0.09-0.10 Yd3)	
RPM NOMINALES DEL MOTOR	2200		2300		2600	
Nº DE CICLINDROS	3		3		3	
VELOCIDAD DE PROPULSIÓN (MÁXIMA)	2 Vel. Despl.		2 Vel. Despl.		2 Vel. Despl.	
	Lo: 2,6 km/h - 1,6 millas/h Hi: 4,5 km/h - 2,8 millas/h		Lo: 2,6 km/h - 1,6 Mph Hi: 4,5 km/h - 2,8 Mph		Lo: 2,6 km/h - 1,6 Mph Hi: 4,8 km/h - 3,0 Mph	
CAPACIDAD TANQUE DE COMBUSTIBLE	40 L - 10,6 Gal		55 L - 11,5 Gal		44 L - 11,6 Gal	

En la tabla. 1 se contemplan tres referencias de mini excavadoras se podría decir que las pequeñas las cuales son la John Deere 27D, la Caterpillar 303.5 y la Komat'su PC27MR-3, que poseen unas especificaciones bastantes similares, debido a que la potencia de trabajo en las tres máquinas es casi la misma lo cual nos lleva a deducir que para desempeñar cualquier trabajo de movimiento de tierras simple y que no se cuente con mucho espacio, cualquiera de estas máquinas se puede utilizar ya que su consumo no varía notablemente, ya cuando se entra a ver las dimensiones de los brazos, hay si se puede observar unas diferencias bastante notables, se tiene que tener en cuenta el trabajo que se vaya a desempeñar para tomar la decisión correcta al momento de escogerla debido a que si se observa detalladamente si se llegara a necesitar una altura máxima de vaciado de 3.4m serviría la Komat'su, pero si necesitamos una de mayor altura se podría escoger las otras dos, todo depende de las condiciones y el espacio donde se tiene que desempeñar el trabajo.

**Tabla: 2. Mini excavadoras.**







MÁQUINAS MINIEXCAVADORAS		Fuente: www.deere.com		Fuente: www.madisa.com		Fuente: www.directindustry.es	
							
CATEGORIA	MINIEXCAVADORAS	Figura. 5		Figura. 6		Figura. 7	
SUBCATEGORIA	Miniexcavadora hidráulica de oruga	<b>JOHN DEERE</b> 	<b>CATERPILLAR</b> 	<b>KOMAT'SU</b> 			
MOTOR		50D				Komasut4D88E-6	
MODELO		4TNV88		304.5		PC45MR-3	
PESO OPERACIONAL		Con tanque de combustible lleno y un operador de 79 kg(175 lb)		Con tanque de comb. lleno y oper. de 75 kg(165 lb)		Con tanque de comb. lleno	
		Brazo estándar de 1,38 m, dosel y contrapeso estándar	Brazo largo de 1,69 m, cabina y contrapeso adicional	Brazo 1,43 m 47"	Brazo 1,83 m 60"	Brazo estandar 1,38 m 4'6"	
		4904 kg (10811 lb)	5313 kg (11 712 lb)	4520 kg - 9966 lb	4520 kg - 9966 lb	4755kg - 10480 lb	
DIMENSIONES DE FUNCIONAMIENTO							
Altura máxima de excavación		5,76 m 18' 11"	5,87 m 19' 3"	5,67 m 18'6"	5,94 m 19'4"	5,515 m 18'1"	
Altura máxima de vaciado		4,08 m 13' 5"	4,20 m 13' 9"	4,02 m 13'1"	4,28 m 14'1"	3,785 m 12'5"	
Profundidad máx. de excavación		3,55 m 11' 8"	3,86 m 12' 8"	3,53 m 11'5"	3,93 m 12'8"	3,35 m 11'0"	
Alcance máximo de excavación		5,94 m 19' 6"	6,24 m 20' 6"	5,81 m 19'1"	6,18 m 20'2"	5,735 m 18'10"	
Fuerza de trabajo (cucharón)		36,8 Kn (8273 lb)		39,5 kN (8880 lb)		34,60 kN (7630 lb)	
TIPO DE MOTOR		Diesel		Diesel		Diesel	
POTENCIA NETA		28,4 Kw-38,1 Hp		27,9 Kw-37,5Hp		28,5Kw-38,2Hp	
CAPACIDAD DEL CUCHARON (COLMADO)		0,16 m3 (0,21 Yd3)		0,058-0,162 m3 (0,075-0,211 Yd3)		0,13-0,14 m3 (0,17-0,18Yd3)	
RPM NOMINALES DEL MOTOR		2400		2300		2400	
Nº DE CICLINDROS		4		4		4	
VELOCIDAD DE PROPULSIÓN (MÁXIMA)		2 Vel. Despl.		2 Vel. Despl.		2 Vel. Despl.	
		Lo: 2,6 km/h - 1,7 millas/h		Lo: 2,7 km/h - 1,7 Mph		Lo: 2,8 km/h - 1,7 Mph	
		Hi: 4,2 km/h - 2,7 millas/h		Hi: 4,7 km/h - 2,9 Mph		Hi: 4,6 km/h - 2,9 Mph	
CAPACIDAD TANQUE DE COMBUSTIBLE		70 L - 18,5 Gal		55 L - 11,5 Gal		65 L - 17,2 Gal	



Las mini excavadoras están divididas en tres categorías, el orden es de las más pequeñas a las más grandes.

En la tabla. 2 se contemplan tres referencias de mini excavadoras calificadas como medianas, que corresponden a las referencias John Deere 50D, la Caterpillar 304.5 y la Komat'su PC45MR-3, donde se refleja que sus especificaciones son muy parecidas, pero la más importante de ellas es su fuerza de trabajo, con 36.8KN a 8273lb, 39,5KN a 8880lb y 34,60KN a 7630lb respectivamente, lo que indica que para desempeñar cualquier trabajo de movimiento de tierras podemos utilizar cualquiera de ellas, ya que su fuerza de trabajo no varía bruscamente, lo que le daría importancia a otros aspectos como las dimensiones por ejemplo altura máxima de excavación que para el caso de John Deere es 5,76 m, de Caterpillar 5,67 m y Komat'su 5,515 m.

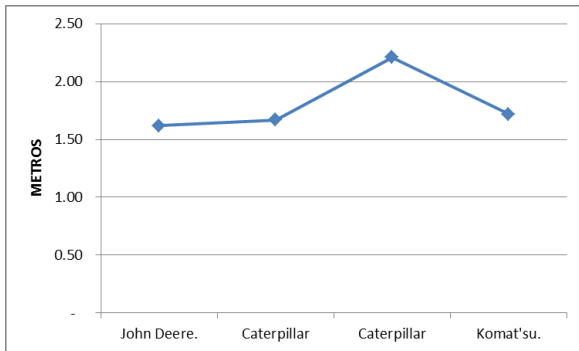
**Tabla: 3. Mini excavadoras.**

MAQUINAS MINIEXCAVADORAS		Fuente: www.deere.com	Fuente: www.madisa.com	Fuente: www.directindustry.es
				
CATEGORIA	MINIEXCAVADORAS	Figura. 8	Figura. 9	Figura. 10
SUBCATEGORIA	Minie excavadora hidráulica de oruga	<b>JOHN DEERE</b> 	<b>CATERPILLAR</b> 	<b>KOMAT'SU</b> 
MOTOR		75D		KomasutS4D95LE-3
MODELO		4LE2X	307B	PC78UU-6
PESO OPERACIONAL		Con tanque de comb. lleno y un oper. de 79 kg(175 lb)	Con tanque de comb. lleno y oper. de 75 kg(165 lb)	Con tanque de comb. Lleno
		Brazo de 1,62 m (8'1")contrapeso de 1383 kg y hoja de 2470 mm (8 ft 1 in)	Brazo 1,67 m 5'6"	Brazo 1,72 m 5'8"
		8048 kg (17 743 lb)	6500 kg - 14320 lb	7670kg - 16910 lb
<b>DIMENSIONES DE FUNCIONAMIENTO</b>				
Altura máxima de excavación		7,21 m 23' 8"	7,61 m 25' 0"	7,29 m 23'11"
Altura máxima de vaciado		5,12 m 16' 10"	5,51 m 18' 1"	5,15 m 16'11"
Profundidad máx. de excavación		4,11 m 13' 6"	4,61 m 15' 1"	4,11 m 13'5"
Alcance máximo de excavación		6,43 m 21' 1"	6,92 m 22' 8"	6,20 m 20'4"
Fuerza de trabajo (cucharón)		55 kN (12 368 lb)	44 kN (9890 lb)	62,50KN(13780 lb)
TIPO DE MOTOR		Diesel	Diesel	Diesel
POTENCIA NETA		40,5 Kw-54 Hp	40 Kw-54Hp	40,5Kw-54Hp
CAPACIDAD DEL CUCHARON (COLMADO)		0,31-0,49 m3 (0,40-0,64 Yd3)	0,14-0,28 m3 (0,18-0,37 Yd3)	0,28m3 (0,37 Yd3)
RPM NOMINALES DEL MOTOR		2000	2100	1850
Nº DE CICLINDROS		4	4	4
VELOCIDAD DE PROPULSIÓN (MÁXIMA)		2 Vel. Despl.	2 Vel. Despl.	2 Vel. Despl.
		Lo: 3,1 km/h - 1,9 millas/h	Lo: 3,5 km/h - 2,2 Mph	Lo: 3 km/h - 1,9 Mph
		Hi: 5,0 km/h - 3,1 millas/h	Hi: 5 km/h - 3,1 Mph	Hi: 4,5km/h - 2,8 Mph
CAPACIDAD TANQUE DE COMBUSTIBLE		135 L - 35,7 Gal	135 L - 36 Gal	125 L - 33 Gal

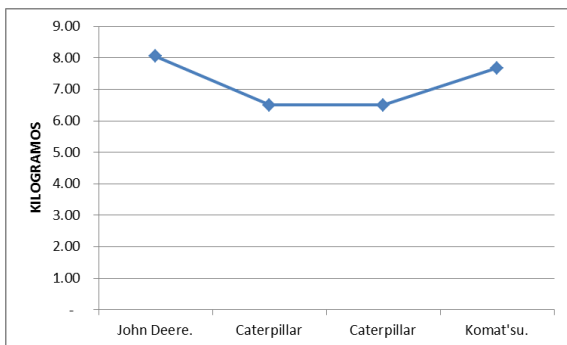
En la tabla 3, se contemplan tres referencias de mini excavadoras calificadas como grandes, corresponden a las marcas John Deere 75D, Caterpillar 307B y Komat'su PC78UU-6, donde se refleja que sus especificaciones lo mismo que las anteriores no tienen variaciones notables ya que para este caso su potencia neta varia en John Deere y Komat'su con una potencia de 40,5 Kw-54Hp y Caterpillar a 40Kw a 54 Hp lo que en estas máquinas si varia un poco es en su peso que para John Deere es de 8084 Kg, Carterilla es de 6500 Kg y Komat'su es de 7678 Kg lo que se tendría que observar al momento de escoger algunas de ellas es el sitio donde se va a trabajar por ejemplo si es un jardín tendríamos que escoger la más liviana que para este caso es la Caterpillar y con esto se evitaran el daño ocasionado por las orugas.

Todas estas mini excavadoras son muy buenas, debido a que las tres marcas estudiadas son de excelente calidad y las marcas de los motores están muy bien respaldadas, lo que se tiene que hacer al momento de escogerlas es tener claro lo que se necesita por ejemplo las dimensiones del brazo, y el peso de operación de forma comparativa como se muestra en la figura 2 y 3. Ya que las otras dimensiones no varían de una manera notable.



**Figura. 2. Largo del brazo en metros de mini excavadora.**






**Figura. 3. Peso en kilogramos de mini excavadoras.**





**Tabla: 4. Rendimiento Mini excavadoras John Deere 27.**

RENDIMIENTO MINI EXCAVADORA JOHN DEERE 27 D	
	
RENDIMIENTO TOMADO EN CAMPO	RENDIMIENTO SEGUN LA FORMULA
Capacidad de entre 0,049-0,126 m3	
Consumo 0.9 galones por hora	
<p>Tiempo tomado 60 min  Ciclo 22 seg  Capacidad de balde 0.126m3  Factor de rendimiento 0.85  Potencia 19 Kw-25,5Hp  Fuerza de trabajo 22,2 kN (4994 lb)  Tipo de terreno medio</p> <p>Una mini excavadora con un buen operador y unas condiciones favorables de tiempo puede llegar a mover 20 m3/h</p>	$R = \frac{3600 * Q * E * K * 0,764}{T * FV}$ <p>Dónde:  R = Rendimiento en m3/h medido en banco.  Q = Capacidad del cucharón.  E = factor de rendimiento de la máquina.  K = Factor de llenado del cucharón  F V = Factor de abundamiento.  T = Tiempo empleado para realizar un ciclo (seg).  3600 = Factor de convergencia de unidades a horas.</p> <p>Ejemplo</p> <p>Q= 0,049-0,126 m3  E = 0.85  K = 1.1  F V = 0.5  T= 25S</p> <p>R = 25.9219699 m3/h</p>

**Tabla: 5. Rendimiento Mini excavadora Caterpillar 303.5.**

RENDIMIENTO MINI EXCAVADORA CATERPILLAR 303.5		
		
RENDIMIENTO TOMADO EN CAMPO	RENDIMIENTO SEGUN LA FORMULA	
Capacidad de entre 0,049-0,126 m3		
Consumo 0.9 galones por hora		
Tiempo tomado 60 min Ciclo 23 seg Capacidad de balde 0.126m3 Con unas condiciones de tiempo favorable 0.85 Potencia neta 19,7 Kw-26,4 Hp Fuerza de trabajo 25,6 kN (5750 lb) Tipo de terreno medio  Una mini excavadora con un buen operador y unas condiciones favorables de tiempo puede llegar a mover 18.75 m3/h	$R = \frac{3600 * Q * E * K * 0,764}{T * FV}$ <p>Dónde:</p> R = Rendimiento en m3/h medido en banco. Q = Capacidad del cucharón. E = factor de rendimiento de la máquina. K = Factor de llenado del cucharón F V = Factor de abundamiento. T = Tiempo empleado para realizar un ciclo (seg). 3600 = Factor de convergencia de unidades a horas. <p>Ejemplo</p> Q= 0,049-0,126 m3 E = 0.85 K = 1.1 F V = 0.5 T= 15S  R= 25.92196992 m3/h	







