

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

**UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTÚNEZ DE
MAYOLO"**



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

DINÁMICA

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

ANÁLISIS DINÁMICO DE UNA EXCAVADORA ORUGA

INTEGRANTES:

Asencio Evangelista Marco 201.0906.055

Macedo Garcia Heyner 221.0907.030

Roca Julca Olicis 191.0906.056

Sifuentes López Javier 191.0906.064

Soriano Barreto Yanmer 191.0906.065

DOCENTE:

Ing. Menacho Lopez Victor

SEMESTRE:

2022 – I

ÍNDICE

I.	OBJETIVOS	6
1.1	Objetivo general	6
1.2	Objetivos específicos.....	6
II.	MARCO TEÓRICO	7
2.1	Partícula.....	7
2.2	El Espacio.....	8
2.3	El Tiempo.....	8
2.4	Marco de Referencia	9
2.5	Posicion, velocidad y aceleración	9
2.6	Tipos de Movimiento	10
III.	MARCO CONCEPTUAL.....	13
3.1	La Excavadora, Tipos Y Aplicaciones.....	13
3.2	Partes de una excavadora oruga	17
3.3	Componentes para el análisis dinámico	18
3.3.1	Componentes internos	18
3.3.2	Componentes externas.....	23
IV.	Análisis dinámico de los componentes de la excavadora oruga.....	28
4.1	Análisis de los componentes internos	28
4.2	Análisis de los componentes externos.....	30
V.	CONCLUSIONES	34
VI.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	35

RESUMEN

La presente investigación formativa tiene como fin el análisis y el comprendimiento de los movimientos dinámicos de una excavadora oruga mediante la cinemática y cinética. Primero mencionando las componentes que la conforman y posteriormente realizando su análisis dinámico, obteniendo resultados mediante métodos descriptivos y explicativos en las interpretaciones físicas del movimiento de sus componentes y como se relacionan entre ellas. Concluyendo satisfactoriamente con el comprendimiento de, como en conjunto dichas componentes generan el movimiento dinámico de esta máquina. Trabajando así, para la eficiencia del desarrollo del trabajo.

Palabras claves: Excavadora oruga, movimientos dinámicos, cinemática, cinética e interpretación física.

ABSTRACT

The purpose of this formative research is the analysis and understanding of the dynamic movements of a caterpillar excavator through kinematics and kinetics. First mentioning the components that make it up and then performing its dynamic analysis, obtaining results through descriptive and explanatory methods in the physical interpretations of the movement of its components and how they relate to each other. Concluding satisfactorily with the understanding of how together these components generate the dynamic movement of this machine. Working like this, for the efficiency of the work development.

Keywords: Caterpillar excavator, dynamic movements, kinematics, kinetics and physical interpretation.

INTRODUCCIÓN

El propósito del trabajo es entender de manera física el funcionamiento de la excavadora oruga mediante el análisis dinámico para los cuerpos rígidos. Esta máquina es una de las piezas más utilizadas en la industria de movimiento de tierras, especialmente en la construcción. Esta ayuda en una gran cantidad de tareas, para las cual antes se requeriría una gran cantidad de fuerza humana para lograrlo. El objetivo de este estudio se basa en mejorar nuevas formas de pensamiento pues es cierto que a lo largo de los años nos condicionaron a lo que se dice “estar mecanizados” y esto no puede ser viable, ya que para un estudiante de ingeniería es inevitables el entendimiento de lo que sucede en su entorno físico para su vida profesional como también podría ser para la cotidiana, ahí su importancia, favoreciéndonos en mejorar nuestro tipo de razonamiento para ser más competitivos. A continuación, optaremos por presentar algunos conocimientos previos, que serán de ayuda para entender el proceso de hacia dónde se dirige nuestro análisis.

I. OBJETIVOS

1.1 Objetivo general

- Analizar y comprender el movimiento dinámico de una excavadora oruga.

1.2 Objetivos específicos

- Analizar y evaluar el movimiento de los distintos elementos de la máquina excavadora oruga mediante la cinemática y cinética.
- Interpretar físicamente los movimientos que realiza los elementos principales de la excavadora oruga.
- Comprender las causas y efectos del movimiento de los elementos de la excavadora.

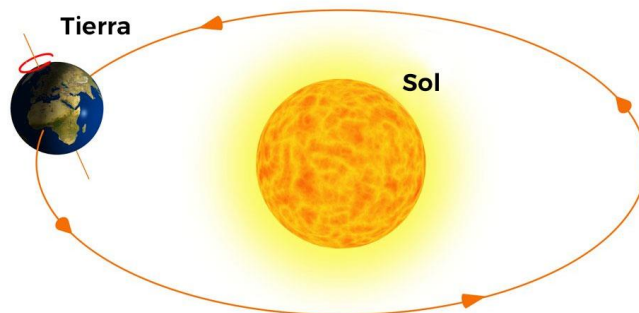
II. MARCO TEÓRICO

2.1 Partícula

Es un modelo aproximado a un cuerpo cuyas dimensiones físicas son insignificantes en comparación con todas las otras dimensiones que aparecen en la elaboración del problema, por lo que, no tiene importancia para el estudio o análisis de un problema físico, luego se supone que su masa está concentrada en un punto.

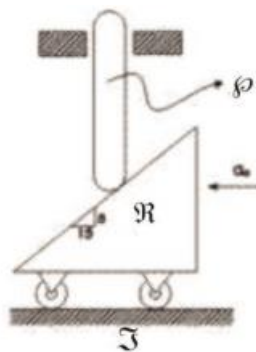
- a) Si las dimensiones del cuerpo son pequeñas (despreciables) con respecto a su trayectoria o camino recorrido durante su movimiento.

Ejemplo: La tierra en su movimiento alrededor del Sol



- b) Si todos los elementos del cuerpo tienen el mismo movimiento, para la cinemática bastará ser representado por su centro de masa.

Ejemplo: Se presentan los cuerpos \mathcal{P} y \mathcal{R} que pueden ser representados por cualquiera de sus puntos, pero convenientes (como los puntos de contacto).



