

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS**

**FACTORES DE CORRECCIÓN EN RENDIMIENTOS DE  
MAQUINARIA PESADA EN MOVIMIENTO DE TIERRAS**

**PRESENTADO POR:**

Br. JOSE RICHARD MORALES MENDOZA

Br. ALAN EDUARDO SILVA HURTADO

**PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL  
DE INGENIERO CIVIL**

**ASESOR:**

**Dr. Ing. ORLANDO BARRETO JARA**

CUSCO - PERÚ

2025

# INFORME DE ORIGINALIDAD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-303-2020-UNSAAC)

El que suscribe, Asesor del trabajo de investigación/tesis titulada: FACTORES DE CORRECCIÓN EN RENDIMIENTOS DE MAQUINARIA PESADA EN MOVIMIENTO DE TIERRAS

Presentado por: JOSE RICHARD MORALES MENDOZA DNI N° 73888426  
presentado por: ALAN EDUARDO SILVA HURTADO DNI N°: 77077264  
Para optar el título profesional/grado académico de INGENIERO CIVIL

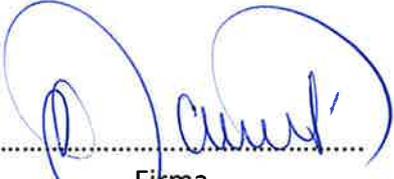
Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 02 veces, mediante el Software Antiplagio, conforme al Art. 6° del **Reglamento para Uso de Sistema Antiplagio de la UNSAAC** y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 10 %.

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No se considera plagio.	X
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las correcciones.	
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, quien a su vez eleva el informe a la autoridad académica para que tome las acciones correspondientes. Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	

Por tanto, en mi condición de asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y adjunto las primeras páginas del reporte del Sistema Antiplagio.

Cusco, 29 de mayo de 2025

  
Firma

Post firma ORLANDO BARRETO JARA

Nro. de DNI 23 8770 47

ORCID del Asesor 0000-0002-8608-270X

Se adjunta:

1. Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema Antiplagio: oid: 27259:462920728

# RICHARD MORALES Y

## Borrador final de tesis(Morales Mendoza\_Silva Hurtado).pdf

 Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco

---

### Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::27259:462920728

Fecha de entrega

28 may 2025, 6:40 p.m. GMT-5

Fecha de descarga

28 may 2025, 7:19 p.m. GMT-5

Nombre de archivo

Borrador final de tesis(Morales Mendoza\_Silva Hurtado).pdf

Tamaño de archivo

5.4 MB

213 Páginas

112.929 Palabras

437.314 Caracteres

# 10% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

## Filtered from the Report

- ▶ Bibliography
- ▶ Quoted Text
- ▶ Cited Text
- ▶ Small Matches (less than 8 words)

---

## Top Sources

- 9%  Internet sources
- 0%  Publications
- 5%  Submitted works (Student Papers)

---

## Integrity Flags

### 1 Integrity Flag for Review

-  **Hidden Text**  
575 suspect characters on 4 pages  
Text is altered to blend into the white background of the document.

Our system's algorithms look deeply at a document for any inconsistencies that would set it apart from a normal submission. If we notice something strange, we flag it for you to review.

A Flag is not necessarily an indicator of a problem. However, we'd recommend you focus your attention there for further review.

## Dedicatoria

*A Dios por haberme permitido llegar hasta este punto de mi vida y ponerme a las personas valiosas durante toda mi formación.*

*A mis padres José Ricardo Morales Alarcón y Marleny Mendoza Zúñiga por haberme dado la vida, educado, motivado e impulsado durante toda mi vida y enseñarme a no dudar de mí.*

*A mis hermanos Jose Julio, Yomaly y Noelia que siempre han estado apoyándome y motivándome durante mi etapa universitaria, les digo muchas gracias por estar ahí para mí.*

*A la profesora Rosa Elvira Santos que me enseñó valiosos valores durante mi etapa escolar, siendo una segunda madre.*

*A mis amigos queridos Wido, Abel, Rodrigo, Edut, Lenin, Sihuar, Gabriel y Grecia que me ha dado la escuela profesional de ingeniería civil y me han acompañado durante 5 largos años en muchos momentos lindos, muchas traspasadas y sobre todo me enseñaron el valor de la amistad sincera.*

*A mis 2 grandes amigos y hermanos de la vida Magno Medina y Mirko Paniura quienes siempre han estado en las buenas y en las malas apoyándome para seguir adelante.*

*A Sharon Adriana Leiva gracias por motivarme siempre a dar lo mejor de mí, trabajar con dedicación, excelencia y compromiso. Tú frase “si vas a hacer algo, hazlo bien, sino no lo hagas” quedó grabado en*

*mi corazón, pensamientos y en cada acción que  
realizaré.*

*A mi amigo y compañero de tesis Alan  
Eduardo Silva que es la persona con la que nos  
enfrentamos a este desafío.*

***Jose Richard Morales Mendoza***

*La vida me ha enseñado que nada de lo que  
hagas tuvo su origen en ti, siempre existe  
alguien que no recibe crédito, que está detrás  
de todo y sirvió de cimiento para alcanzar el  
éxito por el que solo el protagonista es  
felicitado, sin embargo, aquí quedaron  
grabados los nombres de las personas que yo  
considero que me brindaron el soporte para  
alcanzar este hito en mi vida.*

*Se que sin duda alguna este logro lo dedico a  
mis tías Erika, Ingrid y Magaly y mi abuela  
Marina, que fueron el soporte que me  
acompañó desde el inicio de mi vida, me  
enseñaron desde leer hasta decidir y vivir, por  
ello se los dedico, también debo dedicar este  
logro a mis hermanas y primas, Daniela,  
Alejandra, Josefina y Adriana, que desde que  
nacieron fueron una luz en mi vida y con las  
que siempre comparto risas, a mi abuelo Hugo  
que me insistió mucho por elegir esta carrera  
cuando me sentía indeciso y terminé siendo  
una completa sorpresa, también debo  
agradecer a mis amigos Grecia, Abel y Juan,  
que significaron bastante, que aportaron  
mucho a mi vida durante los últimos 7 años,  
también a mis padres Mercedes y Rommel por  
darme la vida y por último a Richard que es el  
compañero con el que empezamos esta*

*aventura y aunque sufrimos lo logramos, a  
todos ellos les dedico este logro.*

***Alan Eduardo Silva Hurtado***

## **Agradecimiento**

Deseamos empezar expresando el más sincero agradecimiento a todos aquellos que nos apoyaron moral y emocionalmente, en el proceso de elaboración de esta tesis y que, de una u otra manera, hicieron posible la realización de este informe.

En primer lugar, sabemos que si no es en su compañía no es posible llegar a ningún sitio, por ello agradecemos a dios por permitirnos cada día superando los grandes, medianos y pequeños retos o dificultades de la vida, por darnos las ideas para poder avanzar con la tesis y haber puesto a las personas correctas en el momento adecuado.

En segundo lugar, agradecemos al docente que fue una inspiración durante la carrera y luego se convirtió en nuestro asesor de tesis, el Dr. Ing. Orlando Barreto Jara, por su orientación, dedicación, paciencia y sus sugerencias durante el desarrollo de este trabajo. Su conocimiento y experiencia fueron clave e indispensables para completar esta investigación.

Agradecemos también a los docentes de la facultad de ingeniería de la universidad nacional San Antonio Abad del Cusco que nos enseñaron por 5 largos años, por habernos brindado sus conocimientos teóricos así como experiencias en el ámbito laboral.

Queremos agradecernos a nosotros mismos por darnos la fuerza de seguir adelante durante la elaboración de la tesis.

A mis compañeros de código y amigos, quienes nos brindaron su apoyo en los momentos difíciles, y con quienes pudimos compartir muchas ideas, dudas, soluciones y risas durante nuestro tiempo como estudiantes.

Finalmente, y de manera especial, queremos agradecer nuestras familias, por su constante apoyo y comprensión durante todo lo que comprendió este largo proceso. Su apoyo incondicional ha sido una fuente de motivación constante, permitiéndonos alcanzar esta meta.

## Índice

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	v
Índice.....	vi
Índice de tablas .....	x
Índice de figuras.....	xii
Resumen.....	xiii
Abstract.....	xiv
Generalidades.....	xv
Presentación .....	xvi
Introducción .....	xvii
Capítulo I: Planteamiento del Problema .....	1
1.1. Descripción del Problema.....	1
1.2. Delimitación del Problema. ....	6
1.3. Formulación del problema.....	7
1.3.1. Problema general .....	7
1.3.2. Problemas específicos.....	7
1.4. Formulación de objetivos .....	8
1.4.1. Objetivo general.....	8
1.4.2. Objetivos específicos .....	8
1.5. Formulación de hipótesis.....	8
1.5.1. Hipótesis general.....	8
1.5.2. Hipótesis específicas.....	8

1.6.	Operacionalización de variables .....	9
1.6.1.	Identificación de variables .....	9
1.6.2.	Operacionalización de variables .....	9
1.7.	Justificación de la Investigación.....	11
1.7.1.	Justificación teórica .....	11
1.7.2.	Justificación practica.....	12
1.8.	Justificación Metodológica.....	12
Capítulo II : Marco Teórico y Conceptual .....		13
2.1.	Antecedentes de la investigación.....	13
2.1.1.	Antecedentes Internacionales.....	13
2.1.2.	Antecedentes nacionales .....	16
2.1.3.	Antecedentes Locales.....	26
2.2.	Bases Teóricas .....	28
2.2.1.	Movimiento de Tierras.....	28
2.2.2.	Rendimiento.....	29
2.2.3.	Tipos de Equipos.....	29
2.2.4.	Descripción de la Maquinaria .....	30
2.2.4.1.	Tractor .....	30
2.2.4.2.	Motores .....	31
2.2.4.2.1.	Potencia.....	31
2.2.4.3.	Tipos de Tractores y sus aplicaciones.....	32
2.2.4.4.	Modelos de tractores considerados y sus características .....	38

2.2.4.5.	Forma de cálculo de las hojas topadoras en estudio .....	40
2.2.5.	Excavadora.....	41
2.2.6.	Funciones, Ventajas y limitaciones de las maquinarias.....	43
2.2.7.	Elección de la Maquinaria .....	44
2.2.8.	Producción Teórica .....	45
2.2.9.	Factores de Corrección de Rendimiento .....	48
2.4.	Marco conceptual .....	70
Capítulo III: Metodología de la Investigación .....		71
3.1.	Tipo de Investigación .....	71
3.2.	Nivel de Investigación .....	71
3.3.	Diseño de Investigación.....	71
3.3.1.	Diseño Metodológico.....	71
3.4.	Área y Línea de Investigación .....	72
3.4.1.	Area de Investigacion: Ingenieria Civil. Lineas investigacion .....	72
3.4.2.	Linea de Investigacion General: Planificación y Desarrollo de la Infraestructura	73
3.4.3.	Línea de Investigación Específica: Cálculo de Rendimiento y Productividad de Maquinaria Pesada en Movimiento de Tierras .....	74
3.5.	Marco normativo Legal .....	74
3.5.1.	Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE): .....	74
3.5.2.	Normas Técnicas Peruanas (NTP):.....	75
3.5.3.	Resolución Ministerial N° 001-87-TC/VMT.....	75

3.5.4. Norma SAE J1265 .....	75
3.6. Población y muestra.....	76
3.6.1. Población.....	76
3.6.2. Muestra .....	76
3.7. Técnicas e instrumentos de Recolección de Datos .....	76
3.8. Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos .....	77
Capitulo IV: Resultados de la Investigación.....	77
4.1. Justificación de resultados .....	77
Caso de aplicación Practica .....	96
Análisis y discusión de resultados .....	97
Matriz de consistencia.....	124
Conclusiones .....	125
Recomendaciones .....	127
Anexos .....	128
Aspecto Administrativo de la Investigación .....	186
Referencias bibliográficas.....	187

## Índice de tablas

<b>Tabla 1</b> Dimensiones de factores de corrección.....	10
<b>Tabla 2</b> Rendimientos de Tractor Costa.....	21
<b>Tabla 3</b> Factor de corrección de sierra hasta 2300 m.s.n.m. ....	22
<b>Tabla 4</b> Factor de corrección de sierra hasta 2300-3800 m.s.n.m.....	23
<b>Tabla 5</b> Factor de corrección de sierra más de 3800 m.s.n.m.....	24
<b>Tabla 6</b> Factor de corrección de sierra más de 3800 m.s.n.m. ....	25
<b>Tabla 7</b> Operaciones de movimiento de tierra .....	28
<b>Tabla 8</b> Tipos de equipos del catálogo Caterpillar.....	30
<b>Tabla 9</b> Características de los Tractores considerados.....	38
<b>Tabla 10</b> Características de las hojas caterpillar para tractores .....	39
<b>Tabla 11</b> Características de las excavadoras consideradas .....	43
<b>Tabla 12</b> Capacidad teórica de la hoja .....	47
<b>Tabla 13</b> Características físicas de las excavadoras consideradas .....	48
<b>Tabla 14</b> Angulo de estabilidad para cada tipo de suelo.....	50
<b>Tabla 15</b> Coeficiente de corrección del material para cada tipo de suelo.....	50
<b>Tabla 16</b> Factor de corrección para los niveles de capacidad de operador .....	51
<b>Tabla 17</b> Factor de corrección para la cantidad de tiempo efectivo en una hora.....	52
<b>Tabla 18</b> Factor de corrección para la capacidad de visibilidad .....	55
<b>Tabla 19</b> Factor de corrección para las distintas pendientes en las que trabaja la maquinaria pesada.....	57
<b>Tabla 20</b> Factor de corrección para los límites de diferenciación entre las pendientes .....	57
<b>Tabla 21</b> Diferencias altitudinales de las regiones del Perú.....	58
<b>Tabla 22</b> Factor de corrección para los tipos de material .....	59

<b>Tabla 23</b> Factor de corrección volumétrico por material .....	61
<b>Tabla 24</b> Factor de corrección con respecto al llenado del cucharon .....	64
<b>Tabla 25</b> Factor de corrección con respecto al hinchamiento del material con respecto a cada material.....	65
<b>Tabla 26</b> Características de trabajo de las excavadoras .....	66
<b>Tabla 27</b> Capacidad del operador porcentualmente .....	66
<b>Tabla 28</b> Factor de eficiencia del trabajo .....	67
<b>Tabla 29</b> Paso 1 .....	79
<b>Tabla 30</b> Factor de corrección para las distintas pendientes en las que trabaja la maquinaria pesada.....	81

## Índice de figuras

<b>Figura 1</b> Tractor de ruedas .....	33
<b>Figura 2</b> Tractor de orugas .....	33
<b>Figura 3</b> Hoja universal.....	34
<b>Figura 4</b> Hoja Semi universal .....	34
<b>Figura 5</b> Hoja recta .....	35
<b>Figura 6</b> Hoja "CD" .....	36
<b>Figura 7</b> Hoja "VR" .....	36
<b>Figura 8</b> Hoja "C" .....	37
<b>Figura 9</b> Hoja de Relleno Sanitario.....	37
<b>Figura 10</b> Rendimiento de tractores.....	38
<b>Figura 11</b> Hoja angulable.....	40
<b>Figura 12</b> Ciclo de carga de un tractor.....	46
<b>Figura 13</b> Capacidad de carga del tractor .....	49
<b>Figura 14</b> Distancia de visibilidad vs intensidad de la lluvia .....	53
<b>Figura 15</b> Visibilidad en porcentaje vs intensidad de la lluvia .....	54
<b>Figura 16</b> Visibilidad en porcentaje vs intensidad de la lluvia .....	56
<b>Figura 17</b> Paso 3 .....	80
<b>Figura 18</b> Se calcula el factor de pendiente para lo cual utilizamos el ábaco brindado por Caterpillar en su manual de rendimientos.....	91
<b>Figura 19</b> Porcentaje visible vs intensidad de la lluvia.....	103

## Resumen

El presente estudio de investigación se ideó por la recurrente necesidad de conocer el rendimiento efectivo de las maquinarias pesadas en los trabajos de movimiento de tierras en la actividad de corte.

Como es bien sabido el rendimiento teórico de la maquinaria establecido por el fabricante es calculado en condiciones ideales que son imposibles de emular en el campo de trabajo, por lo que el rendimiento real obtenido producto de la ejecución de los trabajos siempre es menor al esperado, esto provoca una deficiencia en la planificación de proyectos, al no poder calcular de manera óptima la duración de los trabajos.

Para poder tener un cálculo teórico más aproximado al real, proponemos la corrección del rendimiento en base a factores que dependan y estén determinados por las condiciones en las que se ejecuten los trabajos. Fueron considerados los factores que afectan únicamente la actividad de corte, a pesar de que existen otro tipo de factores sociales y administrativos que puede afectar el resultado total de los trabajos, nosotros nos limitamos a estudiar únicamente aquellos que afectan el rendimiento de los trabajos de la maquinaria pesada de manera directa.

Para poder obtener la forma y proporción en la que es afectado el rendimiento por cada uno de estos factores, se realizó una búsqueda exhaustiva de estudios locales, nacionales e internacionales, que nos brinden información funcional acerca de esto, obteniendo información bibliográfica que sustenta dichos factores y la forma en la que afectan al rendimiento en base a las condiciones en las que se desempeña la maquinaria, la bibliografía encontrada le otorgo al estudio las pruebas que requería para poder estandarizar y determinar el factor de corrección final para el rendimiento.

**Palabras Clave:** Maquinaria pesada, Movimiento de Tierras, Factores de corrección, Rendimiento.

## **Abstract**

The present research study was devised because of the need to know the effective performance of heavy machinery in earthmoving works in the cutting activity.

As is well known, the theoretical performance of the machinery established by the fabricant is calculated under ideal conditions that are impossible to emulate in the field, so the actual performance obtained from the execution of the work is always lower than expected, this causes a deficiency in the planning of projects, not being able to optimally calculate the duration of the work.

In order to have a theoretical calculation that is closer to the real one, we propose the correction of performance based on factors that depend on and are determined by the conditions in which the work is carried out. The factors that affect only the cutting activity were considered, although there are other social and administrative factors that can affect the total result of the work, we limit ourselves to study only those that directly affect the performance of heavy machinery work.

In order to obtain the form and proportion in which performance is affected by each of these factors, an exhaustive search was carried out of local, national and international studies that provide us with functional information about this, obtaining bibliographical information that supports these factors and the way in which they affect performance based on the conditions in which the machinery performs, the bibliography found provided the study with the evidence it required to be able to standardise and determine the final correction factor for performance.

**Keywords:** Heavy Machinery, Earthmoving, Correction Factors, Performance.

## **Generalidades**

### **Título**

“Factores de corrección de rendimiento de maquinaria pesada en movimiento de tierras”

### **Área de Investigación**

El presente trabajo de investigación se realiza dentro del campo de la ciencia y tecnología, específicamente en la que es la disciplina de la Tecnología de la Construcción y Transportes.

### **Autores**

Br. Morales Mendoza Jose Richard

Br. Silva Hurtado Alan Eduardo

### **Institución de Enseñanza superior**

Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

Facultad de Ingeniería Civil

### **Localización**

Región: Cusco

Provincia: Cusco

Distrito: Cusco

## **Presentación**

Tenemos el honor de presentar ante ustedes nuestra tesis intitulada "Factores de Corrección en Rendimiento de Maquinaria Pesada en Movimiento de Tierras", la cual se enfoca en el análisis de los diversos factores que afectan el rendimiento de maquinaria pesada durante las actividades de movimiento de tierras.

El movimiento de tierras constituye una actividad fundamental en la mayoría de los proyectos de construcción, ya que se encarga de adecuar el terreno a las necesidades específicas de la obra. Sin embargo, el rendimiento de la maquinaria pesada, como excavadoras, cargadores frontales y bulldozers, está sujeto a numerosas variables que influyen en su productividad, tales como las características del suelo, las condiciones climáticas, las características del mismo equipo son muy importantes, así como la experiencia de los operadores. Estas variables pueden provocar que los rendimientos reales se alejen significativamente de los valores estimados, lo que genera sobrecostos y retrasos en las obras.

El objetivo de esta investigación es realizar una propuesta metodológica para lo cual se identificará y explicará los factores de corrección que tienen incidencia en el rendimiento de la maquinaria pesada. Para ello, se hizo una recopilación bibliográfica de diferentes autores y la consulta al manual de operaciones de rendimiento de caterpillar con el fin de encontrar una ruta para la corrección del rendimiento y así poder obtener valores más aproximados a la realidad.

Esta investigación busca contribuir a mejorar la precisión en la planificación de proyectos de movimiento de tierras, lo que se traduciría en una mayor eficiencia operativa y una reducción de los tiempos y costos en las obras de construcción. Los resultados permitirán proponer ajustes en los cálculos de rendimiento que beneficien futuros proyectos en la región y en otras zonas con características similares.

## **Introducción**

La presente tesis de investigación de pregrado está vinculada al movimiento de tierras siendo una de las actividades fundamentales en proyectos de construcción e infraestructura, ya que implica la modificación del terreno natural para los fines que se considere convenientes, para ello se debe tener en consideración el tipo de maquinaria, eligiendo uno que sea adecuado y este en buen estado para las necesidades de la obra (Caterpillar, 2024c). En ese contexto, el rendimiento de la maquinaria pesada juega un papel crucial, pues su eficiencia impacta directamente en los costos, el tiempo de ejecución y la calidad final del proyecto, no obstante, el desempeño real de las máquinas en el campo suele verse afectado por diversos factores que influyen en su capacidad de operar de manera óptima (International, 2023).

Los factores de corrección en el rendimiento de la maquinaria pesada son aquellos aspectos que alteran el desempeño teórico de los equipos, generando desviaciones en términos de productividad.

Entre estos factores se encuentran las condiciones del terreno, la pendiente, el tipo de material a manejar, las condiciones climáticas, el mantenimiento del equipo, y las facultades del operador, entre otros, ignorar o subestimar estos factores puede llevar a ineficiencias operativas, sobrecostos y retrasos en la ejecución del proyecto (Buitrago et al., 2023).

Este estudio se centra en los factores de corrección de rendimiento de maquinaria pesada, con el objetivo de desarrollar y aplicar una metodología que permite una medición más precisa y una mejora continua en la eficiencia operativa de la maquinaria pesada, la optimización de productividad de la maquinaria pesada y establecer un modelo aplicable para el uso de las maquinarias en las tareas de movimiento de tierras en diferentes ámbitos y con la variedad de modelos que se puedan considerar para cada uno de ellos, asegurando una gestión eficaz y económica, a través de una combinación de análisis detallado y desarrollo de métodos

de control, generando una contribución a la ejecución de proyectos, elevando los estándares de calidad y eficiencia en el sector de la construcción y minería.

## Capítulo I: Planteamiento del Problema

### 1.1.Descripción del Problema

Hoy en día hacer uso de maquinaria pesada es muy importante, durante la construcción de obras viales como es la construcción de carreteras, porque permite un desempeño de manera eficiente y preciso sobre las actividades de movimiento de tierras así como la nivelación, pavimentación y compactación del terreno, la importancia radica en que la maquinaria incrementa el desarrollo de los proyectos además de garantizar una buena infraestructura final ya que son importantes para poder dinamizar la economía y la conectividad.

Como consecuencia del crecimiento de infraestructura global se ha incrementado la demanda de maquinaria pesada por lo que se ha visto impulsado la modernización de estos equipos así como su control (Akerland, 2023).

Tener una documentación o expediente técnico deficiente en proyectos de construcción genera sobrecostos y retrasos, la falta de un control adecuado sobre los documentos genera dificultades, por ejemplo, cuando un contratista requiera su pago o por defecto hacer algún reclamo, tener un mal expediente técnico trae como consecuencia realizar retrabajos, pérdida de tiempo por correcciones, pérdida de dinero por la necesidad de reposición o reparación de los errores y búsqueda de información, influenciando la duración del tiempo de funcionamiento de los equipos (Logs, 2022).

Desde el surgimiento de la revolución industrial, que sucedió a mediados del siglo XVIII, la tendencia de todo trabajo es la optimización, maximización de eficiencia y eficacia de los trabajos; para ello hemos desarrollado, a través del tiempo, medios tecnológicos que nos permitan minimizar los esfuerzos y conseguir resultados en menor tiempo (Galbraith, 2014a). En nuestro campo de estudio correspondiente a la ingeniería civil, las labores previas a la construcción, las cuales son comprendidas como movimiento de tierras, han sido efectivizadas por las maquinarias pesadas, las cuales realizan labores de dificultad elevada en menor tiempo

y con menor esfuerzo al que conseguimos realizando dichas actividades utilizando mano de obra humana (Jursiny, 2024).

Sin embargo, otros inconvenientes se han presentado al implementar dichas herramientas; a pesar de que nuestro trabajo ha sido mejorado en tiempo, seguimos incurriendo en la falta de gestión de información sobre la medición adecuada de los rendimientos de dichas maquinarias, lo cual se ha demostrado que puede jugarnos en contra al realizar el control de los desperdicios de tiempo, por la generación de retrasos (Vásquez, 2022). La falta de una metodología precisa capaz de rectificar el trabajo inapropiado para el cálculo de rendimiento de la maquinaria pesada, como lo son las excavadoras, cargadores frontales, camiones; originando sobrecostos de producción; lo que genera el incumplimiento de metas y objetivos trazados, además la ausencia de una metodología para liderar operaciones de asignación de responsabilidades en la toma de decisiones, la valoración de los recursos humanos directamente relacionados con el cumplimiento de la planificación y la ejecución de los trabajos de movimiento de tierras, los cuales son componentes importantes a tomar en consideración porque están vinculados directamente en la calidad de la gestión de operaciones, y cuyo fin es identificar los efectos que origina el problema, los cuales sirven de fundamento para formular una alternativa de solución mediante la elaboración de una propuesta metodológica que facilite, dentro del campo de aplicación, una gestión aceptable garantizando así una producción eficiente del movimiento de tierras (Ibañez, 2018a).

El resultado de varios estudios realizados en varios países para encontrar un patrón determinante en lo que respecta al estudio del rendimiento de maquinarias pesadas nos ha llevado a conclusiones que exponen de manera efectiva las formas o métodos de análisis para el cálculo y posterior interpretación de rendimientos de maquinarias pesadas, se considera que se puede analizar y estimar los resultados producto de la aplicación de las maquinarias mediante 3 formas, por gráficos, haciendo uso fórmulas y por observación directa, sin embargo, estos

cálculos teóricos exceptuando la observación directa tienen una marcada tendencia a no ser reales, ya que como el mismo estudio señala, están basados en características teóricas de análisis las cuales dependen de muchos factores, que al no ejecutarse el registro de campo necesario y por no ser contemplado por los tres métodos propuestos, pueden llevarnos a incurrir en errores de cálculo y precisión (Vargas, 1999a).

Por otro lado la gestión de la maquinaria de construcción tiene una fuerte relación, durante todo su tiempo de vida, con factores de tipo administrativo y características de uso temporales incluyendo, según esto la gestión del recurso y su tiempo óptimo de trabajo está fuertemente relacionada con la gestión del recurso, la cual debe ser una prioridad empresarial ya que las necesidades de la maquinaria van desde la elección del equipo, la financiación y el registro del equipo, para su aplicación. En el campo constructivo la necesidad de generar avances, obliga a los usuarios a tener presente en todo momento la gestión de datos para la determinación de la capacidad de sus resultados. El rendimiento es un factor fácilmente afectable por las características de las partes interesadas, estas suelen subdividirse en medidas e indicadores que describen de manera activa al rendimiento de la maquinaria pesada y por consecuencia al rendimiento del proyecto de construcción (Nugraha & Putranto, 2019).

En un intento de obtener la incidencia de los costos directos, los cuales dependen de las partes interesadas, como es la empresa que determina su valor de rendimiento meta y los contratistas que establecen una tarifa por hora máquina: sin embargo, el rendimiento estándar es determinado por la empresa para la ejecución de tareas. Estos rendimientos son calculados tomando como fundamento los datos teóricos proporcionados por el fabricante a los cuales se les detectó variación con respecto a los reales. Estos costos son fundamentales para estimar el presupuesto de un proyecto de movimiento de tierras, ya que representan la mayor parte del costo total y permiten determinar el precio unitario de cada partida (Huayta Aliaga Wilton Alfonso, 2014).

En los últimos años se ha verificado que el costo por kilómetro de carretera ha incrementado con respecto a los valores de rendimiento estimados por el gobierno peruano para el cálculo del costo aproximado de tramo construido; sin embargo, sigue siendo menos de lo estimado por otros gobiernos para tramos de tamaño comparable por lo que se disparó de 350 mil dólares en 1980 durante el gobierno de Fernando Belaunde a más 1 millón 200 mil dólares en el gobierno de Alejandro Toledo y continuando este crecimiento a través de los años hasta llegar a nuestra actualidad, según lo señalado por Walter Ibañez, esto podría darse por un error que se ha arrastrado en todo momento durante el cálculo de los rendimientos, por lo que recomienda a los consultores deberían de mejorar en el cálculo y programación en los expedientes técnicos y cálculo de presupuestos que se ajusten a la realidad actual, también recomienda que el MTC tiene la obligación de crear una tabla estandarizada para el cálculo de los rendimientos del equipo mecánico que contenga valores reales y la estandarización del cálculo para permitir el correcto cálculo (Compras estatales, 2018).

El rendimiento de la maquinaria pesada es importante para la eficiencia de las obras civiles y proyectos mineros, siendo el desacuerdo entre el rendimiento teórico y el real un desafío constante ya que su cálculo es importante porque incide en la programación y planificación de obras, sin embargo, se observó en la mina San Rafael, San Román, Juliaca, puno el rendimiento real o efectivo es más bajo que el rendimiento teórico calculado a partir de manuales.

El mayor problema radica en que los manuales de rendimiento que proporcionan teoría de referencia, los datos obtenidos en la realidad operativa de manera más precisa difieren, por lo que se necesita un personal capacitado para medir y analizar continuamente. Esto implica un costo adicional y posibles errores en el análisis al depender exclusivamente de la observación en campo y puesto que la fase en la que nos ubicamos es en la de formulación del proyecto y no en su fase de ejecución, tendríamos que esperar por la ejecución para poder tener

en cuenta una mejora en la precisión de los rendimientos, se corre el riesgo de ignorar la correcta aplicación de fórmulas estandarizadas.

El desfase del rendimiento de la maquinaria pesada tiene incidencia directa en la programación de los proyectos pudiendo generar un mal uso de recursos, sobrecostos y retrasos (Catacora, 2019a)

Uno de los intereses más continuos de un comprador o contratista de maquinaria pesada, es el rendimiento del equipo como tal, sin embargo, existen diferentes situaciones o variables como son la resistencia al rodamiento, resistencia por pendiente, eficiencia de operación, condiciones climáticas y altitud, pueden interferir en dicho rendimiento, sea de manera positiva o negativa, tener en cuenta estos factores puede condicionar los resultados del cálculo del rendimiento de la maquinaria pesada en el tiempo programado (Arévalo & Hernández, 2014)

Como ejemplo de la planificación de los trabajos podemos señalar la planificación de los trabajos que se realizaran para construir el *Centralny Port Komunikacyjny, que sería el aeropuerto más grande de todo Europa, cuya proyección es la de alcanzar en capacidad al aeropuerto de París* e inclusive superarlo, la planificación de la construcción de este se viene realizando desde el año 2017, la gran cantidad de estudios señalaba el inicio de su construcción para el año 2023 y la fecha de culminación aproximada se considera que será en el año 2027 (Garrigues, 2022), sin embargo y ya que se espera que alcance al de París en capacidad, cabe establecer que la primera etapa del aeropuerto de París fue construido en una década y que esto demostraría el avance que ha tenido la implementación de tecnologías y nuevas maquinarias para realizar trabajos, sin embargo a pesar de esto en el año 2015 el diario el comercio publicaba una nota donde indicaba que el aeropuerto internacional de Chinchero del Cusco terminaría de construirse en el año 2020 y que iniciaría sus operaciones de vuelo (comercio, 2016), lo que no sucedió ya que a pesar de haber iniciado los trabajos de movimiento

de tierras y mejoramiento de suelo en el año 2018 y los trabajos de movimiento de tierras no se reportaron como terminadas hasta el año 2023 (Agencia Peruana de Noticias, 2019), 3 años después y sin haberse cumplido la meta de poder iniciar las pruebas de vuelo en el año 2020, actualmente se encuentra en fase de construcción del terminal terrestre lo que nos alerta sobre los tiempos que se le dieron a los trabajos, si llevamos este aeropuerto a una comparativa con un proyecto similar dentro del país, nos encontramos al aeropuerto internacional Jorge Chávez, el cual fue construido desde el año 1960 al año 1965 (Andonaire Villegas, El comercio, 2022), en la actualidad se tienen dificultades durante el proceso, como el error en la planificación del mejoramiento y rehabilitación de la vía de acceso al aeropuerto internacional de Chinchero, el cual se debía de concluir en 330 días según lo planificado, de tal manera que la vía estaría habilitada antes de que las partidas de trabajo de la base y sub base estuvieran concluidas dentro del proceso constructivo del aeropuerto, como señalaba el cronograma, sin embargo, no se tuvo en cuenta factores importantes como la dificultad del suelo en el desarrollo de las actividades ni tampoco la condición climática la cual condicionó y limitó los trabajos por las fuertes lluvias que duraron un aproximado de 4 meses, las cuales provocaron un menor rendimiento de las maquinarias pesadas y los trabajos, del que se tenía planificado (SEACE, 2022).

## **1.2. Delimitación del Problema.**

El trabajo corresponde a una investigación de recolección bibliográfica, referida a la determinación de los factores de corrección y su cálculo correcto para los rendimientos, considerando factores físicos y situacionales que influyen de manera directa en estos, de tal manera que se corrige el valor teórico desarrollado en base a parámetros ideales tomados en cuenta por el fabricante de la maquinaria pesada. Estos factores son obtenidos en base a la búsqueda exhaustiva en autores que hayan desarrollado la influencia del medio y las situaciones a las que se expone la maquinaria, durante los trabajos, a la producción.

La presente investigación tiene como población está conformada por los documentos, libros, manuales técnicos, especificaciones técnicas de la maquinaria, artículos científicos, tesis y normas técnicas, autores, que estén vinculados a los factores de corrección del rendimiento de la maquinaria pesada en movimiento de tierra, debido a que, en el mundo de la construcción, este es uno de los factores que más influyen en la programación de tiempos y costos del proyecto ejecutado.

Según Caterpillar las actividades de movimiento de tierra en proyectos viales y mineros utilizan una gran gama de equipos de maquinaria pesada, diseñada para realizar funciones como son las excavación, cargue, transporte y nivelación del terreno con el único fin de realizar actividades con gran eficiencia, lo que posibilita el avance en las diferentes obras civiles y mineras, pero para esta investigación se considera como equipos de estudio al tractor sobre orugas y a la excavadora como material de estudio ya que únicamente nos estamos limitando a las actividades de corte de grandes masas de terreno dentro de todo lo que es el movimiento de tierra.

### **1.3. Formulación del problema**

#### ***1.3.1. Problema general***

¿Cuáles son los principales factores de corrección que afectan los rendimientos de la maquinaria pesada en el movimiento de tierras?

#### ***1.3.2. Problemas específicos***

- ¿Cuáles son los factores de corrección que se utilizan para el cálculo de rendimiento?
- ¿Cómo es el cálculo de rendimiento de maquinaria pesada utilizando factores de corrección?
- ¿Es posible aplicar la verificación de los factores que afectan al rendimiento en campo?

## **1.4. Formulación de objetivos**

### ***1.4.1. Objetivo general***

Describir los factores de corrección que afectan el rendimiento de la maquinaria pesada en el movimiento de tierras.

### ***1.4.2. Objetivos específicos***

- Identificar los factores de corrección utilizados en el rendimiento de la maquinaria pesada en los procedimientos del cálculo de rendimiento
- Evaluar los métodos actuales de ajuste utilizados en el cálculo de rendimiento de maquinaria pesada en actividades de movimiento de tierra
- Proponer una metodología basada en resultados del análisis para optimizar el uso del rendimiento de la maquinaria pesada durante actividades de movimiento de tierra

## **1.5. Formulación de hipótesis**

### ***1.5.1. Hipótesis general***

Los factores de corrección en el cálculo de rendimiento de maquinaria pesada en movimiento de tierras no son desarrollados adecuadamente.

### ***1.5.2. Hipótesis específicas***

- Los factores de corrección en los procedimientos de cálculo de rendimiento no están definidos adecuadamente
- Las técnicas de cálculo de rendimiento de maquinaria pesada mediante factores de corrección no están claramente definidas
- Los factores de corrección afectan directamente al rendimiento medido en campo

## **1.6. Operacionalización de variables**

### **1.6.1. *Identificación de variables***

- **Variable de estudio 1:** Factores de corrección de rendimiento
- **Variable de estudio 2:** Rendimiento de la maquinaria pesada

### **1.6.2. *Operacionalización de variables***

### 1.6.2.1.Variable de estudio 1: Factores de Corrección

**Tabla 1**

*Dimensiones de factores de corrección*

Dimensiones	Sub-Dimensiones	Indicador	
Capacidad del operador	Excelente	100%	
	Bueno	75%	
	Malo	60%	
Eficiencia del trabajo	Bueno	83%	
	Regular	75%	
	Mala	67%	
Visibilidad	Muy visible	100.00%	
	Visible	94.00%	
	poco visible	88.00%	
Pendiente del terreno	Pendiente alta(positivo)	-30° a -20°	
	Pendiente moderada(positivo)	-20° a -10°	
	Pendiente leve(positivo)	-10° a 0°	
	Llano	0°	
	Pendiente leve(negativo)	0° a 10°	
	Pendiente moderada(negativo)	10° a 20°	
	Pendiente alta(negativo)	20° a 30°	
Altitud del terreno	Costa-Selva	0 – 1000	
	Sierra-Selva	1000-2000	
	Sierra baja	2000-3000	
	Sierra intermedia	3000-3800	
	Sierra Alta	> a 3800	
Tipo de material	Material blando	0.9-1.10	
	Material intermedio	0.7-0.9	
	Material duro	0.6-0.7	
	Roca suelta	0.4-0.6	
	Roca Fija	0.4-0.6	
Capacidad de la hoja de corte	Tipo de hoja	Recta	
		Angular	
Factor de hinchamiento	Tipo de hoja	Universal	
		Semi-Universal	
		Material blando	1.25 - 1.35
		Material intermedio	1.15 - 1.2
		Material duro	1.6
		Roca suelta	1.4-1.6
		Roca Fija	1.4-1.6

*Fuente: Elaboración Propia*

### **1.6.2.2. Variable de estudio 2: Rendimiento de Maquinaria Pesada:**

Este es un concepto asociado a la máquina pesada y se define como el número de unidades de trabajo que se realizan en un lapso de tiempo que es generalmente una hora con su indicador que es el **m<sup>3</sup>/hora** como objeto de estudio.

## **1.7. Justificación de la Investigación**

### **1.7.1. Justificación teórica**

La disponibilidad de información relacionada con el cálculo de factores de corrección que influyen en el rendimiento del equipo mecánico pesado es escasa. Este problema no solo está presente en el Perú sino en otros países de Latinoamérica, adquiere una relevancia significativa debido a que tanto la fase de planificación como la ejecución están fuertemente condicionadas por este factor. Es por eso que la falta de conocimiento sobre los rendimientos reales de la maquinaria pesada durante la ejecución de proyectos de movimiento de tierras trae limitaciones en las fases de planificación y ejecución, generando discrepancias entre ambas, retrasos, pérdidas económicas e incluso posibles sanciones.

Los rendimientos del equipo pesado pueden ser evaluados mediante gráficos, fórmulas y/o tabulaciones suministradas por el fabricante (Huingo, 2013). Por otro lado, Gransberg (2006) menciona que los rendimientos de la maquinaria pesada están afectados por una serie de variables como lo son la topografía, la clase de suelo, condiciones climáticas así como el mismo diseño de proyecto, variables que influyen directamente en la productividad y por ende en el costo del proyecto. Es por eso que se debe de realizar estudios vinculados al rendimiento del equipo mecánico pesado porque no solo permitirá predecir el comportamiento de la maquinaria en condiciones específicas, sino que posibilitará identificar mejoras en la utilización de recursos evitando la mala utilización de la maquinaria y por consecuencia tener

una mayor precisión en la programación así como un mejor presupuesto para las obras de construcción civil.

### **1.7.2. *Justificación práctica***

La determinación de los factores de corrección que influyen en el cálculo de rendimiento del equipo mecánico pesado en actividades de movimiento de tierras es de gran relevancia en el campo de la Ingeniería Civil, como es justificado a continuación:

Peurifoy y Schexnayder (2010) menciona que realizar un estudio sobre el rendimiento de maquinaria pesada es importante porque posibilita la optimización de los procesos constructivos y reducir el costo operativo en proyectos de ingeniería civil y minería. Al conocer con más exactitud los rendimientos de las maquinarias pesadas, es posible planificar cronogramas realistas, asignar recursos de manera eficiente y evitar pérdidas asociadas a tiempos improductivos o un uso inadecuado de los equipos. Es por eso que se evalúa constantemente los factores que intervienen como lo son condiciones del terreno, el tipo de material a mover, la experiencia del operador y las condiciones climáticas. Estos elementos son determinantes para predecir el comportamiento de los equipos en condiciones específicas y garantizar el cumplimiento de los objetivos del proyecto.

### **1.8. *Justificación Metodológica***

La presente tesis de investigación brinda una metodología detallada y amplia, ya que explica cómo fue el proceso de cálculo de cada factor buscando crear un nuevo instrumento para el análisis de datos o plantear una metodología que explique detalladamente las variables en estudio de una forma más práctica beneficiando a la población en general (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018).

## Capítulo II : Marco Teórico y Conceptual

### 2.1. Antecedentes de la investigación

#### 2.1.1. Antecedentes Internacionales

Guadamud (Guadamud, 2015), en su tesis de pregrado intitulada “*Análisis de rendimiento y costos horarios de maquinaria pesada en la obra Piady etapa I*” realizó un estudio detallado sobre el uso eficiente de maquinaria pesada en el movimiento de tierras del proyecto "Parque Industrial de Acopio y Distribución Yaguachi". La investigación buscó diseñar una guía que facilite el manejo adecuado de equipos pesados, evaluando su rendimiento real y los costos horarios bajo condiciones específicas del terreno. Entre los hallazgos, se concluyó que los factores de eficiencia, el tipo de suelo y la capacitación del personal tienen un impacto significativo en el desempeño de la maquinaria. Además, los valores de rendimiento en campo superaron los proporcionados por los fabricantes, destacando la importancia de realizar estudios in situ para optimizar la planificación y ejecución de obras.

El análisis incluyó cálculos detallados de rendimiento para diferentes equipos, como el tractor D5G LGP y las excavadoras DOOSAN 340 y Hyundai 210 LC-7, utilizando factores de ajuste específicos del manual de Caterpillar, como pendiente, tipo de material, altura y acarreo. Por ejemplo, el tractor alcanzó un rendimiento del 37% respecto al volumen ideal, mientras que las excavadoras lograron rendimientos del 66% y 44%, respectivamente. La metodología basada en conceptos de productividad y eficiencia permitió identificar las variaciones entre valores teóricos y reales, ofreciendo una base sólida para optimizar recursos y garantizar la calidad en futuros proyectos de movimiento de tierras.

Cadena (Cadena, 2013), en su tesis intitulada de pregrado “*Análisis de costos de productividad y su influencia en el movimiento de tierras por métodos mecánicos*” destacó la

importancia de seleccionar maquinaria pesada adecuada para trabajos de movimiento de tierras en función del tipo de material y las propiedades del suelo. Este análisis permite identificar los equipos más eficientes para grandes proyectos de excavación, minimizando costos y maximizando la productividad. Entre los principales objetivos, se enfocó en identificar maquinarias utilizadas en estas actividades, los factores que retrasan la productividad y la capacitación profesional necesaria en ingeniería civil y minería. Se concluyó que contar con operadores capacitados y maquinaria adecuada reduce costos y mejora la productividad, mientras que la selección incorrecta de equipos o volúmenes de producción menores incrementa los costos y los tiempos de ejecución.

La metodología aplicada fue cuantitativa, descriptiva y explicativa, combinando investigación de campo y bibliográfica. Cadena analizó factores como las condiciones de trabajo, clima, altitud y acceso, que afectan directamente el rendimiento de maquinarias como el bulldozer Cat D8R (rendimiento estándar de 163.93 m<sup>3</sup>/h) y la excavadora Cat 320C (81.83 m<sup>3</sup>/h). Utilizando conceptos de productividad, tiempos de ciclo y fórmulas de rendimiento, se compararon los valores reales obtenidos en campo con los estándares del manual Caterpillar, demostrando la relevancia de ajustar los cálculos teóricos a las condiciones específicas del proyecto. Este estudio proporciona herramientas valiosas para optimizar recursos en proyectos de construcción civil.

Soto (Soto, 2006) en su tesis de pregrado intitulada “*Tractores en la construcción*” desarrolló una metodología para calcular el rendimiento de tractores utilizando datos técnicos de marcas como Liebherr, Caterpillar y Komatsu, junto con manuales y ábacos de rendimiento. El estudio detalla las funciones y características de diversos tipos de hojas de corte, como la universal, semi-universal, recta y de relleno sanitario, destacando sus usos en diferentes contextos de construcción. También identifica tres métodos principales para calcular el

rendimiento: observación directa en campo, uso de reglas y fórmulas, y tablas de fabricantes, resaltando la importancia de la elección adecuada del equipo según el tipo de trabajo y las condiciones del terreno.

La investigación concluyó que el rendimiento del tractor sobre orugas depende de factores como la altitud, el tipo de hoja utilizada y la marca del equipo, siendo esencial evitar la inactividad del tractor para prevenir pérdidas económicas. Como resultado, se desarrolló una guía práctica que integra información técnica de fichas de fabricantes y manuales, sirviendo como herramienta para optimizar la productividad. La metodología incluyó la recopilación de datos técnicos, mediciones en campo, y comparaciones entre marcas bajo condiciones similares, permitiendo identificar el desempeño más eficiente según las necesidades específicas de los proyectos.

(Bello & Álvarez, 2015), en su tesis de pregrado intitulada “*Estudio de rendimientos de maquinaria pesada en los movimientos de tierras en la ciudad de Cartagena caso estudio: Urbanización coral lakes y zona franca parque central*” analizaron el desempeño de equipos como excavadoras y bulldozers en proyectos de movimiento de tierras. Su investigación combinó datos teóricos y prácticos para construir una base de datos estadísticos que permita mejorar la planificación, estimación de costos y control en obras de este tipo. Determinaron que las condiciones reales de los proyectos difieren significativamente de los datos teóricos proporcionados por los fabricantes, evidenciando la necesidad de realizar mediciones directas en campo para obtener cronogramas y presupuestos más precisos. Sus resultados incluyeron rendimientos específicos como 180 m<sup>3</sup>/h para una excavadora Caterpillar 320CL y 294 m<sup>3</sup>/h para un bulldozer Caterpillar D6, mostrando discrepancias con los valores teóricos.

La metodología mixta utilizada combinó información documental de manuales y fórmulas de fabricantes con datos recopilados mediante observación directa en obra y encuestas. Los

autores concluyeron que los manuales teóricos no son suficientes para estimar con precisión los cronogramas y costos en proyectos de movimiento de tierras. Su trabajo sirve como un hito para la construcción de bases de datos realistas que reflejen las condiciones de campo y ofrezcan una herramienta práctica para ingenieros y profesionales de la construcción interesados en optimizar los recursos y el rendimiento de maquinaria pesada.

### **2.1.2. Antecedentes nacionales**

(Zegarra & Amorós, 2022), en la tesis de pregrado intitulada “*Rendimientos de maquinaria pesada en las actividades de conformación y compactación del recrecimiento de una presa de relaves*” evaluaron los rendimientos de equipos pesados en un proyecto ubicado en Aija, Ancash, durante 2019. Concluyeron que el rendimiento real obtenido en campo es menor al teórico indicado en manuales y fichas técnicas, con una disminución promedio del 35%. Identificaron factores que afectan negativamente el rendimiento, como la altitud de trabajo, la experiencia del operador, la antigüedad de los equipos, las demoras operativas y las características del material. El estudio destacó la importancia de calcular y comparar rendimientos reales frente a teóricos para mejorar la planificación y gestión de maquinaria pesada.

La metodología empleada incluyó observación directa (toma de datos) en campo, revisión de documentación operativa, y análisis de datos mediante herramientas como Autodesk AutoCAD Civil 3D. Se aplicaron factores de corrección del manual de Caterpillar para ajustar los cálculos y validar los resultados. Los valores obtenidos variaron entre un rendimiento mínimo de 23.20 m<sup>3</sup>/h y un máximo de 178.90 m<sup>3</sup>/h, con un promedio de 107.89 m<sup>3</sup>/h, frente a un valor teórico de 143.42 m<sup>3</sup>/h. Este enfoque cuantitativo y práctico permitió una evaluación precisa de los rendimientos, sirviendo como base para optimizar el uso de maquinaria en proyectos similares.

(Flores, 2015), en la tesis de pregrado intitulada “*Eficiencia y productividad óptima en movimiento de tierras para la construcción de plataformas de lixiviación*” analizó la eficiencia y productividad del equipo mecánico pesado en el proyecto "La Quinoa Etapa 8A". El estudio se centró en el control de horas trabajadas y en el análisis detallado del rendimiento de equipos como excavadoras y tractores, utilizando especificaciones técnicas y manuales de marcas como Caterpillar y Komatsu. Se aplicaron métodos de corrección para ajustar los datos teóricos al contexto real del proyecto. Entre las conclusiones, se determinó que una mayor eficiencia reduce los tiempos de ejecución, siendo el rendimiento óptimo de 1700 m<sup>3</sup>/día. También se destacaron las causas de pérdidas de productividad y las posibles mejoras para optimizar los procesos.

La metodología combinó la recolección de datos de campo con información técnica proporcionada por los fabricantes, aplicando el concepto de productividad para comparar valores reales y teóricos. Se utilizaron gráficos para clasificar el tiempo productivo, contributivo y no contributivo, lo que permitió identificar patrones y oportunidades de mejora. El trabajo ofrece una visión completa de las actividades de movimiento de tierras y resalta la importancia de calcular con precisión el rendimiento de los equipos para planificar de manera eficiente y mejorar la gestión de recursos en proyectos similares.

(Menejes, 2019), en la tesis de pregrado intitulada “*Dimensionamiento de equipos para optimizar el costo de la construcción de subdren p-04 en el botadero ferrobamba - proyecto las bambas 2016*” tiene como fin analizar el dimensionamiento de cada equipo que haya realizado una actividad para así optimizar los costos de construcción del Proyecto Las Bambas, buscando destacar los aspectos importantes y el requerimiento de una planificación adecuada en la programación de tareas durante el proyecto.

La metodología empleada para obtención de los datos que se expusieron a análisis se basan en una investigación material realizada en campo que incluye en su procedimiento la observación directa, el uso de reglas pre-establecidas y fórmulas propuestas por autores internacionales, así como tablas patron que son elaboradas y proporcionadas por los fabricantes de los equipos que se sometieron a pruebas.

Con respecto a los objetivos se menciona como determinar la incidencia del dimensionamiento de equipos aplicando sus fichas de especificaciones técnicas y características propias de cada equipo, como influye el dimensionamiento de la maquinaria en la supervisión para la ejecución. Por otro lado, se tienen las siguientes conclusiones fueron realizar el cambio de maquinaria de menor capacidad por una de mayor capacidad se aumenta la productividad y se reducen tiempos de construcción. Además, es importante dimensionar los equipos de acuerdo con la actividad que va a desempeñar ya que utilizar un equipo de gran capacidad para una actividad pequeña no sería productivo ni eficaz, se redujo el tiempo de ejecución en 20 días lo que trajo un ahorro significativo al reducir el consumo de combustible, la supervisión en el campo desempeña un papel fundamental en el trabajo de movimiento de grandes masas de tierra, ya que es responsable de tomar decisiones relacionadas con el dimensionamiento de los equipos, la calidad del trabajo, el rendimiento y la actitud del personal, con el único fin de lograr el plan establecido.

(Catacora, 2019), en su tesis de pregrado intitulada “*Rendimiento efectivo y rendimiento esperado de la maquinaria de c y m vizcarra en la mina san rafael, san román, juliaca, puno*” tuvo como objetivo de estudio analizar el rendimiento efectivo y esperado del equipo pesado en el proyecto, ubicado en San Román, Juliaca, Puno. buscando determinar el rendimiento efectivo, el rendimiento esperado y el rendimiento perdido del equipo pesado durante la ejecución del proyecto.

La población de estudio que se tomó en consideración fue de 28 equipos. Para recopilación de información, se utilizó la documentación basada en el reporte de mantenimiento de los canales de C y M.

Finalmente, el resultado de esta investigación reveló que el rendimiento efectivo es bajo, al igual que el rendimiento esperado.

Los objetivos trazados fueron realizar un análisis del rendimiento del equipo pesado en el proyecto antes mencionado además de evaluar el rendimiento efectivo durante la operación real como el rendimiento esperado según las especificaciones del fabricante, calcular el rendimiento real del equipo pesado en el proyecto antes mencionado, calcular el rendimiento que se espera obtener del equipo pesado en el proyecto antes mencionado.

Las conclusiones a las que llegó el autor fueron que observar que el desempeño real del equipo pesado es consistentemente inferior a las expectativas de rendimiento. Esto nos señala la necesidad de realizar modificaciones adecuadas para garantizar el correcto funcionamiento del equipo pesado el rendimiento real de esta maquinaria es menor al previsto, se deduce que hay deficiencias en los insumos empleados, como la adecuada planificación del tiempo de trabajo, la aplicación puntual de los planes de mantenimiento y la naturaleza del terreno en el que opera el equipo pesado.

(Aguilar & Mayk, 2016), en su tesis de investigación descriptiva de pregrado llamada *“Cálculo de rendimiento de retroexcavadora, excavadora y cargador frontal en movimiento de tierras, chachapoyas, amazonas”* tiene como objetivo calcular y analizar el rendimiento del equipo pesado utilizado en el movimiento de grandes masas de tierra. Se plantea la pregunta de si es posible determinar dicho rendimiento, tomando en cuenta las limitaciones ambientales en el que se desempeñan los trabajos y las condicionantes que influyen en el rendimiento del equipo pesado. Para obtener los datos de rendimiento en el campo, se hizo el registro directo de cada equipo, y posteriormente se procesaron estos datos considerando todos los factores

relevantes. Finalmente, los resultados se presentan en cuadros de rendimiento, que proporciona una mejor opción objetiva y realista para estimar los rendimientos en nuestra área.

De la investigación se obtiene información precisa y confiable sobre el rendimiento de los equipos pesados analizados.

Los objetivos que se consideraron fueron obtener el desempeño del equipo pesado en situaciones reales de trabajo durante las tareas de movimiento de masas de tierra en la ciudad de Chachapoyas, calcular el desempeño de la excavadora en las tareas de excavación y carga de material en un sitio de construcción. Mientras que las conclusiones a las que llegaron los autores fueron del análisis realizado al equipo pesado de la excavadora se obtuvo lo siguiente: 17,598 m<sup>3</sup>/día con respecto al carguío de material y 1319.66 m<sup>3</sup>/día de la tarea de excavación de material suelto,

(Ibañez, 2011), en su libro "*Costos y tiempos en carreteras*" toma como modelos a analizar a los modelos de tractor de la serie D6D, D7G, D8K, D8L y D9L, además considera a una distancia de trabajo un número fijo de 60 m lineales, considera al material suelto, roca suelta y roca fija como las clases de materiales que se puede encontrar a grandes rasgos en un proyecto igualmente considera como factores de corrección de rendimiento y propuso capacidad del operador, visibilidad, eficiencia trabajo, maniobra, pendiente del terreno, altitud del terreno, tipo de material y hoja angulable del tractor. además, considero el factor volumétrico que es resultado de la densidad en banco y la densidad suelta.

Se puede encontrar también en el texto la producción teórica obtenida de los manuales y el rendimiento real que es el resultado del producto entre el factor de corrección, el factor volumétrico y el rendimiento teórico obteniendo el un valor corregido.

Como metodología de trabajo se plantea como la corrección de los factores de corrección porcentajes útiles que afectan directamente al rendimiento teórico, se obtiene un valor corregido multiplicando cada uno de estos factores con el factor de esponjamiento

creando un factor final y este resultado corregirá al volumen teórico lo que da un resultado de metros cúbicos por día, cada recalcar que no sé detalla un desarrollo explícito sobre el cálculo de estos factores de corrección para el rendimiento de los equipos planteados en el libro que es de ámbito nacional.

**Tabla 2**

Rendimientos de Tractor Costa

Equipo	Tipo de trabajo (distancia de empuje= 60m)	Factores de
		corrección Rendimiento Standard en Banco(m3/día)
	Mat.suelto	2350
Tractor s/orugas CAT-D9L	Roca suelta	1610
	Roca Fija	1235
	Mat.suelto	1249
Tractor s/orugas CAT-D8L	Roca suelta	855
	Roca Fija	656
	Mat.suelto	1175
Tractor s/orugas CAT-D8K	Roca suelta	805
	Roca Fija	617
	Mat.suelto	808
Tractor s/orugas CAT-D7G	Roca suelta	553
	Roca Fija	425
	Mat.suelto	470
Tractor s/orugas CAT-D6D	Roca suelta	322
	Roca Fija	259

*Fuente: (Ibañez, 2012), Costos y tiempos en carreteras.*

**Tabla 3***Factor de corrección de sierra hasta 2300 m.s.n.m.*

Equipo	Tipo de trabajo (distancia de empuje= 60m)	Factores de corrección
		Rendimiento Standard en Banco(m3/dia)
	Mat.suelto	2014
Tractor s/orugas CAT-D9L	Roca suelta	1543
	Roca Fija	1239
Tractor s/orugas CAT-D8L	Mat.suelto	1070
	Roca suelta	820
	Roca Fija	658
Tractor s/orugas CAT-D8K	Mat.suelto	1007
	Roca suelta	771
	Roca Fija	619
Tractor s/orugas CAT-D7G	Mat.suelto	692
	Roca suelta	530
	Roca Fija	426
	Mat.suelto	403
Tractor s/orugas CAT-D6D	Roca suelta	309
	Roca Fija	248

*Fuente: (Ibañez, 2012), Costos y tiempos en carreteras.*

**Tabla 4***Factor de corrección de sierra hasta 2300-3800 m.s.n.m*

Equipo	Tipo de trabajo (distancia de empuje= 60m)	Factores de
		corrección Rendimiento Standard en Banco(m3/día)
	Mat.suelto	1652
Tractor s/orugas CAT-D9L	Roca suelta	1279
	Roca Fija	1027
Tractor s/orugas CAT-D8L	Mat.suelto	877
	Roca suelta	679
	Roca Fija	545
	Mat.suelto	826
Tractor s/orugas CAT-D8K	Roca suelta	639
	Roca Fija	513
	Mat.suelto	568
	Roca suelta	440
Tractor s/orugas CAT-D7G	Roca Fija	353
	Mat.suelto	363
Tractor s/orugas CAT-D6D	Roca suelta	281
	Roca Fija	226

*Fuente: (Ibañez, 2012), Costos y tiempos en carreteras.*

**Tabla 5***Factor de corrección de sierra más de 3800 m.s.n.m*

Equipo	tipo de trabajo (distancia de empuje= 60m)	Factores de
		corrección
		Rendimiento Standard en Banco(m3/día)
	Mat.suelto	1334
Tractor s/orugas CAT-D9L	Roca suelta	1081
	Roca Fija	868
	Mat.suelto	709
Tractor s/orugas CAT-D8L	Roca suelta	574
	Roca Fija	461
	Mat.suelto	667
Tractor s/orugas CAT-D8K	Roca suelta	540
	Roca Fija	434
	Mat.suelto	459
Tractor s/orugas CAT-D7G	Roca suelta	371
	Roca Fija	298
	Mat.suelto	310
Tractor s/orugas CAT-D6D	Roca suelta	251
	Roca Fija	190

*Fuente: (Ibañez, 2012), Costos y tiempos en carreteras.*

**Tabla 6***Factor de corrección de sierra más de 3800 m.s.n.m.*

Equipo	Tipo de trabajo (distancia de empuje= 60m)	Factores de
		corrección Rendimiento Standard en Banco(m3/dia)
	Mat.suelto	1540
Tractor s/orugas CAT-D9L	Roca suelta	1322
	Roca Fija	1062
	Mat.suelto	818
Tractor s/orugas CAT-D8L	Roca suelta	703
	Roca Fija	564
	Mat.suelto	770
Tractor s/orugas CAT-D8K	Roca suelta	661
	Roca Fija	531
	Mat.suelto	529
Tractor s/orugas CAT-D7G	Roca suelta	455
	Roca Fija	365
	Mat.suelto	308
Tractor s/orugas CAT-D6D	Roca suelta	264
	Roca Fija	212

*Fuente: (Ibañez, 2012), Costos y tiempos en carreteras.*

(Cruz, 2009), en su libro: “*Costos y presupuestos en carreteras*”, toma como modelos de análisis, los tractores de la serie D6D, D7G, D8K, D8L y D9L, además considera a una distancia de trabajo un número fijo de 60 m lineales, considera al material suelto, roca suelta y roca fija como las clases de materiales que se puede encontrar a grandes rasgos en un proyecto.

Como factor de corrección de rendimiento el autor propuso capacidad Operador, visibilidad, eficiencia trabajo, maniobra, pendiente del terreno, altitud del terreno, tipo de material y hoja angulable del tractor, además considero el factor volumétrico que es resultado de la densidad en banco y la densidad suelta.

Se encuentra en el texto la producción teórica obtenida de los manuales y el rendimiento real que es el resultado del producto entre el factor de corrección, el factor volumétrico y el rendimiento teórico obteniendo el un valor corregido.

Como metodología se plantea como la corrección de los factores de corrección porcentajes útiles que afectan directamente al rendimiento teórico, se obtiene un valor corregido multiplicando cada uno de estos factores con el factor de esponjamiento creando un factor final y este resultado corregirá al volumen teórico lo que da un resultado de metros cúbicos por día, cada recalcar que no sé detalla un desarrollo explícito sobre el cálculo de estos factores de corrección para el rendimiento de los equipos planteados en el libro que es de ámbito nacional.

### **2.1.3. Antecedentes Locales**

(Chacon & Chalco, 2018), en su tesis de esta investigación a nivel de pregrado que es descriptiva llamada “Análisis de la productividad y determinación de rendimientos reales de la mano de obra y equipos, en las partidas de explanaciones de la obra de mejoramiento de la carretera Huancarani-Paucartambo tramo II, utilizando las herramientas Lean construction” tiene como objetivo el análisis que se llevó a cabo para determinar la productividad y rendimiento en la obra vial mencionada la cual se ejecuta mediante administración directa,

objetivo para el cual se tuvo que realizar la recopilación de datos de campo, en la cual se registraron tanto la información natural de cada partida como las producciones y horas máquina y hombre que se llevaron a cabo en el campo, para lo cual se tomaron de referencia los parámetros de CAPECO y los libros de Walter Ibáñez. En lo que respecta a los objetivos se propuso analizar la productividad y rendimiento real ejecutado por la mano de obra y maquinarias o equipos en la obra mencionada, determinar la cantidad de trabajo productivo de la maquinaria, determinan el trabajo contributivo del equipo mecánico en las partidas estudiadas, determinan el trabajo no contributivo del equipo mecánico en las partidas estudiadas, determinar el rendimiento de la maquinaria de las partidas estudiadas de la obra mencionada.

Las conclusiones a las que llegaron los autores fueron que durante los estudios se validaron parcialmente las ideas planteadas en la hipótesis general de dicha tesis, determinando la calificación de comparación del parámetro de comparación como “mala desfavorable”, determinando que las partidas más determinantes acerca de esta clasificación las de corte de material suelto, enrocados y carguío y eliminación de material, se validó su primera hipótesis acerca del trabajo productivo como malo desfavorable, se validó la segunda hipótesis acerca de los trabajos contributorios determinando su clasificación como mala desfavorable, se validó la tercera hipótesis específica acerca de los trabajos no contributorios teniendo que los factores más incidentes fueron las interferencias de tránsito por el lento flujo de tráfico, también afectaron las actividades de carguío de material las cuales pueden ser efecto del deficiente dimensionamiento del acarreo. se validó parcialmente la cuarta hipótesis específica de diferencia de los rendimientos calculados o reales con los determinados por el expediente técnico, que, aunque se consideraron deficientes, en algunas de las partidas se detectaron estados positivos lo que vuelve la validación de la hipótesis como parcial.

En cuanto respecta a la metodología es realizada en base el estudio de datos teóricos corroborados en campo mediante cartas balance, con un enfoque de aplicación del Lean Construction al cálculo de rendimientos, pero sin llevar a cabo la corrección del valor del rendimiento ni considerando los factores que afectan a la productividad.

## **2.2.Bases Teóricas**

### **2.2.1. *Movimiento de Tierras***

Definimos el movimiento de tierras como todas las asignaciones que se ejecutan en terreno natural con el único fin de cambiar la naturaleza del suelo primario encontrado, aportando o incorporando materiales con la finalidad de incrementar o mejorar una característica o capacidad específica según sea requerido por las obras públicas, en el ámbito de la minería o industria.

Las operaciones que se pueden realizar con el movimiento de tierras son las siguientes:

**Tabla 7**

*Operaciones de movimiento de tierra*

Actividades
Excavación
Carga
Acarreo
Descarga
Extendido
Humectación
Compactación
Servicios Auxiliares

*Fuente:* (Tiktin, 1997), Procedimiento Generales de la Construcción, Movimiento de tierras. España: Ciudad Universitaria s/n Madrid.

En el presente trabajo de investigación, se verificará de manera específica el proceso de excavación y corte de tierra, dado que el movimiento de tierra es una fase crítica en cualquier proyecto de construcción civil. Este proceso establece las condiciones para las etapas posteriores de la obra, lo que influye en calidad, eficiencia y costo del proyecto.

### **2.2.2. Rendimiento**

En palabras genéricas se puede definir el rendimiento como la relación de lo producido por los elementos, ya sean materiales, mano de obra o tiempo que son utilizados para generar dicho producto.

### **2.2.3. Tipos de Equipos**

De acuerdo con el catálogo de la marca CATERPILLAR se extrajo la siguiente lista de maquinaria pesada:

**Tabla 8**

*Tipos de equipos del catálogo Caterpillar*

Maquinaria Pesada
Equipo agrícola
Motoniveladora
Excavadora
Retroexcavadora
Industria Forestal
Tiende Tubos
Mototraillas
Camiones y tractores de obras y minería
Camiones Articulados
Tractores de ruedas, Compactadores de suelos
Cargadores de ruedas
Cargadores de cadenas
Portaherramientas Integrales
Manipuladores Telescópicos/Telehandlers
Equipo de pavimentación
Maquina elphinstone para minería subterránea

Fuente: (CATERPILLAR, 2013, Manual de rendimiento Caterpillar, USA: ciudad Illinois)

En la presente investigación se considerarán únicamente los modelos que son fabricados por la marca Caterpillar, puesto que es la más utilizada en el Perú, además brinda mayor accesibilidad a la información y características de sus equipos, siendo más específico se considerará a la excavadora y al tractor sobre orugas.