**Tabla: 6. Rendimiento Mini excavadora Komat'su PC27Mr-3.**

RENDIMIENTO MINI EXCAVADORA KOMAT'SU PC27MR-3	
 	
RENDIMIENTO TOMADO EN CAMPO	RENDIMIENTO SEGUN LA FORMULA
Capacidad de entre 0,07-0,1 m3	
Consumo 0.9 galones por hora	
Tiempo tomado 60 min Ciclo 15 seg Capacidad de balde 0.126m3 Con unas condiciones de tiempo favorable 0.85 Potencia 19,2Kw-25,7Hp Fuerza de trabajo 22,30 KN(4920LB) Tipo de terreno Flojo  Una mini excavadora con un buen operador y unas condiciones favorables de tiempo puede llegar a mover 30 m3/h	$R = \frac{3600 * Q * E * K * 0,764}{T * FV}$ <p>Dónde:</p> R = Rendimiento en m3/h medido en banco. Q = Capacidad del cucharón. E = factor de rendimiento de la máquina. K = Factor de llenado del cucharón F V = Factor de abundamiento. T = Tiempo empleado para realizar un ciclo (seg). 3600 = Factor de convergencia de unidades a horas. <p>Ejemplo</p> Q= 0,07-0,1 m3 E = 0.85 K = 1.1 F V = 0.5 T= 15S  R = 36.7374857 m3/h

En las tablas. 4, 5 y 6 están comprendidos los rendimientos de la John Deere 27 , Caterpillar 303.5 y Komatsu PC27 MR-3 respectivamente lo que reflejan estas tablas son las comparaciones que se realizaron entre el rendimiento teórico y el de campo, donde se ven algunas variaciones, por ejemplo en el rendimiento teórico en todos los casos se encuentra por encima del práctico esto se debe a que como todo en la realidad hay más variables que afectan el desempeño de las máquinas una de ellas que toma mayor importancia y muchas veces se pasa por alto es el operador ya que es la persona encargada del funcionamiento de la máquina por esto es muy importante tener gente capacitada y que realice las cosas de la mejor manera posible.

Para las excavadoras grandes se realizó de la siguiente manera se escogieron cuatro referencias que por lo general son las más comunes y utilizadas para el movimiento de tierras en obras civiles, tales como lo son las excavaciones para la construcción de estructuras, vías y entre otros proyectos relacionados con obras civiles.

**Tabla: 7. Excavadoras.**

MAQUINAS EXCAVADORAS		Fuente: español.rockanddirt.com		Fuente: hidalgo-texas.olx.com		Fuente: www.directindustry.es	
							
CATEGORIA	EXCAVADORAS	Figura. 11		Figura. 12		Figura.13	
SUBCATEGORIA	Excavadora hidráulica de oruga	<b>JOHN DEERE</b> 		<b>CATERPILLAR</b> 		<b>KOMAT'SU</b> 	
MOTOR		130G				KomatsuSAA4D95LE-5	
MODELO		PWX		315B		PC130-8	
PESO OPERACIONAL		Con tanque de comb. lleno y un oper. de 79 kg(175 lb)		Con tanque de cob. Lleno y oper. De 75 kg(165 lb)		Con tanque de combustible lleno.	
		Brazo de 3,01 m (9'11") contrapeso de 2400 kg					
		Sin cuchilla	Con cuchilla	Brazo 2,6 m 8'6"	Brazo 3,1 m 10'2"	Brazo 2,5 m	Brazo 3 m
		13388 kg (29 489 lb)	14481 kg (31 896 lb)			12380kg (27 300 lb)	
DIMENSIONES DE FUNCIONAMIENTO							
Altura máxima de excavación	8,60 m 28' 3"	8,93 m 29' 4"	8,91 m 29'3"	8,97 m 29'5"	8,65 m 28'5"	8,930 m 29'4"	
Altura máxima de vaciado	6,19 m 20' 4"	6,52 m 21' 5"	6,32 m 20'9"	6,41 m 21'0"	6,21 m 20'4"	6,615m 21'8"	
Profundidad máx. de excavación	5,57 m 18' 3"	6,06 m 19' 11"	6,06 m 19'10"	6,56 m 21'6"	5,52 m 18'1"	5,955 m 19'6"	
Alcance máximo de excavación	8,32 m 27' 4"	8,79 m 28' 10"	8,74 m 28'8"	9,14 m 30'0"	8,29 m 27'2"	8,72 m 28'7"	
Fuerza de trabajo (cucharón)	96 kN (21 480 lb)		99 kN (22 250 lb)		122,6 kN (27 510 lb)		
TIPO DE MOTOR	Diesel		Diesel		Diesel		
POTENCIA NETA	72 Kw-97 Hp		74 Kw-99 Hp		68,4Kw- 91,7 Hp		
CAPACIDAD DEL CUCHARON (COLMADO)	0,50 m <sup>3</sup> (0,65 Yd <sup>3</sup> )		0,37-0,84 m <sup>3</sup> (0,5-1,1 Yd <sup>3</sup> )		0,18-06 m <sup>3</sup> (0,24-0,78 Yd <sup>3</sup> )		
RPM NOMINALES DEL MOTOR	2000		2100		2200		
Nº DE CICLINDROS	4		4		4		
VELOCIDAD DE PROPULSIÓN (MÁXIMA)	2 Vel. Despl.		2 Vel. Despl.		2 Vel. Despl.		
	Lo: 3,3 km/h - 2,1 millas/h Hi: 5,5 km/h - 3,4 millas/h		Lo: 3,3 km/h - 2,1 Mph Hi: 5,5 km/h - 3,4 Mph		Lo: 2,9 km/h - 1,8 Mph Hi: 5,5 km/h - 3,4 Mph		



En la tabla. 7 se sitúan las referencias John Deere 130G, Caterpillar 315B y la Komat'su PC130-8, donde se ve reflejado que las dimensiones de los brazos son de 3,1 m; 2,6 y 2,5 respectivamente bastante similares. Al contrario de las mini excavadoras el peso de operación de John Deere 130g sin cuchilla 13388 kg (29 489 lb), y con cuchilla 14481 kg (31 896 lb), Caterpillar 315B 15800 kg (34 800 lb) y la Komat'su PC130-8 12380kg (27300 lb) 12560kg (27700 lb) fuerza de trabajo John Deere 130G 96 KN (21 480 lb), Caterpillar 315B 99 KN (22 250 lb) y la Komat'su PC130-8 122,6 KN (27510 lb) o consumo tienen una variación notable, entonces se podría afirmar que si necesitamos una maquina con mayor fuerza la opción correcta sería la Komat'su, ya que es la que nos ofrece mayor fuerza y por otro lado también tiene una ventaja bastante favorable que es la más liviana de las tres, para un mayor entendimiento y rapidez al apreciar las ventajas de estas excavadoras se pueden observar las figuras 4,5,6 que contienen las especificaciones más relevantes ala horade hacer cualquier elección.

**Figura. 4. Peso en kilogramos tabla 7.**

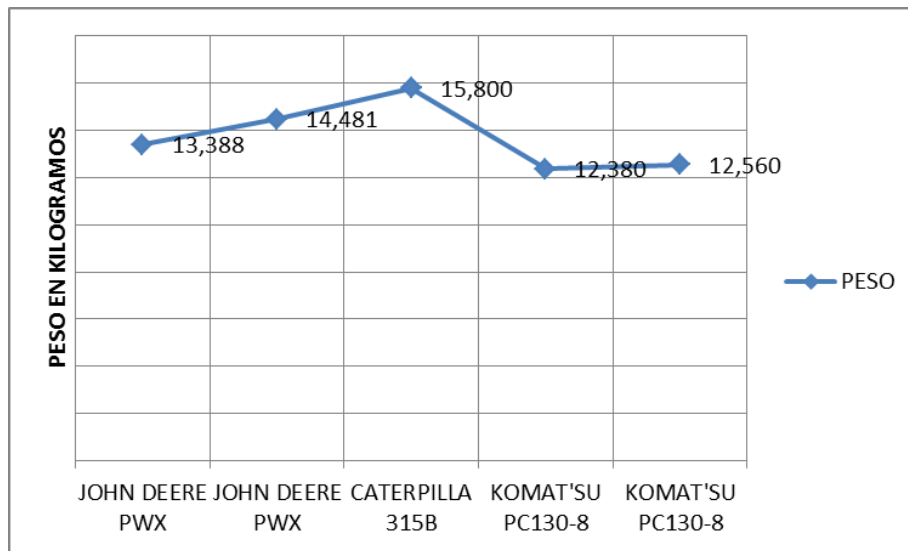


Figura. 5. Fuerza de trabajo tabla 7.

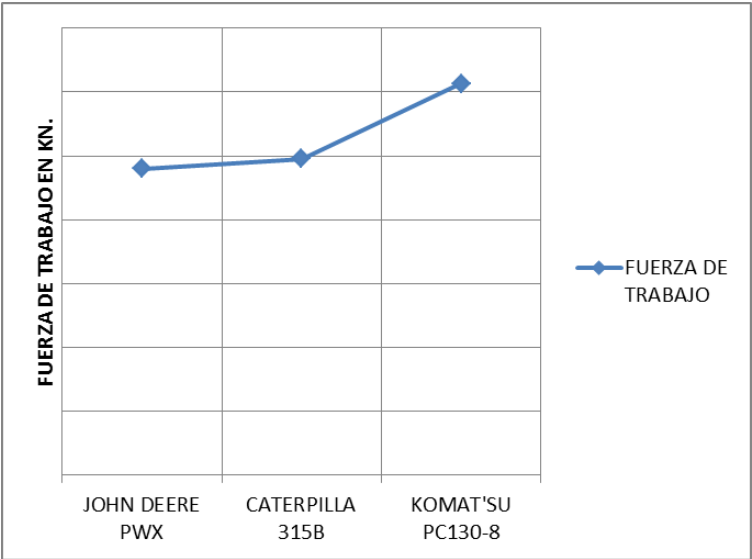
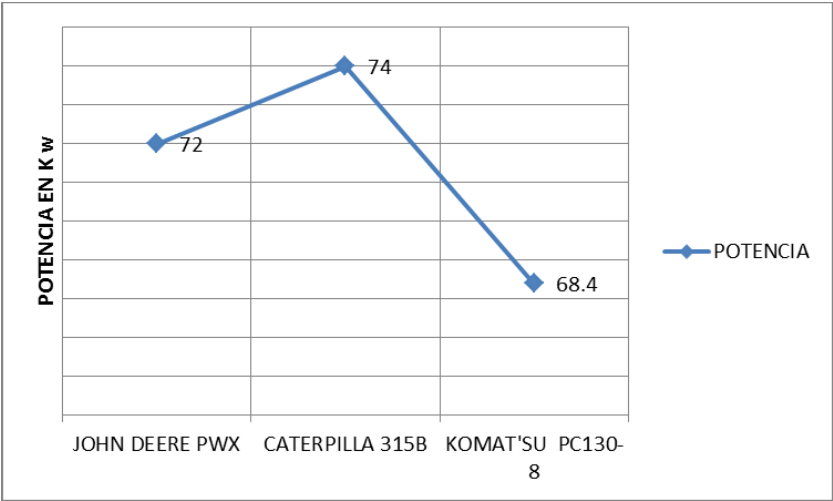








Figura. 6. Potencia de trabajo tabla 7.