(MENACHO LÓPEZ)

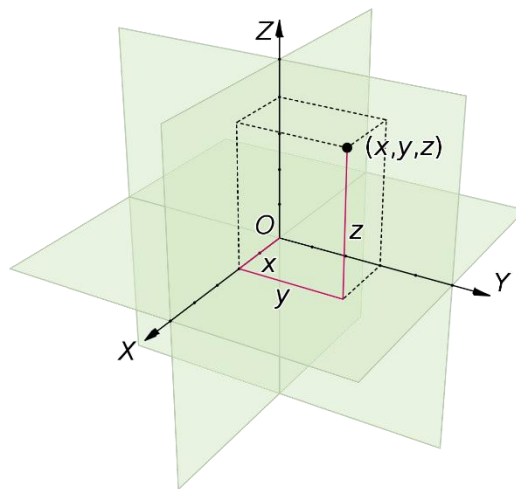
2.2 El Espacio

Se refiere simplemente al universo tridimensional en que vivimos o sea es la región geométrica ocupada por los cuerpos, ya que nuestra experiencia diaria, nos da una noción intuitiva del espacio y de los puntos de él.

Tiene las propiedades siguientes en la mecánica Newtoniana:

- Independencia de los objetos en él inmerso. (la métrica del espacio no se ve afectada por los mismos)
- Constancia a lo largo del tiempo
- Homogeneidad: es igual en todos los puntos, no existiendo puntos privilegiados.
- Isotropía: es igual en todas las direcciones, no existiendo direcciones privilegiadas.

El espacio se caracteriza por una métrica Euclídeo, lo que lo convierte en un espacio puntual Euclídeo en tres dimensiones, \mathbb{R}^3 .



(MENACHO LÓPEZ)

2.3 El Tiempo

En la Mecánica Newtoniana, el tiempo se considera una variable de naturaleza distinta de las variables espaciales, y la métrica Euclídeo no está influenciada por él. Por lo que el tiempo es considerado igual para todos los marcos de referencia, lo que, es una aproximación suficientemente exacta a la verdad siempre que las velocidades de los movimientos que se estudian sean pequeñas en comparación con las de la luz.

- Homogeneidad, al no existir instante privilegiados

- Fluye constantemente en un sentido, por lo que no se puede retroceder ni volver al pasado (desgraciadamente para algunos). Asimismo, los fenómenos futuros no pueden condicionar los presentes. No se cumple por lo tanto la isotropía, existiendo un único sentido en el que puede discurrir el tiempo.
- Simultaneidad absoluta: Los fenómenos considerados simultáneos para dos observadores en sendos marcos de referencia, lo son asimismo para cualquier observador ligado a cualquier otro marco de referencia.

(MENACHO LÓPEZ)

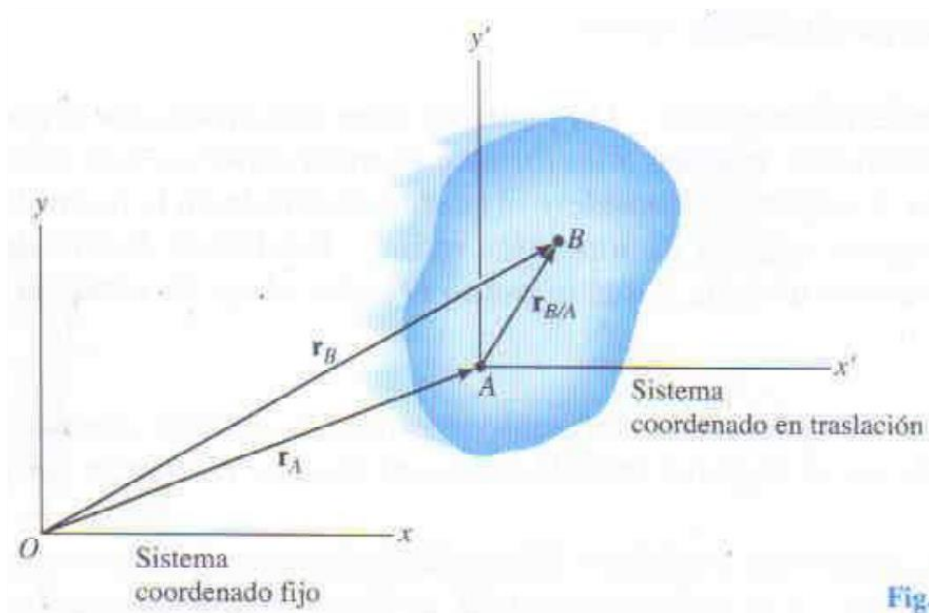
2.4 Marco de Referencia

Es un ente físico real respecto al cual se estudia el movimiento (se define la posición, y por lo tanto la velocidad y aceleración de la partícula). Un sistema de coordenadas es un modelo matemático que describe la posición de un punto con respecto al marco de referencia. Algunos sistemas de coordenadas más usados son: el Cartesiano, Naturales, Helicoidales, Cilíndricas, Esféricas, etc.

(MENACHO LÓPEZ)

línea en el plano XY.

2.5 Posición, velocidad y aceleración



- **Posición.** La ubicación del punto A y B en el cuerpo se define desde el marco de referencia fijo x, y usando vectores posición r_A y r_B .

La posición de B respecto a A es denotada mediante el vector posición relativa

$$r_{A/B}.$$

$$r_B = r_A + r_{A/B}$$

- **Velocidad.** Una relación entre las velocidades de A y B se obtiene tomando las derivadas con respecto al tiempo de la ecuación de posición.

$$V_B = V_A + V_{A/B}$$

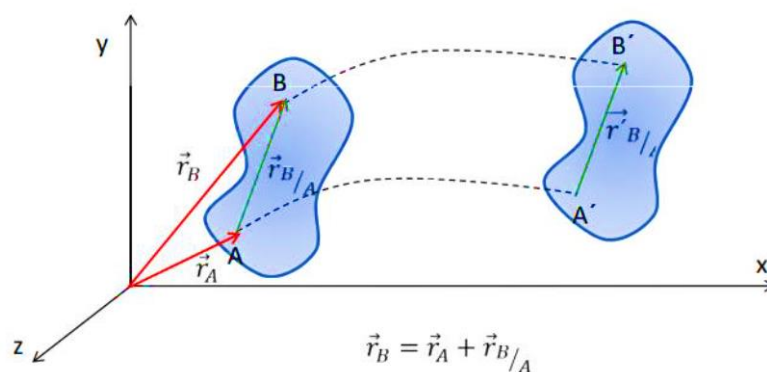
- **Aceleración.** Tomando la derivada con respecto al tiempo de la ecuación de velocidad se obtiene una relación similar entre las aceleraciones instantáneas de A y B.

$$a_B = V'_B$$

2.6 Tipos de Movimiento

▪ Traslación

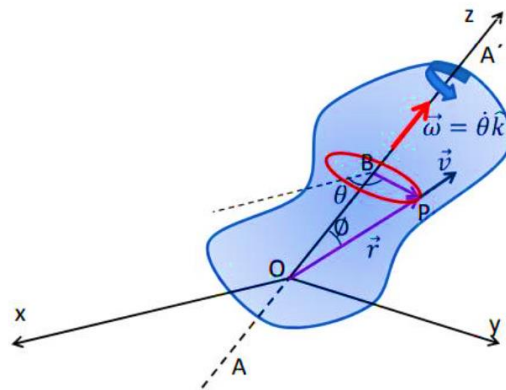
La orientación de cualquier segmento de línea de cuerpo rígido permanece constante durante el movimiento. Todos los puntos del cuerpo rígido se mueven a lo largo de trayectorias paralelas. Si estos trazos son líneas rectas, es una traslación directa; si son curvas, es una traslación curva (Beléndez, 2017).