#### ***2.2.4. Descripción de la Maquinaria***

##### ***2.2.4.1. Tractor***

Se define así a la maquinaria pesada que recibe este nombre por el sistema de locomoción, posee eslabones que forman una correa flexible similar a una oruga. Este sistema

permite un desplazamiento estable sobre terrenos irregulares o muy accidentados, distribuyendo el peso de la maquinaria de manera uniforme logrando así minimizar la presión ejercida sobre la superficie (TRITON, 2022a).

#### **2.2.4.2. Motores**

Toda máquina empleada depende de un motor para su funcionamiento, lo que hace diferencia es la facilidad de uso, operación y la reacción del motor al cambio de condiciones.

Los tractores utilizan motores de combustión interna que producen una reacción de combustión al interior del cilindro contenedor de un pistón, donde se mezcla oxígeno con gas del combustible utilizado, el cual trabaja en 4 tiempos utilizando la generación activa de calor, por lo que la altura, presión y temperatura pueden provocar la deficiencia de su funcionamiento (Soto, 2006b).

##### **2.2.4.2.1. Potencia**

La potencia en motores se puede definir como el trabajo generado en su accionar durante un intervalo de tiempo específico y en condiciones de velocidad controladas, tiene diversas unidades de medida dependiendo del sistema que se utilice, y es una condición que los compradores u operadores consideran al momento de elegir la maquinaria que utilizarán en sus funciones diarias, puesto que la máxima potencia generada por una maquinaria puede significar una mayor o menor producción durante sus labores diarias (Ferrovial, 2024).

##### **2.2.4.2.2. Potencia requerida**

Se le conoce así a la energía necesaria para lograr vencer a las fuerzas que se oponen al movimiento de la maquinaria. La magnitud de estas fuerzas es la que logra determinar cuánta potencia es necesaria. Siendo las fuerzas que inciden en el movimiento la resistencia a la rodadura y resistencia a la pendiente. Además se conoce a esta potencia como la necesaria para superar la resistencia total al movimiento de la maquinaria, que viene a ser la suma de la

resistencia a la rodadura y la resistencia a la inclinación (Peurifoy, Schexnayder, Shapira; 2006).

#### **2.2.4.2.3. *Potencia disponible***

Es la potencia utilizada por los motores de combustión interna que son utilizados en construcción. Siendo predominantes los motores diesel ya que soportan trabajos exigentes debido a su buen desempeño a diferencia de los motores que funcionan con gasolina. Los motores con funcionan con diesel tienen mayor durabilidad, menos consumo y una baja probabilidad de sufrir un incendio (Peurifoy, Schexnayder, Shapira; 2006).

#### **2.2.4.2.4. *Potencia utilizable***

Es el tipo de potencia que depende de las circunstancias del proyecto como lo es la superficie de la carretera, altitud y temperatura. Las condiciones en la que se encuentra el suelo son las que determinan la potencia disponible que se puede transmitir a la superficie para propulsar a la maquinaria. a mayores altitudes, la densidad del aire baja lo que produce una disminución en el desempeño del motor (Peurifoy, Schexnayder, Shapira; 2006)..

### **2.2.4.3. *Tipos de Tractores y sus aplicaciones***

#### **2.2.4.3.1. *Tractores de Ruedas***

Su necesidad de empleo se da cuando se requiere recorrer grandes distancias y emplear de mayor velocidad puesto que los tractores sobre orugas son lentos en su movimiento. (IPESA, 2022), sin embargo, son mas utilizadas para ejecutar el acarreo de la materia excedente y no tanto el corte de terreno.

## **Figura 1**

*Tractor de ruedas*



*Nota:* Imagen adaptada de (Ferreyros CAT, 2019)

### **2.2.4.3.2. Tractores de Orugas**

Su necesidad de empleo empieza por los suelos irregulares o con la propiedad de adherencia elevada, lo cual podría provocar que un tractor de neumáticos patine sobre el suelo (Ipesa, 2022).

## **Figura 2**

*Tractor de orugas*



*Nota.* Imagen adaptada de Tractor S/Orugas D6T CAT – Go 2 Fok, (Fok, 2020)

### **2.2.4.3.3. Hojas Topadoras**

Es un aditamento de los tractores con forma laminar y dientes reemplazables, dichas hojas tienen diseños diferentes dependiendo de su aplicación (Soto, 2006b).

- **Hoja U (Universal)**

Su función es el empuje de material a largas distancias, su curvatura bilateral ayuda a que el material trabajado no se derrame y se dirija a hacia el centro de la hoja, no tiene una muy buena capacidad de penetrar el material por lo que sus funciones son mejores para su uso con material liviano.

**Figura 3**

Hoja universal



*Nota:* Imagen adaptada de Club de Técnicos de equipo pesado (Ferreyros, 2024)

- **Hoja "SU"**

La hoja de tipo semi universal, es la combinación de los tipos de hojas S y U, tiene una capacidad superior para la retención de material, manteniendo la capacidad de penetración de la hoja.

**Figura 4**

*Hoja Semi universal*



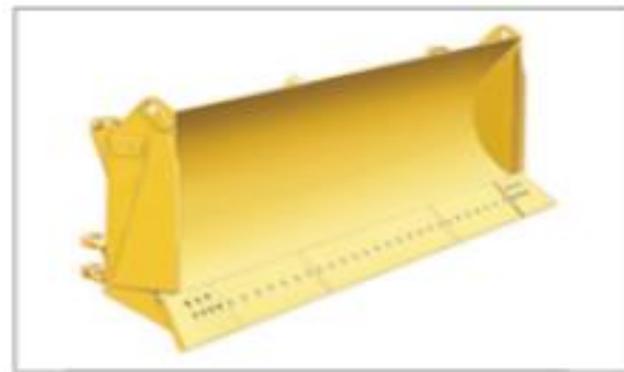
*Nota:* Imagen adaptada de Club de Técnicos de equipo pesado (Ferreyros, 2024)

- ***Hoja Para Uso General Hoja “S”***

La hoja de tipo S es la de mayor resistencia y su capacidad de adaptabilidad a los tipos de materiales agresivos a los que se expone durante los trabajos, hacen de ella una hoja ideal para realizar tareas de excavación.

**Figura 5**

*Hoja recta*



*Nota:* Imagen adaptada de Club de Técnicos de equipo pesado (Ferreyros, 2024)

- ***Hoja “P”***

La hoja de tipo P tiene como principal característica es su versatilidad para realizar trabajos tanto generales de excavación como de empuje y servicios de tipo pesado, su maniobrabilidad es superior al de otros equipos por lo que puede reducir el esfuerzo de operatividad.

- ***Hoja “CD”***

Su principal función es la de transportar material, su forma ayuda a mejorar la cantidad de metros cúbicos posible de transportar y utiliza el material como contrapeso temporal para la maquinaria.

## Figura 6

### Hoja "CD"



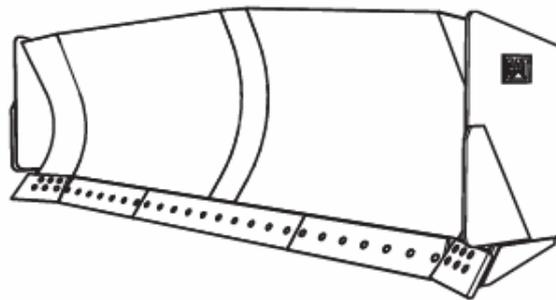
*Nota:* Imagen adaptada de Manual de Rendimiento Edición 31, Caterpillar (Caterpillar, 1979) , Pag 1342.

- **Hoja "VR"**

La hoja VR es una hoja semi universal con radio variable, tiene las mismas capacidades de una hoja de tipo SU, con una ventaja de mayor almacenamiento y retención y una disminución del derrame de material, es excelente para las tareas de mejoramiento de suelos y su conservación.

## Figura 7

### Hoja "VR"



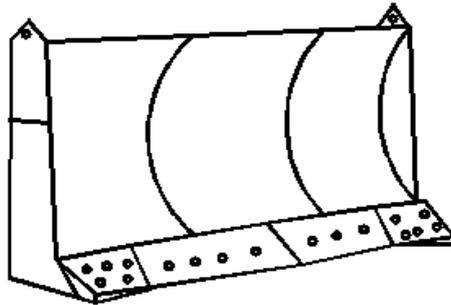
*Nota:* Imagen adaptada de Manual de Rendimiento Edición 31, Caterpillar (Caterpillar, 1979) , Pag 1342.

- **Hoja C**

La hoja tipo C tiene por función el empuje de material, su función primordial es su capacidad para conservar el suelo en la ejecución de trabajos relacionados a ello.

## Figura 8

Hoja "C"



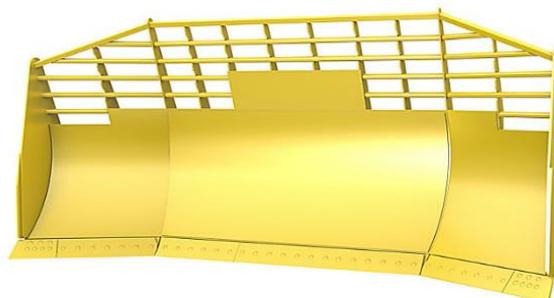
*Nota:* Imagen adaptada de Tipos de hojas utilizadas en tractores- (Fuentes, 2016)

- **Hoja Para Rellenos Sanitarios**

Este tipo de hoja está diseñada para el movimiento de material (basura), su tipo de hoja tiene un excelente diseño para mejorar la visibilidad del operador.

## Figura 9

Hoja de Relleno Sanitario



*Nota:* Imagen adaptada de Caterpillar (Caterpillar, 2024)

Por lo tanto, de acuerdo con nuestro tipo de estudio la cantidad de hojas se verá reducido teniendo como condicionante el trabajo de corte de terrenos, para el cual se considerarán los tipos de hoja recta, angulable, universal y semi universal, los cuales son específicos para esta actividad y también son los más utilizados en la zona nacional de acuerdo con la zona en la que se ejecutó el estudio.

## 2.2.4.4. Modelos de tractores considerados y sus características

### 2.2.4.4.1. Tipo de hoja orientable

A continuación se muestra la descripción de los tipos de hojas, considerando las dimensiones de estas, la potencia y modelo:

**Tabla 9**

*Características de los Tractores considerados*

Modelo	Potencia	Tipo de hoja		Longitud		Altura	
CAT D6D	165	Recta	Angulable	5.12	5.22	1.257	1.033
CAT D7G	200	Recta	Angulable	5.81	6.1	1.363	1.111
CAT D8K	305	Universal	Semi Universal	6.79	6.39	1.74	1.69
CAT D8L	305	Universal	Semi Universal	6.79	6.39	1.74	1.69
CAT D9L	405	Universal	Semi Universal	7.18	6.84	1.934	1.934

*Nota:* Tabla adapta del manual de caterpillar Versión 46

**Figura 10**

*Rendimiento de tractores*



*Nota:* Imagen adaptada de Caterpillar (Caterpillar, 2024)

De acuerdo a Caterpillar, los tractores se pueden clasificar en 3 tipos pequeños, medianos y grandes.

- Tractores pequeños tienen la clasificación de D1, D2, D3, D4
- Tractores medianos son D4, D5, D6 y D7
- Tractores grandes abarcan D8, D9, D10 y D11

**Tabla 10**

*Características de las hojas caterpillar para tractores*

MODELO	Hojas Caterpillar			
	S	U	SU	A
CAT D6D	•			•
CAT D7G	•			•
CAT D8K		•	•	
CAT D8L		•	•	
CAT D9L		•	•	

*Nota:* Tabla adapta del manual de caterpillar Versión 31

S: Hoja Recta

U: Hoja Universal

SU: Hoja Semi Universal

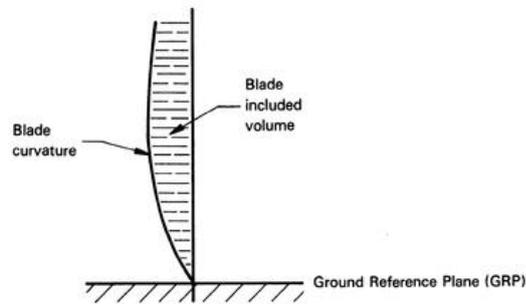
A: Hoja Angulable

## 2.2.4.5. Forma de cálculo de las hojas topadoras en estudio

### 2.2.4.5.1. Hoja orientable y hoja recta

#### Figura 11

##### Hoja angulable



Nota. Obtenido por (ISO, 2020), Surface vehicle standard

Ecuación 1

$$V1 = \frac{l * H^2}{2 * \tan(\alpha)} * K$$

V1: capacidad de la hoja de corte

l: Longitud de la hoja de corte

H: Altura de la hoja de corte

$\alpha$ : Angulo de estabilidad del material

K: coeficiente de llenado del material de la hoja de corte

### 2.2.4.5.2. Hoja Semi-universal y universal

Se le puede definir como la suma del volumen del contorno de la hoja semi universal y universal con el volumen de la hoja recta o angulable.

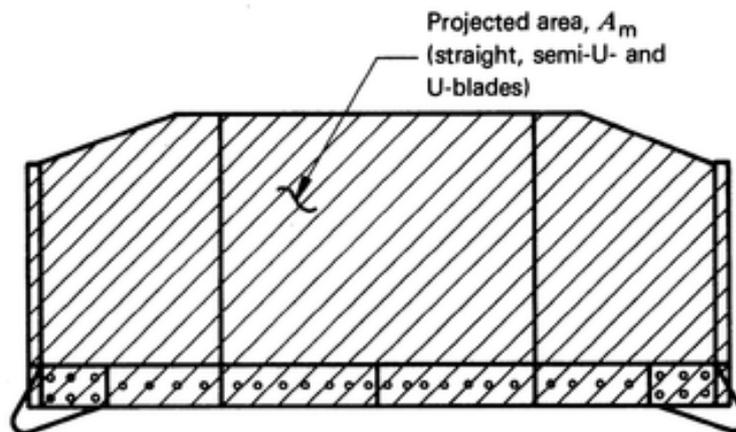
Ecuación 2

$$V2=Vs+Vu$$

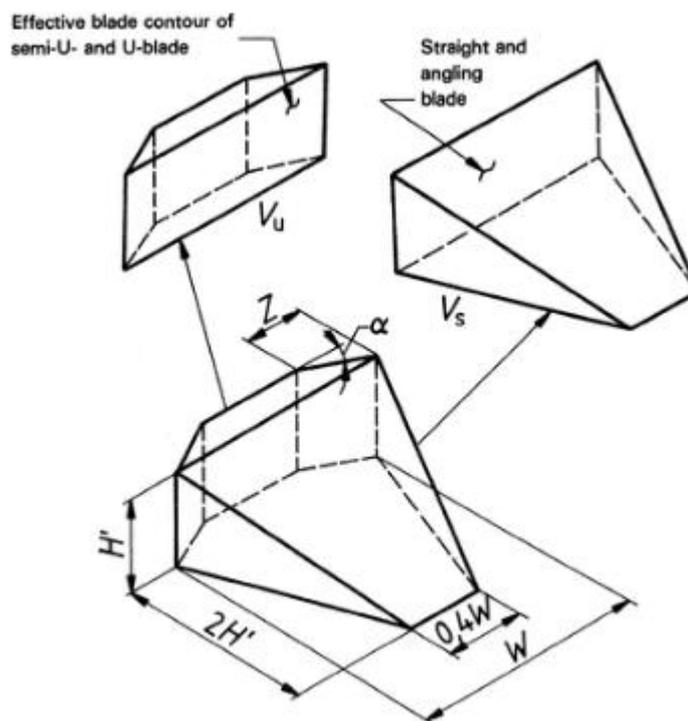
Vu: volumen del contorno de la hoja universal y semi universal.

Vs: volumen de la hoja recta.

Imagen de hoja universal



Nota. Obtenido por (ISO, 2020), Surface vehicle standard



Nota. Obtenido por (ISO, 2020), Surface vehicle standard

### 2.2.5. Excavadora

Maquinaria pesada con capacidad autopropulsada, se emplea en el movimiento de tierras y material en general, su capacidad de desplazamiento es superior al de otras maquinarias, y su maniobrabilidad gracias a sus 360 grados de giro, la hacen más versátil que un tractor (Quincho, 2015a).

### **2.2.5.1.Motor**

Utiliza un motor de combustión interna que depende del suministro de combustible y aire para su funcionamiento, su forma de control le otorga al operador el control sobre las fases de la potencia de la maquinaria (Bustinza, 2018).

### **2.2.5.2.Tipos de Excavadoras**

#### **2.2.5.2.1. *Excavadoras de Orugas***

Principalmente su función es la de la excavación por no tener una buena capacidad de transporte ni velocidad, ofrece una gran maniobrabilidad, potencia, estabilidad y eficiencia en compensación a su falta de velocidad y reducido cucharón (Vargas, 1999b).

#### **2.2.5.2.2. *Excavadoras de Ruedas Neumáticas***

Su principal característica es su movilidad y su versatilidad de función sobre terrenos complicados, además no daña el pavimento al transitar sobre él, por sus capacidades de estabilización y nivelación, por lo que no depende de transporte sobre cama – baja, sin embargo tiene menor potencia para realizar excavación o corte de terreno (Vargas, 1999b).

### **2.2.5.3.Aplicaciones**

Esta maquinaria tiene por principal función la de la excavación de terreno con función de zanja o simple excavación (Vargas, 1999b).

- Excavar (realiza esta actividad a cielo abierto y abarca grandes cantidades de terreno)
- Acarreo (moviliza el material en pequeñas cantidades dependiendo de las medidas de su hoja de empuje)

### **2.2.5.4.Modelos considerados**

Para esta tesis de investigación se consideraron modelos específicos, por la ubicación de aplicación y las características de los trabajos a los que pueden ser aplicados, considerando más que nada los que son aplicables a los trabajos estándar de movimiento de tierras.

**Tabla 11***Características de las excavadoras consideradas*

Modelos	Profundidad	Potencia		Dimensiones	
	Máxima de Excavación	Kw	Hp	Ancho	Capacidad
312D2 (312)	5.54	55.2	74	1.2	0.76
318D2 (315)	6.39	55.2	74	1.2	0.91
M315D2 (315)	5.14	59.7	80	1.2	0.91
M316D (315)	5.67	59.7	80	1.2	0.91
M317D2 (315)	5.54	62.6	84	1.2	0.91
390F (HB2)	8.68	62.6	84	2	4.6
390F (JC)	8.95	68.8	92	2.42	6

*Fuente:* Tabla adaptada del manual de Caterpillar N° 46

### **2.2.6. Funciones, Ventajas y limitaciones de las maquinarias**

Las funciones de las maquinarias, al desempeñar una importante función en la construcción, con el pasar del tiempo se ha vuelto una herramienta imprescindible para la ejecución de tareas (Equipzilla, 2024).

- Puede aplicarse en la excavación de cimentaciones de terreno para edificaciones o construcciones.
- Se utilizan en el levantamiento de pesos de magnitud considerable que requieran de asistencia mecánica en obras de construcción.
- Traslado de materiales de construcción.
- Allanamiento y uniformización de terrenos para la construcción.

Las ventajas son perfectamente perceptibles en los tiempos de ejecución de tareas, la aplicación de estas tecnologías ha significado un gran impacto en la productividad y eficacia al reducir la complejidad de ejecución (All Machines, 2018). Las ventajas son:

- Incremento de la velocidad y eficiencia en la ejecución de tareas de complejidad considerable.
- Disminución de exposición a riesgos laborales, esfuerzo físico y cansancio por parte de los trabajadores.
- Gran capacidad de aplicación en proyectos de envergadura considerable, potenciando los trabajos y simplificando la ejecución de estos.
- Incremento considerable de la precisión de las tareas, teniendo una alta capacidad de garantizar la calidad de sus resultados.

### **2.2.7. Elección de la Maquinaria**

Para tener una buena elección se debe de tener en cuenta lo siguiente:

- Que tenga adaptabilidad y sea flexible a las circunstancias que se presenten.
- Que tenga una buena organización y no genere retrasos.
- Que tenga una buena confiabilidad.
- Que tenga certificado de calidad que garantice el trabajo.
- Que su potencia sea la apropiada para el tipo de trabajo en medida de la magnitud de la tarea que va a realizarse.
- Que la fuerza del equipo sea suficiente para poder ejecutar el trabajo, sin dañar al equipo ni afectar al rendimiento requerido

Considerando estos factores para la elección de la maquinaria reduciremos la probabilidad de tomar una decisión incorrecta al momento de considerar un tipo de maquinaria para realizar las tareas que tengamos pendientes (Tiktin, 1997b).

### 2.2.8. *Producción Teórica*

La productividad teórica puede definirse como una relación matemática entre la cantidad que se produce por la ejecución de ciertas acciones planeadas, controladas y ejecutadas con ese propósito y los recursos que son involucrados durante la duración de dichos trabajos, también representa la medida de la eficiencia con la cual los recursos disponibles para la ejecución de los trabajos programados, son administrados con el fin de conseguir un producto específico en la cantidad planificada previamente (Alejandro et al., 2018).

En ese sentido se puede definir una fórmula de producción de la siguiente manera:(Vargas, 2014)

Ecuación 3

$$Productividad = \frac{Cantidad\ producida}{Recursos\ empleados}$$

Con este fin y aplicando este concepto a nuestra área de estudio, una organización debe de considerar las siguientes situaciones:

- Elección del tipo de maquinaria con relación a las tareas que hayan sido planificadas o se disponen a ejecutar y el medio en el que serán ejecutadas.
- Cantidad y disponibilidad de los recursos necesarios en el plazo de ejecución planificado.
- Tiempo en el que se aplican y los diversos fenómenos ambientales que puedan afectar en ese plazo la ejecución de los trabajos.

Por lo tanto, tener consideraciones sobre las capacidades teóricas y características físicas de las maquinarias pueden significar una variación importante en la elección de las condiciones de los datos para el cálculo de los factores (Cadena, 2013b).

Las características importantes a la hora de medir la productividad son las siguientes.

### 2.2.8.1. Tiempo de un Ciclo de Trabajo

Se define como tiempo de ciclo de un equipo al intervalo necesario para poder completar una serie de operaciones repetitivas. Para el caso específico de un tractor, el tiempo de ciclo corresponde al lapso de tiempo que transcurre desde que inicia el movimiento de tierra, se detiene, vuelve a moverse con una nueva carga de material.

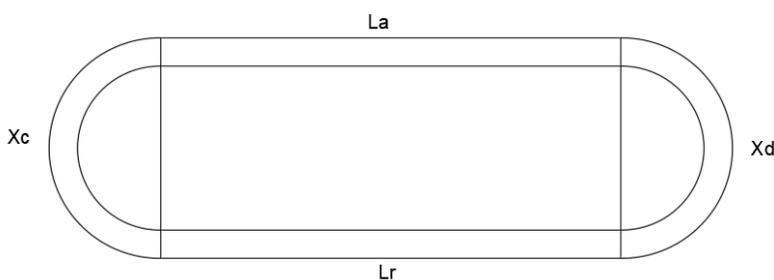
Este tiempo de ciclo se puede subdividir en dos componentes en tiempo fijo y tiempo variable

- **Tiempo fijo:** es el tiempo necesario para que un equipo cargue (o se cargue), descargue cargar (o ser cargado), descargar, dar la vuelta, parar e iniciar un nuevo ciclo para un trabajo determinado.
- **Tiempo variable:** el tiempo necesario para que un equipo se desplace desde el lugar de carga hasta el lugar donde se descarga y vuelve al lugar de carga.

Los tiempos fijos pueden obtenerse a partir de tablas proporcionadas por los fabricantes de equipos, que indican los tiempos en condiciones normales de trabajo. Estas tablas son útiles para calcular la producción. Sin embargo, es recomendable determinar el tiempo variable con mayor precisión en el terreno, registrando los tiempos reales que emplea el equipo bajo condiciones de trabajo específicas (jaworski,2011)

#### Figura 12

*Ciclo de carga de un tractor*



Nota. Imagen adaptada de Maquinaria para obras - (Cisneros & Battestini, 1974)

### 2.2.8.2.Capacidad de la Hoja

Se define como capacidad de hoja de corte de un bulldozer a cantidad de material que es extraído siendo dependiente de su geometría de la hoja así como las características propias del material a empujar, es importante mencionar que esta capacidad es dependiente de la potencia de la maquinaria así como la dirección en que se empuje el material, tiene forma de cuña y se considera para el cálculo la altura H medido desde la base, la longitud de la hoja de corte y el ángulo de reposo del material (Yepes, 2015).

**Tabla 12**

Capacidad teórica de la hoja

Modelo	Capacidad teórica de la hoja			
	Recta	Universal	Semi-universal	Angulable
CAT D6D	4	NO	NO	4.3
CAT D7G	5.89	NO	NO	3.89
CAT D8K	NO	11.7	8.68	NO
CAT D8L	NO	11.7	8.68	NO
CAT D9L	NO	16.4	13.5	NO

*Fuente:* Tabla adaptada del manual de Caterpillar N° 46

### 2.2.8.3.Capacidad del Cucharón

La capacidad del cucharón es una medida volumétrica de la cantidad máxima de material trabajado que puede acomodarse dentro del cucharón, es ideal puesto que el material sufre incrementos en su volumen por su capacidad de hinchamiento al momento de ser excavado, cortado o removido, también hay que tener en cuenta la capacidad del cucharón de colmarse en exceso, el volumen excavado puede variar porque los cucharones no van llenos al ras, y esto significa que se carga más material del que parece (RSBM Bucket Master, 2022).

**Tabla 13**

Características físicas de las excavadoras consideradas

Modelos	Dimensiones	
	Ancho	Capacidad
312D2 (312)	1.2	0.76
318D2 (315)	1.2	0.91
M315D2 (315)	1.2	0.91
M316D (315)	1.2	0.91
M317D2 (315)	1.2	0.91
390F (HB2)	2	4.6
390F (JC)	2.42	6

*Fuente:* Tabla adaptada del manual de Caterpillar N° 46

## **2.2.9. Factores de Corrección de Rendimiento**

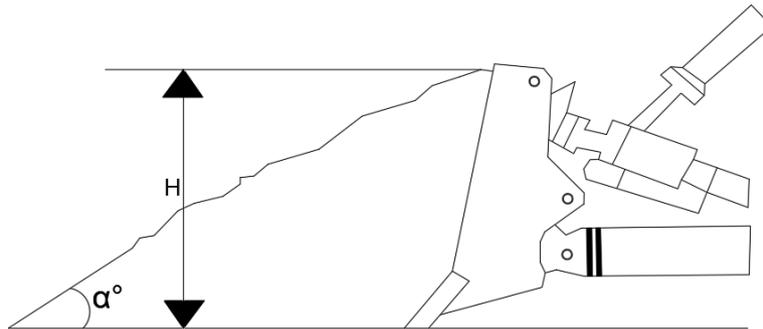
### **2.2.9.1. Factores de Corrección de Rendimientos en Tractores.**

#### **2.2.9.1.1. Factor de Capacidad de la Hoja**

En cálculo de rendimiento del tractor en diferentes actividades de transporte tradicional en tajo abierto, la capacidad de la hoja topadora tiene un papel muy importante por el volumen que este puede extraer y esto se ve en el rendimiento de la maquinaria pesada. Es por esta razón que se considera un factor que reduce las discrepancias entre la estimación teórica y los resultados reales, todo con el fin de obtener una medición más precisa del rendimiento. (Klanfar et al., 2014)

### Figura 13

Capacidad de carga del tractor



Nota. Imagen adaptada de Procedimientos generales de la construcción – (Tiktin, 1997)

$$Vc = \frac{L * H^2 * k}{2 * \tan\alpha} \dots \dots \dots \text{ecuación 1}$$

L=longitud de la hoja

H=Altura de la hoja.

$\alpha$ =Ángulo de reposo en talud del material.

k= factor de llenado de la hoja de corte que depende del material.

- **Ángulo de reposo del material**

Se define al ángulo de reposo del material como el montón de material apilado con respecto al plano horizontal, siendo esta inclinación la máxima posible antes de que se genere el deslizamiento. El valor del ángulo varía de acuerdo a la cohesión interna del material, el tamaño, la forma de las partículas, la humedad interna y las condiciones en las que se realizará el ensayo.

Este parámetro es importante en la ingeniería y en la industria en el diseño de estructuras y en mejorar los procesos de transporte, en el almacenamiento y procesamiento de los materiales (Klanfar et al., 2021).

**Tabla 14***Angulo de estabilidad para cada tipo de suelo*

Tipo de suelo	Angulo de estabilidad
Tierra suelta, terrenos arenosos, tierra común y material amontonado	20° a 45°
Tierra suelta difícil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	20° a 50°
Cascajo, arcilla seca y dura, suelo natural	20° a 35°
Roca suelta	30° a 50°
Roca fija	30° a 50°

*Fuente:* Procedimientos generales de la construcción, Juan tikkin, 1997, Pag 86

- **Coefficiente de llenado de la hoja de corte que depende del material**

**Tabla 15***Coefficiente de corrección del material para cada tipo de suelo*

Tipo de suelo	K(tamaño y cohesión)
Tierra suelta, terrenos arenosos, tierra común y material amontonado	0.7-1.05
Tierra suelta difícil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.5-0.75
Cascajo, arcilla seca y dura, suelo natural	0.6-0.7
Roca suelta	0.4-0.5
Roca fija	0.3-0.4

*Fuente:* Procedimientos generales de la construcción, Juan tikkin, 1997, Pag 86**2.2.9.2.Factor de Capacidad del Operador.**

El factor de capacidad del operador es esencial para obtener una alta productividad en proyectos de construcción viales y en edificaciones. Un operador bien calificado influye directamente en la eficiencia de la maquinaria pesada ya que está vinculado con los tiempos de ejecución y con los costos del proyecto, es por eso que se recalca que un buen operador debe de superar cualquier circunstancia que se vaya a presentar, optimizando el rendimiento del

equipo mecánico para garantizar el éxito económico del proyecto, además es importante destacar que el operador capacitado reduce los retrasos y costos innecesarios al hacer uso eficiente del tiempo (Chandra et al., 2023).

**Tabla 16**

*Factor de corrección para los niveles de capacidad de operador*

Operador	
Excelente	1.00
Promedio	0.75
Deficiente	0.60

*Fuente:* Obtenido de Manual de Caterpillar versión 46 (Caterpillar, 1979)

### **2.2.9.3. Factor de Eficiencia.**

El factor de la eficiencia de la maquinaria pesada es muy importante para el avance planificado de obra, mejorar el uso y por consiguiente optimizar el trabajo del equipo mecánico pesado siendo esencial lograr los máximos valores de producción y reducir costos operativos. Es por eso que tener una buena eficiencia no solo nos permite alcanzar la producción teórica con rapidez, sino que nos reduce el desgaste y por consecuencia el mantenimiento de la maquinaria pesada.

La eficiencia en el uso de maquinaria pesada es primordial ya que garantiza que los procesos sean sostenibles en periodos largos de tiempo, es por eso que se selecciona maquinaria considerando tipo, capacidad y número (Hidayat et al., 2019).

$$Productividad = \frac{Cantidad\ producida}{Recursos\ empleados} \dots \dots Ecuación\ 3$$

Procedimientos generales de la construcción, Juan tikkin, 1997, Pag 41

de acuerdo a la definición de eficiencia horaria se consideró 50 min como tiempo bueno, 45 min como regular y 40 min como una eficiencia mala para finalmente realizar un cociente entre los minutos efectivos y 60 min.

**Tabla 17**

*Factor de corrección para la cantidad de tiempo efectivo en una hora*

Eficiencia del trabajo	
Bueno	0.83
Regular	0.75
Mala	0.67

*Fuente:* Tabla adaptada del manual de Caterpillar N° 46

#### **2.2.9.4.Factor de Visibilidad.**

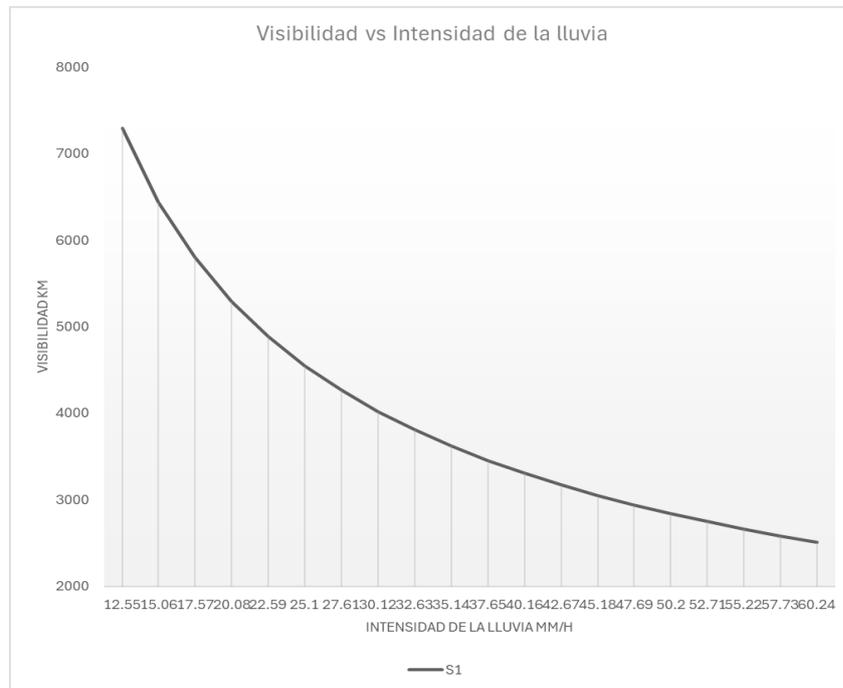
La visibilidad del operario de equipo pesado es un factor de mucha importancia ya que afecta la seguridad en espacios con visibilidad limitada, por otro lado, la habilidad del operario juega un papel importante para prevenir choques que pueden resultar en lesiones graves o la muerte.

La destreza del operario para identificar y maniobrar en situaciones de difícil visión, es de mucha importancia para poder resguardar al personal que se encuentre cerca del área de trabajo, así como al mismo operario, ya que al conocer estas áreas mediante recursos visuales se capacita mejor al operador siendo un instrumento importante sobre el entorno de trabajo (NIOSH & CDC, 2002)

En los trabajos el mayor inconveniente para realizar los trabajos sería la ejecución de trabajos bajo influencia de lluvia, la cual disminuye de manera importante la capacidad del operador de identificar su zona de trabajo y de realizar sus labores con normalidad. La visibilidad y la intensidad de la lluvia están relacionadas mediante una escala logarítmica que relaciona la disminución de esta, con la cantidad de mm/hora de lluvia, a los que es expuesta la maquinaria (Ivey et al., 1975).

## Figura 14

*Distancia de visibilidad vs intensidad de la lluvia*



El anterior gráfico es una representación del comportamiento de la visibilidad en la distancia en mm con respecto a la intensidad de lluvia en mm/h, el cual obedece a la siguiente fórmula.

Ecuación 4

$$S = \frac{4550}{I^{0.68}}$$

Donde:

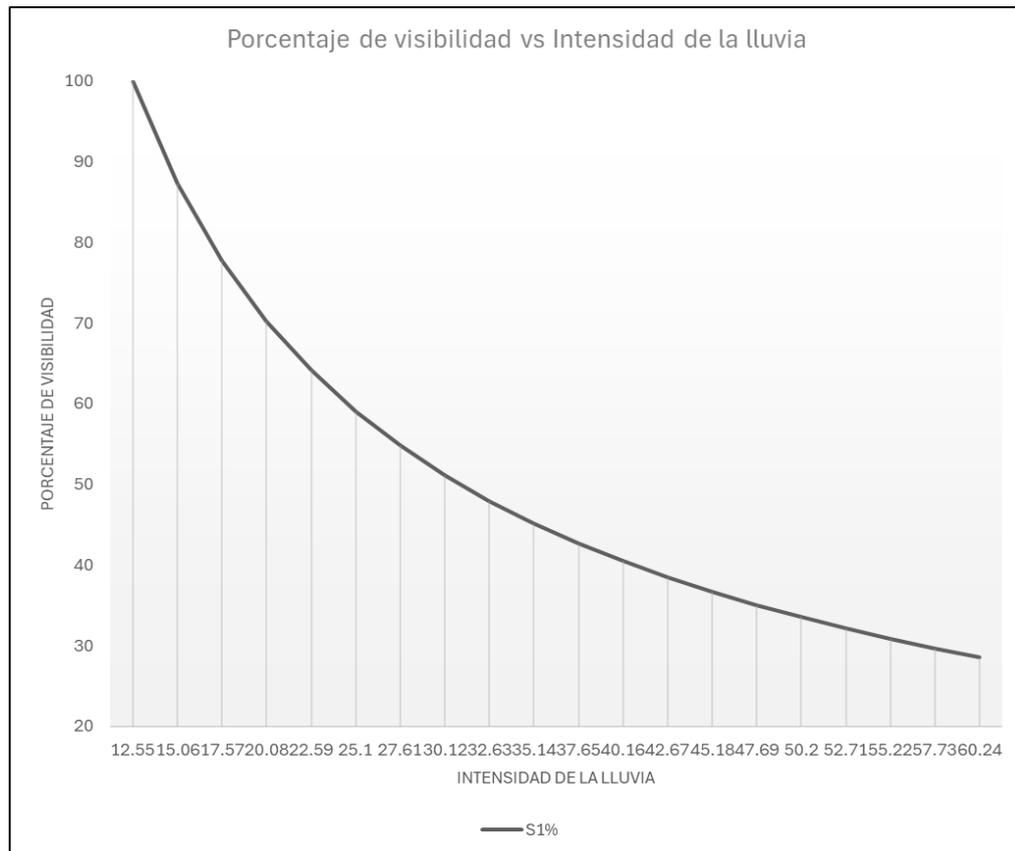
S= Visibilidad en mm

I= Intensidad de la lluvia en mm/h

Traduciendo este trabajo a porcentajes de visibilidad en la escala de intensidad de lluvias utilizadas por el SENAMHI y el riesgo de realizar los trabajos en presencia de lluvias proporcionado por el NIOSH, obtenemos los siguientes resultados.

**Figura 15**

*Visibilidad en porcentaje vs intensidad de la lluvia*



*Fuente:* gráfico adaptado de Kim et al., 2022, Estimation of the Visibility in Seoul, South Korea, Based on Particulate Matter and Weather Data, Using Machine-learning Algorithm

Consideramos que a partir de los 15 mm/h de precipitación se tiene un decremento de la capacidad de visibilidad del operador, por tratarse de una lluvia de intensidad fuerte, basándonos en ello dedujimos la siguiente forma de clasificación de la capacidad de visibilidad.

Además de considerar la lluvia, se debe tener en cuenta la influencia del polvo, nieve y niebla, los cuales también interfieren en la visibilidad, y más el polvo teniendo en cuenta que para lluvias con intensidades mayores a 15 mm/h no se puede continuar con los trabajos, Según un estudio de investigación científica realizado en Corea, la interrupción de la visibilidad provocado por el polvo, niebla y nieve es comparable y de la misma magnitud que el efecto de la lluvia (Galbraith, 2014b).

Por lo cual utilizaremos los mismos valores obtenidos por las fórmulas y gráficos anteriormente mostrado y lo estandarizamos en base a ello.

**Tabla 18**

*Factor de corrección para la capacidad de visibilidad*

Visibilidad	Lluvia	Polvo	Niebla	Nieve	FV
Muy visible	0 mm/h	No hay polvo	No hay niebla	No hay nieve	1
Visible	7.5 mm/h	Hay polvo	Hay niebla	Hay nieve	0.938
Poco visible	15 mm/h	Hay mucho polvo	Hay mucha niebla	Hay mucha nieve	0.876

*Nota:* Tabla adaptada de Rainfall and visibility – The view from behind the wheel

- Teniendo como valor ideal para el factor de visibilidad, 1 o 100% lo que indica que el operador no sufre ninguna interrupción en su visibilidad permitiéndole operar sin inconvenientes
- Teniendo el valor intermedio de interrupción en su visibilidad 0.938 o 93.8%, lo que implica que la visibilidad del operador tiene dificultades para poder trabajar en toda área de trabajo.
- Teniendo el valor de interrupción máxima en la visibilidad del operador 0.876 o 87.6%, a partir del cual continuar con los trabajos tiene una dificultad elevada, pudiendo provocar accidentes, incidentes y disminuyendo de manera considerable la productividad.

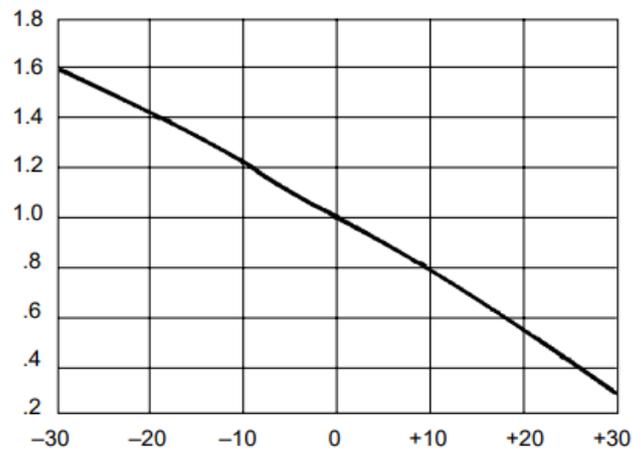
#### **2.2.9.5.Factor de Pendiente.**

Los trabajos en pendiente son muy importantes ya que trabajan en superficies que no están acondicionadas, ya que podrían ocurrir situaciones particulares como un vuelco o desplazamiento de la maquinaria teniendo repercusiones en la seguridad del operario y del personal que se encuentra trabajando en la zona.

Es importante conocer el medio y las circunstancias en la cual se desempeña el trabajo ya que así las maquinarias pueden trabajar de manera eficiente. (O.S. Machuga, M.M. Borys, Yu.R. Lusta, 2022)

**Figura 16**

*Factor de pendiente*



*Nota:* Imagen adaptada de Manual de Rendimiento Edición 31, Caterpillar (Caterpillar, 1979)

**Tabla 19**

Factor de corrección para las distintas pendientes en las que trabaja la maquinaria pesada

Pendiente	-30	-29	-28	-27	-26	-25	-24	-23	-22	-21
factor	1.6	1.58	1.56	1.54	1.52	1.5	1.48	1.46	1.44	1.43
Pendiente	-20	-19	-18	-17	-16	-15	-14	-13	-12	-11
factor	1.42	1.4	1.38	1.36	1.34	1.32	1.3	1.28	1.26	1.24
Pendiente	-10	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1
factor	1.22	1.2	1.17	1.14	1.12	1.1	1.08	1.06	1.04	1.02
Pendiente	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
factor	0.98	0.96	0.94	0.92	0.9	0.88	0.86	0.84	0.82	0.8
Pendiente	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
factor	0.78	0.76	0.74	0.72	0.7	0.68	0.66	0.6	0.58	0.56
Pendiente	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
factor	0.54	0.56	0.54	0.52	0.4	0.38	0.36	0.34	0.32	0.3

*Nota: Para una pendiente 0 el valor del factor de corrección es de 1**Fuente: Elaboración propia***Tabla 20**

Factor de corrección para los límites de diferenciación entre las pendientes

Pendiente del terreno	
Pendiente alta(positivo)	-30° a -20°
Pendiente moderada(positivo)	-20° a -10°
Pendiente leve(positivo)	-10° a 0°
Llano	0°
Pendiente leve(negativo)	0° a 10°
Pendiente moderada(negativo)	10° a 20°
Pendiente alta(negativo)	20° a 30°

*Fuente: Elaboración propia***2.2.9.6.Factor de Altitud.**

Realizar trabajos a diferentes altitudes tiene un impacto en la pérdida de potencia del equipo mecánico pesado, especialmente en motores que funcionan a combustión interna, ya que a medida que se sitúa un equipo en diferentes lugares se tiene condiciones diferentes de

presión y temperatura, afectando directamente en la densidad del aire lo que nos brinda una menor presión en el motor, esto provoca una disminución de potencia.

Tiene repercusiones significativas en el consumo de combustible ya que se necesitará más galones que no fueron presupuestados inicialmente (Lapuerta et al., 2006a)

Ecuación 5

$$\frac{N_I}{N_{I0}} = \left(\frac{P}{P_0}\right)^a * \left(\frac{T}{T_0}\right)^b$$

NI: potencia corregida.

NI0: Potencia observada.

P: presión barométrica estándar.

P0: presión barométrica observada al efectuarse la prueba.

T: temperatura absoluta en condiciones estándar.

T0: Temperatura absoluta del lugar observado

Siendo los valores de a y b de 1 y -0.5 para motores de combustión interna.

Ecuación 6

$$P = P_0 * e^{-\left(\frac{\rho_0}{P_0}\right)*g*y}$$

Po=presión atmosférica a nivel inicial

po=densidad del aire a nivel del mar

g=gravedad

y=altura

**Tabla 21**

*Diferencias altitudinales de las regiones del Perú*

Altitud del terreno	
Costa-Selva	0 - 1000
Sierra-Selva	1000-2000
Sierra baja	2000-3000
Sierra intermedia	3000-3800
Sierra Alta	> a 3800

*Fuente:* Elaboración propia

### 2.2.9.7. Factor de Tipología del Material.

Conocer el tipo de suelo en el que se desempeñan actividades producto de la maquinaria pesada es importante ya que influye en la planificación y desarrollo de los objetivos trazados, teniendo un impacto en el tiempo de ejecución. Es fundamental realizar estudios de suelo para conocer las propiedades y la composición de estas para poder realizar la elección adecuada de maquinaria pesada según el tipo de trabajo y el tipo de suelo. (GPRS, 2024)

**Tabla 22**

*Factor de corrección para los tipos de material*

Condiciones de empuje	Factor de tipo de material
Tierra suelta, terrenos arenosos, tierra común y material amontonado	0.9-1.10
Tierra suelta difícil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.7-0.9
Cascajo, arcilla seca y dura, suelo natural	0.6-0.7
Roca suelta	0.4-0.6
Roca fija	0.4-0.6

Fuente: Obtenido de Estimation of duration of earthwork with backhoe excavator by Monte Carlo Simulation (Sağlam & Bettemir, 2018).

### 2.2.9.8. Factor Volumétrico.

También llamado factor de conversión volumétrica y resulta de realizar la división entre el volumen aparente de banco y del material suelto. Este factor es mucho menor a la unidad representa el cambio en el volumen que experimenta el terreno cuando es sometido a excavación, transporte y compactación, todas estas acciones hacen que se genere un nuevo ordenamiento de las partículas del suelo (Yepes, 1997).

Ecuación 7

$$F_w = \frac{V_b}{V_s} = \frac{D_s}{D_b}$$

F<sub>w</sub>=factor de esponjamiento (swell)

V<sub>b</sub>=volumen que ocupa el material en banco

V<sub>s</sub>=volumen que ocupa el material suelto

D<sub>b</sub>=densidad en banco

D<sub>s</sub>=densidad en banco

**Tabla 23***Factor de corrección volumétrico por material*

Cálculo del factor volumétrico				
Peso de materiales	Factor volumetrico			de
	Suelto Kg/m3	Banco Kg/m3	Factor Esponjamiento	
Basalto	1960	2970	0.660	
Bauxita, Kaolina	1420	1900	0.750	
Caliche	1250	2260	0.550	
Carnotita, mineral uranio	1630	2200	0.740	
Hormigón	560	960	0.580	
Arcilla: estado natural	1660	2020	0.820	
Seco	1490	1840	0.810	
Húmeda	1660	2080	0.798	
Arcilla y gravilla: seca	1420	1660	0.860	
Húmeda	1540	1840	0.840	
Carbón: antracita, sin procesar	1190	1600	0.740	
antracita, lavada	1100			
ceniza, carbón bituminoso	530	590	0.900	
	650	890	0.730	
bituminoso, sin procesar	950	1280	0.740	
bituminoso lavado	830			
Roca descompuesta:				
75% de roca, 25% de tierra	1960	2790	0.700	
50% de roca, 50% de tierra	1720	2280	0.750	
25% de roca, 75% de tierra	1570	1960	0.800	
Tierra: seca compactada	1510	1900	0.790	

húmeda excavada	1600	2020	0.790
Marga	1250	1540	0.810
Granito: fragmentado	1660	2730	0.610
Gravilla: sin clasificar	1930	2170	0.890
Seca	1510	1690	0.890
seca 6-50mm (1/4"-2")	1690	1900	0.890
húmeda 6-50 mm (1/4"-2")	2020	2260	0.890
Yeso: fragmentado	1810	3170	0.570
Triturado	1600	2790	0.570
Hematita, mineral de hierro, alto grado	1810	2130	0.850
	2450	2900	0.840
pedra caliza: fragmentada	1540	2610	0.590
Triturada	1540		
magnetita, mineral de hierro	2790	3260	0.860
Pirita, mineral de hierro	2580	3030	0.850
Arena: seca, suelta	1420	1600	0.890
Húmeda	1690	1900	0.890
Mojada	1840	2080	0.880
Arena y arcilla: suelta	1600	2020	0.790
Compactada	2400		
Arena y gravilla: secas	1720	1930	0.890
Mojadas	2020	2230	0.910
Areniscas	1510	2520	0.600
Esquisto	1250	1660	0.750
Escoria: fragmentada	1750	2940	0.600

Nieve: seca	130		
Húmeda	520		
Piedras: trituradas	1600	2670	0.600
Taconita	1630	2360	0.690
	1900	2700	0.700
Sobrecapa	950	1370	0.690
Roca trapeciana:fragmentada	1750	2610	0.670
Viruta	0	0	0

---

*Nota:* Imagen adaptada de Manual de Rendimiento Edición 31, Caterpillar (Caterpillar, 1979)

## **2.2.9.9. Factores de corrección de rendimientos en excavadoras**

### **2.2.9.9.1. Factor de Capacidad del Cucharón**

Llamado también cazo, es una parte que constituye este equipo, está ubicado en la parte extrema del brazo de la excavadora. Esta parte tiene la función de recoger y transportar desecho así como otros materiales. Caracterizado por tener dientes de acero en el borde, con el único fin de romper suelo en estado natural o compactado, cuentan con la característica de poder ser desmontables cuando se desgastan (Triton, 2022b).

**Tabla 24**

*Factor de corrección con respecto al llenado del cucharón*

Factor de llenado del cucharón	
Suelo común	0.85 - 1.1
Arena y Grava	0.9 - 1.05
Arcilla Consolidada	0.75 - 0.95
Arcilla suave	0.65 - 0.9
Roca, bien granallada	0.65 - 0.85
Roca, mal granallada	0.4 - 0.65

Fuente: Obtenido de Estimation of duration of earthwork with backhoe excavator by Monte Carlo Simulation (Sağlam & Bettemir, 2018).

#### ***2.2.9.9.2. Factor de Hinchamiento del Material***

El factor de hinchazón se puede considerar como una expresión que determina el incremento de volumen de un terreno removido de el mismo material en su estado natural, por la misma razón este factor siempre será mayor que uno, por la creación de espacios entre partículas de material que se genera con la acción de excavar o de alterar su estado natural (Sağlam & Bettemir, 2018).

**Tabla 25**

*Factor de corrección con respecto al hinchamiento del material con respecto a cada material*

Tipo de material	Cociente de hinchamiento
Tierra suelta, terrenos arenosos, tierra común y material amontonado	1.175
Tierra suelta difícil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	1.13
Cascajo, arcilla seca y dura, suelo natural	1.2
Roca suelta	1.6
Roca fija	1.4

*Fuente:* Obtenido de Estimation of duration of earthwork with backhoe excavator by Monte Carlo Simulation (Sağlam & Bettemir, 2018).

#### **2.2.9.9.3. Capacidad teórica del Cucharón**

La capacidad teórica del cucharón fue tomada de los manuales de caterpillar por tratarse de una medida que es característica visible de la maquinaria, por lo cual se tuvo en consideración las medidas de los modelos de excavadoras que se aplican a la zona escogida para este estudio.

**Tabla 26**

Características de trabajo de las excavadoras

Modelos	Excavadoras				
	Profundidad Máxima de Excavación	Potencia		Dimensiones	
		Kw	Hp	Ancho	Capacidad
312D2 (312)	5.54m	55.2	74	1.2m	0.76m <sup>3</sup>
318D2 (315)	6.39m	55.2	74	1.2m	0.91m <sup>3</sup>
M315D2 (315)	5.14m	59.7	80	1.2m	0.91m <sup>3</sup>
M316D (315)	5.67m	59.7	80	1.2m	0.91m <sup>3</sup>
M317D2 (315)	5.54m	62.6	84	1.2m	0.91m <sup>3</sup>
390F (HB2)	8.68m	62.6	84	2m	4.6m <sup>3</sup>
390F (JC)	8.95m	68.8	92	2.42m	6m <sup>3</sup>

*Nota:* Imagen adaptada de Manual de Rendimiento Edición 31, Caterpillar (Caterpillar, 1979)

#### 2.2.9.9.4. Factor de Capacidad del Operador

Consideramos la misma estandarización de valores que utilizamos en los tractores.

**Tabla 27**

Capacidad del operador porcentualmente

	Excelente	100%
Capacidad del operador	Bueno	75%
	Malo	60%

*Nota:* Imagen adaptada de Manual de Rendimiento Edición 31, Caterpillar (Caterpillar, 1979)

#### 2.2.9.9.5. Factor de Eficiencia

El Factor de eficiencia mide la capacidad de adaptabilidad a las incidencias inmediatas a las que se expone la maquinaria, las dificultades locales y sociales que tienen un carácter condicionante en la aplicación de la maquinaria a las diversas tareas que se ejecutan. Por su aplicación termina siendo el producto del rendimiento horario, y el factor resultante de la

estandarización de las condiciones de obra y las condiciones de administración de la maquinaria (Cisneros & Battestini, 1974b).

Ecuación 8

$$Rendimiento\ horario = \frac{(t)}{60}$$

Donde:

$R = Rendimiento\ horario$

$t = tiempo\ de\ aplicación\ de\ la\ maquinaria\ en\ minutos$

**Tabla 28**

*Factor de eficiencia del trabajo*

Eficiencia del trabajo	
Bueno	0.83
Regular	0.75
Mala	0.67

*Nota:* Imagen adaptada de Manual de Rendimiento Edición 31, Caterpillar (Caterpillar, 1979)

#### **2.2.9.9.6. Factor de Visibilidad**

Consideramos la misma investigación con la que determinamos la visibilidad del tractor.

#### **2.2.9.9.7. Factor de Pendiente**

Consideramos la misma estandarización de valores que utilizamos en los tractores.

#### **2.2.9.9.8. Factor de Altitud**

Consideramos la misma estandarización de valores que utilizamos en los tractores.

#### **2.2.9.9.9. Potencia Teórica**

- **Temperatura**

La temperatura juega un rol importante durante las operaciones de trabajo de la maquinaria pesada ya que el calor al cual es expuesto influye en la productividad y los mantenimientos de los equipos. Trabajar a temperaturas elevadas pueden acelerar el desgaste

de la máquina resultando en paralizaciones no planificadas y por consecuencia directa disminución de la eficiencia de la maquinaria, por otro lado, condiciones de temperatura extrema generan que los operadores tomen descansos más prolongados lo que reduce el tiempo de trabajo de ello (Aigang et al., 2009).

- ***Presión***

La presión es una característica que evalúa la cantidad de fuerza ejercida por cada unidad de superficie considerada, para el caso de aplicación, se utilizan 2 tipos de presiones que se consideran de referencia, la atmosférica que depende de la altura y la presión cero absoluta que es una condición ideal perfecta e imposible de crear (TAMESON, 2021)

#### ***2.2.9.9.10. Factor de Tipología del Material***

Consideramos la misma estandarización de valores que utilizamos en los tractores.

#### ***2.2.9.9.11. Factor Volumétrico***

Consideramos la misma estandarización de valores que utilizamos en los tractores.

#### **2.2.9.10. Formula de Rendimiento**

Es importante señalar que, en un proyecto de ingeniería, se debe de considerar varios procesos que estén vinculados a la ejecución del expediente técnico. Para este proceso se aplicarán factores de corrección que permitan tener un mejor ajuste y mejorar la precisión del rendimiento orientado a la maquinaria pesada. Las formulas son utilizadas para la verificación de directo en obra, asegurando que las condiciones reales de trabajo este relacionadas con las proyecciones y ajuste inicial del proyecto.

- ***Fórmula para el cálculo de rendimiento del tractor orugas***

Ecuación 9

$$R = \frac{V_c * 60 * F_e * C_t}{T_c} * n = \frac{m^3}{h}$$

V<sub>c</sub>=Capacidad teorica de la cuchilla

F<sub>e</sub>= Factor de eficiencia de la maquinaria

C<sub>t</sub>=factor de esponjamiento

T<sub>c</sub>=Tiempo de ciclo de la maquinaria

n=Coefficiente de gestión, acoplamiento y adaptación

*Fuente:* (Chiriboga Fernández et al., 2014)

- ***Formula de para el calculo de rendimiento de excavadora***

$$R = \frac{V_c * 3600 * F_e * F_e' * C_t}{T_c} = \frac{m^3}{h}$$

V<sub>c</sub>=capacidad teorica de la cuchara de la excavadora

F<sub>e</sub>= Factor de eficiencia de la maquinaria

F<sub>e</sub>'= Factor de eficiencia de la cuchara que depende de la clase de terreno

C<sub>t</sub>=factor de esponjamiento

T<sub>c</sub>=Tiempo de ciclo de la maquinaria

*Fuente:* (Chiriboga Fernández et al., 2014)

## 2.4.Marco conceptual

- **Rendimiento:** Hace referencia a la cantidad de tiempo necesaria para que un trabajo determinado sea realizado por una maquinaria específica (Cañón et al., 2023).
- **Factores de corrección:** Se considera un factor de corrección a todo factor que influye en el rendimiento de la maquinaria pesada, en algunos casos pueden ser influencias positivas que ayuden a ejecutar los trabajos previstos, pero en la mayoría de los casos estos afectan negativamente, por lo que es necesario considerarlos para el tipo de maquinaria que se utilice en las condiciones en las que se realicen los trabajos y en el tiempo programado para realizarlos (Arevalo & Hernandez, 2014).
- **Tractores:** Es una maquinaria pesada destinada al movimiento de tierras de gran potencia y fuerza que realiza trabajos de corte y al mismo tiempo de empuje. Teniendo además la posibilidad de remolcar otras unidades de trabajo (Chiriboga Fernández et al., 2014).
- **Excavadora:** Maquinaria pesada con capacidad autopropulsada, se emplea en el movimiento de tierras y material en general, su capacidad de desplazamiento es superior al de otras maquinarias, y su maniobrabilidad gracias a sus 360 grados de giro, la hacen más versátil que un tractor (Quincho, 2015b).
- **Corte:** Es la tarea de ejecutar la remoción o excavación y extracción del material existente en una zona destinada para este trabajo (IRZA Ingenieros, 2022a).
- **Excavación:** Es la acción de remover material de su posición natural o anterior con una finalidad específica (IRZA Ingenieros, 2022b).

## **Capítulo III: Metodología de la Investigación**

### **3.1. Tipo de Investigación**

La determinación del tipo de investigación de la presente tesis es realizada en base al tipo de datos analizados, lo que clasifica esta investigación en el tipo cualitativo, por tratarse de una investigación que analiza, interpreta y evalúa el comportamiento de los aspectos que influyen en el cálculo del rendimiento, teniendo en consideración bases teóricas gracias a la recopilación de los datos (Suárez, 2012a).

### **3.2. Nivel de Investigación**

Corresponde a un nivel descriptivo, porque se determinarán propiedades y características acerca del objeto de estudio (rendimiento y factores de corrección de los rendimientos), para lo cual se tendrá un criterio figurativo que nos permita realizar comparaciones, mediciones y descripciones detalladas de los fenómenos estudiados y su relación entre ellos y con la obra en general (Suárez, 2012b).

### **3.3. Diseño de Investigación**

#### **3.3.1. *Diseño Metodológico***

El trabajo se realizará con respecto a una base de datos teórica adoptada de los manuales proporcionados por los vendedores de maquinaria pesada y ya que se procesarán analizándolas y no manipulándolas o creándolas de manera directa, ni los datos, ni las variables, se puede determinar la investigación con tipología no experimental, transversal ya que no cuantifica, pero si procesa y evalúa el comportamiento de este y sus condicionantes (Suárez, 2012b).

La presente tesis de investigación corresponde a una investigación básica, porque se centra en dar soluciones cognoscitivas y busca crear una metodología o conocimiento científico

valido, ya que está vinculado a enriquecer el conocimiento científico buscando generar nuevos principios (Suárez, 2012b).

Es aplicada porque busca modificar la realidad actual del cálculo de rendimiento de maquinaria pesada en actividades de corte para la elaboración de expedientes técnicos, ya que actualmente no se justifican los valores teóricos que nos brinda la resolución ministerial N°001-87-TC/VM del año 1987.

La maquinaria pesada es importante en el mundo de la industria de la construcción debido a su capacidad para ejecutar tareas de gran envergadura con rapidez, precisión y seguridad. Equipos como excavadoras, bulldozers, grúas y compactadoras permiten realizar trabajos que de otro modo requerirían mucho más tiempo y esfuerzo, mejorando significativamente la eficiencia de los proyectos. Además, estas máquinas garantizan una mayor seguridad en el lugar de trabajo, gracias a características avanzadas de control y manejo seguro de cargas pesadas. Su versatilidad permite su uso en una amplia gama de aplicaciones, desde la excavación hasta la demolición, maximizando el rendimiento y reduciendo costos operativos (Serwell, 2022).

### **3.4. Área y Línea de Investigación**

#### ***3.4.1. Área de Investigación: Ingeniería Civil. Líneas investigación***

La ingeniería civil es la rama de la ingeniería que tiene por tarea o misión la de desarrollar el diseño, ejecutándolo de manera cabal, aplicando la construcción y el mantenimiento de toda infraestructura física, artificial o natural con intervención antrópica, que componga la estructuración del desarrollo del territorio de una sociedad, esto incluye carreteras, puentes, canales, presas, aeropuertos, sistemas de alcantarillado, tuberías, componentes estructurales de edificios, ferrocarriles, etc. Dentro de la ingeniería civil se tienen

algunas subdisciplinas que la componen las cuales son la ingeniería estructural, geotécnica, hidráulica, edificaciones y transportes (Universidad de Puebla, 2021).

### ***3.4.2. Línea de Investigación General: Planificación y Desarrollo de la Infraestructura***

Dentro de la ingeniería civil, una de las tareas más importantes es la de la planificación o proyección de la construcción, teniendo en cuenta el desarrollo de la infraestructura, enfocados en la mejora de todo componente pensando no solo en la optimización del resultado físico, sino también, en los aspectos temporales que involucran la ejecución, sabiendo que a más tiempo de ejecución más costo y por ende menos eficiencia.

#### **3.4.2.1. Evaluación y Diseño de Proyectos:**

Contempla las necesidades y requerimientos en el diseño de los proyectos además de la planificación de la construcción de los componentes estructurales, teniendo en cuenta la necesidad social por la cual se generó el requerimiento siempre evaluando la funcionalidad, efectividad, eficiencia y compatibilidad con el medio.

#### **3.4.2.2. Gestión de Proyectos:**

Implica la administración de los recursos físicos, económicos o temporales que forman parte del proyecto y que son esenciales para la ejecución de este, tratando de preservar la calidad sin poner en riesgo la eficiencia.

#### **3.4.2.3. Sostenibilidad y Resiliencia:**

Pretende perfeccionar la resistencia de las estructuras a los sucesos naturales a los que están expuestos y otros desafíos, también intenta mejorar la relación de las estructuras y construcciones con el medio ambiente, para crear una simbiosis sostenible que permita la convivencia y mantenga la calidad y el confort de vida.

#### **3.4.2.4. Tecnología y Materiales:**

Examina las posibilidades de uso de los recursos y las tecnologías actuales para otorgar calidad, durabilidad, eficiencia y sostenibilidad a las infraestructuras.

### ***3.4.3. Línea de Investigación Específica: Cálculo de Rendimiento y Productividad de Maquinaria Pesada en Movimiento de Tierras***

#### **3.4.3.1. Factores de Corrección:**

Son los factores o dificultades a los que se enfrenta la maquinaria pesada en su labor, los cuales afectan a la producción y por ende al rendimiento, estos pueden ser físicos como las condiciones de terreno y el tipo de material, como también pueden tener relación con las capacidades de su operador, las condiciones ambientales propias del lugar de trabajo y las características propias de la maquinaria elegida para ejecutar la tarea.

#### **3.4.3.2. Productividad y Rendimiento:**

Se estudia cómo ejecutar la medición correcta y los factores que afectan la productividad y el rendimiento, para poder tenerlos en cuenta y mejorar los resultados en base a la identificación de los puntos débiles de nuestra labor.

#### **3.4.3.3. Optimización de Tiempos:**

La optimización de tiempos se da a partir de la correcta planificación de las tareas y la consideración de los diversos factores que pueden afectar los resultados alterando los tiempos y produciendo el incremento de este en la ejecución de los trabajos.

#### **3.4.3.4. Aplicación y Práctica:**

Los resultados de esta investigación son para su uso general en las labores que pueden ser tanto el diseño de expedientes y planificación de obras como para tareas menores de movimiento de tierras, con el objetivo de mejorar la calidad y eficiencia de estos proyectos.

### **3.5. Marco normativo Legal**

#### ***3.5.1. Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE):***

Contiene las normas técnicas que regulan las labores de construcción.

- Norma E:090: establece los procedimientos que deben ser seguidos para la ejecución de la tarea de movimiento de tierras, además de los estándares a los que se deben de ajustar las acciones que efectuamos durante la ejecución de los trabajos, incluye el uso de las maquinarias pesadas para dichas labores. rendimientos

### **3.5.2. Normas Técnicas Peruanas (NTP):**

Son desarrolladas por el instituto nacional de calidad (INACAL), e incluyen todas las especificaciones técnicas necesarias para el empleo de los equipos y los procedimientos constructivos que ejemplifican y describen las labores, manteniendo los estándares de seguridad y calidad que son necesarios al efectuar toda acción.

### **3.5.3. Resolución Ministerial N° 001-87-TC/VMT**

Aprobada en el año 1987, establece la contratación de servicios de alquiler de maquinaria y equipos para actividades de movimiento de tierra y obras, establecido por el ministerio de transportes y comunicaciones, los mismos que se consideran como valores promedio de rendimiento exigible para diferentes condiciones de trabajo.

### **3.5.4. Norma SAE J1265**

Esta norma ISO que es internacional describe una metodología para calcular el volumen de material que se encuentra en las cuchillas de los bulldozers, con el fin de lograr una base sólida en la comparación de las capacidades de estas cuchillas, pero esa no está destinada a estimar la productividad de las hojas de los tractores en condiciones reales, ya que dicha productividad depende de otros factores como lo son la eficiencia, potencia, esfuerzo de tracción, interacción con el suelo, las condiciones del terreno, la habilidad del operador y el ciclo de trabajo.