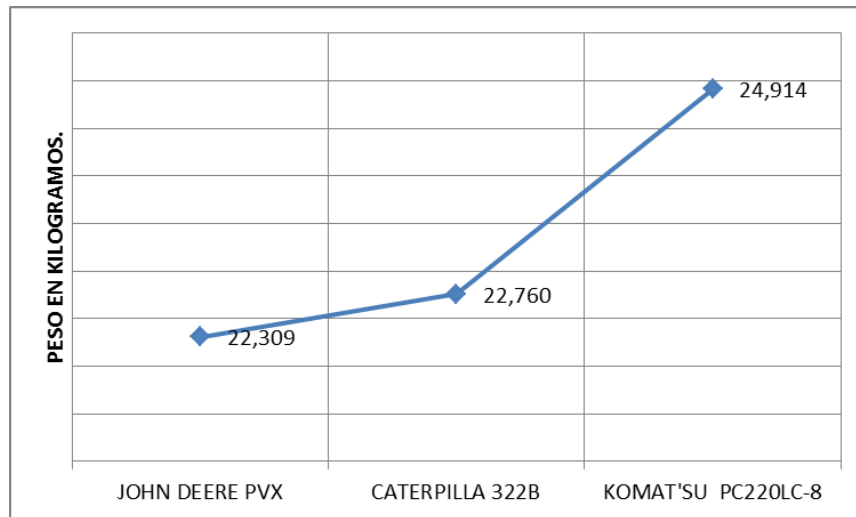


**Tabla: 8. Excavadoras.**

MÁQUINAS EXCAVADORAS		Fuente: Propia		Fuente: www.milanuncios.com		Fuente: Propia	
							
CATEGORIA	EXCAVADORAS	Figura. 14		Figura. 15		Figura. 16	
SUBCATEGORIA	Excavadora hidráulica de oruga	<b>JOHN DEERE</b> 	<b>CATERPILLAR</b> 	<b>KOMAT'SU</b> 			
MOTOR		210G				Komatsu SAA6D107E-1	
MODELO		PVX		322B		PC220LC-8	
PESO OPERACIONAL		Con tanque de comb. lleno y un oper. de 79 kg(175 lb)		Con tanque de comb. lleno y oper. de 75 kg(165 lb)		Con tanque de combustible lleno	
		Brazo de longitud 2,42 m (7' 11")	Brazo de 2,91 m (9'7") contrapeso de 4250 kg	Brazo 3,6 m 11'10"	Brazo 2,95 m 9'8"	Brazo 3,045 m 10'0"	Brazo 3,5 m 11'6"
		22 309 kg (49 139 lb)		22 760 kg - 50 180 lb		24 634kg - 54 309 lb	
<b>DIMENSIONES DE FUNCIONAMIENTO</b>							
Altura máxima de excavación	9,43 m 30' 11"	9,92 m 32' 7"	9,83 m 32'3"	9,68 m 31'9"	10m 32'10"	10,3m 33'10"	
Altura máxima de vaciado	6,38 m 22' 5"	7,18 m 23' 7"	7,10 m 23'4"	6,73 m 22'1"	7,03m 23'1"	7,36m 24'2"	
Profundidad máx. de excavación	6,18 m 20' 3"	6,68 m 21' 11"	7,22 m 23'8"	6,71 m 22'0"	6,92m 22'8"	7,32m 24'0"	
Alcance máximo de excavación	9,43 m 30' 11"	9,92 m 32' 7"	10,47 m 34'4"	10,01 m 32'1"	10,18m 33'5"	10,58m 34'8"	
Fuerza de trabajo (cucharón)	156 kN (35 138 lb)		151 kN (33 950 lb)		202 kN (45 350 lb)		
TIPO DE MOTOR	Diesel		Diesel		Diesel		
POTENCIA NETA	119 Kw-159 Hp		114 Kw-153Hp		125 Kw-168 Hp		
CAPACIDAD DEL CUCHARON (COLMADO)	0,91 m3 (1,19 Yd3)		0,45-1,8 m3 (0,6-2,4 Yd3)		0,58-1,41 m3 (0,76-1,85 Yd3)		
RPM NOMINALES DEL MOTOR	1900		1950		2000		
Nº DE CICLINDROS	6		6		6		
VELOCIDAD DE PROPULSIÓN (MÁXIMA)	2 Vel. Despl.		2 Vel. Despl.		2 vel Despl.		
	Lo: 3,5 km/h - 2,2 millas/h		Lo: 3,4 km/h - 2,1 Mph		Lo: 3,1 km/h - 1,9 Mph		
	Hi: 5,5 km/h - 3,4 millas/h		Hi: 5,5 km/h - 3,4 Mph		Hi: 5,5 km/h - 3,4 Mph		

En la tabla 8 se encuentran las referencia John Deere 210G, Caterpillar 322B y la Komat'su PC220LC-8, al observar detenidamente esta tabla podemos observar que de una u otra manera las especificaciones son muy similares, pero sin duda alguna para desempeñar un trabajo en el cual se esté buscando reducir costos y ganar más tiempo la mejor opción sería Komat'su, ya que es la que nos ofrece mayor potencia como se muestra en la figura 9, y su consumo no tiene una variación notable con las otras dos máquinas, claro que vale la pena resaltar que es una maquina un poco más pesada para mayor claridad ver la figura 7.

**Figura. 7. Peso tabla 8.**



**Figura. 8. Fuerza de trabajo tabla 8.**

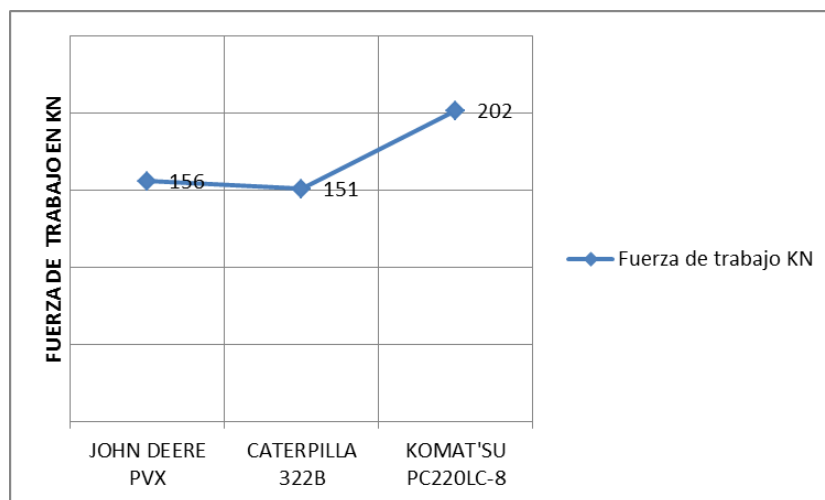
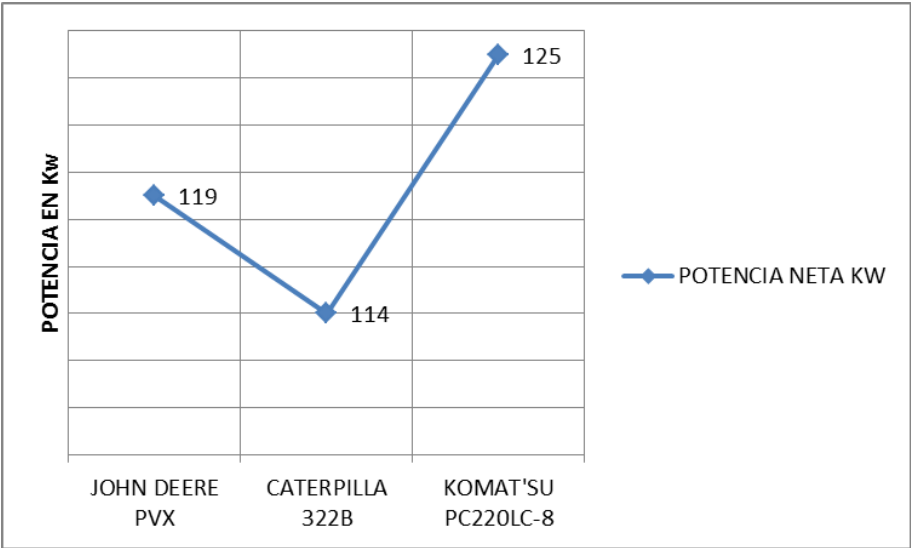








Figura. 9. Potencia tabla 8.

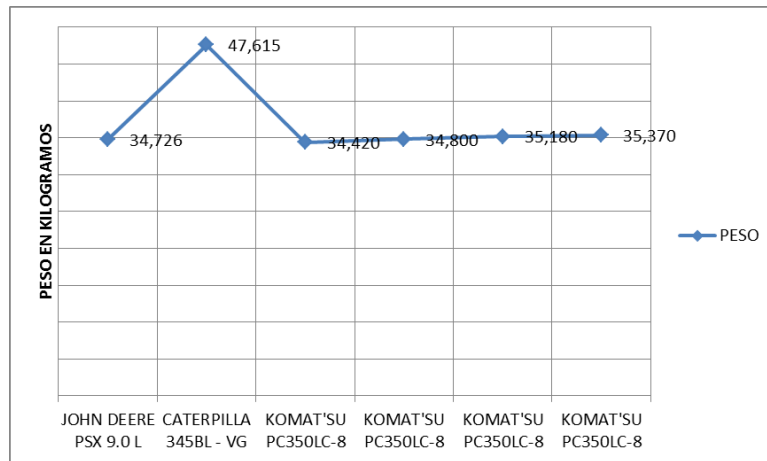


**Tabla: 9. Excavadoras.**

MÁQUINAS EXCAVADORAS		Fuente: <a href="http://español.rockanddirt.com">español.rockanddirt.com</a>			Fuente: <a href="http://www.truck1.es">www.truck1.es</a>			Fuente: Propia		
										
CATEGORIA	EXCAVADORAS	Figura.17			Figura.18			Figura.19		
SUBCATEGORIA	Excavadora hidráulica de oruga	<b>JOHN DEERE</b> 			<b>CATERPILLAR</b> 			<b>KOMATSU</b> 		
MOTOR		350GLC						Komatsu SAA6D114E-3		
MODELO		PSX 9.0 L			345BL - VG			PC350LC-8		
PESO OPERACIONAL		Con tanque de comb. lleno y un oper. de 79 kg(175 lb)			Con tanque de comb. lleno y oper. de 75 kg(165 lb)			Con tanque de comb. lleno y oper. de 75 kg(165 lb)		
		Brazo de longitud 2,66 m (8' 19")	Brazo de longitud 3,2 m (10' 6")	Brazo de longitud 4 m (13' 1") y 6228 kg de contrapeso	Brazo 3,35 m 110"	Brazo 2,9 m 96"	Brazo 2,5 m 8'2"	Brazo 2,6m	Brazo 3,2m	Brazo 4,0m
		34 726 kg (76 557 lb)			47 615 kg - 105 000 lb			35 370 kg - 77 997 lb		
<b>DIMENSIONES DE FUNCIONAMIENTO</b>										
Altura máxima de excavación		9,99 m 32' 9"	10,36 m 34' 0"	10,75 m 35' 3"	11,04 m 36'3"	10,87 m 35'8"	10,18 m 33'5"	9,965 m	10,210 m	10,550 m
Altura máxima de vaciado		6,94 m 22' 9"	7,24 m 23' 9"	7,63 m 25' 0"	7,54 m 24'9"	7,37 m 24'2"	6,79 m 22'3"	6,895 m	7,11 m	7,490 m
Profundidad máx. de excavación		6,84 m 22' 5"	7,38 m 24' 3"	8,18 m 26' 10"	7,50 m 24'7"	7,05 m 23'2"	6,55 m 21'6"	6,705 m	7,380 m	8,180 m
Alcance máximo de excavación		10,57 m 34' 8"	11,10 m 36' 5"	11,86 m 38'11"	11,67 m 38'3"	11,25 m 36'11"	10,66 m 35'0"	10,550 m	11,100 m	11,900 m
Fuerza de trabajo (cucharón)		246 kN (55 303 lb)			260 kN (58 430 lb)			264kN (59305 lb)		
TIPO DE MOTOR		Diesel			Diesel			Diesel		
POTENCIA NETA		202 Kw-271 Hp			216 Kw-290 Hp			194 Kw-260 Hp		
CAPACIDAD DEL CUCHARON (COLMADO)		1,76 m3 (2,3 Yd3)			1,8-3,5 m3 (2,3-4,6 Yd3)			2,66m3 (3,5 Yd3)		
RPM NOMINALES DEL MOTOR		1900			2000			1950		
Nº DE CICLINDROS		6			6			6		
VELOCIDAD DE PROPULSIÓN (MÁXIMA)		2 Vel. Despl.			2 Vel. Despl.			2 Vel.Despl.		
		Lo: 3,2 km/h - 2,0 millas/h			Lo: 3,2 km/h - 2 Mph			Lo: 3,2 km/h - 2 Mph		
		Hi: 5,0 km/h - 3,1 millas/h			Hi: 4,4 km/h - 2,7 Mph			Hi: 5,5 km/h - 3,4 Mph		
CAPACIDAD TANQUE DE COMBUSTIBLE		628 L - 166 Gal			600 L - 159 Gal			605 L - 161 Gal		

En la tabla 9., están comprendidas las referencias John Deere 350GLG, Caterpillar 345B-VG y la Komat'su PC350LC-8, en estos tres tipos de máquinas encontramos fuerzas de trabajo y potencias netas muy similares pero por otro lado se puede observar que hay muchas desventajas por ejemplo la Caterpillar es una maquina muy pesada, como se aprecia en la figura 10, 11 y 12. Esto podría causar complicaciones a la hora de tener que realizar una excavación en un terreno que no sea tan estable, por otro lado la máquina que nos ofrece grandes ventajas es la Komat'su debido a que es liviana y la capacidad de su cuchara es mayor a la de las otras maquina estudiadas por ello la mejor opción sería la Komat'su.

**Figura. 10. Peso kilogramos. Tabla 9.**



**Figura. 11. Fuerza de trabajo. Tabla 9.**

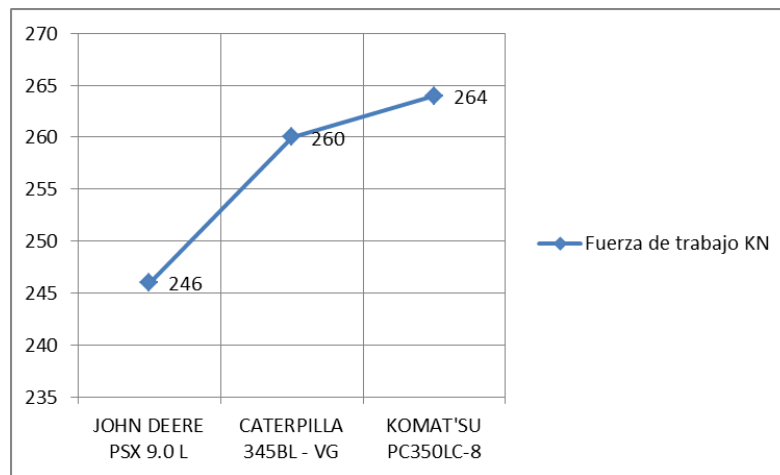
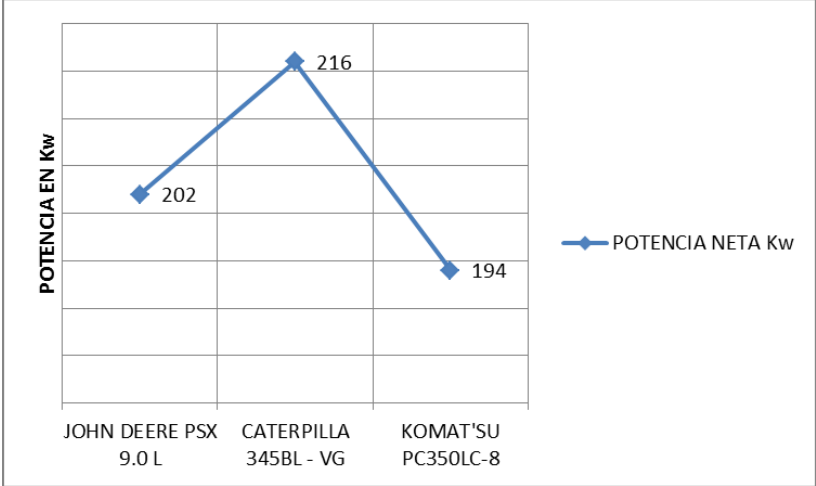








Figura. 12. Potencia de trabajo Tabla 9.