▪ Rotación alrededor de un eje fijo

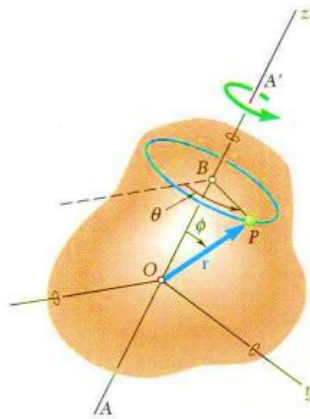
Los puntos unitarios se mueven en planos paralelos a lo largo de un círculo centrado en el mismo eje fijo. Si este eje (llamado eje de rotación) interseca al

objeto, la velocidad y la aceleración de los puntos en este eje son cero. (Beléndez, 2017).



- **Rotación en torno a un punto fijo**

Se trata de un movimiento tridimensional en el que un punto de sólido permanece fijo. El movimiento plano de un sólido rígido se puede determinar a partir del movimiento de un punto y el movimiento de una recta, ambos en el plano del movimiento. Sin embargo, en la rotación alrededor de un eje fijo, el punto del eje permanecerá siempre en él, por lo que el movimiento de todo el cuerpo se podrá determinar a partir del movimiento de una recta (Beléndez, 2017).

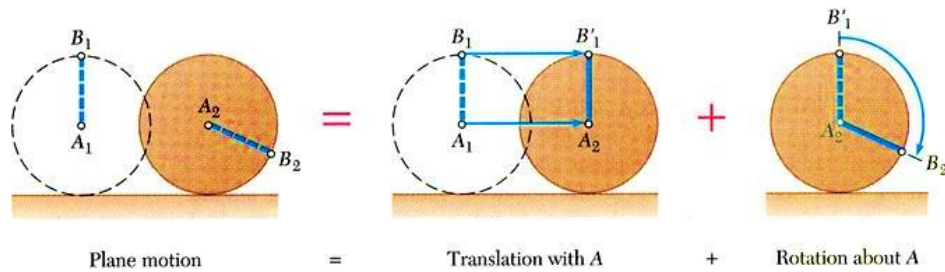


- **Movimiento general en el plano**

En un movimiento plano cada punto del sólido permanece en un plano. Como ejemplos se pueden mencionar la traslación coplanaria y la rotación en torno a un eje fijo. Los demás tipos de movimientos planos se denominan movimiento plano general.

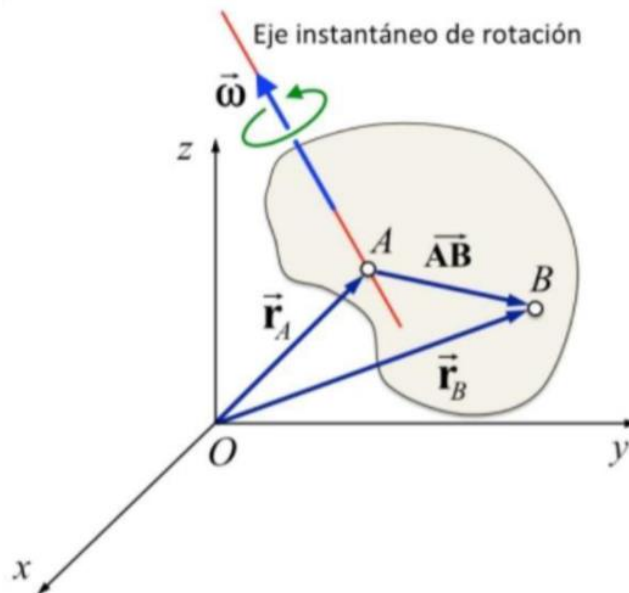
Cada punto del cuerpo permanece en un plano, por lo que bastará considerar sólo el movimiento en un solo plano del sólido. Normalmente se considera el plano

que contiene al centro de masa del sólido rígido que se denomina plano del movimiento. Como los puntos no pueden salir del plano del movimiento, la posición de un sólido rígido en movimiento plano quedará determinada al dar la posición de un punto y la orientación de una recta en el plano del movimiento (Beléndez, 2017).



- **Movimiento general en el espacio**

En este tipo de movimiento, se considera a todos los movimientos no estudiados anteriormente y que resulta de la combinación de estos. Pudiéndose utilizar la ecuación general de la cinemática del cuerpo rígido o regresar al estudio de los movimientos en marcos móviles de la cinemática de una partícula, de acuerdo a la dificultad que presenta



III. MARCO CONCEPTUAL

3.1 La Excavadora, Tipos Y Aplicaciones

Máquina empleada para el movimiento de tierras y otros materiales. Aunque una excavadora es un vehículo autopropulsado, es decir, capaz de desplazarse de un lugar a otro, su posición de trabajo permanece invariable, a veces mediante su fijación al terreno.

Una excavadora está constituida por una o más cucharas, una estructura adecuada que imprime a éstas la fuerza necesaria y un bastidor móvil sobre carriles, o bien dotado de orugas, ruedas u otros medios que permiten su desplazamiento. Cuando una excavadora no es autopropulsada, el sistema de elevación suele estar formado por una cadena de cangilones que llevan a cabo las diferentes operaciones sucesivamente sin interrupciones: excavación, transporte y descarga.

A. TIPOS DE EXCAVADORA

Las excavadoras se diferencian unas de otras por su tamaño, según su movilidad y su capacidad de carga. Son versátiles, de acuerdo a la maquinaria que necesites dependerá el modelo, el trabajo de carga y las tareas que le asignes.

i. Mini excavadora

La diferencia entre una mini excavadora y una excavadora, es la profundidad de excavación y la potencia que pueden llegar a alcanzar.



- **Beneficios particulares:** Al tratarse de una máquina compacta, muestra un gran desempeño en áreas estrechas o sitios de trabajo con espacios limitados.