Esta norma es aplicable a los tipos de cuchillas como son: recta, angulable, semi-U y universal, que son montadas en los tractores, asumiendo que la cara de la cuchilla es plana y vertical, sin incluir el análisis de volumen interno de la cuchilla.

### **3.6.Población y muestra**

#### **3.6.1. Población**

La población en el presente trabajo de investigación está conformada por los documentos, libros, manuales técnicos, especificaciones técnicas de la maquinaria, artículos científicos, tesis y normas técnicas, autores que estén vinculados a los factores de corrección del rendimiento de la maquinaria pesada en movimiento de tierra. Esta población incluye tanto a fuentes nacionales e internacionales.

#### **3.6.2. Muestra**

El presente trabajo es un estudio teórico-documental, donde se busca una consistencia teórica. Por lo tanto; es intencionada, y busca criterios de relevancia temática, actualidad, accesibilidad y validez técnica obtenida de tesis sobre rendimiento de maquinaria pesada, manuales técnicos, artículos científicos, libros especializados y normas técnicas en los que se mencione o estudie los factores que afecten el rendimiento de la maquinaria pesada al momento de la ejecución de corte o excavación de terreno, por lo tanto, no requiere el empleo de la estadística.

### **3.7.Técnicas e instrumentos de Recolección de Datos**

Según el libro de (Suárez, 2012), se hizo la recolección de datos de manera teórica ya que se trata de una tesis transversal, no experimental lo que implica la recopilación ya que no se manipuló o alteró las variables de estudio ya que se centra en la observación y a describir los factores que afectan al rendimiento, es por eso que se recolecta información que sustente

de manera práctica y metodológica el desarrollo de cada factor involucrado en el cálculo de rendimiento de las maquinarias en estudio, para esto se creó una propuesta expresada en Excel que muestre los resultados de la recolección bibliográfica y que concentre los datos necesarios para completar con la misión de la investigación.

**Análisis de documentos:** Es un método de investigación cualitativa que posibilita examinar e interpretar información contenida en los materiales informativos escritos o registrados previamente, los cuales incluyen en su desarrollo una amplia variedad de fuentes físicas, digitales, periódicos, diarios, cartas, documentos políticos, contratos, informes y transcripciones (Stewart, 2024).

### **3.8. Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos**

Se hizo uso de la hoja de Excel para realizar los cálculos de la data obtenida mediante tablas, ábacos e investigaciones internacionales vinculadas a la presente tesis de investigación intitulada factores de corrección de rendimiento de maquinaria pesada en movimiento de tierras

## **Capítulo IV: Resultados de la Investigación**

### **4.1. Justificación de resultados**

Aplicación práctica

Ejemplo de la propuesta de cálculo del factor de corrección para el rendimiento de un tractor sobre orugas:

Para la elaboración de un expediente técnico en la ciudad del Cusco, situada a una altitud de 3399 m.s.n.m., se ha decidido utilizar un tractor D6D para trabajos de movimiento de tierras en la construcción de una carretera, específicamente en actividades de corte. Se sabe que el operario es bueno y tiene una eficiencia regular. Además, se considera que la visibilidad es adecuada (Visible) y que la hoja de trabajo es angular (tipo de hoja más utilizado en nuestro

medio, cuya altura es 1.257 y longitud de 5.12). Estos trabajos se realizarán para una pendiente promedio del 5% en un tipo de material que consiste en suelo con gravoso

#### Procedimiento

Paso 1: Primeramente, escogemos el tipo de material que va a ser trabajado por la maquinaria pesada de acuerdo a las necesidades del proyecto, para este caso es un suelo con grava y elegimos el valor de 0.8 como factor de tipo de material.

**Tabla 29**

*Paso 1*

Trabajabilidad del suelo	Tipo de suelo
Tierra suelta, terrenos arenosos, tierra común y material amontonado	0.9-1.10
Tierra suelta difícil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.7-0.9
Cascajo, arcilla seca y dura, suelo natural	0.6-0.7
Roca suelta	0.4-0.6
Roca fija	0.4-0.6

Fuente: Obtenido de Estimation of duration of earthwork with backhoe excavator by Monte Carlo Simulation (Sağlam & Bettemir, 2018).

Paso 2: Después procedemos a elegir el factor de capacidad de la hoja de corte, para este caso práctico (hoja angular), se considera el 0.8, simulando el factor de hoja que considera en el libro costos y tiempos en carreteras de Walter Ibáñez.

Nota: Para el caso de verificación de rendimiento en campo se aplica la siguiente explicación, haciendo uso de las siguientes formulas se calcula haciendo la comparación de la capacidad teórica de la hoja de corte que nos brinda el manual de rendimiento de Caterpillar (ver tabla N° 4), y la capacidad real de la hoja (V), Mediante la siguiente expresión.

$$V = \frac{L \cdot H^2}{2 \cdot \tan(\alpha)} * K$$

Para una capacidad de hoja recta y angular, mientras que se usa la siguiente fórmula para hojas universales y semi universales (Ver ecuación 2).

$$V_2 = V_s + V_u$$

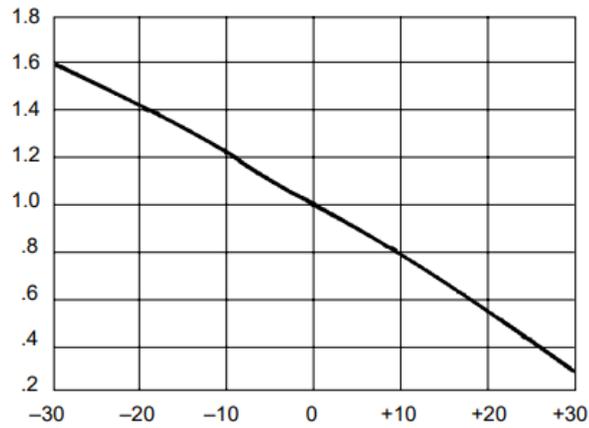
V<sub>u</sub>: volumen del contorno de la hoja universal y semi universal.

V<sub>s</sub>: volumen de la hoja recta.

Paso 3: Una vez tengamos los datos anteriores continuamos con el factor de pendiente para esto nos centramos en el Abaco que nos brinda el manual de rendimientos de Caterpillar.

**Figura 17**

*Pendiente vs factor de empuje*



*Nota:* Imagen adaptada de Manual de Rendimiento Edición 31, Caterpillar (Caterpillar, 1979)

Y de este Abaco proporcionado por Caterpillar se procede se pueden obtener los siguientes valores de acuerdo a la pendiente de trabajo, para este caso es el 5% de pendiente.

Ver la tabla numero 19 para la elección de la pendiente

**Tabla 30**

Factor de corrección para las distintas pendientes en las que trabaja la maquinaria pesada

Pendiente	-30	-29	-28	-27	-26	-25	-24	-23	-22	-21
factor	1.6	1.58	1.56	1.54	1.52	1.5	1.48	1.46	1.44	1.43
Pendiente	-20	-19	-18	-17	-16	-15	-14	-13	-12	-11
factor	1.42	1.4	1.38	1.36	1.34	1.32	1.3	1.28	1.26	1.24
Pendiente	-10	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1
factor	1.22	1.2	1.17	1.14	1.12	1.1	1.08	1.06	1.04	1.02
Pendiente	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
factor	0.98	0.96	0.94	0.92	0.9	0.88	0.86	0.84	0.82	0.8
Pendiente	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
factor	0.78	0.76	0.74	0.72	0.7	0.68	0.66	0.6	0.58	0.56
Pendiente	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
factor	0.54	0.56	0.54	0.52	0.4	0.38	0.36	0.34	0.32	0.3

*Nota: Para pendiente 0 el factor de corrección es igual a 1.*

*Fuente: Elaboración propia*

De estos valores podemos observar que para una pendiente de 5% se considera el valor de 0.90 como factor de pendiente.

Paso 4: proseguimos con el factor de altitud siendo uno muy importante ya que este parámetro nos indica como influye la presión de atmosférica y la temperatura a la altura que vayamos a necesitar de acuerdo a las necesidades del proyecto.

$$P = P_0 * e^{-\left(\frac{\rho_0}{P_0}\right)*g*y}$$

P: presión barométrica estándar.

$P_0$ : presión barométrica observada al efectuarse la prueba.

$\rho_0$ : presión barométrica observada al efectuarse la prueba.

g= gravedad

y= altura

reemplazando los valores en la expresión obtenemos los siguiente.

$$P = 1 * e^{-\left(\frac{1.3}{101300}\right)*9.81\text{m/seg}^2*3399\text{m}}$$

$$P = 0.652 \frac{N}{m}$$

Con esta primera expresión encontramos la variación de la presión a la altura que sea necesario, para después reemplazarla en la ecuación de que vincula la presión, potencia y temperatura en motores de combustión interna.

$$\frac{N_I}{N_{I0}} = \left(\frac{P}{P_0}\right)^a * \left(\frac{T}{T_0}\right)^b$$

$N_I$ : potencia corregida.

$N_{I0}$ : Potencia observada

P: presión barométrica estándar.

$P_0$ : presión barométrica observada al efectuarse la prueba.

T: temperatura absoluta en condiciones estándar.

$T_0$ : Temperatura absoluta del lugar observada.

De esta expresión obtenemos la potencia corregida

$$N_I = 165 * \left(\frac{0.652}{1}\right)^1 * \left(\frac{293}{273}\right)^{0.5}$$

$$N_I = 111.42 \text{ Hp}$$

Y de esta relación podemos obtener el factor de altitud ya que mediante al ser calculado la potencia insitu realizamos una comparación con la potencia de fábrica y obtenemos este factor.

$$\text{Factor de altitud} = \frac{111.42}{165} * 100\% = 0.675$$

$$\frac{^{\circ}\text{C}}{5} = \frac{^{\circ}\text{F}}{9} = \frac{^{\circ}\text{K} - 273}{5} = \frac{^{\circ}\text{R} - 492}{9}$$

Nota: Es importante saber que la temperatura debe de estar en grados kelvin ya que esta fue la unidad que se utilizó en el estudio del comportamiento de motores de combustión interna.

Paso 5: continuamos con el factor de operador de la maquinaria pesada en este caso se considera a un operador bueno.

### Tabla 30

#### Paso 5

Operador	
Excelente	1.00
Promedio	0.75
Deficiente	0.60

*Nota:* Imagen adaptada de Manual de Rendimiento Edición 31, Caterpillar (Caterpillar, 1979)

- **Factor de operador=0.75**

Paso 6: continuamos con el factor de eficiencia de la maquinaria pesada en este caso se considera que es regular.

### Tabla 31

#### Paso 6

Eficiencia	
Bueno	0.83
Regular	0.75
Malo	0.67

*Nota:* Imagen adaptada de Manual de Rendimiento Edición 31, Caterpillar (Caterpillar, 1979)

- **Factor de eficiencia=0.75**

Paso 7: continuamos con el factor de visibilidad de la maquinaria pesada considerándose visible de acuerdo al cuadro de visibilidad.

**Tabla 32***Paso 7*

Visibilidad	
Muy visible	1
Visible	0.938
Poco Visible	0.876

*Nota:* Imagen adaptada de Manual de Rendimiento Edición 31, Caterpillar (Caterpillar, 1979)

Es importante aclarar que se cumple estas consideraciones en caso de presencia de lluvia, polvo producto de actividades producto del trabajo, niebla y nieve en caso se presente.

**Tabla 33***Paso 7*

Visibilidad	Lluvia	Polvo	Niebla	Nieve	FV
Muy visible	0 mm/h	No hay polvo	No hay niebla	No hay nieve	1
Visible	7.5 mm/h	Hay polvo	Hay niebla	Hay nieve	0.938
Poco visible	15 mm/h	Hay mucho polvo	Hay mucha niebla	Hay mucha nieve	0.876

*Nota:* Tabla adaptada de Rainfall and visibility – The view from behind the wheel

- **Factor de visibilidad= 0.938**

Paso 8: Finalmente calculamos el factor de corrección final

Factor de corrección final= factor de tipo de material\*factor de hoja de corte\*factor de altitud\*factor de pendiente\*factor de capacidad de operador\*factor de eficiencia\* factor de visibilidad.

- **Factor** de Final=0.8\*0.8\*0.675\*0.90\*0.75\*0.75\*0.938

Factor de Final = 0.2051 bajo condiciones intermedias de trabajo y de acuerdo a las necesidades de cada proyecto.

Paso 9: cálculo del factor de esponjamiento se obtiene del cociente entre la densidad del material suelta y la densidad del material en banco y este es dependiente del tipo de material particular.

**Tabla 34**

Tipo de material	Factor de esponjamiento
Tierra suelta, terrenos arenosos, tierra común y material amontonado	0.851
Tierra suelta difícil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.885
cascajo, arcilla seca y dura, suelo natural	0.833
Roca suelta	0.625
Roca fija	0.714

$$Fw = \frac{V_b}{V_s} = \frac{D_s}{D_b}$$

$Fw$  =factor de esponjamiento (swell)

$V_b$  =volumen que ocupa el material en banco

$V_s$  =volumen que ocupa el material suelto

$D_b$  =densidad en banco

$D_s$  =densidad en banco

$$Sw = \frac{V_s - V_b}{V_b} * 100\%$$

$$S_w = \frac{D_b - D_s}{D_s} * 100\%$$

Del ejercicio obtenemos que el factor de esponjamiento es 0.88

Paso 10: es importante conocer el rendimiento teórico que se va a corregir y este valor es obtenido de los ábacos brindados por el manual de rendimiento de caterpillar o la marca con la que se trabaje según el tipo de modelo, para este caso en particular se considera un tractor D6D cuyo rendimiento teórico es de 160 m<sup>3</sup>/hr

Paso 11: para finalizar realizamos el producto del factor de corrección, el factor de esponjamiento del material y el rendimiento teórico del tractor D6D.

$$\text{Producción real} = 0.2051 * 0.88 * 160 = 28.87 \text{ m}^3/\text{hr}$$

**Para finalizar lo multiplicamos por la duración de la jornada laboral siendo**

$$\text{Producción real} = 28.87 \text{ m}^3/\text{hr} * 8 \text{ hrs} = 231 \text{ m}^3/\text{dia}$$

Ejemplo de la propuesta de cálculo del factor de corrección para el rendimiento de una excavadora:

En la ciudad del Cusco, situada a una altitud de 3,399 m.s.n.m., se ha decidido utilizar una excavadora modelo 312D2, con capacidad de cucharón de 0.76m<sup>3</sup>, para trabajos de movimiento de tierras, específicamente en actividades de corte. Se sabe que el operario es bueno y con una eficiencia regular, se considera que la visibilidad es adecuada (visible). Estos trabajos se realizarán en una pendiente del 5%, en un tipo de material que consiste en suelo con grava, con una profundidad de excavación planificada de 3m y un ángulo de giro de 60°.

### **Procedimiento**

Paso 1: Primeramente, escogemos el tipo de material que va a ser trabajado por la maquinaria pesada de acuerdo con las necesidades del proyecto, para este caso es un suelo con grava, entonces el valor de trabajabilidad del material que recomendamos tomar es un promedio de ambos valores que sería 0.8.

**Tabla 35***Factor de tipo de material*

Condiciones de empuje	Tipo de suelo
Tierra suelta, terrenos arenosos, tierra común y material amontonado	0.9-1.10
Tierra suelta difícil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.7-0.9
cascajo, arcilla seca y dura, suelo natural	0.6-0.7
Roca suelta	0.4-0.6
Roca fija	0.4-0.6

Fuente: Obtenido de Estimation of duration of earthwork with backhoe excavator by Monte Carlo Simulation (Sağlam & Bettemir, 2018).

Al escoger el tipo de material no solo tenemos el valor de trabajabilidad del suelo en el que se aplicara la maquinaria sino también el factor de hinchamiento que en este caso seria 1.13.

**Tabla 36***Factor de cociente de hinchamiento*

Tipo de material	Cociente de hinchamiento
Tierra suelta, terrenos arenosos, tierra común y material amontonado	1.175
Tierra suelta difícil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	1.13
Cascajo, arcilla seca y dura, suelo natural	1.2
Roca suelta	1.6
Roca fija	1.4

*Fuente:* Obtenido de Estimation of duration of earthwork with backhoe excavator by Monte Carlo Simulation (Sağlam & Bettemir, 2018).

Paso 2: Se calcula el tiempo de ciclo para la realización de los trabajos en base a las condiciones de trabajo in situ, siguiendo los pasos descritos a continuación:

Se escoge el factor de corrección de profundidad en base al porcentaje de profundidad de excavación planificada en comparación con el máximo de profundidad de excavación posible para el modelo de excavadora escogido.

Profundidad de excavación planificada = 3 m

Profundidad de excavación máxima para la excavadora de modelo 312D2 = 5.54 m

$$\% = \frac{3}{5.54} * 100\% = 54.15\% \approx 50\%$$

Puesto que el ángulo de giro del cucharón es de 60° procedemos a escoger el valor del factor de corrección de la profundidad.

**Tabla 37***Profundidad máxima de excavación*

Modelos	Profundidad Máxima de Excavación
312D2 (312)	5.54m
318D2 (315)	6.39m
M315D2 (315)	5.14m
M316D (315)	5.67m
M317D2 (315)	5.54m
390F (HB2)	8.68m
390F (JC)	8.95m

*Fuente:* Tabla adaptada del manual de Caterpillar N° 46

**Tabla 38**

Angulo de giro del cucharón vs el porcentaje de excavación que se realizara respecto al máximo.

Profundidad de excavación	Angulo de giro					
	45	60	75	90	120	180
Porcentaje de profundidad Max						
30	1.33	1.26	1.21	1.15	1.08	0.95
50	1.28	1.21	1.16	1.1	1.03	0.91
70	1.16	1.1	1.05	1	0.94	0.83
90	1.04	1	0.95	0.9	0.85	0.75

*Nota:* Imagen adaptada de Manual de Rendimiento Edición 31, Caterpillar (Caterpillar, 1979)

En base a la profundidad de excavación, la eficiencia de excavación, el ángulo de giro y la ubicación de descarga, se escoge una cantidad de segundos que demorara en esas condiciones el ciclo.

Primero se escoge la cantidad de segundos en base a la profundidad de excavación y la eficiencia de excavación.

**Tabla 39**

*Tiempo de ciclo de excavación según su eficiencia y profundidad de excavación*

	Fácil	Medio	Regular	Difícil
0-2m	6	9	15	26
2-4m	7	11	17	28
>4m	8	13	19	30

*Nota:* Imagen adaptada de Manual de Rendimiento Edición 31, Caterpillar (Caterpillar, 1979)

Segundo se escoge la cantidad de segundos dependiendo del ángulo de giro del cucharón.

**Tabla 40**

*Tiempo de ciclo de excavación según el ángulo en el que excava el cucharón*

Angulo	tiempo (Seg)
45°-90°	5
90°-180°	6

*Nota:* Imagen adaptada de Manual de Rendimiento Edición 31, Caterpillar (Caterpillar, 1979)

Tercero, en base a la forma de descarga se escoge una cantidad de segundos que demorara el descargar el material del cucharón.

**Tabla 41**

*Tiempo de ciclo de descarga de material del cucharón según donde se almacene*

Forma	tiempo (Seg)
Fija	7
Volqueta	5

*Nota:* Imagen adaptada de Manual de Rendimiento Edición 31, Caterpillar (Caterpillar, 1979)

Lo que nos da una suma total de 29 segundos de ciclo.

Por último, corregimos el valor del ciclo utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Ciclo Corregido} = \text{factor de corrección de profundidad (ciclo)}$$

$$\text{Ciclo corregido} = 1.21(17 + 5 + 7)$$

$$\text{Ciclo corregido} = 35.09\text{seg} \approx \frac{35.09}{60} \text{min}$$

Con estos valores se procede con el cálculo de la producción teórica y la corrección de esta producción por incidencia de las características del material sobre el cucharón se corrige el valor de la capacidad del cucharón y se calcula la nueva producción corregida.

$$\text{Capacidad corregida del cucharón} = \frac{\text{Capacidad teórica del cucharón}}{\text{Factor de Hinchamiento}}$$

$$\text{Capacidad corregida del cucharón} = \frac{0.76\text{m}^3}{1.13} = 0.673\text{m}^3$$

*Producción teórica corregida*

$$= \frac{60\text{min}}{\text{ciclo corregido}} * \text{Capacidad corregida del cucharón}$$

$$\text{Producción teórica corregida} = \frac{60\text{min/h}}{\frac{35.09}{60} \text{min}} * 0.673\text{m}^3 = 69.0$$

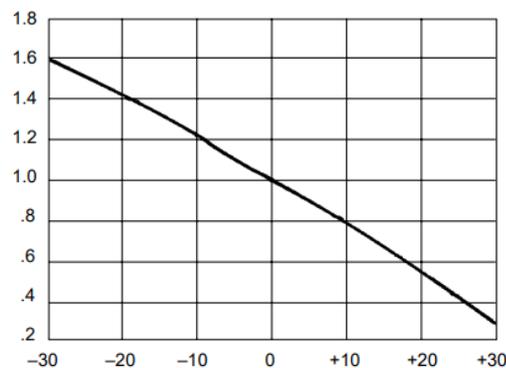
Por lo tanto, el factor del cucharón es el siguiente

$$\text{Factor de cucharón} = \frac{\text{Potencia Corregida}}{\text{Potencia Teórica}}$$

$$\text{Factor de cucharón} = \frac{69}{74} = 0.932$$

### **Figura 18**

Se calcula el factor de pendiente para lo cual utilizamos el ábaco brindado por Caterpillar en su manual de rendimientos.



*Nota:* Imagen adaptada de Manual de Rendimiento Edición 31, Caterpillar (Caterpillar, 1979)

Se obtiene el siguiente cuadro de valores, para este caso es el 1% de pendiente positiva.

**Tabla 42***Factor de pendiente vs Pendiente*

Pendiente	-30	-29	-28	-27	-26	-25	-24	-23	-22	-21
factor	1.6	1.58	1.56	1.54	1.52	1.5	1.48	1.46	1.44	1.43
Pendiente	-20	-19	-18	-17	-16	-15	-14	-13	-12	-11
factor	1.42	1.4	1.38	1.36	1.34	1.32	1.3	1.28	1.26	1.24
Pendiente	-10	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1
factor	1.22	1.2	1.17	1.14	1.12	1.1	1.08	1.06	1.04	1.02
Pendiente	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
factor	0.98	0.96	0.94	0.92	0.9	0.88	0.86	0.84	0.82	0.8
Pendiente	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
factor	0.78	0.76	0.74	0.72	0.7	0.68	0.66	0.6	0.58	0.56
Pendiente	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
factor	0.54	0.56	0.54	0.52	0.4	0.38	0.36	0.34	0.32	0.3

*Fuente:* Tabla adaptada del manual de Caterpillar N° 46

Paso 4: Proseguimos con el cálculo del factor de altitud, el cual indica cómo influye la presión de atmosférica y la temperatura a la que se realizan los trabajos, en el funcionamiento de los motores de combustión interna de la maquinaria pesada.

$$P = P_0 * e^{-\left(\frac{\rho_0}{P_0}\right)*g*y}$$

P: presión barométrica estándar.

$P_0$ : presión barométrica observada al efectuarse la prueba.

$\rho_0$ : presión barométrica observada al efectuarse la prueba.

g= gravedad

y= altura

Reemplazando los valores en la expresión obtenemos lo siguiente.

$$P = 1 * e^{-\left(\frac{1.3}{101300}\right)*9.81\text{m/seg}^2*3399\text{m}}$$

$$P = 0.652 \frac{N}{m}$$

Con esta primera expresión encontramos la variación de la presión a la altura que sea necesario, para después reemplazarla en la ecuación de que vincula la presión, potencia y temperatura en motores de combustión interna.

$$\frac{N_I}{N_{I0}} = \left(\frac{P}{P_0}\right)^a * \left(\frac{T}{T_0}\right)^b$$

$N_I$ : potencia corregida.

$N_{I0}$ :Potencia observada

P: presión barométrica estándar.

$P_0$ : presión barométrica observada al efectuarse la prueba.

T: temperatura absoluta en condiciones estándar.

$T_0$ : Temperatura absoluta del lugar observada.

De esta expresión obtenemos la potencia corregida

$$N_I = 165 * \left(\frac{0.652}{1}\right)^1 * \left(\frac{293}{273}\right)^{0.5}$$

$$N_I = 111.42 \text{ Hp}$$

Aplicando una proporción entre las potencias podemos obtener el factor de altitud, calculando el porcentaje de disminución de la potencia.

$$\text{Factor de altitud} = \frac{111.42}{165} * 100\% = 0.675$$

$$\frac{^{\circ}C}{5} = \frac{^{\circ}F}{9} = \frac{^{\circ}K - 273}{5} = \frac{^{\circ}R - 492}{9}$$

Nota: Es importante saber que la temperatura debe de estar en grados kelvin por ser la unidad utilizada en el cálculo de estos factores en el estudio del comportamiento de motores de combustión interna.

Paso 5: Para calcular el factor de operador de la maquinaria pesada, se considera un operador bueno.

**Tabla 43*****Factor de capacidad del operador***

Capacidad del operador	
Excelente	1
Bueno	0.75
Regular	0.6

*Nota:* Imagen adaptada de Manual de Rendimiento Edición 31, Caterpillar (Caterpillar, 1979)

**Factor de capacidad del operador=0.75**

Paso 6: Para el factor de eficiencia de la maquinaria pesada en este caso se considera que es regular.

**Tabla 44*****Factor de corrección por eficiencia del trabajo***

Eficiencia del trabajo	
Bueno	0.83
Regular	0.75
Mala	0.67

*Nota:* Imagen adaptada de Manual de Rendimiento Edición 31, Caterpillar (Caterpillar, 1979)

**Factor de eficiencia=0.75**

Paso 7: continuamos con el factor de visibilidad de la maquinaria pesada considerándose visible de acuerdo con el cuadro de visibilidad.

**Tabla 45*****Factor de corrección por visibilidad***

Visibilidad	FV
Muy visible	1
Visible	0.938
Poco visible	0.876

*Nota:* Imagen adaptada de Manual de Rendimiento Edición 31, Caterpillar (Caterpillar, 1979)

Es importante aclarar que se cumple estas consideraciones en caso de presencia de lluvia, polvo producto de actividades en el trabajo, niebla y nieve en caso se presente.

**Tabla 46**

*Intensidades para el factor de corrección de visibilidad*

	Lluvia	Polvo	Niebla	Nieve
Muy visible	0 mm/h	No hay polvo	No hay nieve	1
Visible	7.5 mm/h	Hay polvo	Hay Nieve	0.938
Poco visible	15 mm/h	Hay mucho polvo	Hay mucha nieve	0.876

*Nota:* Tabla adaptada de Rainfall and visibility – The view from behind the wheel

**Factor de visibilidad= 0.938**

Paso 8: Finalmente calculamos el factor de corrección final

Factor de corrección final= factor de tipo de material\*factor de cucharón\*factor de capacidad del operador\*factor de eficiencia del trabajo\*factor de altitud\*factor de visibilidad\*factor de pendiente\* factor de visibilidad.

$$\text{Factor de Correccion Final} = 0.8 * 0.932 * 0.75 * 0.75 * 0.675 * 0.938 * 0.98$$

$$\text{Factor de Correccion Final} = 0.26$$

Bajo condiciones intermedias de trabajo y de acuerdo con las necesidades de cada proyecto.

Paso 10: Es importante conocer el rendimiento teórico que se va a corregir y este valor es obtenido de la información brindada por el productor de maquinaria pesada sobre los equipos.

Paso 11: Para finalizar se realiza la corrección total con respecto a la producción teórica.

$$\text{Producción real} = 0.26 * 74 = 19.28 \text{ m}^3/\text{hr}$$

**Para finalizar lo multiplicamos por la duración de la jornada laboral siendo**

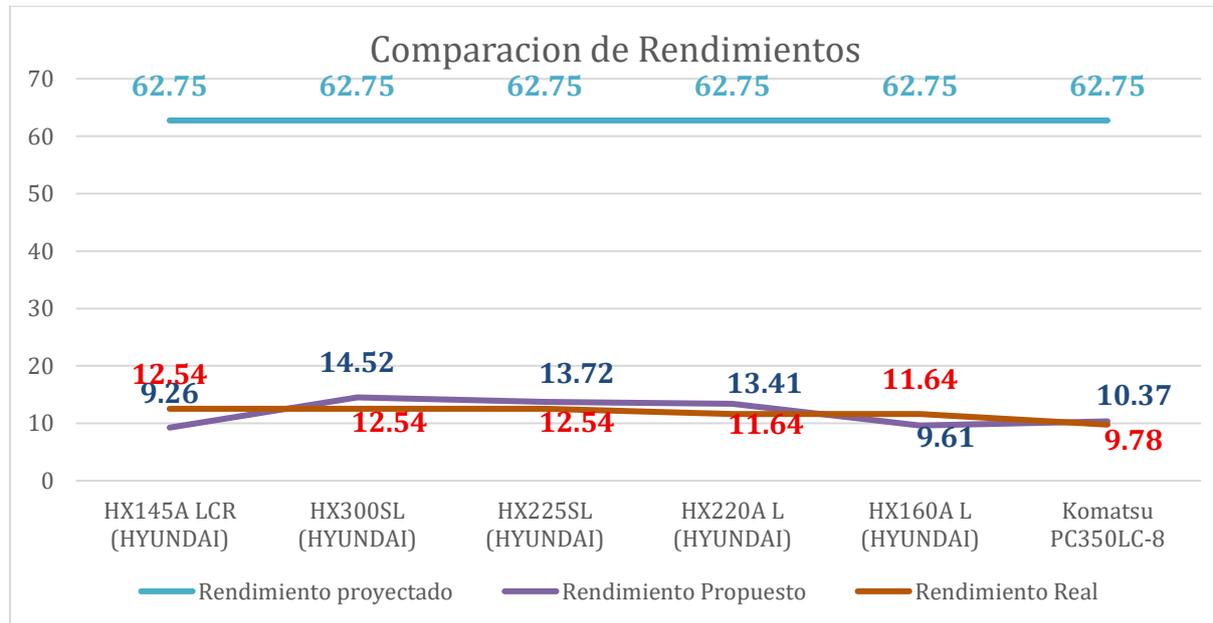
$$\text{Producción real} = 19.28 \frac{\text{m}^3}{\text{hr}} * 8 \text{ hrs} = 154.23 \text{ m}^3/\text{dia}$$

### **Caso de aplicación Práctica**

Para poder corroborar que se tomaron en cuenta los factores de corrección que afectan de manera notable al rendimiento, se realizó una prueba en la obra de “MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE LA CARRETERA PAUCARTAMBO – ABRA ACJANACU, EN LOS TRAMOS: PAUCARTAMBO (DESVÍO CU-113) – LLAYCHU – KAPACHI (EMP CU – 989), KAPACHI (EMP CU – 989) – SUNCHUBAMBA – JAJAHUANA – CHALLABAMBA- DESVIO CU990, EMP. CU-989 (CHALLABAMBA) – EMP CU- 113 (ABRA ACJANACU), EN LOS DISTRITOS DE PAUCARTAMBO Y CHALLABAMBA DE LA PROVINCIA DE PAUCARTAMBO - DEPARTAMENTO DE CUSCO”, de la cual resultó el siguiente gráfico, el cual deja en evidencia que la metodología propuesta para el cálculo del rendimiento meta proyectado es más acercado al rendimiento real resultado de los trabajos.

## Grafica 01

Comparación de los valores resultantes del estudio del expediente técnico con el cual se proyectó el avance de la ejecución de la obra visitada, el rendimiento resultante de los trabajos observado y el rendimiento resultante del uso de la metodología propuesta con el uso de los factores de corrección para la fase de formulación de proyecto.



Se puede observar que el valor de rendimiento proyectado es bastante diferente del rendimiento de la maquinaria real obtenida en campo, además, las curvas del rendimiento real y el propuesto en la presente investigación, se encuentran más aproximadas y son similares.

### Análisis y discusión de resultados

- **Factor de capacidad de la hoja**

En estudios previos sobre el cálculo del factor de capacidad de la hoja en maquinaria pesada se menciona lo siguiente:

Según (Guadamud, 2015b), hace uso de la relación geométrica relacionando la altitud de la hoja de corte, el ángulo que se forma entre el terreno y el ancho de la hoja de corte obteniendo la siguiente expresión

$$Pc = 0.48 * a^2 * L$$

Donde

a=alto de la hoja.

L=ancho de la hoja de corte.

De acuerdo Ibáñez (2012) establece valores estándares para la corrección del factor de la hoja angulable, considerando diferentes alturas de trabajo y tipos de material, con variaciones únicamente para el tractor más pequeño.

**Tabla 47**

Equipo	Tipo de trabajo a una distancia de empuje d= 60 m.	Hoja Angulable
Tractor s/orugas CAT-D9L	Mat. Suelto	1
	Roca Suelta	1
	Roca Fija	1
Tractor s/orugas CAT-D8L	Mat. Suelto	1
	Roca Suelta	1
	Roca Fija	1
Tractor s/orugas CAT-D8K	Mat. Suelto	1
	Roca Suelta	1
	Roca Fija	1
Tractor s/orugas CAT-D7G	Mat. Suelto	1
	Roca Suelta	1
	Roca Fija	1
Tractor s/orugas CAT-D6D	Mat. Suelto	0.8
	Roca Suelta	0.8
	Roca Fija	0.8

*Fuente: (Ibáñez, 2012), Tabla adaptada de Costos y tiempos en carreteras.*

Cruz (2009) establece valores estándares para la corrección del factor de la hoja angulable, considerando diferentes alturas de trabajo y tipos de material, con variaciones únicamente para el tractor más pequeño.

**Tabla 48**

Equipo	Tipo de trabajo a una distancia de empuje d= 60 m.	Hoja Angulable
Tractor s/orugas CAT-D9L	Mat. Suelto	1
	Roca Suelta	1
	Roca Fija	1
Tractor s/orugas CAT-D8L	Mat. Suelto	1
	Roca Suelta	1
	Roca Fija	1
Tractor s/orugas CAT-D8K	Mat. Suelto	1
	Roca Suelta	1
	Roca Fija	1
Tractor s/orugas CAT-D7G	Mat. Suelto	1
	Roca Suelta	1
	Roca Fija	1
Tractor s/orugas CAT-D6D	Mat. Suelto	0.8
	Roca Suelta	0.8
	Roca Fija	0.8

*Fuente: (Ibañez, 2012), Tabla adaptada de Costos y tiempos en carreteras.*

Para la presente tesis de investigación se consideró los modelos de maquinarias más utilizados para el corte de terreno en el territorio del Perú, de tal manera que se determine su influencia en la potencia de ejecución de los trabajos, para el cálculo de la capacidad real de la hoja se consideró a la longitud de la hoja de corte, la altura de la misma, el ángulo de estabilidad del material y el coeficiente de llenado entre la hoja de corte y el material suelto.

- **Factor de capacidad del operador**

Ibañez (2018), establece valores estándar sin importar el material ni el modelo de maquinaria; por falta de explicación teórica de el origen de estos; se puede inferir que depende de la altura a la que se trabaja, puesto que conforme se incrementa la altura, el valor de capacidad del operador disminuye en una centésima, como se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 49**

*Capacidad del operador según Ibáñez, 2018*

Altitud	Capacidad del operador
0 msnm	0.75
2300 msnm	0.75
2300 - 3800 msnm	0.74
3800 - a más msnm	0.73

Guadamud (2015) considera que la habilidad del operador depende de las condiciones de trabajo, por lo que, basado en Lloret (2009), propone la siguiente tabla:

**Tabla 50**

*Capacidad del operador según Guadamud 2015*

Condiciones de trabajo	Capacidad del operador
Excelentes	1
Buenas	0.9
Regulares	0.8
Deficientes	0.7

Por otro lado, Vargas (1999) establece que el factor de capacidad del operador es la medida de características propias del operador de la maquinaria, al cual es asignado el valor de 80% según los contratistas que fueron encuestados por él; también indica que de si el operador tiene amplia experiencia y su capacidad ha sido corroborada, se le asigna un valor de 100%.

En el presente trabajo de investigación se considera los valores propuestos por Caterpillar (2016) donde estandariza una clasificación de 3 tipos de operadores, siendo estos excelente, promedio y deficiente; por lo tanto, tienen un mínimo de aptitud para el manejo de las maquinarias, cierta cantidad de experiencia y capacitación previa en la realización de dichas tareas, que son requisitos para la contratación de dicho personal; los valores considerados se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 51***Factor de corrección por capacidad del operador propuesta*

Operador	
Excelente	1.00
Promedio	0.75
Deficiente	0.60

- **Factor de eficiencia**

Guadamud (2015) considera valores que son resultado de la multiplicación del efecto del tiempo y la habilidad del operador, obteniendo la siguiente tabla como resultado:

**Tabla 52***Factor de eficiencia según Guadamud 2015*

Condiciones de trabajo	Capacidad del operador (1)	Tiempo (2)	Eficiencia (1*2)
Excelentes	1	60/60	1
Buenas	0.9	50/60	0.75
Regulares	0.8	45/60	0.6
Deficientes	0.7	40/60	0.47

*Nota:* Tabla adaptada de Rainfall and visibility – The view from behind the wheel

Por otra parte, Vargas (1999) indica que el factor rendimiento, es el tiempo efectivo trabajado por la maquinaria sin peligrar las condiciones de esta, ni acelerar el deterioro de sus partes. Por esta razón para el presente trabajo de investigación se consideró las recomendaciones de Caterpillar (2016), que indican que solo debe tenerse en cuenta el tiempo efectivo de las labores, el cual no está directamente relacionado con la capacidad de los operadores, los cuales son los indicados en la siguiente tabla:

**Tabla 53***Factor de corrección por eficiencia*

Eficiencia del trabajo	
Bueno	0.83
Regular	0.75
Mala	0.67

- **Factor de visibilidad**

Vargas (1999) indica que el factor de visibilidad es el factor de clima, el cual puede incrementar la dificultad de los trabajos, así que considera la siguiente fórmula para un periodo de tiempo determinado:

$$Factor\ clima = \frac{dias\ de\ lluvia}{Total\ de\ dias}$$

Sin embargo, también menciona que el factor de clima se considera durante el cálculo de días de alquiler de la maquinaria y no para la corrección del rendimiento, además no considera otros factores que pueden afectar la visibilidad. A su vez, Ibáñez (2012), distribuye valores para las diferentes altitudes como indica la siguiente tabla:

**Tabla 54**

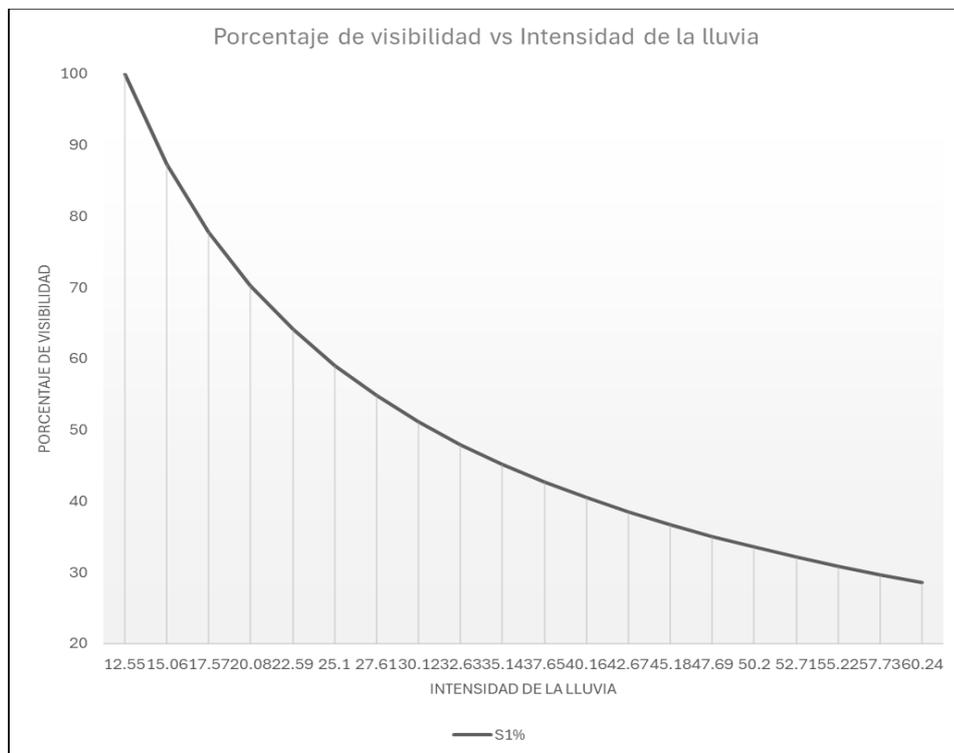
*Factor de visibilidad según Ibáñez, 2012*

Altitud	Visibilidad
0 msnm	0.91
2300 msnm	0.89
2300 - 3800 msnm	0.88
3800 - a más msnm	0.87

La falta de explicación por parte de Ibáñez (2012), acerca de esta información no permite precisar la razón de los valores indicados anteriormente, por ello para el presente estudio de investigación se utilizó la información proporcionada por Ivey et al. (1975), en el cual se precisa la proporción entre la intensidad de la lluvia y la pérdida de visibilidad en el siguiente gráfico:

**Figura 19**

*Porcentaje visible vs intensidad de la lluvia*



Puesto que existe factores como el polvo, la nieve y la niebla que también producen interferencias en la visibilidad, se utilizó la información proporcionada por Kim et al. (2022), en su estudio sobre visibilidad, en el cual indica que tanto el polvo, como la lluvia y la nieve o

niebla, interfieren en la misma proporción con la visibilidad de los operadores, además se consideró la posición del departamento de seguridad de Norteamérica, NIOSH & CDC (2002), acerca del punto en el cual se vuelve peligrosa la interferencia del campo de visibilidad, a partir del cual se desarrolló la siguiente tabla:

**Tabla 55**

*Factor de corrección por visibilidad según la intensidad de lluvia*

Visibilidad	Lluvia	Polvo	Niebla	Nieve	FV
Muy visible	0 mm/h	No hay polvo	No hay niebla	No hay nieve	1
Visible	7.5 mm/h	Hay polvo	Hay niebla	Hay nieve	0.938
Poco visible	15 mm/h	Hay mucho polvo	Hay mucha niebla	Hay mucha nieve	0.876

- **Factor de pendiente**

Guadamud (2015), se basa en la información proporcionada por Lloret (2009), a partir de la cual distribuye valores en la siguiente tabla:

**Tabla 56**

*Factor de pendiente según Guadamud 2015*

Pendiente del terreno %	Factor de pendiente
15	1.2
10	1.14
5	1.07
0	1
-5	0.93
-10	0.86
-15	0.77

Ibáñez (2018), considera de los trabajos siempre se realizan desde la mejor posición en el terreno trabajado, por lo que su pendiente no intervendrá en el rendimiento de la maquinaria y su factor de pendiente es 1.

En el presente estudio se considera que el terreno que se está cortando puede ubicarse en una zona de característica irregular, situación en la que la pendiente condicionara los trabajos y modificara el rendimiento dependiendo del valor de la pendiente, pero en cualquiera de los casos la pendiente no será mayor a 30%, sea con tendencia negativa o positiva, de otra manera los trabajos se volverían riesgosos y eso provocaría que el avance se suspenda hasta mejorar las condiciones, por lo tanto se tomó en cuenta los valores que son proporcionados en el gráfico de pendiente vs factor de corrección por pendiente, que es proporcionado por Caterpillar (2016) en su manual de rendimiento, distribuyendo los valores de la manera siguiente:

**Tabla 57**

*Factor de corrección por pendiente*

Pendiente	-30	-29	-28	-27	-26	-25	-24	-23	-22	-21
factor	1.6	1.58	1.56	1.54	1.52	1.5	1.48	1.46	1.44	1.43
Pendiente	-20	-19	-18	-17	-16	-15	-14	-13	-12	-11
factor	1.42	1.4	1.38	1.36	1.34	1.32	1.3	1.28	1.26	1.24
Pendiente	-10	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1
factor	1.22	1.2	1.17	1.14	1.12	1.1	1.08	1.06	1.04	1.02
Pendiente	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
factor	0.98	0.96	0.94	0.92	0.9	0.88	0.86	0.84	0.82	0.8
Pendiente	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
factor	0.78	0.76	0.74	0.72	0.7	0.68	0.66	0.6	0.58	0.56
Pendiente	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
factor	0.54	0.56	0.54	0.52	0.4	0.38	0.36	0.34	0.32	0.3

- **Factor de altitud**

Para el factor de altitud tanto Vargas (1999), como Ibáñez (2018) y Caterpillar (2016), consideran que el rendimiento varío respecto a la altura utilizando la siguiente formula:

$$Factor\ de\ Altitud = Altitud * \left(\frac{1}{100\ m}\right)$$

Pero esta fórmula es una proporción empírica, por lo cual para el presente estudio se tomó en cuenta la información proporcionada por Lapuerta et al. (2006), en el que indica que las condiciones que afectan el funcionamiento de los motores de las maquinarias y por ende su rendimiento, son la temperatura, la presión y la cantidad de oxígeno, los cuales varían entre las diferentes alturas en las que se ejecuten los trabajos, por lo que se utilizan las siguientes fórmulas para hallar el valor de factor de altitud correspondiente:

$$P = P_0 * e^{-\left(\frac{\rho_0}{P_0}\right)*g*y}$$

P: presión barométrica estándar.

$P_0$ : presión barométrica observada al efectuarse la prueba.

$\rho_0$ : presión barométrica observada al efectuarse la prueba.

g= gravedad

y= altura

Con esta primera expresión encontramos la variación de la presión a la altura necesaria, para después reemplazarla en la ecuación que vincula la presión, potencia y temperatura en motores de combustión interna.

$$\frac{N_I}{N_{I0}} = \left(\frac{P}{P_0}\right)^a * \left(\frac{T}{T_0}\right)^b$$

$N_I$ : potencia corregida.

$N_{I0}$ :Potencia observada

P: presión barométrica estándar.

$P_0$ : presión barométrica observada al efectuarse la prueba.

T: temperatura absoluta en condiciones estándar.

$T_0$ : Temperatura absoluta del lugar observada.

Al finalizar el cálculo mediante los datos en la anterior formula, se obtiene la potencia corregida y aplicando una proporción entre ambos valores se obtiene el valor del factor de corrección por altitud.

- **Factor de tipología del material**

Vargas (1999) considera que el principal factor del incremento en la dificultad de trabajar un material es su contenido de roca, Guadamud (2015), establece una síntesis de la teoría proporcionada por Lloret (2009), en la cual también consideran como factor determinante al porcentaje de roca en el suelo, como queda señalado en la siguiente tabla:

**Tabla 58**

*Factor de corrección por tipo de material*

Material	Factor de tipo de material
Suelto y amontonado, tierra. No compacta, arena, grava, suelo suave	1
Tierra compacta, arcilla seca, suelos con menos del 25 % de roca	0.9
Suelos duros con un contenido de roca de hasta 50 %	0.8
Roca escarificada o dinamitada, suelos con hasta 75 % de roca	0.7
Rocas areniscas y caliche	0.6

Por lo cual en el presente estudio se propone el uso de los datos proporcionados por Sağlam & Bettemir (2018), en los cuales establecen los valores de la siguiente tabla:

**Tabla 59***Factor de corrección por hinchamiento de material*

Tipo de material	Cociente de hinchamiento
Tierra suelta, terrenos arenosos, tierra común y material amontonado	1.175
Tierra suelta difícil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	1.13
Cascajo, arcilla seca y dura, suelo natural	1.2
Roca suelta	1.6
Roca fija	1.4

Los cuales son datos que establecen las fronteras entre cada tipo de material, estableciendo como cada tipo de suelo puede influir en el rendimiento, además esta determinación de los datos también sirve para la corrección de la capacidad del cucharón en el caso de las excavadoras por el factor de hinchamiento.

### **Discusión**

- **Factor de corrección final para tractores**

Teniendo en cuenta que el estudio tiene por finalidad la determinación de un factor de corrección final que considere todas las condiciones que afectan al rendimiento, a continuación, se enumeraran como ejemplo, las condiciones de trabajo necesarias para determinar el factor de corrección final:

- a) Para la ciudad del cusco situada a una altitud de 3399 m.s.n.m., con temperatura promedio de 20°C.
- b) Los trabajos se realizarán en condiciones visibles, el terreno a trabajar es tierra suelta difícil de empujar o suelo con grava o arena y la pendiente promedio es de 5%.
- c) La capacidad del operador se considera buena y se utilizara la maquinaria en condiciones de regulares de eficiencia.

- d) En el caso de usar un tractor su hoja será angulable, en el caso de utilizar una excavadora, el ángulo de giro será de 45 a 90°.

Basados en dichas condiciones determinaremos el factor de corrección final según los autores de los trabajos de investigación que fueron utilizados como antecedentes.

**Tabla 60**

*Cuadro de factores de corrección de los antecedentes para las maquinarias consideradas por sus autores considerando las condiciones propuestas*

Modelo	Guadamud	Cadena	3ello y Alvare:	Zegarra	Flores	Flores	Menejez
Factores	D5G LGP	D8R	D6	D6T	D7	D8R	D8T
Capacidad de hoja	1	x	x	x	x	x	1
Tipo de suelo	1	x	1.2	1.2	x	x	1
Factor de Altitud	0.906	x	x	x	x	x	x
Pendiente	1.07	x	0.9	x	0.98	0.98	0.98
Capacidad del operador	x	x	1	x	0.75	0.75	1
Eficiencia	0.75	0.83	0.83	1	0.83	0.83	0.83
Visibilidad	x	x	0.8	0.8	x	x	x
Factor de corrección	0.727	0.83	0.717	0.96	0.61	0.61	0.813
Factor volumétrico	0.89	0.847	0.89	0.89	0.85	0.85	0.85
Producción teórica	80	330	500	160	180	330	810
Producción corregida	51.773	231.922	319.118	136.704	93.338	171.119	560.026
Rendimiento de Standard	414.184	1855.376	2552.944	1093.632	746.704	1368.952	4480.208

Donde:

X: son los valores que no se consideraron en el cálculo de rendimiento.

Nota: los valores numéricos corresponden a coeficientes expresados en porcentajes que sirven para ajustar el rendimiento de la maquinaria pesada.

Como es notable, en la tabla anterior, existe una variedad considerable de factores que no fueron considerados por los autores de los antecedentes que sirvieron de base para la presente investigación, por lo cual se considera que, en algunos casos la corrección del rendimiento no se da a plenitud, por la falta de datos teóricos.

**Tabla 61**

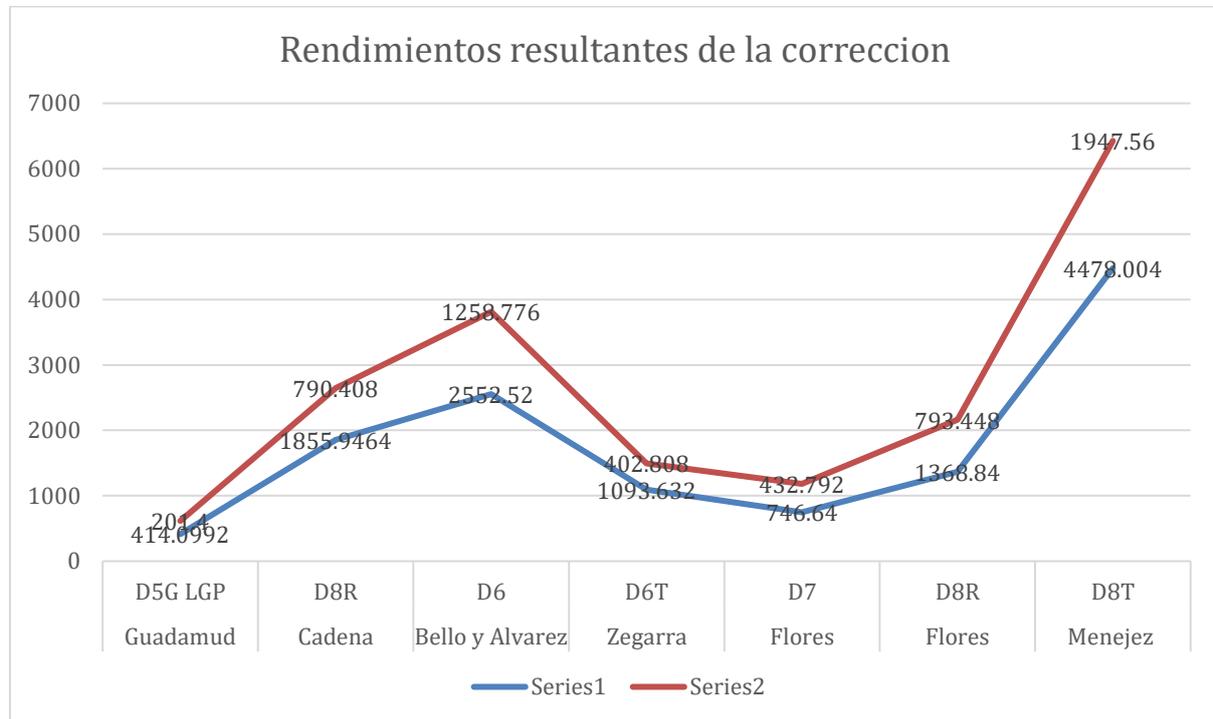
*Cuadro de propuesta de factores de corrección de los antecedentes para las maquinarias consideradas por sus autores*

Modelo	Guadamud	Paucar	Bello y Alvarez	Zegarra	Flores	Flores	Menejez
Factores	D5G LGP	D8R	D6	D6T	D7	D8R	D8T
Capacidad de hoja	1	1	1	1	1	1	1
Tipo de suelo	1	1	1	1	1	1	1
Factor de Altitud	0.675	0.675	0.675	0.675	0.675	0.675	0.675
Pendiente	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
Capacidad del operador	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
Eficiencia	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83
Visibilidad	0.935	0.935	0.935	0.935	0.935	0.935	0.935
Factor de corrección	0.354	0.354	0.354	0.354	0.354	0.354	0.354
Factor volumétrico	0.89	0.847	0.89	0.89	0.85	0.85	0.85
Producción teórica	80	330	500	160	180	330	810
Producción corregida	25.175	98.801	157.347	50.351	54.099	99.181	243.445
Rendimiento Standard	201.4	790.408	1258.776	402.808	432.792	793.448	1947.56

## Grafica 02

Comparación de los valores resultantes de la corrección por parte de los antecedentes

(Guadamud, Cadena, Bello y Alvarez, Zegarra, Flores y Menejez) y los valores resultantes de la corrección con los factores propuestos para tractores



Como es notable en el anterior gráfico, los valores de los rendimientos de los diferentes tractores que fueron estudiados en las investigaciones antecedentes, son mayores a los resultantes del cálculo propuesto en el presente estudio, lo que probaría que, durante el cálculo, la emisión de factores de corrección provoca la consideración de un rendimiento más conveniente, pero podría incurrir en un error durante la ejecución de las labores.

**Tabla 62**

*Cuadro de factores de corrección determinado por Ibáñez y Cruz considerando las condiciones propuestas*

Modelo	D6D	D7G	D8K	D8L	D9L
Capacidad de hoja	0.800	1.000	1.000	1.000	1.000
tipo de suelo	0.980	0.980	0.980	0.980	0.980
Factor de Altitud	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Pendiente	0.990	0.990	0.990	0.990	0.990
Capacidad del operador	0.750	0.750	0.750	0.750	0.750
Eficiencia	0.830	0.830	0.830	0.830	0.830
Maniobra	0.960	0.960	0.960	0.960	0.960
Visibilidad	0.910	0.910	0.910	0.910	0.910
Factor de corrección	0.422	0.528	0.528	0.528	0.528
Factor volumétrico	0.890	0.890	0.890	0.890	0.890
Producción	160.000	220.000	320.000	340.000	640.000
Producción corregida	60.105	103.306	150.263	159.655	300.527

Nota: los valores numéricos corresponden a coeficientes expresados en porcentajes que sirven para ajustar el rendimiento de la maquinaria pesada.

Puesto que Ibáñez y Cruz comparten metodología y consideran los mismos valores para los factores de corrección, se estableció un mismo cuadro para indicar sus consideraciones para los tipos de tractor que son considerados por dichos autores, es necesario señalar que, en ambos casos no tomaron en cuenta al tractor para sus estudios.

Los valores considerados, después de una exhaustiva investigación bibliográfica, parecen haber sido considerados en condiciones ideales y tomando en cuenta los valores propuestos

por los productores de maquinaria pesada, sin embargo, la estandarización de factores como el volumétrico, tipo de suelo, factor de altitud, pendiente o visibilidad, implica la constancia de las condiciones de trabajo y uniformidad de terreno, lo cual no es objetivo, ni siquiera de manera teórica, además la falta de explicación de dichos valores, por parte de ambos autores, no permiten la alteración de la tabla para las necesidades prácticas de cada proyectista.

**Tabla 63:**

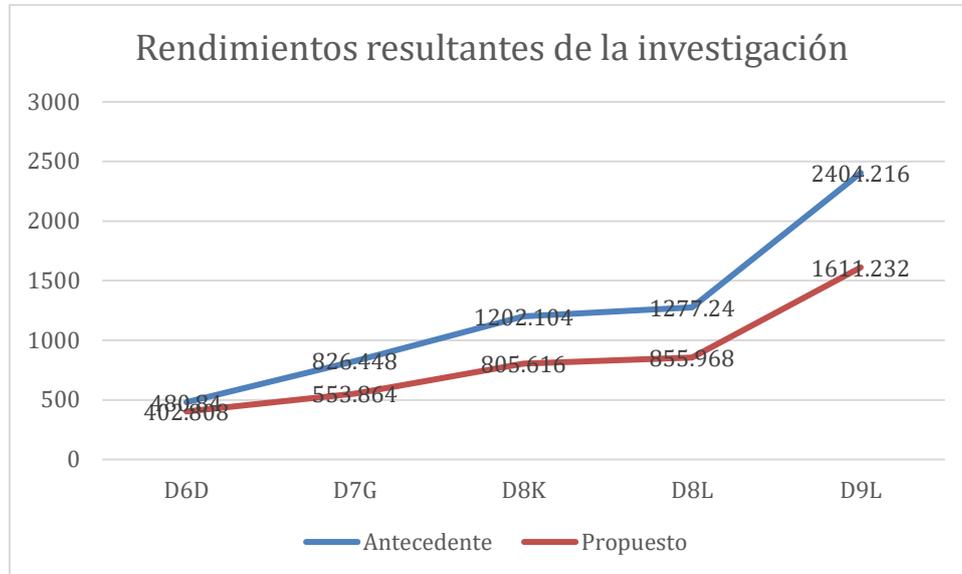
*Propuesta de factores de corrección del presente estudio para los tipos de tractores propuestos*

Modelo	D6D	D7G	D8K	D8L	D9L
Capacidad de hoja	1	1	1	1	1
tipo de suelo	1	1	1	1	1
Factor de Altitud	0.675	0.675	0.675	0.675	0.675
Pendiente	0.900	0.900	0.900	0.900	0.900
Capacidad del operador	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
Eficiencia	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83
Visibilidad	0.935	0.935	0.935	0.935	0.935
Factor de corrección	0.354	0.3534	0.354	0.354	0.354
Factor volumétrico	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89
Producción	160	220	320	340	640
Producción corregida	50.351	69.233	100.702	106.996	201.404

Nota: los valores numéricos corresponden a coeficientes expresados en porcentajes que sirven para ajustar el rendimiento de la maquinaria pesada.

### Grafica 03

Comparación de los valores resultantes de la corrección por parte de los antecedentes (Ibáñez y Cruz) y los valores resultantes de la corrección con los factores propuestos para tractores



Se puede observar que cada autor tomado como antecedente de la presente investigación tiene una manera propia para el cálculo de rendimiento de los equipos que utilizaron para su estudio tomando de referencia al manual de rendimiento de Caterpillar, también se puede observar que cada autor difiere en el número de factores corrección a considerar al momento de realizar el ajustar de rendimiento de la maquinaria.

Como parte del análisis, se está simulando el análisis de los factores de corrección bajo la metodología de la presente investigación, se puede evidenciar que al momento de considerar 7 factores de corrección para el caso específico del tractor sobre orugas existe una variación significativa en el rendimiento de la maquinaria pesada.

- **Factor de corrección final para excavadoras**

Teniendo en cuenta que el estudio tiene por finalidad la determinación de un factor de corrección final que considere todas las condiciones que afectan al rendimiento, a continuación, se enumeraran como ejemplo, las condiciones de trabajo necesarias para determinar el factor de corrección final:

- a) Para la ciudad del cusco situada a una altitud de 3399 m.s.n.m., con temperatura promedio de 20°C.
- b) Los trabajos se realizarán en condiciones visibles, el terreno a trabajar es tierra suelta difícil de empujar o suelo con grava o arena y la pendiente promedio es de 5%.
- c) La capacidad del operador se considera buena y se utilizara la maquinaria en condiciones de regulares de eficiencia.
- d) En el caso de usar un tractor su hoja será angulable, en el caso de utilizar una excavadora, el ángulo de giro será de 45 a 90°.

Basados en dichas condiciones determinaremos el factor de corrección final según los autores de los trabajos de investigación que fueron utilizados como antecedentes y además consideraron a las excavadoras dentro de sus estudios

**Tabla 64***Factores que influyen al rendimiento de excavadoras según los antecedentes*

Autor	Bello - Alvarez	Guadamud	Guadamud
Modelo de Equipo	CAT 320CL	DOOSAN 340	DOOSAN 220 LC-7
Producción teórica	315	421.444	283.141
Factor de capacidad del operador	0.85	1	1
Factor volumétrico	x	0.86	0.86
Factor de compresibilidad	x	0.7	0.7
Factor de carga útil	x	1.05	1.05
Factor de pendiente	x	x	x
Factor de tipo de material	x	1	1
Factor de eficiencia del trabajo	0.83	0.83	0.38
Factor de altura	x	x	x
Factor de corrección	0.7055	x	x
Rendimiento en banco (m <sup>3</sup> /hr)	220	221.101	148.548
Rendimiento Standard (m <sup>3</sup> /día)	1760	1,768.861	1,188.385

Donde

X: factores que no fueron considerados en el cálculo del rendimiento

Nota: Con fines prácticos se realizó la multiplicación de los factores por la producción, considerando la falta de factores como un neutro multiplicativo, además todos los valores son considerados como factores porcentuales, para indicar el porcentaje de reducción o multiplicación, respectiva.

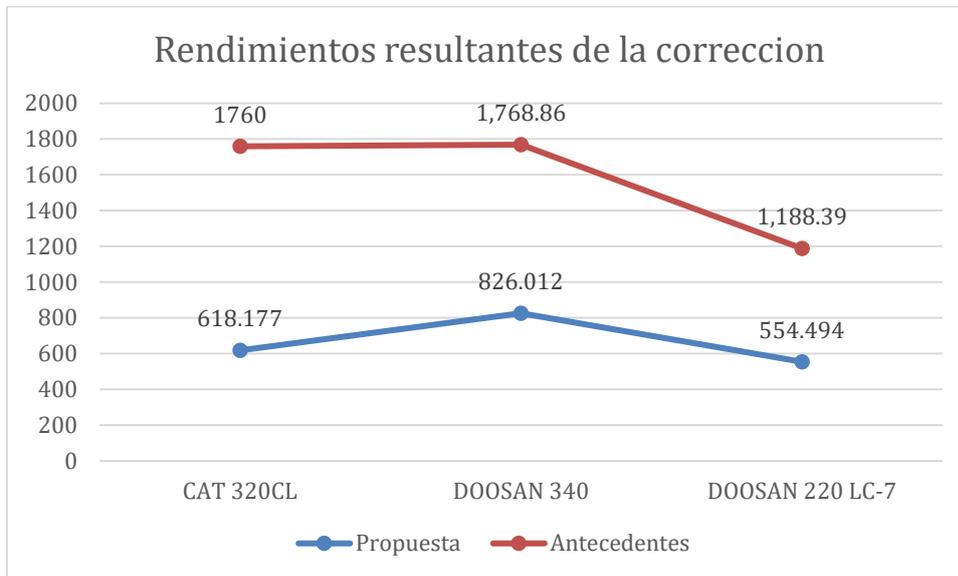
**Tabla 65***Factores propuestos que influyen al rendimiento de excavadoras*

Factores	Autor		
	Bello - Alvarez	Guadamud	Guadamud
Modelo de Equipo	CAT 320CL	DOOSAN 340	DOOSAN 220 LC-7
Producción teórica	315	421.444	283.141
Factor de capacidad del operador	0.75	0.75	0.75
Factor volumétrico	1.13	1.13	1.13
Factor de eficiencia	0.83	0.83	0.83
Factor de visibilidad	0.938	0.938	0.938
Factor de pendiente	0.9	0.9	0.9
Factor de tipo de material	0.8	0.8	0.8
Factor de altura	0.658	0.658	0.658
Factor de corrección	0.277	0.277	0.276
Producción teórica corregida	279.333	373.247	250.557
Rendimiento en banco (m3/hr)	77.272	103.256	69.312
Rendimiento Standard (m3/día)	618.177	826.012	554.494

Nota: los valores numéricos corresponden a coeficientes expresados en porcentajes que sirven para ajustar el rendimiento de la maquinaria pesada.

#### Grafica 04

Comparación de los valores resultantes de la corrección por parte de los antecedentes (Bello - Álvarez y Guadamud) y los valores resultantes de la corrección con los factores propuestos para tractores



Como es notable, los rendimientos calculados considerando los factores de corrección propuestos son menores, siendo casi 33% del propuesto por los autores de los antecedentes del presente trabajo de investigación, lo cual probaría las conclusiones de dichos autores, al diferir del calculo ideal usando la corrección propuesta por caterpillar.

**Tabla 66**

*Factores propuestos que influyen el rendimiento de excavadoras considerados en la presente investigación*

Modelo de Equipo	312D2 (312)	318D2 (315)	M315D2 (315)	M316D (315)	M317D2 (315)	390F (HB2)	390F (JC)
Tipo de material	Tierra suelta difícil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada						
Intervalo inferior del factor de Tipo de Material	0.700	0.700	0.700	0.700	0.700	0.700	0.700
Intervalo superior del factor de Tipo de Material	0.900	0.900	0.900	0.900	0.900	0.900	0.900
Factor de Tipo de Material (1)	0.800	0.800	0.800	0.800	0.800	0.800	0.800
Capacidad teórica del Cucharón (a)	0.760	0.910	0.910	0.910	0.910	4.600	6.000
Producción teórica	98.701	118.182	118.182	118.182	118.182	597.403	779.221
Factor volumétrico (b)	0.900	0.900	0.900	0.900	0.900	0.900	0.900
Capacidad corregida del Cucharón (a/b)	0.844	1.011	1.011	1.011	1.011	5.111	6.667

Factor Capacidad del operador	Bueno						
Factor Capacidad del operador (2)	0.750	0.750	0.750	0.750	0.750	0.750	0.750
Factor de Eficiencia del trabajo (3)	0.750	0.833	0.833	0.833	0.833	0.833	0.833
Altitud	3399.000	3399.000	3399.000	3399.000	3399.000	3399.000	3399.000
Factor de Altitud (4)	0.675	0.652	0.652	0.652	0.652	0.652	0.652
Estado de visibilidad	Visible						
Factor de Visibilidad (5)	0.938	0.938	0.938	0.938	0.938	0.938	0.938
Pendiente	5	5	5	5	5	5	5
Factor de Pendiente del territorio (6)	0.900	0.900	0.900	0.900	0.900	0.900	0.900
Producción corregida (7)	109.668	131.313	131.313	131.313	131.313	663.781	865.801
Factor de corrección final (1*2*3*4*5*6=8)	0.257	0.275	0.275	0.275	0.275	0.275	0.275
Rendimiento real (7*8) (m3/hr)	28.141	36.139	36.139	36.139	36.139	182.679	238.276
Rendimiento diario (m3/día)	225.127	289.109	289.109	289.109	289.109	1461.428	1906.211

En la tabla anterior se puede observar los valores totales para las maquinarias que Caterpillar propone para la ubicación geográfica en la que se encuentra el Perú, es necesario señalar que los datos físicos de las maquinarias son extraíbles del manual, por lo tanto, son datos estandarizados que pueden ser utilizados.