**Tabla: 10.Excavadoras.**

MÁQUINAS EXCAVADORAS		Fuente: es.machineryson.com			Fuente: cuautitlanizcalli.olx.com.mx			Fuente: www.sullairargentina.com	
									
CATEGORIA	EXCAVADORAS	Figura. 20			Figura. 21			Figura. 22	
SUBCATEGORIA	Excavadora hidráulica de oruga	<b>JOHN DEERE</b> 			<b>CATERPILLAR</b> 			<b>KOMAT'SU</b> 	
MOTOR		470GLC						Komatsu SAA6D125E-3	
MODELO		6UZ1- It4			365B L			PC450-7	
PESO OPERACIONAL		Con tanque de comb. lleno y un oper. de 79 kg(175 lb)			Con tanque de comb. lleno y oper. de 75 kg(165 lb)			Con tanque de comb. lleno	
		Brazo de longitud 2,9 m (9' 6")	Brazo de longitud 3,4 m (11' 12")	Brazo de longitud 4,9 m (16' 1")	Brazo 4,67 m 15'4"	Brazo 3,6 m 11'10"	Brazo 2,84 m 9'4"	Brazo 3,38 m 11'1"	
		49 420 kg (108 952 lb)			65 360 kg - 144 100 lb			43 420kg - 95 720 lb	
DIMENSIONES DE FUNCIONAMIENTO									
Altura máxima de excavación	10,26 m 33' 8"	11,05 m 36' 3"	11,73 m 38' 6"	13,08 42'11"	12,46 40'11"	12,25 40'2"	10,925m 35'10"		
Altura máxima de vaciado	7,04 m 23' 1"	7,65 m 25' 1"	8,66 m 28' 5"	9,18 30'1"	8,59 28'2"	8,43 27'8"	7,625m 25'0"		
Profundidad máx. de excavación	7,29 m 23' 11"	7,77 m 25' 6"	9,12 m 29' 11"	9,47 31'1"	8,40 27'7"	7,64 25'1"	7,790m 25'7"		
Alcance máximo de excavación	11,40 m 37' 5"	12,07 m 39' 7"	13,34 m 43'9"	14,04 46'1"	12,98 42'7"	12,34 40'6"	12,005m 39'5"		
Fuerza de trabajo (cucharón)	285 kN (64 071 lb)			330 kN (34 160 lb)			329 kN (73 880 lb)		
TIPO DE MOTOR	Diesel			Diesel			Diesel		
POTENCIA NETA	270 Kw-367 Hp			287 Kw-385 Hp			246Kw-330Hp		
CAPACIDAD DEL CUCHARON (COLMADO)	2,34 m3 (3,06 Yd3)			2,3-3,5 m3 (3-4,58 Yd3)			2,10m3 (2,75 Yd3)		
RPM NOMINALES DEL MOTOR	2000			2000			1850		
N° DE CICLINDROS	6			6			6		
VELOCIDAD DE PROPULSIÓN (MÁXIMA)	2 Vel. Despl.			2 Vel. Despl.			2 Vel.Despl.		
	Lo: 3,9 km/h - 2,4 millas/h Hi: 5,5 km/h - 3,4 millas/h			Lo: 2,8 km/h - 1,7 Mph Hi: 4,1 km/h - 2,5 Mph			Lo: 3,0 km/h - 1,9 Mph Hi: 5,5 km/h - 3,4 Mph		
CAPACIDAD TANQUE DE COMBUSTIBLE	725L - 192Gal			800 L - 211 Gal			650 L - 172 Gal		

En la tabla 10. encontramos John Deere 470GLG, Caterpillar 365B y la Komat'su PC450-7, en las cuales a diferencia de las tres tablas mencionados anteriores si se empiezan a ver diferencias notables ya que hay un rango de fuerza de trabajo de 45 KN esto por un lado y por otra parte una diferencia de pesos hasta de 20.000 Kg, por todas estas diferencias y sin duda alguna la mejor elección para realizar cualquier trabajo la mejor elección seria la Komat'su ya que es la que nos ofrece mejores especificaciones de trabajo ya que al tener en cuenta estas máquinas tan grandes un factor que se debe tener en cuenta y es de vital importancia es el peso de la maquina porque ello influye desde su transporte hasta su puesta en función.

A diferencia de las mini excavadoras en estas tablas las especificaciones a pesar de que son las mismas referencias pero en diferentes marcas no son tan pareja debido a que la marca Komat'su predomina por todo lo que ella ofrece y sin duda alguna la mejor opción sería la Komat'su en todas sus referencias para realizar cualquier trabajo que tenga que ver con el movimiento de tierras y esto se puede observar en las figuras 13, 14, 15, para mayor claridad.

**Figura. 13. Peso tabla 10.**

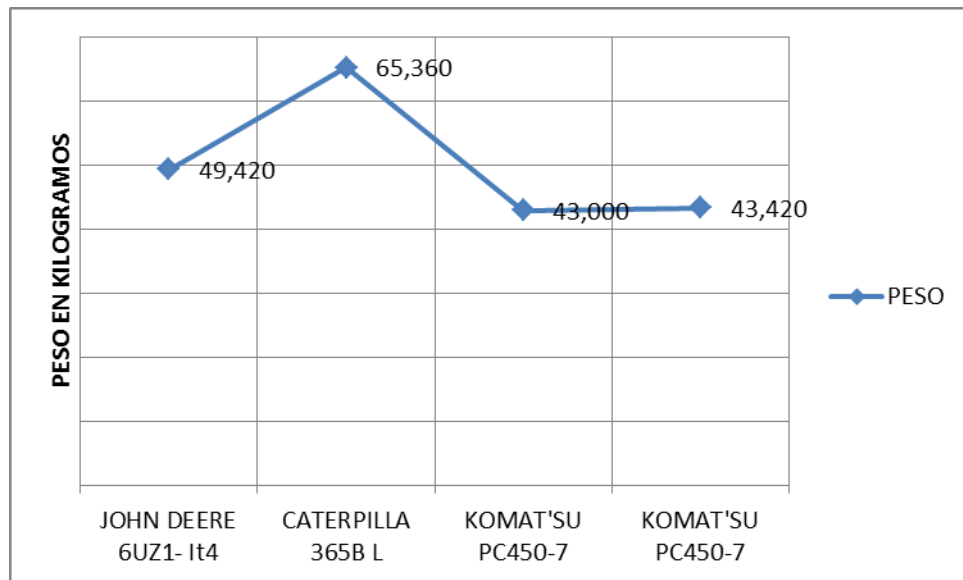


Figura. 14. Potencia tabla 10.

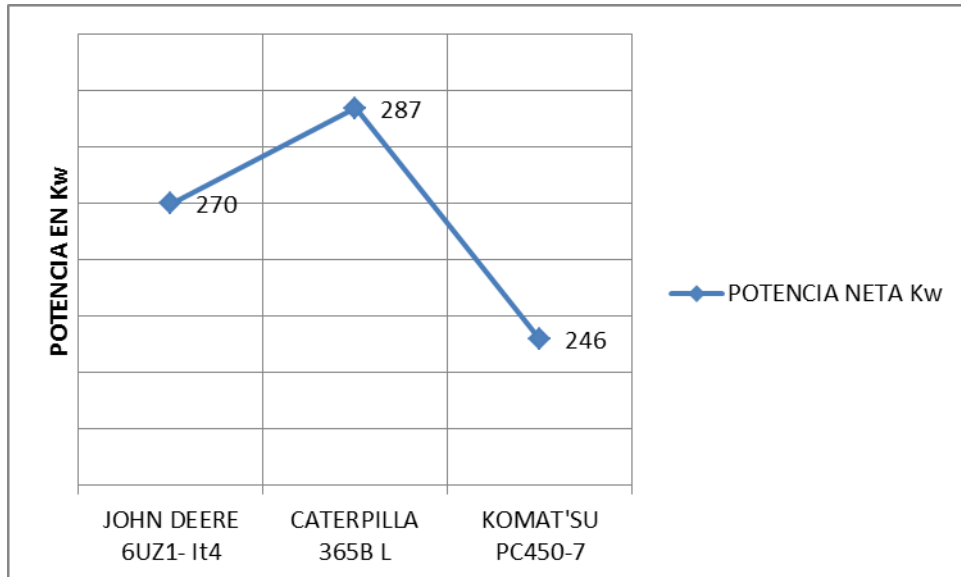
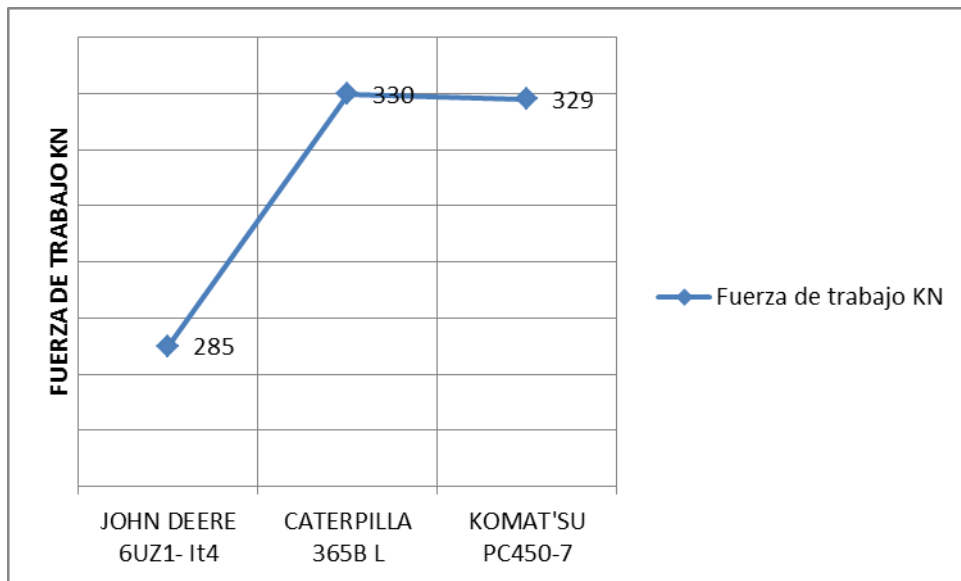






Figura. 15. Fuerza de trabajo tabla 10.






**Tabla: 11. Rendimiento excavadoras.**

RENDIMIENTO EXCAVADORA JOHN DEERE 350 GLC	
	
RENDIMIENTO TOMADO EN CAMPO	RENDIMIENTO SEGUN LA FORMULA
Capacidad de 1,76 m3	
Consumo 8 galones por hora	
<p>Tiempo tomado 60 min  Ciclo 24 seg  Capacidad de balde 1.76 m3  Con unas condiciones de tiempo favorable 0.85  Potencia 202 Kw-271 Hp  Fuerza de trabajo 246 kN (55 303 lb)  Tipo de terreno Medio</p> <p>Una excavadora con un buen operador y unas condiciones favorables de tiempo puede llegar a mover 264 m3/h</p>	$R = \frac{3600 * Q * E * K * 0,764}{T * FV}$ <p>Dónde:  R = Rendimiento en m3/h medido en banco.  Q = Capacidad del cucharón.  E = factor de rendimiento de la máquina.  K = Factor de llenado del cucharón  F V = Factor de abundamiento.  T = Tiempo empleado para realizar un ciclo (seg).  3600 = Factor de convergencia de unidades a horas.</p> <p>Ejemplo</p> <p>Q= 1,76 m3  E = 0.85  K = 1.05  F V = 0.6  T= 25 s</p> <p>R = 288.021888 m3/h</p>

**Tabla: 12. Rendimiento Excavadora**

RENDIMIENTO EXCAVADORA CATERPILLAR 345 BL-VG	
 	
RENDIMIENTO TOMADO EN CAMPO	RENDIMIENTO SEGUN LA FORMULA
Capacidad de entre 1,8-2,2 m3	
Consumo 8.5 galones por hora	
Tiempo tomado 60 min Ciclo 26 seg Capacidad de balde 1.8 m3 Con unas condiciones de tiempo favorable 0.85 Potencia 216 Kw-290 Hp Fuerza de trabajo 260 kN (58 430 lb) Tipo de terreno medio  Una excavadora con un buen operador y unas condiciones favorables de tiempo puede llegar a mover 249 m3/h	$R = \frac{3600 * Q * E * K * 0,764}{T * FV}$ Dónde: R = Rendimiento en m3/h medido en banco. Q = Capacidad del cucharón. E = factor de rendimiento de la máquina. K = Factor de llenado del cucharón F V = Factor de abundamiento. T = Tiempo empleado para realizar un ciclo (seg). 3600 = Factor de convergencia de unidades a horas.  Ejemplo Q= 1,8 m3 E = 0.85 K = 1.05 F V = 0.6 T= 25 S  R= 277.24032 m3/h

**Tabla: 13. Rendimiento excavadora**

RENDIMIENTO EXCAVADORA KOMATSU 350		
		
RENDIMIENTO TOMADO EN CAMPO	RENDIMIENTO SEGUN LA FORMULA	
Capacidad de entre 1.8-2 m3		
Consumo 8 galones por hora		
Tiempo tomado 60 min Ciclo 20 seg Capacidad de balde 1m3 Con unas condiciones de tiempo favorable 0.85 Potencia 194 Kw-260 Hp Fuerza de trabajo 264KN (59305 lb) Tipo terreno Duro  Una excavadora con un buen operador y unas condiciones favorables de tiempo puede llegar a mover 180 m3/h	$R = \frac{3600 * Q * E * K * 0,764}{T * FV}$ <p>Dónde:</p> R = Rendimiento en m3/h medido en banco. Q = Capacidad del cucharón. E = factor de rendimiento de la máquina. K = Factor de llenado del cucharón F V = Factor de abundamiento. T = Tiempo empleado para realizar un ciclo (seg). 3600 = Factor de convergencia de unidades a horas. <p>Ejemplo</p> Q= 1 m3 E = 0.85 K = 1 F V = 0.5 T= 25 S  R = 187.0272 m3/h	

En las tablas 11, 12 y 13 están comprendidos los rendimientos de las excavadoras 350 en las tres marcas, lo que reflejan estas tablas son las comparaciones que se realizaron entre el rendimiento teórico y el de campo, donde se ven algunas variaciones, por ejemplo en el rendimiento teórico en todos los casos se encuentra por encima del práctico esto se debe a que como todo en la realidad hay más variables que afectan el desempeño de las máquinas, pero si se observa con cautela a la hora de buscar una máquina que mueva bastante material la opción correcta sería la Caterpillar debido a que a la capacidad de su cuchara mueve más que las otras dos referencias lo que se tendría que tener en cuenta es el lugar donde se vaya a desempeñar la labor y el presupuesto con el que se cuenta.