- **Limitaciones particulares:** Al hacer uso de orugas, no es el vehículo indicado para recorrer largas distancias.

ii. Excavadoras de largo alcance:

Esta máquina se caracteriza por un barco y una botavara más larga. La longitud del eje puede ser de 0 a 100 pies, lo que le permite llegar a áreas con mayores distancias. El diseño de excavadoras de largo recorrido, realizan tareas que se utilizan en el campo o en obras de construcción, donde es difícil que el operador se acerque. Ejemplos de este tipo de áreas de difícil acceso incluyen proyectos de demolición y trabajos cerca de ríos o lagos.



- **Beneficios particulares:** Su brazo extensible permite trabajar con facilidad a una distancia segura.
- **Limitaciones particulares:** La extensión de su brazo dificulta excavar en lugares estrechos.

iii. Excavadoras hidráulicas

Esta es una de las opciones más efectivas que puedes encontrar. Es ideal para la industria minera, pero también es adecuado para otras industrias. Para transportar piedras, minerales, cargas pesadas y otros materiales similares. Su cubeta hidráulica es ideal, es su característica más importante.



- **Beneficios particulares:** Posee un motor más poderoso y su cuchara tiene mayor capacidad.
- **Limitaciones particulares:** Es demasiado voluminosa para algunos proyectos.

iv. Excavadoras de ruedas:

Tiene diferentes capacidades porque básicamente se mueve sobre ruedas. También aumenta la velocidad sobre asfalto y hormigón, trabajando de forma óptima. No funciona con la misma eficacia en pendientes y terrenos inestables. Si aumentas la velocidad, tu rendimiento mejorará. Además de la rapidez, que lo hace ideal para trabajos de precisión.



- **Beneficios particulares:** Ofrece velocidad y maniobrabilidad sobre concreto y superficies planas.
- **Limitaciones particulares:** Su desempeño no será el mejor sobre terreno irregular o en pendientes.

v. Excavadoras de orugas:

Según los diferentes tipos de máquinas de movimiento de tierras, la más común es la excavadora. Este es el modelo más famoso, como su nombre indica, no tiene ruedas.

En cambio, funciona con rodillos, lo que permite un deslizamiento más fácil y una mayor tracción. Además de la ventaja, también aumenta la estabilidad en diferentes terrenos, como terreno alto, empinado o fangoso. No importa a dónde se mueva, el único inconveniente es que lo ralentiza. Son bastante efectivos, especialmente cuando se usan en construcción, minería, nivelación y excavación de trincheras y zanjas.



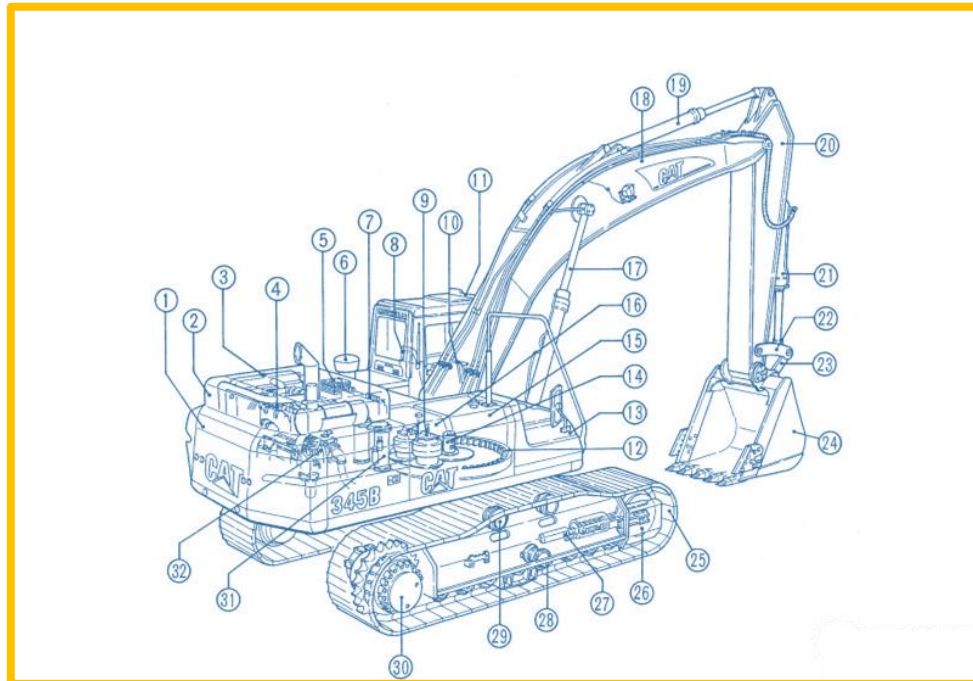
- **Beneficios particulares:** Son ideales para trabajar en terreno irregular.
- **Limitaciones particulares:** Es más lenta que una alternativa con rueda

“Nuestro trabajo se basará en el análisis dinámico de esta última”

B. Aplicaciones

- Excavación de zanjas.
- Excavación de zanjas de gran tamaño.
- Peinado de taludes encima del plano de sustentación de la máquina.
- Excavación para estructuras.
- Excavación de materiales.

3.2 Partes de una excavadora oruga



1. Contra peso.
2. Capot del motor.
3. Radiador y enfriador de aceite.
4. Motor.
5. Batería.
6. Filtro de aire.
7. Tanque hidráulico.
8. Asiento del operador.
9. Palanca de control del implemento.
10. Tanque de combustible.
11. Cabina.
12. Cojinete de rotación.
13. Caja de almacenaje.

14. Rotación.
15. Capot lateral.
16. Engranaje de rotación.
17. Cilindro de pluma.
18. Pluma.
19. Cilindro del brazo.
20. Brazo.
21. Cilindro del cucharón.
22. Eslabón de articulación.
23. Eslabón.
24. Cucharón.
25. Cadena.
26. Rueda guía.
27. Ajustador de cadena.
28. Rodillo inferior.
29. Rodillo superior.
30. Mando final.
31. Motor de mando de la rotación.
32. Válvula de control

3.3 Componentes para el análisis dinámico

3.3.1 Componentes internos



MOTOR DIÉSEL

Los motores diésel son máquinas térmicas, es decir que la combustión generada es para liberar energía mecánica (con pérdidas en forma de energía térmica), y trabajan por combustión interna dado que el proceso se da dentro de sus recámaras.

La combustión es el producto de la autoignición que sufre el combustible a causa de los altos niveles de temperatura, generados por la alta relación de compresión que posee. El ciclo que cumple para su funcionamiento se conoce como ciclo Diésel.

