

UNIVERSIDAD RICARDO PALMA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**“COMPARACIÓN DE METODOLOGIAS PARA
FORMULAR LA ESTRUCTURA DE LOS ANÁLISIS
DE COSTOS UNITARIOS A NIVEL DE
MOVIMIENTOS DE TIERRAS EN CAMINOS
RURALES Y URBANOS”**



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
CIVIL

PRESENTADO POR DAVID ALBERTO DEGOLLAR NIZAMA

LIMA - PERU

Año 2012

A mis padres, por haberme brindado su apoyo y amor incondicional en todos los momentos de mi vida.

ÍNDICE

CAPITULO 1 : INTRODUCCIÓN	8
1.1 Marco Situacional.....	8
1.2 Problematización	11
1.2.1 Problema General	11
1.2.2 Problemas Específicos.....	12
1.3 Objetivos.....	12
1.3.1 Objetivo General.....	12
1.3.2 Objetivo Específicos.....	12
1.4 Hipótesis	13
1.5 Variables	13
1.6 Importancia.....	13
1.7 Metodología.....	13
CAPITULO 2 : MARCO TEORICO	14
2.1 Teoría de Costos y Producción.....	14
2.1.1 Costos de Obra	17
2.1.2 Presupuesto.....	19
2.1.3 Metodologías para Determinar los Costos de una Partida.....	20
2.1.4 Productividad de Equipos de Movimientos de Tierras.....	25
2.1.5 Definiciones Básicas.....	59
2.2 Norma de Metrado para Habilitaciones Urbanas	63
2.2.1 Habilitaciones Urbanas.....	64
2.2.2 Partidas de Movimiento de Tierras para Habilitaciones Urbanas	65
2.2.3 Especificaciones Técnicas	65
2.3 Manual de Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de Carreteras EG. 2000 del MTC.	67
2.3.1 Partidas de Movimiento de Tierras.....	68
2.3.2 Especificaciones Técnicas del Manual EG 2000.....	69
2.4 Manual de Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Transito del MTC.....	80
2.4.1 Partidas de Movimiento de Tierras del Manual EG-CBT 2008	81
2.4.2 Especificaciones Técnicas del Manual EG-CBT 2008	82

CAPITULO 3 : METODOLOGÍAS DE ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS DE
MOVIMIENTO DE TIERRAS

85

3.1 Costos y Tiempos en Carreteras por Walter Ibáñez	85
3.1.1 Partidas de Movimiento de Tierras.....	86
3.1.2 Especificaciones Técnicas	86
3.1.3 Tablas de Rendimiento de Maquinarias	89
3.1.4 Análisis de Costo Unitario de una Partida.....	92
3.2 Costos y Presupuestos del Colegio de ingenieros del Perú	93
3.2.1 Partidas de Movimiento de Tierras.....	94
3.2.2 Especificaciones Técnicas	94
3.2.3 Análisis de Costo Unitario de una Partida.....	96
3.3 Revistas Técnicas	98
3.3.1 Revista Constructivo	98
3.3.2 Revista Costos	101
3.4 Expedientes Técnicos de obras.....	103
3.4.1 Expediente Técnico N° 1.....	103
3.4.2 Expediente Técnico N° 2.....	107
3.4.3 Expediente Técnico N° 3.....	111
3.4.4 Expediente Técnico N° 4.....	114
3.4.5 Expediente Técnico N° 5.....	118
3.4.6 Expediente Técnico N° 6.....	122
CAPITULO 4 : ANÁLISIS Y COMPARACIONES	126
4.1 Análisis y Comparaciones	126
4.1.1 Normativa Actual en el Perú y Metodologías	126
4.1.2 Factores y Formulación de los Análisis de Costos Unitarios	134
CAPITULO 5 : APLICACIÓN A UN CASO ESPECÍFICO	140
5.1 Aplicación a un Caso Específico	140
5.1.1 Expediente Técnico Mala	140
5.1.2 Partidas de Movimiento de Tierras.....	140
5.1.3 Especificaciones Técnicas Expediente Técnico Mala	141
5.1.4 Análisis de Especificaciones Técnicas Expediente Técnico Mala	142
5.2 Aplicación de la Normativa Peruana al Expediente Técnico Mala.....	143

5.2.1 Normativa Peruana Vs Expediente Técnico Mala.....	143
5.2.2 Propuestas de Partidas	148
5.2.3 Equipos y Rendimientos de una Partida en Común	151
5.3 Registro de Fotos de los Trabajos del Expediente Técnico Mala.....	157
CAPITULO 6 : CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	168
6.1 Conclusiones.....	168
6.2 Recomendaciones	170
BIBLIOGRAFÍA	172
ANEXOS	173
ANEXO 1	173
ANEXO 2	174

CAPITULO 1 : INTRODUCCIÓN

1.1 Marco Situacional

Los proyectos de caminos rurales o de bajo volumen se caracterizan por ser caminos que se han ejecutado en forma progresiva; es decir, se inician como trochas con anchos de 3.50 a 4.50 metros de sección transversal, luego se mejoran o rehabilitan en función al tráfico y a los años transcurridos lo que demanda ampliar la sección transversal a 5.50, 6.00 y hasta 8.00 metros lo que significa desarrollar un proyecto de mejoramiento de caminos rurales o de bajo volumen cuyas partidas significativas son el movimiento de tierras. Si fuera el caso de rehabilitar o mejorar una vía en una zona rural o urbana que se caracteriza por bajo volumen de tráfico, requiere de la formulación de un expediente técnico que está conformado entre otros por las siguientes partes:

Resumen ejecutivo

Memoria descriptiva

Estudios y diseños

Especificaciones técnicas

Presupuesto de obra (costos)

Metrados

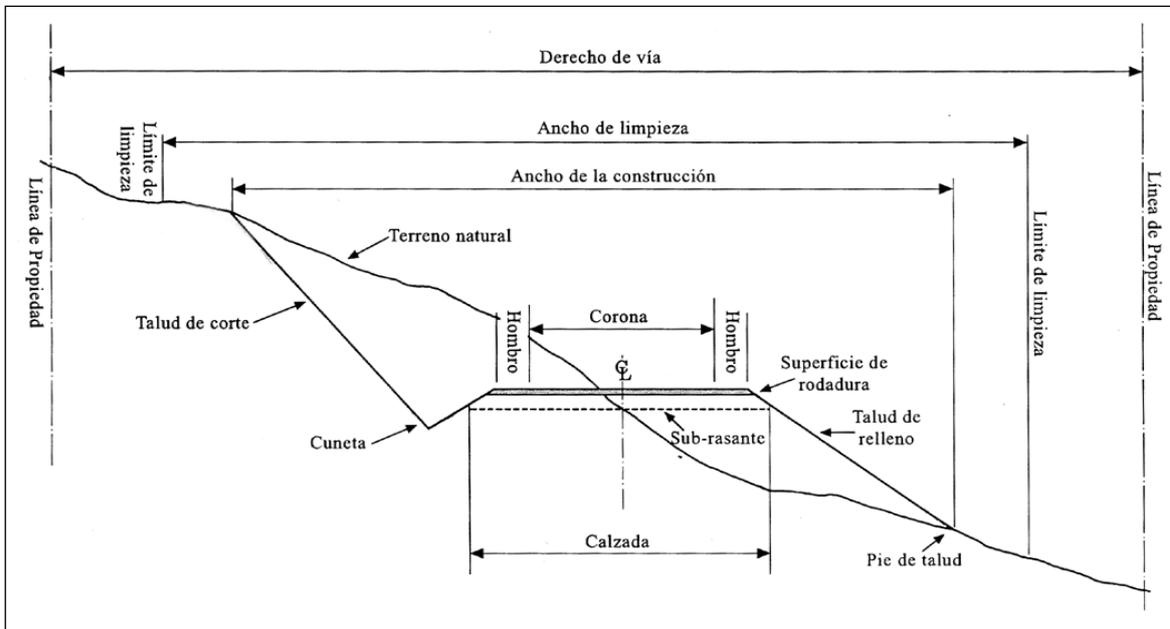
Programación de obra (plazos)

Planos

A continuación se va a presentar en la figura 1.1 los términos usados para definir a los caminos rurales y en la figura 1.2 la sección estructural del camino.