Para las retroexcavadoras encontramos dos cuadros que contienen las mismas marcas que las mini excavadoras y excavadoras solo que en estas solo se encuentran dos referencias que son las más utilizadas en obra.

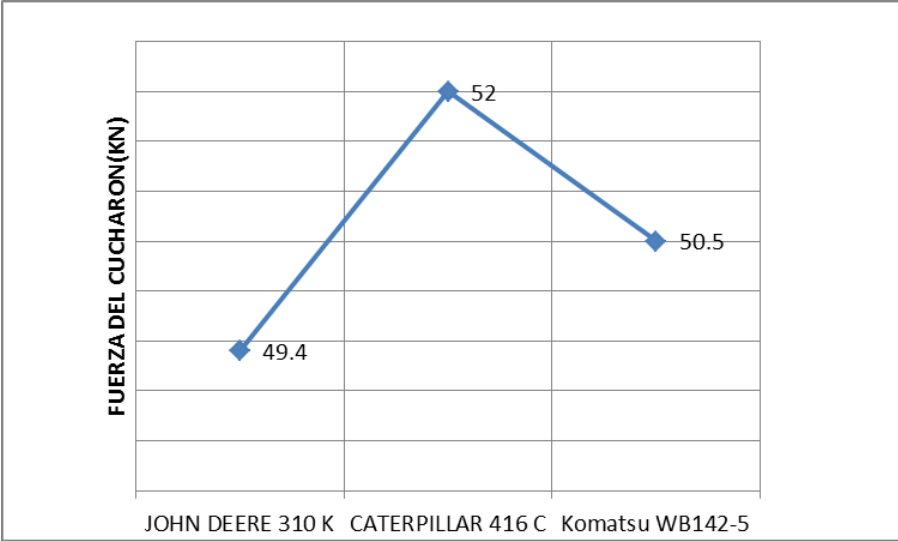
**Tabla: 14 Retroexcavadoras.**

MÁQUINAS RETOEXCAVADORAS		Fuente: www.dinissanmaquinaria.com/310k/	Fuente: Propia	Fuente: www.sv.all.biz						
										
CATEGORIA	RETOEXCAVADORAS	Figura. 23	Figura. 24	Figura. 25						
SUBCATEGORIA	Retroexcavadora de llanta	<b>JOHN DEERE</b> 	<b>CATERPILLAR</b> 	<b>KOMATSU</b> 						
MOTOR		310 K		Komatsu 4D102LE-2						
MODELO		E 4045HT054	416C	WB142-5						
PESO OPERACIONAL		Con tanque de comb. lleno y un oper. de 79 kg(175 lb) y equipo estándar	Con tanque de combustible lleno y operador de 75 kg(165 lb)	Con tanque de combustible lleno						
		6 343 kg (13 993 lb)	7 385 kg (16 281 lb)	6585 kg - 14513 lb						
<b>DIMENSIONES DE FUNCIONAMIENTO DE LA RETOEXCAVADORA</b>										
Especificaciones con Cucharón de 610 mm * 0,18 m <sup>3</sup> (24" * 6,5 ft <sup>3</sup> )	Brazo Estándar	Brazo Retraido	Brazo Extendido	Brazo Estándar	Brazo Retraido	Brazo Extendido	Brazo Estándar	Brazo Retraido	Brazo Extendido	
PROF. MÁXIMA DE EXCAVACIÓN	4,34 m 14' 3"	4,39 m 14' 5"	5,46 m 17' 11"	4,42 m 14'6"	4,5 m 14'9"	5,55 m 18'2"	4,1m	4,25m	4,318 m 14'2"	
ALTURA TOTAL DE OPERACIÓN	-----	-----	-----	5,27 m 17'3"	5,24 m 17'2"	5,92 m 19'5"	-----	-----	-----	
ALTURA DE CARGA	3,33 m 10' 11"	3,38 m 11' 1"	4,24 m 13' 11"	3,48 m 11'5"	3,65 m 12'0"	4,22 m 13'10"	4,830m	4,9m	5,210 m 17'1"	
ALCANCE MÁX. DESDE LA LÍNEA CENTRAL DEL EJE TRASERO	6,50 m 21' 4"	6,58 m 21' 7"	7,59 m 24' 11"	6,73 m 22'1"	6,77 m 22'3"	7,77 m 25'6"	5,200m	5,35m	5,580 m 18'4"	
ALCANCE MÁX. DESDE EL PIVOTE DE GIRO DESDE EL SUELO	5,44 m 17' 10"	5,51 m 18' 1"	6,53 m 21' 5"	5,64 m 18'6"	5,68 m 18'8"	6,68 m 21'11"	3,896m	4,05m	4,276 m 14'0"	
FUERZA DE EXC. DEL CILINDRO DEL CUCHARÓN	49,4 kN (11 106 lb)			52 kN (11 700 lb)			50,5kN (11351 lb)			
FUERZA DE EXC. DEL CILINDRO DEL BRAZO	31,2 kN (7 006 lb)			34,3 kN (7 704 lb)			34,10kN (7670 lb)			
ARCO DE ROTACIÓN	180°			180°			180°			
<b>DIMENSIONES DE FUNCIONAMIENTO DEL CARGADOR</b>										
CUCHARÓN	Trab. Pesado	Trab. Pesado	Borde Larg. Trab. Pes.	De Usos Múltiples	De Uso General	De Uso General	De Uso Múltiple	De Uso Múltiple	De Uso Múltiple	
CAPACIDAD DEL CUCHARÓN	0,77 m <sup>3</sup> (1yd <sup>3</sup> )	0,86 m <sup>3</sup> (1,12 yd <sup>3</sup> )	0,86 m <sup>3</sup> (1,12 yd <sup>3</sup> )	0,86 m <sup>3</sup> (1,12 yd <sup>3</sup> )	0,76 m <sup>3</sup> (1 yd <sup>3</sup> )	0,96 m (1,25 yd <sup>3</sup> )	0,96 m (1,25 yd <sup>3</sup> )	0,96 m <sup>3</sup> 1,25 yd <sup>3</sup>	0,77 m <sup>3</sup> (1yd <sup>3</sup> )	
CAPACIDAD DE LEVANTAMIENTO A ALTURA MÁX.	2994 kg (6600 lb)	3073 kg (6775 lb)	3074 kg (6775 lb)	3075 kg (6775 lb)	2622 kg (5780 lb)	2486 kg (5480 lb)	2368 kg (5220 lb)	2560 kg 5645 lb	2870 kg 6,325 lb	
FUERZA DE DESPRENDIMIENTO	41,6 kn (9350 lb)	42,3 kn (9500 lb)	42,3 kn (9500 lb)	42,3 kn (9500 lb)	40 kn (9030 lb)	38,3 kn (8606 lb)	42 kn (9490 lb)	43,1 kN 9690 lb	44,98 kN	
ALTURA DE DESCARGA CON ANGULO DE DESCARGA MÁX.	2,69 m (8'10")	2,69 m (8'10")	2,48 m (8'2")	2,59 m (8'6")	2,65 m (8'8")	2,58 m (8'5")	2,64 m (8'8")	2,560 m 8'5"	2,615m 8'7"	
ALTURA MÁX. DE OPERACIÓN	-----	-----	-----	-----	4,02 m 13'2"	4,17 m 13'8"	4,2 m 13'9"	4,260 m 14'0"	4080 mm 13'5"	
PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN	160 mm (6,3")	175mm (6,9")	147 mm (5,8")	197 mm (7,8")	105 mm 4"	105 mm 4"	105 mm 4"	0,135 m 5"	100 mm 4.0"	
INCLINACIÓN MÁX. HACIA ATRÁS A NIVEL DEL SUELO	40°	40°	40°	40°	40°	40°	40°	41°	45°	
TIPO DE MOTOR	Diesel				Diesel				Diesel	
POTENCIA NETA	65 Kw-87 Hp				60 Kw-80 Hp				57kw-76 Hp	
RPM NOMINALES DEL MOTOR	2000				2200				2200	
N° DE CICLINDROS	4				4				4	
VELOCIDAD MÁXIMA DE DESPLAZAMIENTO CON MOTOR ESTANDAR	Avance		Reversa		Avance Trans. Servomecánica		Reversa Servotransmisión		Avance Reversa	
	5,6 km/h (3,5 millas/h)		7,0 km/h (4,4 millas/h)		5,8 km/h (3,6 mph)		5,8 km/h (3,5 mph)		5,7 km/h (3,5 mph)	
	10,2 km/h (6,3 millas/h)		12,8 km/h (8 millas/h)		9,3 km/h (5,8 mph)		9,2 km/h (5,7 mph)		8,5 km/h (5,3 mph)	
	20,8 km/h (12,9 millas/h)		-----		19,2 km/h (12 mph)		19,2 km/h (12 mph)		18,5 km/h (11,5 mph)	
	33,4 km/h (20,7 millas/h)		-----		32,8 km/h (20,4 mph)		32,8 km/h (20,4 mph)		37,0 km/h 23,0 mph	
CAPACIDAD TANQUE DE COMBUSTIBLE	155,2 L - 42 Gal				128 L - 34 Gal				120 L - 31,7 Gal	



La tabla 14 contempla las referencias John Deere 310K, Caterpillar 416C y la Komatsu WB142-5, donde en sus especificaciones no se notan variaciones notables ni resaltan ventajas o desventajas, pero observando muy detalladamente la John Deere sería una buena opción ya que ofrece una buena mayor potencia como se muestra en la figura 18 y capacidad de cucharón, no hay mucho que resaltar en estas referencias debido a que las especificaciones son muy similares, para tener mejor claridad remitirse a las figuras 16,17.

**Figura. 16. Fuerza de cucharón. Tabla 14.**



**Figura. 17. Fuerza de brazo. Tabla 14.**

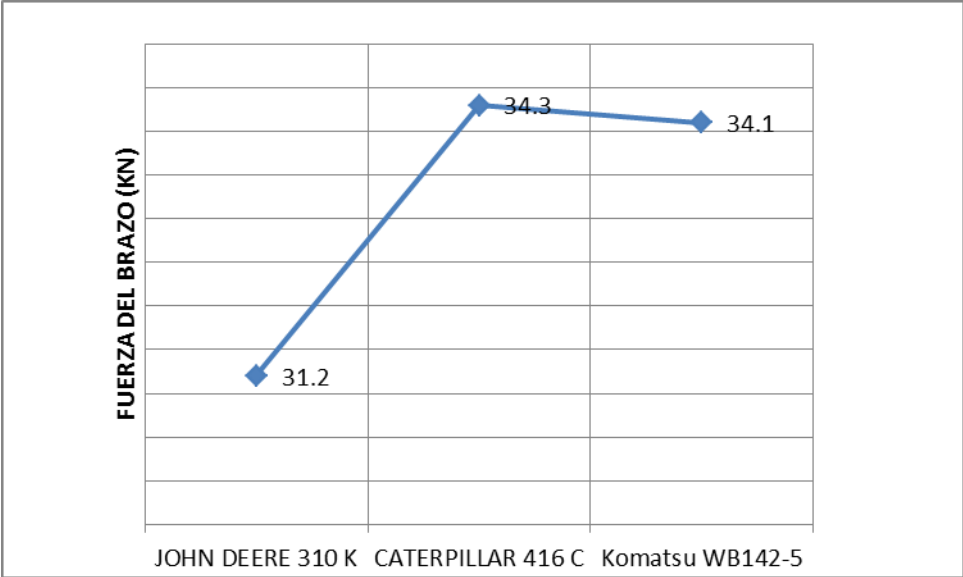
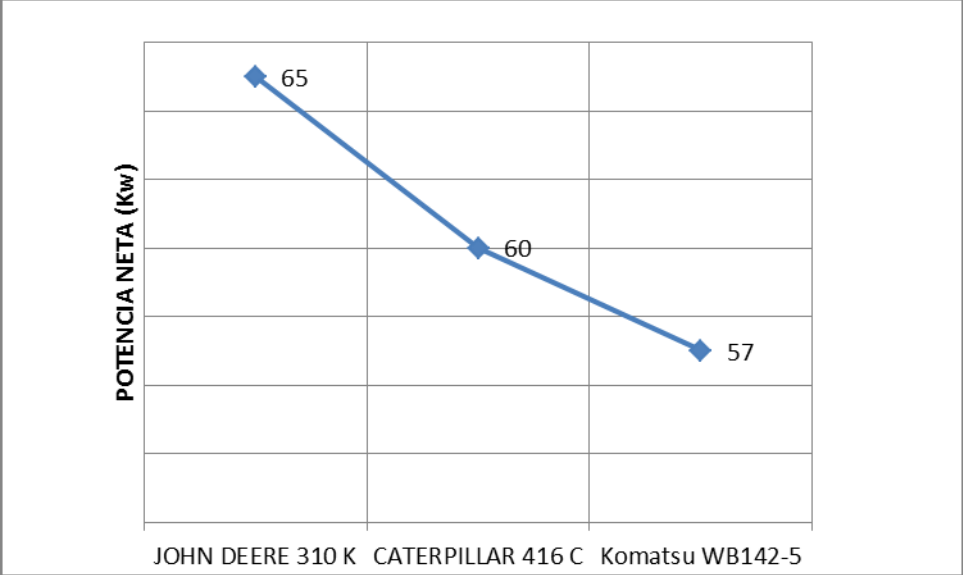








Figura. 18. Potencia grafica 14.