## Matriz de consistencia

### Matriz de consistencia

Formulación de problema general	Objetivo general	Hipotesis General	Variables	Dimensiones	Indicadores	Items	Dmensiones	Metodologia
"Cuáles son los principales factores de corrección que afectan los rendimientos de la maquinaria pesada en el movimiento de tierras"	Describir los factores de corrección que afectan el rendimiento de la maquinaria pesada en el movimiento de tierras	"Los factores de corrección en el cálculo de rendimiento de maquinaria pesada en movimiento de tierras, en la actualidad no son desarrolladas adecuadamente"	• Variable 1: factores de corrección de rendimiento de maquina pesada	Capacidad del operador	Excelente	100%	•Excavadora •Tractor	Diseño de investigación
					Bueno	75%		
					Regular	60%		
				Eficiencia del trabajo	Bueno	83%	•Excavadora •Tractor	•no experimetnal •transversal •observacional
					Regular	75%		
					mala	67%		
				Visibilidad	Muy Visible	100.00%	•Excavadora •Tractor	Tipo de investigación
					Visible	94.00%		
					Poco visible	88.00%		
				Pendiente del terreno	Pendiente alta(positivo)	-30° a -20°	•Excavadora •Tractor	•cuantitativa
					Pendiente moderada(positivo)	-20° a -10°		
					Pendiente leve(positivo)	-10° a 0°		
					Llano	0°		
					Pendiente leve(negativo)	0° a 10°		
					Pendiente moderada(negativo)	10° a 20°		
Altitud del terreno	Pendiente alta(negativo)	20° a 30°	•Excavadora •Tractor	Nivel de investigación				
	Costa-Selva	0 - 1000						
	Sierra-Selva	1000-2000						
	Sierra baja	2000-3000						
	Sierra intermedia	3000-3800						
Tipo de material	Sierra Alta	> a 3800	•Excavadora •Tractor	•descriptiva				
	Material blando	0.9-1.10						
	Material intermedio	0.7-0.9						
	Material duro	0.6-0.7						
	Roca suelta	0.4-0.6						
Capacidad de la hoja de corte	Roca Fija	0.4-0.6	•Tractor	Población				
	Tipo de hoja de corte	Recta			•Excavadora •Tractor			
		Angular						
		Universal						
Semi-Universal								
Factor de hinchamiento	Material blando	1.25 - 1.35	•Excavadora	Rendimiento de la maquinaria pesada con respecto a las actividades de corte, basadas en el decreto legislativo N° 398				
	Material intermedio	1.15 - 1.2						
	Material duro	1.6						
	Roca suelta	1.4-1.6						
	Roca Fija	1.4-1.6						
¿Cómo es el cálculo de rendimiento de maquinaria pesada utilizando factores de corrección?	Evaluar los métodos actuales de ajuste utilizados en el cálculo de rendimiento de maquinaria pesada en actividades de movimiento de tierra	"las técnicas de cálculo de rendimiento de maquinaria pesada mediante factores de corrección, no están claramente definidos"	• Variable 2: rendimiento de la maquinara pesada.	•m3/dia o m3/hora	•m3/dia o m3/hora	m3/Hr	Muestra •Excavadora •Tractor	
¿Es posible aplicar la verificación de los factores que afectan al rendimiento en campo?	Proponer una metodología basada en resultados del análisis para optimizar el uso del rendimiento de la maquinaria pesada durante actividades de movimiento de tierra	Los factores de corrección afectan directamente al rendimiento						
"Proponer una metodología propia para el cálculo de rendimiento de maquinaria pesada en actividades de movimiento de tierra"	"Proponer una metodología propia para el cálculo de rendimiento de maquinaria pesada en actividades de movimiento de tierra"	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....

## Conclusiones

- Se describieron ocho factores de corrección esenciales que intervienen en la corrección del rendimiento de maquinaria pesada siendo estos a) Capacidad del cucharón: referida a las características técnicas y funcionales de la hoja que determinan la capacidad para realizar la tarea de corte de material en diferentes condiciones de terrenos, b) Factor de hinchamiento: Esta referido al aumento de volumen que experimenta un material cuando este es remido o extraído de su estado natural y pasa a un estado suelto ,c) Tipo de suelo: Este influye de manera directa sobre el rendimiento, la eficiencia y la selección de la maquinaria pesada en diferentes tipos de proyectos de construcción civil y mineros ya que cada tipo de suelo presenta características físicas y mecánicas propias que afectan la productividad de maquinaria pesada , d) Altitud: Esta referida a cómo influye las condiciones atmosféricas que afectan su funcionamiento, ya que a mayor altitud disminuye el rendimiento así como disminuye la densidad del aire, e) Pendiente del terreno: Los terrenos inclinados presentan desafíos relacionados con la estabilidad, la tracción, desgaste y el riesgo de accidentes, lo que adaptará las estrategias de operación y elegir un equipo adecuado , f) Capacidad del operador: Esta referido al conjunto de habilidades, conocimientos, y competencias que posee un operador de maquinaria pesada para poder efectuar su trabajo en diferentes entornos y salir de situaciones adversas , g) Eficiencia de trabajo: Se refiere a la capacidad de una maquinaria para realizar tareas específicas con el máximo rendimiento haciendo el menor consumo de recursos y dentro de un tiempo razonable, h) visibilidad: Esta referida a la capacidad que tiene el operador para tener un campo de visión claro y suficiente desde su posición de trabajo, garantizando la seguridad y precisión en las operaciones.
- En el ámbito de la ingeniería, referido a rendimiento, se tiene una serie de factores que se manejan para establecer presupuestos de obra. Entre estos se tiene: Eficiencia, Capacidad del Operador, Visibilidad, Altitud, Maniobra, Tipo de Material, Capacidad de la Hoja, clima,

coeficiente de administración, Factor de Hinchamiento de material, Coeficiente de adherencia de los neumáticos y/o Orugas. Sin embargo, Para esta investigación se ha identificado los factores más relevantes que son Capacidad de la Hoja de Corte, Tipo de Material, Altitud, Pendiente, Visibilidad, Capacidad del Operador, Eficiencia y Factor de Hinchamiento del material ya que mediante estos se pueden generar expedientes técnicos.

- Actualmente en el Perú se utiliza la RESOLUCIÓN MINISTERIAL N°001-87-TC/VMT , la cual utiliza tablas clasificadas por altitud y tipo de material así como por maquinaria pesada para el cálculo de rendimiento. A su vez, Ibáñez (2012) y Cruz (2009) han propuesto factores de corrección para ajustar los valores teóricos de rendimiento de cada maquinaria pesada. Complementariamente, el manual de rendimiento ofrece valores referenciales que son usados como guía la mejor obtención del rendimiento que permiten una mejor planificación.
- Esta investigación anexa tablas y hojas de cálculo que detallan la forma de obtención de valores específicos que son resultados de ciertas condiciones específicas. Lo cual se observa en las tablas .....
- En nuestro medio a la actualidad no se ha podido evidenciar una normativa que estandarice técnicas o procedimientos para la corrección del cálculo de rendimientos por factores que afecten su desempeño.
- Hasta la fecha, ni autores tomados como antecedentes ni los fabricantes de la maquinaria pesada estudiada, han desarrollado una metodología de cálculo precisa para los factores de corrección de rendimiento de equipo mecánico. Aunque algunos fabricantes como lo es la marca Caterpillar, proporcionan tablas referenciales y guías que carecen de ejemplos prácticos o procedimientos que expliquen de manera explícita el ajuste de rendimiento.

## **Recomendaciones**

- Se sugiere ampliar la investigación de factores de corrección de las maquinarias que no estén vinculadas con el movimiento de tierras en los expedientes técnicos, siendo estas el cargador frontal, motoniveladora, rodillo, volquete.
- Se recomienda solicitar el acceso a la información específica sobre factores de corrección para el cálculo de rendimiento a los fabricantes como lo es Caterpillar y/o Komatsu, debido a que los fabricantes poseen información específica de las maquinarias bajo las condiciones de trabajo a las que son expuestas.
- Se sugiere incorporar en la legislación actual, cláusulas que aseguren la consideración de los factores de corrección de rendimiento de maquinaria pesada en la planificación de obras
- Se recomienda realizar pruebas de campo que permitan corroborar los cálculos que se incorporaron en este estudio

## Anexos

*Imagen 13 Memoria de cálculo de factores de corrección de rendimientos para tractor sobre orugas*

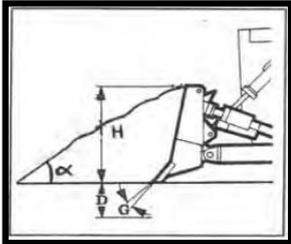
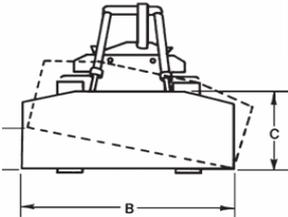


UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



Integrantes	Br.Morales Mendoza José Richard	Codigos:	151538
	Br.Silva Hurtado Alan Eduardo		141070
Asesor:	Dr.Ing.Orlando barreto Jara		

Tema: FACTORES DE CORRECCIÓN EN RENDIMIENTOS DE MAQUINARIA PESADA EN MOVIMIENTO DE TIERRAS

RENDIMIENTO DE TRACTOR							
BULLDOZER							
CAPACIDAD DE LA HOJA							
Modelo	CAT D6D	Tipo de hoja	Recta	Longitud de la hoja	5.12	Altura hoja	1.257
Clase de material	Tierra suelta, terrenos arenosos, tierra común y material amontonado					FORMULA	
Ang. De estabilidad de material	20° a 45°	Ang.recomendado				$V = \frac{l \cdot h^2}{2 \cdot \tan \phi} \cdot k.$	
		44					
Coeficiente de llenado	1.05-1.45	Coef.recomendado					
		1.1					
Capacidad de la hoja	3.99						
Capacidad teorica de la hoja	4						
Factor de hoja de corte	0.997295931						
<b>EFICIENCIA GENERAL</b>		<b>Visibilidad</b>					
Bueno		0.83333333		Visible		0.938	
<b>Capacidad del operador</b>		<b>PENDIENTE</b>					
Promedio		0.75		Pendiente		-1.00	
				Factor de pendiente		1.02	

ALTITUD			
PRESIÓN INSITU			
$P = P_0 * e^{-\left(\frac{\rho_0}{P_0}\right) * g * y}$			
Po	1	presión atmosférica(al iniciar)	
Po	101300	presión atmosférica inicial en N/m	
ρ0	1.3	Densidad del aire	
g	9.81	gravedad	
Y	100	altura respecto del nivel del mar	
P.insitu	0.987	presión atmosférica inicial en N/m	
POTENCIA INSITU			
MODELO	CAT D6D		
Potencia T.(ob)	165	Potencia teorica	
T. Inicial	273	en grados Kelvin	
T(°C)(insitu)	20	°C	
T(°K)(insitu)	293	convertida a grados Kelvin	
Pot. Insitu(Ni)	168.7986429		
Factor altitud	<b>1.023</b>		
$\frac{N_I}{N_{I0}} = \left(\frac{P}{P_0}\right)^a * \left(\frac{T}{T_0}\right)^b$			
TIPO DE MATERIAL			
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	0.9-1.10	
	Valor de material	1	
ESPONJAMIENTO			
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	0.85	
$F_w = \frac{V_b}{V_s} = \frac{D_s}{D_b}$			
TIEMPO DE CICLO			
$T = \frac{d}{A} + \frac{D}{B} + \frac{D1}{R}$			
d= Dist. Corte	20	<b>1.59 min</b>	
D= Dist. De acarreo	40		
D1= Dist. De retorno	60		
A= Vel. Avance Corte	65.00		
B= Vel. Avance Acarreo	65.00		
R= Vel. Retroceso	145.00		
Vel. avance (m/min)	1		65.00
Vel. avance (m/min)	1		65.00
Vel. retroceso (m/min)	2		145.00
Tiempo fijo	15 seg		0.25 min
RENDIMIENTO DEL TRACTOR			
<b>78.160 m3/hr</b>			



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL			
Integrantes	Br.Morales Mendoza José Richard	Codigos:	151538
	Br.Silva Hurtado Alan Eduardo		141070
Asesor:	Dr.Ing.Orlando barreto Jara		
Tema:	FACTORES DE CORRECCIÓN EN RENDIMIENTOS DE MAQUINARIA PESADA EN MOVIMIENTO DE TIERRAS		



RENDIMIENTO DE LA EXCAVADORA														
EXCAVADORA														
PRODUCCION TEORICA														
Modelo	312D2		Capacidad Teorica en m3	0.76										
Familia	312													
Produccion Teorica	98.7012987													
Tipo de material			Cascajo, arcilla seca y dura, suelo natural											
Factor de Hinchamiento			1.2											
Condiciones de trabajo del equipo														
Prof. de Exc	2-4m	Angulo de giro	90°-180°	Condicion	REGULAR	Descarga	VOLQUETA							
Duracion de los Ciclos en segundos				27.72										
Profundidad max de Excavacion en metros	5.54		$Capacidad\ corregida = \frac{Capacidad\ teorica}{Factor\ de\ hinchamiento}$ $Produccion\ Teorica = \frac{Ciclos * Capacidad\ corregida}{60}$											
Profundidad de Excavacion en metros	2.1													
% de profundidad max	37.90613718													
% Escogido	30													
Angulo	60													
Factor de Profundidad	1.26													
Capacidad corregida	0.633333333													
<b>EFICIENCIA GENERAL</b>								<b>Visibilidad</b>						
Bueno								0.83		Poco visible			0.876	
<b>Capacidad del operador</b>								<b>PENDIENTE</b>						
Deficiente			0.6		Pendiente			-1.00						
					Factor de pendiente			1.02						

**ALTITUD**  
**PRESIÓN INSITU**

$$P = P_0 * e^{-\left(\frac{\rho_0}{P_0}\right) * g * y}$$

Po	1	presión atmosférica
Po	101300	presión atmosférica inicial en N/m
ρ0	1.3	Densidad del aire
g	9.81	gravedad
Y	0	altura respecto del nivel del mar
<b>P.insitu</b>	<b>1.000</b>	presión atmosférica inicial en N/m

**FACTOR DE ALTITUD**

MODELO	312D2 (312)		
Potencia T.(ob)	74	Potencia teórica	
T. Inicial	288	en grados Kelvin	
T(°C)(insitu)	20	°C	$\frac{N_I}{N_{I0}} = \left(\frac{P}{P_0}\right)^a * \left(\frac{T}{T_0}\right)^b$
T(°K)(insitu)	293	convertida a grados Kelvin	
Pot. Insitu(Ni)	74.639597		
Factor altitud	<b>1.009</b>		

**TIPO DE MATERIAL**

Casajo, arcilla seca y dura, suelo natural	0.6-0.7
Valor recomendado	0.65

**FACTOR DE CORRECCION FINAL**

F	0.291835516
---	-------------

**PRODUCCION TEORICA CORREGIDA**

Produccion Teórica	82.25108225
--------------------	-------------

**RENDIMIENTO DE LA EXCAVADORA**

*Rendimiento de la excavadora = Produccion Teórica corregida \* Factor de correccion final*

**24.00378702**

Resultados de la propuesta aplicada al “ MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE LA CARRETERA PAUCARTAMBO – ABRA ACJANACU, EN LOS TRAMOS: PAUCARTAMBO (DESVÍO CU-113) – LLAYCHU – KAPACHI (EMP CU – 989), KAPACHI (EMP CU – 989) – SUNCHUBAMBA – JAJAHUANA – CHALLABAMBA- DESVIO CU990, EMP. CU-989 (CHALLABAMBA) – EMP CU- 113 (ABRA ACJANACU), EN LOS DISTRITOS DE PAUCARTAMBO Y CHALLABAMBA DE LA PROVINCIA DE PAUCARTAMBO - DEPARTAMENTO DE CUSCO”



Tema: Factores de corrección de rendimiento de maquinaria pesada en movimiento de tierras		
Validación de Datos		
Item	Datos	
1	Encargado de la obra	
	Ing. WILFREDO VALENCIA HERRERA	
2	Presupuesto de la partida	
	\$3,645,726.15	
3	Entidad ejecutora	
	Gerencia regional de Transportes y Comunicaciones	
4	Localización de la obra	
	PROVINCIA DE PAUCARTAMBO – DEPARTAMENTO DEL CUSCO	
5	Nombre la obra	
	<p>“ MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE LA CARRETERA PAUCARTAMBO – ABRA ACJANACU, EN LOS TRAMOS: PAUCARTAMBO (DESVIÓ CU-113) – LLAYCHU – KAPACHI (EMP CU – 989), KAPACHI (EMP CU – 989) – SUNCHUBAMBA – JAJAHUANA – CHALLABAMBA- DESVIO CU990, EMP. CU-989 (CHALLABAMBA) – EMP CU- 113 (ABRA ACJANACU), EN LOS DISTRITOS DE PAUCARTAMBO Y CHALLABAMBA DE LA PROVINCIA DE PAUCARTAMBO - DEPARTAMENTO DE CUSCO”</p>	
6	Maquinaria utilizada (modelo del tractor o excavadora)	
	HX145A LCR (HYUNDAI)	
7	Rendimiento proyectado (m3/h)	
	62.75	
	Rendimiento propuesto (m3/h)	
	9.26	
	Rendimiento real (m3/h)	
	12.54	
8	Tipo de suelo (m3)	
	Material blando	1803.08
	Material intermedio	
	Material duro	
	Roca suelta	
	Roca Fija	
9	Capacidad del operador	
	Excelente	100%
	Bueno	75%
	Regular	60%
10	Ritmo de trabajo	
	Bueno	83%
	Regular	75%
	mala	67%
11	Altitud	
	3530	msnm
12	Visibilidad	
	Muy Visible	100.00%
	Visible	94%
	Poco visible	88%
13	Pendiente	
	20	%
14	Temperatura	
	5	°c



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



Integrantes Br.Morales Mendoza José Richard Codigos: 151538  
Br.Silva Hurtado Alan Eduardo 141070  
Asesor: Dr.Ing.Orlando barreto Jara

Tema: FACTORES DE CORRECCIÓN EN RENDIMIENTOS DE MAQUINARIA PESADA EN MOVIMIENTO DE TIERRAS

## RENDIMIENTO DE LA EXCAVADORA

### EXCAVADORA

#### PRODUCCION TEORICA

Modelo	HX145A LCR	Capacidad Teorica en m3	0.77
Familia	HYUNDAI		
Produccion Teorica	58.9787234		

Tipo de material	Tierra suelta, terrenos arenosos, tierra común y material amontonado
Factor de Hinchamiento	1.175

#### Condiciones de trabajo del equipo

Prof. de Exc	>4m	Angulo de giro	90°- 180°	Condicion	REGULAR	Descarga	VOLQUETA
Duracion de los Ciclos en segundos				47			

Profundidad max de Excavacion en metros	5.94	$Capacidad\ corregida = \frac{Capacidad\ teorica}{Factor\ de\ hinchamiento}$ $Produccion\ Teorica = \frac{Ciclos * Capacidad\ corregida}{60}$
Profundidad de Excavacion en metros	5	
% de profundidad max	84.17508418	
% Escogido	70	
Angulo	90	
Factor de Profundidad	1	
Capacidad corregida	0.655319149	

#### EFICIENCIA GENERAL

Regular 0.75

#### Visibilidad

Visible 0.938

#### Capacidad del operador

Promedio 0.75

#### PENDIENTE

Pendiente 20.00  
Factor de pendiente 0.56



**ALTITUD**  
**PRESIÓN INSITU**

$$P = P_0 * e^{-\left(\frac{\rho_0}{P_0}\right) * g * y}$$

Po	1	presión atmosférica
Po	101300	presión atmosférica inicial en N/m
ρ0	1.3	Densidad del aire
g	9.81	gravedad
Y	3530	altura respecto del nivel del mar
P.insitu	0.641	presión atmosférica inicial en N/m

**FACTOR DE ALTITUD**

MODELO	5A LCR (HYUNDAI)	
Potencia T.(ob)	134	Potencia teórica
T. Inicial	293	en grados Kelvin
T(°C)(insitu)	5	°C
T(°K)(insitu)	278	convertida a grados Kelvin
Pot. Insitu(Ni)	83.6934233	
Factor altitud	0.625	

$$\frac{N_I}{N_{I0}} = \left(\frac{P}{P_0}\right)^a * \left(\frac{T}{T_0}\right)^b$$

**TIPO DE MATERIAL**

Tierra suelta, terrenos arenosos, tierra común y material amontonado	0.9-1.10
Valor recomendado	1

**FACTOR DE CORRECCION FINAL**

F	0.18466875
---	------------

**PRODUCCION TEORICA CORREGIDA**

Produccion Teorica	50.19465822
--------------------	-------------

**RENDIMIENTO DE LA EXCAVADORA**

*Rendimiento de la excavadora = Produccion Teorica corregida \* Factor de correccion final*

**9.269384789**



Tema: Factores de corrección de rendimiento de maquinaria pesada en movimiento de tierras		
Validación de Datos		
Item	Datos	
1	Encargado de la obra	
	Ing. WILFREDO VALENCIA HERRERA	
2	Presupuesto de la partida	
	\$3,645,726.15	
3	Entidad ejecutora	
	Gerencia regional de Transportes y Comunicaciones	
4	Localización de la obra	
	PROVINCIA DE PAUCARTAMBO – DEPARTAMENTO DEL CUSCO	
5	Nombre la obra	
	<p>“ MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE LA CARRETERA PAUCARTAMBO – ABRA ACJANACU, EN LOS TRAMOS: PAUCARTAMBO (DESVIÓ CU-113) – LLAYCHU – KAPACHI (EMP CU – 989), KAPACHI (EMP CU – 989) – SUNCHUBAMBA – JAJAHUANA – CHALLABAMBA- DESVIO CU990, EMP. CU-989 (CHALLABAMBA) – EMP CU- 113 (ABRA ACJANACU), EN LOS DISTRITOS DE PAUCARTAMBO Y CHALLABAMBA DE LA PROVINCIA DE PAUCARTAMBO - DEPARTAMENTO DE CUSCO”</p>	
6	Maquinaria utilizada (modelo del tractor o excavadora)	
	HX300SL (HYUNDAI)	
7	Rendimiento proyectado (m3/h)	
	62.75	
	Rendimiento propuesto (m3/h)	
	14.52	
	Rendimiento real (m3/h)	
	12.54	
8	Tipo de suelo (m3)	
	Material blando	1828.16
	Material intermedio	
	Material duro	
	Roca suelta	
	Roca Fija	
9	Capacidad del operador	
	Excelente	100%
	Bueno	75%
	Regular	60%
10	Ritmo de trabajo	
	Bueno	83%
	Regular	75%
	mala	67%
11	Altitud	
	3530	msnm
12	Visibilidad	
	Muy Visible	100.00%
	Visible	94%
	Poco visible	88%
13	Pendiente	
	20	%
14	Temperatura	
	5	°c



Integrantes Br.Morales Mendoza José Richard Codigos: 151538  
 Br.Silva Hurtado Alan Eduardo 141070  
 Asesor: Dr.Ing.Orlando barreto Jara

Tema: FACTORES DE CORRECCIÓN EN RENDIMIENTOS DE MAQUINARIA PESADA EN MOVIMIENTO DE TIERRAS

## RENDIMIENTO DE LA EXCAVADORA

### EXCAVADORA

#### PRODUCCION TEORICA

Modelo	HX300SL	Capacidad Teorica en m3	1.27
Familia	HYUNDAI		
Produccion Teorica	97.27659574		
Tipo de material	Tierra suelta, terrenos arenosos, tierra común y material amontonado		
Factor de Hinchamiento	1.175		
<b>Condiciones de trabajo del equipo</b>			
Prof. de Exc	>4m	Angulo de giro	90°- 180°
		Condicion	REGULAR
		Descarga	VOLQUETA
Duracion de los Ciclos en segundos		47	
Profundidad max de Excavacion en metros	7.4		
Profundidad de Excavacion en metros	5		
% de profundidad max	67.56756757		
% Escogido	70		
Angulo	90		
Factor de Profundidad	1		
Capacidad corregida	1.080851064		

$$Capacidad\ corregida = \frac{Capacidad\ teorica}{Factor\ de\ hinchamiento}$$

$$Produccion\ Teorica = \frac{Ciclos * Capacidad\ corregida}{60}$$

#### EFICIENCIA GENERAL

Regular 0.75

#### Visibilidad

Visible 0.938

#### Capacidad del operador

Promedio 0.75

#### PENDIENTE

Pendiente 20.00

Factor de pendiente 0.56



ALTITUD		
PRESIÓN INSITU		
$P = P_0 * e^{-\left(\frac{\rho_0}{P_0}\right) * g * y}$		
Po	1	presión atmosférica
Po	101300	presión atmosférica inicial en N/m
ρ0	1.3	Densidad del aire
g	9.81	gravedad
Y	3530	altura respecto del nivel del mar
P.insitu	0.641	presión atmosférica inicial en N/m
FACTOR DE ALTITUD		
MODELO	300SL (HYUNDAI)	
Potencia T.(ob)	276	Potencia teórica
T. Inicial	293	en grados Kelvin
T(°C)(insitu)	5	°C
T(°K)(insitu)	278	convertida a grados Kelvin
Pot. Insitu(Ni)	172.383469	
Factor altitud	0.625	
$\frac{N_I}{N_{I0}} = \left(\frac{P}{P_0}\right)^a * \left(\frac{T}{T_0}\right)^b$		
TIPO DE MATERIAL		
Tierra suelta, terrenos arenosos, tierra común y material amontonado	0.9-1.10	
Valor recomendado	0.95	
FACTOR DE CORRECCION FINAL		
F	0.175435313	
PRODUCCION TEORICA CORREGIDA		
Produccion Teorica	82.78859212	
RENDIMIENTO DE LA EXCAVADORA		
<i>Rendimiento de la excavadora = Produccion Teorica corregida * Factor de correccion final</i>		
14.52404253		



Tema: Factores de corrección de rendimiento de maquinaria pesada en movimiento de tierras		
Validación de Datos		
Item	Datos	
1	Encargado de la obra	
	Ing. WILFREDO VALENCIA HERRERA	
2	Presupuesto de la partida	
	\$3,645,726.15	
3	Entidad ejecutora	
	Gerencia regional de Transportes y Comunicaciones	
4	Localización de la obra	
	PROVINCIA DE PAUCARTAMBO – DEPARTAMENTO DEL CUSCO	
5	Nombre la obra	
	“ MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE LA CARRETERA PAUCARTAMBO – ABRA ACJANACU, EN LOS TRAMOS: PAUCARTAMBO (DESVIÓ CU-113) – LLAYCHU – KAPACHI (EMP CU – 989), KAPACHI (EMP CU – 989) – SUNCHUBAMBA – JAJAHUANA – CHALLABAMBA- DESVIO CU990, EMP. CU-989 (CHALLABAMBA) – EMP CU- 113 (ABRA ACJANACU), EN LOS DISTRITOS DE PAUCARTAMBO Y CHALLABAMBA DE LA PROVINCIA DE PAUCARTAMBO - DEPARTAMENTO DE CUSCO”	
6	Maquinaria utilizada (modelo del tractor o excavadora)	
	HX225SL (HYUNDAI)	
7	Rendimiento proyectado (m3/h)	
	62.75	
	Rendimiento propuesto (m3/h)	
	13.72	
	Rendimiento real (m3/h)	
	12.54	
8	Tipo de suelo (m3)	
	Material blando	1776.75
	Material intermedio	
	Material duro	
	Roca suelta	
	Roca Fija	
9	Capacidad del operador	
	Excelente	100%
	Bueno	75%
	Regular	60%
10	Ritmo de trabajo	
	Bueno	83%
	Regular	75%
	mala	67%
11	Altitud	
	3530	msnm
12	Visibilidad	
	Muy Visible	100.00%
	Visible	94%
	Poco visible	88%
13	Pendiente	
	20	%
14	Temperatura	
	5	°c



Integrantes Br.Morales Mendoza José Richard Códigos: 151538  
 Br.Silva Hurtado Alan Eduardo 141070  
 Asesor: Dr.Ing.Orlando barreto Jara

Tema: FACTORES DE CORRECCIÓN EN RENDIMIENTOS DE MAQUINARIA PESADA EN MOVIMIENTO DE TIERRAS

## RENDIMIENTO DE LA EXCAVADORA

### EXCAVADORA

#### PRODUCCION TEORICA

Modelo	HX225SL	Capacidad Teorica en m3	1.2
Familia	HYUNDAI		
Produccion Teorica	91.91489362		
Tipo de material	Tierra suelta, terrenos arenosos, tierra común y material amontonado		
Factor de Hinchamiento	1.175		
<b>Condiciones de trabajo del equipo</b>			
Prof. de Exc	>4m	Angulo de giro	90°-180°
		Condicion	REGULAR
		Descarga	VOLQUETA
Duracion de los Ciclos en segundos		47	
Profundidad max de Excavacion en metros	6.73		
Profundidad de Excavacion en metros	5		
% de profundidad max	74.29420505		
% Escogido	70		
Angulo	90		
Factor de Profundidad	1		
Capacidad corregida	1.021276596		

$$Capacidad\ corregida = \frac{Capacidad\ teorica}{Factor\ de\ hinchamiento}$$

$$Produccion\ Teorica = \frac{Ciclos * Capacidad\ corregida}{60}$$

#### EFICIENCIA GENERAL

Regular 0.75

#### Visibilidad

Visible 0.938

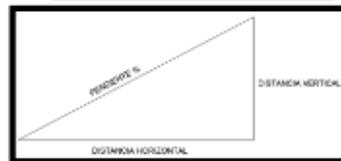
#### Capacidad del operador

Promedio 0.75

#### PENDIENTE

Pendiente 20.00

Factor de pendiente 0.56



ALTITUD		
PRESIÓN INSITU		
$P = P_0 * e^{-\left(\frac{\rho_0}{P_0}\right) * g * y}$		
Po	1	presión atmosférica
Po	101300	presión atmosférica inicial en N/m
ρ0	1.3	Densidad del aire
g	9.81	gravedad
Y	3530	altura respecto del nivel del mar
P.insitu	0.641	presión atmosférica inicial en N/m
FACTOR DE ALTITUD		
MODELO	225SL (HYUNDAI)	
Potencia T.(ob)	150	Potencia teórica
T. Inicial	293	en grados Kelvin
T(°C)(insitu)	5	°C
T(°K)(insitu)	278	convertida a grados Kelvin
Pot. Insitu(NI)	93.6866679	
Factor altitud	0.625	
$\frac{N_I}{N_{I0}} = \left(\frac{P}{P_0}\right)^a * \left(\frac{T}{T_0}\right)^b$		
TIPO DE MATERIAL		
Tierra suelta, terrenos arenosos, tierra común y material amontonado	0.9-1.10	
Valor recomendado	0.95	
FACTOR DE CORRECCION FINAL		
F	0.175435313	
PRODUCCION TEORICA CORREGIDA		
Produccion Teórica	78.22544138	
RENDIMIENTO DE LA EXCAVADORA		
<i>Rendimiento de la excavadora = Produccion Teórica corregida * Factor de correccion final</i>		
13.72350475		



Tema: Factores de corrección de rendimiento de maquinaria pesada en movimiento de tierras		
Validación de Datos		
Item	Datos	
1	Encargado de la obra	
	Ing. WILFREDO VALENCIA HERRERA	
2	Presupuesto de la partida	
	\$3,645,726.15	
3	Entidad ejecutora	
	Gerencia regional de Transportes y Comunicaciones	
4	Localización de la obra	
	PROVINCIA DE PAUCARTAMBO – DEPARTAMENTO DEL CUSCO	
5	Nombre la obra	
	“ MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE LA CARRETERA PAUCARTAMBO – ABRA ACJANACU, EN LOS TRAMOS: PAUCARTAMBO (DESVIÓ CU-113) – LLAYCHU – KAPACHI (EMP CU – 989), KAPACHI (EMP CU – 989) – SUNCHUBAMBA – JAJAHUANA – CHALLABAMBA- DESVIO CU990, EMP. CU-989 (CHALLABAMBA) – EMP CU- 113 (ABRA ACJANACU), EN LOS DISTRITOS DE PAUCARTAMBO Y CHALLABAMBA DE LA PROVINCIA DE PAUCARTAMBO - DEPARTAMENTO DE CUSCO”	
6	Maquinaria utilizada (modelo del tractor o excavadora)	
	HX220A L (HYUNDAI)	
7	Rendimiento proyectado (m3/h)	
	62.75	
	Rendimiento propuesto (m3/h)	
	13.41	
	Rendimiento real (m3/h)	
	11.64	
8	Tipo de suelo (m3)	
	Material blando	
	Material intermedio	1277.64457
	Material duro	
	Roca suelta	
	Roca Fija	
9	Capacidad del operador	
	Excelente	100%
	Bueno	75%
	Regular	60%
10	Ritmo de trabajo	
	Bueno	83%
	Regular	75%
	mala	67%
11	Altitud	
	3530	msnm
12	Visibilidad	
	Muy Visible	100.00%
	Visible	94%
	Poco visible	88%
13	Pendiente	
	20	%
14	Temperatura	
	5	°c



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



Integrantes Br.Morales Mendoza José Richard Codigos: 151538  
 Br.Silva Hurtado Alan Eduardo 141070  
 Asesor: Dr.Ing.Orlando barreto Jara

Tema: FACTORES DE CORRECCIÓN EN RENDIMIENTOS DE MAQUINARIA PESADA EN MOVIMIENTO DE TIERRAS

RENDIMIENTO DE LA EXCAVADORA							
EXCAVADORA							
PRODUCCION TEORICA							
Modelo	HX220A L		Capacidad Teorica en m3	1.34			
Familia	HYUNDAI						
Produccion Teorica	102.6382979						
Tipo de material	Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada						
Factor de Hinchamiento	1.13						
Condiciones de trabajo del equipo							
Prof. de Exc	>4m	Angulo de giro	90°-180°	Condicion	REGULAR	Descarga	VOLQUETA
Duracion de los Ciclos en segundos	47						
Profundidad max de Excavacion en metros	6.73						
Profundidad de Excavacion en metros	5						
% de profundidad max	74.29420505						
% Escogido	70						
Angulo	90						
Factor de Profundidad	1						
Capacidad corregida	1.185840708						
				$Capacidad\ corregida = \frac{Capacidad\ teorica}{Factor\ de\ hinchamiento}$			
				$Produccion\ Teorica = \frac{Ciclos * Capacidad\ corregida}{60}$			
<b>EFICIENCIA GENERAL</b>		Regular		0.75		<b>Visibilidad</b>	
		Visible		0.938			
<b>Capacidad del operador</b>		Promedio		0.75		<b>PENDIENTE</b>	
		Pendiente		20.00		Factor de pendiente	
				0.56			

ALTITUD		
PRESIÓN INSITU		
$P = P_0 * e^{-\left(\frac{\rho_0}{P_0}\right) * g * y}$		
Po	1	presión atmosférica
Po	101300	presión atmosférica inicial en N/m
ρ0	1.3	Densidad del aire
g	9.81	gravedad
Y	3530	altura respecto del nivel del mar
P.insitu	0.641	presión atmosférica inicial en N/m
FACTOR DE ALTITUD		
MODELO	220A L (HYUNDAI)	
Potencia T.(ob)	173	Potencia teórica
T. Inicial	293	en grados Kelvin
T(°C)(insitu)	5	°C
T(°K)(insitu)	278	convertida a grados Kelvin
Pot. Insitu(Ni)	108.051957	
Factor altitud	0.625	
$\frac{N_I}{N_{I0}} = \left(\frac{P}{P_0}\right)^a * \left(\frac{T}{T_0}\right)^b$		
TIPO DE MATERIAL		
Tierra suelta difícil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.7-0.9	
Valor recomendado	0.8	
FACTOR DE CORRECCION FINAL		
F	0.147735	
PRODUCCION TEORICA CORREGIDA		
Produccion Teorica	90.8303521	
RENDIMIENTO DE LA EXCAVADORA		
<i>Rendimiento de la excavadora = Produccion Teorica corregida * Factor de correccion final</i>		
13.41882207		



Tema: Factores de corrección de rendimiento de maquinaria pesada en movimiento de tierras		
Validación de Datos		
Item	Datos	
1	Encargado de la obra	
	Ing. WILFREDO VALENCIA HERRERA	
2	Presupuesto de la partida	
	\$3,645,726.15	
3	Entidad ejecutora	
	Gerencia regional de Transportes y Comunicaciones	
4	Localización de la obra	
	PROVINCIA DE PAUCARTAMBO – DEPARTAMENTO DEL CUSCO	
5	Nombre la obra	
	“ MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE LA CARRETERA PAUCARTAMBO – ABRA ACJANACU, EN LOS TRAMOS: PAUCARTAMBO (DESVIÓ CU-113) – LLAYCHU – KAPACHI (EMP CU – 989), KAPACHI (EMP CU – 989) – SUNCHUBAMBA – JAJAHUANA – CHALLABAMBA- DESVIO CU990, EMP. CU-989 (CHALLABAMBA) – EMP CU- 113 (ABRA ACJANACU), EN LOS DISTRITOS DE PAUCARTAMBO Y CHALLABAMBA DE LA PROVINCIA DE PAUCARTAMBO - DEPARTAMENTO DE CUSCO”	
6	Maquinaria utilizada (modelo del tractor o excavadora)	
	HX160A L (HYUNDAI)	
7	Rendimiento proyectado (m3/h)	
	62.75	
	Rendimiento propuesto (m3/h)	
	9.61	
	Rendimiento real (m3/h)	
	11.64	
8	Tipo de suelo (m3)	
	Material blando	
	Material intermedio	1197.355
	Material duro	
	Roca suelta	
	Roca Fija	
9	Capacidad del operador	
	Excelente	100%
	Bueno	75%
	Regular	60%
10	Ritmo de trabajo	
	Bueno	83%
	Regular	75%
	mala	67%
11	Altitud	
	3530	msnm
12	Visibilidad	
	Muy Visible	100.00%
	Visible	94%
	Poco visible	88%
13	Pendiente	
	20	%
14	Temperatura	
	5	°c



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

Integrantes Br.Morales Mendoza José Richard Codigos: 151538  
 Br.Silva Hurtado Alan Eduardo 141070  
 Asesor: Dr.Ing.Orlando barreto Jara



Tema: FACTORES DE CORRECCIÓN EN RENDIMIENTOS DE MAQUINARIA PESADA EN MOVIMIENTO DE TIERRAS

RENDIMIENTO DE LA EXCAVADORA							
EXCAVADORA							
PRODUCCION TEORICA							
Modelo	HX160A L		Capacidad Teorica en m3	0.96			
Familia	HYUNDAI						
Produccion Teorica	73.53191489						
Tipo de material	Tierra suelta difícil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada						
Factor de Hinchamiento	1.13						
Condiciones de trabajo del equipo							
Prof. de Exc	>4m	Angulo de giro	90°- 180°	Condicion	REGULAR	Descarga	VOLQUETA
Duracion de los Ciclos en segundos	47						
Profundidad max de Excavacion en metros	6.74						
Profundidad de Excavacion en metros	5						
% de profundidad max	74.18397626						
% Escogido	70						
Angulo	90						
Factor de Profundidad	1						
Capacidad corregida	0.849557522						
				$Capacidad\ corregida = \frac{Capacidad\ teorica}{Factor\ de\ hinchamiento}$			
				$Produccion\ Teorica = \frac{Ciclos * Capacidad\ corregida}{60}$			
<b>EFICIENCIA GENERAL</b>				<b>Visibilidad</b>			
Regular		0.75		Visible		0.938	
<b>Capacidad del operador</b>				<b>PENDIENTE</b>			
Promedio		0.75		Pendiente		20.00	
				Factor de pendiente		0.56	

ALTITUD		
PRESIÓN INSITU		
$P = P_0 * e^{-\left(\frac{\rho_0}{P_0}\right) * g * y}$		
Po	1	presión atmosférica
Po	101300	presión atmosférica inicial en N/m
p0	1.3	Densidad del aire
g	9.81	gravedad
Y	3530	altura respecto del nivel del mar
P.insitu	0.641	presión atmosférica inicial en N/m
FACTOR DE ALTITUD		
MODELO	I60A L (HYUNDAI)	
Potencia T.(ob)	151	Potencia teórica
T. Inicial	293	en grados Kelvin
T(°C)(insitu)	5	°C
T(°K)(insitu)	278	convertida a grados Kelvin
Pot. Insitu(Ni)	94.3112457	
Factor altitud	0.625	
$\frac{N_I}{N_{I0}} = \left(\frac{P}{P_0}\right)^a * \left(\frac{T}{T_0}\right)^b$		
TIPO DE MATERIAL		
Tierra suelta difícil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.7-0.9	
Valor recomendado	0.8	
FACTOR DE CORRECCION FINAL		
F	0.147735	
PRODUCCION TEORICA CORREGIDA		
Produccion Teorica	65.07249106	
RENDIMIENTO DE LA EXCAVADORA		
<i>Rendimiento de la excavadora = Produccion Teorica corregida * Factor de correccion final</i>		
9.613484466		



Tema: Factores de corrección de rendimiento de maquinaria pesada en movimiento de tierras		
Validación de Datos		
Item	Datos	
1	Encargado de la obra	
	Ing. WILFREDO VALENCIA HERRERA	
2	Presupuesto de la partida	
	\$21,328.20	
3	Entidad ejecutora	
	Gerencia regional de Transportes y Comunicaciones	
4	Localización de la obra	
	PROVINCIA DE PAUCARTAMBO – DEPARTAMENTO DEL CUSCO	
5	Nombre la obra	
	<p>“ MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE LA CARRETERA PAUCARTAMBO – ABRA ACJANACU, EN LOS TRAMOS: PAUCARTAMBO (DESVIÓ CU-113) – LLAYCHU – KAPACHI (EMP CU – 989), KAPACHI (EMP CU – 989) – SUNCHUBAMBA – JAJAHUANA – CHALLABAMBA- DESVIO CU990, EMP. CU-989 (CHALLABAMBA) – EMP CU- 113 (ABRA ACJANACU), EN LOS DISTRITOS DE PAUCARTAMBO Y CHALLABAMBA DE LA PROVINCIA DE PAUCARTAMBO - DEPARTAMENTO DE CUSCO”</p>	
6	Maquinaria utilizada (modelo del tractor o excavadora)	
	Komatsu PC350LC-8	
7	Rendimiento proyectado (m3/h)	
	62.75	
	Rendimiento propuesto (m3/h)	
	10.37	
	Rendimiento real (m3/h)	
	9.78	
8	Tipo de suelo (m3)	
	Material blando	
	Material intermedio	
	Material duro	1352.64
	Roca suelta	
	Roca Fija	
9	Capacidad del operador	
	Excelente	100%
	Bueno	75%
	Regular	60%
10	Ritmo de trabajo	
	Bueno	83%
	Regular	75%
	mala	67%
11	Altitud	
	3530	msnm
12	Visibilidad	
	Muy Visible	100%
	Visible	94%
	Poco visible	88%
13	Pendiente	
	20	%
14	Temperatura	
	5	°c



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



Integrantes Br.Morales Mendoza José Richard Codigos: 151538  
Br.Silva Hurtado Alan Eduardo 141070  
Asesor: Dr.Ing.Orlando barreto Jara

Tema: FACTORES DE CORRECCIÓN EN RENDIMIENTOS DE MAQUINARIA PESADA EN MOVIMIENTO DE TIERRAS

## RENDIMIENTO DE LA EXCAVADORA

### EXCAVADORA

#### PRODUCCION TEORICA

Modelo	PC350LC-8	Capacidad Teorica en m3	1.44
Familia	Komatsu		
Produccion Teorica	103.68		
Tipo de material	Cascajo, arcilla seca y dura, suelo natural		
Factor de Hinchamiento	1.2		
<b>Condiciones de trabajo del equipo</b>			
Prof. de Exc	>4m	Angulo de giro	45°-90°
Condicion	REGULAR	Descarga	VOLQUETA
Duracion de los Ciclos en segundos	50		
Profundidad max de Excavacion en metros	7.4		
Profundidad de Excavacion en metros	5		
% de profundidad max	67.56756757		
% Escogido	70		
Angulo	60		
Factor de Profundidad	1.1		
Capacidad corregida	1.2		

$$Capacidad\ corregida = \frac{Capacidad\ teorica}{Factor\ de\ hinchamiento}$$

$$Produccion\ Teorica = \frac{Ciclos * Capacidad\ corregida}{60}$$

#### EFICIENCIA GENERAL

Regular 0.75

#### Visibilidad

Visible 0.938

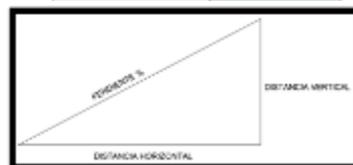
#### Capacidad del operador

Promedio 0.75

#### PENDIENTE

Pendiente 20.00

Factor de pendiente 0.56



ALTITUD		
PRESIÓN INSITU		
$P = P_0 * e^{-\left(\frac{\rho_0}{P_0}\right) * g * y}$		
Po	1	presión atmosférica
Po	101300	presión atmosférica inicial en N/m
ρ0	1.3	Densidad del aire
g	9.81	gravedad
Y	3530	altura respecto del nivel del mar
P.insitu	0.641	presión atmosférica inicial en N/m
FACTOR DE ALTITUD		
MODELO	50LC-8 (Komatsu)	
Potencia T.(ob)	260	Potencia teórica
T. Inicial	293	en grados Kelvin
T(°C)(insitu)	5	°C
T(°K)(insitu)	278	convertida a grados Kelvin
Pot. Insitu(Ni)	162.390224	
Factor altitud	0.625	
$\frac{N_I}{N_{I0}} = \left(\frac{P}{P_0}\right)^a * \left(\frac{T}{T_0}\right)^b$		
TIPO DE MATERIAL		
	Cascajo, arcilla seca y dura, suelo natural	0.6-0.7
	Valor recomendado	0.65
FACTOR DE CORRECCION FINAL		
	F	0.120034688
PRODUCCION TEORICA CORREGIDA		
	Produccion Teorica	86.4
RENDIMIENTO DE LA EXCAVADORA		
<i>Rendimiento de la excavadora = Produccion Teorica corregida * Factor de correccion final</i>		
10.370997		

TABLA N° 67 : Rendimiento del Tractor a una altitud de 0 m.s.n.m.

Para la elaboración de un expediente técnico situado en la costa, situada a una altitud de 0 m.s.n.m., se ha decidido utilizar un tractor D6D para trabajos de movimiento de tierras en la construcción de una carretera, específicamente en actividades de corte. Se sabe que el operario es bueno y tiene una eficiencia regular. Además, se considera que la visibilidad es adecuada (Visible) y que la hoja de trabajo es angular (tipo de hoja más utilizado en nuestro medio). Estos trabajos se realizarán para una pendiente promedio del 5% y se trabajará para cada tipo de material según la clasificación propuesta.

Modelo de Equipo	Tipo de Material	Trabajabilidad del suelo	Tipo de Hoja de corte	Capacidad de la Hoja				altura	Factor de altitud	Pendiente del territorio	Capacidad del operador	Eficiencia del trabajo	Visibilidad	Factor de corrección	Factor volumétrico	Rendimiento m3/hr	Rendimiento corregida	Rendimiento m3/hr				
				Capacidad de la Hoja teórica	Capacidad de la Hoja	Coefficiente de llenado de la Hoja	Factor de hoja de corte															
Tractor Cat D6D	Tierra suelta, terrenos arenosos, tierra común y material amontonado	1	Recta	4	4	0.8	0.8	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.635	0.85	180	97.26	778.06
	Tierra suelta, terrenos arenosos, tierra común y material amontonado	1	Recta	4	4	0.8	0.8	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.635	0.85	180	97.26	778.06
	Tierra suelta, terrenos arenosos, tierra común y material amontonado	1	Recta	4	4	0.8	0.8	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.635	0.85	180	97.26	778.06
	Tierra suelta, terrenos arenosos, tierra común y material amontonado	1	Recta	4	4	0.8	0.8	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.635	0.85	180	97.26	778.06
	Tierra suelta, terrenos arenosos, tierra común y material amontonado	1	Recta	4	4	0.8	0.8	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.635	0.85	180	97.26	778.06
	Tierra suelta, terrenos arenosos, tierra común y material amontonado	1	Recta	4	4	0.8	0.8	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.635	0.85	180	97.26	778.06
	Tierra suelta, terrenos arenosos, tierra común y material amontonado	1	Recta	4	4	0.8	0.8	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.635	0.85	180	97.26	778.06
	Tierra suelta, terrenos arenosos, tierra común y material amontonado	1	Angular	4.3	3.44	0.8	0.64	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.508	0.85	160	69.16	553.29
	Tierra suelta, terrenos arenosos, tierra común y material amontonado	1	Angular	4.3	3.44	0.8	0.64	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.508	0.85	160	69.16	553.29
	Tierra suelta, terrenos arenosos, tierra común y material amontonado	1	Angular	4.3	3.44	0.8	0.64	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.508	0.85	160	69.16	553.29
	Tierra suelta, terrenos arenosos, tierra común y material amontonado	1	Angular	4.3	3.44	0.8	0.64	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.508	0.85	160	69.16	553.29
	Tierra suelta, terrenos arenosos, tierra común y material amontonado	1	Angular	4.3	3.44	0.8	0.64	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.508	0.85	160	69.16	553.29
Tractor Cat D6D	Tierra suelta, terrenos arenosos, tierra común y material amontonado	1	Angular	4.3	3.44	0.8	0.64	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.508	0.85	160	69.16	553.29
	Tierra suelta difícil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.8	Recta	4	4	0.7	0.7	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.444	0.88	180	70.79	566.33
	Tierra suelta difícil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.8	Recta	4	4	0.7	0.7	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.444	0.88	180	70.79	566.33
	Tierra suelta difícil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.8	Recta	4	4	0.7	0.7	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.444	0.88	180	70.79	566.33
	Tierra suelta difícil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.8	Recta	4	4	0.7	0.7	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.444	0.88	180	70.79	566.33
	Tierra suelta difícil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.8	Recta	4	4	0.7	0.7	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.444	0.88	180	70.79	566.33
	Tierra suelta difícil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.8	Recta	4	4	0.7	0.7	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.444	0.88	180	70.79	566.33
	Tierra suelta difícil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.8	Recta	4	4	0.7	0.7	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.444	0.88	180	70.79	566.33
	Tierra suelta difícil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.8	Angular	4.3	3.44	0.7	0.56	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.356	0.88	160	50.34	402.73
	Tierra suelta difícil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.8	Angular	4.3	3.44	0.7	0.56	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.356	0.88	160	50.34	402.73
	Tierra suelta difícil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.8	Angular	4.3	3.44	0.7	0.56	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.356	0.88	160	50.34	402.73
	Tierra suelta difícil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.8	Angular	4.3	3.44	0.7	0.56	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.356	0.88	160	50.34	402.73
Tractor Cat D6D	cascajo, arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Recta	4	4	0.6	0.6	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.310	0.63	180	34.82	278.55
	cascajo, arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Recta	4	4	0.6	0.6	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.310	0.63	180	34.82	278.55
	cascajo, arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Recta	4	4	0.6	0.6	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.310	0.63	180	34.82	278.55
	cascajo, arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Recta	4	4	0.6	0.6	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.310	0.63	180	34.82	278.55
	cascajo, arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Recta	4	4	0.6	0.6	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.310	0.63	180	34.82	278.55
	cascajo, arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Recta	4	4	0.6	0.6	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.310	0.63	180	34.82	278.55
	cascajo, arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Recta	4	4	0.6	0.6	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.310	0.63	180	34.82	278.55
	cascajo, arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Recta	4	4	0.6	0.6	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.310	0.63	180	34.82	278.55
	cascajo, arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Angular	4.3	3.44	0.6	0.48	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.248	0.63	160	24.76	198.08
	cascajo, arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Angular	4.3	3.44	0.6	0.48	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.248	0.63	160	24.76	198.08
	cascajo, arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Angular	4.3	3.44	0.6	0.48	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.248	0.63	160	24.76	198.08
	cascajo, arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Angular	4.3	3.44	0.6	0.48	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.248	0.63	160	24.76	198.08
Tractor Cat D6D	Roca suelta	0.5	Recta	4	4	0.55	0.55	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.218	0.71	180	28.06	224.47
	Roca suelta	0.5	Recta	4	4	0.55	0.55	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.218	0.71	180	28.06	224.47
	Roca suelta	0.5	Recta	4	4	0.55	0.55	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.218	0.71	180	28.06	224.47
	Roca suelta	0.5	Recta	4	4	0.55	0.55	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.218	0.71	180	28.06	224.47
	Roca suelta	0.5	Recta	4	4	0.55	0.55	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.218	0.71	180	28.06	224.47
	Roca suelta	0.5	Recta	4	4	0.55	0.55	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.218	0.71	180	28.06	224.47
	Roca suelta	0.5	Recta	4	4	0.55	0.55	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.218	0.71	180	28.06	224.47
	Roca suelta	0.5	Recta	4	4	0.55	0.55	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.218	0.71	180	28.06	224.47
	Roca suelta	0.5	Angular	4.3	3.44	0.55	0.44	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.175	0.71	160	19.95	159.63
	Roca suelta	0.5	Angular	4.3	3.44	0.55	0.44	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.175	0.71	160	19.95	159.63
	Roca suelta	0.5	Angular	4.3	3.44	0.55	0.44	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.175	0.71	160	19.95	159.63
	Roca suelta	0.5	Angular	4.3	3.44	0.55	0.44	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.175	0.71	160	19.95	159.63

TABLA N° 68 : Rendimiento del Tractor a una altitud de 1000 m.s.n.m.

Para la elaboración de un expediente técnico situado en la costa, situada a una altitud de 1000 m.s.n.m., se ha decidido utilizar un tractor D6D para trabajos de movimiento de tierras en la construcción de una carretera, específicamente en actividades de corte. Se sabe que el operario es bueno y tiene una eficiencia regular. Además, se considera que la visibilidad es adecuada (Visible) y que la hoja de trabajo es angular (tipo de hoja más utilizado en nuestro medio). Estos trabajos se realizarán para una pendiente promedio del 5% y se trabajará para cada tipo de material según la clasificación propuesta.

Modelo de Equipo	Tipo de Material	Tipo de Hoja de corte	Capacidad de la Hoja				altura	Factor de altitud	Pendiente del territorio	Capacidad del operador	Eficiencia del trabajo	Visibilidad	Factor de corrección	Factor volumétrico	Rendimiento m3/hr	Rendimiento corregida	Rendimiento m3/hr					
			Capacidad de la Hoja teórica	Capacidad de la Hoja	Coefficiente de llenado de la Hoja	Factor de hoja de corte																
Tractor Cat D6D	Tierra suelta,terrenos arenosos,tierra comun y material amontonado	1	Recta	4	4	0.8	0.8	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.560	0.85	180	85.75	686.03
	Tierra suelta,terrenos arenosos,tierra comun y material amontonado	1	Recta	4	4	0.8	0.8	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.560	0.85	180	85.75	686.03
	Tierra suelta,terrenos arenosos,tierra comun y material amontonado	1	Recta	4	4	0.8	0.8	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.560	0.85	180	85.75	686.03
	Tierra suelta,terrenos arenosos,tierra comun y material amontonado	1	Recta	4	4	0.8	0.8	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.560	0.85	180	85.75	686.03
	Tierra suelta,terrenos arenosos,tierra comun y material amontonado	1	Recta	4	4	0.8	0.8	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.560	0.85	180	85.75	686.03
	Tierra suelta,terrenos arenosos,tierra comun y material amontonado	1	Recta	4	4	0.8	0.8	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.560	0.85	180	85.75	686.03
	Tierra suelta,terrenos arenosos,tierra comun y material amontonado	1	Recta	4	4	0.8	0.8	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.560	0.85	180	85.75	686.03
	Tierra suelta,terrenos arenosos,tierra comun y material amontonado	1	Angular	4.3	3.44	0.8	0.64	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.448	0.85	160	60.98	487.84
	Tierra suelta,terrenos arenosos,tierra comun y material amontonado	1	Angular	4.3	3.44	0.8	0.64	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.448	0.85	160	60.98	487.84
	Tierra suelta,terrenos arenosos,tierra comun y material amontonado	1	Angular	4.3	3.44	0.8	0.64	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.448	0.85	160	60.98	487.84
	Tierra suelta,terrenos arenosos,tierra comun y material amontonado	1	Angular	4.3	3.44	0.8	0.64	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.448	0.85	160	60.98	487.84
	Tractor Cat D6D	Tierra suelta,terrenos arenosos,tierra comun y material amontonado	1	Angular	4.3	3.44	0.8	0.64	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.448	0.85	160	60.98
Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Recta	4	4	0.7	0.7	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.490	0.88	180	78.02	624.18
Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Recta	4	4	0.7	0.7	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.490	0.88	180	78.02	624.18
Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Recta	4	4	0.7	0.7	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.490	0.88	180	78.02	624.18
Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Recta	4	4	0.7	0.7	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.490	0.88	180	78.02	624.18
Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Recta	4	4	0.7	0.7	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.490	0.88	180	78.02	624.18
Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Recta	4	4	0.7	0.7	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.490	0.88	180	78.02	624.18
Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Recta	4	4	0.7	0.7	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.490	0.88	180	78.02	624.18
Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Angular	4.3	3.44	0.7	0.56	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.392	0.88	160	55.48	443.86
Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Angular	4.3	3.44	0.7	0.56	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.392	0.88	160	55.48	443.86
Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Angular	4.3	3.44	0.7	0.56	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.392	0.88	160	55.48	443.86
Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Angular	4.3	3.44	0.7	0.56	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.392	0.88	160	55.48	443.86
Tractor Cat D6D	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Recta	4	4	0.6	0.6	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.420	0.63	180	47.23	377.85
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Recta	4	4	0.6	0.6	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.420	0.63	180	47.23	377.85
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Recta	4	4	0.6	0.6	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.420	0.63	180	47.23	377.85
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Recta	4	4	0.6	0.6	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.420	0.63	180	47.23	377.85
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Recta	4	4	0.6	0.6	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.420	0.63	180	47.23	377.85
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Recta	4	4	0.6	0.6	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.420	0.63	180	47.23	377.85
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Recta	4	4	0.6	0.6	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.420	0.63	180	47.23	377.85
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Recta	4	4	0.6	0.6	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.420	0.63	180	47.23	377.85
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Angular	4.3	3.44	0.6	0.48	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.336	0.63	160	33.59	268.69
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Angular	4.3	3.44	0.6	0.48	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.336	0.63	160	33.59	268.69
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Angular	4.3	3.44	0.6	0.48	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.336	0.63	160	33.59	268.69
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Angular	4.3	3.44	0.6	0.48	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.336	0.63	160	33.59	268.69
Tractor Cat D6D	Roca suelta	0.5	Recta	4	4	0.55	0.55	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.385	0.71	180	49.48	395.84
	Roca suelta	0.5	Recta	4	4	0.55	0.55	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.385	0.71	180	49.48	395.84
	Roca suelta	0.5	Recta	4	4	0.55	0.55	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.385	0.71	180	49.48	395.84
	Roca suelta	0.5	Recta	4	4	0.55	0.55	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.385	0.71	180	49.48	395.84
	Roca suelta	0.5	Recta	4	4	0.55	0.55	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.385	0.71	180	49.48	395.84
	Roca suelta	0.5	Recta	4	4	0.55	0.55	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.385	0.71	180	49.48	395.84
	Roca suelta	0.5	Recta	4	4	0.55	0.55	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.385	0.71	180	49.48	395.84
	Roca suelta	0.5	Recta	4	4	0.55	0.55	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.385	0.71	180	49.48	395.84
	Roca suelta	0.5	Angular	4.3	3.44	0.55	0.44	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.308	0.71	160	35.19	281.49
	Roca suelta	0.5	Angular	4.3	3.44	0.55	0.44	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.308	0.71	160	35.19	281.49
	Roca suelta	0.5	Angular	4.3	3.44	0.55	0.44	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.308	0.71	160	35.19	281.49
	Roca suelta	0.5	Angular	4.3	3.44	0.55	0.44	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.308	0.71	160	35.19	281.49

TABLA N° 69 : Rendimiento del Tractor a una altitud de 2000 m.s.n.m.

Para la elaboración de un expediente técnico situado en la costa, situada a una altitud de 2000 m.s.n.m., se ha decidido utilizar un tractor D6D para trabajos de movimiento de tierras en la construcción de una carretera, específicamente en actividades de corte. Se sabe que el operario es bueno y tiene una eficiencia regular. Además, se considera que la visibilidad es adecuada (Visible) y que la hoja de trabajo es angular (tipo de hoja más utilizado en nuestro medio). Estos trabajos se realizarán para una pendiente promedio del 5% y se trabajará para cada tipo de material según la clasificación propuesta.

Modelo de Equipo	Tipo de Material	Tipo de Hoja de corte	Capacidad de la Hoja				altura	Factor de altitud	Pendiente del territorio	Capacidad del operador	Eficiencia del trabajo	Visibilidad	Factor de corrección	Factor volumétrico	Rendimiento m3/hr	Rendimiento corregida	Rendimiento m3/hr					
			Capacidad de la Hoja teórica	Capacidad de la Hoja	Coefficiente de llenado de la Hoja	Factor de hoja de corte																
Tractor Cat D6D	Tierra suelta,terrenos arenos,tierra comun y material amontonado	1	Recta	4	4	0.8	0.8	2000	0.805	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.494	0.85	180	75.61	604.87
	Tierra suelta,terrenos arenos,tierra comun y material amontonado	1	Recta	4	4	0.8	0.8	2000	0.805	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.494	0.85	180	75.61	604.87
	Tierra suelta,terrenos arenos,tierra comun y material amontonado	1	Recta	4	4	0.8	0.8	2000	0.805	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.494	0.85	180	75.61	604.87
	Tierra suelta,terrenos arenos,tierra comun y material amontonado	1	Recta	4	4	0.8	0.8	2000	0.805	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.494	0.85	180	75.61	604.87
	Tierra suelta,terrenos arenos,tierra comun y material amontonado	1	Recta	4	4	0.8	0.8	2000	0.805	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.494	0.85	180	75.61	604.87
	Tierra suelta,terrenos arenos,tierra comun y material amontonado	1	Recta	4	4	0.8	0.8	2000	0.805	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.494	0.85	180	75.61	604.87
	Tierra suelta,terrenos arenos,tierra comun y material amontonado	1	Recta	4	4	0.8	0.8	2000	0.805	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.494	0.85	180	75.61	604.87
	Tierra suelta,terrenos arenos,tierra comun y material amontonado	1	Angular	4.3	3.44	0.8	0.64	2000	0.805	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.395	0.85	160	53.77	430.13
	Tierra suelta,terrenos arenos,tierra comun y material amontonado	1	Angular	4.3	3.44	0.8	0.64	2000	0.805	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.395	0.85	160	53.77	430.13
	Tierra suelta,terrenos arenos,tierra comun y material amontonado	1	Angular	4.3	3.44	0.8	0.64	2000	0.805	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.395	0.85	160	53.77	430.13
	Tierra suelta,terrenos arenos,tierra comun y material amontonado	1	Angular	4.3	3.44	0.8	0.64	2000	0.805	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.395	0.85	160	53.77	430.13
	Tractor Cat D6D	Tierra suelta,terrenos arenos,tierra comun y material amontonado	1	Angular	4.3	3.44	0.8	0.64	2000	0.805	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.395	0.85	160	53.77
Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Recta	4	4	0.7	0.7	2000	0.805	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.432	0.88	180	68.79	550.34
Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Recta	4	4	0.7	0.7	2000	0.805	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.432	0.88	180	68.79	550.34
Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Recta	4	4	0.7	0.7	2000	0.805	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.432	0.88	180	68.79	550.34
Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Recta	4	4	0.7	0.7	2000	0.805	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.432	0.88	180	68.79	550.34
Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Recta	4	4	0.7	0.7	2000	0.805	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.432	0.88	180	68.79	550.34
Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Recta	4	4	0.7	0.7	2000	0.805	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.432	0.88	180	68.79	550.34
Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Angular	4.3	3.44	0.7	0.56	2000	0.805	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.345	0.88	160	48.92	391.35
Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Angular	4.3	3.44	0.7	0.56	2000	0.805	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.345	0.88	160	48.92	391.35
Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Angular	4.3	3.44	0.7	0.56	2000	0.805	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.345	0.88	160	48.92	391.35
Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Angular	4.3	3.44	0.7	0.56	2000	0.805	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.345	0.88	160	48.92	391.35
Tractor Cat D6D		Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.8	Angular	4.3	3.44	0.7	0.56	2000	0.805	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.345	0.88	160	48.92
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Recta	4	4	0.6	0.6	2000	0.805	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.370	0.63	180	41.64	333.15
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Recta	4	4	0.6	0.6	2000	0.805	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.370	0.63	180	41.64	333.15
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Recta	4	4	0.6	0.6	2000	0.805	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.370	0.63	180	41.64	333.15
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Recta	4	4	0.6	0.6	2000	0.805	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.370	0.63	180	41.64	333.15
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Recta	4	4	0.6	0.6	2000	0.805	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.370	0.63	180	41.64	333.15
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Recta	4	4	0.6	0.6	2000	0.805	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.370	0.63	180	41.64	333.15
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Recta	4	4	0.6	0.6	2000	0.805	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.370	0.63	180	41.64	333.15
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Angular	4.3	3.44	0.6	0.48	2000	0.805	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.296	0.63	160	29.61	236.91
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Angular	4.3	3.44	0.6	0.48	2000	0.805	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.296	0.63	160	29.61	236.91
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Angular	4.3	3.44	0.6	0.48	2000	0.805	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.296	0.63	160	29.61	236.91
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Angular	4.3	3.44	0.6	0.48	2000	0.805	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.296	0.63	160	29.61	236.91
Tractor Cat D6D	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Angular	4.3	3.44	0.6	0.48	2000	0.805	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.296	0.63	160	29.61	236.91
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Angular	4.3	3.44	0.6	0.48	2000	0.805	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.296	0.63	160	29.61	236.91
	Roca suelta	0.5	Recta	4	4	0.55	0.55	2000	0.805	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.339	0.71	180	43.63	349.02
	Roca suelta	0.5	Recta	4	4	0.55	0.55	2000	0.805	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.339	0.71	180	43.63	349.02
	Roca suelta	0.5	Recta	4	4	0.55	0.55	2000	0.805	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.339	0.71	180	43.63	349.02
	Roca suelta	0.5	Recta	4	4	0.55	0.55	2000	0.805	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.339	0.71	180	43.63	349.02
	Roca suelta	0.5	Recta	4	4	0.55	0.55	2000	0.805	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.339	0.71	180	43.63	349.02
	Roca suelta	0.5	Recta	4	4	0.55	0.55	2000	0.805	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.339	0.71	180	43.63	349.02
	Roca suelta	0.5	Angular	4.3	3.44	0.55	0.44	2000	0.805	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.271	0.71	160	31.02	248.19
	Roca suelta	0.5	Angular	4.3	3.44	0.55	0.44	2000	0.805	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.271	0.71	160	31.02	248.19
	Roca suelta	0.5	Angular	4.3	3.44	0.55	0.44	2000	0.805	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.271	0.71	160	31.02	248.19
	Roca suelta	0.5	Angular	4.3	3.44	0.55	0.44	2000	0.805	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.271	0.71	160	31.02	248.19

TABLA N° 70 : Rendimiento del Tractor a una altitud de 3000 m.s.n.m.