Figura 1.1

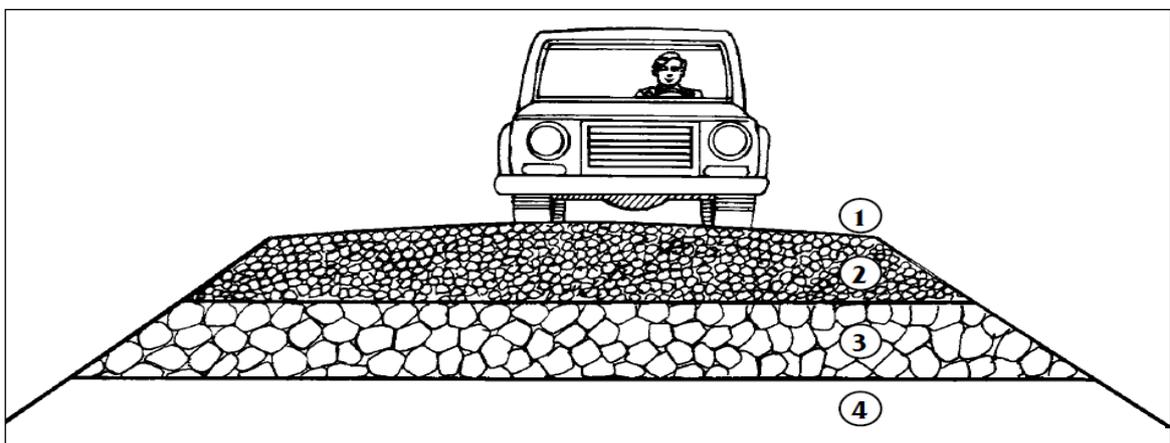
Términos Usados para Definir a los Caminos Rurales



Fuente: Libro de Ingeniería de Caminos Rurales por Gordon Keller y James Sherar, Publicado en el año 2005.

Figura 1.2

Sección Estructural del Camino



Fuente: Libro de Ingeniería de Caminos Rurales por Gordon Keller y James Sherar, Publicado en el año 2005.

Revestimiento superficial (Capa de Rodadura)

Capa de Base

Sub-Base

Sub-Rasante

Los elementos que gobiernan los contratos de obra de caminos de bajo volumen y en general de cualquier proyecto son dos:

Plazo de ejecución de obra

Costos de la obra

Los costos de una obra de caminos rurales o carreteras están formados básicamente por las partidas genéricas siguientes:

Obras preliminares

Movimientos de tierras

Pavimentos

Obras de arte

Señalización

Impacto ambiental

En nuestro caso hemos encontrado en la realidad que los expedientes técnicos de los proyectos que hemos revisado tienen diferente estructura de costos, diferentes nombres para una misma actividad, actividades que se superponen o están inmersas unas dentro de otras, lo que redundará sobre los costos y dentro de los mismos costos inclusive existen diferencias entre los equipos, los rendimientos, etc. Por lo que nos planteamos las siguientes interrogantes:

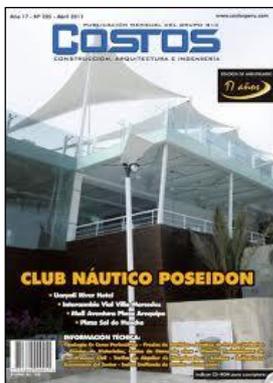
¿Por qué las estructuras de los análisis de costos unitarios son diferentes en sus componentes?

¿Por qué existen diferentes nombres para una misma actividad en una obra rural y urbana de caminos?

¿Cuál es el soporte técnico legal que justifica un determinado modelo?

¿Cuál es la validez de los modelos existentes?

Teniendo en consideración que el movimiento de tierra representa el 50% aproximadamente del costo de una carretera y a nivel de trocha el 70% a 90% consideramos que no deberían presentarse estos problemas en materia de análisis de costos unitarios ya que para demostrar las diferencias de las metodologías, podemos comparar los dos modelos de análisis de costos unitarios propuestos por las revistas técnicas siguientes:



Estas difieren entre ellas, tal como se explica en los capítulos correspondientes al análisis.

1.2 Problematización

1.2.1 Problema General

¿Los costos unitarios en caminos rurales y urbanos para construcción, mejoramiento y rehabilitación tienen una metodología en particular?, de ser así

¿Esta normada?

¿Cuál es la estructura de estos costos a nivel de movimientos de tierras?

1.2.2 Problemas Específicos

¿Cuáles son los factores que intervienen en la formulación de las partidas y los análisis de costos unitarios a nivel de movimientos de tierra para construcción de caminos de bajo volumen, rurales y urbanos?

¿Cuáles son las normas que rigen en el Perú para la formulación de partidas y los análisis de costos unitarios?

¿Las diferentes partidas, análisis de costos unitarios de expedientes técnicos y revistas especializadas tendrán relación con los factores y normativa existente?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Realizar una investigación bibliográfica, documental de las metodologías para formular los análisis de costos unitarios en construcción, mejoramiento, rehabilitación de caminos rurales y urbanos de bajo volumen de tráfico a nivel de movimiento de tierras y aplicarlas a un caso específico.

1.3.2 Objetivo Específicos

Determinar los factores que intervienen en la formulación de las partidas y los análisis de costos unitarios a nivel de movimientos de tierras para construcción de caminos de bajo volumen, rurales y urbanos.

Determinar las normas que rigen en el Perú, para la formulación de partidas y los análisis de costos unitarios.

Investigar las diferentes partidas, análisis de costos unitarios de expedientes técnicos, revistas especializadas para contrastarla con los factores y la normativa existente.

1.4 Hipótesis

La hipótesis de la presente investigación consiste en la existencia de diferencias en la descripción de partidas referentes a movimientos de tierras que se emplean en normativas y metodologías peruanas. Este hecho implica la aparición de errores en los análisis de costos, relacionados de forma directa con el alcance de dichas partidas.

1.5 Variables

Las variables de esta investigación son las partidas de las diferentes normas y metodologías peruanas. Esto es debido a que el contenido de las mismas varía en función de cuál sea la fuente consultada.

1.6 Importancia

Una partida mal planteada en los análisis de costos unitarios implica errores en el presupuesto general, rendimientos y elección de equipos. Además lleva a formular un presupuesto irreal o que con lleve a una mala calidad de los trabajos, el fracaso de la empresa contratista o el no cumplimiento del objetivo del proyecto. Es por ello que la importancia radica en realizar una investigación bibliográfica, para determinar un modelo y contrastarla en obra para validar y tener una fuente de consulta referencial, en alternativas para formular la correcta estructura de los análisis de costos unitarios para movimientos de tierra en caminos rurales y urbanos.