**Tabla: 15. Retroexcavadoras.**

MÁQUINAS RETROEXCAVADORAS		Fuente: cuenca.ok.com.ec	Fuente: www.catequipmentforsale.com	Fuente: ciudadedurango.ok.com.mx												
																
CATEGORIA	RETROEXCAVADORAS	Figura. 26	Figura. 27	Figura. 28												
SUBCATEGORIA	Retroexcavadora de llanta	<b>JOHN DEERE</b> 	<b>CATERPILLAR</b> 	<b>KOMATSU</b> 												
MOTOR		410 K	3054 DIT	Komatsu S4102LE-2												
MODELO		E 4045TT096	436C	WB146.5												
PESO OPERACIONAL	Con tanque de comb. lleno y un oper. de 79 kg (175 lb) y equipo estándar	Tradicional con cabina, brazo de cucharón telescópico y 450 kg de contrapeso	Con tanque de combustible lleno y operador de 75 kg (165 lb)	Con tanque de combustible lleno												
	7 346 kg (16 196 lb)	8 524 kg (18 792 lb)	7 120 kg - (15 700) lb	7 300 kg 16 090 lb												
DIMENSIONES DE FUNCIONAMIENTO DE LA RETROEXCAVADORA																
Especificaciones con Cucharón de 610 mm* 0,21 m <sup>3</sup> (24" * 7,5 f3)	Brazo Estándar	Brazo Retraído	Brazo Extendido	Brazo Estándar	Brazo Retraído	Brazo Extendido	Brazo Estándar	Brazo Extendido	Brazo Extendido							
PROF. MÁXIMA DE EXCAVACIÓN	4,83 m 15' 10"	4,90 m 16' 1"	6,10 m 20' 0"	4,95 m 16'3"	4,99 m 16'5"	6,20 m 20'4"	4,35m	4,423 m 14'6"	5,533 m 18'2"							
ALTURA TOTAL DE OPERACIÓN	-----	-----	-----	5,86 m 19'3"	5,66 m 18'2"	4,78 m 15'8"	-----	-----	-----							
ALTURA DE CARGA	3,81 m 12' 6"	3,86 m 12' 8"	4,72 m 15' 6"	3,94 m 12'11"	4 m 12'0"	4,22 m 13'10"	2,75m	2,828 m 9'3"	3,877 m 12'9"							
ALCANCE MÁX. DESDE LA LÍNEA CENTRAL DEL EJE TRASERO	7,11 m 23' 4"	7,19 m 23' 7"	8,33 m 27' 4"	7,36 m 24'2"	7,34 m 24'1"	8,5 m 27'11"	5,7m	5,742 m 18'10"	6,755 m 22'2"							
ALCANCE MÁX. DESDE EL PIVOTE DE GIRO DESDE EL SUELO	5,99 m 19' 8"	6,07 m 19' 11"	7,21 m 23' 8"	6,27 m 20'7"	6,25 m 20'6"	7,41 m 24'4"	4,1m	4,370 m 14'4"	5,479 m 18'0"							
FUERZA DE EXC. DEL CILINDRO DEL CUCHARÓN	65,8 kN (14 801 lb)			64,2 kN (14 440 lb)			-									
FUERZA DE EXC. DEL CILINDRO DEL BRAZO	38,9 kN (8 741 lb)			29 kN (6 529 lb)			37,8 kN (8518 lb)									
ARCO DE ROTACIÓN	180°			180°			180°									
DIMENSIONES DE FUNCIONAMIENTO DEL CARGADOR																
CUCHARÓN	Trab. Pesado	Trab. Pesado	De Usos Múltiples	De Uso General	De Uso General	De Uso Múltiple	De Uso Múltiple	De Uso General								
CAPACIDAD DEL CUCHARÓN	1 m <sup>3</sup> (1,31 yd <sup>3</sup> )	1,15 m <sup>3</sup> (1,50 yd <sup>3</sup> )	1 m <sup>3</sup> (1,31 yd <sup>3</sup> )	1 m <sup>3</sup> (1,31 yd <sup>3</sup> )	1,07 m (1,40 yd <sup>3</sup> )	0,96 m (1,25 yd <sup>3</sup> )	1,03 m <sup>3</sup> (1,35 yd <sup>3</sup> )	0,95 m <sup>3</sup> (1,25 yd <sup>3</sup> )								
CAPACIDAD DE LEVANTAMIENTO A ALTURA MÁX.	3266 kg (7200 lb)	3207 kg (7070 lb)	2994 kg (6600 lb)	3000 kg (6610 lb)	2946 kg (6490 lb)	2845 kg (6270 lb)	2821 kg (6210 lb)	3900 kg (8,598 lb)								
FUERZA DE DESPRENDIMIENTO	45,8 kn (10300 lb)	45,2 kn (10170 lb)	42,9 kn (9650 lb)	45,7 kn (10270 lb)	44,9 kn (10080 lb)	45 kn (10120 lb)	44,8 kN (10060 lb)	58,8 kN								
ALTURA DE DESCARGA CON ANGULO DE DESCARGA MÁX.	2,69 m (8'10")	2,67 m (8'9")	2,62 m (8'7")	2,67 m (8'9")	2,62 m (8'7")	2,71 m (8'11")	2,3 m 7'7"	2,622 m 8'7"								
ALTURA MÁX. DE OPERACIÓN	-----	-----	-----	4,23 m 13'11"	4,27 m 14"	4,26 m 14"	4,26 m 14"	4,230 m 13'11"								
PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN	170 mm (6,7")	157 mm (6,2")	182 mm (7,8")	43 mm 2"	85 mm 3"	75 mm 3"	75 mm 3"	100 mm 4.0"								
INCLINACIÓN MÁX. HACIA ATRÁS A NIVEL DEL SUELO	40°	40°	40°	39°	40°	40°	40°	45°								
TIPO DE MOTOR	Diesel			Diesel			Diesel									
POTENCIA NETA	72 Kw-97 Hp			70 Kw-93 Hp			66 kw - 88 Hp									
RPM NOMINALES DEL MOTOR	2100			2200			2200									
N° DE CICLINDROS	4			4			4									
VELOCIDAD MÁXIMA DE DESPLAZAMIENTO CON MOTOR ESTANDAR	Avance		Reversa		Avance		Reversa		Avance		Reversa					
	5,6 km/h (3,5 millas/h)		7,1 km/h (4,6 millas/h)		6 km/h (3,7 mph)		6 km/h (3,7 mph)		5,8 km/h (3,6 mph)		6,5 km/h 4,0 mph		6,5 km/h 4,0 mph			
	10,3 km/h (6,4 millas/h)		12,9 km/h (8,4 millas/h)		9,6 km/h (6 mph)		9,6 km/h (6 mph)		9,3 km/h (5,8 mph)		12,3 km/h 7,5 mph		12 km/h 7,5 mph			
	20,7 km/h (12,9 millas/h)		20,6 km/h (13,6 millas/h)		19,9 km/h (12,4 mph)		19,9 km/h (12,4 mph)		12,3 km/h (7,6 mph)		23 km/h (14,5 mph)		23,0 km/h 14,3 mph		23,0 km/h 14,3 mph	
	31,9 km/h (19,2 millas/h)		-----		33,7 km/h (20,9 mph)		33,7 km/h (20,9 mph)		19 km/h (11,9 mph)		-----		40 km/h 24,9 mph		-----	
40 km/h (25 millas/h)		-----		-----		-----		32 km/h (20 mph)		-----		-----		-----		
CAPACIDAD TANQUE DE COMBUSTIBLE	155,2 L - 41 Gal			128 L - 34 Gal			150 L - 39,6 Gal									

En la tabla 15 encontramos John Deere 410K, Caterpillar 436C y la Komatsu WB146-5, en estas referencias las especificaciones no es que cambien mucho ya que todas son muy similares se tendría que mirar muy a fondo en las figuras 19,20,21 para ver cual nos ofrece mejores fuerzas de trabajo tanto en su brazo, como en su cucharon y una vez seleccionado se entrar a escoger ya que las tres máquinas ofrecen casi todo igual se podría decir que en el momento de hacer la elección todo dependería del gusto de la persona que vaya a realizar el trabajo.

**Figura. 19. Fuerza del cucharon. Tabla 15.**

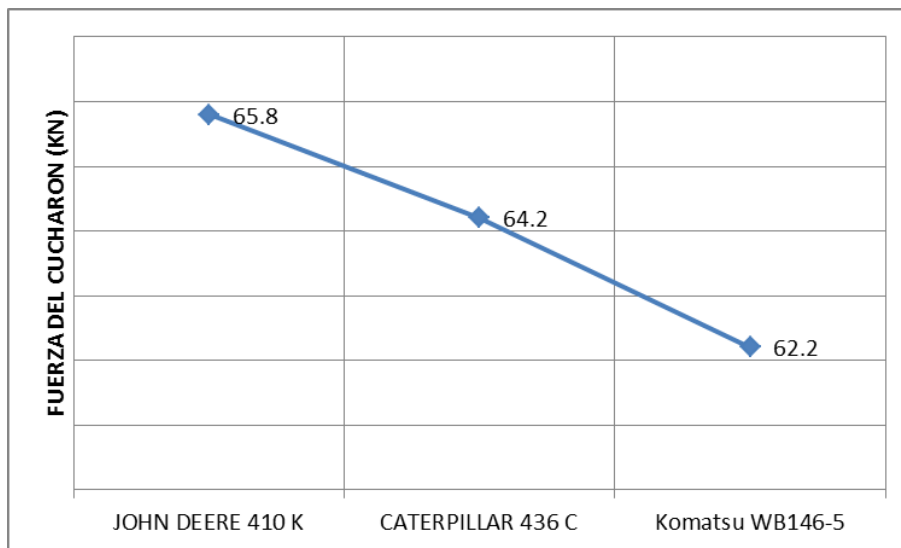


Figura. 20. Fuerza del Brazo. Tabla 15.

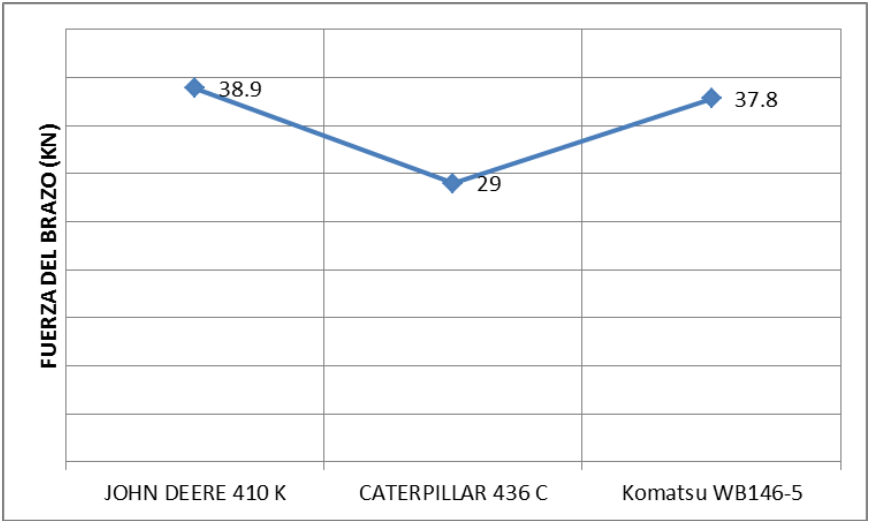
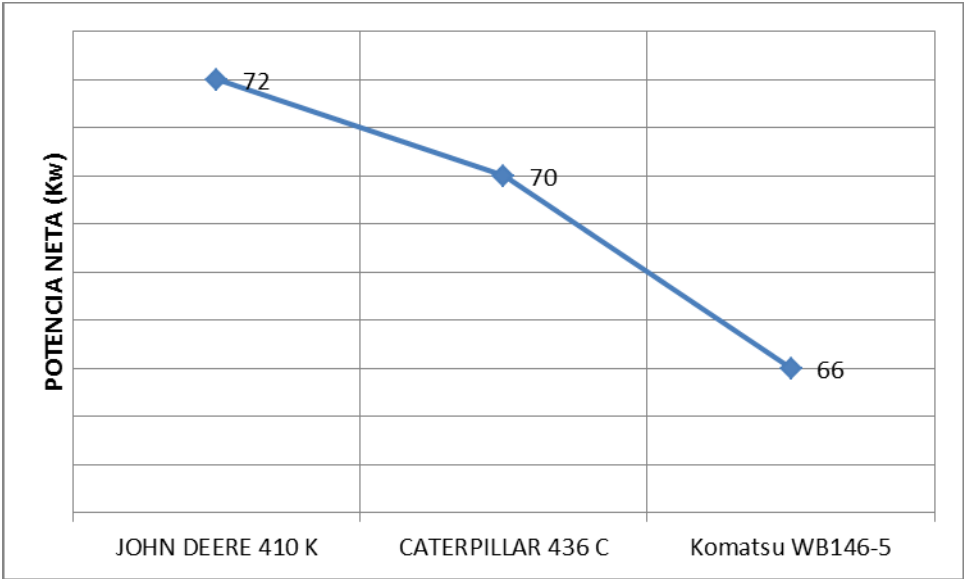







Figura. 21. Potencia. Tabla 15.