Para la elaboración de un expediente técnico situado en la costa, situada a una altitud de 3000 m.s.n.m., se ha decidido utilizar un tractor D6D para trabajos de movimiento de tierras en la construcción de una carretera, específicamente en actividades de corte. Se sabe que el operario es bueno y tiene una eficiencia regular. Además, se considera que la visibilidad es adecuada (Visible) y que la hoja de trabajo es angular (tipo de hoja más utilizado en nuestro medio). Estos trabajos se realizarán para una pendiente promedio del 5% y se trabajará para cada tipo de material según la clasificación propuesta.

Rendimiento del Tractor a una altitud de 3000 m.s.n.m.																						
Modelo de Equipo	Tipo de Material	Tipo de Hoja de corte	Capacidad de la Hoja				altura	Factor de altitud	Pendiente del territorio		Capacidad del operador	Eficiencia del trabajo		Visibilidad		Factor de corrección	Factor volumétrico	Rendimiento m3/hr	Rendimiento corregida	Rendimiento m3/hr		
			Capacidad de la Hoja teórica	Capacidad de la Hoja	Coefficiente de llenado de la Hoja	Factor de hoja de corte																
Tractor Cat D6D	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Recta	4	4	0.8	0.8	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.435	0.85	180	66.67	533.32
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Recta	4	4	0.8	0.8	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.435	0.85	180	66.67	533.32
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Recta	4	4	0.8	0.8	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.435	0.85	180	66.67	533.32
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Recta	4	4	0.8	0.8	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.435	0.85	180	66.67	533.32
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Recta	4	4	0.8	0.8	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.435	0.85	180	66.67	533.32
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Recta	4	4	0.8	0.8	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.435	0.85	180	66.67	533.32
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Recta	4	4	0.8	0.8	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.435	0.85	180	66.67	533.32
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Angular	4.3	3.44	0.8	0.64	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.348	0.85	160	47.41	379.25
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Angular	4.3	3.44	0.8	0.64	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.348	0.85	160	47.41	379.25
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Angular	4.3	3.44	0.8	0.64	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.348	0.85	160	47.41	379.25
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Angular	4.3	3.44	0.8	0.64	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.348	0.85	160	47.41	379.25
	Tractor Cat D6D	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Angular	4.3	3.44	0.8	0.64	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.348	0.85	160	47.41
Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Recta	4	4	0.7	0.7	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.381	0.88	180	60.66	485.24
Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Recta	4	4	0.7	0.7	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.381	0.88	180	60.66	485.24
Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Recta	4	4	0.7	0.7	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.381	0.88	180	60.66	485.24
Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Recta	4	4	0.7	0.7	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.381	0.88	180	60.66	485.24
Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Recta	4	4	0.7	0.7	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.381	0.88	180	60.66	485.24
Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Recta	4	4	0.7	0.7	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.381	0.88	180	60.66	485.24
Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Recta	4	4	0.7	0.7	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.381	0.88	180	60.66	485.24
Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Angular	4.3	3.44	0.7	0.56	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.305	0.88	160	43.13	345.06
Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Angular	4.3	3.44	0.7	0.56	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.305	0.88	160	43.13	345.06
Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Angular	4.3	3.44	0.7	0.56	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.305	0.88	160	43.13	345.06
Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Angular	4.3	3.44	0.7	0.56	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.305	0.88	160	43.13	345.06
Tractor Cat D6D	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Recta	4	4	0.6	0.6	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.326	0.63	180	36.72	293.74
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Recta	4	4	0.6	0.6	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.326	0.63	180	36.72	293.74
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Recta	4	4	0.6	0.6	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.326	0.63	180	36.72	293.74
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Recta	4	4	0.6	0.6	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.326	0.63	180	36.72	293.74
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Recta	4	4	0.6	0.6	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.326	0.63	180	36.72	293.74
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Recta	4	4	0.6	0.6	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.326	0.63	180	36.72	293.74
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Angular	4.3	3.44	0.6	0.48	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.261	0.63	160	26.11	208.88
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Angular	4.3	3.44	0.6	0.48	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.261	0.63	160	26.11	208.88
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Angular	4.3	3.44	0.6	0.48	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.261	0.63	160	26.11	208.88
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Angular	4.3	3.44	0.6	0.48	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.261	0.63	160	26.11	208.88
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Angular	4.3	3.44	0.6	0.48	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.261	0.63	160	26.11	208.88
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Angular	4.3	3.44	0.6	0.48	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.261	0.63	160	26.11	208.88
Tractor Cat D6D	Roca suelta	0.5	Recta	4	4	0.55	0.55	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.299	0.71	180	38.47	307.73
	Roca suelta	0.5	Recta	4	4	0.55	0.55	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.299	0.71	180	38.47	307.73
	Roca suelta	0.5	Recta	4	4	0.55	0.55	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.299	0.71	180	38.47	307.73
	Roca suelta	0.5	Recta	4	4	0.55	0.55	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.299	0.71	180	38.47	307.73
	Roca suelta	0.5	Recta	4	4	0.55	0.55	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.299	0.71	180	38.47	307.73
	Roca suelta	0.5	Recta	4	4	0.55	0.55	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.299	0.71	180	38.47	307.73
	Roca suelta	0.5	Recta	4	4	0.55	0.55	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.299	0.71	180	38.47	307.73
	Roca suelta	0.5	Angular	4.3	3.44	0.55	0.44	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.239	0.71	160	27.35	218.83
	Roca suelta	0.5	Angular	4.3	3.44	0.55	0.44	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.239	0.71	160	27.35	218.83
	Roca suelta	0.5	Angular	4.3	3.44	0.55	0.44	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.239	0.71	160	27.35	218.83
	Roca suelta	0.5	Angular	4.3	3.44	0.55	0.44	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.239	0.71	160	27.35	218.83

TABLA N° 71 : Rendimiento del Tractor a una altitud de 4000 m.s.n.m.

Para la elaboración de un expediente técnico situado en la costa, situada a una altitud de 4000 m.s.n.m., se ha decidido utilizar un tractor D6D para trabajos de movimiento de tierras en la construcción de una carretera, específicamente en actividades de corte. Se sabe que el operario es bueno y tiene una eficiencia regular. Además, se considera que la visibilidad es adecuada (Visible) y que la hoja de trabajo es angular (tipo de hoja más utilizado en nuestro medio). Estos trabajos se realizarán para una pendiente promedio del 5% y se trabajará para cada tipo de material según la clasificación propuesta.

Modelo de Equipo	Tipo de Material	Tipo de Hoja de corte	Capacidad de la Hoja				altura	Factor de altitud	Pendiente del territorio	Capacidad del operador	Eficiencia del trabajo	Visibilidad	Factor de corrección	Factor volumétrico	Rendimiento m3/hr	Rendimiento corregida	Rendimiento m3/hr					
			Capacidad de la Hoja teórica	Capacidad de la Hoja	Coefficiente de llenado de la Hoja	Factor de hoja de corte																
Tractor Cat D6D	Tierra suelta, terrenos arenosos, tierra común y material amontonado	1	Recta	4	4	0.8	0.8	4000	0.626	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.384	0.85	180	58.78	470.24
	Tierra suelta, terrenos arenosos, tierra común y material amontonado	1	Recta	4	4	0.8	0.8	4000	0.626	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.384	0.85	180	58.78	470.24
	Tierra suelta, terrenos arenosos, tierra común y material amontonado	1	Recta	4	4	0.8	0.8	4000	0.626	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.384	0.85	180	58.78	470.24
	Tierra suelta, terrenos arenosos, tierra común y material amontonado	1	Recta	4	4	0.8	0.8	4000	0.626	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.384	0.85	180	58.78	470.24
	Tierra suelta, terrenos arenosos, tierra común y material amontonado	1	Recta	4	4	0.8	0.8	4000	0.626	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.384	0.85	180	58.78	470.24
	Tierra suelta, terrenos arenosos, tierra común y material amontonado	1	Recta	4	4	0.8	0.8	4000	0.626	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.384	0.85	180	58.78	470.24
	Tierra suelta, terrenos arenosos, tierra común y material amontonado	1	Recta	4	4	0.8	0.8	4000	0.626	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.384	0.85	180	58.78	470.24
	Tierra suelta, terrenos arenosos, tierra común y material amontonado	1	Angular	4.3	3.44	0.8	0.64	4000	0.626	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.307	0.85	160	41.80	334.39
	Tierra suelta, terrenos arenosos, tierra común y material amontonado	1	Angular	4.3	3.44	0.8	0.64	4000	0.626	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.307	0.85	160	41.80	334.39
	Tierra suelta, terrenos arenosos, tierra común y material amontonado	1	Angular	4.3	3.44	0.8	0.64	4000	0.626	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.307	0.85	160	41.80	334.39
	Tierra suelta, terrenos arenosos, tierra común y material amontonado	1	Angular	4.3	3.44	0.8	0.64	4000	0.626	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.307	0.85	160	41.80	334.39
	Tractor Cat D6D	Tierra suelta, terrenos arenosos, tierra común y material amontonado	1	Angular	4.3	3.44	0.8	0.64	4000	0.626	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.307	0.85	160	41.80
Tierra suelta difícil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Recta	4	4	0.7	0.7	4000	0.626	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.336	0.88	180	53.48	427.84
Tierra suelta difícil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Recta	4	4	0.7	0.7	4000	0.626	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.336	0.88	180	53.48	427.84
Tierra suelta difícil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Recta	4	4	0.7	0.7	4000	0.626	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.336	0.88	180	53.48	427.84
Tierra suelta difícil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Recta	4	4	0.7	0.7	4000	0.626	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.336	0.88	180	53.48	427.84
Tierra suelta difícil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Recta	4	4	0.7	0.7	4000	0.626	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.336	0.88	180	53.48	427.84
Tierra suelta difícil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Recta	4	4	0.7	0.7	4000	0.626	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.336	0.88	180	53.48	427.84
Tierra suelta difícil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Recta	4	4	0.7	0.7	4000	0.626	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.336	0.88	180	53.48	427.84
Tierra suelta difícil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Angular	4.3	3.44	0.7	0.56	4000	0.626	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.269	0.88	160	38.03	304.24
Tierra suelta difícil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Angular	4.3	3.44	0.7	0.56	4000	0.626	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.269	0.88	160	38.03	304.24
Tierra suelta difícil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Angular	4.3	3.44	0.7	0.56	4000	0.626	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.269	0.88	160	38.03	304.24
Tierra suelta difícil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Angular	4.3	3.44	0.7	0.56	4000	0.626	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.269	0.88	160	38.03	304.24
Tractor Cat D6D	cascajo, arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Recta	4	4	0.6	0.6	4000	0.626	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.288	0.63	180	32.37	259.00
	cascajo, arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Recta	4	4	0.6	0.6	4000	0.626	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.288	0.63	180	32.37	259.00
	cascajo, arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Recta	4	4	0.6	0.6	4000	0.626	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.288	0.63	180	32.37	259.00
	cascajo, arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Recta	4	4	0.6	0.6	4000	0.626	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.288	0.63	180	32.37	259.00
	cascajo, arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Recta	4	4	0.6	0.6	4000	0.626	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.288	0.63	180	32.37	259.00
	cascajo, arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Recta	4	4	0.6	0.6	4000	0.626	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.288	0.63	180	32.37	259.00
	cascajo, arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Recta	4	4	0.6	0.6	4000	0.626	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.288	0.63	180	32.37	259.00
	cascajo, arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Angular	4.3	3.44	0.6	0.48	4000	0.626	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.230	0.63	160	23.02	184.18
	cascajo, arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Angular	4.3	3.44	0.6	0.48	4000	0.626	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.230	0.63	160	23.02	184.18
	cascajo, arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Angular	4.3	3.44	0.6	0.48	4000	0.626	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.230	0.63	160	23.02	184.18
	cascajo, arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Angular	4.3	3.44	0.6	0.48	4000	0.626	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.230	0.63	160	23.02	184.18
	cascajo, arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Angular	4.3	3.44	0.6	0.48	4000	0.626	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.230	0.63	160	23.02	184.18
Tractor Cat D6D	Roca suelta	0.5	Recta	4	4	0.55	0.55	4000	0.626	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.264	0.71	180	33.92	271.33
	Roca suelta	0.5	Recta	4	4	0.55	0.55	4000	0.626	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.264	0.71	180	33.92	271.33
	Roca suelta	0.5	Recta	4	4	0.55	0.55	4000	0.626	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.264	0.71	180	33.92	271.33
	Roca suelta	0.5	Recta	4	4	0.55	0.55	4000	0.626	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.264	0.71	180	33.92	271.33
	Roca suelta	0.5	Recta	4	4	0.55	0.55	4000	0.626	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.264	0.71	180	33.92	271.33
	Roca suelta	0.5	Recta	4	4	0.55	0.55	4000	0.626	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.264	0.71	180	33.92	271.33
	Roca suelta	0.5	Recta	4	4	0.55	0.55	4000	0.626	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.264	0.71	180	33.92	271.33
	Roca suelta	0.5	Angular	4.3	3.44	0.55	0.44	4000	0.626	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.211	0.71	160	24.12	192.95
	Roca suelta	0.5	Angular	4.3	3.44	0.55	0.44	4000	0.626	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.211	0.71	160	24.12	192.95
	Roca suelta	0.5	Angular	4.3	3.44	0.55	0.44	4000	0.626	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.211	0.71	160	24.12	192.95
	Roca suelta	0.5	Angular	4.3	3.44	0.55	0.44	4000	0.626	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.211	0.71	160	24.12	192.95
	Roca suelta	0.5	Angular	4.3	3.44	0.55	0.44	4000	0.626	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.211	0.71	160	24.12	192.95

TABLA N° 71 : Rendimiento del Tractor a una altitud de 0 m.s.n.m.

Para la elaboración de un expediente técnico situado en la costa, situada a una altitud de 0 m.s.n.m., se ha decidido utilizar un tractor D7G para trabajos de movimiento de tierras en la construcción de una carretera, específicamente en actividades de corte. Se sabe que el operario es bueno y tiene una eficiencia regular. Además, se considera que la visibilidad es adecuada (Visible) y que la hoja de trabajo es angular (tipo de hoja más utilizado en nuestro medio). Estos trabajos se realizarán para una pendiente promedio del 5% y se trabajará para cada tipo de material según la clasificación propuesta.

Modelo de Equipo	Tipo de Material	Trabaja bilidad del suelo	Tipo de Hoja de corte	Capacidad de la Hoja				altura	Factor de altitud	Pendiente del territorio		Capacidad del operador	Eficiencia del trabajo		Visibilidad		Factor de corrección	Factor volumétrico	Rendimiento m3/hr	Rendimiento corregida	Rendimiento m3/hr	
				Capacidad de la Hoja teorica	Capacidad de la Hoja	Coefficiente de llenado de la Hoja	Factor de hoja de corte			1 %	0.98		Bueno	0.83	Visible	0.94						
Tractor Cat D7G	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Recta	4	4	0.8	0.8	0	1.036	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.635	0.85	180	97.26	778.06
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Recta	4	4	0.8	0.8	0	1.036	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.635	0.85	180	97.26	778.06
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Recta	4	4	0.8	0.8	0	1.036	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.635	0.85	180	97.26	778.06
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Recta	4	4	0.8	0.8	0	1.036	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.635	0.85	180	97.26	778.06
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Recta	4	4	0.8	0.8	0	1.036	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.635	0.85	180	97.26	778.06
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Recta	4	4	0.8	0.8	0	1.036	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.635	0.85	180	97.26	778.06
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Recta	4	4	0.8	0.8	0	1.036	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.635	0.85	180	97.26	778.06
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Angular	4.3	3.44	0.8	0.64	0	1.036	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.508	0.85	220	95.10	760.77
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Angular	4.3	3.44	0.8	0.64	0	1.036	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.508	0.85	220	95.10	760.77
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Angular	4.3	3.44	0.8	0.64	0	1.036	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.508	0.85	220	95.10	760.77
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Angular	4.3	3.44	0.8	0.64	0	1.036	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.508	0.85	220	95.10	760.77
	Tractor Cat D7G	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Angular	4.3	3.44	0.8	0.64	0	1.036	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.508	0.85	220	95.10
Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Recta	4	4	0.7	0.7	0	1.036	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.556	0.88	180	88.49	707.92
Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Recta	4	4	0.7	0.7	0	1.036	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.556	0.88	180	88.49	707.92
Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Recta	4	4	0.7	0.7	0	1.036	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.556	0.88	180	88.49	707.92
Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Recta	4	4	0.7	0.7	0	1.036	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.556	0.88	180	88.49	707.92
Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Recta	4	4	0.7	0.7	0	1.036	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.556	0.88	180	88.49	707.92
Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Recta	4	4	0.7	0.7	0	1.036	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.556	0.88	180	88.49	707.92
Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Angular	4.3	3.44	0.7	0.56	0	1.036	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.444	0.88	220	86.52	692.19
Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Angular	4.3	3.44	0.7	0.56	0	1.036	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.444	0.88	220	86.52	692.19
Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Angular	4.3	3.44	0.7	0.56	0	1.036	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.444	0.88	220	86.52	692.19
Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Angular	4.3	3.44	0.7	0.56	0	1.036	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.444	0.88	220	86.52	692.19
Tractor Cat D7G		cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Recta	4	4	0.6	0.6	0	1.036	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.476	0.63	180	53.57
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Recta	4	4	0.6	0.6	0	1.036	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.476	0.63	180	53.57	428.54
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Recta	4	4	0.6	0.6	0	1.036	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.476	0.63	180	53.57	428.54
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Recta	4	4	0.6	0.6	0	1.036	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.476	0.63	180	53.57	428.54
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Recta	4	4	0.6	0.6	0	1.036	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.476	0.63	180	53.57	428.54
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Recta	4	4	0.6	0.6	0	1.036	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.476	0.63	180	53.57	428.54
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Recta	4	4	0.6	0.6	0	1.036	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.476	0.63	180	53.57	428.54
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Angular	4.3	3.44	0.6	0.48	0	1.036	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.381	0.63	220	52.38	419.02
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Angular	4.3	3.44	0.6	0.48	0	1.036	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.381	0.63	220	52.38	419.02
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Angular	4.3	3.44	0.6	0.48	0	1.036	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.381	0.63	220	52.38	419.02
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Angular	4.3	3.44	0.6	0.48	0	1.036	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.381	0.63	220	52.38	419.02
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Angular	4.3	3.44	0.6	0.48	0	1.036	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.381	0.63	220	52.38	419.02
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Angular	4.3	3.44	0.6	0.48	0	1.036	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.381	0.63	220	52.38	419.02
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Angular	4.3	3.44	0.6	0.48	0	1.036	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.381	0.63	220	52.38	419.02
Tractor Cat D7G	Roca suelta	0.5	Recta	4	4	0.55	0.55	0	1.036	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.436	0.71	180	56.12	448.95
	Roca suelta	0.5	Recta	4	4	0.55	0.55	0	1.036	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.436	0.71	180	56.12	448.95
	Roca suelta	0.5	Recta	4	4	0.55	0.55	0	1.036	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.436	0.71	180	56.12	448.95
	Roca suelta	0.5	Recta	4	4	0.55	0.55	0	1.036	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.436	0.71	180	56.12	448.95
	Roca suelta	0.5	Recta	4	4	0.55	0.55	0	1.036	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.436	0.71	180	56.12	448.95
	Roca suelta	0.5	Recta	4	4	0.55	0.55	0	1.036	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.436	0.71	180	56.12	448.95
	Roca suelta	0.5	Angular	4.3	3.44	0.55	0.44	0	1.036	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.349	0.71	220	54.87	438.97
	Roca suelta	0.5	Angular	4.3	3.44	0.55	0.44	0	1.036	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.349	0.71	220	54.87	438.97
	Roca suelta	0.5	Angular	4.3	3.44	0.55	0.44	0	1.036	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.349	0.71	220	54.87	438.97
	Roca suelta	0.5	Angular	4.3	3.44	0.55	0.44	0	1.036	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.349	0.71	220	54.87	438.97
	Roca suelta	0.5	Angular	4.3	3.44	0.55	0.44	0	1.036	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.349	0.71	220	54.87	438.97
	Roca suelta	0.5	Angular	4.3	3.44	0.55	0.44	0	1.036	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.349	0.71	220	54.87	438.97
	Roca suelta	0.5	Angular	4.3	3.44	0.55	0.44	0	1.036	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.349	0.71	220	54.87	438.97
	Roca suelta	0.5	Angular	4.3	3.44	0.55	0.44	0	1.036	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.349	0.71	220	54.87	438.97

TABLA N° 72 : Rendimiento del Tractor a una altitud de 1000 m.s.n.m.

Para la elaboración de un expediente técnico situado en la costa, situada a una altitud de 1000 m.s.n.m., se ha decidido utilizar un tractor D7G para trabajos de movimiento de tierras en la construcción de una carretera, específicamente en actividades de corte. Se sabe que el operario es bueno y tiene una eficiencia regular. Además, se considera que la visibilidad es adecuada (Visible) y que la hoja de trabajo es angular (tipo de hoja más utilizado en nuestro medio). Estos trabajos se realizarán para una pendiente promedio del 5% y se trabajará para cada tipo de material según la clasificación propuesta.

Modelo de Equipo	Tipo de Material	Trabaja bilidad del suelo	Tipo de Hoja de corte	Capacidad de la Hoja				altura	Factor de altitud	Pendiente del territorio		Capacidad del operador		Eficiencia del trabajo		Visibilidad		Factor de corrección	Factor volumétrico	Rendimiento m3/hr	Rendimiento corregida	Rendimiento m3/hr
				Capacidad de la Hoja teorica	Capacidad de la Hoja	Coefficiente de llenado de la Hoja	Factor de hoja de corte			1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94					
Tractor Cat D7G	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Recta	4	4	0.8	0.8	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.560	0.85	180	85.75	686.03
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Recta	4	4	0.8	0.8	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.560	0.85	180	85.75	686.03
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Recta	4	4	0.8	0.8	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.560	0.85	180	85.75	686.03
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Recta	4	4	0.8	0.8	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.560	0.85	180	85.75	686.03
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Recta	4	4	0.8	0.8	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.560	0.85	180	85.75	686.03
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Recta	4	4	0.8	0.8	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.560	0.85	180	85.75	686.03
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Recta	4	4	0.8	0.8	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.560	0.85	180	85.75	686.03
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Angular	4.3	3.44	0.8	0.64	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.448	0.85	220	83.85	670.78
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Angular	4.3	3.44	0.8	0.64	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.448	0.85	220	83.85	670.78
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Angular	4.3	3.44	0.8	0.64	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.448	0.85	220	83.85	670.78
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Angular	4.3	3.44	0.8	0.64	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.448	0.85	220	83.85	670.78
	Tractor Cat D7G	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Angular	4.3	3.44	0.8	0.64	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.448	0.85	220	83.85
Tierra suelta difilcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Recta	4	4	0.7	0.7	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.490	0.88	180	78.02	624.18
Tierra suelta difilcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Recta	4	4	0.7	0.7	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.490	0.88	180	78.02	624.18
Tierra suelta difilcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Recta	4	4	0.7	0.7	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.490	0.88	180	78.02	624.18
Tierra suelta difilcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Recta	4	4	0.7	0.7	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.490	0.88	180	78.02	624.18
Tierra suelta difilcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Recta	4	4	0.7	0.7	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.490	0.88	180	78.02	624.18
Tierra suelta difilcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Recta	4	4	0.7	0.7	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.490	0.88	180	78.02	624.18
Tierra suelta difilcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Angular	4.3	3.44	0.7	0.56	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.392	0.88	220	76.29	610.31
Tierra suelta difilcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Angular	4.3	3.44	0.7	0.56	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.392	0.88	220	76.29	610.31
Tierra suelta difilcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Angular	4.3	3.44	0.7	0.56	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.392	0.88	220	76.29	610.31
Tierra suelta difilcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Angular	4.3	3.44	0.7	0.56	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.392	0.88	220	76.29	610.31
Tractor Cat D7G		cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Recta	4	4	0.6	0.6	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.420	0.63	180	47.23
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Recta	4	4	0.6	0.6	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.420	0.63	180	47.23	377.85
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Recta	4	4	0.6	0.6	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.420	0.63	180	47.23	377.85
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Recta	4	4	0.6	0.6	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.420	0.63	180	47.23	377.85
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Recta	4	4	0.6	0.6	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.420	0.63	180	47.23	377.85
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Recta	4	4	0.6	0.6	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.420	0.63	180	47.23	377.85
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Recta	4	4	0.6	0.6	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.420	0.63	180	47.23	377.85
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Angular	4.3	3.44	0.6	0.48	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.336	0.63	220	46.18	369.45
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Angular	4.3	3.44	0.6	0.48	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.336	0.63	220	46.18	369.45
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Angular	4.3	3.44	0.6	0.48	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.336	0.63	220	46.18	369.45
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Angular	4.3	3.44	0.6	0.48	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.336	0.63	220	46.18	369.45
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Angular	4.3	3.44	0.6	0.48	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.336	0.63	220	46.18	369.45
Tractor Cat D7G	Roca suelta	0.5	Recta	4	4	0.55	0.55	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.385	0.71	180	49.48	395.84
	Roca suelta	0.5	Recta	4	4	0.55	0.55	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.385	0.71	180	49.48	395.84
	Roca suelta	0.5	Recta	4	4	0.55	0.55	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.385	0.71	180	49.48	395.84
	Roca suelta	0.5	Recta	4	4	0.55	0.55	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.385	0.71	180	49.48	395.84
	Roca suelta	0.5	Recta	4	4	0.55	0.55	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.385	0.71	180	49.48	395.84
	Roca suelta	0.5	Recta	4	4	0.55	0.55	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.385	0.71	180	49.48	395.84
	Roca suelta	0.5	Recta	4	4	0.55	0.55	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.385	0.71	180	49.48	395.84
	Roca suelta	0.5	Angular	4.3	3.44	0.55	0.44	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.308	0.71	220	48.38	387.05
	Roca suelta	0.5	Angular	4.3	3.44	0.55	0.44	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.308	0.71	220	48.38	387.05
	Roca suelta	0.5	Angular	4.3	3.44	0.55	0.44	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.308	0.71	220	48.38	387.05
	Roca suelta	0.5	Angular	4.3	3.44	0.55	0.44	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.308	0.71	220	48.38	387.05
	Roca suelta	0.5	Angular	4.3	3.44	0.55	0.44	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.308	0.71	220	48.38	387.05

TABLA N° 73 : Rendimiento del Tractor a una altitud de 2000 m.s.n.m.

Para la elaboración de un expediente técnico situado en la costa, situada a una altitud de 2000 m.s.n.m., se ha decidido utilizar un tractor D7G para trabajos de movimiento de tierras en la construcción de una carretera, específicamente en actividades de corte. Se sabe que el operario es bueno y tiene una eficiencia regular. Además, se considera que la visibilidad es adecuada (Visible) y que la hoja de trabajo es angular (tipo de hoja más utilizado en nuestro medio). Estos trabajos se realizarán para una pendiente promedio del 5% y se trabajará para cada tipo de material según la clasificación propuesta.

Modelo de Equipo	Tipo de Material	Trabaja bilidad del suelo	Tipo de Hoja de corte	Capacidad de la Hoja				altura	Factor de altitud	Pendiente del territorio		Capacidad del operador		Eficiencia del trabajo		Visibilidad		Factor de corrección	Factor volumétrico	Rendimiento m3/hr	Rendimiento corregida	Rendimiento m3/hr
				Capacidad de la Hoja teorica	Capacidad de la Hoja	Coeficiente de llenado de la Hoja	Factor de hoja de corte			1	2	3	4	5	6							
																1	2					
Tractor Cat D7G	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Recta	4	4	0.8	0.8	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.494	0.85	180	75.61	604.87
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Recta	4	4	0.8	0.8	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.494	0.85	180	75.61	604.87
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Recta	4	4	0.8	0.8	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.494	0.85	180	75.61	604.87
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Recta	4	4	0.8	0.8	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.494	0.85	180	75.61	604.87
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Recta	4	4	0.8	0.8	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.494	0.85	180	75.61	604.87
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Recta	4	4	0.8	0.8	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.494	0.85	180	75.61	604.87
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Recta	4	4	0.8	0.8	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.494	0.85	180	75.61	604.87
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Angular	4.3	3.44	0.8	0.64	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.395	0.85	220	73.93	591.43
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Angular	4.3	3.44	0.8	0.64	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.395	0.85	220	73.93	591.43
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Angular	4.3	3.44	0.8	0.64	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.395	0.85	220	73.93	591.43
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Angular	4.3	3.44	0.8	0.64	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.395	0.85	220	73.93	591.43
	Tractor Cat D7G	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Angular	4.3	3.44	0.8	0.64	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.395	0.85	220	73.93
Tierra suelta difilcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Recta	4	4	0.7	0.7	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.432	0.88	180	68.79	550.34
Tierra suelta difilcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Recta	4	4	0.7	0.7	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.432	0.88	180	68.79	550.34
Tierra suelta difilcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Recta	4	4	0.7	0.7	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.432	0.88	180	68.79	550.34
Tierra suelta difilcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Recta	4	4	0.7	0.7	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.432	0.88	180	68.79	550.34
Tierra suelta difilcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Recta	4	4	0.7	0.7	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.432	0.88	180	68.79	550.34
Tierra suelta difilcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Recta	4	4	0.7	0.7	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.432	0.88	180	68.79	550.34
Tierra suelta difilcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Angular	4.3	3.44	0.7	0.56	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.345	0.88	220	67.26	538.11
Tierra suelta difilcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Angular	4.3	3.44	0.7	0.56	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.345	0.88	220	67.26	538.11
Tierra suelta difilcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Angular	4.3	3.44	0.7	0.56	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.345	0.88	220	67.26	538.11
Tierra suelta difilcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Angular	4.3	3.44	0.7	0.56	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.345	0.88	220	67.26	538.11
Tractor Cat D7G		cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Recta	4	4	0.6	0.6	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.370	0.63	180	41.64
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Recta	4	4	0.6	0.6	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.370	0.63	180	41.64	333.15
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Recta	4	4	0.6	0.6	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.370	0.63	180	41.64	333.15
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Recta	4	4	0.6	0.6	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.370	0.63	180	41.64	333.15
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Recta	4	4	0.6	0.6	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.370	0.63	180	41.64	333.15
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Recta	4	4	0.6	0.6	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.370	0.63	180	41.64	333.15
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Recta	4	4	0.6	0.6	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.370	0.63	180	41.64	333.15
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Angular	4.3	3.44	0.6	0.48	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.296	0.63	220	40.72	325.75
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Angular	4.3	3.44	0.6	0.48	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.296	0.63	220	40.72	325.75
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Angular	4.3	3.44	0.6	0.48	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.296	0.63	220	40.72	325.75
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Angular	4.3	3.44	0.6	0.48	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.296	0.63	220	40.72	325.75
	Tractor Cat D7G	Roca suelta	0.5	Recta	4	4	0.55	0.55	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.339	0.71	180	43.63
Roca suelta		0.5	Recta	4	4	0.55	0.55	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.339	0.71	180	43.63	349.02
Roca suelta		0.5	Recta	4	4	0.55	0.55	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.339	0.71	180	43.63	349.02
Roca suelta		0.5	Recta	4	4	0.55	0.55	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.339	0.71	180	43.63	349.02
Roca suelta		0.5	Recta	4	4	0.55	0.55	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.339	0.71	180	43.63	349.02
Roca suelta		0.5	Recta	4	4	0.55	0.55	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.339	0.71	180	43.63	349.02
Roca suelta		0.5	Angular	4.3	3.44	0.55	0.44	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.271	0.71	220	42.66	341.26
Roca suelta		0.5	Angular	4.3	3.44	0.55	0.44	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.271	0.71	220	42.66	341.26
Roca suelta		0.5	Angular	4.3	3.44	0.55	0.44	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.271	0.71	220	42.66	341.26
Roca suelta		0.5	Angular	4.3	3.44	0.55	0.44	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.271	0.71	220	42.66	341.26
Roca suelta		0.5	Angular	4.3	3.44	0.55	0.44	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.271	0.71	220	42.66	341.26
Roca suelta		0.5	Angular	4.3	3.44	0.55	0.44	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.271	0.71	220	42.66	341.26

TABLA N° 74 : Rendimiento del Tractor a una altitud de 3000 m.s.n.m.

Para la elaboración de un expediente técnico situado en la costa, situada a una altitud de 3000 m.s.n.m., se ha decidido utilizar un tractor D7G para trabajos de movimiento de tierras en la construcción de una carretera, específicamente en actividades de corte. Se sabe que el operario es bueno y tiene una eficiencia regular. Además, se considera que la visibilidad es adecuada (Visible) y que la hoja de trabajo es angular (tipo de hoja más utilizado en nuestro medio). Estos trabajos se realizarán para una pendiente promedio del 5% y se trabajará para cada tipo de material según la clasificación propuesta.

Modelo de Equipo	Tipo de Material	Trabaja bilidad del suelo	Tipo de Hoja de corte	Capacidad de la Hoja				altura	Factor de altitud	Pendiente del territorio		Capacidad del operador		Eficiencia del trabajo		Visibilidad		Factor de corrección	Factor volumétrico	Rendimiento m3/hr	Rendimiento corregida	Rendimiento m3/hr		
				Capacidad de la Hoja teorica	Capacidad de la Hoja	Coeficiente de llenado de la Hoja	Factor de hoja de corte			1	2	3	4	5	6	7	8						9	10
Tractor Cat D7G	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Recta	4	4	0.8	0.8	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.435	0.85	180	66.67	533.32		
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Recta	4	4	0.8	0.8	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.435	0.85	180	66.67	533.32		
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Recta	4	4	0.8	0.8	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.435	0.85	180	66.67	533.32		
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Recta	4	4	0.8	0.8	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.435	0.85	180	66.67	533.32		
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Recta	4	4	0.8	0.8	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.435	0.85	180	66.67	533.32		
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Recta	4	4	0.8	0.8	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.435	0.85	180	66.67	533.32		
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Angular	4.3	3.44	0.8	0.64	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.348	0.85	220	65.18	521.47		
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Angular	4.3	3.44	0.8	0.64	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.348	0.85	220	65.18	521.47		
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Angular	4.3	3.44	0.8	0.64	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.348	0.85	220	65.18	521.47		
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Angular	4.3	3.44	0.8	0.64	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.348	0.85	220	65.18	521.47		
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Angular	4.3	3.44	0.8	0.64	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.348	0.85	220	65.18	521.47		
	Tractor Cat D7G	Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.8	Recta	4	4	0.7	0.7	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.381	0.88	180	60.66	485.24	
Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Recta	4	4	0.7	0.7	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.381	0.88	180	60.66	485.24		
Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Recta	4	4	0.7	0.7	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.381	0.88	180	60.66	485.24		
Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Recta	4	4	0.7	0.7	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.381	0.88	180	60.66	485.24		
Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Recta	4	4	0.7	0.7	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.381	0.88	180	60.66	485.24		
Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Recta	4	4	0.7	0.7	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.381	0.88	180	60.66	485.24		
Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Angular	4.3	3.44	0.7	0.56	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.305	0.88	220	59.31	474.46		
Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Angular	4.3	3.44	0.7	0.56	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.305	0.88	220	59.31	474.46		
Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Angular	4.3	3.44	0.7	0.56	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.305	0.88	220	59.31	474.46		
Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Angular	4.3	3.44	0.7	0.56	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.305	0.88	220	59.31	474.46		
Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Angular	4.3	3.44	0.7	0.56	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.305	0.88	220	59.31	474.46		
Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Angular	4.3	3.44	0.7	0.56	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.305	0.88	220	59.31	474.46		
Tractor Cat D7G	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Recta	4	4	0.6	0.6	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.326	0.63	180	36.72	293.74		
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Recta	4	4	0.6	0.6	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.326	0.63	180	36.72	293.74		
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Recta	4	4	0.6	0.6	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.326	0.63	180	36.72	293.74		
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Recta	4	4	0.6	0.6	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.326	0.63	180	36.72	293.74		
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Recta	4	4	0.6	0.6	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.326	0.63	180	36.72	293.74		
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Recta	4	4	0.6	0.6	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.326	0.63	180	36.72	293.74		
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Angular	4.3	3.44	0.6	0.48	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.261	0.63	220	35.90	287.22		
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Angular	4.3	3.44	0.6	0.48	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.261	0.63	220	35.90	287.22		
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Angular	4.3	3.44	0.6	0.48	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.261	0.63	220	35.90	287.22		
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Angular	4.3	3.44	0.6	0.48	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.261	0.63	220	35.90	287.22		
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Angular	4.3	3.44	0.6	0.48	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.261	0.63	220	35.90	287.22		
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Angular	4.3	3.44	0.6	0.48	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.261	0.63	220	35.90	287.22		
Tractor Cat D7G	Roca suelta	0.5	Recta	4	4	0.55	0.55	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.299	0.71	180	38.47	307.73		
	Roca suelta	0.5	Recta	4	4	0.55	0.55	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.299	0.71	180	38.47	307.73		
	Roca suelta	0.5	Recta	4	4	0.55	0.55	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.299	0.71	180	38.47	307.73		
	Roca suelta	0.5	Recta	4	4	0.55	0.55	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.299	0.71	180	38.47	307.73		
	Roca suelta	0.5	Recta	4	4	0.55	0.55	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.299	0.71	180	38.47	307.73		
	Roca suelta	0.5	Recta	4	4	0.55	0.55	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.299	0.71	180	38.47	307.73		
	Roca suelta	0.5	Angular	4.3	3.44	0.55	0.44	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.239	0.71	220	37.61	300.89		
	Roca suelta	0.5	Angular	4.3	3.44	0.55	0.44	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.239	0.71	220	37.61	300.89		
	Roca suelta	0.5	Angular	4.3	3.44	0.55	0.44	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.239	0.71	220	37.61	300.89		
	Roca suelta	0.5	Angular	4.3	3.44	0.55	0.44	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.239	0.71	220	37.61	300.89		
	Roca suelta	0.5	Angular	4.3	3.44	0.55	0.44	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.239	0.71	220	37.61	300.89		
	Roca suelta	0.5	Angular	4.3	3.44	0.55	0.44	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.239	0.71	220	37.61	300.89		

TABLA N° 75 : Rendimiento del Tractor a una altitud de 4000 m.s.n.m.

Para la elaboración de un expediente técnico situado en la costa, situada a una altitud de 4000 m.s.n.m., se ha decidido utilizar un tractor D7G para trabajos de movimiento de tierras en la construcción de una carretera, específicamente en actividades de corte. Se sabe que el operario es bueno y tiene una eficiencia regular. Además, se considera que la visibilidad es adecuada (Visible) y que la hoja de trabajo es angular (tipo de hoja más utilizado en nuestro medio). Estos trabajos se realizarán para una pendiente promedio del 5% y se trabajará para cada tipo de material según la clasificación propuesta.

Modelo de Equipo	Tipo de Material	Trabaja bilidad del suelo	Tipo de Hoja de corte	Capacidad de la Hoja				altura	Factor de altitud	Pendiente del territorio		Capacidad del operador		Eficiencia del trabajo		Visibilidad		Factor de corrección	Factor volumétrico	Rendimiento m3/hr	Rendimiento corregida	Rendimiento m3/hr
				Capacidad de la Hoja teorica	Capacidad de la Hoja	Coefficiente de llenado de la Hoja	Factor de hoja de corte			1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94					
Tractor Cat D7G	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Recta	4	4	0.8	0.8	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.384	0.85	180	58.78	470.24
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Recta	4	4	0.8	0.8	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.384	0.85	180	58.78	470.24
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Recta	4	4	0.8	0.8	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.384	0.85	180	58.78	470.24
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Recta	4	4	0.8	0.8	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.384	0.85	180	58.78	470.24
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Recta	4	4	0.8	0.8	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.384	0.85	180	58.78	470.24
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Recta	4	4	0.8	0.8	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.384	0.85	180	58.78	470.24
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Recta	4	4	0.8	0.8	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.384	0.85	180	58.78	470.24
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Angular	4.3	3.44	0.8	0.64	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.307	0.85	220	57.47	459.79
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Angular	4.3	3.44	0.8	0.64	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.307	0.85	220	57.47	459.79
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Angular	4.3	3.44	0.8	0.64	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.307	0.85	220	57.47	459.79
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Angular	4.3	3.44	0.8	0.64	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.307	0.85	220	57.47	459.79
	Tractor Cat D7G	Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.8	Recta	4	4	0.7	0.7	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.336	0.88	180	53.48
Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Recta	4	4	0.7	0.7	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.336	0.88	180	53.48	427.84
Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Recta	4	4	0.7	0.7	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.336	0.88	180	53.48	427.84
Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Recta	4	4	0.7	0.7	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.336	0.88	180	53.48	427.84
Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Recta	4	4	0.7	0.7	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.336	0.88	180	53.48	427.84
Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Recta	4	4	0.7	0.7	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.336	0.88	180	53.48	427.84
Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Angular	4.3	3.44	0.7	0.56	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.269	0.88	220	52.29	418.33
Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Angular	4.3	3.44	0.7	0.56	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.269	0.88	220	52.29	418.33
Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Angular	4.3	3.44	0.7	0.56	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.269	0.88	220	52.29	418.33
Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Angular	4.3	3.44	0.7	0.56	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.269	0.88	220	52.29	418.33
Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Angular	4.3	3.44	0.7	0.56	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.269	0.88	220	52.29	418.33
Tractor Cat D7G		cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Recta	4	4	0.6	0.6	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.288	0.63	180	32.37
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Recta	4	4	0.6	0.6	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.288	0.63	180	32.37	259.00
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Recta	4	4	0.6	0.6	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.288	0.63	180	32.37	259.00
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Recta	4	4	0.6	0.6	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.288	0.63	180	32.37	259.00
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Recta	4	4	0.6	0.6	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.288	0.63	180	32.37	259.00
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Recta	4	4	0.6	0.6	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.288	0.63	180	32.37	259.00
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Recta	4	4	0.6	0.6	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.288	0.63	180	32.37	259.00
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Angular	4.3	3.44	0.6	0.48	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.230	0.63	220	31.66	253.24
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Angular	4.3	3.44	0.6	0.48	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.230	0.63	220	31.66	253.24
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Angular	4.3	3.44	0.6	0.48	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.230	0.63	220	31.66	253.24
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Angular	4.3	3.44	0.6	0.48	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.230	0.63	220	31.66	253.24
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Angular	4.3	3.44	0.6	0.48	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.230	0.63	220	31.66	253.24
Tractor Cat D7G	Roca suelta	0.5	Recta	4	4	0.55	0.55	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.264	0.71	180	33.92	271.33
	Roca suelta	0.5	Recta	4	4	0.55	0.55	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.264	0.71	180	33.92	271.33
	Roca suelta	0.5	Recta	4	4	0.55	0.55	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.264	0.71	180	33.92	271.33
	Roca suelta	0.5	Recta	4	4	0.55	0.55	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.264	0.71	180	33.92	271.33
	Roca suelta	0.5	Recta	4	4	0.55	0.55	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.264	0.71	180	33.92	271.33
	Roca suelta	0.5	Recta	4	4	0.55	0.55	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.264	0.71	180	33.92	271.33
	Roca suelta	0.5	Angular	4.3	3.44	0.55	0.44	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.211	0.71	220	33.16	265.30
	Roca suelta	0.5	Angular	4.3	3.44	0.55	0.44	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.211	0.71	220	33.16	265.30
	Roca suelta	0.5	Angular	4.3	3.44	0.55	0.44	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.211	0.71	220	33.16	265.30
	Roca suelta	0.5	Angular	4.3	3.44	0.55	0.44	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.211	0.71	220	33.16	265.30
	Roca suelta	0.5	Angular	4.3	3.44	0.55	0.44	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.211	0.71	220	33.16	265.30
	Roca suelta	0.5	Angular	4.3	3.44	0.55	0.44	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.211	0.71	220	33.16	265.30

TABLA N° 76 : Rendimiento del Tractor a una altitud de 0 m.s.n.m.

Para la elaboración de un expediente técnico situado en la costa, situada a una altitud de 0 m.s.n.m., se ha decidido utilizar un tractor D8K para trabajos de movimiento de tierras en la construcción de una carretera, específicamente en actividades de corte. Se sabe que el operario es bueno y tiene una eficiencia regular. Además, se considera que la visibilidad es adecuada (Visible) y que la hoja de trabajo es angular (tipo de hoja más utilizado en nuestro medio). Estos trabajos se realizarán para una pendiente promedio del 5% y se trabajará para cada tipo de material según la clasificación propuesta.

Modelo de Equipo	Tipo de Material	Trabajabilidad del suelo	Tipo de Hoja de corte	Rendimiento del Tractor a una altitud de 0 m.s.n.m.								altura	Factor de altitud	Pendiente del territorio	Capacidad del operador	Eficiencia del trabajo	Visibilidad	Factor de corrección	Factor volumetrico	Rendimiento m3/hr	Rendimiento corregida	Rendimiento m3/hr
				Capacidad de la Hoja																		
				Capacidad de la Hoja teorica	Capacidad de la Hoja	Coefficiente de llenado de la Hoja	Factor de hoja de corte															
Tractor Cat D8K	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Universal	11.8	11.8	0.8	0.8	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.635	0.85	330	178.31	1426.45
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Universal	11.8	11.8	0.8	0.8	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.635	0.85	330	178.31	1426.45
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Universal	11.8	11.8	0.8	0.8	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.635	0.85	330	178.31	1426.45
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Universal	11.8	11.8	0.8	0.8	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.635	0.85	330	178.31	1426.45
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Universal	11.8	11.8	0.8	0.8	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.635	0.85	330	178.31	1426.45
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Universal	11.8	11.8	0.8	0.8	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.635	0.85	330	178.31	1426.45
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Semi Universal	8.6	8.6	0.8	0.8	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.635	0.85	330	178.31	1426.45
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Semi Universal	8.6	8.6	0.8	0.8	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.635	0.85	330	178.31	1426.45
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Semi Universal	8.6	8.6	0.8	0.8	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.635	0.85	330	178.31	1426.45
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Semi Universal	8.6	8.6	0.8	0.8	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.635	0.85	330	178.31	1426.45
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Semi Universal	8.6	8.6	0.8	0.8	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.635	0.85	330	178.31	1426.45
Tractor Cat D8K	Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.8	Universal	11.8	11.8	0.7	0.7	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.556	0.88	330	162.23	1297.85
	Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.8	Universal	11.8	11.8	0.7	0.7	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.556	0.88	330	162.23	1297.85
	Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.8	Universal	11.8	11.8	0.7	0.7	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.556	0.88	330	162.23	1297.85
	Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.8	Universal	11.8	11.8	0.7	0.7	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.556	0.88	330	162.23	1297.85
	Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.8	Universal	11.8	11.8	0.7	0.7	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.556	0.88	330	162.23	1297.85
	Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.8	Universal	11.8	11.8	0.7	0.7	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.556	0.88	330	162.23	1297.85
	Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.8	Semi Universal	8.6	8.6	0.7	0.7	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.556	0.63	330	114.58	916.60
	Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.8	Semi Universal	8.6	8.6	0.7	0.7	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.556	0.63	330	114.58	916.60
	Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.8	Semi Universal	8.6	8.6	0.7	0.7	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.556	0.63	330	114.58	916.60
	Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.8	Semi Universal	8.6	8.6	0.7	0.7	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.556	0.63	330	114.58	916.60
	Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.8	Semi Universal	8.6	8.6	0.7	0.7	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.556	0.63	330	114.58	916.60
Tractor Cat D8K	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Universal	11.8	11.8	0.6	0.6	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.476	0.71	330	112.24	897.90
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Universal	11.8	11.8	0.6	0.6	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.476	0.71	330	112.24	897.90
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Universal	11.8	11.8	0.6	0.6	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.476	0.71	330	112.24	897.90
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Universal	11.8	11.8	0.6	0.6	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.476	0.71	330	112.24	897.90
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Universal	11.8	11.8	0.6	0.6	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.476	0.71	330	112.24	897.90
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Universal	11.8	11.8	0.6	0.6	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.476	0.71	330	112.24	897.90
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Semi Universal	8.6	8.6	0.6	0.6	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.476	0.71	330	112.24	897.90
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Semi Universal	8.6	8.6	0.6	0.6	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.476	0.71	330	112.24	897.90
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Semi Universal	8.6	8.6	0.6	0.6	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.476	0.71	330	112.24	897.90
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Semi Universal	8.6	8.6	0.6	0.6	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.476	0.71	330	112.24	897.90
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Semi Universal	8.6	8.6	0.6	0.6	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.476	0.71	330	112.24	897.90
Tractor Cat D8K	Roca suelta	0.5	Universal	11.8	11.8	0.55	0.55	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.436	0.71	330	102.88	823.07
	Roca suelta	0.5	Universal	11.8	11.8	0.55	0.55	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.436	0.71	330	102.88	823.07
	Roca suelta	0.5	Universal	11.8	11.8	0.55	0.55	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.436	0.71	330	102.88	823.07
	Roca suelta	0.5	Universal	11.8	11.8	0.55	0.55	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.436	0.71	330	102.88	823.07
	Roca suelta	0.5	Universal	11.8	11.8	0.55	0.55	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.436	0.71	330	102.88	823.07
	Roca suelta	0.5	Universal	11.8	11.8	0.55	0.55	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.436	0.71	330	102.88	823.07
	Roca suelta	0.5	Semi Universal	8.6	8.6	0.55	0.55	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.436	0.71	330	102.88	823.07
	Roca suelta	0.5	Semi Universal	8.6	8.6	0.55	0.55	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.436	0.71	330	102.88	823.07
	Roca suelta	0.5	Semi Universal	8.6	8.6	0.55	0.55	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.436	0.71	330	102.88	823.07
	Roca suelta	0.5	Semi Universal	8.6	8.6	0.55	0.55	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.436	0.71	330	102.88	823.07
	Roca suelta	0.5	Semi Universal	8.6	8.6	0.55	0.55	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.436	0.71	330	102.88	823.07

TABLA N° 77 : Rendimiento del Tractor a una altitud de 1000 m.s.n.m.

Para la elaboración de un expediente técnico situado en la costa, situada a una altitud de 1000 m.s.n.m., se ha decidido utilizar un tractor D8K para trabajos de movimiento de tierras en la construcción de una carretera, específicamente en actividades de corte. Se sabe que el operario es bueno y tiene una eficiencia regular. Además, se considera que la visibilidad es adecuada (Visible) y que la hoja de trabajo es angular (tipo de hoja más utilizado en nuestro medio). Estos trabajos se realizarán para una pendiente promedio del 5% y se trabajará para cada tipo de material según la clasificación propuesta.

Modelo de Equipo	Tipo de Material	Trabajabilidad del suelo	Tipo de Hoja de corte	Capacidad de la Hoja				altura	Factor de altitud	Pendiente del territorio	Capacidad del operador	Eficiencia del trabajo	Visibilidad		Factor de corrección	Factor volumetrico	Rendimiento m3/hr	Rendimiento corregida	Rendimiento m3/hr			
				Capacidad de la Hoja teorica	Capacida d de la Hoja	Coefficiente de llenado de la Hoja	Factor de hoja de corte						0.94	0.560								
				11.8	11.8	0.8	0.8															
Tractor Cat D8K	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Universal	11.8	11.8	0.8	0.8	1000	0.913	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.560	0.85	330	157.21	1257.71
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Universal	11.8	11.8	0.8	0.8	1000	0.913	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.560	0.85	330	157.21	1257.71
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Universal	11.8	11.8	0.8	0.8	1000	0.913	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.560	0.85	330	157.21	1257.71
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Universal	11.8	11.8	0.8	0.8	1000	0.913	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.560	0.85	330	157.21	1257.71
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Universal	11.8	11.8	0.8	0.8	1000	0.913	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.560	0.85	330	157.21	1257.71
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Universal	11.8	11.8	0.8	0.8	1000	0.913	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.560	0.85	330	157.21	1257.71
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Semi Universal	8.6	8.6	0.8	0.8	1000	0.913	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.560	0.85	330	157.21	1257.71
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Semi Universal	8.6	8.6	0.8	0.8	1000	0.913	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.560	0.85	330	157.21	1257.71
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Semi Universal	8.6	8.6	0.8	0.8	1000	0.913	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.560	0.85	330	157.21	1257.71
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Semi Universal	8.6	8.6	0.8	0.8	1000	0.913	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.560	0.85	330	157.21	1257.71
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Semi Universal	8.6	8.6	0.8	0.8	1000	0.913	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.560	0.85	330	157.21	1257.71
	Tractor Cat D8K	Tierra suelta,dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.8	Universal	11.8	11.8	0.7	0.7	1000	0.913	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.490	0.88	330	143.04
Tierra suelta,dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Universal	11.8	11.8	0.7	0.7	1000	0.913	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.490	0.88	330	143.04	1144.32
Tierra suelta,dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Universal	11.8	11.8	0.7	0.7	1000	0.913	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.490	0.88	330	143.04	1144.32
Tierra suelta,dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Universal	11.8	11.8	0.7	0.7	1000	0.913	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.490	0.88	330	143.04	1144.32
Tierra suelta,dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Universal	11.8	11.8	0.7	0.7	1000	0.913	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.490	0.88	330	143.04	1144.32
Tierra suelta,dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Universal	11.8	11.8	0.7	0.7	1000	0.913	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.490	0.88	330	143.04	1144.32
Tierra suelta,dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Universal	11.8	11.8	0.7	0.7	1000	0.913	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.490	0.88	330	143.04	1144.32
Tierra suelta,dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Semi Universal	8.6	8.6	0.7	0.7	1000	0.913	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.490	0.63	330	101.02	808.18
Tierra suelta,dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Semi Universal	8.6	8.6	0.7	0.7	1000	0.913	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.490	0.63	330	101.02	808.18
Tierra suelta,dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Semi Universal	8.6	8.6	0.7	0.7	1000	0.913	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.490	0.63	330	101.02	808.18
Tierra suelta,dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Semi Universal	8.6	8.6	0.7	0.7	1000	0.913	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.490	0.63	330	101.02	808.18
Tractor Cat D8K		cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Universal	11.8	11.8	0.6	0.6	1000	0.913	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.420	0.71	330	98.96
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Universal	11.8	11.8	0.6	0.6	1000	0.913	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.420	0.71	330	98.96	791.69
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Universal	11.8	11.8	0.6	0.6	1000	0.913	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.420	0.71	330	98.96	791.69
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Universal	11.8	11.8	0.6	0.6	1000	0.913	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.420	0.71	330	98.96	791.69
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Universal	11.8	11.8	0.6	0.6	1000	0.913	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.420	0.71	330	98.96	791.69
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Universal	11.8	11.8	0.6	0.6	1000	0.913	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.420	0.71	330	98.96	791.69
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Universal	11.8	11.8	0.6	0.6	1000	0.913	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.420	0.71	330	98.96	791.69
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Semi Universal	8.6	8.6	0.6	0.6	1000	0.913	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.420	0.71	330	98.96	791.69
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Semi Universal	8.6	8.6	0.6	0.6	1000	0.913	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.420	0.71	330	98.96	791.69
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Semi Universal	8.6	8.6	0.6	0.6	1000	0.913	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.420	0.71	330	98.96	791.69
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Semi Universal	8.6	8.6	0.6	0.6	1000	0.913	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.420	0.71	330	98.96	791.69
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Semi Universal	8.6	8.6	0.6	0.6	1000	0.913	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.420	0.71	330	98.96	791.69
Tractor Cat D8K	Roca suelta	0.5	Universal	11.8	11.8	0.55	0.55	1000	0.913	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.385	0.71	330	90.71	725.71
	Roca suelta	0.5	Universal	11.8	11.8	0.55	0.55	1000	0.913	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.385	0.71	330	90.71	725.71
	Roca suelta	0.5	Universal	11.8	11.8	0.55	0.55	1000	0.913	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.385	0.71	330	90.71	725.71
	Roca suelta	0.5	Universal	11.8	11.8	0.55	0.55	1000	0.913	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.385	0.71	330	90.71	725.71
	Roca suelta	0.5	Universal	11.8	11.8	0.55	0.55	1000	0.913	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.385	0.71	330	90.71	725.71
	Roca suelta	0.5	Universal	11.8	11.8	0.55	0.55	1000	0.913	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.385	0.71	330	90.71	725.71
	Roca suelta	0.5	Universal	11.8	11.8	0.55	0.55	1000	0.913	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.385	0.71	330	90.71	725.71
	Roca suelta	0.5	Semi Universal	8.6	8.6	0.55	0.55	1000	0.913	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.385	0.71	330	90.71	725.71
	Roca suelta	0.5	Semi Universal	8.6	8.6	0.55	0.55	1000	0.913	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.385	0.71	330	90.71	725.71
	Roca suelta	0.5	Semi Universal	8.6	8.6	0.55	0.55	1000	0.913	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.385	0.71	330	90.71	725.71
	Roca suelta	0.5	Semi Universal	8.6	8.6	0.55	0.55	1000	0.913	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.385	0.71	330	90.71	725.71
	Roca suelta	0.5	Semi Universal	8.6	8.6	0.55	0.55	1000	0.913	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.385	0.71	330	90.71	725.71

TABLA N° 78 : Rendimiento del Tractor a una altitud de 2000 m.s.n.m.

Para la elaboración de un expediente técnico situado en la costa, situada a una altitud de 2000 m.s.n.m., se ha decidido utilizar un tractor D8K para trabajos de movimiento de tierras en la construcción de una carretera, específicamente en actividades de corte. Se sabe que el operario es bueno y tiene una eficiencia regular. Además, se considera que la visibilidad es adecuada (Visible) y que la hoja de trabajo es angular (tipo de hoja más utilizado en nuestro medio). Estos trabajos se realizarán para una pendiente promedio del 5% y se trabajará para cada tipo de material según la clasificación propuesta.

Modelo de Equipo	Tipo de Material	Trabajabilidad del suelo	Tipo de Hoja de corte	Capacidad de la Hoja				altura	Factor de altitud	Pendiente del territorio	Capacidad del operador	Eficiencia del trabajo	Visibilidad		Factor de corrección	Factor volumetrico	Rendimiento m3/hr	Rendimiento corregida	Rendimiento m3/hr			
				Capacidad de la Hoja teorica	Capacidad de la Hoja	Coefficiente de llenado de la Hoja	Factor de hoja de corte															
Tractor Cat D8K	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Universal	11.8	11.8	0.8	0.8	2000	0.805	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.494	0.85	330	138.62	1108.94
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Universal	11.8	11.8	0.8	0.8	2000	0.805	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.494	0.85	330	138.62	1108.94
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Universal	11.8	11.8	0.8	0.8	2000	0.805	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.494	0.85	330	138.62	1108.94
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Universal	11.8	11.8	0.8	0.8	2000	0.805	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.494	0.85	330	138.62	1108.94
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Universal	11.8	11.8	0.8	0.8	2000	0.805	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.494	0.85	330	138.62	1108.94
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Universal	11.8	11.8	0.8	0.8	2000	0.805	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.494	0.85	330	138.62	1108.94
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Semi Universal	8.6	8.6	0.8	0.8	2000	0.805	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.494	0.85	330	138.62	1108.94
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Semi Universal	8.6	8.6	0.8	0.8	2000	0.805	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.494	0.85	330	138.62	1108.94
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Semi Universal	8.6	8.6	0.8	0.8	2000	0.805	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.494	0.85	330	138.62	1108.94
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Semi Universal	8.6	8.6	0.8	0.8	2000	0.805	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.494	0.85	330	138.62	1108.94
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Semi Universal	8.6	8.6	0.8	0.8	2000	0.805	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.494	0.85	330	138.62	1108.94
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Semi Universal	8.6	8.6	0.8	0.8	2000	0.805	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.494	0.85	330	138.62	1108.94
Tractor Cat D8K	Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.8	Universal	11.8	11.8	0.7	0.7	2000	0.805	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.432	0.88	330	126.12	1008.96
	Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.8	Universal	11.8	11.8	0.7	0.7	2000	0.805	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.432	0.88	330	126.12	1008.96
	Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.8	Universal	11.8	11.8	0.7	0.7	2000	0.805	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.432	0.88	330	126.12	1008.96
	Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.8	Universal	11.8	11.8	0.7	0.7	2000	0.805	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.432	0.88	330	126.12	1008.96
	Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.8	Universal	11.8	11.8	0.7	0.7	2000	0.805	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.432	0.88	330	126.12	1008.96
	Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.8	Universal	11.8	11.8	0.7	0.7	2000	0.805	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.432	0.88	330	126.12	1008.96
	Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.8	Semi Universal	8.6	8.6	0.7	0.7	2000	0.805	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.432	0.63	330	89.07	712.58
	Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.8	Semi Universal	8.6	8.6	0.7	0.7	2000	0.805	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.432	0.63	330	89.07	712.58
	Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.8	Semi Universal	8.6	8.6	0.7	0.7	2000	0.805	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.432	0.63	330	89.07	712.58
	Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.8	Semi Universal	8.6	8.6	0.7	0.7	2000	0.805	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.432	0.63	330	89.07	712.58
	Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.8	Semi Universal	8.6	8.6	0.7	0.7	2000	0.805	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.432	0.63	330	89.07	712.58
	Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.8	Semi Universal	8.6	8.6	0.7	0.7	2000	0.805	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.432	0.63	330	89.07	712.58
Tractor Cat D8K	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Universal	11.8	11.8	0.6	0.6	2000	0.805	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.370	0.71	330	87.25	698.04
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Universal	11.8	11.8	0.6	0.6	2000	0.805	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.370	0.71	330	87.25	698.04
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Universal	11.8	11.8	0.6	0.6	2000	0.805	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.370	0.71	330	87.25	698.04
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Universal	11.8	11.8	0.6	0.6	2000	0.805	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.370	0.71	330	87.25	698.04
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Universal	11.8	11.8	0.6	0.6	2000	0.805	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.370	0.71	330	87.25	698.04
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Universal	11.8	11.8	0.6	0.6	2000	0.805	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.370	0.71	330	87.25	698.04
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Semi Universal	8.6	8.6	0.6	0.6	2000	0.805	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.370	0.71	330	87.25	698.04
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Semi Universal	8.6	8.6	0.6	0.6	2000	0.805	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.370	0.71	330	87.25	698.04
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Semi Universal	8.6	8.6	0.6	0.6	2000	0.805	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.370	0.71	330	87.25	698.04
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Semi Universal	8.6	8.6	0.6	0.6	2000	0.805	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.370	0.71	330	87.25	698.04
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Semi Universal	8.6	8.6	0.6	0.6	2000	0.805	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.370	0.71	330	87.25	698.04
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Semi Universal	8.6	8.6	0.6	0.6	2000	0.805	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.370	0.71	330	87.25	698.04
Tractor Cat D8K	Roca suelta	0.5	Universal	11.8	11.8	0.55	0.55	2000	0.805	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.339	0.71	330	79.98	639.87
	Roca suelta	0.5	Universal	11.8	11.8	0.55	0.55	2000	0.805	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.339	0.71	330	79.98	639.87
	Roca suelta	0.5	Universal	11.8	11.8	0.55	0.55	2000	0.805	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.339	0.71	330	79.98	639.87
	Roca suelta	0.5	Universal	11.8	11.8	0.55	0.55	2000	0.805	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.339	0.71	330	79.98	639.87
	Roca suelta	0.5	Universal	11.8	11.8	0.55	0.55	2000	0.805	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.339	0.71	330	79.98	639.87
	Roca suelta	0.5	Universal	11.8	11.8	0.55	0.55	2000	0.805	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.339	0.71	330	79.98	639.87
	Roca suelta	0.5	Semi Universal	8.6	8.6	0.55	0.55	2000	0.805	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.339	0.71	330	79.98	639.87
	Roca suelta	0.5	Semi Universal	8.6	8.6	0.55	0.55	2000	0.805	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.339	0.71	330	79.98	639.87
	Roca suelta	0.5	Semi Universal	8.6	8.6	0.55	0.55	2000	0.805	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.339	0.71	330	79.98	639.87
	Roca suelta	0.5	Semi Universal	8.6	8.6	0.55	0.55	2000	0.805	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.339	0.71	330	79.98	639.87
	Roca suelta	0.5	Semi Universal	8.6	8.6	0.55	0.55	2000	0.805	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.339	0.71	330	79.98	639.87
	Roca suelta	0.5	Semi Universal	8.6	8.6	0.55	0.55	2000	0.805	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.339	0.71	330	79.98	639.87

TABLA N° 79 : Rendimiento del Tractor a una altitud de 3000 m.s.n.m.

Para la elaboración de un expediente técnico situado en la costa, situada a una altitud de 3000 m.s.n.m., se ha decidido utilizar un tractor D8K para trabajos de movimiento de tierras en la construcción de una carretera, específicamente en actividades de corte. Se sabe que el operario es bueno y tiene una eficiencia regular. Además, se considera que la visibilidad es adecuada (Visible) y que la hoja de trabajo es angular (tipo de hoja más utilizado en nuestro medio). Estos trabajos se realizarán para una pendiente promedio del 5% y se trabajará para cada tipo de material según la clasificación propuesta.