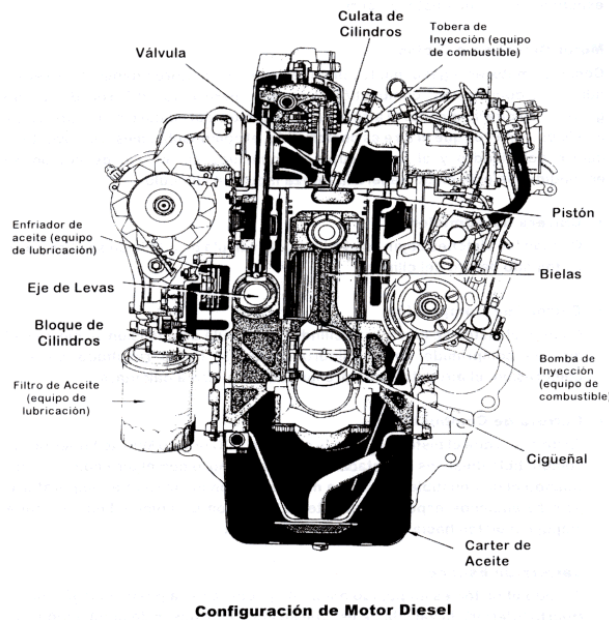
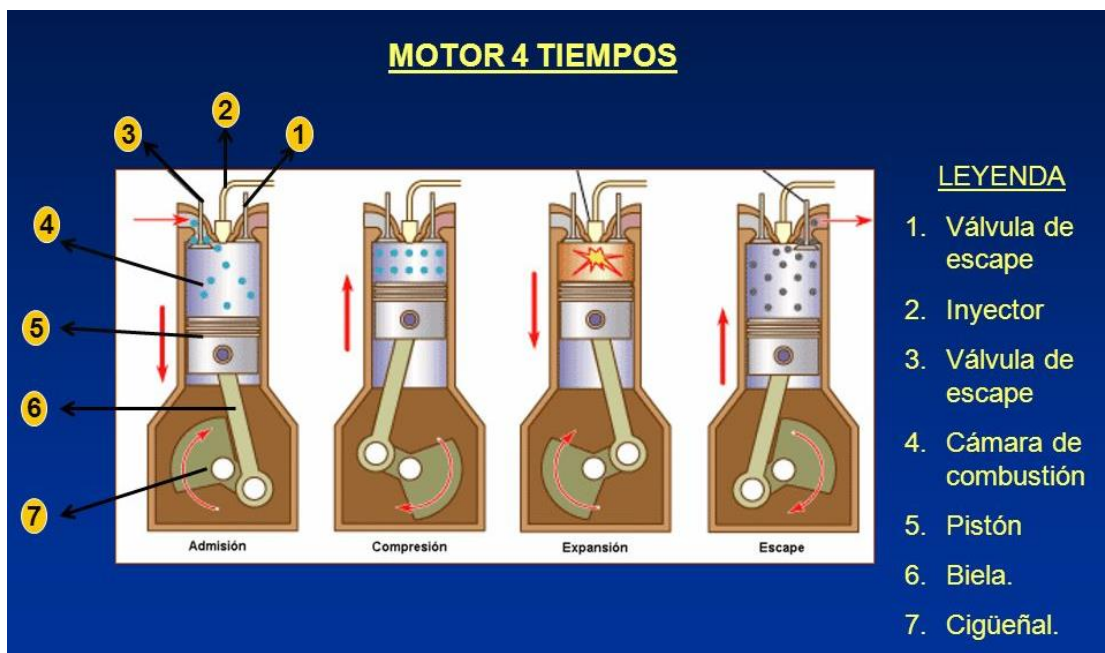


Imagen. Motor Diesel de 4 tiempos.

Los cuatro tiempos de un motor diésel transcurren del siguiente modo:



➤ **Admisión**

En esta fase entra aire en el cilindro (sin mezcla de combustible) que es succionado por el pistón en su movimiento de descenso.

➤ **Compresión**

Después de alcanzar el pistón el extremo inferior, y una vez se cierran las válvulas de admisión, el cilindro inicia su ascenso comprimiendo el aire hasta llegar al punto más alto de la carrera.

➤ **Expansión**

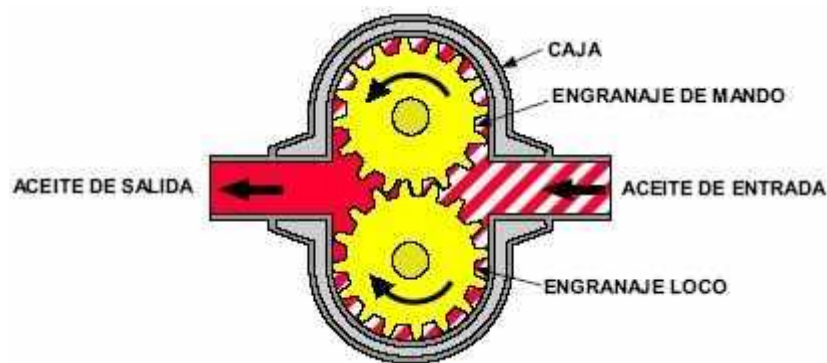
La elevación de temperatura cercana a los 650 °C que acompaña la compresión permite una combustión espontánea al inyectar el combustible. Con las válvulas cerradas, la expansión del gas obliga al pistón a descender hasta el punto muerto inferior.

➤ **Escape**

Al llegar al punto muerto inferior, las válvulas de expulsión se abren y salen los gases interiores que están quemados al haber cumplido el ciclo del motor diésel.

✚ **Bomba hidráulica**

Una bomba de engranajes es un tipo de bomba hidráulica que consta de 2 engranajes encerrados en un alojamiento muy ceñido. Transforma la energía cinética en forma de par motor, generada por un motor, en energía hidráulica a través del caudal de aceite generado por la bomba.



Tipos de bombas:

➤ **bombas hidráulicas de engranaje externo**

se componen de un par de engranajes dentados encerrados en una carcasa. Ambos engranajes tienen la misma forma de dientes y son accionados por un fluido a presión. Un engranaje está conectado a un eje de salida; el otro queda libre. El fluido a presión entra en la carcasa en un punto donde los engranajes se encastran,

obligando a los engranajes a girar, donde el fluido sigue el camino de menor resistencia alrededor de la periferia de la carcasa. El fluido sale a baja presión en el lado opuesto del motor.

Las tolerancias estrechas entre los engranajes y la carcasa ayudan a controlar la fuga del líquido y aumentar la eficiencia volumétrica.