**Tabla: 16. Rendimiento retroexcavadora.**

RENDIMIENTO RETROEXCAVADORA JOHN DEERE 310 K	
  	
RENDIMIENTO TOMADO EN CAMPO	RENDIMIENTO SEGUN LA FORMULA
Capacidad de entre 0,18 m3	
Consumo 1.3 galones por hora	
TRABAJANDO CON MATERIAL ARCILLOSO NO TAN DURO	
Tiempo tomado      60 min Ciclo                    15 seg Capacidad de balde    0,18 m3 Con unas condiciones de tiempo favorable      0.85 Potencia                65 Kw-87 Hp Tipo de material      flojo	$R = \frac{3600 * Q * E * K * 0,764}{T * FV}$ <p>Dónde:                      R = Rendimiento en m3/h medido en banco.                      Q = Capacidad del cucharón.                      E = factor de rendimiento de la máquina.                      K = Factor de llenado del cucharón                      F V = Factor de abundamiento.                      T = Tiempo empleado para realizar un ciclo (seg).                      3600 = Factor de convergencia de unidades a horas.</p> <p>Ejemplo</p> <p>Q=      0.18 m3                      E =      0.85                      K =      1                      F V =    0.45                      T=      20 S</p> <p>R =      46.7568 m3/h</p>
Una Retro excavadora con un buen operador y unas condiciones favorables de tiempo puede llegar a mover 43 m3/h	

**Tabla: 17. Rendimiento retroexcavadoras.**

RENDIMIENTO RETRO EXCAVADORA CATERPILLAR 416C	
	
RENDIMIENTO TOMADO EN CAMPO	RENDIMIENTO SEGUN LA FORMULA
Capacidad de entre 0,18 m3	
Consumo 1.3 galones por hora	
Tiempo tomado 60 min Ciclo 17 seg Capacidad de balde 0.18m3 Con unas condiciones de tiempo favorable 0.85 Potencia 60 Kw-80 Hp Tipo de material Floja  Una Retro excavadora con un buen operador y unas condiciones favorables de tiempo puede llegar a mover 38 m3/h	$R = \frac{3600 * Q * E * K * 0,764}{T * FV}$ <p>Dónde:</p> R = Rendimiento en m3/h medido en banco. Q = Capacidad del cucharón. E = factor de rendimiento de la máquina. K = Factor de llenado del cucharón F V = Factor de abundamiento. T = Tiempo empleado para realizar un ciclo (seg). 3600 = Factor de convergencia de unidades a horas. <p>Ejemplo</p> Q= 0,18 m3 E = 0.85 K = 1 F V = 0.45 T= 20 S  R= 46.7568 m3/h

**Tabla: 18. Rendimiento retroexcavadora**

RENDIMIENTO RETRO EXCAVADORA KOMATSU WB142-5	
 	
RENDIMIENTO TOMADO EN CAMPO	RENDIMIENTO SEGUN LA FORMULA
Capacidad de entre 0,18 m3	
Consumo 1.3galones por hora	
Tiempo tomado 60 min Ciclo 14 seg Capacidad de balde 0.18m3 Con unas condiciones de tiempo favorable 0.85 Potencia 57Kw-76 Hp Tipo de terreno flojo	$R = \frac{3600 * Q * E * K * 0,764}{T * FV}$ <p>Dónde:                      R = Rendimiento en m3/h medido en banco.                      Q = Capacidad del cucharón.                      E = factor de rendimiento de la máquina.                      K = Factor de llenado del cucharón                      F V = Factor de abundamiento.                      T = Tiempo empleado para realizar un ciclo (seg).                      3600 = Factor de convergencia de unidades a horas.</p> <p>Ejemplo</p> Q= 0.18m3 E = 0.85 K = 1 F V = 0.45 T= 20 S  R = 46.7568 m3/h
Una Retro excavadora con un buen operador y unas condiciones favorables de tiempo puede llegar a mover 46 m3/h	

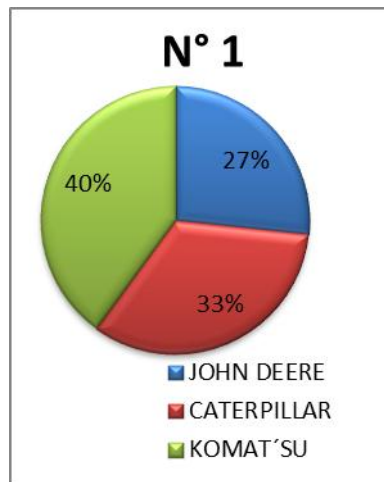


En las tablas 16, 17, 18 donde se encuentra los rendimientos de las maquinas contempladas en la tabla 14, donde se puede observar que para el caso el rendimiento de las tres máquinas no varía de una manera notable entre ellas y el teórico y práctico igual esto se debe a que el trabajo de estas máquinas no actúan tantos factores como en la excavadoras.

Para finalizar esta discusión se podría afirmar que todas las máquinas tanto en mini excavadoras como en excavadoras y en retro excavadoras las tres marcas ofrecen muy buenas condiciones de trabajo si no que para realizar esta selección se tiene que tener cuenta el trabajo que se quiera desempeñar y los recursos con los que se cuentan tales como el espacio el tiempo y otros factores que afectan o son relevantes en el trabajo de movimiento de tierras.

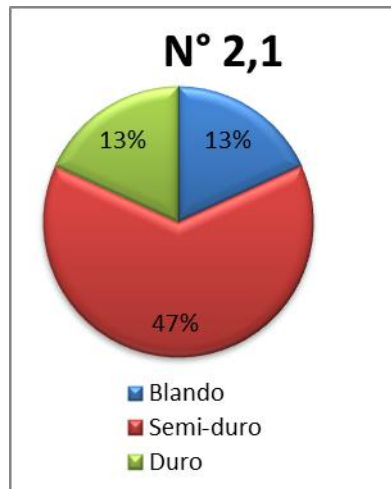
#### 4.1 Trabajo en campo.

1. ¿De las siguientes marcas en maquinaria pesada cual le cree usted que es la más comercial?



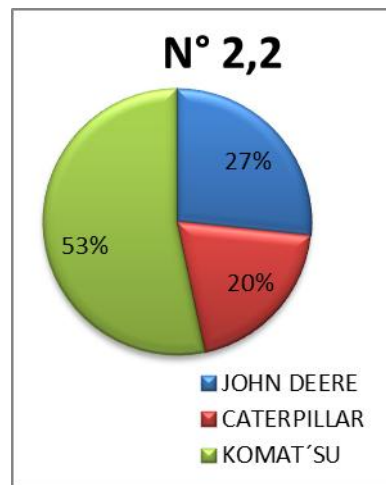
Pues la mayoría de la gente encuestada cree que la marca más comercial es la Komat'su porque aseguran que es una maquina muy económica y duradera claro que también mencionan ala Caterpillar pero dicen que es una maquina muy costosa de repuestos.

## 2. ¿Qué clase de material?



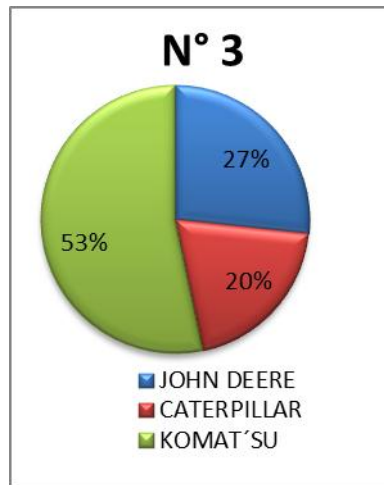
Al responder esta pregunta los encuestados coinciden en gran parte que la mayoría de terrenos en los que ellos habían trabajado era en los semi-duro, por que trabajaban en receberas y areneras

## 2.2 ¿Qué marca de excavadora empleo?



La marca más empleada por ellos asido la Komat'su por que ratifican que desde hace unos 5 años atrás esta marca viene ofreciendo unas muy buenas características tales como un consumo menor de combustible.

3. ¿De la maquinaria empleada para trabajos de extracción de tierra (mini excavadoras, excavadoras y retroexcavadoras) ofrecida en el mercado por las marcas JOHN DEERE, CATERPILLAR y KOMAT'SU con cuál de estas ha trabajado?

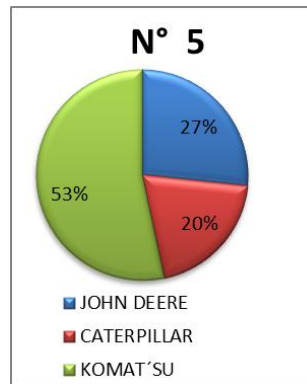


En la gráfica podemos ver que la marca más utilizada asido la Komat'su esto puede ser debido a las características que los encuestados dicen que trae

4. ¿Cree usted que las maquinas manejadas por estas marcas, ante la realización de los trabajos mencionados tienen el mismo desempeño?

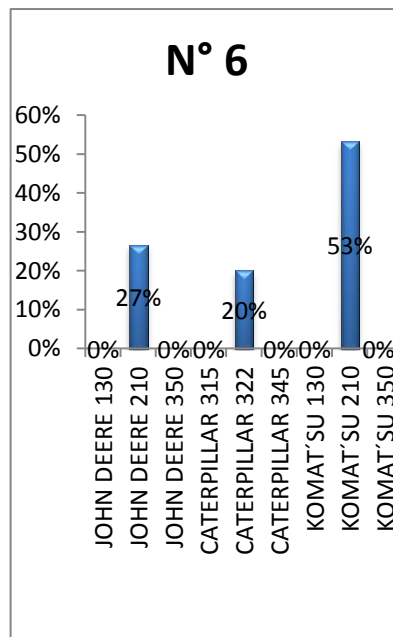
No porque todas las marcas traen características que las identifica solo a ellas y varian en algunas cosas así sean cosas muy mínimas.

5. ¿Para la ejecución de un proyecto vial (urbano-rural) con cual marca de maquinaria trabajaría?



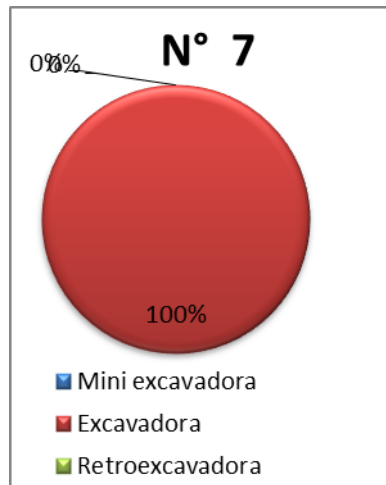
Pues los encuestados en esta pregunta afirmaron que cuando se trata de un proyecto vial hay que usar máquina que les de un rendimiento más mucho mayor y según ellos la Komat'su es muy rápida

6. ¿Para trabajos de extracción en material de peña con cual de la maquinaria y referencia trabajaría?



En esta [pregunta afirmaron que las máquina de referencia 210 en Komat'su y 322 en Caterpillar era una de las referencias más apropiadas para este trabajo ya que da una potencia precisa para realizar esta tarea por que las otras referencias ya tienen especificaciones para realizar otros trabajos.

7. ¿En trabajos de construcción vertical, con gran volumen de excavación y terreno Semi-duro que tipo de maquina emplearía?



En esta pregunta los encuestados afirmaron que como se menciona altos volúmenes de excavación la mejor opción es una excavadora y que lo que hay que entrar a ver es el espacio en el cual se va a desplazar y escoger una referencia que trabaje bien en dicho espacio.

## 5 CONCLUSIONES

- Respecto al rendimiento se puede observar que no hay una variación notable entre el rendimiento teórico y el de campo, debido a que el rango de alteración es solo de 10m<sup>3</sup>/h, esto es debido que en el campo hay circunstancias que afectan, como el clima, la variación de contextura del suelo entre otros.
- El éxito en la ejecución de un proyecto de obra civil no solo depende del factor económico, sino que de igual forma se debe contemplar otro aspecto sumamente importante como lo es la determinación de la maquinaria más adecuada para la realización de las actividades planteadas, de tal manera que se pueda garantizar un óptimo desempeño en las mismas por medio de una decisión acertada.
- Con el paso del tiempo y a medida que ha evolucionado el desarrollo de estas máquinas, cada vez es más fácil su operación en las distintas áreas de la ingeniería, lo que conlleva a la reducción de personal requerido para la ejecución de las múltiples actividades que en la actualidad son realizadas por esta maquinaria. Como dice (Construdata, Informe especial maquinaria pesada, 2013-2014) “En la actualidad una excavación de 50m<sup>3</sup>/hr, que antes exigía el trabajo de 100 hombres, se puede hacer con un maquinista y una excavadora”.
- Si un contratista o constructor opta por la adquisición de maquinaria pesada, debe tener muy presente no solo el costo y sus debidos mantenimientos, sino también las diferentes normas que debe acatar como propietario de este tipo de maquinaria, de igual manera deberá brindar una correcta capacitación del personal operario con la finalidad de evitar cualquier tipo de accidente dentro de las áreas de operación de las mismas.