1.7 Metodología

La metodología empleada en esta tesis se basa en la revisión de expedientes técnicos, metodologías, revistas técnicas, especificaciones técnicas y normas. Dicha revisión tiene lugar a fin de analizar, concluir y determinar un procedimiento para llevar a cabo la estructura de análisis de costos unitarios a nivel de movimientos de tierra en construcción de caminos rurales y urbanos.

CAPITULO 2 : MARCO TEORICO

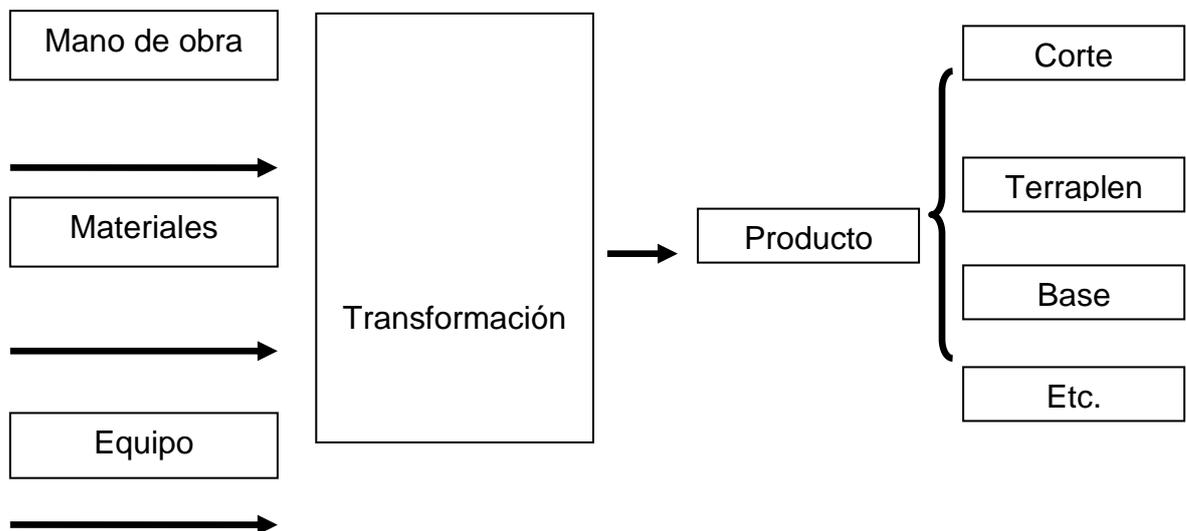
2.1 Teoría de Costos y Producción

El costo es el gasto económico que representa la fabricación de un producto o la prestación de un servicio. Dicho en otras palabras, el costo para los trabajos de las partidas de movimiento de tierras está representado por el pago de salarios, la compra de materiales, los equipos, la obtención de fondos para la financiación, la administración, etc. Que se debe realizar para lograr un objetivo operativo. Cuando no se alcanza el objetivo deseado, se dice que una empresa tiene pérdidas.

El costo es el gasto que está representado por lo siguiente:

Cuadro 2.1

Factores que Intervienen en la Representación del Costo



La información de costos es usada para dos propósitos en la mayoría de las empresas dedicadas a los trabajos de Ingeniería Civil:

Los sistemas de contabilidad de costos proveen información para evaluar el desempeño de los trabajos en construcción.

Proveen los medios para estimar los costos de unidades de producto o servicio que la empresa pueda ejecutar o proveer a otros.

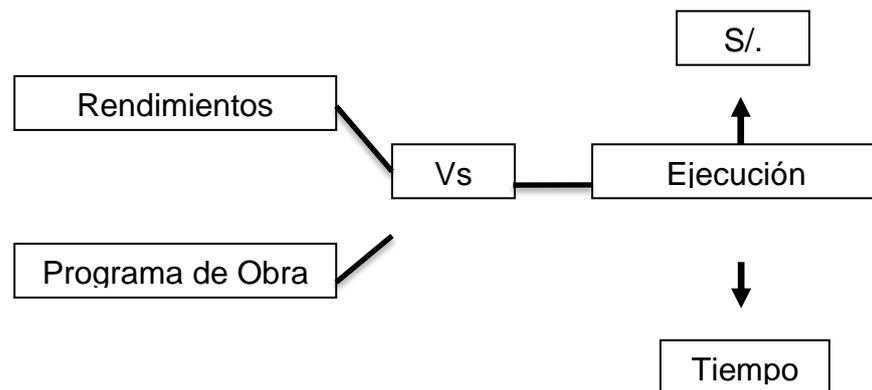
La información de costos se puede usar de las siguientes maneras:

Medición del desempeño

Esta medición para los trabajos de movimiento de tierra se puede hacer comparando los costos actuales con aquellos que eran esperados (costos estándar o costos presupuestados) al grado de saber cuáles de ellos han sido controlados.

Cuadro 2.2

Medición del Desempeño



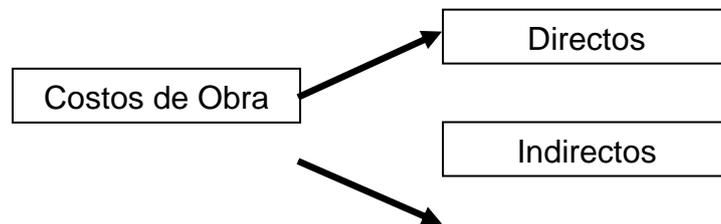
Costo de los productos y servicios

Para satisfacer las demandas de información, un sistema de costos debe medir todos los costos que intervienen en los trabajos de movimientos de

tierras y así asignar una parte de esos costos a cada partida que integra los movimientos de tierra. Los costos de obtener, mantener, realizar y gestionar los trabajos deben ser agregados a los costos de material y labor productiva que cada partida requiere. A los primeros se les llama costos indirectos y a los dos últimos se les llama costos directos.

Cuadro 2.3

Costos de los Productos y Servicios

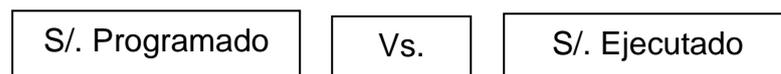


Análisis de utilidades

La información de los costos es indispensable para analizar la utilidad de un producto, en nuestro caso para los trabajos de movimiento de tierra la utilidad final se obtendrá haciendo la comparación entre costo programado y el costo de lo ejecutado. Toda empresa tiene como fin el lucro que se refleja a través de las utilidades en la ejecución de una obra.

Cuadro 2.4

Análisis de la Utilidad



2.1.1 Costos de Obra

El Colegio de Ingenieros del Perú, publico en el año 2008 el Manual de Partidas y Determinación de Costos el cual nos hace referencia que la estructura de costos de obras se define en dos partes:

Costos directos

Costos indirectos

Costos Directos

Los costos directos de obra son los que de manera directa y obligada determinan y posibilitan una realización a través de los recursos o medios empleados en ella como son: la mano de obra, herramientas, maquinaria y equipos especiales, materiales de construcción e insumos; son estos tan necesarios que sin ellos no sería posible la realización o ejecución de los trabajos u obras; los costos directos afectan solo a cada partida.