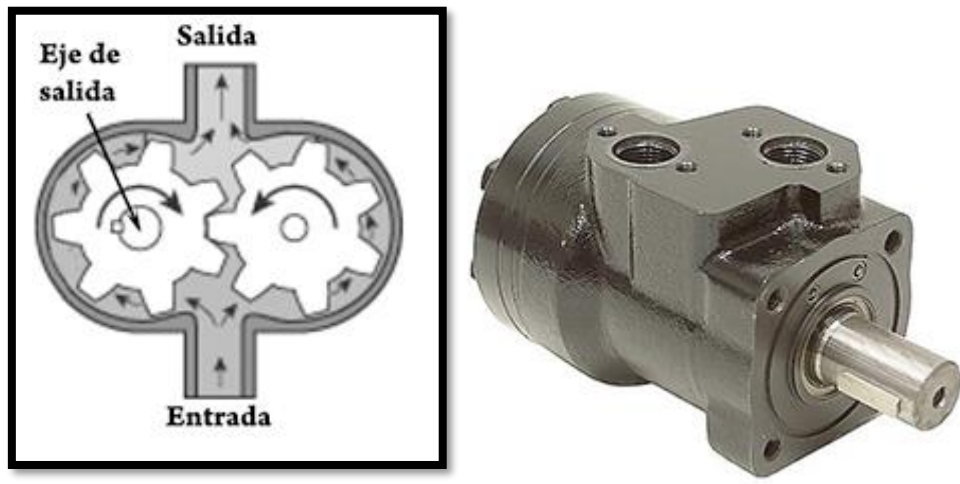
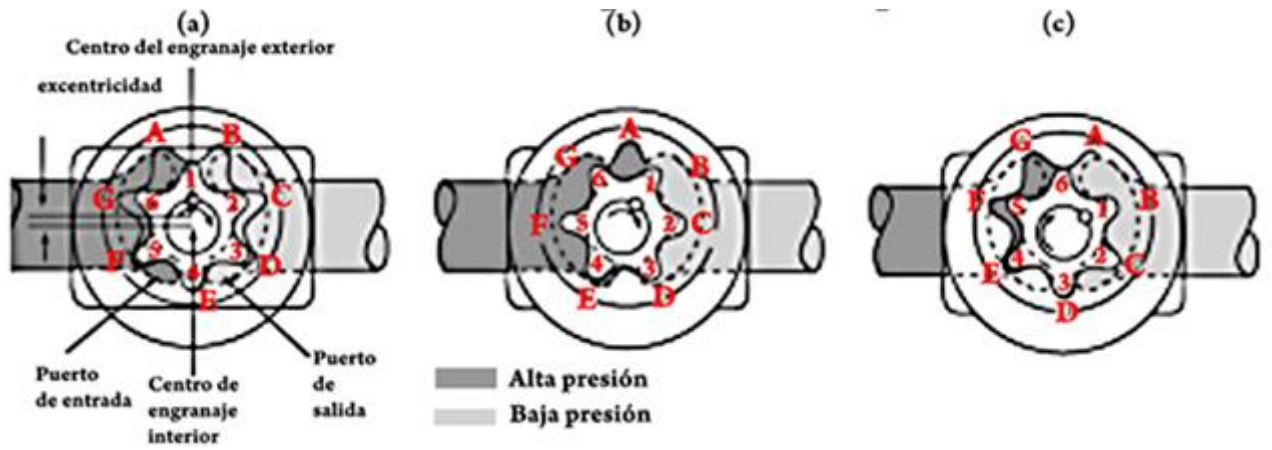


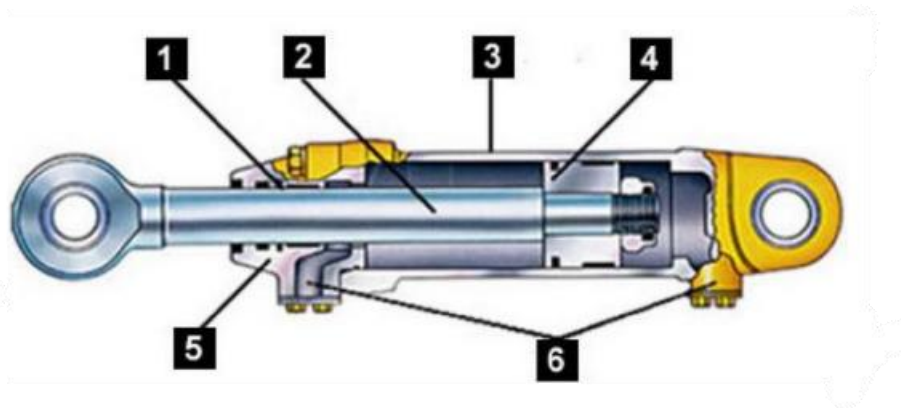
Figura. Los motores de engranaje externos tienen un engranaje de accionamiento y un engranaje libre endentados dentro en una sola carcasa.

➤ **bombas hidráulicas de engranajes internos**

se dividen en dos categorías. Un motor de accionamiento directo de tipo gerotor que consiste en un conjunto de engranajes interno-externo y un eje de salida. El engranaje interior tiene un diente menos que el exterior. La forma de los dientes es tal que todos los dientes del engranaje interior están en contacto con alguna parte del engranaje exterior en todo momento. Cuando el fluido a presión se introduce en el motor, ambos engranajes giran. La carcasa del motor tiene orificios de entrada y de salida en forma de riñón. Los centros de rotación de los dos engranajes están separados en una cantidad dada conocida como excentricidad. El centro del engranaje interno coincide con el centro del eje de salida.



✚ Accionador hidráulico



El accionador convierte la energía hidráulica en energía mecánica para realizar trabajo. Los cilindros producen un movimiento lineal utilizado para operar cucharones, hojas, plumas y otros implementos. Los motores hidráulicos producen un movimiento rotativo utilizado por el sistema motriz, el de dirección y otros sistemas de los vehículos.

3.3.2 Componentes externas



Chasis de traslación:

▪ Bastidor H

Puede estar sobre llantas o cadenas, es la que transmite el peso de la excavadora al tren de rodaje, en su parte central se encuentra la corona de giro. Esta une a las orugas y esta anclada o conectada estas.