Rendimiento del Tractor a una altitud de 3000 m.s.n.m.																						
Modelo de Equipo	Tipo de Material	Trabajabilidad del suelo	Tipo de Hoja de corte	Capacidad de la Hoja				altura	Factor de altitud	Pendiente del territorio		Capacidad del operador		Eficiencia del trabajo		Visibilidad		Factor de corrección	Factor volumetrico	Rendimiento m3/hr	Rendimiento corregida	Rendimiento m3/hr
				Capacidad de la Hoja teorica	Capacida d de la Hoja	Coefficiente de llenado de la Hoja	Factor de hoja de corte															
Tractor Cat D8K	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Universal	11.8	11.8	0.8	0.8	3000	0.710	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.435	0.85	330	122.22	977.76
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Universal	11.8	11.8	0.8	0.8	3000	0.710	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.435	0.85	330	122.22	977.76
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Universal	11.8	11.8	0.8	0.8	3000	0.710	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.435	0.85	330	122.22	977.76
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Universal	11.8	11.8	0.8	0.8	3000	0.710	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.435	0.85	330	122.22	977.76
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Universal	11.8	11.8	0.8	0.8	3000	0.710	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.435	0.85	330	122.22	977.76
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Universal	11.8	11.8	0.8	0.8	3000	0.710	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.435	0.85	330	122.22	977.76
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Semi Universal	8.6	8.6	0.8	0.8	3000	0.710	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.435	0.85	330	122.22	977.76
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Semi Universal	8.6	8.6	0.8	0.8	3000	0.710	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.435	0.85	330	122.22	977.76
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Semi Universal	8.6	8.6	0.8	0.8	3000	0.710	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.435	0.85	330	122.22	977.76
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Semi Universal	8.6	8.6	0.8	0.8	3000	0.710	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.435	0.85	330	122.22	977.76
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Semi Universal	8.6	8.6	0.8	0.8	3000	0.710	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.435	0.85	330	122.22	977.76
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Semi Universal	8.6	8.6	0.8	0.8	3000	0.710	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.435	0.85	330	122.22	977.76
Tractor Cat D8K	Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.8	Universal	11.8	11.8	0.7	0.7	3000	0.710	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.381	0.88	330	111.20	889.61
	Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.8	Universal	11.8	11.8	0.7	0.7	3000	0.710	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.381	0.88	330	111.20	889.61
	Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.8	Universal	11.8	11.8	0.7	0.7	3000	0.710	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.381	0.88	330	111.20	889.61
	Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.8	Universal	11.8	11.8	0.7	0.7	3000	0.710	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.381	0.88	330	111.20	889.61
	Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.8	Universal	11.8	11.8	0.7	0.7	3000	0.710	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.381	0.88	330	111.20	889.61
	Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.8	Universal	11.8	11.8	0.7	0.7	3000	0.710	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.381	0.88	330	111.20	889.61
	Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.8	Semi Universal	8.6	8.6	0.7	0.7	3000	0.710	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.381	0.63	330	78.54	628.29
	Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.8	Semi Universal	8.6	8.6	0.7	0.7	3000	0.710	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.381	0.63	330	78.54	628.29
	Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.8	Semi Universal	8.6	8.6	0.7	0.7	3000	0.710	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.381	0.63	330	78.54	628.29
	Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.8	Semi Universal	8.6	8.6	0.7	0.7	3000	0.710	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.381	0.63	330	78.54	628.29
	Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.8	Semi Universal	8.6	8.6	0.7	0.7	3000	0.710	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.381	0.63	330	78.54	628.29
	Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.8	Semi Universal	8.6	8.6	0.7	0.7	3000	0.710	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.381	0.63	330	78.54	628.29
Tractor Cat D8K	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Universal	11.8	11.8	0.6	0.6	3000	0.710	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.326	0.71	330	76.93	615.46
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Universal	11.8	11.8	0.6	0.6	3000	0.710	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.326	0.71	330	76.93	615.46
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Universal	11.8	11.8	0.6	0.6	3000	0.710	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.326	0.71	330	76.93	615.46
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Universal	11.8	11.8	0.6	0.6	3000	0.710	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.326	0.71	330	76.93	615.46
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Universal	11.8	11.8	0.6	0.6	3000	0.710	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.326	0.71	330	76.93	615.46
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Universal	11.8	11.8	0.6	0.6	3000	0.710	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.326	0.71	330	76.93	615.46
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Semi Universal	8.6	8.6	0.6	0.6	3000	0.710	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.326	0.71	330	76.93	615.46
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Semi Universal	8.6	8.6	0.6	0.6	3000	0.710	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.326	0.71	330	76.93	615.46
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Semi Universal	8.6	8.6	0.6	0.6	3000	0.710	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.326	0.71	330	76.93	615.46
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Semi Universal	8.6	8.6	0.6	0.6	3000	0.710	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.326	0.71	330	76.93	615.46
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Semi Universal	8.6	8.6	0.6	0.6	3000	0.710	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.326	0.71	330	76.93	615.46
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Semi Universal	8.6	8.6	0.6	0.6	3000	0.710	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.326	0.71	330	76.93	615.46
Tractor Cat D8K	Roca suelta	0.5	Universal	11.8	11.8	0.55	0.55	3000	0.710	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.299	0.71	330	70.52	564.18
	Roca suelta	0.5	Universal	11.8	11.8	0.55	0.55	3000	0.710	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.299	0.71	330	70.52	564.18
	Roca suelta	0.5	Universal	11.8	11.8	0.55	0.55	3000	0.710	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.299	0.71	330	70.52	564.18
	Roca suelta	0.5	Universal	11.8	11.8	0.55	0.55	3000	0.710	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.299	0.71	330	70.52	564.18
	Roca suelta	0.5	Universal	11.8	11.8	0.55	0.55	3000	0.710	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.299	0.71	330	70.52	564.18
	Roca suelta	0.5	Universal	11.8	11.8	0.55	0.55	3000	0.710	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.299	0.71	330	70.52	564.18
	Roca suelta	0.5	Semi Universal	8.6	8.6	0.55	0.55	3000	0.710	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.299	0.71	330	70.52	564.18
	Roca suelta	0.5	Semi Universal	8.6	8.6	0.55	0.55	3000	0.710	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.299	0.71	330	70.52	564.18
	Roca suelta	0.5	Semi Universal	8.6	8.6	0.55	0.55	3000	0.710	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.299	0.71	330	70.52	564.18
	Roca suelta	0.5	Semi Universal	8.6	8.6	0.55	0.55	3000	0.710	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.299	0.71	330	70.52	564.18
	Roca suelta	0.5	Semi Universal	8.6	8.6	0.55	0.55	3000	0.710	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.299	0.71	330	70.52	564.18
	Roca suelta	0.5	Semi Universal	8.6	8.6	0.55	0.55	3000	0.710	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.299	0.71	330	70.52	564.18

FUENTE:Elaboracion propia

TABLA N° 80 : Rendimiento del Tractor a una altitud de 4000 m.s.n.m.

Para la elaboración de un expediente técnico situado en la costa, situada a una altitud de 4000 m.s.n.m., se ha decidido utilizar un tractor D8K para trabajos de movimiento de tierras en la construcción de una carretera, específicamente en actividades de corte. Se sabe que el operario es bueno y tiene una eficiencia regular. Además, se considera que la visibilidad es adecuada (Visible) y que la hoja de trabajo es angular (tipo de hoja más utilizado en nuestro medio). Estos trabajos se realizarán para una pendiente promedio del 5% y se trabajará para cada tipo de material según la clasificación propuesta.

Modelo de Equipo	Tipo de Material	Trabajabilidad del suelo	Tipo de Hoja de corte	Capacidad de la Hoja				altura	Factor de altitud	Pendiente del territorio	Capacidad del operador	Eficiencia del trabajo	Visibilidad	Factor de corrección	Factor volumetrico	Rendimiento m3/hr	Rendimiento corregida	Rendimiento m3/hr				
				Capacidad de la Hoja teorica	Capacida d de la Hoja	Coefficiente de llenado de la Hoja	Factor de hoja de corte															
Tractor Cat D8K	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Universal	11.8	11.8	0.8	0.8	4000	0.626	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.384	0.85	330	107.76	862.10
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Universal	11.8	11.8	0.8	0.8	4000	0.626	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.384	0.85	330	107.76	862.10
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Universal	11.8	11.8	0.8	0.8	4000	0.626	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.384	0.85	330	107.76	862.10
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Universal	11.8	11.8	0.8	0.8	4000	0.626	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.384	0.85	330	107.76	862.10
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Universal	11.8	11.8	0.8	0.8	4000	0.626	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.384	0.85	330	107.76	862.10
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Universal	11.8	11.8	0.8	0.8	4000	0.626	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.384	0.85	330	107.76	862.10
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Semi Universal	8.6	8.6	0.8	0.8	4000	0.626	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.384	0.85	330	107.76	862.10
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Semi Universal	8.6	8.6	0.8	0.8	4000	0.626	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.384	0.85	330	107.76	862.10
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Semi Universal	8.6	8.6	0.8	0.8	4000	0.626	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.384	0.85	330	107.76	862.10
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Semi Universal	8.6	8.6	0.8	0.8	4000	0.626	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.384	0.85	330	107.76	862.10
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Semi Universal	8.6	8.6	0.8	0.8	4000	0.626	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.384	0.85	330	107.76	862.10
Tractor Cat D8K	Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.8	Universal	11.8	11.8	0.7	0.7	4000	0.626	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.336	0.88	330	98.05	784.38
	Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.8	Universal	11.8	11.8	0.7	0.7	4000	0.626	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.336	0.88	330	98.05	784.38
	Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.8	Universal	11.8	11.8	0.7	0.7	4000	0.626	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.336	0.88	330	98.05	784.38
	Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.8	Universal	11.8	11.8	0.7	0.7	4000	0.626	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.336	0.88	330	98.05	784.38
	Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.8	Universal	11.8	11.8	0.7	0.7	4000	0.626	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.336	0.88	330	98.05	784.38
	Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.8	Universal	11.8	11.8	0.7	0.7	4000	0.626	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.336	0.88	330	98.05	784.38
	Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.8	Universal	11.8	11.8	0.7	0.7	4000	0.626	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.336	0.88	330	98.05	784.38
	Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.8	Semi Universal	8.6	8.6	0.7	0.7	4000	0.626	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.336	0.63	330	69.25	553.97
	Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.8	Semi Universal	8.6	8.6	0.7	0.7	4000	0.626	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.336	0.63	330	69.25	553.97
	Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.8	Semi Universal	8.6	8.6	0.7	0.7	4000	0.626	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.336	0.63	330	69.25	553.97
	Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.8	Semi Universal	8.6	8.6	0.7	0.7	4000	0.626	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.336	0.63	330	69.25	553.97
Tractor Cat D8K	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Universal	11.8	11.8	0.6	0.6	4000	0.626	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.288	0.71	330	67.83	542.66
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Universal	11.8	11.8	0.6	0.6	4000	0.626	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.288	0.71	330	67.83	542.66
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Universal	11.8	11.8	0.6	0.6	4000	0.626	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.288	0.71	330	67.83	542.66
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Universal	11.8	11.8	0.6	0.6	4000	0.626	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.288	0.71	330	67.83	542.66
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Universal	11.8	11.8	0.6	0.6	4000	0.626	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.288	0.71	330	67.83	542.66
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Universal	11.8	11.8	0.6	0.6	4000	0.626	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.288	0.71	330	67.83	542.66
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Semi Universal	8.6	8.6	0.6	0.6	4000	0.626	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.288	0.71	330	67.83	542.66
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Semi Universal	8.6	8.6	0.6	0.6	4000	0.626	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.288	0.71	330	67.83	542.66
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Semi Universal	8.6	8.6	0.6	0.6	4000	0.626	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.288	0.71	330	67.83	542.66
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Semi Universal	8.6	8.6	0.6	0.6	4000	0.626	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.288	0.71	330	67.83	542.66
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Semi Universal	8.6	8.6	0.6	0.6	4000	0.626	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.288	0.71	330	67.83	542.66
Tractor Cat D8K	Roca suelta	0.5	Universal	11.8	11.8	0.55	0.55	4000	0.626	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.264	0.71	330	62.18	497.44
	Roca suelta	0.5	Universal	11.8	11.8	0.55	0.55	4000	0.626	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.264	0.71	330	62.18	497.44
	Roca suelta	0.5	Universal	11.8	11.8	0.55	0.55	4000	0.626	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.264	0.71	330	62.18	497.44
	Roca suelta	0.5	Universal	11.8	11.8	0.55	0.55	4000	0.626	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.264	0.71	330	62.18	497.44
	Roca suelta	0.5	Universal	11.8	11.8	0.55	0.55	4000	0.626	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.264	0.71	330	62.18	497.44
	Roca suelta	0.5	Universal	11.8	11.8	0.55	0.55	4000	0.626	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.264	0.71	330	62.18	497.44
	Roca suelta	0.5	Semi Universal	8.6	8.6	0.55	0.55	4000	0.626	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.264	0.71	330	62.18	497.44
	Roca suelta	0.5	Semi Universal	8.6	8.6	0.55	0.55	4000	0.626	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.264	0.71	330	62.18	497.44
	Roca suelta	0.5	Semi Universal	8.6	8.6	0.55	0.55	4000	0.626	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.264	0.71	330	62.18	497.44
	Roca suelta	0.5	Semi Universal	8.6	8.6	0.55	0.55	4000	0.626	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.264	0.71	330	62.18	497.44
	Roca suelta	0.5	Semi Universal	8.6	8.6	0.55	0.55	4000	0.626	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.264	0.71	330	62.18	497.44

TABLA N° 81 : Rendimiento del Tractor a una altitud de 0 m.s.n.m.

Para la elaboración de un expediente técnico situado en la costa, situada a una altitud de 0 m.s.n.m., se ha decidido utilizar un tractor D8L para trabajos de movimiento de tierras en la construcción de una carretera, específicamente en actividades de corte. Se sabe que el operario es bueno y tiene una eficiencia regular. Además, se considera que la visibilidad es adecuada (Visible) y que la hoja de trabajo es angular (tipo de hoja más utilizado en nuestro medio). Estos trabajos se realizarán para una pendiente promedio del 5% y se trabajará para cada tipo de material según la clasificación propuesta.

Modelo de Equipo	Tipo de Material	Trabajabilidad del suelo	Tipo de Hoja de corte	Capacidad de la Hoja				altura	Factor de altitud	Pendiente del territorio	Capacidad del operador	Eficiencia del trabajo	Visibilidad		Factor de corrección	Factor volumetrico	Rendimiento m3/hr	Rendimiento corregida	Rendimiento m3/hr			
				Capacidad de la Hoja teorica	Capacidad de la Hoja	Coefficiente de llenado de la Hoja	Factor de hoja de corte						0.94	0.635								
Tractor Cat D8L	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Universal	11.8	11.8	0.8	0.8	0	1.036	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.635	0.85	330	178.31	1426.45
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Universal	11.8	11.8	0.8	0.8	0	1.036	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.635	0.85	330	178.31	1426.45
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Universal	11.8	11.8	0.8	0.8	0	1.036	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.635	0.85	330	178.31	1426.45
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Universal	11.8	11.8	0.8	0.8	0	1.036	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.635	0.85	330	178.31	1426.45
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Universal	11.8	11.8	0.8	0.8	0	1.036	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.635	0.85	330	178.31	1426.45
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Universal	11.8	11.8	0.8	0.8	0	1.036	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.635	0.85	330	178.31	1426.45
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Semi Universal	8.6	8.6	0.8	0.8	0	1.036	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.635	0.85	330	178.31	1426.45
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Semi Universal	8.6	8.6	0.8	0.8	0	1.036	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.635	0.85	330	178.31	1426.45
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Semi Universal	8.6	8.6	0.8	0.8	0	1.036	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.635	0.85	330	178.31	1426.45
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Semi Universal	8.6	8.6	0.8	0.8	0	1.036	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.635	0.85	330	178.31	1426.45
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Semi Universal	8.6	8.6	0.8	0.8	0	1.036	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.635	0.85	330	178.31	1426.45
	Tractor Cat D8L	Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.8	Universal	11.8	11.8	0.7	0.7	0	1.036	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.556	0.88	330	162.23
Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Universal	11.8	11.8	0.7	0.7	0	1.036	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.556	0.88	330	162.23	1297.85
Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Universal	11.8	11.8	0.7	0.7	0	1.036	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.556	0.88	330	162.23	1297.85
Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Universal	11.8	11.8	0.7	0.7	0	1.036	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.556	0.88	330	162.23	1297.85
Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Universal	11.8	11.8	0.7	0.7	0	1.036	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.556	0.88	330	162.23	1297.85
Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Universal	11.8	11.8	0.7	0.7	0	1.036	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.556	0.88	330	162.23	1297.85
Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Universal	11.8	11.8	0.7	0.7	0	1.036	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.556	0.88	330	162.23	1297.85
Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Universal	11.8	11.8	0.7	0.7	0	1.036	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.556	0.88	330	162.23	1297.85
Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Semi Universal	8.6	8.6	0.7	0.7	0	1.036	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.556	0.63	330	114.58	916.60
Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Semi Universal	8.6	8.6	0.7	0.7	0	1.036	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.556	0.63	330	114.58	916.60
Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Semi Universal	8.6	8.6	0.7	0.7	0	1.036	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.556	0.63	330	114.58	916.60
Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Semi Universal	8.6	8.6	0.7	0.7	0	1.036	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.556	0.63	330	114.58	916.60
Tractor Cat D8L	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Universal	11.8	11.8	0.6	0.6	0	1.036	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.476	0.71	330	112.24	897.90
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Universal	11.8	11.8	0.6	0.6	0	1.036	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.476	0.71	330	112.24	897.90
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Universal	11.8	11.8	0.6	0.6	0	1.036	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.476	0.71	330	112.24	897.90
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Universal	11.8	11.8	0.6	0.6	0	1.036	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.476	0.71	330	112.24	897.90
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Universal	11.8	11.8	0.6	0.6	0	1.036	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.476	0.71	330	112.24	897.90
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Universal	11.8	11.8	0.6	0.6	0	1.036	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.476	0.71	330	112.24	897.90
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Semi Universal	8.6	8.6	0.6	0.6	0	1.036	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.476	0.71	330	112.24	897.90
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Semi Universal	8.6	8.6	0.6	0.6	0	1.036	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.476	0.71	330	112.24	897.90
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Semi Universal	8.6	8.6	0.6	0.6	0	1.036	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.476	0.71	330	112.24	897.90
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Semi Universal	8.6	8.6	0.6	0.6	0	1.036	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.476	0.71	330	112.24	897.90
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Semi Universal	8.6	8.6	0.6	0.6	0	1.036	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.476	0.71	330	112.24	897.90
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Semi Universal	8.6	8.6	0.6	0.6	0	1.036	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.476	0.71	330	112.24	897.90
Tractor Cat D8L	Roca suelta	0.5	Universal	11.8	11.8	0.55	0.55	0	1.036	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.436	0.71	330	102.88	823.07
	Roca suelta	0.5	Universal	11.8	11.8	0.55	0.55	0	1.036	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.436	0.71	330	102.88	823.07
	Roca suelta	0.5	Universal	11.8	11.8	0.55	0.55	0	1.036	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.436	0.71	330	102.88	823.07
	Roca suelta	0.5	Universal	11.8	11.8	0.55	0.55	0	1.036	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.436	0.71	330	102.88	823.07
	Roca suelta	0.5	Universal	11.8	11.8	0.55	0.55	0	1.036	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.436	0.71	330	102.88	823.07
	Roca suelta	0.5	Universal	11.8	11.8	0.55	0.55	0	1.036	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.436	0.71	330	102.88	823.07
	Roca suelta	0.5	Semi Universal	8.6	8.6	0.55	0.55	0	1.036	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.436	0.71	330	102.88	823.07
	Roca suelta	0.5	Semi Universal	8.6	8.6	0.55	0.55	0	1.036	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.436	0.71	330	102.88	823.07
	Roca suelta	0.5	Semi Universal	8.6	8.6	0.55	0.55	0	1.036	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.436	0.71	330	102.88	823.07
	Roca suelta	0.5	Semi Universal	8.6	8.6	0.55	0.55	0	1.036	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.436	0.71	330	102.88	823.07
	Roca suelta	0.5	Semi Universal	8.6	8.6	0.55	0.55	0	1.036	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.436	0.71	330	102.88	823.07
	Roca suelta	0.5	Semi Universal	8.6	8.6	0.55	0.55	0	1.036	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.436	0.71	330	102.88	823.07

TABLA N° 82 : Rendimiento del Tractor a una altitud de 1000 m.s.n.m.

Para la elaboración de un expediente técnico situado en la costa, situada a una altitud de 1000 m.s.n.m., se ha decidido utilizar un tractor D8L para trabajos de movimiento de tierras en la construcción de una carretera, específicamente en actividades de corte. Se sabe que el operario es bueno y tiene una eficiencia regular. Además, se considera que la visibilidad es adecuada (Visible) y que la hoja de trabajo es angular (tipo de hoja más utilizado en nuestro medio). Estos trabajos se realizarán para una pendiente promedio del 5% y se trabajará para cada tipo de material según la clasificación propuesta.

Modelo de Equipo	Tipo de Material	Trabajabilidad del suelo	Tipo de Hoja de corte	Capacidad de la Hoja				altura	Factor de altitud	Pendiente del territorio		Capacidad del operador	Eficiencia del trabajo	Visibilidad		Factor de corrección	Factor volumetrico	Rendimiento m3/hr	Rendimiento corregida	Rendimiento m3/hr		
				Capacidad de la Hoja teorica	Capacidad de la Hoja	Coeficiente de llenado de la Hoja	Factor de hoja de corte															
Tractor Cat D8L	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Universal	11.8	11.8	0.8	0.8	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.560	0.85	330	157.21	1257.71
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Universal	11.8	11.8	0.8	0.8	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.560	0.85	330	157.21	1257.71
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Universal	11.8	11.8	0.8	0.8	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.560	0.85	330	157.21	1257.71
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Universal	11.8	11.8	0.8	0.8	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.560	0.85	330	157.21	1257.71
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Universal	11.8	11.8	0.8	0.8	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.560	0.85	330	157.21	1257.71
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Universal	11.8	11.8	0.8	0.8	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.560	0.85	330	157.21	1257.71
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Semi Universal	8.6	8.6	0.8	0.8	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.560	0.85	330	157.21	1257.71
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Semi Universal	8.6	8.6	0.8	0.8	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.560	0.85	330	157.21	1257.71
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Semi Universal	8.6	8.6	0.8	0.8	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.560	0.85	330	157.21	1257.71
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Semi Universal	8.6	8.6	0.8	0.8	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.560	0.85	330	157.21	1257.71
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Semi Universal	8.6	8.6	0.8	0.8	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.560	0.85	330	157.21	1257.71
Tractor Cat D8L	Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.8	Universal	11.8	11.8	0.7	0.7	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.490	0.88	330	143.04	1144.32
	Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.8	Universal	11.8	11.8	0.7	0.7	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.490	0.88	330	143.04	1144.32
	Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.8	Universal	11.8	11.8	0.7	0.7	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.490	0.88	330	143.04	1144.32
	Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.8	Universal	11.8	11.8	0.7	0.7	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.490	0.88	330	143.04	1144.32
	Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.8	Universal	11.8	11.8	0.7	0.7	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.490	0.88	330	143.04	1144.32
	Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.8	Universal	11.8	11.8	0.7	0.7	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.490	0.88	330	143.04	1144.32
	Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.8	Semi Universal	8.6	8.6	0.7	0.7	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.490	0.63	330	101.02	808.18
	Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.8	Semi Universal	8.6	8.6	0.7	0.7	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.490	0.63	330	101.02	808.18
	Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.8	Semi Universal	8.6	8.6	0.7	0.7	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.490	0.63	330	101.02	808.18
	Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.8	Semi Universal	8.6	8.6	0.7	0.7	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.490	0.63	330	101.02	808.18
	Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.8	Semi Universal	8.6	8.6	0.7	0.7	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.490	0.63	330	101.02	808.18
Tractor Cat D8L	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Universal	11.8	11.8	0.6	0.6	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.420	0.71	330	98.96	791.69
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Universal	11.8	11.8	0.6	0.6	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.420	0.71	330	98.96	791.69
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Universal	11.8	11.8	0.6	0.6	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.420	0.71	330	98.96	791.69
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Universal	11.8	11.8	0.6	0.6	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.420	0.71	330	98.96	791.69
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Universal	11.8	11.8	0.6	0.6	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.420	0.71	330	98.96	791.69
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Universal	11.8	11.8	0.6	0.6	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.420	0.71	330	98.96	791.69
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Semi Universal	8.6	8.6	0.6	0.6	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.420	0.71	330	98.96	791.69
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Semi Universal	8.6	8.6	0.6	0.6	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.420	0.71	330	98.96	791.69
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Semi Universal	8.6	8.6	0.6	0.6	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.420	0.71	330	98.96	791.69
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Semi Universal	8.6	8.6	0.6	0.6	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.420	0.71	330	98.96	791.69
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Semi Universal	8.6	8.6	0.6	0.6	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.420	0.71	330	98.96	791.69
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Semi Universal	8.6	8.6	0.6	0.6	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.420	0.71	330	98.96	791.69
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Semi Universal	8.6	8.6	0.6	0.6	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.420	0.71	330	98.96	791.69
Tractor Cat D8L	Roca suelta	0.5	Universal	11.8	11.8	0.55	0.55	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.385	0.71	330	90.71	725.71
	Roca suelta	0.5	Universal	11.8	11.8	0.55	0.55	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.385	0.71	330	90.71	725.71
	Roca suelta	0.5	Universal	11.8	11.8	0.55	0.55	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.385	0.71	330	90.71	725.71
	Roca suelta	0.5	Universal	11.8	11.8	0.55	0.55	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.385	0.71	330	90.71	725.71
	Roca suelta	0.5	Universal	11.8	11.8	0.55	0.55	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.385	0.71	330	90.71	725.71
	Roca suelta	0.5	Universal	11.8	11.8	0.55	0.55	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.385	0.71	330	90.71	725.71
	Roca suelta	0.5	Universal	11.8	11.8	0.55	0.55	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.385	0.71	330	90.71	725.71
	Roca suelta	0.5	Universal	11.8	11.8	0.55	0.55	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.385	0.71	330	90.71	725.71
	Roca suelta	0.5	Semi Universal	8.6	8.6	0.55	0.55	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.385	0.71	330	90.71	725.71
	Roca suelta	0.5	Semi Universal	8.6	8.6	0.55	0.55	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.385	0.71	330	90.71	725.71
	Roca suelta	0.5	Semi Universal	8.6	8.6	0.55	0.55	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.385	0.71	330	90.71	725.71
	Roca suelta	0.5	Semi Universal	8.6	8.6	0.55	0.55	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.385	0.71	330	90.71	725.71
	Roca suelta	0.5	Semi Universal	8.6	8.6	0.55	0.55	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.385	0.71	330	90.71	725.71
	Roca suelta	0.5	Semi Universal	8.6	8.6	0.55	0.55	1000	0.913	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.385	0.71	330	90.71	725.71

TABLA N° 83 : Rendimiento del Tractor a una altitud de 2000 m.s.n.m.

Para la elaboración de un expediente técnico situado en la costa, situada a una altitud de 2000 m.s.n.m., se ha decidido utilizar un tractor D8L para trabajos de movimiento de tierras en la construcción de una carretera, específicamente en actividades de corte. Se sabe que el operario es bueno y tiene una eficiencia regular. Además, se considera que la visibilidad es adecuada (Visible) y que la hoja de trabajo es angular (tipo de hoja más utilizado en nuestro medio). Estos trabajos se realizarán para una pendiente promedio del 5% y se trabajará para cada tipo de material según la clasificación propuesta.

Rendimiento del Tractor a una altitud de 2000 m.s.n.m.																						
Modelo de Equipo	Tipo de Material	Trabajabilidad del suelo	Tipo de Hoja de corte	Capacidad de la Hoja				altura	Factor de altitud	Pendiente del territorio		Capacidad del operador	Eficiencia del trabajo	Visibilidad		Factor de corrección	Factor volumetrico	Rendimiento m3/hr	Rendimiento corregida	Rendimiento m3/hr		
				Capacidad de la Hoja teorica	Capacidad de la Hoja	Coefficiente de llenado de la Hoja	Factor de hoja de corte															
Tractor Cat D8L	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Universal	11.8	11.8	0.8	0.8	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.494	0.85	330	138.62	1108.94
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Universal	11.8	11.8	0.8	0.8	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.494	0.85	330	138.62	1108.94
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Universal	11.8	11.8	0.8	0.8	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.494	0.85	330	138.62	1108.94
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Universal	11.8	11.8	0.8	0.8	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.494	0.85	330	138.62	1108.94
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Universal	11.8	11.8	0.8	0.8	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.494	0.85	330	138.62	1108.94
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Universal	11.8	11.8	0.8	0.8	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.494	0.85	330	138.62	1108.94
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Semi Universal	8.6	8.6	0.8	0.8	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.494	0.85	330	138.62	1108.94
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Semi Universal	8.6	8.6	0.8	0.8	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.494	0.85	330	138.62	1108.94
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Semi Universal	8.6	8.6	0.8	0.8	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.494	0.85	330	138.62	1108.94
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Semi Universal	8.6	8.6	0.8	0.8	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.494	0.85	330	138.62	1108.94
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Semi Universal	8.6	8.6	0.8	0.8	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.494	0.85	330	138.62	1108.94
Tractor Cat D8L	Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.8	Universal	11.8	11.8	0.7	0.7	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.432	0.88	330	126.12	1008.96
	Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.8	Universal	11.8	11.8	0.7	0.7	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.432	0.88	330	126.12	1008.96
	Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.8	Universal	11.8	11.8	0.7	0.7	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.432	0.88	330	126.12	1008.96
	Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.8	Universal	11.8	11.8	0.7	0.7	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.432	0.88	330	126.12	1008.96
	Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.8	Universal	11.8	11.8	0.7	0.7	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.432	0.88	330	126.12	1008.96
	Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.8	Universal	11.8	11.8	0.7	0.7	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.432	0.88	330	126.12	1008.96
	Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.8	Semi Universal	8.6	8.6	0.7	0.7	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.432	0.63	330	89.07	712.58
	Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.8	Semi Universal	8.6	8.6	0.7	0.7	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.432	0.63	330	89.07	712.58
	Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.8	Semi Universal	8.6	8.6	0.7	0.7	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.432	0.63	330	89.07	712.58
	Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.8	Semi Universal	8.6	8.6	0.7	0.7	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.432	0.63	330	89.07	712.58
	Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.8	Semi Universal	8.6	8.6	0.7	0.7	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.432	0.63	330	89.07	712.58
Tractor Cat D8L	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Universal	11.8	11.8	0.6	0.6	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.370	0.71	330	87.25	698.04
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Universal	11.8	11.8	0.6	0.6	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.370	0.71	330	87.25	698.04
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Universal	11.8	11.8	0.6	0.6	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.370	0.71	330	87.25	698.04
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Universal	11.8	11.8	0.6	0.6	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.370	0.71	330	87.25	698.04
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Universal	11.8	11.8	0.6	0.6	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.370	0.71	330	87.25	698.04
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Universal	11.8	11.8	0.6	0.6	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.370	0.71	330	87.25	698.04
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Semi Universal	8.6	8.6	0.6	0.6	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.370	0.71	330	87.25	698.04
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Semi Universal	8.6	8.6	0.6	0.6	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.370	0.71	330	87.25	698.04
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Semi Universal	8.6	8.6	0.6	0.6	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.370	0.71	330	87.25	698.04
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Semi Universal	8.6	8.6	0.6	0.6	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.370	0.71	330	87.25	698.04
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Semi Universal	8.6	8.6	0.6	0.6	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.370	0.71	330	87.25	698.04
Tractor Cat D8L	Roca suelta	0.5	Universal	11.8	11.8	0.55	0.55	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.339	0.71	330	79.98	639.87
	Roca suelta	0.5	Universal	11.8	11.8	0.55	0.55	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.339	0.71	330	79.98	639.87
	Roca suelta	0.5	Universal	11.8	11.8	0.55	0.55	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.339	0.71	330	79.98	639.87
	Roca suelta	0.5	Universal	11.8	11.8	0.55	0.55	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.339	0.71	330	79.98	639.87
	Roca suelta	0.5	Universal	11.8	11.8	0.55	0.55	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.339	0.71	330	79.98	639.87
	Roca suelta	0.5	Universal	11.8	11.8	0.55	0.55	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.339	0.71	330	79.98	639.87
	Roca suelta	0.5	Universal	11.8	11.8	0.55	0.55	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.339	0.71	330	79.98	639.87
	Roca suelta	0.5	Semi Universal	8.6	8.6	0.55	0.55	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.339	0.71	330	79.98	639.87
	Roca suelta	0.5	Semi Universal	8.6	8.6	0.55	0.55	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.339	0.71	330	79.98	639.87
	Roca suelta	0.5	Semi Universal	8.6	8.6	0.55	0.55	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.339	0.71	330	79.98	639.87
	Roca suelta	0.5	Semi Universal	8.6	8.6	0.55	0.55	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.339	0.71	330	79.98	639.87
	Roca suelta	0.5	Semi Universal	8.6	8.6	0.55	0.55	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.339	0.71	330	79.98	639.87
	Roca suelta	0.5	Semi Universal	8.6	8.6	0.55	0.55	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.339	0.71	330	79.98	639.87
	Roca suelta	0.5	Semi Universal	8.6	8.6	0.55	0.55	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.339	0.71	330	79.98	639.87

FUENTE:Elaboracion propia

TABLA N° 84 : Rendimiento del Tractor a una altitud de 3000 m.s.n.m.

Para la elaboración de un expediente técnico situado en la costa, situada a una altitud de 3000 m.s.n.m., se ha decidido utilizar un tractor D8L para trabajos de movimiento de tierras en la construcción de una carretera, específicamente en actividades de corte. Se sabe que el operario es bueno y tiene una eficiencia regular. Además, se considera que la visibilidad es adecuada (Visible) y que la hoja de trabajo es angular (tipo de hoja más utilizado en nuestro medio). Estos trabajos se realizarán para una pendiente promedio del 5% y se trabajará para cada tipo de material según la clasificación propuesta.

Modelo de Equipo	Tipo de Material	Trabajabilidad del suelo	Tipo de Hoja de corte	Capacidad de la Hoja				altura	Factor de altitud	Pendiente del territorio	Capacidad del operador	Eficiencia del trabajo	Visibilidad		Factor de corrección	Factor volumetrico	Rendimiento m3/hr	Rendimiento corregida	Rendimiento m3/hr			
				Capacidad de la Hoja teorica	Capacidad de la Hoja	Coefficiente de llenado de la Hoja	Factor de hoja de corte						Visible	0.94								
Tractor Cat D8L	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Universal	11.8	11.8	0.8	0.8	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.435	0.85	330	122.22	977.76
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Universal	11.8	11.8	0.8	0.8	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.435	0.85	330	122.22	977.76
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Universal	11.8	11.8	0.8	0.8	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.435	0.85	330	122.22	977.76
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Universal	11.8	11.8	0.8	0.8	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.435	0.85	330	122.22	977.76
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Universal	11.8	11.8	0.8	0.8	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.435	0.85	330	122.22	977.76
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Universal	11.8	11.8	0.8	0.8	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.435	0.85	330	122.22	977.76
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Semi Universal	8.6	8.6	0.8	0.8	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.435	0.85	330	122.22	977.76
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Semi Universal	8.6	8.6	0.8	0.8	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.435	0.85	330	122.22	977.76
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Semi Universal	8.6	8.6	0.8	0.8	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.435	0.85	330	122.22	977.76
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Semi Universal	8.6	8.6	0.8	0.8	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.435	0.85	330	122.22	977.76
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Semi Universal	8.6	8.6	0.8	0.8	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.435	0.85	330	122.22	977.76
	Tractor Cat D8L	Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.8	Universal	11.8	11.8	0.7	0.7	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.381	0.88	330	111.20
Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Universal	11.8	11.8	0.7	0.7	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.381	0.88	330	111.20	889.61
Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Universal	11.8	11.8	0.7	0.7	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.381	0.88	330	111.20	889.61
Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Universal	11.8	11.8	0.7	0.7	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.381	0.88	330	111.20	889.61
Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Universal	11.8	11.8	0.7	0.7	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.381	0.88	330	111.20	889.61
Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Universal	11.8	11.8	0.7	0.7	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.381	0.88	330	111.20	889.61
Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Semi Universal	8.6	8.6	0.7	0.7	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.381	0.63	330	78.54	628.29
Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Semi Universal	8.6	8.6	0.7	0.7	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.381	0.63	330	78.54	628.29
Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Semi Universal	8.6	8.6	0.7	0.7	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.381	0.63	330	78.54	628.29
Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Semi Universal	8.6	8.6	0.7	0.7	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.381	0.63	330	78.54	628.29
Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Semi Universal	8.6	8.6	0.7	0.7	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.381	0.63	330	78.54	628.29
Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Semi Universal	8.6	8.6	0.7	0.7	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.381	0.63	330	78.54	628.29
Tractor Cat D8L	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Universal	11.8	11.8	0.6	0.6	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.326	0.71	330	76.93	615.46
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Universal	11.8	11.8	0.6	0.6	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.326	0.71	330	76.93	615.46
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Universal	11.8	11.8	0.6	0.6	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.326	0.71	330	76.93	615.46
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Universal	11.8	11.8	0.6	0.6	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.326	0.71	330	76.93	615.46
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Universal	11.8	11.8	0.6	0.6	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.326	0.71	330	76.93	615.46
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Universal	11.8	11.8	0.6	0.6	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.326	0.71	330	76.93	615.46
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Semi Universal	8.6	8.6	0.6	0.6	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.326	0.71	330	76.93	615.46
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Semi Universal	8.6	8.6	0.6	0.6	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.326	0.71	330	76.93	615.46
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Semi Universal	8.6	8.6	0.6	0.6	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.326	0.71	330	76.93	615.46
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Semi Universal	8.6	8.6	0.6	0.6	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.326	0.71	330	76.93	615.46
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Semi Universal	8.6	8.6	0.6	0.6	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.326	0.71	330	76.93	615.46
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Semi Universal	8.6	8.6	0.6	0.6	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.326	0.71	330	76.93	615.46
Tractor Cat D8L	Roca suelta	0.5	Universal	11.8	11.8	0.55	0.55	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.299	0.71	330	70.52	564.18
	Roca suelta	0.5	Universal	11.8	11.8	0.55	0.55	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.299	0.71	330	70.52	564.18
	Roca suelta	0.5	Universal	11.8	11.8	0.55	0.55	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.299	0.71	330	70.52	564.18
	Roca suelta	0.5	Universal	11.8	11.8	0.55	0.55	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.299	0.71	330	70.52	564.18
	Roca suelta	0.5	Universal	11.8	11.8	0.55	0.55	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.299	0.71	330	70.52	564.18
	Roca suelta	0.5	Universal	11.8	11.8	0.55	0.55	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.299	0.71	330	70.52	564.18
	Roca suelta	0.5	Semi Universal	8.6	8.6	0.55	0.55	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.299	0.71	330	70.52	564.18
	Roca suelta	0.5	Semi Universal	8.6	8.6	0.55	0.55	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.299	0.71	330	70.52	564.18
	Roca suelta	0.5	Semi Universal	8.6	8.6	0.55	0.55	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.299	0.71	330	70.52	564.18
	Roca suelta	0.5	Semi Universal	8.6	8.6	0.55	0.55	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.299	0.71	330	70.52	564.18
	Roca suelta	0.5	Semi Universal	8.6	8.6	0.55	0.55	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.299	0.71	330	70.52	564.18
	Roca suelta	0.5	Semi Universal	8.6	8.6	0.55	0.55	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.299	0.71	330	70.52	564.18

TABLA N° 85 : Rendimiento del Tractor a una altitud de 4000 m.s.n.m.

Para la elaboración de un expediente técnico situado en la costa, situada a una altitud de 4000 m.s.n.m., se ha decidido utilizar un tractor D8L para trabajos de movimiento de tierras en la construcción de una carretera, específicamente en actividades de corte. Se sabe que el operario es bueno y tiene una eficiencia regular. Además, se considera que la visibilidad es adecuada (Visible) y que la hoja de trabajo es angular (tipo de hoja más utilizado en nuestro medio). Estos trabajos se realizarán para una pendiente promedio del 5% y se trabajará para cada tipo de material según la clasificación propuesta.

Rendimiento del Tractor a una altitud de 4000 m.s.n.m.																						
Modelo de Equipo	Tipo de Material	Trabajabilidad del suelo	Tipo de Hoja de corte	Capacidad de la Hoja				altura	Factor de altitud	Pendiente del territorio		Capacidad del operador	Eficiencia del trabajo		Visibilidad		Factor de corrección	Factor volumetrico	Rendimiento m3/hr	Rendimiento corregida	Rendimiento m3/hr	
				Capacidad de la Hoja teorica	Capacidad de la Hoja	Coefficiente de llenado de la Hoja	Factor de hoja de corte															
Tractor Cat D8L	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Universal	11.8	11.8	0.8	0.8	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.384	0.85	330	107.76	862.10
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Universal	11.8	11.8	0.8	0.8	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.384	0.85	330	107.76	862.10
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Universal	11.8	11.8	0.8	0.8	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.384	0.85	330	107.76	862.10
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Universal	11.8	11.8	0.8	0.8	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.384	0.85	330	107.76	862.10
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Universal	11.8	11.8	0.8	0.8	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.384	0.85	330	107.76	862.10
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Universal	11.8	11.8	0.8	0.8	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.384	0.85	330	107.76	862.10
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Semi Universal	8.6	8.6	0.8	0.8	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.384	0.85	330	107.76	862.10
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Semi Universal	8.6	8.6	0.8	0.8	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.384	0.85	330	107.76	862.10
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Semi Universal	8.6	8.6	0.8	0.8	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.384	0.85	330	107.76	862.10
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Semi Universal	8.6	8.6	0.8	0.8	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.384	0.85	330	107.76	862.10
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Semi Universal	8.6	8.6	0.8	0.8	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.384	0.85	330	107.76	862.10
Tractor Cat D8L	Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.8	Universal	11.8	11.8	0.7	0.7	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.336	0.88	330	98.05	784.38
	Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.8	Universal	11.8	11.8	0.7	0.7	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.336	0.88	330	98.05	784.38
	Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.8	Universal	11.8	11.8	0.7	0.7	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.336	0.88	330	98.05	784.38
	Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.8	Universal	11.8	11.8	0.7	0.7	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.336	0.88	330	98.05	784.38
	Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.8	Universal	11.8	11.8	0.7	0.7	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.336	0.88	330	98.05	784.38
	Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.8	Universal	11.8	11.8	0.7	0.7	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.336	0.88	330	98.05	784.38
	Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.8	Semi Universal	8.6	8.6	0.7	0.7	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.336	0.63	330	69.25	553.97
	Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.8	Semi Universal	8.6	8.6	0.7	0.7	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.336	0.63	330	69.25	553.97
	Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.8	Semi Universal	8.6	8.6	0.7	0.7	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.336	0.63	330	69.25	553.97
	Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.8	Semi Universal	8.6	8.6	0.7	0.7	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.336	0.63	330	69.25	553.97
	Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.8	Semi Universal	8.6	8.6	0.7	0.7	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.336	0.63	330	69.25	553.97
Tractor Cat D8L	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Universal	11.8	11.8	0.6	0.6	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.288	0.71	330	67.83	542.66
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Universal	11.8	11.8	0.6	0.6	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.288	0.71	330	67.83	542.66
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Universal	11.8	11.8	0.6	0.6	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.288	0.71	330	67.83	542.66
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Universal	11.8	11.8	0.6	0.6	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.288	0.71	330	67.83	542.66
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Universal	11.8	11.8	0.6	0.6	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.288	0.71	330	67.83	542.66
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Universal	11.8	11.8	0.6	0.6	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.288	0.71	330	67.83	542.66
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Semi Universal	8.6	8.6	0.6	0.6	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.288	0.71	330	67.83	542.66
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Semi Universal	8.6	8.6	0.6	0.6	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.288	0.71	330	67.83	542.66
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Semi Universal	8.6	8.6	0.6	0.6	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.288	0.71	330	67.83	542.66
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Semi Universal	8.6	8.6	0.6	0.6	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.288	0.71	330	67.83	542.66
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Semi Universal	8.6	8.6	0.6	0.6	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.288	0.71	330	67.83	542.66
Tractor Cat D8L	Roca suelta	0.5	Universal	11.8	11.8	0.55	0.55	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.264	0.71	330	62.18	497.44
	Roca suelta	0.5	Universal	11.8	11.8	0.55	0.55	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.264	0.71	330	62.18	497.44
	Roca suelta	0.5	Universal	11.8	11.8	0.55	0.55	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.264	0.71	330	62.18	497.44
	Roca suelta	0.5	Universal	11.8	11.8	0.55	0.55	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.264	0.71	330	62.18	497.44
	Roca suelta	0.5	Universal	11.8	11.8	0.55	0.55	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.264	0.71	330	62.18	497.44
	Roca suelta	0.5	Universal	11.8	11.8	0.55	0.55	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.264	0.71	330	62.18	497.44
	Roca suelta	0.5	Semi Universal	8.6	8.6	0.55	0.55	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.264	0.71	330	62.18	497.44
	Roca suelta	0.5	Semi Universal	8.6	8.6	0.55	0.55	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.264	0.71	330	62.18	497.44
	Roca suelta	0.5	Semi Universal	8.6	8.6	0.55	0.55	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.264	0.71	330	62.18	497.44
	Roca suelta	0.5	Semi Universal	8.6	8.6	0.55	0.55	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.264	0.71	330	62.18	497.44
	Roca suelta	0.5	Semi Universal	8.6	8.6	0.55	0.55	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.264	0.71	330	62.18	497.44
	Roca suelta	0.5	Semi Universal	8.6	8.6	0.55	0.55	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.264	0.71	330	62.18	497.44
	Roca suelta	0.5	Semi Universal	8.6	8.6	0.55	0.55	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.264	0.71	330	62.18	497.44

TABLA N° 86 : Rendimiento del Tractor a una altitud de 0 m.s.n.m.

Para la elaboración de un expediente técnico situado en la costa, situada a una altitud de 0 m.s.n.m., se ha decidido utilizar un tractor D9L para trabajos de movimiento de tierras en la construcción de una carretera, específicamente en actividades de corte. Se sabe que el operario es bueno y tiene una eficiencia regular. Además, se considera que la visibilidad es adecuada (Visible) y que la hoja de trabajo es angular (tipo de hoja más utilizado en nuestro medio). Estos trabajos se realizarán para una pendiente promedio del 5% y se trabajará para cada tipo de material según la clasificación propuesta.

Rendimiento del Tractor a una altitud de 0 m.s.n.m.																						
Modelo de Equipo	Tipo de Material	Trabajabilidad del suelo	Tipo de Hoja de corte	Capacidad de la Hoja				altura	Factor de altitud	Pendiente del territorio	Capacidad del operador	Eficiencia del trabajo	Visibilidad		Factor de corrección	Factor volumetrico	Rendimiento m3/hr	Rendimiento corregida	Rendimiento m3/hr			
				Capacidad de la Hoja teorica	Capacidad de la Hoja	Coefficiente de llenado de la Hoja	Factor de hoja de corte															
Tractor Cat D9L	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Universal	16.4	16.4	0.8	0.8	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.635	0.85	580	313.39	2507.09
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Universal	16.4	16.4	0.8	0.8	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.635	0.85	580	313.39	2507.09
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Universal	16.4	16.4	0.8	0.8	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.635	0.85	580	313.39	2507.09
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Universal	16.4	16.4	0.8	0.8	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.635	0.85	580	313.39	2507.09
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Universal	16.4	16.4	0.8	0.8	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.635	0.85	580	313.39	2507.09
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Universal	16.4	16.4	0.8	0.8	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.635	0.85	580	313.39	2507.09
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Semi Universal	13.5	13.5	0.8	0.8	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.635	0.85	530	286.37	2290.96
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Semi Universal	13.5	13.5	0.8	0.8	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.635	0.85	530	286.37	2290.96
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Semi Universal	13.5	13.5	0.8	0.8	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.635	0.85	530	286.37	2290.96
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Semi Universal	13.5	13.5	0.8	0.8	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.635	0.85	530	286.37	2290.96
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Semi Universal	13.5	13.5	0.8	0.8	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.635	0.85	530	286.37	2290.96
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Semi Universal	13.5	13.5	0.8	0.8	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.635	0.85	530	286.37	2290.96
Tractor Cat D9L	Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.8	Universal	16.4	16.4	0.7	0.7	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.556	0.88	580	285.13	2281.07
	Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.8	Universal	16.4	16.4	0.7	0.7	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.556	0.88	580	285.13	2281.07
	Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.8	Universal	16.4	16.4	0.7	0.7	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.556	0.88	580	285.13	2281.07
	Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.8	Universal	16.4	16.4	0.7	0.7	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.556	0.88	580	285.13	2281.07
	Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.8	Universal	16.4	16.4	0.7	0.7	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.556	0.88	580	285.13	2281.07
	Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.8	Universal	16.4	16.4	0.7	0.7	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.556	0.88	580	285.13	2281.07
	Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.8	Semi Universal	13.5	13.5	0.7	0.7	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.556	0.63	530	184.02	1472.12
	Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.8	Semi Universal	13.5	13.5	0.7	0.7	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.556	0.63	530	184.02	1472.12
	Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.8	Semi Universal	13.5	13.5	0.7	0.7	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.556	0.63	530	184.02	1472.12
	Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.8	Semi Universal	13.5	13.5	0.7	0.7	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.556	0.63	530	184.02	1472.12
	Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.8	Semi Universal	13.5	13.5	0.7	0.7	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.556	0.63	530	184.02	1472.12
	Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.8	Semi Universal	13.5	13.5	0.7	0.7	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.556	0.63	530	184.02	1472.12
Tractor Cat D9L	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Universal	16.4	16.4	0.6	0.6	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.476	0.71	580	197.27	1578.12
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Universal	16.4	16.4	0.6	0.6	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.476	0.71	580	197.27	1578.12
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Universal	16.4	16.4	0.6	0.6	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.476	0.71	580	197.27	1578.12
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Universal	16.4	16.4	0.6	0.6	0	1.036	2%	0.96	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.466	0.71	580	193.24	1545.92
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Universal	16.4	16.4	0.6	0.6	0	1.036	3%	0.94	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.457	0.71	580	189.21	1513.71
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Universal	16.4	16.4	0.6	0.6	0	1.036	4%	0.92	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.447	0.71	580	185.19	1481.50
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Semi Universal	13.5	13.5	0.6	0.6	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.476	0.71	530	180.26	1442.08
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Semi Universal	13.5	13.5	0.6	0.6	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.476	0.71	530	180.26	1442.08
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Semi Universal	13.5	13.5	0.6	0.6	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.476	0.71	530	180.26	1442.08
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Semi Universal	13.5	13.5	0.6	0.6	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.476	0.71	530	180.26	1442.08
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Semi Universal	13.5	13.5	0.6	0.6	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.476	0.71	530	180.26	1442.08
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Semi Universal	13.5	13.5	0.6	0.6	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.476	0.71	530	180.26	1442.08
Tractor Cat D9L	Roca suelta	0.5	Universal	16.4	16.4	0.55	0.55	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.436	0.71	580	180.83	1446.61
	Roca suelta	0.5	Universal	16.4	16.4	0.55	0.55	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.436	0.71	580	180.83	1446.61
	Roca suelta	0.5	Universal	16.4	16.4	0.55	0.55	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.436	0.71	580	180.83	1446.61
	Roca suelta	0.5	Universal	16.4	16.4	0.55	0.55	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.436	0.71	580	180.83	1446.61
	Roca suelta	0.5	Universal	16.4	16.4	0.55	0.55	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.436	0.71	580	180.83	1446.61
	Roca suelta	0.5	Universal	16.4	16.4	0.55	0.55	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.436	0.71	580	180.83	1446.61
	Roca suelta	0.5	Semi Universal	13.5	13.5	0.55	0.55	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.436	0.71	530	165.24	1321.91
	Roca suelta	0.5	Semi Universal	13.5	13.5	0.55	0.55	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.436	0.71	530	165.24	1321.91
	Roca suelta	0.5	Semi Universal	13.5	13.5	0.55	0.55	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.436	0.71	530	165.24	1321.91
	Roca suelta	0.5	Semi Universal	13.5	13.5	0.55	0.55	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.436	0.71	530	165.24	1321.91
	Roca suelta	0.5	Semi Universal	13.5	13.5	0.55	0.55	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.436	0.71	530	165.24	1321.91
	Roca suelta	0.5	Semi Universal	13.5	13.5	0.55	0.55	0	1.036	1%	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.436	0.71	530	165.24	1321.91



TABLA N° 88 : Rendimiento del Tractor a una altitud de 2000 m.s.n.m.

Para la elaboración de un expediente técnico situado en la costa, situada a una altitud de 2000 m.s.n.m., se ha decidido utilizar un tractor D9L para trabajos de movimiento de tierras en la construcción de una carretera, específicamente en actividades de corte. Se sabe que el operario es bueno y tiene una eficiencia regular. Además, se considera que la visibilidad es adecuada (Visible) y que la hoja de trabajo es angular (tipo de hoja más utilizado en nuestro medio). Estos trabajos se realizarán para una pendiente promedio del 5% y se trabajará para cada tipo de material según la clasificación propuesta.

Rendimiento del Tractor a una altitud de 2000 m.s.n.m.																						
Modelo de Equipo	Tipo de Material	Trabajabilidad del suelo	Tipo de Hoja de corte	Capacidad de la Hoja				altura	Factor de altitud	Pendiente del territorio		Capacidad del operador	Eficiencia del trabajo	Visibilidad		Factor de corrección	Factor volumetrico	Rendimiento m3/hr	Rendimiento corregida	Rendimiento m3/hr		
				Capacidad de la Hoja teorica	Capacidad de la Hoja	Coefficiente de llenado de la Hoja	Factor de hoja de corte															
Tractor Cat D9L	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Universal	16.4	16.4	0.8	0.8	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.494	0.85	580	243.63	1949.04
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Universal	16.4	16.4	0.8	0.8	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.494	0.85	580	243.63	1949.04
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Universal	16.4	16.4	0.8	0.8	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.494	0.85	580	243.63	1949.04
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Universal	16.4	16.4	0.8	0.8	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.494	0.85	580	243.63	1949.04
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Universal	16.4	16.4	0.8	0.8	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.494	0.85	580	243.63	1949.04
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Universal	16.4	16.4	0.8	0.8	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.494	0.85	580	243.63	1949.04
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Semi Universal	13.5	13.5	0.8	0.8	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.494	0.85	530	222.63	1781.02
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Semi Universal	13.5	13.5	0.8	0.8	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.494	0.85	530	222.63	1781.02
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Semi Universal	13.5	13.5	0.8	0.8	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.494	0.85	530	222.63	1781.02
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Semi Universal	13.5	13.5	0.8	0.8	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.494	0.85	530	222.63	1781.02
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Semi Universal	13.5	13.5	0.8	0.8	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.494	0.85	530	222.63	1781.02
Tractor Cat D9L	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Semi Universal	13.5	13.5	0.8	0.8	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.494	0.85	530	222.63	1781.02
	Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.8	Universal	16.4	16.4	0.7	0.7	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.432	0.88	580	221.67	1773.32
	Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.8	Universal	16.4	16.4	0.7	0.7	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.432	0.88	580	221.67	1773.32
	Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.8	Universal	16.4	16.4	0.7	0.7	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.432	0.88	580	221.67	1773.32
	Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.8	Universal	16.4	16.4	0.7	0.7	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.432	0.88	580	221.67	1773.32
	Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.8	Universal	16.4	16.4	0.7	0.7	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.432	0.88	580	221.67	1773.32
	Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.8	Universal	16.4	16.4	0.7	0.7	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.432	0.88	580	221.67	1773.32
	Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.8	Universal	16.4	16.4	0.7	0.7	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.432	0.88	580	221.67	1773.32
	Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.8	Semi Universal	13.5	13.5	0.7	0.7	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.432	0.63	530	143.06	1144.44
	Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.8	Semi Universal	13.5	13.5	0.7	0.7	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.432	0.63	530	143.06	1144.44
	Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.8	Semi Universal	13.5	13.5	0.7	0.7	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.432	0.63	530	143.06	1144.44
Tractor Cat D9L	Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.8	Semi Universal	13.5	13.5	0.7	0.7	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.432	0.63	530	143.06	1144.44
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Universal	16.4	16.4	0.6	0.6	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.370	0.71	580	153.36	1226.85
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Universal	16.4	16.4	0.6	0.6	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.370	0.71	580	153.36	1226.85
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Universal	16.4	16.4	0.6	0.6	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.370	0.71	580	153.36	1226.85
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Universal	16.4	16.4	0.6	0.6	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.370	0.71	580	153.36	1226.85
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Universal	16.4	16.4	0.6	0.6	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.370	0.71	580	153.36	1226.85
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Universal	16.4	16.4	0.6	0.6	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.370	0.71	580	153.36	1226.85
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Universal	16.4	16.4	0.6	0.6	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.370	0.71	580	153.36	1226.85
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Semi Universal	13.5	13.5	0.6	0.6	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.370	0.71	530	140.14	1121.09
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Semi Universal	13.5	13.5	0.6	0.6	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.370	0.71	530	140.14	1121.09
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Semi Universal	13.5	13.5	0.6	0.6	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.370	0.71	530	140.14	1121.09
Tractor Cat D9L	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Semi Universal	13.5	13.5	0.6	0.6	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.370	0.71	530	140.14	1121.09
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Semi Universal	13.5	13.5	0.6	0.6	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.370	0.71	530	140.14	1121.09
	Roca suelta	0.5	Universal	16.4	16.4	0.55	0.55	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.339	0.71	580	140.58	1124.61
	Roca suelta	0.5	Universal	16.4	16.4	0.55	0.55	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.339	0.71	580	140.58	1124.61
	Roca suelta	0.5	Universal	16.4	16.4	0.55	0.55	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.339	0.71	580	140.58	1124.61
	Roca suelta	0.5	Universal	16.4	16.4	0.55	0.55	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.339	0.71	580	140.58	1124.61
	Roca suelta	0.5	Universal	16.4	16.4	0.55	0.55	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.339	0.71	580	140.58	1124.61
	Roca suelta	0.5	Universal	16.4	16.4	0.55	0.55	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.339	0.71	580	140.58	1124.61
	Roca suelta	0.5	Semi Universal	13.5	13.5	0.55	0.55	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.339	0.71	530	128.46	1027.66
	Roca suelta	0.5	Semi Universal	13.5	13.5	0.55	0.55	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.339	0.71	530	128.46	1027.66
	Roca suelta	0.5	Semi Universal	13.5	13.5	0.55	0.55	2000	0.805	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.339	0.71	530	128.46	1027.66

TABLA N° 89 : Rendimiento del Tractor a una altitud de 3000 m.s.n.m.

Para la elaboración de un expediente técnico situado en la costa, situada a una altitud de 3000 m.s.n.m., se ha decidido utilizar un tractor D9L para trabajos de movimiento de tierras en la construcción de una carretera, específicamente en actividades de corte. Se sabe que el operario es bueno y tiene una eficiencia regular. Además, se considera que la visibilidad es adecuada (Visible) y que la hoja de trabajo es angular (tipo de hoja más utilizado en nuestro medio). Estos trabajos se realizarán para una pendiente promedio del 5% y se trabajará para cada tipo de material según la clasificación propuesta.

Rendimiento del Tractor a una altitud de 3000 m.s.n.m.																						
Modelo de Equipo	Tipo de Material	Trabajabilidad del suelo	Tipo de Hoja de corte	Capacidad de la Hoja				altura	Factor de altitud	Pendiente del territorio		Capacidad del operador	Eficiencia del trabajo	Visibilidad		Factor de corrección	Factor volumetrico	Rendimiento m3/hr	Rendimiento corregida	Rendimiento m3/hr		
				Capacidad de la Hoja teorica	Capacidad de la Hoja	Coefficiente de llenado de la Hoja	Factor de hoja de corte															
Tractor Cat D9L	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Universal	16.4	16.4	0.8	0.8	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.435	0.85	580	214.81	1718.49
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Universal	16.4	16.4	0.8	0.8	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.435	0.85	580	214.81	1718.49
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Universal	16.4	16.4	0.8	0.8	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.435	0.85	580	214.81	1718.49
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Universal	16.4	16.4	0.8	0.8	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.435	0.85	580	214.81	1718.49
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Universal	16.4	16.4	0.8	0.8	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.435	0.85	580	214.81	1718.49
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Semi Universal	13.5	13.5	0.8	0.8	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.435	0.85	580	214.81	1718.49
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Semi Universal	13.5	13.5	0.8	0.8	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.435	0.85	530	196.29	1570.34
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Semi Universal	13.5	13.5	0.8	0.8	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.435	0.85	530	196.29	1570.34
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Semi Universal	13.5	13.5	0.8	0.8	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.435	0.85	530	196.29	1570.34
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Semi Universal	13.5	13.5	0.8	0.8	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.435	0.85	530	196.29	1570.34
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Semi Universal	13.5	13.5	0.8	0.8	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.435	0.85	530	196.29	1570.34
	Tractor Cat D9L	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Semi Universal	13.5	13.5	0.8	0.8	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.435	0.85	530	196.29
Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Universal	16.4	16.4	0.7	0.7	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.381	0.88	580	195.44	1563.56
Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Universal	16.4	16.4	0.7	0.7	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.381	0.88	580	195.44	1563.56
Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Universal	16.4	16.4	0.7	0.7	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.381	0.88	580	195.44	1563.56
Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Universal	16.4	16.4	0.7	0.7	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.381	0.88	580	195.44	1563.56
Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Universal	16.4	16.4	0.7	0.7	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.381	0.88	580	195.44	1563.56
Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Universal	16.4	16.4	0.7	0.7	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.381	0.88	580	195.44	1563.56
Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Universal	16.4	16.4	0.7	0.7	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.381	0.88	580	195.44	1563.56
Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Semi Universal	13.5	13.5	0.7	0.7	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.381	0.63	530	126.13	1009.07
Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Semi Universal	13.5	13.5	0.7	0.7	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.381	0.63	530	126.13	1009.07
Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Semi Universal	13.5	13.5	0.7	0.7	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.381	0.63	530	126.13	1009.07
Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.8	Semi Universal	13.5	13.5	0.7	0.7	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.381	0.63	530	126.13	1009.07
Tractor Cat D9L	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Universal	16.4	16.4	0.6	0.6	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.326	0.71	580	135.22	1081.73
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Universal	16.4	16.4	0.6	0.6	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.326	0.71	580	135.22	1081.73
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Universal	16.4	16.4	0.6	0.6	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.326	0.71	580	135.22	1081.73
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Universal	16.4	16.4	0.6	0.6	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.326	0.71	580	135.22	1081.73
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Universal	16.4	16.4	0.6	0.6	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.326	0.71	580	135.22	1081.73
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Universal	16.4	16.4	0.6	0.6	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.326	0.71	580	135.22	1081.73
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Universal	16.4	16.4	0.6	0.6	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.326	0.71	580	135.22	1081.73
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Semi Universal	13.5	13.5	0.6	0.6	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.326	0.71	530	123.56	988.47
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Semi Universal	13.5	13.5	0.6	0.6	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.326	0.71	530	123.56	988.47
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Semi Universal	13.5	13.5	0.6	0.6	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.326	0.71	530	123.56	988.47
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Semi Universal	13.5	13.5	0.6	0.6	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.326	0.71	530	123.56	988.47
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Semi Universal	13.5	13.5	0.6	0.6	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.326	0.71	530	123.56	988.47
Tractor Cat D9L	Roca suelta	0.5	Universal	16.4	16.4	0.55	0.55	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.299	0.71	580	123.95	991.58
	Roca suelta	0.5	Universal	16.4	16.4	0.55	0.55	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.299	0.71	580	123.95	991.58
	Roca suelta	0.5	Universal	16.4	16.4	0.55	0.55	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.299	0.71	580	123.95	991.58
	Roca suelta	0.5	Universal	16.4	16.4	0.55	0.55	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.299	0.71	580	123.95	991.58
	Roca suelta	0.5	Universal	16.4	16.4	0.55	0.55	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.299	0.71	580	123.95	991.58
	Roca suelta	0.5	Universal	16.4	16.4	0.55	0.55	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.299	0.71	580	123.95	991.58
	Roca suelta	0.5	Semi Universal	13.5	13.5	0.55	0.55	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.299	0.71	530	113.26	906.10
	Roca suelta	0.5	Semi Universal	13.5	13.5	0.55	0.55	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.299	0.71	530	113.26	906.10
	Roca suelta	0.5	Semi Universal	13.5	13.5	0.55	0.55	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.299	0.71	530	113.26	906.10
	Roca suelta	0.5	Semi Universal	13.5	13.5	0.55	0.55	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.299	0.71	530	113.26	906.10
	Roca suelta	0.5	Semi Universal	13.5	13.5	0.55	0.55	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.299	0.71	530	113.26	906.10
	Roca suelta	0.5	Semi Universal	13.5	13.5	0.55	0.55	3000	0.710	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.299	0.71	530	113.26	906.10

TABLA N° 90 : Rendimiento del Tractor a una altitud de 4000 m.s.n.m.

Para la elaboración de un expediente técnico situado en la costa, situada a una altitud de 4000 m.s.n.m., se ha decidido utilizar un tractor D9L para trabajos de movimiento de tierras en la construcción de una carretera, específicamente en actividades de corte. Se sabe que el operario es bueno y tiene una eficiencia regular. Además, se considera que la visibilidad es adecuada (Visible) y que la hoja de trabajo es angular (tipo de hoja más utilizado en nuestro medio). Estos trabajos se realizarán para una pendiente promedio del 5% y se trabajará para cada tipo de material según la clasificación propuesta.