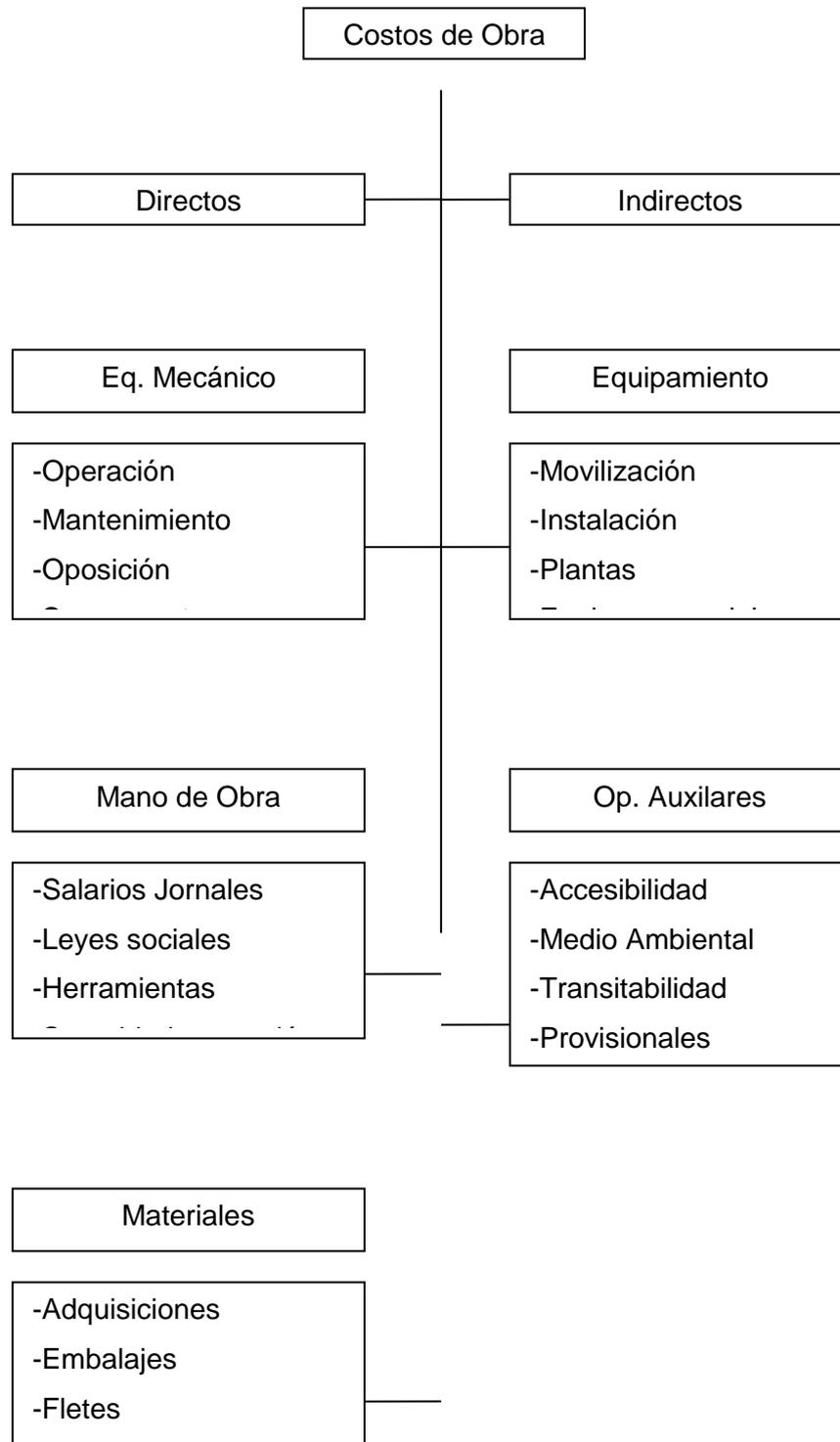
Costos Indirectos

Los costos indirectos de la obra, corresponden a los egresos que demandan las realizaciones auxiliares, y de apoyo, que en muchos casos suelen ser provisionales y temporales, por lo cual son necesarias como un medio para la ejecución de las obras y estructuras básicas o definitivas, los costos indirectos afectan o mejor son aplicables por lo general a varias partidas o todo el proyecto, caso por ejemplo de la movilización de las maquinarias o la construcción de accesos internos, por lo que para su afectación a nivel de cada partida debería hacerse un análisis, pero como esto resulta en la práctica demasiado dificultoso y no muy práctico, es mejor considerarlo en forma independiente y global.

La estructura de costos de obra se muestra en el cuadro siguiente:

Cuadro 2.5

Estructura de costos en Obra



Fuente: Manual de Partidas y Costos Pág. 213, Autor: Ing. Luis Alfonso Mares Medina, publicado en el año 2008 por el colegio de ingenieros del Perú.

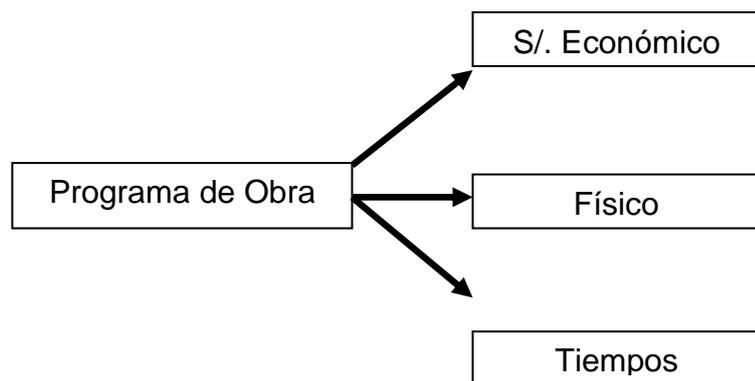
2.1.2 Presupuesto

Un presupuesto traza el rumbo de una empresa describiendo los planes del negocio en términos financieros. Como un mapa de camino, el presupuesto puede ayudar a la compañía a navegar durante el año y reducir los resultados negativos.

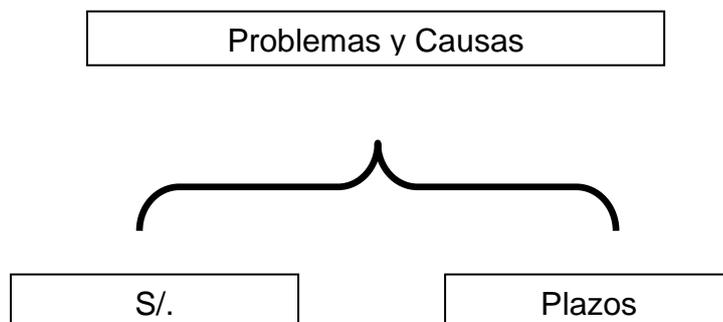
Un Presupuesto involucra lo siguiente:

Establecer metas específicas (Producto por entregar).

Ejecutar planes para lograr las metas.



Comparar periódicamente los resultados actuales con las metas.



Estas metas incluyen tanto las metas generales de la empresa como las metas específicas de cada unidad individual en la empresa. Establecer metas específicas para operaciones en el futuro es parte de la función de planeación de la administración, mientras que ejecutar las acciones para llegar a las metas es parte de la función de dirección de la empresa. La comparación periódica de los resultados actuales con estas metas y tomar las acciones apropiadas es parte de la función de control de la administración.