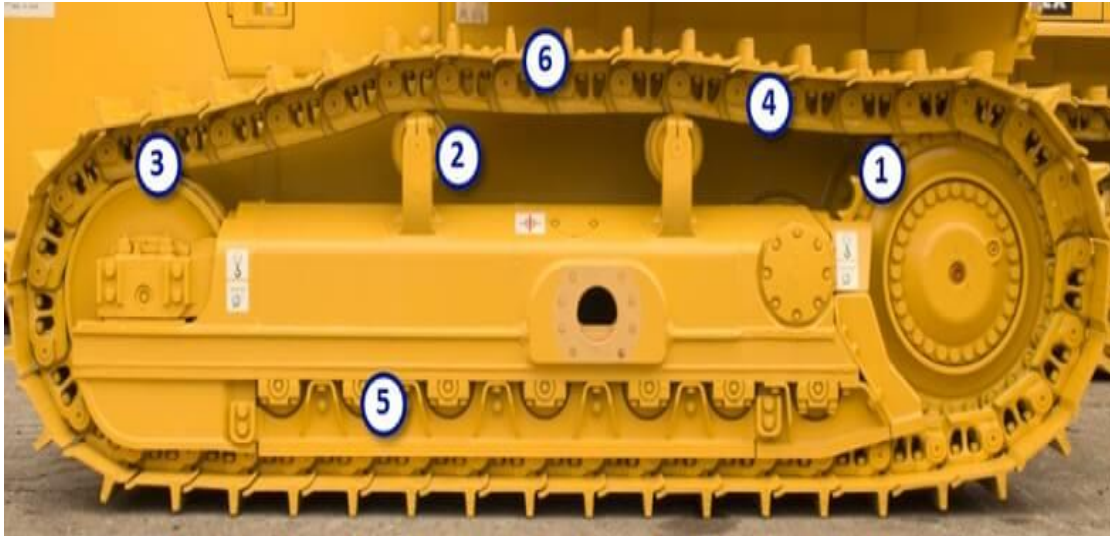


▪ Tren de Rodaje

El tren de rodaje sobre orugas es un sistema de propulsión utilizado en algunos tipos de maquinarias, Elaborado de acero para el caso de maquinarias pesadas

Ventajas y desventajas.

- Menos propensa a atollarse en la tierra
- No sufre perforaciones
- Velocidad lenta a comparación de vehículos sobre ruedas
- Malogra el pavimentos (genera grietas, fisuras, etc).



Larguero:

Es el troco metálico hecho de un material de acero difícil de perforar y une a todas las partes que conforma el tren de rodaje y de como están unidas entre sí.



Ruedas guía

Guían la cadena o eslabones en el movimiento entrando y saliendo de los rodillos. Soportan el peso de la maquina ya que toda la estructura de la maquina se encuentra sobre esta y son 4, también controlan la tensión adecuada de la cadena.



Rodillos guía

Mantiene la dirección de las cadenas y que este tensadas adecuadamente conjuntamente con las ruedas guías y evitar que se descarrile la maquinaria, también pueden aumentar la capacidad correcta.



Rueda motriz

Transmite esfuerzo de tracción a la superficie, y hace posible que la maquinaria se traslade y por esta gira la cadena.



Cadenas

En contacto directo con la superficie presenta rigidez sobre esta y y mediante estas se traslada la retroexcavadora.





Superestructura

- Cabina

Aquí el operador activa las herramientas dentro de la cabina de la máquina, estos implementos controlan a la pluma, brazo y cuchara como puede ser para las excavaciones.



Equipo de trabajo

- Pluma y Brazo

Controlados por el operador en la cabina, estas articulaciones servirán para llevar a la cuchara a un determinado lugar para que en conjunto cumplan sus funciones como podría ser la carga y excavación de materiales sueltos



- Cuchara

Se utilizan para realizar operaciones de levantamiento, transporte y depósito de materiales y se prestan a las aplicaciones más diversas: obras públicas, eliminación de residuos, sector agrícola y, sobre todo, construcción.



- cilindro

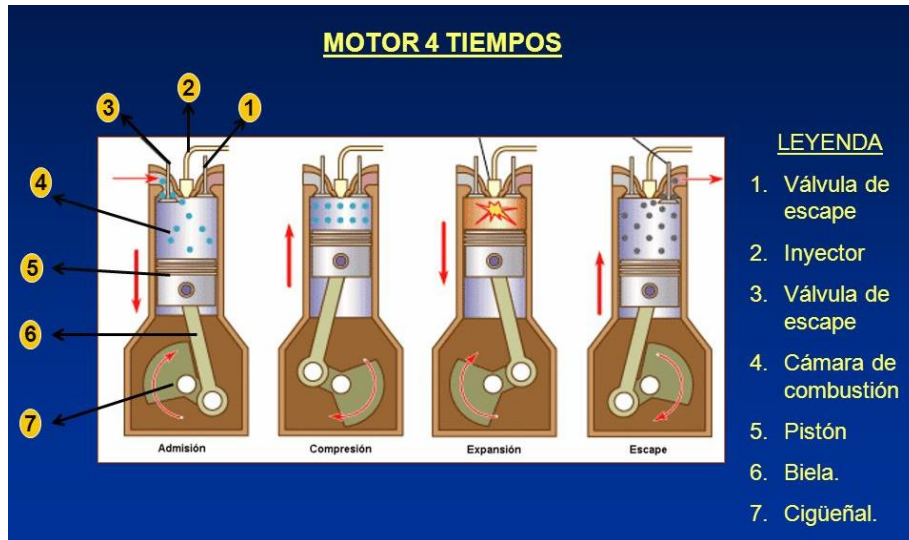
También llamados motores hidráulicos lineales, son mecanismos que transforman la presión de un líquido mayormente aceite en energía mecánica. Este mecanismo consta de un cilindro que por dentro se desplaza un émbolo o pistón para dar una fuerza a través de un recorrido lineal.



IV. Análisis dinámico de los componentes de la excavadora oruga

4.1 Análisis de los componentes internos

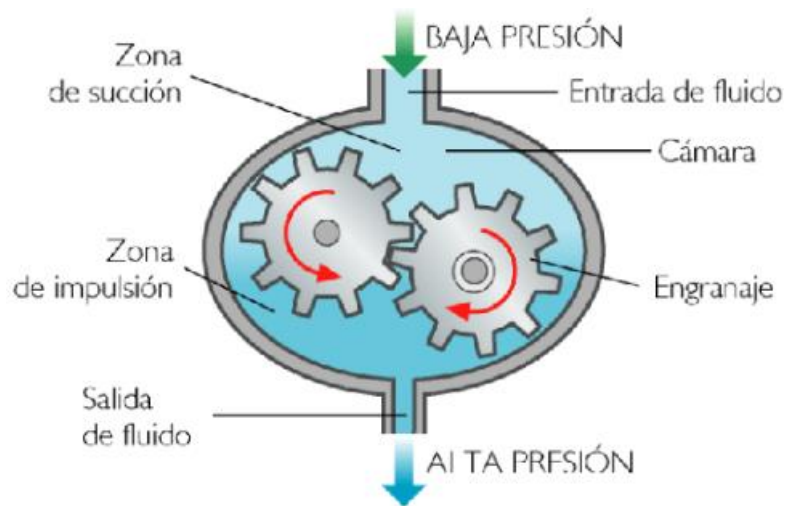
- **Motor diésel**



Interpretación física:

El cigüeñal gira alrededor de un eje fijo que pasa por su centro (árbol de levas), la biela ensamblada a esta presenta un movimiento general en plano, generando al pistón a un movimiento de traslación en la dirección vertical.