Modelo de Equipo	Tipo de Material	Trabajabilidad del suelo	Tipo de Hoja de corte	Capacidad de la Hoja				altura	Factor de altitud	Pendiente del territorio	Capacidad del operador	Eficiencia del trabajo	Visibilidad		Factor de corrección	Factor volumetrico	Rendimiento m3/hr	Rendimiento corregida	Rendimiento m3/hr			
				Capacidad de la Hoja teorica	Capacidad de la Hoja	Coefficiente de llenado de la Hoja	Factor de hoja de corte						Visible	0.94								
Tractor Cat D9L	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Universal	16.4	16.4	0.8	0.8	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.384	0.85	580	189.40	1515.20
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Universal	16.4	16.4	0.8	0.8	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.384	0.85	580	189.40	1515.20
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Universal	16.4	16.4	0.8	0.8	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.384	0.85	580	189.40	1515.20
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Universal	16.4	16.4	0.8	0.8	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.384	0.85	580	189.40	1515.20
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Universal	16.4	16.4	0.8	0.8	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.384	0.85	580	189.40	1515.20
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Universal	16.4	16.4	0.8	0.8	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.384	0.85	580	189.40	1515.20
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Semi Universal	13.5	13.5	0.8	0.8	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.384	0.85	530	173.07	1384.58
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Semi Universal	13.5	13.5	0.8	0.8	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.384	0.85	530	173.07	1384.58
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Semi Universal	13.5	13.5	0.8	0.8	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.384	0.85	530	173.07	1384.58
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Semi Universal	13.5	13.5	0.8	0.8	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.384	0.85	530	173.07	1384.58
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Semi Universal	13.5	13.5	0.8	0.8	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.384	0.85	530	173.07	1384.58
Tractor Cat D9L	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	1	Semi Universal	13.5	13.5	0.8	0.8	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.384	0.85	530	173.07	1384.58
	Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.8	Universal	16.4	16.4	0.7	0.7	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.336	0.88	580	172.33	1378.60
	Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.8	Universal	16.4	16.4	0.7	0.7	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.336	0.88	580	172.33	1378.60
	Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.8	Universal	16.4	16.4	0.7	0.7	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.336	0.88	580	172.33	1378.60
	Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.8	Universal	16.4	16.4	0.7	0.7	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.336	0.88	580	172.33	1378.60
	Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.8	Universal	16.4	16.4	0.7	0.7	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.336	0.88	580	172.33	1378.60
	Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.8	Universal	16.4	16.4	0.7	0.7	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.336	0.88	580	172.33	1378.60
	Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.8	Universal	16.4	16.4	0.7	0.7	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.336	0.88	580	172.33	1378.60
	Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.8	Semi Universal	13.5	13.5	0.7	0.7	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.336	0.63	530	111.21	889.70
	Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.8	Semi Universal	13.5	13.5	0.7	0.7	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.336	0.63	530	111.21	889.70
	Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.8	Semi Universal	13.5	13.5	0.7	0.7	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.336	0.63	530	111.21	889.70
Tractor Cat D9L	Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.8	Semi Universal	13.5	13.5	0.7	0.7	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.336	0.63	530	111.21	889.70
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Universal	16.4	16.4	0.6	0.6	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.288	0.71	580	119.22	953.77
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Universal	16.4	16.4	0.6	0.6	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.288	0.71	580	119.22	953.77
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Universal	16.4	16.4	0.6	0.6	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.288	0.71	580	119.22	953.77
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Universal	16.4	16.4	0.6	0.6	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.288	0.71	580	119.22	953.77
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Universal	16.4	16.4	0.6	0.6	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.288	0.71	580	119.22	953.77
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Universal	16.4	16.4	0.6	0.6	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.288	0.71	580	119.22	953.77
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Universal	16.4	16.4	0.6	0.6	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.288	0.71	580	119.22	953.77
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Semi Universal	13.5	13.5	0.6	0.6	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.288	0.71	530	108.94	871.55
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Semi Universal	13.5	13.5	0.6	0.6	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.288	0.71	530	108.94	871.55
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Semi Universal	13.5	13.5	0.6	0.6	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.288	0.71	530	108.94	871.55
Tractor Cat D9L	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Semi Universal	13.5	13.5	0.6	0.6	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.288	0.71	530	108.94	871.55
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.65	Semi Universal	13.5	13.5	0.6	0.6	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.288	0.71	530	108.94	871.55
	Roca suelta	0.5	Universal	16.4	16.4	0.55	0.55	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.264	0.71	580	109.29	874.29
	Roca suelta	0.5	Universal	16.4	16.4	0.55	0.55	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.264	0.71	580	109.29	874.29
	Roca suelta	0.5	Universal	16.4	16.4	0.55	0.55	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.264	0.71	580	109.29	874.29
	Roca suelta	0.5	Universal	16.4	16.4	0.55	0.55	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.264	0.71	580	109.29	874.29
	Roca suelta	0.5	Universal	16.4	16.4	0.55	0.55	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.264	0.71	580	109.29	874.29
	Roca suelta	0.5	Universal	16.4	16.4	0.55	0.55	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.264	0.71	580	109.29	874.29
	Roca suelta	0.5	Semi Universal	13.5	13.5	0.55	0.55	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.264	0.71	530	99.86	798.92
	Roca suelta	0.5	Semi Universal	13.5	13.5	0.55	0.55	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.264	0.71	530	99.86	798.92
	Roca suelta	0.5	Semi Universal	13.5	13.5	0.55	0.55	4000	0.626	1 %	0.98	Excelente	1	Bueno	0.83	Visible	0.94	0.264	0.71	530	99.86	798.92

Se considera que la eficiencia es buena, el operador es promedio, la excavadora ejecuta sus labores estacionada en un terreno con pendiente de 1%, la altura es de 0 msnm

Equipo	Tipo de material	Intervalo inferior del factor de Tipo de Material	Intervalo superior del factor de Tipo de Material	Factor de Tipo de Material (1)	Capacidad teorica del Cucharon (a)	Produccion teorica	Factor volumetrico (b)	Capacidad corregida del Cucharon (a/b)	Produccion corregida (7)	Factor Capacidad del operador	Factor Capacidad del operador (2)	Factor de Eficiencia del trabajo (3)	Altitud	Factor de Altitud (4)	Estado de visibilidad	Factor de Visibilidad (5)	Pendiente	Factor de Pendiente del territorio (6)	Factor de correccion final (1*2*3*4*5*6 =8)	Rendimiento real (7*8)	
Excavadora 312D2 (312)	Tierra suelta,dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.7	0.9	0.8	0.76	98.7	0.9	0.84444444	109.7	Bueno	0.75	0.75	0	1	Visible	0.938	1	0.98	0.413658	45.3650909	
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	0.9	1.1	1	0.76	98.7	1.1	0.69090909	89.7	Bueno	0.75	0.83	0	1	Visible	0.938	1	0.98	0.574525	51.5512397	
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	0.9	1.1	1	0.76	98.7	1.1	0.69090909	89.7	Bueno	0.75	0.83	0	1	Poco visible	0.876	1	0.98	0.53655	48.1438017	
	Tierra suelta,dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.7	0.9	0.8	0.76	98.7	0.9	0.84444444	109.7	Bueno	0.75	0.83	0	1	Muy visible	1	1	0.98	0.49	53.7373737	
	Tierra suelta,dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.7	0.9	0.8	0.76	98.7	0.9	0.84444444	109.7	Bueno	0.75	0.83	0	1	Visible	0.938	1	0.98	0.45962	50.4056566	
	Tierra suelta,dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.7	0.9	0.8	0.76	98.7	0.9	0.84444444	109.7	Bueno	0.75	0.83	0	1	Poco visible	0.876	1	0.98	0.42924	47.0739394	
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.6	0.7	0.65	0.76	98.7	0.7	1.08571429	141.0	Bueno	0.75	0.83	0	1	Muy visible	1	1	0.98	0.398125	56.1363636	
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.6	0.7	0.65	0.76	98.7	0.7	1.08571429	141.0	Bueno	0.75	0.83	0	1	Visible	0.938	1	0.98	0.37344125	52.6559091	
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.6	0.7	0.65	0.76	98.7	0.7	1.08571429	141.0	Bueno	0.75	0.83	0	1	Poco visible	0.876	1	0.98	0.3487575	49.1754545	
	Roca suelta	0.4	0.6	0.5	0.76	98.7	0.6	1.26666667	164.5	Bueno	0.75	0.83	0	1	Muy visible	1	1	0.98	0.30625	50.3787879	
	Roca suelta	0.4	0.6	0.5	0.76	98.7	0.6	1.26666667	164.5	Bueno	0.75	0.83	0	1	Visible	0.938	1	0.98	0.2872625	47.255303	
	Roca suelta	0.4	0.6	0.5	0.76	98.7	0.6	1.26666667	164.5	Bueno	0.75	0.83	0	1	Poco visible	0.876	1	0.98	0.268275	44.1318182	
	Roca fija	0.4	0.6	0.5	0.76	98.7	0.6	1.26666667	164.5	Bueno	0.75	0.83	0	1	Muy visible	1	1	0.98	0.30625	50.3787879	
	Roca fija	0.4	0.6	0.5	0.76	98.7	0.6	1.26666667	164.5	Bueno	0.75	0.83	0	1	Visible	0.938	1	0.98	0.2872625	47.255303	
	Roca fija	0.4	0.6	0.5	0.76	98.7	0.6	1.26666667	164.5	Bueno	0.75	0.83	0	1	Poco visible	0.876	1	0.98	0.268275	44.1318182	
	Excavadora 318D2 (315)	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	0.9	1.1	1	0.91	118.2	1.1	0.82727273	107.4	Bueno	0.75	0.83	0	1	Muy visible	1	1	0.98	0.6125	65.8057851
		Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	0.9	1.1	1	0.91	118.2	1.1	0.82727273	107.4	Bueno	0.75	0.83	0	1	Visible	0.938	1	0.98	0.574525	61.7258264
		Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	0.9	1.1	1	0.91	118.2	1.1	0.82727273	107.4	Bueno	0.75	0.83	0	1	Poco visible	0.876	1	0.98	0.53655	57.6458678
Tierra suelta,dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.7	0.9	0.8	0.91	118.2	0.9	1.01111111	131.3	Bueno	0.75	0.83	0	1	Muy visible	1	1	0.98	0.49	64.3434343	
Tierra suelta,dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.7	0.9	0.8	0.91	118.2	0.9	1.01111111	131.3	Bueno	0.75	0.83	0	1	Visible	0.938	1	0.98	0.45962	60.3541414	
Tierra suelta,dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.7	0.9	0.8	0.91	118.2	0.9	1.01111111	131.3	Bueno	0.75	0.83	0	1	Poco visible	0.876	1	0.98	0.42924	56.3648485	
cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural		0.6	0.7	0.65	0.91	118.2	0.7	1.3	168.8	Bueno	0.75	0.83	0	1	Muy visible	1	1	0.98	0.398125	67.2159091	
cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural		0.6	0.7	0.65	0.91	118.2	0.7	1.3	168.8	Bueno	0.75	0.83	0	1	Visible	0.938	1	0.98	0.37344125	63.0485227	
cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural		0.6	0.7	0.65	0.91	118.2	0.7	1.3	168.8	Bueno	0.75	0.83	0	1	Poco visible	0.876	1	0.98	0.3487575	58.8811364	
Roca suelta		0.4	0.6	0.5	0.91	118.2	0.6	1.51666667	197.0	Bueno	0.75	0.83	0	1	Muy visible	1	1	0.98	0.30625	60.3219697	
Roca suelta		0.4	0.6	0.5	0.91	118.2	0.6	1.51666667	197.0	Bueno	0.75	0.83	0	1	Visible	0.938	1	0.98	0.2872625	56.5820076	
Roca suelta		0.4	0.6	0.5	0.91	118.2	0.6	1.51666667	197.0	Bueno	0.75	0.83	0	1	Poco visible	0.876	1	0.98	0.268275	52.8420455	
Roca fija		0.4	0.6	0.5	0.91	118.2	0.6	1.51666667	197.0	Bueno	0.75	0.83	0	1	Muy visible	1	1	0.98	0.30625	60.3219697	
Roca fija		0.4	0.6	0.5	0.91	118.2	0.6	1.51666667	197.0	Bueno	0.75	0.83	0	1	Visible	0.938	1	0.98	0.2872625	56.5820076	
Roca fija		0.4	0.6	0.5	0.91	118.2	0.6	1.51666667	197.0	Bueno	0.75	0.83	0	1	Poco visible	0.876	1	0.98	0.268275	52.8420455	
Excavadora M315D2 (315)		Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	0.9	1.1	1	0.91	118.2	1.1	0.82727273	107.4	Bueno	0.75	0.83	0	1	Muy visible	1	1	0.98	0.6125	65.8057851
		Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	0.9	1.1	1	0.91	118.2	1.1	0.82727273	107.4	Bueno	0.75	0.83	0	1	Visible	0.938	1	0.98	0.574525	61.7258264
		Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	0.9	1.1	1	0.91	118.2	1.1	0.82727273	107.4	Bueno	0.75	0.83	0	1	Poco visible	0.876	1	0.98	0.53655	57.6458678
	Tierra suelta,dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.7	0.9	0.8	0.91	118.2	0.9	1.01111111	131.3	Bueno	0.75	0.83	0	1	Muy visible	1	1	0.98	0.49	64.3434343	
	Tierra suelta,dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.7	0.9	0.8	0.91	118.2	0.9	1.01111111	131.3	Bueno	0.75	0.83	0	1	Visible	0.938	1	0.98	0.45962	60.3541414	
	Tierra suelta,dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.7	0.9	0.8	0.91	118.2	0.9	1.01111111	131.3	Bueno	0.75	0.83	0	1	Poco visible	0.876	1	0.98	0.42924	56.3648485	
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.6	0.7	0.65	0.91	118.2	0.7	1.3	168.8	Bueno	0.75	0.83	0	1	Muy visible	1	1	0.98	0.398125	67.2159091	
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.6	0.7	0.65	0.91	118.2	0.7	1.3	168.8	Bueno	0.75	0.83	0	1	Visible	0.938	1	0.98	0.37344125	63.0485227	
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.6	0.7	0.65	0.91	118.2	0.7	1.3	168.8	Bueno	0.75	0.83	0	1	Poco visible	0.876	1	0.98	0.3487575	58.8811364	
	Roca suelta	0.4	0.6	0.5	0.91	118.2	0.6	1.51666667	197.0	Bueno	0.75	0.83	0	1	Muy visible	1	1	0.98	0.30625	60.3219697	
	Roca suelta	0.4	0.6	0.5	0.91	118.2	0.6	1.51666667	197.0	Bueno	0.75	0.83	0	1	Visible	0.938	1	0.98	0.2872625	56.5820076	
	Roca suelta	0.4	0.6	0.5	0.91	118.2	0.6	1.51666667	197.0	Bueno	0.75	0.83	0	1	Poco visible	0.876	1	0.98	0.268275	52.8420455	
	Roca fija	0.4	0.6	0.5	0.91	118.2	0.6	1.51666667	197.0	Bueno	0.75	0.83	0	1	Muy visible	1	1	0.98	0.30625	60.3219697	
	Roca fija	0.4	0.6	0.5	0.91	118.2	0.6	1.51666667	197.0	Bueno	0.75	0.83	0	1	Visible	0.938	1	0.98	0.2872625	56.5820076	
	Roca fija	0.4	0.6	0.5	0.91	118.2	0.6	1.51666667	197.0	Bueno	0.75	0.83	0	1	Poco visible	0.876	1	0.98	0.268275	52.8420455	
	Excavadora M316D (315)	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	0.9	1.1	1	0.91	118.2	1.1	0.82727273	107.4	Bueno	0.75	0.83	0	1	Muy visible	1	1	0.98	0.6125	65.8057851
		Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	0.9	1.1	1	0.91	118.2	1.1	0.82727273	107.4	Bueno	0.75	0.83	0	1	Visible	0.938	1	0.98	0.574525	61.7258264
		Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	0.9	1.1	1	0.91	118.2	1.1	0.82727273	107.4	Bueno	0.75	0.83	0	1	Poco visible	0.876	1	0.98	0.53655	57.6458678
Tierra suelta,dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.7	0.9	0.8	0.91	118.2	0.9	1.01111111	131.3	Bueno	0.75	0.83	0	1	Muy visible	1	1	0.98	0.49	64.3434343	
Tierra suelta,dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.7	0.9	0.8	0.91	118.2	0.9	1.01111111	131.3	Bueno	0.75	0.83	0	1	Visible	0.938	1	0.98	0.45962	60.3541414	
Tierra suelta,dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.7	0.9	0.8	0.91	118.2	0.9	1.01111111	131.3	Bueno	0.75	0.83	0	1	Poco visible	0.876	1	0.98	0.42924	56.3648485	
cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural		0.6	0.7	0.65	0.91	118.2	0.7	1.3	168.8	Bueno	0.75	0.83	0	1	Muy visible	1	1	0.98	0.398125	67.2159091	
cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural		0.6	0.7	0.65	0.91	118.2	0.7	1.3	168.8	Bueno	0.75	0.83	0	1	Visible	0.938	1	0.98	0.37344125	63.0485227	
cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural		0.6	0.7	0.65	0.91	118.2	0.7	1.3	168.8	Bueno	0.75	0.83	0	1	Poco visible	0.876	1	0.98	0.3487575	58.8811364	
Roca suelta		0.4	0.6	0.5	0.91	118.2	0.6	1.51666667	197.0	Bueno	0.75	0.83	0	1	Muy visible	1	1	0.98	0.30625	60.3219697	
Roca suelta		0.4	0.6	0.5	0.91	118.2	0.6	1.51666667	197.0	Bueno	0.75	0.83	0	1	Visible</						

Se considera que la eficiencia es buena, el operador es promedio, la excavadora ejecuta sus labores estacionada en un terreno con pendiente de 1%, la altura es de 0 msnm

Equipo	Tipo de material	Intervalo inferior del factor de Tipo de Material	Intervalo superior del factor de Tipo de Material	Factor de Tipo de Material (1)	Capacidad teorica del Cucharon (a)	Produccion teorica	Factor volumetrico (b)	Capacidad corregida del Cucharon (a/b)	Produccion corregida (7)	Factor Capacidad del operador	Factor Capacidad del operador (2)	Factor de Eficiencia del trabajo (3)	Altitud	Factor de Altitud (4)	Estado de visibilidad	Factor de Visibilidad (5)	Pendiente	Factor de Pendiente del territorio (6)	Factor de correccion final (1*2*3*4*5*6 =8)	Rendimiento real (7*8)	
Excavadora M317D2 (315)	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	0.9	1.1	1	0.91	118.2	1.1	0.82727273	107.4	Bueno	0.75	0.83	0	1	Muy visible	1	1	0.98	0.6125	65.8057851	
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	0.9	1.1	1	0.91	118.2	1.1	0.82727273	107.4	Bueno	0.75	0.83	0	1	Visible	0.938	1	0.98	0.574525	61.7258264	
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	0.9	1.1	1	0.91	118.2	1.1	0.82727273	107.4	Bueno	0.75	0.83	0	1	Poco visible	0.876	1	0.98	0.53655	57.6458678	
	Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.7	0.9	0.8	0.91	118.2	0.9	1.01111111	131.3	Bueno	0.75	0.83	0	1	Muy visible	1	1	0.98	0.49	64.3434343	
	Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.7	0.9	0.8	0.91	118.2	0.9	1.01111111	131.3	Bueno	0.75	0.83	0	1	Visible	0.938	1	0.98	0.45962	60.3541414	
	Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.7	0.9	0.8	0.91	118.2	0.9	1.01111111	131.3	Bueno	0.75	0.83	0	1	Poco visible	0.876	1	0.98	0.42924	56.3648485	
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.6	0.7	0.65	0.91	118.2	0.7	1.3	168.8	Bueno	0.75	0.83	0	1	Muy visible	1	1	0.98	0.398125	67.2159091	
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.6	0.7	0.65	0.91	118.2	0.7	1.3	168.8	Bueno	0.75	0.83	0	1	Visible	0.938	1	0.98	0.37344125	63.0485227	
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.6	0.7	0.65	0.91	118.2	0.7	1.3	168.8	Bueno	0.75	0.83	0	1	Poco visible	0.876	1	0.98	0.3487575	58.8811364	
	Roca suelta	0.4	0.6	0.5	0.91	118.2	0.6	1.51666667	197.0	Bueno	0.75	0.83	0	1	Muy visible	1	1	0.98	0.30625	60.3219697	
	Roca suelta	0.4	0.6	0.5	0.91	118.2	0.6	1.51666667	197.0	Bueno	0.75	0.83	0	1	Visible	0.938	1	0.98	0.2872625	56.5820076	
	Roca suelta	0.4	0.6	0.5	0.91	118.2	0.6	1.51666667	197.0	Bueno	0.75	0.83	0	1	Poco visible	0.876	1	0.98	0.268275	52.8420455	
	Roca fija	0.4	0.6	0.5	0.91	118.2	0.6	1.51666667	197.0	Bueno	0.75	0.83	0	1	Muy visible	1	1	0.98	0.30625	60.3219697	
	Roca fija	0.4	0.6	0.5	0.91	118.2	0.6	1.51666667	197.0	Bueno	0.75	0.83	0	1	Visible	0.938	1	0.98	0.2872625	56.5820076	
	Roca fija	0.4	0.6	0.5	0.91	118.2	0.6	1.51666667	197.0	Bueno	0.75	0.83	0	1	Poco visible	0.876	1	0.98	0.268275	52.8420455	
	Excavadora 390F (HB2)	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	0.9	1.1	1	4.6	597.4	1.1	4.18181818	543.1	Bueno	0.75	0.83	0	1	Muy visible	1	1	0.98	0.6125	332.644628
		Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	0.9	1.1	1	4.6	597.4	1.1	4.18181818	543.1	Bueno	0.75	0.83	0	1	Visible	0.938	1	0.98	0.574525	312.020661
		Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	0.9	1.1	1	4.6	597.4	1.1	4.18181818	543.1	Bueno	0.75	0.83	0	1	Poco visible	0.876	1	0.98	0.53655	291.396694
Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.7	0.9	0.8	4.6	597.4	0.9	5.11111111	663.8	Bueno	0.75	0.83	0	1	Muy visible	1	1	0.98	0.49	325.252525	
Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.7	0.9	0.8	4.6	597.4	0.9	5.11111111	663.8	Bueno	0.75	0.83	0	1	Visible	0.938	1	0.98	0.45962	305.086869	
Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.7	0.9	0.8	4.6	597.4	0.9	5.11111111	663.8	Bueno	0.75	0.83	0	1	Poco visible	0.876	1	0.98	0.42924	284.921212	
cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural		0.6	0.7	0.65	4.6	597.4	0.7	6.57142857	853.4	Bueno	0.75	0.83	0	1	Muy visible	1	1	0.98	0.398125	339.772727	
cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural		0.6	0.7	0.65	4.6	597.4	0.7	6.57142857	853.4	Bueno	0.75	0.83	0	1	Visible	0.938	1	0.98	0.37344125	318.706818	
cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural		0.6	0.7	0.65	4.6	597.4	0.7	6.57142857	853.4	Bueno	0.75	0.83	0	1	Poco visible	0.876	1	0.98	0.3487575	297.640909	
Roca suelta		0.4	0.6	0.5	4.6	597.4	0.6	7.66666667	995.7	Bueno	0.75	0.83	0	1	Muy visible	1	1	0.98	0.30625	304.924242	
Roca suelta		0.4	0.6	0.5	4.6	597.4	0.6	7.66666667	995.7	Bueno	0.75	0.83	0	1	Visible	0.938	1	0.98	0.2872625	286.018939	
Roca suelta		0.4	0.6	0.5	4.6	597.4	0.6	7.66666667	995.7	Bueno	0.75	0.83	0	1	Poco visible	0.876	1	0.98	0.268275	267.113636	
Roca fija		0.4	0.6	0.5	4.6	597.4	0.6	7.66666667	995.7	Bueno	0.75	0.83	0	1	Muy visible	1	1	0.98	0.30625	304.924242	
Roca fija		0.4	0.6	0.5	4.6	597.4	0.6	7.66666667	995.7	Bueno	0.75	0.83	0	1	Visible	0.938	1	0.98	0.2872625	286.018939	
Roca fija		0.4	0.6	0.5	4.6	597.4	0.6	7.66666667	995.7	Bueno	0.75	0.83	0	1	Poco visible	0.876	1	0.98	0.268275	267.113636	
Excavadora 390F (JC)		Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	0.9	1.1	1	6	779.2	1.1	5.45454545	708.4	Bueno	0.75	0.83	0	1	Muy visible	1	1	0.98	0.6125	433.884298
		Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	0.9	1.1	1	6	779.2	1.1	5.45454545	708.4	Bueno	0.75	0.83	0	1	Visible	0.938	1	0.98	0.574525	406.983471
		Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	0.9	1.1	1	6	779.2	1.1	5.45454545	708.4	Bueno	0.75	0.83	0	1	Poco visible	0.876	1	0.98	0.53655	380.082645
	Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.7	0.9	0.8	6	779.2	0.9	6.66666667	865.8	Bueno	0.75	0.83	0	1	Muy visible	1	1	0.98	0.49	424.242424	
	Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.7	0.9	0.8	6	779.2	0.9	6.66666667	865.8	Bueno	0.75	0.83	0	1	Visible	0.938	1	0.98	0.45962	397.939394	
	Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.7	0.9	0.8	6	779.2	0.9	6.66666667	865.8	Bueno	0.75	0.83	0	1	Poco visible	0.876	1	0.98	0.42924	371.636364	
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.6	0.7	0.65	6	779.2	0.7	8.57142857	1113.2	Bueno	0.75	0.83	0	1	Muy visible	1	1	0.98	0.398125	443.181818	
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.6	0.7	0.65	6	779.2	0.7	8.57142857	1113.2	Bueno	0.75	0.83	0	1	Visible	0.938	1	0.98	0.37344125	415.704545	
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.6	0.7	0.65	6	779.2	0.7	8.57142857	1113.2	Bueno	0.75	0.83	0	1	Poco visible	0.876	1	0.98	0.3487575	388.227273	
	Roca suelta	0.4	0.6	0.5	6	779.2	0.6	10	1298.7	Bueno	0.75	0.83	0	1	Muy visible	1	1	0.98	0.30625	397.727273	
	Roca suelta	0.4	0.6	0.5	6	779.2	0.6	10	1298.7	Bueno	0.75	0.83	0	1	Visible	0.938	1	0.98	0.2872625	373.068182	
	Roca suelta	0.4	0.6	0.5	6	779.2	0.6	10	1298.7	Bueno	0.75	0.83	0	1	Poco visible	0.876	1	0.98	0.268275	348.409091	
	Roca fija	0.4	0.6	0.5	6	779.2	0.6	10	1298.7	Bueno	0.75	0.83	0	1	Muy visible	1	1	0.98	0.30625	397.727273	
	Roca fija	0.4	0.6	0.5	6	779.2	0.6	10	1298.7	Bueno	0.75	0.83	0	1	Visible	0.938	1	0.98	0.2872625	373.068182	
	Roca fija	0.4	0.6	0.5	6	779.2	0.6	10	1298.7	Bueno	0.75	0.83	0	1	Poco visible	0.876	1	0.98	0.268275	348.409091	

Fuente: elaboracion propia

Se considera que la eficiencia es buena, el operador es promedio, la excavadora ejecuta sus labores estacionada en un terreno con pendiente de 1%, la altura es de 1000 msnm

Equipo	Tipo de material	Intervalo inferior del factor de Tipo de Material	Intervalo superior del factor de Tipo de Material	Factor de Tipo de Material (1)	Capacidad teorica del Cucharon (a)	Produccion teorica	Factor volumetrico (b)	Capacidad corregida del Cucharon (a/b)	Produccion corregida (7)	Factor Capacidad del operador	Factor Capacidad del operador (2)	Factor de Eficiencia del trabajo (3)	Altitud	Factor de Altitud (4)	Estado de visibilidad	Factor de Visibilidad (5)	Pendiente	Factor de Pendiente del terriorio (6)	Factor de correccion final (1*2*3*4*5*6 =8)	Rendimiento real (7*8)
Excavadora 312D2 (312)	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	0.7	0.9	0.8	0.76	98.7	1.1	0.69090909	89.7	Bueno	0.75	0.83	1000	0.882	Muy visible	1	1	0.98	0.43218	38.778843
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	0.9	1.1	1	0.76	98.7	1.1	0.69090909	89.7	Bueno	0.75	0.83	1000	0.882	Visible	0.938	1	0.98	0.50673105	45.4681934
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	0.9	1.1	1	0.76	98.7	1.1	0.69090909	89.7	Bueno	0.75	0.83	1000	0.882	Poco visible	0.876	1	0.98	0.4732371	42.4628331
	Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.7	0.9	0.8	0.76	98.7	0.9	0.84444444	109.7	Bueno	0.75	0.83	1000	0.882	Muy visible	1	1	0.98	0.43218	47.3963636
	Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.7	0.9	0.8	0.76	98.7	0.9	0.84444444	109.7	Bueno	0.75	0.83	1000	0.882	Visible	0.938	1	0.98	0.40538484	44.4577891
	Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.7	0.9	0.8	0.76	98.7	0.9	0.84444444	109.7	Bueno	0.75	0.83	1000	0.882	Poco visible	0.876	1	0.98	0.37858968	41.5192145
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.6	0.7	0.65	0.76	98.7	0.7	1.08571429	141.0	Bueno	0.75	0.83	1000	0.882	Muy visible	1	1	0.98	0.35114625	49.5122727
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.6	0.7	0.65	0.76	98.7	0.7	1.08571429	141.0	Bueno	0.75	0.83	1000	0.882	Visible	0.938	1	0.98	0.32937518	46.4425118
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.6	0.7	0.65	0.76	98.7	0.7	1.08571429	141.0	Bueno	0.75	0.83	1000	0.882	Poco visible	0.876	1	0.98	0.30760412	43.3727509
	Roca suelta	0.4	0.6	0.5	0.76	98.7	0.6	1.26666667	164.5	Bueno	0.75	0.83	1000	0.882	Muy visible	1	1	0.98	0.2701125	44.4340909
	Roca suelta	0.4	0.6	0.5	0.76	98.7	0.6	1.26666667	164.5	Bueno	0.75	0.83	1000	0.882	Visible	0.938	1	0.98	0.25336553	41.6791773
	Roca suelta	0.4	0.6	0.5	0.76	98.7	0.6	1.26666667	164.5	Bueno	0.75	0.83	1000	0.882	Poco visible	0.876	1	0.98	0.23661855	38.9242636
	Roca fija	0.4	0.6	0.5	0.76	98.7	0.6	1.26666667	164.5	Bueno	0.75	0.83	1000	0.882	Muy visible	1	1	0.98	0.2701125	44.4340909
	Roca fija	0.4	0.6	0.5	0.76	98.7	0.6	1.26666667	164.5	Bueno	0.75	0.83	1000	0.882	Visible	0.938	1	0.98	0.25336553	41.6791773
	Roca fija	0.4	0.6	0.5	0.76	98.7	0.6	1.26666667	164.5	Bueno	0.75	0.83	1000	0.882	Poco visible	0.876	1	0.98	0.23661855	38.9242636
Excavadora 318D2 (315)	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	0.9	1.1	1	0.91	118.2	1.1	0.82727273	107.4	Bueno	0.75	0.83	1000	0.882	Muy visible	1	1	0.98	0.540225	58.0407025
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	0.9	1.1	1	0.91	118.2	1.1	0.82727273	107.4	Bueno	0.75	0.83	1000	0.882	Visible	0.938	1	0.98	0.50673105	54.4421789
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	0.9	1.1	1	0.91	118.2	1.1	0.82727273	107.4	Bueno	0.75	0.83	1000	0.882	Poco visible	0.876	1	0.98	0.4732371	50.8436554
	Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.7	0.9	0.8	0.91	118.2	0.9	1.01111111	131.3	Bueno	0.75	0.83	1000	0.882	Muy visible	1	1	0.98	0.43218	56.7509091
	Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.7	0.9	0.8	0.91	118.2	0.9	1.01111111	131.3	Bueno	0.75	0.83	1000	0.882	Visible	0.938	1	0.98	0.40538484	53.2323527
	Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.7	0.9	0.8	0.91	118.2	0.9	1.01111111	131.3	Bueno	0.75	0.83	1000	0.882	Poco visible	0.876	1	0.98	0.37858968	49.7137964
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.6	0.7	0.65	0.91	118.2	0.7	1.3	168.8	Bueno	0.75	0.83	1000	0.882	Muy visible	1	1	0.98	0.35114625	59.2844318
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.6	0.7	0.65	0.91	118.2	0.7	1.3	168.8	Bueno	0.75	0.83	1000	0.882	Visible	0.938	1	0.98	0.32937518	55.608797
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.6	0.7	0.65	0.91	118.2	0.7	1.3	168.8	Bueno	0.75	0.83	1000	0.882	Poco visible	0.876	1	0.98	0.30760412	51.9331623
	Roca suelta	0.4	0.6	0.5	0.91	118.2	0.6	1.51666667	197.0	Bueno	0.75	0.83	1000	0.882	Muy visible	1	1	0.98	0.2701125	53.2039773
	Roca suelta	0.4	0.6	0.5	0.91	118.2	0.6	1.51666667	197.0	Bueno	0.75	0.83	1000	0.882	Visible	0.938	1	0.98	0.25336553	49.9053307
	Roca suelta	0.4	0.6	0.5	0.91	118.2	0.6	1.51666667	197.0	Bueno	0.75	0.83	1000	0.882	Poco visible	0.876	1	0.98	0.23661855	46.6066841
	Roca fija	0.4	0.6	0.5	0.91	118.2	0.6	1.51666667	197.0	Bueno	0.75	0.83	1000	0.882	Muy visible	1	1	0.98	0.2701125	53.2039773
	Roca fija	0.4	0.6	0.5	0.91	118.2	0.6	1.51666667	197.0	Bueno	0.75	0.83	1000	0.882	Visible	0.938	1	0.98	0.25336553	49.9053307
	Roca fija	0.4	0.6	0.5	0.91	118.2	0.6	1.51666667	197.0	Bueno	0.75	0.83	1000	0.882	Poco visible	0.876	1	0.98	0.23661855	46.6066841
Excavadora M315D2 (315)	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	0.9	1.1	1	0.91	118.2	1.1	0.82727273	107.4	Bueno	0.75	0.83	1000	0.882	Muy visible	1	1	0.98	0.540225	58.0407025
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	0.9	1.1	1	0.91	118.2	1.1	0.82727273	107.4	Bueno	0.75	0.83	1000	0.882	Visible	0.938	1	0.98	0.50673105	54.4421789
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	0.9	1.1	1	0.91	118.2	1.1	0.82727273	107.4	Bueno	0.75	0.83	1000	0.882	Poco visible	0.876	1	0.98	0.4732371	50.8436554
	Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.7	0.9	0.8	0.91	118.2	0.9	1.01111111	131.3	Bueno	0.75	0.83	1000	0.882	Muy visible	1	1	0.98	0.43218	56.7509091
	Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.7	0.9	0.8	0.91	118.2	0.9	1.01111111	131.3	Bueno	0.75	0.83	1000	0.882	Visible	0.938	1	0.98	0.40538484	53.2323527
	Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.7	0.9	0.8	0.91	118.2	0.9	1.01111111	131.3	Bueno	0.75	0.83	1000	0.882	Poco visible	0.876	1	0.98	0.37858968	49.7137964
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.6	0.7	0.65	0.91	118.2	0.7	1.3	168.8	Bueno	0.75	0.83	1000	0.882	Muy visible	1	1	0.98	0.35114625	59.2844318
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.6	0.7	0.65	0.91	118.2	0.7	1.3	168.8	Bueno	0.75	0.83	1000	0.882	Visible	0.938	1	0.98	0.32937518	55.608797
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.6	0.7	0.65	0.91	118.2	0.7	1.3	168.8	Bueno	0.75	0.83	1000	0.882	Poco visible	0.876	1	0.98	0.30760412	51.9331623
	Roca suelta	0.4	0.6	0.5	0.91	118.2	0.6	1.51666667	197.0	Bueno	0.75	0.83	1000	0.882	Muy visible	1	1	0.98	0.2701125	53.2039773
	Roca suelta	0.4	0.6	0.5	0.91	118.2	0.6	1.51666667	197.0	Bueno	0.75	0.83	1000	0.882	Visible	0.938	1	0.98	0.25336553	49.9053307
	Roca suelta	0.4	0.6	0.5	0.91	118.2	0.6	1.51666667	197.0	Bueno	0.75	0.83	1000	0.882	Poco visible	0.876	1	0.98	0.23661855	46.6066841
	Roca fija	0.4	0.6	0.5	0.91	118.2	0.6	1.51666667	197.0	Bueno	0.75	0.83	1000	0.882	Muy visible	1	1	0.98	0.2701125	53.2039773
	Roca fija	0.4	0.6	0.5	0.91	118.2	0.6	1.51666667	197.0	Bueno	0.75	0.83	1000	0.882	Visible	0.938	1	0.98	0.25336553	49.9053307
	Roca fija	0.4	0.6	0.5	0.91	118.2	0.6	1.51666667	197.0	Bueno	0.75	0.83	1000	0.882	Poco visible	0.876	1	0.98	0.23661855	46.6066841
Excavadora M316D (315)	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	0.9	1.1	1	0.91	118.2	1.1	0.82727273	107.4	Bueno	0.75	0.83	1000	0.882	Muy visible	1	1	0.98	0.540225	58.0407025
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	0.9	1.1	1	0.91	118.2	1.1	0.82727273	107.4	Bueno	0.75	0.83	1000	0.882	Visible	0.938	1	0.98	0.50673105	54.4421789
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	0.9	1.1	1	0.91	118.2	1.1	0.82727273	107.4	Bueno	0.75	0.83	1000	0.882	Poco visible	0.876	1	0.98	0.4732371	50.8436554
	Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.7	0.9	0.8	0.91	118.2	0.9	1.01111111	131.3	Bueno	0.75	0.83	1000	0.882	Muy visible	1	1	0.98	0.43218	56.7509091
	Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.7	0.9	0.8	0.91	118.2	0.9	1.01111111	131.3	Bueno	0.75	0.83	1000	0.882	Visible	0.938	1	0.98	0.40538484	53.2323527
	Tierra suelta difcil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.7	0.9	0.8	0.91	118.2	0.9	1.01111111	131.3	Bueno	0.75	0.83	1000	0.882	Poco visible	0.876	1	0.98	0.37858968	49.7137964
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.6	0.7	0.65	0.91	118.2	0.7	1.3	168.8	Bueno	0.75	0.83	1000	0.882	Muy visible	1	1	0.98	0.35114625	59.2844318
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.6	0.7	0.65	0.91	118.2	0.7	1.3	168.8	Bueno	0.75	0.83	1000	0.882	Visible	0.938	1	0.98	0.32937518	55.608797
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.6	0.7	0.65	0.91	118.2	0.7	1.3	168.8	Bueno	0.75	0.83	1000	0.882	Poco visible	0.876	1	0.98	0.30760412	51.9331623
	Roca suelta	0.4	0.6	0.5	0.91	118.2	0.6	1.51666667	197.0	Bueno	0.75	0.83	1000	0.882	Muy visible	1	1	0.98	0.2701125	53.2039773
	Roca suelta	0.4	0.6	0.5	0.91	118.2	0.6	1.51666667	197.0	Bueno	0.75	0.83	1000	0.882	Visible	0.938	1	0.98	0.25336553	49.9053307
	Roca suelta	0.4	0.6	0.5	0.91	118.2	0.6	1.51666667	197.0	Bueno	0.75	0.83	1000	0.882	Poco visible	0.876	1	0.98	0.23661855	46.6066841
	Roca fija	0.4	0.6	0.5	0.91	118.2	0.6	1.51666667	197.0	Bueno	0.75	0.83	1000	0.882	Muy visible	1	1	0.98	0.2701125	53.2039773
	Roca fija	0.4	0.6	0.5	0.91	118.2	0.6	1.51666667	197.0	Bueno	0.75	0.83	1000	0.882	Visible	0.938	1	0.98	0.25336553	49.9053307
	Roca fija	0.4	0.6	0.5	0.91	118.2	0.6	1.51666667	197.0	Bueno	0.75	0.83	1000	0.882						

Se considera que la eficiencia es buena, el operador es promedio, la excavadora ejecuta sus labores estacionada en un terreno con pendiente de 1%, la altura es de 1000 msnm

Equipo	Tipo de material	Intervalo inferior del factor de Tipo de Material	Intervalo superior del factor de Tipo de Material	Factor de Tipo de Material (1)	Capacidad teorica del Cucharon (a)	Produccion teorica	Factor volumetrico (b)	Capacidad corregida del Cucharon (a/b)	Produccion corregida (7)	Factor Capacidad del operador	Factor Capacidad del operador (2)	Factor de Eficiencia del trabajo (3)	Altitud	Factor de Altitud (4)	Estado de visibilidad	Factor de Visibilidad (5)	Pendiente	Factor de Pendiente del territorio (6)	Factor de correccion final (1*2*3*4*5*6 =8)	Rendimiento real (7*8)
Excavadora M317D2 (315)	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	0.9	1.1	1	0.91	118.2	1.1	0.82727273	107.4	Bueno	0.75	0.83	1000	0.882	Muy visible	1	1	0.98	0.540225	58.0407025
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	0.9	1.1	1	0.91	118.2	1.1	0.82727273	107.4	Bueno	0.75	0.83	1000	0.882	Visible	0.938	1	0.98	0.50673105	54.4421789
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	0.9	1.1	1	0.91	118.2	1.1	0.82727273	107.4	Bueno	0.75	0.83	1000	0.882	Poco visible	0.876	1	0.98	0.4732371	50.8436554
	Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.7	0.9	0.8	0.91	118.2	0.9	1.01111111	131.3	Bueno	0.75	0.83	1000	0.882	Muy visible	1	1	0.98	0.43218	56.7509091
	Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.7	0.9	0.8	0.91	118.2	0.9	1.01111111	131.3	Bueno	0.75	0.83	1000	0.882	Visible	0.938	1	0.98	0.40538484	53.2323527
	Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.7	0.9	0.8	0.91	118.2	0.9	1.01111111	131.3	Bueno	0.75	0.83	1000	0.882	Poco visible	0.876	1	0.98	0.37858968	49.7137964
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.6	0.7	0.65	0.91	118.2	0.7	1.3	168.8	Bueno	0.75	0.83	1000	0.882	Muy visible	1	1	0.98	0.35114625	59.2844318
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.6	0.7	0.65	0.91	118.2	0.7	1.3	168.8	Bueno	0.75	0.83	1000	0.882	Visible	0.938	1	0.98	0.32937518	55.608797
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.6	0.7	0.65	0.91	118.2	0.7	1.3	168.8	Bueno	0.75	0.83	1000	0.882	Poco visible	0.876	1	0.98	0.30760412	51.9331623
	Roca suelta	0.4	0.6	0.5	0.91	118.2	0.6	1.51666667	197.0	Bueno	0.75	0.83	1000	0.882	Muy visible	1	1	0.98	0.2701125	53.2039773
	Roca suelta	0.4	0.6	0.5	0.91	118.2	0.6	1.51666667	197.0	Bueno	0.75	0.83	1000	0.882	Visible	0.938	1	0.98	0.25336553	49.9053307
	Roca suelta	0.4	0.6	0.5	0.91	118.2	0.6	1.51666667	197.0	Bueno	0.75	0.83	1000	0.882	Poco visible	0.876	1	0.98	0.23661855	46.6066841
	Roca fija	0.4	0.6	0.5	0.91	118.2	0.6	1.51666667	197.0	Bueno	0.75	0.83	1000	0.882	Muy visible	1	1	0.98	0.2701125	53.2039773
	Roca fija	0.4	0.6	0.5	0.91	118.2	0.6	1.51666667	197.0	Bueno	0.75	0.83	1000	0.882	Visible	0.938	1	0.98	0.25336553	49.9053307
	Roca fija	0.4	0.6	0.5	0.91	118.2	0.6	1.51666667	197.0	Bueno	0.75	0.83	1000	0.882	Poco visible	0.876	1	0.98	0.23661855	46.6066841
Excavadora 390F (HB2)	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	0.9	1.1	1	4.6	597.4	1.1	4.18181818	543.1	Bueno	0.75	0.83	1000	0.882	Muy visible	1	1	0.98	0.540225	293.392562
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	0.9	1.1	1	4.6	597.4	1.1	4.18181818	543.1	Bueno	0.75	0.83	1000	0.882	Visible	0.938	1	0.98	0.50673105	275.202223
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	0.9	1.1	1	4.6	597.4	1.1	4.18181818	543.1	Bueno	0.75	0.83	1000	0.882	Poco visible	0.876	1	0.98	0.4732371	257.011884
	Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.7	0.9	0.8	4.6	597.4	0.9	5.11111111	663.8	Bueno	0.75	0.83	1000	0.882	Muy visible	1	1	0.98	0.43218	286.872727
	Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.7	0.9	0.8	4.6	597.4	0.9	5.11111111	663.8	Bueno	0.75	0.83	1000	0.882	Visible	0.938	1	0.98	0.40538484	269.086618
	Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.7	0.9	0.8	4.6	597.4	0.9	5.11111111	663.8	Bueno	0.75	0.83	1000	0.882	Poco visible	0.876	1	0.98	0.37858968	251.300509
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.6	0.7	0.65	4.6	597.4	0.7	6.57142857	853.4	Bueno	0.75	0.83	1000	0.882	Muy visible	1	1	0.98	0.35114625	299.679545
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.6	0.7	0.65	4.6	597.4	0.7	6.57142857	853.4	Bueno	0.75	0.83	1000	0.882	Visible	0.938	1	0.98	0.32937518	281.099414
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.6	0.7	0.65	4.6	597.4	0.7	6.57142857	853.4	Bueno	0.75	0.83	1000	0.882	Poco visible	0.876	1	0.98	0.30760412	262.519282
	Roca suelta	0.4	0.6	0.5	4.6	597.4	0.6	7.66666667	995.7	Bueno	0.75	0.83	1000	0.882	Muy visible	1	1	0.98	0.2701125	268.943182
	Roca suelta	0.4	0.6	0.5	4.6	597.4	0.6	7.66666667	995.7	Bueno	0.75	0.83	1000	0.882	Visible	0.938	1	0.98	0.25336553	252.268705
	Roca suelta	0.4	0.6	0.5	4.6	597.4	0.6	7.66666667	995.7	Bueno	0.75	0.83	1000	0.882	Poco visible	0.876	1	0.98	0.23661855	235.594227
	Roca fija	0.4	0.6	0.5	4.6	597.4	0.6	7.66666667	995.7	Bueno	0.75	0.83	1000	0.882	Muy visible	1	1	0.98	0.2701125	268.943182
	Roca fija	0.4	0.6	0.5	4.6	597.4	0.6	7.66666667	995.7	Bueno	0.75	0.83	1000	0.882	Visible	0.938	1	0.98	0.25336553	252.268705
	Roca fija	0.4	0.6	0.5	4.6	597.4	0.6	7.66666667	995.7	Bueno	0.75	0.83	1000	0.882	Poco visible	0.876	1	0.98	0.23661855	235.594227
Excavadora 390F (JC)	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	0.9	1.1	1	6	779.2	1.1	5.45454545	708.4	Bueno	0.75	0.83	1000	0.882	Muy visible	1	1	0.98	0.540225	382.68595
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	0.9	1.1	1	6	779.2	1.1	5.45454545	708.4	Bueno	0.75	0.83	1000	0.882	Visible	0.938	1	0.98	0.50673105	358.959421
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	0.9	1.1	1	6	779.2	1.1	5.45454545	708.4	Bueno	0.75	0.83	1000	0.882	Poco visible	0.876	1	0.98	0.4732371	335.232893
	Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.7	0.9	0.8	6	779.2	0.9	6.66666667	865.8	Bueno	0.75	0.83	1000	0.882	Muy visible	1	1	0.98	0.43218	374.181818
	Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.7	0.9	0.8	6	779.2	0.9	6.66666667	865.8	Bueno	0.75	0.83	1000	0.882	Visible	0.938	1	0.98	0.40538484	350.982545
	Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.7	0.9	0.8	6	779.2	0.9	6.66666667	865.8	Bueno	0.75	0.83	1000	0.882	Poco visible	0.876	1	0.98	0.37858968	327.783273
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.6	0.7	0.65	6	779.2	0.7	8.57142857	1113.2	Bueno	0.75	0.83	1000	0.882	Muy visible	1	1	0.98	0.35114625	390.886364
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.6	0.7	0.65	6	779.2	0.7	8.57142857	1113.2	Bueno	0.75	0.83	1000	0.882	Visible	0.938	1	0.98	0.32937518	366.651409
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.6	0.7	0.65	6	779.2	0.7	8.57142857	1113.2	Bueno	0.75	0.83	1000	0.882	Poco visible	0.876	1	0.98	0.30760412	342.416455
	Roca suelta	0.4	0.6	0.5	6	779.2	0.6	10	1298.7	Bueno	0.75	0.83	1000	0.882	Muy visible	1	1	0.98	0.2701125	350.795455
	Roca suelta	0.4	0.6	0.5	6	779.2	0.6	10	1298.7	Bueno	0.75	0.83	1000	0.882	Visible	0.938	1	0.98	0.25336553	329.046136
	Roca suelta	0.4	0.6	0.5	6	779.2	0.6	10	1298.7	Bueno	0.75	0.83	1000	0.882	Poco visible	0.876	1	0.98	0.23661855	307.296818
	Roca fija	0.4	0.6	0.5	6	779.2	0.6	10	1298.7	Bueno	0.75	0.83	1000	0.882	Muy visible	1	1	0.98	0.2701125	350.795455
	Roca fija	0.4	0.6	0.5	6	779.2	0.6	10	1298.7	Bueno	0.75	0.83	1000	0.882	Visible	0.938	1	0.98	0.25336553	329.046136
	Roca fija	0.4	0.6	0.5	6	779.2	0.6	10	1298.7	Bueno	0.75	0.83	1000	0.882	Poco visible	0.876	1	0.98	0.23661855	307.296818

Fuente: elaboracion propia

Se considera que la eficiencia es buena, el operador es promedio, la excavadora ejecuta sus labores estacionada en un terreno con pendiente de 1%, la altura es de 2000 msnm

Equipo	Tipo de material	Intervalo inferior del factor de Tipo de Material	Intervalo superior del factor de Tipo de Material	Factor de Tipo de Material (1)	Capacidad teorica del Cucharon (a)	Produccion teorica	Factor volumetrico (b)	Capacidad corregida del Cucharon (a/b)	Produccion corregida (7)	Factor Capacidad del operador	Factor Capacidad del operador (2)	Factor de Eficiencia del trabajo (3)	Altitud	Factor de Altitud (4)	Estado de visibilidad	Factor de Visibilidad (5)	Pendiente	Factor de Pendiente del territorio (6)	Factor de correccion final (1*2*3*4*5*6 =8)	Rendimiento real (7*8)
Excavadora 312D2 (312)	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	0.7	0.9	0.8	0.76	98.7	1.1	0.69090909	89.7	Bueno	0.75	0.83	2000	0.777	Muy visible	1	1	0.98	0.38073	34.162314
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	0.9	1.1	1	0.76	98.7	1.1	0.69090909	89.7	Bueno	0.75	0.83	2000	0.777	Visible	0.938	1	0.98	0.44640593	40.0553132
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	0.9	1.1	1	0.76	98.7	1.1	0.69090909	89.7	Bueno	0.75	0.83	2000	0.777	Poco visible	0.876	1	0.98	0.41689935	37.4077339
	Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.7	0.9	0.8	0.76	98.7	0.9	0.84444444	109.7	Bueno	0.75	0.83	2000	0.777	Muy visible	1	1	0.98	0.38073	41.7539394
	Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.7	0.9	0.8	0.76	98.7	0.9	0.84444444	109.7	Bueno	0.75	0.83	2000	0.777	Visible	0.938	1	0.98	0.35712474	39.1651952
	Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.7	0.9	0.8	0.76	98.7	0.9	0.84444444	109.7	Bueno	0.75	0.83	2000	0.777	Poco visible	0.876	1	0.98	0.33351948	36.5764509
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.6	0.7	0.65	0.76	98.7	0.7	1.08571429	141.0	Bueno	0.75	0.83	2000	0.777	Muy visible	1	1	0.98	0.30934313	43.6179545
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.6	0.7	0.65	0.76	98.7	0.7	1.08571429	141.0	Bueno	0.75	0.83	2000	0.777	Visible	0.938	1	0.98	0.29016385	40.9136414
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.6	0.7	0.65	0.76	98.7	0.7	1.08571429	141.0	Bueno	0.75	0.83	2000	0.777	Poco visible	0.876	1	0.98	0.27098458	38.2093282
	Roca suelta	0.4	0.6	0.5	0.76	98.7	0.6	1.26666667	164.5	Bueno	0.75	0.83	2000	0.777	Muy visible	1	1	0.98	0.23795625	39.1443182
	Roca suelta	0.4	0.6	0.5	0.76	98.7	0.6	1.26666667	164.5	Bueno	0.75	0.83	2000	0.777	Visible	0.938	1	0.98	0.22320296	36.7173705
	Roca suelta	0.4	0.6	0.5	0.76	98.7	0.6	1.26666667	164.5	Bueno	0.75	0.83	2000	0.777	Poco visible	0.876	1	0.98	0.20844968	34.2904227
	Roca fija	0.4	0.6	0.5	0.76	98.7	0.6	1.26666667	164.5	Bueno	0.75	0.83	2000	0.777	Muy visible	1	1	0.98	0.23795625	39.1443182
	Roca fija	0.4	0.6	0.5	0.76	98.7	0.6	1.26666667	164.5	Bueno	0.75	0.83	2000	0.777	Visible	0.938	1	0.98	0.22320296	36.7173705
	Roca fija	0.4	0.6	0.5	0.76	98.7	0.6	1.26666667	164.5	Bueno	0.75	0.83	2000	0.777	Poco visible	0.876	1	0.98	0.20844968	34.2904227
	Excavadora 318D2 (315)	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	0.9	1.1	1	0.91	118.2	1.1	0.82727273	107.4	Bueno	0.75	0.83	2000	0.777	Muy visible	1	1	0.98	0.4759125
Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado		0.9	1.1	1	0.91	118.2	1.1	0.82727273	107.4	Bueno	0.75	0.83	2000	0.777	Visible	0.938	1	0.98	0.44640593	47.9609671
Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado		0.9	1.1	1	0.91	118.2	1.1	0.82727273	107.4	Bueno	0.75	0.83	2000	0.777	Poco visible	0.876	1	0.98	0.41689935	44.7908393
Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.7	0.9	0.8	0.91	118.2	0.9	1.01111111	131.3	Bueno	0.75	0.83	2000	0.777	Muy visible	1	1	0.98	0.38073	49.9948485
Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.7	0.9	0.8	0.91	118.2	0.9	1.01111111	131.3	Bueno	0.75	0.83	2000	0.777	Visible	0.938	1	0.98	0.35712474	46.8951679
Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.7	0.9	0.8	0.91	118.2	0.9	1.01111111	131.3	Bueno	0.75	0.83	2000	0.777	Poco visible	0.876	1	0.98	0.33351948	43.7954873
cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural		0.6	0.7	0.65	0.91	118.2	0.7	1.3	168.8	Bueno	0.75	0.83	2000	0.777	Muy visible	1	1	0.98	0.30934313	52.2267614
cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural		0.6	0.7	0.65	0.91	118.2	0.7	1.3	168.8	Bueno	0.75	0.83	2000	0.777	Visible	0.938	1	0.98	0.29016385	48.9887022
cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural		0.6	0.7	0.65	0.91	118.2	0.7	1.3	168.8	Bueno	0.75	0.83	2000	0.777	Poco visible	0.876	1	0.98	0.27098458	45.750643
Roca suelta		0.4	0.6	0.5	0.91	118.2	0.6	1.51666667	197.0	Bueno	0.75	0.83	2000	0.777	Muy visible	1	1	0.98	0.23795625	46.8701705
Roca suelta		0.4	0.6	0.5	0.91	118.2	0.6	1.51666667	197.0	Bueno	0.75	0.83	2000	0.777	Visible	0.938	1	0.98	0.22320296	43.9642199
Roca suelta		0.4	0.6	0.5	0.91	118.2	0.6	1.51666667	197.0	Bueno	0.75	0.83	2000	0.777	Poco visible	0.876	1	0.98	0.20844968	41.0582693
Roca fija		0.4	0.6	0.5	0.91	118.2	0.6	1.51666667	197.0	Bueno	0.75	0.83	2000	0.777	Muy visible	1	1	0.98	0.23795625	46.8701705
Roca fija		0.4	0.6	0.5	0.91	118.2	0.6	1.51666667	197.0	Bueno	0.75	0.83	2000	0.777	Visible	0.938	1	0.98	0.22320296	43.9642199
Roca fija		0.4	0.6	0.5	0.91	118.2	0.6	1.51666667	197.0	Bueno	0.75	0.83	2000	0.777	Poco visible	0.876	1	0.98	0.20844968	41.0582693
Excavadora M315D2 (315)		Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	0.9	1.1	1	0.91	118.2	1.1	0.82727273	107.4	Bueno	0.75	0.83	2000	0.777	Muy visible	1	1	0.98	0.4759125
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	0.9	1.1	1	0.91	118.2	1.1	0.82727273	107.4	Bueno	0.75	0.83	2000	0.777	Visible	0.938	1	0.98	0.44640593	47.9609671
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	0.9	1.1	1	0.91	118.2	1.1	0.82727273	107.4	Bueno	0.75	0.83	2000	0.777	Poco visible	0.876	1	0.98	0.41689935	44.7908393
	Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.7	0.9	0.8	0.91	118.2	0.9	1.01111111	131.3	Bueno	0.75	0.83	2000	0.777	Muy visible	1	1	0.98	0.38073	49.9948485
	Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.7	0.9	0.8	0.91	118.2	0.9	1.01111111	131.3	Bueno	0.75	0.83	2000	0.777	Visible	0.938	1	0.98	0.35712474	46.8951679
	Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.7	0.9	0.8	0.91	118.2	0.9	1.01111111	131.3	Bueno	0.75	0.83	2000	0.777	Poco visible	0.876	1	0.98	0.33351948	43.7954873
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.6	0.7	0.65	0.91	118.2	0.7	1.3	168.8	Bueno	0.75	0.83	2000	0.777	Muy visible	1	1	0.98	0.30934313	52.2267614
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.6	0.7	0.65	0.91	118.2	0.7	1.3	168.8	Bueno	0.75	0.83	2000	0.777	Visible	0.938	1	0.98	0.29016385	48.9887022
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.6	0.7	0.65	0.91	118.2	0.7	1.3	168.8	Bueno	0.75	0.83	2000	0.777	Poco visible	0.876	1	0.98	0.27098458	45.750643
	Roca suelta	0.4	0.6	0.5	0.91	118.2	0.6	1.51666667	197.0	Bueno	0.75	0.83	2000	0.777	Muy visible	1	1	0.98	0.23795625	46.8701705
	Roca suelta	0.4	0.6	0.5	0.91	118.2	0.6	1.51666667	197.0	Bueno	0.75	0.83	2000	0.777	Visible	0.938	1	0.98	0.22320296	43.9642199
	Roca suelta	0.4	0.6	0.5	0.91	118.2	0.6	1.51666667	197.0	Bueno	0.75	0.83	2000	0.777	Poco visible	0.876	1	0.98	0.20844968	41.0582693
	Roca fija	0.4	0.6	0.5	0.91	118.2	0.6	1.51666667	197.0	Bueno	0.75	0.83	2000	0.777	Muy visible	1	1	0.98	0.23795625	46.8701705
	Roca fija	0.4	0.6	0.5	0.91	118.2	0.6	1.51666667	197.0	Bueno	0.75	0.83	2000	0.777	Visible	0.938	1	0.98	0.22320296	43.9642199
	Roca fija	0.4	0.6	0.5	0.91	118.2	0.6	1.51666667	197.0	Bueno	0.75	0.83	2000	0.777	Poco visible	0.876	1	0.98	0.20844968	41.0582693
	Excavadora M316D (315)	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	0.9	1.1	1	0.91	118.2	1.1	0.82727273	107.4	Bueno	0.75	0.83	2000	0.777	Muy visible	1	1	0.98	0.4759125
Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado		0.9	1.1	1	0.91	118.2	1.1	0.82727273	107.4	Bueno	0.75	0.83	2000	0.777	Visible	0.938	1	0.98	0.44640593	47.9609671
Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado		0.9	1.1	1	0.91	118.2	1.1	0.82727273	107.4	Bueno	0.75	0.83	2000	0.777	Poco visible	0.876	1	0.98	0.41689935	44.7908393
Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.7	0.9	0.8	0.91	118.2	0.9	1.01111111	131.3	Bueno	0.75	0.83	2000	0.777	Muy visible	1	1	0.98	0.38073	49.9948485
Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.7	0.9	0.8	0.91	118.2	0.9	1.01111111	131.3	Bueno	0.75	0.83	2000	0.777	Visible	0.938	1	0.98	0.35712474	46.8951679
Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.7	0.9	0.8	0.91	118.2	0.9	1.01111111	131.3	Bueno	0.75	0.83	2000	0.777	Poco visible	0.876	1	0.98	0.33351948	43.7954873
cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural		0.6	0.7	0.65	0.91	118.2	0.7	1.3	168.8	Bueno	0.75	0.83	2000	0.777	Muy visible	1	1	0.98	0.30934313	52.2267614
cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural		0.6	0.7	0.65	0.91	118.2	0.7	1.3	168.8	Bueno	0.75	0.83	2000	0.777	Visible	0.938	1	0.98	0.29016385	48.9887022
cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural		0.6	0.7	0.65	0.91	118.2	0.7	1.3	168.8	Bueno										

Se considera que la eficiencia es buena, el operador es promedio, la excavadora ejecuta sus labores estacionada en un terreno con pendiente de 1%, la altura es de 2000 msnm

Equipo	Tipo de material	Intervalo inferior del factor de Tipo de Material	Intervalo superior del factor de Tipo de Material	Factor de Tipo de Material (1)	Capacidad teorica del Cucharon (a)	Produccion teorica	Factor volumetrico (b)	Capacidad corregida del Cucharon (a/b)	Produccion corregida (7)	Factor Capacidad del operador	Factor Capacidad del operador (2)	Factor de Eficiencia del trabajo (3)	Altitud	Factor de Altitud (4)	Estado de visibilidad	Factor de Visibilidad (5)	Pendiente	Factor de Pendiente del territorio (6)	Factor de correccion final (1*2*3*4*5*6 =8)	Rendimiento real (7*8)
Excavadora M317D2 (315)	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	0.9	1.1	1	0.91	118.2	1.1	0.82727273	107.4	Bueno	0.75	0.83	2000	0.777	Muy visible	1	1	0.98	0.4759125	51.131095
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	0.9	1.1	1	0.91	118.2	1.1	0.82727273	107.4	Bueno	0.75	0.83	2000	0.777	Visible	0.938	1	0.98	0.44640593	47.9609671
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	0.9	1.1	1	0.91	118.2	1.1	0.82727273	107.4	Bueno	0.75	0.83	2000	0.777	Poco visible	0.876	1	0.98	0.41689935	44.7908393
	Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.7	0.9	0.8	0.91	118.2	0.9	1.01111111	131.3	Bueno	0.75	0.83	2000	0.777	Muy visible	1	1	0.98	0.38073	49.9948485
	Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.7	0.9	0.8	0.91	118.2	0.9	1.01111111	131.3	Bueno	0.75	0.83	2000	0.777	Visible	0.938	1	0.98	0.35712474	46.8951679
	Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.7	0.9	0.8	0.91	118.2	0.9	1.01111111	131.3	Bueno	0.75	0.83	2000	0.777	Poco visible	0.876	1	0.98	0.33351948	43.7954873
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.6	0.7	0.65	0.91	118.2	0.7	1.3	168.8	Bueno	0.75	0.83	2000	0.777	Muy visible	1	1	0.98	0.30934313	52.2267614
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.6	0.7	0.65	0.91	118.2	0.7	1.3	168.8	Bueno	0.75	0.83	2000	0.777	Visible	0.938	1	0.98	0.29016385	48.9887022
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.6	0.7	0.65	0.91	118.2	0.7	1.3	168.8	Bueno	0.75	0.83	2000	0.777	Poco visible	0.876	1	0.98	0.27098458	45.750643
	Roca suelta	0.4	0.6	0.5	0.91	118.2	0.6	1.51666667	197.0	Bueno	0.75	0.83	2000	0.777	Muy visible	1	1	0.98	0.23795625	46.8701705
	Roca suelta	0.4	0.6	0.5	0.91	118.2	0.6	1.51666667	197.0	Bueno	0.75	0.83	2000	0.777	Visible	0.938	1	0.98	0.22320296	43.9642199
	Roca suelta	0.4	0.6	0.5	0.91	118.2	0.6	1.51666667	197.0	Bueno	0.75	0.83	2000	0.777	Poco visible	0.876	1	0.98	0.20844968	41.0582693
	Roca fija	0.4	0.6	0.5	0.91	118.2	0.6	1.51666667	197.0	Bueno	0.75	0.83	2000	0.777	Muy visible	1	1	0.98	0.23795625	46.8701705
	Roca fija	0.4	0.6	0.5	0.91	118.2	0.6	1.51666667	197.0	Bueno	0.75	0.83	2000	0.777	Visible	0.938	1	0.98	0.22320296	43.9642199
	Roca fija	0.4	0.6	0.5	0.91	118.2	0.6	1.51666667	197.0	Bueno	0.75	0.83	2000	0.777	Poco visible	0.876	1	0.98	0.20844968	41.0582693
	Excavadora 390F (HB2)	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	0.9	1.1	1	4.6	597.4	1.1	4.18181818	543.1	Bueno	0.75	0.83	2000	0.777	Muy visible	1	1	0.98	0.4759125
Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado		0.9	1.1	1	4.6	597.4	1.1	4.18181818	543.1	Bueno	0.75	0.83	2000	0.777	Visible	0.938	1	0.98	0.44640593	242.440054
Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado		0.9	1.1	1	4.6	597.4	1.1	4.18181818	543.1	Bueno	0.75	0.83	2000	0.777	Poco visible	0.876	1	0.98	0.41689935	226.415231
Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.7	0.9	0.8	4.6	597.4	0.9	5.11111111	663.8	Bueno	0.75	0.83	2000	0.777	Muy visible	1	1	0.98	0.38073	252.721212
Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.7	0.9	0.8	4.6	597.4	0.9	5.11111111	663.8	Bueno	0.75	0.83	2000	0.777	Visible	0.938	1	0.98	0.35712474	237.052497
Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.7	0.9	0.8	4.6	597.4	0.9	5.11111111	663.8	Bueno	0.75	0.83	2000	0.777	Poco visible	0.876	1	0.98	0.33351948	221.383782
cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural		0.6	0.7	0.65	4.6	597.4	0.7	6.57142857	853.4	Bueno	0.75	0.83	2000	0.777	Muy visible	1	1	0.98	0.30934313	264.003409
cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural		0.6	0.7	0.65	4.6	597.4	0.7	6.57142857	853.4	Bueno	0.75	0.83	2000	0.777	Visible	0.938	1	0.98	0.29016385	247.635198
cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural		0.6	0.7	0.65	4.6	597.4	0.7	6.57142857	853.4	Bueno	0.75	0.83	2000	0.777	Poco visible	0.876	1	0.98	0.27098458	231.266986
Roca suelta		0.4	0.6	0.5	4.6	597.4	0.6	7.66666667	995.7	Bueno	0.75	0.83	2000	0.777	Muy visible	1	1	0.98	0.23795625	236.926136
Roca suelta		0.4	0.6	0.5	4.6	597.4	0.6	7.66666667	995.7	Bueno	0.75	0.83	2000	0.777	Visible	0.938	1	0.98	0.22320296	222.236716
Roca suelta		0.4	0.6	0.5	4.6	597.4	0.6	7.66666667	995.7	Bueno	0.75	0.83	2000	0.777	Poco visible	0.876	1	0.98	0.20844968	207.547295
Roca fija		0.4	0.6	0.5	4.6	597.4	0.6	7.66666667	995.7	Bueno	0.75	0.83	2000	0.777	Muy visible	1	1	0.98	0.23795625	236.926136
Roca fija		0.4	0.6	0.5	4.6	597.4	0.6	7.66666667	995.7	Bueno	0.75	0.83	2000	0.777	Visible	0.938	1	0.98	0.22320296	222.236716
Roca fija		0.4	0.6	0.5	4.6	597.4	0.6	7.66666667	995.7	Bueno	0.75	0.83	2000	0.777	Poco visible	0.876	1	0.98	0.20844968	207.547295
Excavadora 390F (JC)		Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	0.9	1.1	1	6	779.2	1.1	5.45454545	708.4	Bueno	0.75	0.83	2000	0.777	Muy visible	1	1	0.98	0.4759125
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	0.9	1.1	1	6	779.2	1.1	5.45454545	708.4	Bueno	0.75	0.83	2000	0.777	Visible	0.938	1	0.98	0.44640593	316.226157
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	0.9	1.1	1	6	779.2	1.1	5.45454545	708.4	Bueno	0.75	0.83	2000	0.777	Poco visible	0.876	1	0.98	0.41689935	295.324215
	Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.7	0.9	0.8	6	779.2	0.9	6.66666667	865.8	Bueno	0.75	0.83	2000	0.777	Muy visible	1	1	0.98	0.38073	329.636364
	Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.7	0.9	0.8	6	779.2	0.9	6.66666667	865.8	Bueno	0.75	0.83	2000	0.777	Visible	0.938	1	0.98	0.35712474	309.198909
	Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.7	0.9	0.8	6	779.2	0.9	6.66666667	865.8	Bueno	0.75	0.83	2000	0.777	Poco visible	0.876	1	0.98	0.33351948	288.761455
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.6	0.7	0.65	6	779.2	0.7	8.57142857	1113.2	Bueno	0.75	0.83	2000	0.777	Muy visible	1	1	0.98	0.30934313	344.352273
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.6	0.7	0.65	6	779.2	0.7	8.57142857	1113.2	Bueno	0.75	0.83	2000	0.777	Visible	0.938	1	0.98	0.29016385	323.002432
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.6	0.7	0.65	6	779.2	0.7	8.57142857	1113.2	Bueno	0.75	0.83	2000	0.777	Poco visible	0.876	1	0.98	0.27098458	301.652591
	Roca suelta	0.4	0.6	0.5	6	779.2	0.6	10	1298.7	Bueno	0.75	0.83	2000	0.777	Muy visible	1	1	0.98	0.23795625	309.034091
	Roca suelta	0.4	0.6	0.5	6	779.2	0.6	10	1298.7	Bueno	0.75	0.83	2000	0.777	Visible	0.938	1	0.98	0.22320296	289.873977
	Roca suelta	0.4	0.6	0.5	6	779.2	0.6	10	1298.7	Bueno	0.75	0.83	2000	0.777	Poco visible	0.876	1	0.98	0.20844968	270.713864
	Roca fija	0.4	0.6	0.5	6	779.2	0.6	10	1298.7	Bueno	0.75	0.83	2000	0.777	Muy visible	1	1	0.98	0.23795625	309.034091
	Roca fija	0.4	0.6	0.5	6	779.2	0.6	10	1298.7	Bueno	0.75	0.83	2000	0.777	Visible	0.938	1	0.98	0.22320296	289.873977
	Roca fija	0.4	0.6	0.5	6	779.2	0.6	10	1298.7	Bueno	0.75	0.83	2000	0.777	Poco visible	0.876	1	0.98	0.20844968	270.713864