2.1.3 Metodologías para Determinar los Costos de una Partida

En Ingeniería Civil; para un proyecto de carreteras específicamente se requiere de una secuencia lógica de actividades para alcanzar el objetivo o la meta por ejemplo para asfaltar una calle de 100 m se requiere de las siguientes partidas:

Trazo y replanteo

Movimiento de tierras

Corte

Eliminación

Compactación sub-rasante

Mejoramiento de sub-rasante

Pavimento

Sub-base

Base

Imprimante

Carpeta asfáltica

Señalización

Pero la partida Eliminación a su vez está conformada por:

Carguío

Transporte

Acondicionamiento zona de deposito

La partida de base o sub-base está conformada por:

Extracción

Zarandeo

Carguío

Transporte

conformación

Todas estas partidas están medidas en m3 o m2.

Teniendo como referencia lo mencionado líneas arriba la metodología para la determinación de los costos de obra por partida se plantea por principio lo siguiente:

Un listado de partidas y cantidades

Especificaciones técnicas

Estructuración del formato adecuado

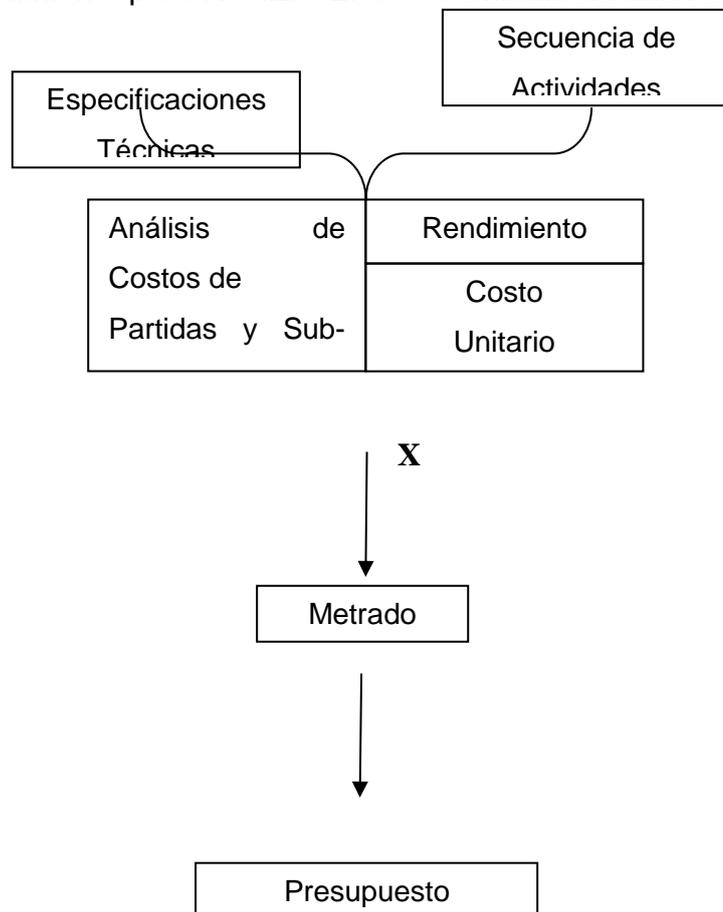
Respecto al listado de partidas y cantidades, solo se trata de un extracto del Manual de Partidas referido a las diferentes operaciones, trabajos y obras que consignan los estudios definitivos para un proyecto dado.

Las especificaciones técnicas, constituyen otro parámetro importante en la ejecución de las partidas y las metodologías o procedimientos de construcción a emplearse y consecuentemente en el análisis y cálculo de los costos unitarios, ya que dichas especificaciones precisan con claridad y amplitud la realización y aceptación de los trabajos y obras.

La metodología para calcular el costo unitario de una partida, se basa en un procedimiento y en una hoja de cálculo que se muestra en el Cuadro 2.6 y 2.7 respectivamente.

Cuadro 2.6

Procedimiento para Realizar El Costo Unitario de una Partida



En este cuadro se puede observar lo siguiente:

a) Mano de obra

El costo de la mano de obra está determinado por categorías (capataz, operario, oficial y peón).

El costo de la mano de obra varía conforme a la dificultad o facilidad de la realización de la obra, el riesgo o la seguridad en el proceso constructivo, las condiciones climáticas, costumbres locales, etc.

El costo de la mano de obra es la sumatoria de los siguientes rubros que están sujetos a disposiciones legales vigentes.

Jornal básico

Leyes sociales

Bonificaciones

Etc.

b) Materiales

En la ejecución de una carretera se integran materiales, naturales, semi-elaborados y elaborados, que a su vez incluyen mano de obra, herramientas y equipos.

El costo de los materiales necesarios para la construcción de carreteras, son componentes básicos dentro de los análisis de costos unitarios. El costo utilizado es de material puesto en obra que incluye los siguientes rubros.

Precio del material en el centro abastecedor

Costo flete

Costo del manipuleo

Costo del almacenamiento

Mermas

Costo de viáticos por seguridad como es el caso de los explosivos

c) Equipo

Los equipos tienen una gran incidencia en el costo de las carreteras, sobre todo en las actividades de movimiento de tierras, en esta parte se coloca las características del equipo como modelo, capacidad, potencia, etc. Ya que en función a ellas se determina el rendimiento diario.

2.1.4 Productividad de Equipos de Movimientos de Tierras

De la tesis "Procedimiento para el análisis de costos unitarios de la obra: Construcción y Modificación de Excedencias de la Presa Abelardo L. Rodriguez, Hermosillo, Sonora, México" realizada en el año 1994 hace referencia lo siguiente:

Para obtener la producción de cualquier maquina es indispensable conocer y calcular los factores que intervienen en ella, los cuales son constantes para el análisis de rendimientos y semejantes para cualquier tipo de trabajo que se desarrolle y son los siguientes:

Capacidad de la Maquina

Lo primero es determinar la capacidad de la máquina, la cual se medirá por ciclo. ¿Cuánto cargaría o conduciría la maquina en cada ciclo? Para esta operación, solo se necesita conocer la capacidad indicada la cual puede hallarse en las especificaciones técnicas de diversas maquinas.

Tiempo del Ciclo

La segunda operación es calcular el tiempo del ciclo de la maquina normalmente, se divide en los siguientes movimientos: extracción, carga, acarreo, maniobras, descarga y regreso. Hallando el tiempo del ciclo, puede determinarse el número de ciclos por hora.

Producción por Hora

El tercer punto consiste en calcular la producción por hora mediante la multiplicación de la carga por ciclo y el número de ciclos por hora.

Con esto se obtiene una producción por hora al 100% de eficiencia. Luego se multiplica el resultado por el factor de eficiencia en el trabajo, el cual se basa en empleo del tiempo.

Factores de Corrección

Los equipos son unidades que trabajan con motores a combustión que transforman la fuerza motriz en desplazamiento, operada por una persona en una zona geográfica que tiene suelo específico a una altitud determinada y que son factores que afectan la productividad. Estos factores podrían basarse en la aptitud del operador, los

métodos de producción, el tiempo atmosférico, el tránsito de vehículos, causa de fuerza mayor etc. La habilidad de un contratista para determinar y emplear estos factores de corrección, en las condiciones existentes, tendrá gran influencia en el éxito de las operaciones de movimiento de tierras.

Mediante estas cuatro operaciones, se halla la producción estimada de la maquina en una hora. Este es el resultado de la comprensión y utilización de los fundamentos de movimiento de tierras

A continuación se presentan los principales equipos que se emplearan en los trabajos de movimiento de tierras en carreteras, cuya importancia para la determinación de los rendimientos y los costos, son los siguientes:

Tractores

Camiones

Excavadoras y Cargador Frontal

Motoniveladoras

Rodillos

En el Cuadro 2.8 se presenta la selección adecuada de los tipos de maquinarias por partida (sin fijar características).