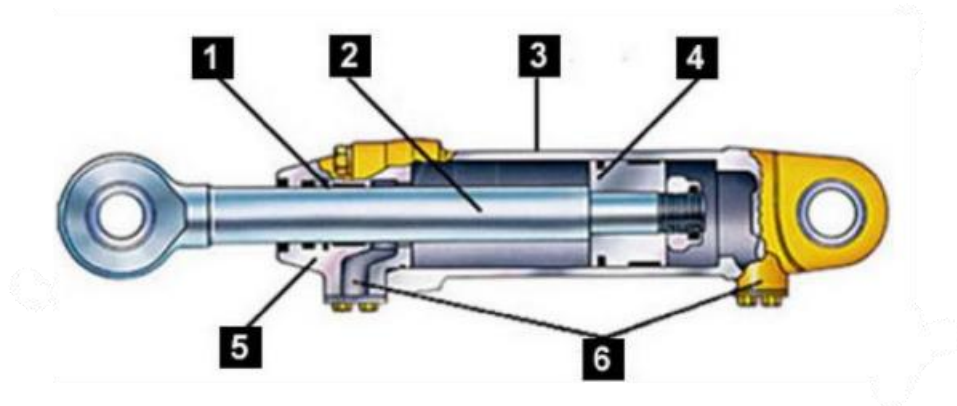
- **Bomba hidráulica**



Interpretación física:

Cada engranaje rota alrededor de un eje fijo que pasa por su centro, al estar unidas hace que el sentido de rotación de una sea la opuesta de otra, esto con respecto a su marco de referencia cámara, de esta manera haciendo que la bomba convierta la energía mecánica en energía hidráulica en forma de flujo.

- **Accionador hidráulico**



Interpretación física:

Los cilindros producen un movimiento traslación y Los motores hidráulicos rotan, ambos con respecto a un eje que pasa por eje centroidal. Respecto al marco móvil con origen en el ojo de vástago convirtiendo la energía hidráulica en energía mecánica para realizar trabajo.

4.2 Análisis de los componentes externos

- **Larguero**



Interpretación física:

realiza un movimiento de traslación en una dirección en la horizontal respecto a un marco de referencia fijo tierra.

- **Rodillos, rueda guía y rueda motriz**



Interpretación física:

Realizan un movimiento de rotación respecto a su eje centroidal, también presentan movimiento de traslación en una dirección en la horizontal, teniendo un movimiento general en el plano.

▪ **Cadena**



Interpretación física:

El movimiento de la cadena es generado por el esfuerzo transmitido por la rueda motriz, a la vez es soportado y guiado por las ruedas guía tensándolo en todo

instante, condicionandolo así, a un movimiento general en el plano respecto a un marco de referencia fijo tierra.

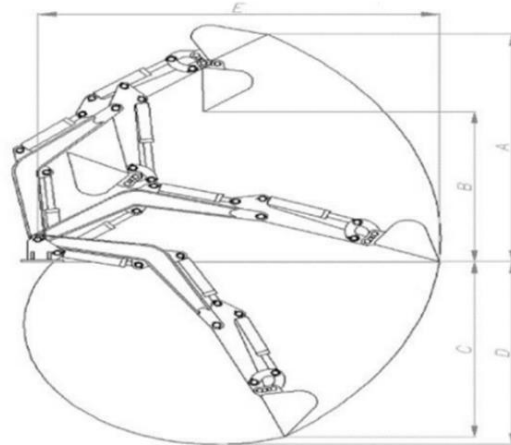
- **Cabina**



Interpretación física:

Presenta movimiento de rotación alrededor de un eje vertical que pasa por su centro, además de un movimiento de traslación en la dirección horizontal respecto a un marco de referencia tierra, teniendo así un movimiento general

- **Pluma, Brazo y Cuchara**



Interpretación física:

Siendo la cabina un marco de referencia móvil, la pluma la cual está conectada a ella, a la vez que articula a el brazo, y esta, a la cuchara, cada una de estos cuerpos rígidos presenta un movimiento de rotación alrededor de un eje vertical que pasa por el centro de esta cabina, a la vez puede presentar independientemente movimiento de traslación vertical gracias a la transmisión de esfuerzo producido por los cilindros hidráulicos, dichos cilindros, presenta movimiento de traslación respecto a su eje centroidal.

V. CONCLUSIONES

- Se logró en el presente trabajo la comprensión efectiva del análisis dinámico de los diversos tipos de movimiento que genera cada componente de la excavadora oruga mediante la cinemática y la cinética.
- Justificamos los tipos de movimiento mediante la interpretación física de los elementos principales de la excavadora oruga.
- Se concluyó cómo influyen entre sí los elementos de la excavadora oruga mediante la causa-efecto para lograr su movimiento.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

R., I. J. (2022). *blogspot*. Obtenido de APUNTES DE INGENIERIA MECANICA:
<https://apuntes-ing-mecanica.blogspot.com/2017/01/excavadoras-hidraulicas-i.html>

VIBROREX. (11 de 04 de 2019). *VIBROREX*. Obtenido de
https://vibrorex.com.pe/ver_noticias?/excavadoras&b=15&id_entrada=000013

VIBROREX. (02 de 08 de 2021). *VIBROREX*. Obtenido de
https://vibrorex.com.pe/ver_noticias?/tipos-excavadoras-diferentes-usos&b=15&id_entrada=000035

Sapiensman. (2022). Motores hidráulicos. Recuperado de:
http://www.sapiensman.com/tecnoficio/mecanica/motor_hidraulico.php

Rodes. (2022). Motores diésel: todo lo que deberías saber. Recuperado de:
<https://www.ro-des.com/mecanica/motores-diesel/>

Fluideco. (2022). ¿Qué es una bomba de engranajes? Recuperado de:
<https://fluideco.com/que-es-una-bomba-de-engranajes-y-como-funciona/>