## 6 RECOMENDACIONES

- Se recomienda al lector de este documento verificar detenidamente cada una de las variables contenidas en el anterior análisis, ya que proporcionan información valiosa y veras, que junto con el criterio de cada persona con llevan a la toma de decisiones muy relevantes para el desarrollo de las actividades relacionadas con la intervención de estas máquinas, y para ello en algunas figuras se han resaltado las especificaciones más relevantes para que a la hora de hacer cualquier elección sea fácil y corto el proceso de selección.
- A la hora de realizar un trabajo que tenga que ver con la intervención de alguna de estas máquinas, es necesario que con anterioridad el operario o contratista tenga claro que es lo que busca ya que si esto no es así, puede hacer una elección incorrecta y como consecuencia esto le puede ocasionar algunos problemas en el desarrollo de dicha tarea.

## 7 BIBLIOGRAFÍA

- Andino, L. A. (2013-2014). Adquirir, transportar y operar maquinaria pesada. *Construdata*, 27.
- catequipmentforsale. (s.f.). *Cat Equipament For Sale* . Recuperado el 03 de 05 de 2014, de Cat Equipament For Sale : [http://www.catequipmentforsale.com/?page\\_id=27](http://www.catequipmentforsale.com/?page_id=27)
- Caterpillar. (2013). *Caterpillar para Latinoamerica*. Recuperado el 09 de 04 de 2014, de Caterpillar para Latinoamerica:  
[http://www.cat.com/es\\_MX/products/new/equipment/excavators.html](http://www.cat.com/es_MX/products/new/equipment/excavators.html)
- Construdata. (2013-2014). Adquirir, transportar y operar maquinaria pesada. *Construdata*, 27.
- Construdata. (2013-2014). Clasificación de maquinaria pesada. *Construdata*, 54-55.
- Construdata. (2013-2014). Informe especial maquinaria pesada. *Construdata*, 21.
- Excavalandia. (26 de 02 de 2012). *Excavalandia "El món de les excavacions"*. Recuperado el 19 de 05 de 2014, de Excavalandia "El món de les excavacions":  
<http://excavalandia.blogspot.com/2012/02/pala-otis.html>
- Ingenieria, B. E. (s.f.). *Tesis Usón Mx*. Recuperado el 11 de 03 de 2014, de <file:///C:/Documents%20and%20Settings/Personal/Mis%20documentos/Downloads/RENDIMIENOS%20DE%20MAQUINARIAS..pdf>
- Ingenieria, B. E. (s.f.). *Tesis Usón Mx*. Recuperado el 12 de 03 de 2014, de Tesis Usón Mx:  
<http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/5301/Capitulo6.pdf>
- Komat'su. (2013). *Komat'su Latin America*. Recuperado el 21 de 04 de 2014, de Komat'su Latin America: <http://www.komatsuklc.com/productos.html>
- Maquinaria, D. (2012). *Dinissan Maquinari John Deere*. Recuperado el 17 de 04 de 2014, de Dinissan Maquinari John Deere:  
[http://www.deere.com.mx/es\\_MX/docs/construction/backhoe\\_loaders/DKAKLBHE\\_S\\_12-07.pdf](http://www.deere.com.mx/es_MX/docs/construction/backhoe_loaders/DKAKLBHE_S_12-07.pdf)
- Maquinaria, D. (2012). *Dinissan Maquinaria John Deere*. Recuperado el 01 de 04 de 2014, de Dinissan Maquinaria John Deere: <http://www.dinissanmaquinaria.com/27d/>
- Maquinaria, D. (2012). *Dinissan Maquinaria John Deere*. Recuperado el 01 de 04 de 2014, de Dinissan Maquinaria John Deere: <http://www.dinissanmaquinaria.com/50d/>



- Maquinaria, D. (2012). *Dinissan Maquinaria John Deere*. Recuperado el 01 de 04 de 2014, de Dinissan Maquinaria John Deere: <http://www.dinissanmaquinaria.com/75d/>
- Maquinaria, D. (2012). *Dinissan Maquinaria John Deere*. Recuperado el 01 de 03 de 2014, de Dinissan Maquinaria John Deere: <http://www.dinissanmaquinaria.com/130g/>
- Maquinaria, D. (2012). *Dinissan Maquinaria John Deere*. Recuperado el 01 de 04 de 2014, de Dinissan Maquinaria John Deere: <http://www.dinissanmaquinaria.com/210g/>
- Maquinaria, D. (2012). *Dinissan Maquinaria John Deere*. Recuperado el 01 de 04 de 2014, de Dinissan Maquinaria John Deere: <http://www.dinissanmaquinaria.com/350g/>
- Maquinaria, D. (2012). *Dinissan Maquinaria John Deere*. Recuperado el 03 de 04 de 2014, de Dinissan Maquinaria John Deere: <http://www.dinissanmaquinaria.com/470g/>
- Máquinaria, D. (2012). *Dinissan Máquinaria John Deere*. Recuperado el 15 de 05 de 2014, de Dinissan Máquinaria John Deere: <http://www.dinissanmaquinaria.com/310k/>
- Maquinaria, D. (s.f.). Conozca las Máquinas que Cambiaron el Concepto de Trabajo Pesado. *Conozca las Máquinas que Cambiaron el Concepto de Trabajo Pesado*.
- Pros, F. C. (s.f.). *For Construction Pros.com*. Recuperado el 11 de 05 de 2014, de For Construction Pros.com: <http://www.forconstructionpros.com/article/10831219/your-guide-to-backhoe-loader-controls>
- Roque, P. (2013-2014). Adquirir, transportar y operar maquinaria pesada. *Construdata*, 28.
- Sac, I. B. (s.f.). *Importaciones Brissa Sac*. Recuperado el 16 de 05 de 2014, de Importaciones Brissa Sac: <http://importacionesbrissasac.blogspot.com/>
- Sebastian Mojica, S. N. (2013-2014). Informe Especial Máquinaria y Equipos. *Construdata*, 20-55.
- Solano, N. A. (2011). Recuperado el 19 de 05 de 2014, de <http://apuntesdeinvestigacion.upbbga.edu.co/wp-content/uploads/Esp.-Vias-XI-Nestor-Boh%C3%B3rquez.pdf>
- Velázquez, I. R. (Mayo de 2009). Recuperado el 11 de 03 de 2014, de <http://www.grupoavanti.com.pe/libros/curso-maquinaria-pesada-construccion.pdf>

## 8 ANEXOS

### Anexo 1

#### VALORES DE VARIABLES PARA LA DETERMINACIÓN DE RENDIMIENTOS EN MAQUINARIA PESADA

**Tabla: 19. Anexo 1. % Abundamiento**

MATERIAL	(%) ABUNDAMIENTO
ARENA O GRAVA LIMPIA	DE 5 – 15
SUELO ARTIFICIAL	DE 10 – 25
TIERRA LAMA	DE 10 – 35
TIERRA COMÚN	DE 20 – 45
ARCILLA	DE 30 – 60
ROCA SOLIDA	DE 50 – 80

### Anexo 2

**Tabla: 20. Anexo 2. Factores de rendimiento de trabajo (E) en función de condición de obra y de calidad de administración.**

CONDICIONES DE LA OBRA	COEFICIENTE DE ADMINISTRACIÓN O GESTIÓN			
	EXCELENTE	BUENA	REGULAR	MALA
EXCELENTE (1)	0,84	0,81	0,76	0,70
BUENA (0,95)	0,78	0,75	0,71	0,65
REGULAR (0,85)	0,72	0,69	0,65	0,60
MALA (0,75)	0,72	0,69	0,65	0,60

### Anexo 3

**Tabla: 21. Anexo 3. Factores de llenado (K) para cucharones de palas cargadoras.**

CAP. NOMINAL DEL CUCHARON	Yd3	3/4	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4
	M3	<b>0,574</b>	<b>0,765</b>	<b>1,148</b>	<b>1,53</b>	<b>1,91</b>	<b>2,3</b>	<b>2,68</b>	<b>3,06</b>
<b>MATERIAL EXCAVADO</b>									
Arcilla húmeda o arenosa		1,15	1,15	1,15	1,16	1,16	1,16	1,20	1,22
Arena o grava		0,93	0,93	0,96	0,96	0,96	0,98	1,02	1,02
Tierra común compactada		1	1	1	1,05	1,05	1,05	1,08	1,08
Arcilla dura y tenaz		1,10	1,10	1,10	1,12	1,12	1,12	1,16	1,18
Arcilla cohesiva húmeda		1,10	1,10	1,10	1,12	1,12	1,12	1,16	1,18
Roca bien tronada		0,6	0,7	0,7	0,8	0,8	0,9	0,95	0,95
Escombros con piedra		0,85	0,85	0,9	0,9	0,9	0,95	0,95	0,95

**Anexo 4**

Mina agregados Bennu, Carmen de Carupa



**Anexo 5**

Mina agregados Bennu, Carmen de Carupa



**Anexo 6**

Mina Tausa Cerámica San Lorenzo



**Anexo 7**

Mina Tausa Cerámica San Lorenzo



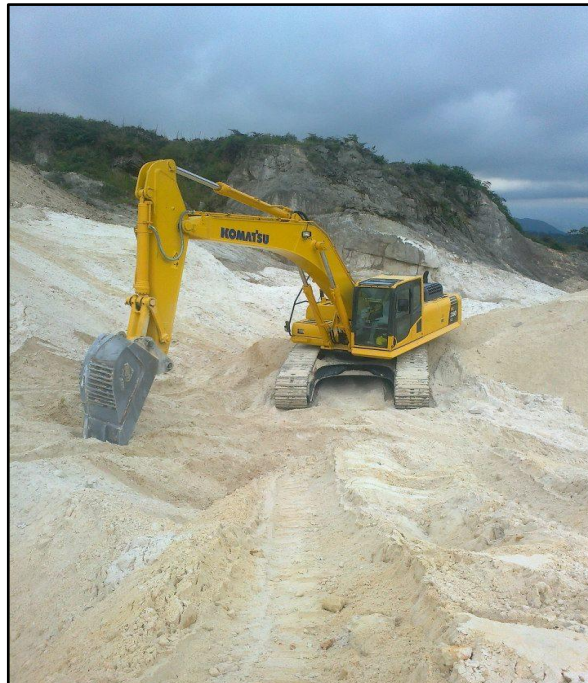
**Anexo 8**

Mina Sibate Comin



**Anexo 9**

Mina Sibate Comin



**Anexo 10**

Mina Sibate Comin



**Anexo 11**

Mina Tocancipa Canabita



**Anexo 12**

Mina Tocancipa Canabita



**Anexo 13**

Instalaciones John Deere Bogotá





## Anexo 14

### Instalaciones John Deere Bogotá



## Anexo 15

### Instalaciones Gecolsa Bogotá



## Anexo 16

Instalaciones Gecolsa Bogotá



## Anexo 17

Mina Cajica Albania



**Anexo 18**

Mina Cajica Albania



**Anexo 19**

Mina Tausa Tierra negra



**Anexo 20**

Mina Tausa Tierra negra



**Anexo 21**

Obra Argelia Zipaquirá



## Anexo 22

### Obra Argelia Zipaquirá



## Anexo 23



## Anexo 24

### ENCUESTA MAQUINARIA PARA EXTRACCIÓN DE TIERRA

7. ¿De las siguientes marcas en maquinaria pesada cual le cree usted que es la más comercial?

JOHN DEERE \_\_\_\_\_ CATERPILLAR \_\_\_\_\_ KOMAT'SU \_\_\_\_\_

8. ¿En su ámbito laboral ha tenido la oportunidad de utilizar maquinaria para extraer alguna clase de material?

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

a. ¿Qué clase de material?

Blando \_\_\_\_\_ Semi-duro \_\_\_\_\_ Duro \_\_\_\_\_

b. ¿Qué marca de excavadora empleo?

9. ¿De la maquinaria empleada para trabajos de extracción de tierra (mini excavadoras, excavadoras y retroexcavadoras) ofrecida en el mercado por las marcas JOHN DEERE, CATERPILLAR y KOMAT'SU con cuál de estas ha trabajado?

10. ¿Cree usted que las maquinas manejadas por estas marcas, ante la realización de los trabajos mencionados tienen el mismo desempeño?

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

11. ¿Para la ejecución de un proyecto vial (urbano-rural) con cual de la maquinaria y referencia trabajaría?

JOHN DEERE \_\_\_\_\_ CATERPILLAR \_\_\_\_\_ KOMAT'SU \_\_\_\_\_

12. ¿Para trabajos de extracción en material de peña con cual de la maquinaria y referencia trabajaría?

JOHN DEERE 130 \_\_\_\_\_ 210 \_\_\_\_\_ 350 \_\_\_\_\_  
CATERPILLAR 315 \_\_\_\_\_ 322 \_\_\_\_\_ 345 \_\_\_\_\_  
KOMAT'SU 130 \_\_\_\_\_ 210 \_\_\_\_\_ 350 \_\_\_\_\_

¿Porque?

13. ¿En trabajos de construcción vertical, con gran volumen de excavación y terreno Semi-duro que tipo de maquina emplearía?

Mini excavadora \_\_\_\_\_ Excavadora \_\_\_\_\_ Retroexcavadora \_\_\_\_\_

¿Por qué?

14. ¿Ha tenido la oportunidad de trabajar con máquinas de las tres marcas anteriormente mencionadas y cual brinda mayores ventajas?

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

15. ¿Cree usted que existe gran diferencia entre el desempeño obtenido con maquinaria nueva respecto al obtenido con maquinaria antigua?

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

¿Porque?

**Nombre**

**Profesión**

**Edad**