Cuadro 2.8

Preselección de Maquina

OPERACIONES PARTIDAS	MOVIMIENTO DE TIERRAS			
	PERFORACION	EXCAVACION	RELLENOS	TRANSPORTE
UNIDADES MECANICAS				
Barredora mecanica				
Bombas de inyeccion				
Bombas hidraulicas		X		
Camion cisterna			X	X
Camion imprimador				
Camion volquete			X	X
Cargador frontal s/o		X	X	X
Compresora neumatica		X		
Compresora neumatica s/ ll	X	X		
Chancadora primaria / secundaria	X		X	
Equipos de corte				
Equipos de soldar				
Martillos neumaticos	X	X		
Mezcladora de concreto				
Motoniveladoras			X	
Pavimentadora asfaltica				
Plancha compactadora vibratoria			X	
Planta de asfalto en caliente				X
Recuperador pavimentos				
Retroexcavadora		X		
Rodillo neumatico				
Rodillo tandem				
Rodillo vibratorio liso			X	
Tractor de tiro				
Tractor sobre orugas		X	X	
Tractor sobre llantas		X		
Zaranda mecanica			X	
EQUIPOS AUXILIARES				
Andamios metalicos				
Camionetas				X
Equipo para pintar				
Gata hidraulica				
Grupo electrogeno				
Motobombas		X		
Ripper		X		
Vibrador de concreto				

Fuente: Manual de Partidas y Costos Pág. 253, Autor: Ing. Luis Alfonso Mares Medina, publicado en el año 2008, Publicado por el colegio de ingenieros del Perú.

Del Programa de Titulación 2006 de Ingeniería Civil de la Universidad de Piura se tomo como fuente para describir las principales características y el cálculo de producción de las maquinas ya mencionadas y se presenta a continuación:

Tractores

Un tractor es una unidad de potencia de tracción que tiene una cuchilla al frente de la máquina. Los tractores pueden estar montados tanto sobre orugas o cadenas como sobre ruedas. Los tractores se usan para empujar material, limpiar terreno, romper roca, ayudar a las traíllas en la carga y empujar otros elementos de equipo de construcción. Pueden estar equipados además con un winche posterior o un ripper.



Imagen 01-Vista de un tractor de orugas

a.1) Estimación de la producción de los tractores

Un tractor o dozer es una unidad de tracción provista de una cuchilla en la parte frontal. Esta cuchilla se usa para empujar, cortar y nivelar o esparcir material hacia delante del tractor. Los tractores son las máquinas de movimiento de tierras más eficientes y versátiles. Se usan generalmente para iniciar la limpieza del terreno, el corte y la nivelación de la sub-rasante y en la producción de los agregados en las canteras de material. Las operaciones específicas son:

Empuje de tierra y roca en distancias cortas, hasta 91 m., en el caso de tractores grandes.

Esparcido de rellenos de tierra y roca.

Relleno de trochas o terraplenes.

Abertura de caminos a través de montañas o en terrenos rocosos.

Limpieza de terreno de maleza, raíces, etc.

Limpieza de superficies en canteras o zonas de préstamo.

Ayuda en la carga de traíllas.

En cada uno de estos trabajos la gran diferencia la hacen las cuchillas. Las cuchillas son elementos en forma de placa que tiene unos bordes cortantes. Están conectadas al tractor a través de brazos hidráulicos. Tienen distintos diseños y formas. Además, la forma de movimiento de las cuchillas también define algunos nombres como el

bulldozer, tiltadozer, angledozer, etc. El tipo de cuchilla puede influir directamente en la cantidad de material que es capaz de captar y movilizar y, por tanto, influye en la producción del tractor. Por ello, es necesario conocer con detalle los tipos de cuchilla de los tractores.

a.2) Tiempo del ciclo

El ciclo de un tractor para las operaciones de empuje de material se compone de tres labores: empujar, regreso y maniobras. El tiempo requerido para empujar y regresar puede calcularse para cada modelo de tractor, considerando las distancias de empuje y obteniendo una velocidad del manual de desempeño de la máquina. El tiempo será el resultado de la división de la distancia entre la velocidad. Algunos manuales ofrecen el tiempo directamente, ingresando con la distancia.

a.3) Producción

La fórmula para calcular la producción del tractor en metros cúbicos por una hora de 60 minutos es la siguiente:

$$P = \frac{V}{T_E + T_R + T_M}$$

Ec. 2.1

Dónde:

P: producción de la máquina

V: capacidad de la cuchilla

T_E: tiempo de empuje

T_R: tiempo de retorno

T_M: tiempo de maniobras

Esta producción se basa en un trabajo continuo durante una hora de 60 minutos, que sería una condición ideal. Sin embargo, la eficiencia del trabajo se verá afectada por la buena dirección en el campo, las condiciones del equipo y la dificultad misma de las labores.

a.4) Factores de corrección según las condiciones de trabajo

La fórmula para calcular la producción real en m³ es la siguiente:

$$P_{real} = P * F_o * F_m * F_e * F_t * F_v * F_{et} * F_p$$

Ec. 2.2

Dónde:

P_{real}: Producción real

P: Producción de la maquina

F_o: Factor de Corrección del operador

F_m: Factor de Corrección del Material

F_e: Factor de de Corrección Empuje por Método de Zanja

F_t: Factor de Corrección con Dos Tractores Juntos

F_v: Factor de Corrección de la visibilidad

F_{et}: Factor de Corrección de la Eficiencia de Trabajo

F_p: Factor de Corrección de la Pendiente

Los factores de corrección se muestran en el cuadro 2.9 y 2.10.

Cuadro 2.9

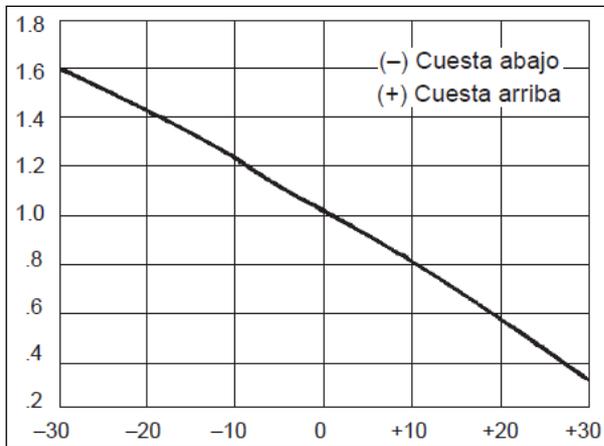
Factores de Corrección

	TRACTOR DE CADENAS	TRACTOR DE RUEDAS
OPERADOR: —		
Excelente	1,00	1,00
Bueno	0,75	0,60
Deficiente	0,60	0,50
MATERIAL —		
Suelto y amontonado	1,20	1,20
Difícil de cortar; congelado; —		
con cilindro de inclin. lateral	0,80	0,75
sin cilindro de inclin. lateral	0,70	—
hoja con control de cable	0,60	—
Difícil de empujar; se apelmaza (seco, no cohesivo) o material muy pegajoso.	0,80	0,80
Rocas desgarradas o de voladura	0,60-0,80	—
EMPUJE POR METODO DE ZANJA CON DOS TRACTORES JUNTOS	1,20 1,15-1,25	1,20 1,15-1,25
VISIBILIDAD:		
Polvo, lluvia, nieve, niebla, oscuridad	0,80	0,70
EFICIENCIA DEL TRABAJO: —		
50 min/hr	0,83	0,83
40 min/hr	0,67	0,67
HOJAS*:		
Ajuste según la capacidad SAE de la hoja básica que se usa en las gráficas de los cálculos de producción.		
PENDIENTES: Vea gráfica sig.		
<small>*Nota: Las hojas orientables y las amortiguadas no se consideran herramientas de producción. Según las condiciones del trabajo, la hoja A y la C producen por término medio del 50 al 75% de una hoja recta.</small>		

Fuente: Manual de Rendimiento Caterpillar Edición 37 Pag. 1- 46

Cuadro 2.10

% de Pendiente Vs. Factor de Empuje



Fuente: Manual de Rendimiento Caterpillar Edición 37 Pag. 1- 46

Camiones

En el transporte de material excavado, agregados y materiales de construcción así como la movilización a obra de otros equipos, los camiones sirven para un mismo propósito: son unidades de transporte debido a las altas velocidades, proporcionando costos de transporte relativamente bajos.