Fuente: elaboracion propia

Se considera que la eficiencia es buena, el operador es promedio, la excavadora ejecuta sus labores estacionada en un terreno con pendiente de 1%, la altura es de 3000 msnm

Equipo	Tipo de material	Intervalo inferior del factor de Tipo de Material	Intervalo superior del factor de Tipo de Material	Factor de Tipo de Material (1)	Capacidad teorica del Cucharon (a)	Produccion teorica	Factor volumetrico (b)	Capacidad corregida del Cucharon (a/b)	Produccion corregida (7)	Factor Capacidad del operador	Factor Capacidad del operador (2)	Factor de Eficiencia del trabajo (3)	Altitud	Factor de Altitud (4)	Estado de visibilidad	Factor de Visibilidad (5)	Pendiente	Factor de Pendiente del territorio (6)	Factor de correccion final (1*2*3*4*5*6 =8)	Rendimiento real (7*8)
Excavadora 312D2 (312)	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	0.7	0.9	0.8	0.76	98.7	1.1	0.69090909	89.7	Bueno	0.75	0.83	3000	0.685	Muy visible	1	1	0.98	0.33565	30.1173554
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	0.9	1.1	1	0.76	98.7	1.1	0.69090909	89.7	Bueno	0.75	0.83	3000	0.685	Visible	0.938	1	0.98	0.39354963	35.3125992
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	0.9	1.1	1	0.76	98.7	1.1	0.69090909	89.7	Bueno	0.75	0.83	3000	0.685	Poco visible	0.876	1	0.98	0.36753675	32.9785041
	Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.7	0.9	0.8	0.76	98.7	0.9	0.84444444	109.7	Bueno	0.75	0.83	3000	0.685	Muy visible	1	1	0.98	0.33565	36.810101
	Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.7	0.9	0.8	0.76	98.7	0.9	0.84444444	109.7	Bueno	0.75	0.83	3000	0.685	Visible	0.938	1	0.98	0.3148397	34.5278747
	Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.7	0.9	0.8	0.76	98.7	0.9	0.84444444	109.7	Bueno	0.75	0.83	3000	0.685	Poco visible	0.876	1	0.98	0.2940294	32.2456485
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.6	0.7	0.65	0.76	98.7	0.7	1.08571429	141.0	Bueno	0.75	0.83	3000	0.685	Muy visible	1	1	0.98	0.27271563	38.4534091
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.6	0.7	0.65	0.76	98.7	0.7	1.08571429	141.0	Bueno	0.75	0.83	3000	0.685	Visible	0.938	1	0.98	0.25580726	36.0692977
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.6	0.7	0.65	0.76	98.7	0.7	1.08571429	141.0	Bueno	0.75	0.83	3000	0.685	Poco visible	0.876	1	0.98	0.23889889	33.6851864
	Roca suelta	0.4	0.6	0.5	0.76	98.7	0.6	1.26666667	164.5	Bueno	0.75	0.83	3000	0.685	Muy visible	1	1	0.98	0.20978125	34.5094697
	Roca suelta	0.4	0.6	0.5	0.76	98.7	0.6	1.26666667	164.5	Bueno	0.75	0.83	3000	0.685	Visible	0.938	1	0.98	0.19677481	32.3698826
	Roca suelta	0.4	0.6	0.5	0.76	98.7	0.6	1.26666667	164.5	Bueno	0.75	0.83	3000	0.685	Poco visible	0.876	1	0.98	0.18376838	30.2302955
	Roca fija	0.4	0.6	0.5	0.76	98.7	0.6	1.26666667	164.5	Bueno	0.75	0.83	3000	0.685	Muy visible	1	1	0.98	0.20978125	34.5094697
	Roca fija	0.4	0.6	0.5	0.76	98.7	0.6	1.26666667	164.5	Bueno	0.75	0.83	3000	0.685	Visible	0.938	1	0.98	0.19677481	32.3698826
	Roca fija	0.4	0.6	0.5	0.76	98.7	0.6	1.26666667	164.5	Bueno	0.75	0.83	3000	0.685	Poco visible	0.876	1	0.98	0.18376838	30.2302955
	Excavadora 318D2 (315)	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	0.9	1.1	1	0.91	118.2	1.1	0.82727273	107.4	Bueno	0.75	0.83	3000	0.685	Muy visible	1	1	0.98	0.4195625
Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado		0.9	1.1	1	0.91	118.2	1.1	0.82727273	107.4	Bueno	0.75	0.83	3000	0.685	Visible	0.938	1	0.98	0.39354963	42.2821911
Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado		0.9	1.1	1	0.91	118.2	1.1	0.82727273	107.4	Bueno	0.75	0.83	3000	0.685	Poco visible	0.876	1	0.98	0.36753675	39.4874194
Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.7	0.9	0.8	0.91	118.2	0.9	1.01111111	131.3	Bueno	0.75	0.83	3000	0.685	Muy visible	1	1	0.98	0.33565	44.0752525
Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.7	0.9	0.8	0.91	118.2	0.9	1.01111111	131.3	Bueno	0.75	0.83	3000	0.685	Visible	0.938	1	0.98	0.3148397	41.3425869
Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.7	0.9	0.8	0.91	118.2	0.9	1.01111111	131.3	Bueno	0.75	0.83	3000	0.685	Poco visible	0.876	1	0.98	0.2940294	38.6099212
cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural		0.6	0.7	0.65	0.91	118.2	0.7	1.3	168.8	Bueno	0.75	0.83	3000	0.685	Muy visible	1	1	0.98	0.27271563	46.0428977
cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural		0.6	0.7	0.65	0.91	118.2	0.7	1.3	168.8	Bueno	0.75	0.83	3000	0.685	Visible	0.938	1	0.98	0.25580726	43.1882381
cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural		0.6	0.7	0.65	0.91	118.2	0.7	1.3	168.8	Bueno	0.75	0.83	3000	0.685	Poco visible	0.876	1	0.98	0.23889889	40.3335784
Roca suelta		0.4	0.6	0.5	0.91	118.2	0.6	1.51666667	197.0	Bueno	0.75	0.83	3000	0.685	Muy visible	1	1	0.98	0.20978125	41.3205492
Roca suelta		0.4	0.6	0.5	0.91	118.2	0.6	1.51666667	197.0	Bueno	0.75	0.83	3000	0.685	Visible	0.938	1	0.98	0.19677481	38.7586752
Roca suelta		0.4	0.6	0.5	0.91	118.2	0.6	1.51666667	197.0	Bueno	0.75	0.83	3000	0.685	Poco visible	0.876	1	0.98	0.18376838	36.1968011
Roca fija		0.4	0.6	0.5	0.91	118.2	0.6	1.51666667	197.0	Bueno	0.75	0.83	3000	0.685	Muy visible	1	1	0.98	0.20978125	41.3205492
Roca fija		0.4	0.6	0.5	0.91	118.2	0.6	1.51666667	197.0	Bueno	0.75	0.83	3000	0.685	Visible	0.938	1	0.98	0.19677481	38.7586752
Roca fija		0.4	0.6	0.5	0.91	118.2	0.6	1.51666667	197.0	Bueno	0.75	0.83	3000	0.685	Poco visible	0.876	1	0.98	0.18376838	36.1968011
Excavadora M315D2 (315)		Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	0.9	1.1	1	0.91	118.2	1.1	0.82727273	107.4	Bueno	0.75	0.83	3000	0.685	Muy visible	1	1	0.98	0.4195625
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	0.9	1.1	1	0.91	118.2	1.1	0.82727273	107.4	Bueno	0.75	0.83	3000	0.685	Visible	0.938	1	0.98	0.39354963	42.2821911
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	0.9	1.1	1	0.91	118.2	1.1	0.82727273	107.4	Bueno	0.75	0.83	3000	0.685	Poco visible	0.876	1	0.98	0.36753675	39.4874194
	Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.7	0.9	0.8	0.91	118.2	0.9	1.01111111	131.3	Bueno	0.75	0.83	3000	0.685	Muy visible	1	1	0.98	0.33565	44.0752525
	Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.7	0.9	0.8	0.91	118.2	0.9	1.01111111	131.3	Bueno	0.75	0.83	3000	0.685	Visible	0.938	1	0.98	0.3148397	41.3425869
	Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.7	0.9	0.8	0.91	118.2	0.9	1.01111111	131.3	Bueno	0.75	0.83	3000	0.685	Poco visible	0.876	1	0.98	0.2940294	38.6099212
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.6	0.7	0.65	0.91	118.2	0.7	1.3	168.8	Bueno	0.75	0.83	3000	0.685	Muy visible	1	1	0.98	0.27271563	46.0428977
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.6	0.7	0.65	0.91	118.2	0.7	1.3	168.8	Bueno	0.75	0.83	3000	0.685	Visible	0.938	1	0.98	0.25580726	43.1882381
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.6	0.7	0.65	0.91	118.2	0.7	1.3	168.8	Bueno	0.75	0.83	3000	0.685	Poco visible	0.876	1	0.98	0.23889889	40.3335784
	Roca suelta	0.4	0.6	0.5	0.91	118.2	0.6	1.51666667	197.0	Bueno	0.75	0.83	3000	0.685	Muy visible	1	1	0.98	0.20978125	41.3205492
	Roca suelta	0.4	0.6	0.5	0.91	118.2	0.6	1.51666667	197.0	Bueno	0.75	0.83	3000	0.685	Visible	0.938	1	0.98	0.19677481	38.7586752
	Roca suelta	0.4	0.6	0.5	0.91	118.2	0.6	1.51666667	197.0	Bueno	0.75	0.83	3000	0.685	Poco visible	0.876	1	0.98	0.18376838	36.1968011
	Roca fija	0.4	0.6	0.5	0.91	118.2	0.6	1.51666667	197.0	Bueno	0.75	0.83	3000	0.685	Muy visible	1	1	0.98	0.20978125	41.3205492
	Roca fija	0.4	0.6	0.5	0.91	118.2	0.6	1.51666667	197.0	Bueno	0.75	0.83	3000	0.685	Visible	0.938	1	0.98	0.19677481	38.7586752
	Roca fija	0.4	0.6	0.5	0.91	118.2	0.6	1.51666667	197.0	Bueno	0.75	0.83	3000	0.685	Poco visible	0.876	1	0.98	0.18376838	36.1968011
	Excavadora M316D (315)	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	0.9	1.1	1	0.91	118.2	1.1	0.82727273	107.4	Bueno	0.75	0.83	3000	0.685	Muy visible	1	1	0.98	0.4195625
Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado		0.9	1.1	1	0.91	118.2	1.1	0.82727273	107.4	Bueno	0.75	0.83	3000	0.685	Visible	0.938	1	0.98	0.39354963	42.2821911
Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado		0.9	1.1	1	0.91	118.2	1.1	0.82727273	107.4	Bueno	0.75	0.83	3000	0.685	Poco visible	0.876	1	0.98	0.36753675	39.4874194
Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.7	0.9	0.8	0.91	118.2	0.9	1.01111111	131.3	Bueno	0.75	0.83	3000	0.685	Muy visible	1	1	0.98	0.33565	44.0752525
Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.7	0.9	0.8	0.91	118.2	0.9	1.01111111	131.3	Bueno	0.75	0.83	3000	0.685	Visible	0.938	1	0.98	0.3148397	41.3425869
Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.7	0.9	0.8	0.91	118.2	0.9	1.01111111	131.3	Bueno	0.75	0.83	3000	0.685	Poco visible	0.876	1	0.98	0.2940294	38.6099212
cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural		0.6	0.7	0.65	0.91	118.2	0.7	1.3	168.8	Bueno	0.75	0.83	3000	0.685	Muy visible	1	1	0.98	0.27271563	46.0428977
cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural		0.6	0.7	0.65	0.91	118.2	0.7	1.3	168.8	Bueno	0.75	0.83	3000	0.685	Visible	0.938	1	0.98	0.25580726	43.1882381
cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural		0.6	0.7	0.65	0.91	118.2	0.7	1.3	168.8	Bueno	0.75	0.83	3000	0.685	Poco visible	0.876	1	0.98	0.23889889	40.3335784
Roca suelta		0.4	0.6	0.5	0.91	118.2	0.6	1.51666667	197.0	Bueno	0.75	0.83	3000	0.685	Muy visible	1	1	0.98	0.20978125	41.3205492
Roca suelta		0.4	0.6	0.5	0.91	118.2	0.6	1.51666667	197.0	Bueno	0.75	0.83	3000	0.685	Visible	0.938	1	0.98	0.19677481	38.7586752
Roca suelta		0.4	0.6	0.5	0.91	118.2	0.6	1.51666667	197.0	Bueno	0.75	0.83	3000	0.685	Poco visible	0.876	1	0.98	0.18376838	36.1968011
Roca fija		0.4	0.6	0.5	0.91	118.2	0.6	1.51666667	197.0	Bueno	0.75	0.83	3000	0.685	Muy visible	1	1	0.98	0.20978125	41.3205492
Roca fija		0.4	0.6	0.5	0.91	118.2	0.6	1.51666667	197.0	Bueno	0.75	0.83	3000	0.685	Visible	0.938	1	0.98	0.19677481	38.7586752
Roca fija		0.4	0.6	0.5	0.91	118.2	0.6	1.51666667	197.0	Bueno	0.75	0.83	3000							

Se considera que la eficiencia es buena, el operador es promedio, la excavadora ejecuta sus labores estacionada en un terreno con pendiente de 1%, la altura es de 3000 msnm

Equipo	Tipo de material	Intervalo inferior del factor de Tipo de Material	Intervalo superior del factor de Tipo de Material	Factor de Tipo de Material (1)	Capacidad teorica del Cucharon (a)	Produccion teorica	Factor volumetrico (b)	Capacidad corregida del Cucharon (a/b)	Produccion corregida (7)	Factor Capacidad del operador	Factor Capacidad del operador (2)	Factor de Eficiencia del trabajo (3)	Altitud	Factor de Altitud (4)	Estado de visibilidad	Factor de Visibilidad (5)	Pendiente	Factor de Pendiente del territorio (6)	Factor de correccion final (1*2*3*4*5*6 =8)	Rendimiento real (7*8)
Excavadora M317D2 (315)	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	0.9	1.1	1	0.91	118.2	1.1	0.82727273	107.4	Bueno	0.75	0.83	3000	0.685	Muy visible	1	1	0.98	0.4195625	45.0769628
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	0.9	1.1	1	0.91	118.2	1.1	0.82727273	107.4	Bueno	0.75	0.83	3000	0.685	Visible	0.938	1	0.98	0.39354963	42.2821911
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	0.9	1.1	1	0.91	118.2	1.1	0.82727273	107.4	Bueno	0.75	0.83	3000	0.685	Poco visible	0.876	1	0.98	0.36753675	39.4874194
	Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.7	0.9	0.8	0.91	118.2	0.9	1.01111111	131.3	Bueno	0.75	0.83	3000	0.685	Muy visible	1	1	0.98	0.33565	44.0752525
	Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.7	0.9	0.8	0.91	118.2	0.9	1.01111111	131.3	Bueno	0.75	0.83	3000	0.685	Visible	0.938	1	0.98	0.3148397	41.3425869
	Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.7	0.9	0.8	0.91	118.2	0.9	1.01111111	131.3	Bueno	0.75	0.83	3000	0.685	Poco visible	0.876	1	0.98	0.2940294	38.6099212
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.6	0.7	0.65	0.91	118.2	0.7	1.3	168.8	Bueno	0.75	0.83	3000	0.685	Muy visible	1	1	0.98	0.27271563	46.0428977
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.6	0.7	0.65	0.91	118.2	0.7	1.3	168.8	Bueno	0.75	0.83	3000	0.685	Visible	0.938	1	0.98	0.25580726	43.1882381
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.6	0.7	0.65	0.91	118.2	0.7	1.3	168.8	Bueno	0.75	0.83	3000	0.685	Poco visible	0.876	1	0.98	0.23889889	40.3335784
	Roca suelta	0.4	0.6	0.5	0.91	118.2	0.6	1.51666667	197.0	Bueno	0.75	0.83	3000	0.685	Muy visible	1	1	0.98	0.20978125	41.3205492
	Roca suelta	0.4	0.6	0.5	0.91	118.2	0.6	1.51666667	197.0	Bueno	0.75	0.83	3000	0.685	Visible	0.938	1	0.98	0.19677481	38.7586752
	Roca suelta	0.4	0.6	0.5	0.91	118.2	0.6	1.51666667	197.0	Bueno	0.75	0.83	3000	0.685	Poco visible	0.876	1	0.98	0.18376838	36.1968011
	Roca fija	0.4	0.6	0.5	0.91	118.2	0.6	1.51666667	197.0	Bueno	0.75	0.83	3000	0.685	Muy visible	1	1	0.98	0.20978125	41.3205492
	Roca fija	0.4	0.6	0.5	0.91	118.2	0.6	1.51666667	197.0	Bueno	0.75	0.83	3000	0.685	Visible	0.938	1	0.98	0.19677481	38.7586752
	Roca fija	0.4	0.6	0.5	0.91	118.2	0.6	1.51666667	197.0	Bueno	0.75	0.83	3000	0.685	Poco visible	0.876	1	0.98	0.18376838	36.1968011
	Excavadora 390F (HB2)	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	0.9	1.1	1	4.6	597.4	1.1	4.18181818	543.1	Bueno	0.75	0.83	3000	0.685	Muy visible	1	1	0.98	0.4195625
Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado		0.9	1.1	1	4.6	597.4	1.1	4.18181818	543.1	Bueno	0.75	0.83	3000	0.685	Visible	0.938	1	0.98	0.39354963	213.734153
Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado		0.9	1.1	1	4.6	597.4	1.1	4.18181818	543.1	Bueno	0.75	0.83	3000	0.685	Poco visible	0.876	1	0.98	0.36753675	199.606736
Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.7	0.9	0.8	4.6	597.4	0.9	5.11111111	663.8	Bueno	0.75	0.83	3000	0.685	Muy visible	1	1	0.98	0.33565	222.79798
Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.7	0.9	0.8	4.6	597.4	0.9	5.11111111	663.8	Bueno	0.75	0.83	3000	0.685	Visible	0.938	1	0.98	0.3148397	208.984505
Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.7	0.9	0.8	4.6	597.4	0.9	5.11111111	663.8	Bueno	0.75	0.83	3000	0.685	Poco visible	0.876	1	0.98	0.2940294	195.17103
cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural		0.6	0.7	0.65	4.6	597.4	0.7	6.57142857	853.4	Bueno	0.75	0.83	3000	0.685	Muy visible	1	1	0.98	0.27271563	232.744318
cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural		0.6	0.7	0.65	4.6	597.4	0.7	6.57142857	853.4	Bueno	0.75	0.83	3000	0.685	Visible	0.938	1	0.98	0.25580726	218.31417
cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural		0.6	0.7	0.65	4.6	597.4	0.7	6.57142857	853.4	Bueno	0.75	0.83	3000	0.685	Poco visible	0.876	1	0.98	0.23889889	203.884023
Roca suelta		0.4	0.6	0.5	4.6	597.4	0.6	7.66666667	995.7	Bueno	0.75	0.83	3000	0.685	Muy visible	1	1	0.98	0.20978125	208.873106
Roca suelta		0.4	0.6	0.5	4.6	597.4	0.6	7.66666667	995.7	Bueno	0.75	0.83	3000	0.685	Visible	0.938	1	0.98	0.19677481	195.922973
Roca suelta		0.4	0.6	0.5	4.6	597.4	0.6	7.66666667	995.7	Bueno	0.75	0.83	3000	0.685	Poco visible	0.876	1	0.98	0.18376838	182.972841
Roca fija		0.4	0.6	0.5	4.6	597.4	0.6	7.66666667	995.7	Bueno	0.75	0.83	3000	0.685	Muy visible	1	1	0.98	0.20978125	208.873106
Roca fija		0.4	0.6	0.5	4.6	597.4	0.6	7.66666667	995.7	Bueno	0.75	0.83	3000	0.685	Visible	0.938	1	0.98	0.19677481	195.922973
Roca fija		0.4	0.6	0.5	4.6	597.4	0.6	7.66666667	995.7	Bueno	0.75	0.83	3000	0.685	Poco visible	0.876	1	0.98	0.18376838	182.972841
Excavadora 390F (JC)		Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	0.9	1.1	1	6	779.2	1.1	5.45454545	708.4	Bueno	0.75	0.83	3000	0.685	Muy visible	1	1	0.98	0.4195625
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	0.9	1.1	1	6	779.2	1.1	5.45454545	708.4	Bueno	0.75	0.83	3000	0.685	Visible	0.938	1	0.98	0.39354963	278.783678
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	0.9	1.1	1	6	779.2	1.1	5.45454545	708.4	Bueno	0.75	0.83	3000	0.685	Poco visible	0.876	1	0.98	0.36753675	260.356612
	Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.7	0.9	0.8	6	779.2	0.9	6.66666667	865.8	Bueno	0.75	0.83	3000	0.685	Muy visible	1	1	0.98	0.33565	290.606061
	Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.7	0.9	0.8	6	779.2	0.9	6.66666667	865.8	Bueno	0.75	0.83	3000	0.685	Visible	0.938	1	0.98	0.3148397	272.588485
	Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.7	0.9	0.8	6	779.2	0.9	6.66666667	865.8	Bueno	0.75	0.83	3000	0.685	Poco visible	0.876	1	0.98	0.2940294	254.570909
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.6	0.7	0.65	6	779.2	0.7	8.57142857	1113.2	Bueno	0.75	0.83	3000	0.685	Muy visible	1	1	0.98	0.27271563	303.579545
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.6	0.7	0.65	6	779.2	0.7	8.57142857	1113.2	Bueno	0.75	0.83	3000	0.685	Visible	0.938	1	0.98	0.25580726	284.757614
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.6	0.7	0.65	6	779.2	0.7	8.57142857	1113.2	Bueno	0.75	0.83	3000	0.685	Poco visible	0.876	1	0.98	0.23889889	265.935682
	Roca suelta	0.4	0.6	0.5	6	779.2	0.6	10	1298.7	Bueno	0.75	0.83	3000	0.685	Muy visible	1	1	0.98	0.20978125	272.443182
	Roca suelta	0.4	0.6	0.5	6	779.2	0.6	10	1298.7	Bueno	0.75	0.83	3000	0.685	Visible	0.938	1	0.98	0.19677481	255.551705
	Roca suelta	0.4	0.6	0.5	6	779.2	0.6	10	1298.7	Bueno	0.75	0.83	3000	0.685	Poco visible	0.876	1	0.98	0.18376838	238.660227
	Roca fija	0.4	0.6	0.5	6	779.2	0.6	10	1298.7	Bueno	0.75	0.83	3000	0.685	Muy visible	1	1	0.98	0.20978125	272.443182
	Roca fija	0.4	0.6	0.5	6	779.2	0.6	10	1298.7	Bueno	0.75	0.83	3000	0.685	Visible	0.938	1	0.98	0.19677481	255.551705
	Roca fija	0.4	0.6	0.5	6	779.2	0.6	10	1298.7	Bueno	0.75	0.83	3000	0.685	Poco visible	0.876	1	0.98	0.18376838	238.660227

Fuente: elaboracion propia

Se considera que la eficiencia es buena, el operador es promedio, la excavadora ejecuta sus labores estacionada en un terreno con pendiente de 1%, la altura es de 4000 msnm

Equipo	Tipo de material	Intervalo inferior del factor de Tipo de Material	Intervalo superior del factor de Tipo de Material	Factor de Tipo de Material (1)	Capacidad teorica del Cucharon (a)	Produccion teorica	Factor volumetrico (b)	Capacidad corregida del Cucharon (a/b)	Produccion corregida (7)	Factor Capacidad del operador	Factor Capacidad del operador (2)	Factor de Eficiencia del trabajo (3)	Altitud	Factor de Altitud (4)	Estado de visibilidad	Factor de Visibilidad (5)	Pendiente	Factor de Pendiente del terriorio (6)	Factor de correccion final (1*2*3*4*5*6 =8)	Rendimiento real (7*8)
Excavadora 312D2 (312)	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	0.7	0.9	0.8	0.76	98.7	1.1	0.69090909	89.7	Bueno	0.75	0.83	4000	0.604	Muy visible	1	1	0.98	0.29596	26.5560331
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	0.9	1.1	1	0.76	98.7	1.1	0.69090909	89.7	Bueno	0.75	0.83	4000	0.604	Visible	0.938	1	0.98	0.3470131	31.1369488
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	0.9	1.1	1	0.76	98.7	1.1	0.69090909	89.7	Bueno	0.75	0.83	4000	0.604	Poco visible	0.876	1	0.98	0.3240762	29.0788562
	Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.7	0.9	0.8	0.76	98.7	0.9	0.84444444	109.7	Bueno	0.75	0.83	4000	0.604	Muy visible	1	1	0.98	0.29596	32.4573737
	Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.7	0.9	0.8	0.76	98.7	0.9	0.84444444	109.7	Bueno	0.75	0.83	4000	0.604	Visible	0.938	1	0.98	0.27761048	30.4450166
	Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.7	0.9	0.8	0.76	98.7	0.9	0.84444444	109.7	Bueno	0.75	0.83	4000	0.604	Poco visible	0.876	1	0.98	0.25926096	28.4326594
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.6	0.7	0.65	0.76	98.7	0.7	1.08571429	141.0	Bueno	0.75	0.83	4000	0.604	Muy visible	1	1	0.98	0.2404675	33.9063636
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.6	0.7	0.65	0.76	98.7	0.7	1.08571429	141.0	Bueno	0.75	0.83	4000	0.604	Visible	0.938	1	0.98	0.22555852	31.8041691
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.6	0.7	0.65	0.76	98.7	0.7	1.08571429	141.0	Bueno	0.75	0.83	4000	0.604	Poco visible	0.876	1	0.98	0.21064953	29.7019745
	Roca suelta	0.4	0.6	0.5	0.76	98.7	0.6	1.26666667	164.5	Bueno	0.75	0.83	4000	0.604	Muy visible	1	1	0.98	0.184975	30.4287879
	Roca suelta	0.4	0.6	0.5	0.76	98.7	0.6	1.26666667	164.5	Bueno	0.75	0.83	4000	0.604	Visible	0.938	1	0.98	0.17350655	28.542203
	Roca suelta	0.4	0.6	0.5	0.76	98.7	0.6	1.26666667	164.5	Bueno	0.75	0.83	4000	0.604	Poco visible	0.876	1	0.98	0.1620381	26.6556182
	Roca fija	0.4	0.6	0.5	0.76	98.7	0.6	1.26666667	164.5	Bueno	0.75	0.83	4000	0.604	Muy visible	1	1	0.98	0.184975	30.4287879
	Roca fija	0.4	0.6	0.5	0.76	98.7	0.6	1.26666667	164.5	Bueno	0.75	0.83	4000	0.604	Visible	0.938	1	0.98	0.17350655	28.542203
Roca fija	0.4	0.6	0.5	0.76	98.7	0.6	1.26666667	164.5	Bueno	0.75	0.83	4000	0.604	Poco visible	0.876	1	0.98	0.1620381	26.6556182	
Excavadora 318D2 (315)	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	0.9	1.1	1	0.91	118.2	1.1	0.82727273	107.4	Bueno	0.75	0.83	4000	0.604	Muy visible	1	1	0.98	0.36995	39.7466942
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	0.9	1.1	1	0.91	118.2	1.1	0.82727273	107.4	Bueno	0.75	0.83	4000	0.604	Visible	0.938	1	0.98	0.3470131	37.2823992
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	0.9	1.1	1	0.91	118.2	1.1	0.82727273	107.4	Bueno	0.75	0.83	4000	0.604	Poco visible	0.876	1	0.98	0.3240762	34.8181041
	Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.7	0.9	0.8	0.91	118.2	0.9	1.01111111	131.3	Bueno	0.75	0.83	4000	0.604	Muy visible	1	1	0.98	0.29596	38.8634343
	Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.7	0.9	0.8	0.91	118.2	0.9	1.01111111	131.3	Bueno	0.75	0.83	4000	0.604	Visible	0.938	1	0.98	0.27761048	36.4539014
	Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.7	0.9	0.8	0.91	118.2	0.9	1.01111111	131.3	Bueno	0.75	0.83	4000	0.604	Poco visible	0.876	1	0.98	0.25926096	34.0443685
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.6	0.7	0.65	0.91	118.2	0.7	1.3	168.8	Bueno	0.75	0.83	4000	0.604	Muy visible	1	1	0.98	0.2404675	40.5984091
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.6	0.7	0.65	0.91	118.2	0.7	1.3	168.8	Bueno	0.75	0.83	4000	0.604	Visible	0.938	1	0.98	0.22555852	38.0813077
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.6	0.7	0.65	0.91	118.2	0.7	1.3	168.8	Bueno	0.75	0.83	4000	0.604	Poco visible	0.876	1	0.98	0.21064953	35.5642064
	Roca suelta	0.4	0.6	0.5	0.91	118.2	0.6	1.51666667	197.0	Bueno	0.75	0.83	4000	0.604	Muy visible	1	1	0.98	0.184975	36.4344697
	Roca suelta	0.4	0.6	0.5	0.91	118.2	0.6	1.51666667	197.0	Bueno	0.75	0.83	4000	0.604	Visible	0.938	1	0.98	0.17350655	34.1755326
	Roca suelta	0.4	0.6	0.5	0.91	118.2	0.6	1.51666667	197.0	Bueno	0.75	0.83	4000	0.604	Poco visible	0.876	1	0.98	0.1620381	31.9165955
	Roca fija	0.4	0.6	0.5	0.91	118.2	0.6	1.51666667	197.0	Bueno	0.75	0.83	4000	0.604	Muy visible	1	1	0.98	0.184975	36.4344697
	Roca fija	0.4	0.6	0.5	0.91	118.2	0.6	1.51666667	197.0	Bueno	0.75	0.83	4000	0.604	Visible	0.938	1	0.98	0.17350655	34.1755326
Roca fija	0.4	0.6	0.5	0.91	118.2	0.6	1.51666667	197.0	Bueno	0.75	0.83	4000	0.604	Poco visible	0.876	1	0.98	0.1620381	31.9165955	
Excavadora M315D2 (315)	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	0.9	1.1	1	0.91	118.2	1.1	0.82727273	107.4	Bueno	0.75	0.83	4000	0.604	Muy visible	1	1	0.98	0.36995	39.7466942
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	0.9	1.1	1	0.91	118.2	1.1	0.82727273	107.4	Bueno	0.75	0.83	4000	0.604	Visible	0.938	1	0.98	0.3470131	37.2823992
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	0.9	1.1	1	0.91	118.2	1.1	0.82727273	107.4	Bueno	0.75	0.83	4000	0.604	Poco visible	0.876	1	0.98	0.3240762	34.8181041
	Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.7	0.9	0.8	0.91	118.2	0.9	1.01111111	131.3	Bueno	0.75	0.83	4000	0.604	Muy visible	1	1	0.98	0.29596	38.8634343
	Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.7	0.9	0.8	0.91	118.2	0.9	1.01111111	131.3	Bueno	0.75	0.83	4000	0.604	Visible	0.938	1	0.98	0.27761048	36.4539014
	Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.7	0.9	0.8	0.91	118.2	0.9	1.01111111	131.3	Bueno	0.75	0.83	4000	0.604	Poco visible	0.876	1	0.98	0.25926096	34.0443685
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.6	0.7	0.65	0.91	118.2	0.7	1.3	168.8	Bueno	0.75	0.83	4000	0.604	Muy visible	1	1	0.98	0.2404675	40.5984091
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.6	0.7	0.65	0.91	118.2	0.7	1.3	168.8	Bueno	0.75	0.83	4000	0.604	Visible	0.938	1	0.98	0.22555852	38.0813077
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.6	0.7	0.65	0.91	118.2	0.7	1.3	168.8	Bueno	0.75	0.83	4000	0.604	Poco visible	0.876	1	0.98	0.21064953	35.5642064
	Roca suelta	0.4	0.6	0.5	0.91	118.2	0.6	1.51666667	197.0	Bueno	0.75	0.83	4000	0.604	Muy visible	1	1	0.98	0.184975	36.4344697
	Roca suelta	0.4	0.6	0.5	0.91	118.2	0.6	1.51666667	197.0	Bueno	0.75	0.83	4000	0.604	Visible	0.938	1	0.98	0.17350655	34.1755326
	Roca suelta	0.4	0.6	0.5	0.91	118.2	0.6	1.51666667	197.0	Bueno	0.75	0.83	4000	0.604	Poco visible	0.876	1	0.98	0.1620381	31.9165955
	Roca fija	0.4	0.6	0.5	0.91	118.2	0.6	1.51666667	197.0	Bueno	0.75	0.83	4000	0.604	Muy visible	1	1	0.98	0.184975	36.4344697
	Roca fija	0.4	0.6	0.5	0.91	118.2	0.6	1.51666667	197.0	Bueno	0.75	0.83	4000	0.604	Visible	0.938	1	0.98	0.17350655	34.1755326
Roca fija	0.4	0.6	0.5	0.91	118.2	0.6	1.51666667	197.0	Bueno	0.75	0.83	4000	0.604	Poco visible	0.876	1	0.98	0.1620381	31.9165955	
Excavadora M316D (315)	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	0.9	1.1	1	0.91	118.2	1.1	0.82727273	107.4	Bueno	0.75	0.83	4000	0.604	Muy visible	1	1	0.98	0.36995	39.7466942
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	0.9	1.1	1	0.91	118.2	1.1	0.82727273	107.4	Bueno	0.75	0.83	4000	0.604	Visible	0.938	1	0.98	0.3470131	37.2823992
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	0.9	1.1	1	0.91	118.2	1.1	0.82727273	107.4	Bueno	0.75	0.83	4000	0.604	Poco visible	0.876	1	0.98	0.3240762	34.8181041
	Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.7	0.9	0.8	0.91	118.2	0.9	1.01111111	131.3	Bueno	0.75	0.83	4000	0.604	Muy visible	1	1	0.98	0.29596	38.8634343
	Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.7	0.9	0.8	0.91	118.2	0.9	1.01111111	131.3	Bueno	0.75	0.83	4000	0.604	Visible	0.938	1	0.98	0.27761048	36.4539014
	Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.7	0.9	0.8	0.91	118.2	0.9	1.01111111	131.3	Bueno	0.75	0.83	4000	0.604	Poco visible	0.876	1	0.98	0.25926096	34.0443685
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.6	0.7	0.65	0.91	118.2	0.7	1.3	168.8	Bueno	0.75	0.83	4000	0.604	Muy visible	1	1	0.98	0.2404675	40.5984091
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.6	0.7	0.65	0.91	118.2	0.7	1.3	168.8	Bueno	0.75	0.83	4000	0.604	Visible	0.938	1	0.98	0.22555852	38.0813077
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.6	0.7	0.65	0.91	118.2	0.7	1.3	168.8	Bueno	0.75	0.83	4000	0.604	Poco visible	0.876	1	0.98	0.21064953	35.5642064
	Roca suelta	0.4	0.6	0.5	0.91	118.2	0.6	1.51666667	197.0	Bueno	0.75	0.83	4000	0.604	Muy visible	1	1	0.98	0.184975	36.4344697
	Roca suelta	0.4	0.6	0.5	0.91	118.2	0.6	1.51666667	197.0	Bueno	0.75	0.83	4000	0.604	Visible	0.938	1	0.98	0.17350655	34.1755326
	Roca suelta	0.4	0.6	0.5	0.91	118.2	0.6	1.51666667	197.0	Bueno	0.75	0.83	4000	0.604	Poco visible	0.876	1	0.98	0.1620381	31.9165955
	Roca fija	0.4	0.6	0.5	0.91	118.2	0.6	1.51666667	197.0	Bueno	0.75	0.83	4000	0.604	Muy visible	1	1	0.98	0.184975	36.4344697
	Roca fija	0.4	0.6	0.5	0.91	118.2	0.6	1.51666667	197.0	Bueno	0.75	0.83	4000	0.604	Visible	0.938	1	0.98	0.17350655	34.1755326
Roca fija	0.4	0.6	0.5	0.91	118.2	0.6	1.51666667	197.0	Bueno	0.75	0.83	4000	0.604	Poco visible	0.876	1				

Se considera que la eficiencia es buena, el operador es promedio, la excavadora ejecuta sus labores estacionada en un terreno con pendiente de 1%, la altura es de 4000 msnm

Equipo	Tipo de material	Intervalo inferior del factor de Tipo de Material	Intervalo superior del factor de Tipo de Material	Factor de Tipo de Material (1)	Capacidad teorica del Cucharon (a)	Produccion teorica	Factor volumetrico (b)	Capacidad corregida del Cucharon (a/b)	Produccion corregida (7)	Factor Capacidad del operador	Factor Capacidad del operador (2)	Factor de Eficiencia del trabajo (3)	Altitud	Factor de Altitud (4)	Estado de visibilidad	Factor de Visibilidad (5)	Pendiente	Factor de Pendiente del territorio (6)	Factor de correccion final (1*2*3*4*5*6 =8)	Rendimiento real (7*8)	
Excavadora M317D2 (315)	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	0.9	1.1	1	0.91	118.2	1.1	0.82727273	107.4	Bueno	0.75	0.83	4000	0.604	Muy visible	1	1	0.98	0.36995	39.7466942	
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	0.9	1.1	1	0.91	118.2	1.1	0.82727273	107.4	Bueno	0.75	0.83	4000	0.604	Visible	0.938	1	0.98	0.3470131	37.2823992	
	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	0.9	1.1	1	0.91	118.2	1.1	0.82727273	107.4	Bueno	0.75	0.83	4000	0.604	Poco visible	0.876	1	0.98	0.3240762	34.8181041	
	Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.7	0.9	0.8	0.91	118.2	0.9	1.01111111	131.3	Bueno	0.75	0.83	4000	0.604	Muy visible	1	1	0.98	0.29596	38.8634343	
	Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.7	0.9	0.8	0.91	118.2	0.9	1.01111111	131.3	Bueno	0.75	0.83	4000	0.604	Visible	0.938	1	0.98	0.27761048	36.4539014	
	Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.7	0.9	0.8	0.91	118.2	0.9	1.01111111	131.3	Bueno	0.75	0.83	4000	0.604	Poco visible	0.876	1	0.98	0.25926096	34.0443685	
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.6	0.7	0.65	0.91	118.2	0.7	1.3	168.8	Bueno	0.75	0.83	4000	0.604	Muy visible	1	1	0.98	0.2404675	40.5984091	
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.6	0.7	0.65	0.91	118.2	0.7	1.3	168.8	Bueno	0.75	0.83	4000	0.604	Visible	0.938	1	0.98	0.22555852	38.0813077	
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.6	0.7	0.65	0.91	118.2	0.7	1.3	168.8	Bueno	0.75	0.83	4000	0.604	Poco visible	0.876	1	0.98	0.21064953	35.5642064	
	Roca suelta	0.4	0.6	0.5	0.91	118.2	0.6	1.51666667	197.0	Bueno	0.75	0.83	4000	0.604	Muy visible	1	1	0.98	0.184975	36.4344697	
	Roca suelta	0.4	0.6	0.5	0.91	118.2	0.6	1.51666667	197.0	Bueno	0.75	0.83	4000	0.604	Visible	0.938	1	0.98	0.17350655	34.1755326	
	Roca suelta	0.4	0.6	0.5	0.91	118.2	0.6	1.51666667	197.0	Bueno	0.75	0.83	4000	0.604	Poco visible	0.876	1	0.98	0.1620381	31.9165955	
	Roca fija	0.4	0.6	0.5	0.91	118.2	0.6	1.51666667	197.0	Bueno	0.75	0.83	4000	0.604	Muy visible	1	1	0.98	0.184975	36.4344697	
	Roca fija	0.4	0.6	0.5	0.91	118.2	0.6	1.51666667	197.0	Bueno	0.75	0.83	4000	0.604	Visible	0.938	1	0.98	0.17350655	34.1755326	
	Roca fija	0.4	0.6	0.5	0.91	118.2	0.6	1.51666667	197.0	Bueno	0.75	0.83	4000	0.604	Poco visible	0.876	1	0.98	0.1620381	31.9165955	
	Excavadora 390F (HB2)	Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	0.9	1.1	1	4.6	597.4	1.1	4.18181818	543.1	Bueno	0.75	0.83	4000	0.604	Muy visible	1	1	0.98	0.36995	200.917355
		Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	0.9	1.1	1	4.6	597.4	1.1	4.18181818	543.1	Bueno	0.75	0.83	4000	0.604	Visible	0.938	1	0.98	0.3470131	188.460479
		Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	0.9	1.1	1	4.6	597.4	1.1	4.18181818	543.1	Bueno	0.75	0.83	4000	0.604	Poco visible	0.876	1	0.98	0.3240762	176.003603
Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.7	0.9	0.8	4.6	597.4	0.9	5.11111111	663.8	Bueno	0.75	0.83	4000	0.604	Muy visible	1	1	0.98	0.29596	196.452525	
Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.7	0.9	0.8	4.6	597.4	0.9	5.11111111	663.8	Bueno	0.75	0.83	4000	0.604	Visible	0.938	1	0.98	0.27761048	184.272469	
Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada		0.7	0.9	0.8	4.6	597.4	0.9	5.11111111	663.8	Bueno	0.75	0.83	4000	0.604	Poco visible	0.876	1	0.98	0.25926096	172.092412	
cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural		0.6	0.7	0.65	4.6	597.4	0.7	6.57142857	853.4	Bueno	0.75	0.83	4000	0.604	Muy visible	1	1	0.98	0.2404675	205.222727	
cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural		0.6	0.7	0.65	4.6	597.4	0.7	6.57142857	853.4	Bueno	0.75	0.83	4000	0.604	Visible	0.938	1	0.98	0.22555852	192.498918	
cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural		0.6	0.7	0.65	4.6	597.4	0.7	6.57142857	853.4	Bueno	0.75	0.83	4000	0.604	Poco visible	0.876	1	0.98	0.21064953	179.775109	
Roca suelta		0.4	0.6	0.5	4.6	597.4	0.6	7.66666667	995.7	Bueno	0.75	0.83	4000	0.604	Muy visible	1	1	0.98	0.184975	184.174242	
Roca suelta		0.4	0.6	0.5	4.6	597.4	0.6	7.66666667	995.7	Bueno	0.75	0.83	4000	0.604	Visible	0.938	1	0.98	0.17350655	172.755439	
Roca suelta		0.4	0.6	0.5	4.6	597.4	0.6	7.66666667	995.7	Bueno	0.75	0.83	4000	0.604	Poco visible	0.876	1	0.98	0.1620381	161.336636	
Roca fija		0.4	0.6	0.5	4.6	597.4	0.6	7.66666667	995.7	Bueno	0.75	0.83	4000	0.604	Muy visible	1	1	0.98	0.184975	184.174242	
Roca fija		0.4	0.6	0.5	4.6	597.4	0.6	7.66666667	995.7	Bueno	0.75	0.83	4000	0.604	Visible	0.938	1	0.98	0.17350655	172.755439	
Roca fija		0.4	0.6	0.5	4.6	597.4	0.6	7.66666667	995.7	Bueno	0.75	0.83	4000	0.604	Poco visible	0.876	1	0.98	0.1620381	161.336636	
Excavadora 390F (JC)		Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	0.9	1.1	1	6	779.2	1.1	5.45454545	708.4	Bueno	0.75	0.83	4000	0.604	Muy visible	1	1	0.98	0.36995	262.066116
		Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	0.9	1.1	1	6	779.2	1.1	5.45454545	708.4	Bueno	0.75	0.83	4000	0.604	Visible	0.938	1	0.98	0.3470131	245.818017
		Tierra suelta,terrenos arenonos,tierra comun y material amontonado	0.9	1.1	1	6	779.2	1.1	5.45454545	708.4	Bueno	0.75	0.83	4000	0.604	Poco visible	0.876	1	0.98	0.3240762	229.569917
	Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.7	0.9	0.8	6	779.2	0.9	6.66666667	865.8	Bueno	0.75	0.83	4000	0.604	Muy visible	1	1	0.98	0.29596	256.242424	
	Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.7	0.9	0.8	6	779.2	0.9	6.66666667	865.8	Bueno	0.75	0.83	4000	0.604	Visible	0.938	1	0.98	0.27761048	240.355394	
	Tierra suelta dificil de empujar, suelo con grava, arena y roca triturada	0.7	0.9	0.8	6	779.2	0.9	6.66666667	865.8	Bueno	0.75	0.83	4000	0.604	Poco visible	0.876	1	0.98	0.25926096	224.468364	
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.6	0.7	0.65	6	779.2	0.7	8.57142857	1113.2	Bueno	0.75	0.83	4000	0.604	Muy visible	1	1	0.98	0.2404675	267.681818	
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.6	0.7	0.65	6	779.2	0.7	8.57142857	1113.2	Bueno	0.75	0.83	4000	0.604	Visible	0.938	1	0.98	0.22555852	251.085545	
	cascajo,arcilla seca y dura, suelo natural	0.6	0.7	0.65	6	779.2	0.7	8.57142857	1113.2	Bueno	0.75	0.83	4000	0.604	Poco visible	0.876	1	0.98	0.21064953	234.489273	
	Roca suelta	0.4	0.6	0.5	6	779.2	0.6	10	1298.7	Bueno	0.75	0.83	4000	0.604	Muy visible	1	1	0.98	0.184975	240.227273	
	Roca suelta	0.4	0.6	0.5	6	779.2	0.6	10	1298.7	Bueno	0.75	0.83	4000	0.604	Visible	0.938	1	0.98	0.17350655	225.333182	
	Roca suelta	0.4	0.6	0.5	6	779.2	0.6	10	1298.7	Bueno	0.75	0.83	4000	0.604	Poco visible	0.876	1	0.98	0.1620381	210.439091	
	Roca fija	0.4	0.6	0.5	6	779.2	0.6	10	1298.7	Bueno	0.75	0.83	4000	0.604	Muy visible	1	1	0.98	0.184975	240.227273	
	Roca fija	0.4	0.6	0.5	6	779.2	0.6	10	1298.7	Bueno	0.75	0.83	4000	0.604	Visible	0.938	1	0.98	0.17350655	225.333182	
	Roca fija	0.4	0.6	0.5	6	779.2	0.6	10	1298.7	Bueno	0.75	0.83	4000	0.604	Poco visible	0.876	1	0.98	0.1620381	210.439091	

Fuente: elaboracion propia

## **Aspecto Administrativo de la Investigación**

### **1. Recursos Humanos**

#### **1.1. Investigadores**

- Bach. Jose Richard Morales Mendoza
- Bach. Alan Eduardo Silva Hurtado

#### **1.2. Asesor**

- Dr. ing. Orlando Barreto Jara

#### **1.3. Colaboradores**

- Vicente Jaime Fernandez Oliart (Representante Ejecutivo de Ventas de Komatsu en Cusco)

### **2. Presupuesto y Financiamiento**

#### **2.1. Bienes y Materiales**

- Laptops propias
- Acceso a internet de mínimo 200 mbps/s
- Libros adquiridos (versiones virtuales de Amazon y también físicos)

#### **2.2. Servicios**

- No se hizo uso de servicios extra

#### **2.3. Otros**

#### **2.4. Financiamiento**

- Medios propios, sin financiamiento externo.

## Referencias bibliográficas

- Agencia Peruana de Noticias. (2019). *Movimiento de tierras del aeropuerto de Chinchero tiene avance del 75%*. 31 de Julio. <https://andina.pe/agencia/noticia-movimiento-tierras-del-aeropuerto-chinchero-tiene-avance-del-75-903764.aspx>
- Aguilar, A., & Mayk, L. (2016). *Calculo de rendimiento de retroexcavadora, excavadora y cargador frontal en movimiento de tierras, Chachapoyas, Amazonas- 2015*. Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas. [Tesis de pregrado].
- Aigang, L., Tianming, W., Shichang, K., & Deqian. (2009). On the relationship between latitude and altitude temperature effects. *In 2009 International Conference on Environmental Science and Information Application Technology* (.
- Akerland, K. (2023). *High Demand for Heavy Road Construction Machines: Driving Progress and Development*. 7 de Agosto. <https://www.linkedin.com/pulse/high-demand-heavy-road-construction-machines-driving-kevin-akerland/%0A>
- Alejandro, C., Miriam, L., & Pablo, P. (2018). *Análisis de los factores que afectan la productividad de obras civiles*.
- All Machines. (2018). *Ventajas de la maquinaria pesada | All Machines*. <https://allmachinessas.com/ventajas-maquinaria-pesada/>
- Arévalo, L., & Hernández, C. (2014). *Análisis comparativo de especificaciones técnicas y rendimiento en campo de maquinaria para extracción de tierra*.
- Arevalo, L., & Hernandez, C. (2014). *Análisis comparativo de especificaciones técnicas y rendimiento en campo de maquinaria para extracción de tierra*. Corporación Universitaria Minuto de Dios.
- Bello, A., & Álvarez, J. (2015). *Estudio de los rendimientos de maquinaria pesada en los movimientos de tierras en la ciudad de Cartagena caso estudio: Urbanización Coral Lakes y Zona Franca Parque Central*.

Buitrago, E., Zambrano, A., & Vargas, W. (2023). Propuesta metodológica para la determinación de rendimiento de maquinaria pesada en la construcción, caso Colombia. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(2), 3831-3842.

Bustinza, L. (2018). *Investigación, Basada en los Procesos Operacionales y Propuesta para la Mejora de la Gestión de Mantenimiento de la Excavadora Cat 336 DL*.

Cadena, V. (2013a). *Análisis de costos de productividad y su influencia en el movimiento de tierras por métodos mecánicos*. Universidad Técnica de Ambato. [Tesis de pregrado].

Cadena, V. (2013b). *Análisis de costos de productividad y su influencia en el movimiento de tierras por métodos mecánicos*. Universidad Técnica de Ambato. [Tesis de pregrado].

Cañón, E., Benavides, A., & Vargas, W. (2023). *Vista de Propuesta metodológica para la determinación de rendimiento de maquinaria pesada en la construcción, caso Colombia / Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*.  
<https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/5613/8481>

Catacora, J. (2019a). *Rendimiento efectivo y rendimiento esperado dela maquinaria de C&M Vizcarra en la mina San Rafael, San Roman, Juliaca, Puno*.

Catacora, J. (2019b). *Rendimiento efectivo y rendimiento esperado dela maquinaria de C&M Vizcarra en la mina San Rafael, San Roman, Juliaca, Puno*.

Caterpillar. (n.d.). *Caterpillar Performance Handbook, January 2016, SEBD0351-46*.

Caterpillar. (1979a). *Manual de rendimiento. Edición 31*.

Caterpillar. (1979b). *Manual de rendimiento. Edición 31*.

Caterpillar. (2024a). *Hojas en U para rellenos sanitarios / Cat | Caterpillar*. Caterpillar.  
[https://www.cat.com/es\\_US/products/new/attachments/blades/landfill-u-blades/18075045.html](https://www.cat.com/es_US/products/new/attachments/blades/landfill-u-blades/18075045.html)

Caterpillar. (2024b). *Hojas en U para rellenos sanitarios | Cat | Caterpillar*. Caterpillar. [https://www.cat.com/es\\_US/products/new/attachments/blades/landfill-u-blades/18075045.html](https://www.cat.com/es_US/products/new/attachments/blades/landfill-u-blades/18075045.html)

Caterpillar. (2024c). *¿Qué es el movimiento de tierra? | Finning Cat*. Finning. [https://www.finning.com/es\\_CL/company/news-events/product-customer-stories/-que-es-el-movimiento-de-tierra-.html](https://www.finning.com/es_CL/company/news-events/product-customer-stories/-que-es-el-movimiento-de-tierra-.html)

Chacon, E., & Chalco, L. (2018). *Análisis de la productividad y determinación de rendimientos reales de la mano de obra y equipos, en las partidas de explicaciones de la obra de mejoramiento de la carretera Huancarani-Paucartambo tramo II, utilizando las herramientas Lean construction*. Universidad Andina del Cusco. [Tesis de pregrado].

Chandra, S., Sepasgozar, S., Kumar, V., Singh, A., Krishnaraj, L., & Awuzie, B. (2023). Assessing Factors Affecting Construction Equipment Productivity Using Structural Equation Modeling. *Buildings*, 13(2). <https://doi.org/10.3390/buildings13020502>

Chiriboga Fernández, M. I., Luis, J., Carrera, P., & Santos Baquerizo, E. (2014). *Rendimiento de Equipo Pesado para la Explotación de una Cantera de Cielo Abierto. CASO PRÁCTICO: Cantera BORCONS UBICACIÓN: km 6.5 Vía a la Costa Guayaquil-Ecuador*.

Cisneros, L., & Battestini, N. (1974a). *Maquinas para obras* (Tercera ed). Labot S.A.

Cisneros, L., & Battestini, N. (1974b). *Maquinas para obras* (Tercera ed). Labot S.A.

Compras estatales. (2018). *Carreteras del Perú entre las más caras del mundo*. 19 de Febrero.

Cruz, J. (2009). *Costos y presupuestos en carreteras* (G. Universitario, Ed.; Primera ed).

Equipzilla. (2024). *Maquinaria pesada: Tipos, usos y beneficios en la industria de la construcción en España - EQUIPZILLA*. <https://equipzilla.com/blog/maquinaria-pesada-tipos-usos-y-beneficios-en-la-industria-de-la-construccion-en-espana/>

Ferreiros. (2024a). *Consejos de aplicación de hojas topadoras Tractores de oruga* Cat. 12 Diciembre. <https://www.clubdetecnicos.com.pe/consejos/consejos-para-la-operacion-y-aplicacion-de-maquinaria-pesada/aplicacion-de-hojas-topadoras-tractores-de-oruga-cat.html>

Ferreiros. (2024b). *Consejos de aplicación de hojas topadoras Tractores de oruga* Cat. 12 Diciembre. <https://www.clubdetecnicos.com.pe/consejos/consejos-para-la-operacion-y-aplicacion-de-maquinaria-pesada/aplicacion-de-hojas-topadoras-tractores-de-oruga-cat.html>

Ferreiros CAT. (2019). *Tractores de ruedas para minería*. 12 de Diciembre. <https://www.ferreiros.com.pe/maquinaria-pesada/nuevos/mineria-construccion/tractores/de-ruedas/>

Ferrovial. (2024). *¿Qué son los motores?* <https://www.ferrovial.com/es/stem/motores/#:~:text=Estabilidad%3A es la capacidad de,tiempo%2C a una velocidad específica.>

Flores, R. (2015). *Eficiencia y productividad óptima en movimiento de tierras para la construcción de plataformas de lixiviación*. Universidad nacional del centro del Perú.[Tesis de pregrado].

Fok, G. 2. (2020). *Tractor S/Orugas D6T CAT*. 11 de Abril. <https://go2fok.pe/listings/tractor-topador-d6t-cat/>

Fuentes, P. (2016). *Tipos de hojas utilizadas en Tractores*. <https://www.cuevadelcivil.com/2011/03/tipos-de-hojas-topadoras.html>

Galbraith, J. (2014a). *¿Capital para el siglo XXI? - Revista Dissent*. <https://www.dissentmagazine.org/article/kapital-for-the-twenty-first-century/>

Galbraith, J. (2014b). *¿Capital para el siglo XXI? - Revista Dissent*. <https://www.dissentmagazine.org/article/kapital-for-the-twenty-first-century/>

- Garrigues. (2022). *CPK, el ambicioso proyecto de movilidad polaco en el corazón de Europa* / Garrigues. 1 de Marzo. [https://www.garrigues.com/es\\_ES/noticia/cpk-ambicioso-proyecto-movilidad-polaco-corazon-europa](https://www.garrigues.com/es_ES/noticia/cpk-ambicioso-proyecto-movilidad-polaco-corazon-europa)
- Guadamud, J. (2015a). *Análisis de rendimiento y costos horarios de maquinaria pesada en la obra "Piady" etapa I*. Universidad católica de Santiago de Guayaquil. [Tesis de pregrado].
- Guadamud, J. (2015b). *Análisis de rendimiento y costos horarios de maquinaria pesada en la obra "Piady" etapa I*. Universidad católica de Santiago de Guayaquil. [Tesis de pregrado].
- Guadamud Moreno, J. D. (2015). *Análisis de rendimiento y costos de maquinaria pesada en la obra "piady" etapa I*.
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. (2018). Metodología de la Investigación: las Rutas Cuantitativa, Cualitativa y mixta. In *Mc Graw Hill Educación*.
- Hidayat, S., Iskandar, T., Limpraptono, Y., & Wijayaningtyas, M. (2019). Heavy equipment efficiency, productivity and compatibility of coal mine overburden work in east kalimantan. *International Journal of Mechanical Engineering and Technology*.
- Huingo, N. (2013). *Evaluacion de Rendimientos de Maquinaria Pesada en la Ejecucion de Cierres de Mina - Caso Maqui Maqui Norte - Cajamarca*. Universidad Nacional de Cajamarca.
- Ibañez, W. (2011). *Costos y tiempos en carrera* (Segunda ed).
- Ibañez, W. (2018a). *Carreteras del Perú entre las más caras del mundo - ComprasEstatales.org*. <https://comprasestatales.org/carreteras-del-peru-entre-las-mas-caras-del-mundo/>
- Ibañez, W. (2018b). *Carreteras del Perú entre las más caras del mundo - ComprasEstatales.org*. <https://comprasestatales.org/carreteras-del-peru-entre-las-mas-caras-del-mundo/>
- Ibañez, W. pepe. (2012). *COSTOS Y TIEMPOS EN CARRETERAS*.

- International, L. (2023). *¿Qué es rendimiento de maquinaria pesada?* 6 de Diciembre. <https://librainternacional.com.pe/blog-detail/¿qué-es-rendimiento-de-maquinaria-pesada-21>
- IPESA. (2022). *Tractor de orugas: guía completa y su importancia*. 29 Diciembre. <https://www.ipesa.com.pe/blog/tractor-de-orugas-guia-completa-y-su-importancia/>
- IRZA Ingenieros. (2022a). *Nuevo Cajamarca y 24 villa de Huacariz, distrito de Cajamarca-Provincia de Cajamarca-departamento de Cajamarca*.
- IRZA Ingenieros. (2022b). *Nuevo Cajamarca y 24 villa de Huacariz, distrito de Cajamarca-Provincia de Cajamarca-departamento de Cajamarca*.
- ISO. (2020). *Earth-moving machinery — Crawler and wheel tractor dozer blades — Volumetric ratings*. 23 Septiembre. <https://www.iso.org/obp/ui/en/#iso:std:iso:9246:ed-1:v1:en>
- Ivey, D., Lehtipuu, E., & Button, J. (1975). *Rainfall and visibility - the view from behind the wheel*.
- Jursiny, K. (2024). *Definición: Tuneles y movimientos de tierra*. 20 de Abril.
- Klanfar, M., Korman, T., Domitrović, D., & Herceg, V. (2021). Testing the novel method for angle of repose measurement based on area-weighted average slope of a triangular mesh. *Powder Technology*, 387, 396–405. <https://doi.org/10.1016/J.POWTEC.2021.04.051>
- Klanfar, M., Kujundžić, T., Vrkljan, D., Klanfar, M., Kujundžić, T., & Vrkljan, D. (2014). *Calculation Analysis of Bulldozer's Productivity in Gravitational Transport on Open Pits*.
- Lapuerta, M., Armas, O., Agudelo, J. R., & Sanchez, C. A. (2006a). Estudio del Efecto de la Altitud sobre el Comportamiento de Motores de Combustión Interna. *Información Tecnológica*, 17(5), 21–30. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642006000500005>
- Lapuerta, M., Armas, O., Agudelo, J. R., & Sanchez, C. A. (2006b). Estudio del Efecto de la Altitud sobre el Comportamiento de Motores de Combustión Interna. *Información Tecnológica*, 17(5), 21–30. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642006000500005>

Logs, Ez. (2022). *Poor documentation impacts construction in 7 ways*. 26 de Febrero. <https://www.linkedin.com/pulse/poor-documentation-impacts-construction-7-ways-ezelogs/>

Menejes, C. (2019). *Dimensionamiento de equipos para optimizar el costo de la construcción de subdren p-04 en el botadero Ferrobamba - proyecto las Bambas 2016*.

NIOSH, & CDC. (2002). *Visibilidad de los equipos de construcción*. <https://www.cdc.gov/niosh/topics/highwayworkzones/BAD/default.html>

Nugraha, A., & Putranto, L. (2019). The effect of heavy equipment management on the performance of the construction project and the construction company. *In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 650(1).

Quincho, R. (2015a). *Incremento de la Disponibilidad Mecánica, para la Reducción de Costos Operativos de las Excavadoras “Cat 336” de la Empresa Stracon GyM S.A.*

Quincho, R. (2015b). *Incremento de la Disponibilidad Mecánica, para la Reducción de Costos Operativos de las Excavadoras “Cat 336” de la Empresa Stracon GyM S.A.*

RSBM Bucket Master. (2022). *Cómo calcular la capacidad del cucharón de una excavadora*. <https://www.rsmbucket.com/es/news/how-to-calculate-excavator-bucket-capacity/>

Sağlam, B., & Bettemir, Ö. (2018a). Estimation of duration of earthwork with backhoe excavator by Monte Carlo Simulation. *Journal of Construction Engineering, Management & Innovation*, 1(2), 85–94. <https://doi.org/10.31462/jcemi.2018.01085094>

Sağlam, B., & Bettemir, Ö. (2018b). Estimation of duration of earthwork with backhoe excavator by Monte Carlo Simulation. *Journal of Construction Engineering, Management & Innovation*, 1(2), 85–94. <https://doi.org/10.31462/jcemi.2018.01085094>

Sağlam, B., & Bettemir, Ö. H. (2018c). Estimation of duration of earthwork with backhoe excavator by Monte Carlo Simulation. *Journal of Construction Engineering, Management & Innovation*, 1(2), 85–94. <https://doi.org/10.31462/jcemi.2018.01085094>

SERWELL. (2022). *La Importancia de la Maquinaria Pesada en la industria de la construcción*.

Soto, O. (2006a). *Tractores en la construcción*. Universidad Nacional Autónoma de México.[Tesis de pregrado].

Soto, O. (2006b). *Tractores en la construcción*. Universidad Nacional Autónoma de México.[Tesis de pregrado].

Stewart, L. (2024). *Análisis de documentos - Cómo analizar datos textuales para la investigación - ATLAS.ti*. <https://atlasti.com/es/research-hub/analisis-de-documentos>

Suárez, M. (2012a). *Metodología de investigación científica para ingeniería Civil*.

Suárez, M. (2012b). *Metodología de investigación científica para ingeniería Civil*.

TAMESON. (2021). *Presión atmosférica, absoluta, manométrica y diferencial*. 13 de Enero. <https://tameson.es/pages/presion-atmosfericap-absolutap-manometrica-y-diferencial>

Tiktin, J. (1997a). *Procedimientos generales de construcción* (Tercera).

Tiktin, J. (1997b). *Procedimientos generales de construcción* (Tercera).

TRITON. (2022a). *¿Para qué sirve el tractor sobre orugas?* <https://triton.com.pe/para-que-sirve-el-tractor-sobre-orugas/>  
<https://triton.com.pe/para-que-sirve-el-tractor-sobre-orugas/>

TRITON. (2022b). *¿Para qué sirve el tractor sobre orugas?* <https://triton.com.pe/para-que-sirve-el-tractor-sobre-orugas/>  
<https://triton.com.pe/para-que-sirve-el-tractor-sobre-orugas/>

Universidad de Puebla. (2021). *Ingeniería Civil*. <https://www.universidadesdepuebla.mx/ing-civil#:~:text=Campo de trabajo%3A Los egresados,%2C administración pública%2C entre otros>.

Vargas Biesuz Bruno E. (2014, July 14). *La Función de producción COBB - DOUGLAS*. [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2071-081X2014000200006](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-081X2014000200006)

Vargas, R. (1999a). *La maquinaria pesada en el movimiento de tierras (descripción y rendimiento)*.

Vargas, R. (1999b). *La maquinaria pesada en el movimiento de tierras (descripción y rendimiento)*.

Vargas Sánchez, R. (1999). *LA MAQUINARIA PESADA EN EL MOVIMIENTO DE TIERRAS (DESCRIPCIÓN Y RENDIMIENTO)*.

Vásquez, V. (2022). Informe Jurídico sobre la Casación Laboral N°10757-2016-Del Santa Trabajo de suficiencia profesional para optar el título profesional de Abogada. *Pontificia Universidad Católica Del Perú Facultad de Derecho*.

Yepes, V. (1997). *Equipos de movimiento de tierras y compactación : problemas resueltos*.

Yepes, V. (2015). *Cálculo de la capacidad de la hoja empujadora de un buldócer – El blog de Víctor Yepes*. <https://victoryepes.blogs.upv.es/2015/02/19/calculo-de-la-capacidad-de-la-hoja-empujadora-de-un-bulldozer/>

Zegarra, L., & Amorós, J. (2022). *Rendimientos de maquinaria pesada en las actividades de conformación y compactación del recrecimiento de una presa de relaves*.