La mayoría de los camiones pueden operarse sobre cualquier camino con una superficie suficientemente firme y suave, siempre y cuando las pendientes no sean excesivas.

Algunas unidades están diseñadas como camiones fuera de carretera. Porque su tamaño y peso son mayores que los límites permitidos en las carreteras nacionales. Estos camiones se usan para transportar materiales en proyectos muy grandes donde se mueven cantidades importantes de tierra y roca y

la dimensión y los costos justifican fácilmente con el

incremento de la capacidad de producción, como es el caso de los camiones dedicados a la minería, que tienen parámetros específicos para sus vías internas.



Imagen 02-Camión típico usado para transportar material

Si los camiones se van a usar para transporte de material, conviene seleccionar unidades versátiles, adaptables a propósitos múltiples. Sin embargo, si los camiones se van a usar para un proyecto específico, deberían seleccionarse para cumplir los requerimientos deseados.

b.1) Medida de la capacidad

Los camiones son en general de dos tipos: los de acarreo, provistos de una tolva y los de transporte de equipo tipo tráiler, que tienen más bien una plataforma, sobre la cual se coloca el equipo a transportar. Los camiones que tienen una tolva miden su capacidad por medio de su capacidad volumétrica. Si la carga fuera un material líquido, la capacidad sería el volumen de la tolva, trazando una línea horizontal por los bordes superiores; este es el volumen a ras. Pero los materiales que se transportan suelen conformarse

en una pila o cúmulo en el centro. Esta prominencia implica físicamente un mayor volumen que el anterior, denominado volumen colmado.

El volumen a ras es el valor que generalmente se puede medir con facilidad y es ofrecido por el fabricante. El volumen colmado asume que el acomodo del material tiene un cúmulo en el centro con una pendiente 2:1 hacia los extremos de la tolva (ver imagen a y b). La capacidad colmada real variará con el material que se transporte. Por ejemplo, una tierra húmeda o una arcilla arenosa pueden acomodarse con una pendiente de 1:1, mientras que la misma arena seca o grava no tendrá una pendiente mayor a 3:1. Para determinar la capacidad colmada real de una unidad es necesario saber la capacidad a ras, la longitud y ancho de la tolva y la pendiente con la cual el material permanece estable mientras el vehículo viaja (ángulo de reposo). En esto influirá la calidad del camino, puesto que una condición suave y de pendiente ligera permitirá un mayor ángulo de reposo que otros caminos más rugosos.



a) Capacidad colmada, 2:1

b) Capacidad a ras

b.2) Cálculo de la producción de los camiones

La capacidad productiva de un camión depende del tamaño de su carga y el número de viajes que es capaz de realizar en una hora. El número de viajes completos en una hora es una función del tiempo del ciclo y éste a su vez tiene cuatro componentes: (1) tiempo de carga, (2) tiempo de acarreo, (3) tiempo de descarga, y (4) tiempo de retorno. El tiempo de carga dependerá del equipo de carga y la capacidad de la tolva; evaluando la coincidencia entre el tamaño de la tolva y la capacidad del cucharón del equipo de carga se establece el volumen y el tiempo de carga. Los tiempos de viaje y retorno

dependerán de la potencia del motor, el peso del vehículo, las distancias de acarreo y retorno y las condiciones del camino. El tiempo de descarga es una función del tipo de equipo y las condiciones del área de descarga.

Los camiones por lo general se combinan con un equipo de carga (cargador frontal o excavadora) para llenar el material en la tolva. Este proceso de carga y sus características introducen algunos factores importantes que afectan la tasa de producción y el costo de

manipulación de la tierra. Por ello, no es suficiente calcular la producción de un camión de manera aislada. Esta combinación de camiones (pueden ser más de uno) y cargador conforman una flota de trabajo y el cálculo de la producción se hace para la flota completa, balanceando las capacidades de las unidades de transporte con el tamaño de la cuchara del cargador.

Cualquier equipo de carga requiere que el volumen de la cuchara se balancee con la capacidad de la tolva del camión. De no hacerlo, se desarrollarían dificultades de operación e incrementos en el costo final de la operación por pérdidas de tiempo o tiempos de espera. Una regla práctica frecuentemente usada al seleccionar la dimensión de los camiones es que sea como mínimo 4 ó 5 veces la capacidad del cucharón.

El primer paso para analizar la producción de un camión es determinar el número de cargas (N) que el excavador colocará en la tolva. Se puede estimar dividiendo el volumen colmado de la tolva ($V_{\text{camión}}$) entre el volumen del cucharón ($V_{\text{cucharón}}$); ver la Ec 2.3.

$$N = \frac{V_{\text{camión}}}{V_{\text{cucharón}}}$$

Ec. 2.3

Físicamente el número de cargas colocadas en la tolva debe ser un número entero. Por ello se redondea hacia el

número entero mayor. Como ambos casos tienen una incidencia en la producción, conviene continuar los cálculos con ambos valores. Si N es el número entero mayor (Ec. 2.4), el volumen que transportará será el máximo nominal colmado de la tolva ya que el exceso de material se desparrama fuera de la tolva y si es el menor, será el número de cargas por la capacidad del cucharón (Ec. 2.5).

$$V = V_{camión}$$

Ec. 2.4

$$V = N * V_{carga}$$

Ec. 2.5

Luego se debe verificar el peso que se transporta en cada viaje. Para cualquiera de las dos fórmulas anteriores, el peso será el volumen transportado por el peso unitario suelto del material. En ambos casos, deberá verificarse que el peso equivalente del volumen cargado no exceda la máxima carga permitida por el camión hasta en un 2%.

El tiempo de carga será el tiempo que tarda un ciclo de carga por el número de cargas totales. Esto se calcula multiplicando el tiempo del ciclo de carga, que son los valores tabulados para cada equipo, y el número de

cargas seleccionados anteriormente.

$$T_{carga} = N * t_{ciclo}$$

Ec. 2.6

El tiempo de acarreo se puede estimar dividiendo la distancia del camino recorrido entre la velocidad alcanzada por el vehículo (Ec. 2.7). Esta velocidad dependerá de las condiciones de peso de la carga y resistencias a la rodadura y a la pendiente del camino y se estima usando las tablas de desempeño que ofrece el fabricante del camión.

$$T_{ida} = \frac{D_{ida}}{V_{ida}}$$

Ec. 2.7

De la misma manera que el camino de ida, se puede estimar el tiempo del viaje de regreso, usando el peso del vehículo vacío, la resistencia a la rodadura y la resistencia a la pendiente desde el punto de descarga y el área de carga, usando también las tablas de desempeño del fabricante del camión. (Ec. 2.8).

$$T_{regreso} = \frac{D_{regreso}}{V_{regreso}}$$

Ec. 2.8

Para incrementar la eficiencia del transporte, se prefiere usar un patrón de recorrido en un solo sentido, es decir, que la ruta de ida no sea la misma de regreso, formando así un circuito cerrado alrededor de la zona de carga. En este caso, es claro que se tendrán distancias distintas en la ida y el regreso. Otras veces se usa el mismo camino de ida y vuelta, de modo que la distancia y la resistencia a la rodadura son las mismas, pero la pendiente es contraria, es decir, con signo negativo como es el caso de camiones rurales de una sola vía y carril. El tiempo de descarga depende del tipo de unidad que se usa para el acarreo y la congestión en la zona de descarga. Hay que considerar que en el área de descarga hay otro equipo de apoyo. Los tractores están esparciendo el material y pueden estar trabajando otras unidades de compactación. Las unidades de descarga posterior necesitan estar totalmente quietas durante la

descarga, lo cual significa que el camión debe detenerse completamente y avanzar en reversa una determinada distancia.

El tiempo del ciclo del camión es la suma de los tiempos de carga, de ida, de descarga y de regreso (Ec. 2.9):

$$T_{ciclo} = T_{carga} + T_{ida} + T_{descarga} + T_{regreso}$$

Ec. 2.9

Como se mencionó líneas anteriores, un camión trabaja siempre con un equipo de carga, constituyendo una flota de trabajo. Para lograr la máxima eficiencia en la

operación hace falta equilibrar el número de unidades o camiones que conviene usar para mantener al equipo de carga trabajando de manera constante, reduciendo lo más posible las esperas. Este número de equilibrio se logra dividiendo el tiempo del ciclo del camión entre el tiempo de carga, como se expresa en la (Ec. 2.10):

$$N_{camiones} = \frac{T_{ciclo}}{T_{carga}}$$

Ec. 2.10

Para estimar la producción de la (Ec. 2.10) si se escoge el número de camiones aproximando a un número entero menor, la fórmula de producción es:

$$P = N_{camiones} \frac{V}{T_{ciclo}}$$

Ec. 2.11

Si por el contrario, se selecciona un número entero mayor de la (Ec 2.10). La producción será la producción del cargador:

$$P = \frac{V_{cargador}}{T_{carga}}$$

Ec. 2.12

Como regla general, se recomienda no tener el equipo de carga esperando, ya que un número insuficiente de camiones originará una pérdida de producción. Por ello, es mejor tener mayor número de camiones, es decir, redondear la Ec. 2.10 al número entero mayor. Además, el cargador tiene por lo general un costo horario mucho mayor que los camiones y si no hay un número suficiente de camiones habrá una pérdida de producción y un mayor costo, del equipo de carguío.

La producción final deberá entonces obtenerse multiplicando la producción hallada con las Ec. 2.11 o Ec. 2.12 por la eficiencia.

b.3) Eficiencia

La eficiencia se estima basándose en una hora de trabajo equivalente a 60 minutos; para ello hay que tener en cuenta algunas condiciones, como es el caso de la inexperiencia del operador, las condiciones climáticas o de visibilidad, el mantenimiento del equipo, la interacción con otro equipo en las zonas de carga y descarga, el hecho de tener una sola ruta de ida y vuelta, etc. que pueden disminuir la eficiencia. Por otro lado, las distancias de acarreo largas producen una mejor eficiencia del chofer, incrementándose cuando las distancias llegan a 2.4 Km y volviéndose constante para distancias mayores. Todo esto se consolida en un factor de eficiencia que puede llegar a 50 min/h.

A pesar que este valor se puede usar como una buena referencia, siempre será mejor contar con una base de datos propia o mucho criterio para asumirlos con fidelidad.

Excavadora y Cargador Frontal

Las excavadoras tienen muchas variaciones. Pueden estar montadas sobre orugas o sobre ruedas y disponer de distintos accesorios de operación. Con cada opción de tipo, modelo, accesorios y tamaños se tienen diferentes aplicaciones y por lo tanto, distintas ventajas económicas.

La potencia hidráulica es la clave de las ventajas que ofrecen estas máquinas. El control hidráulico de los componentes de la máquina proporciona mayor rapidez en los tiempos de los ciclos, mejor control de los accesorios, mejor eficiencia total, suavidad y facilidad de operación y un control positivo que permite una mayor precisión.

En general se clasifican por el movimiento que les proporcionan los controles hidráulicos del brazo en el cual se apoya el cucharón. Una unidad con un giro hacia abajo se clasifica como un azadón, llamado también retroexcavadora o retro. Este equipo ejerce una fuerza de excavación hacia la máquina, levantando la carga de abajo hacia arriba. Una unidad con un movimiento hacia delante se conoce como un cargador frontal. El cargador frontal desarrolla la fuerza de carga moviendo la cuchara hacia adelante de la máquina. El giro hacia delante de un cargador frontal la hace más útil para las operaciones de carga; por lo tanto, la máquina requerirá

una carga de material por encima del nivel de apoyo del equipo.



Imagen 03-Movimiento del azadón



Imagen 04-Movimiento del cargador frontal

c.1) Selección de las excavadoras y Cargador Frontal

Las excavadoras con movimientos de azadón son ideales para la excavación de zanjas o taludes y la carga también de unidades de transporte. Por su configuración la longitud del brazo es mayor, proporcionándole una mayor versatilidad por su alcance en cuanto a profundidad y altura.

Los cargadores frontales son ideales para la manipulación de material tipo agregados, como tierra y roca bien fragmentada: la carga de camiones y la carga de agregados. Vienen montados sobre orugas o sobre neumáticos. La ventaja de los cargadores de neumáticos es que la cabina puede articularse respecto a las llantas posteriores, facilitando su operación.

c.2) Cálculo de la producción

La producción puede estimarse como el volumen del cucharón ($V_{\text{cucharón}}$) entre el tipo del ciclo de carga (T_{ciclo}), afectado por los factores de eficiencia (E), de ángulo y altura de corte (f_{ca}) y de volumen (f_v), según la (Ec. 2.13).

$$P = \frac{V_{\text{Cucharon}}}{T_{\text{Ciclo}}} * E * f_{ca} * f_v$$

Ec. 2.13

c.3) Volumen del cucharón

El volumen del cucharón se considera la capacidad colmada, afectada por los factores de llenado, como se muestra en la (Ec. 2.14).

$$V_{\text{cucharón}} = V_{\text{colmado}} * f_{\text{llenado}}$$

Ec. 2.14

Cuadro 2.11

Factores de Llenado para Excavadoras, en %.

Material	Pala frontal	Azadón	Cargador frontal	
			Neumáticos	Orugas
Arcilla en banco; tierra; arena y grava.	100-110	95-110	80-100	80-100
Mezcla de tierra y roca	105-115	---	100-120	100-120
Roca pobremente fragmentada	85-100	40-50	60-75	60-75
Roca medianamente fragmentada	---	---	75-90	75-90
Roca bien fragmentada	100-110	60-75	80-95	80-95
Conchuela; arenisca en banco, arcilla dura, materiales cementantes	85-100	80-90	85-95	85-100
Limo húmedo; arcilla arenosa	---	100-110	100-110	100-120
Agregado húmedo, mezclado y suelto	---	---	95-100	95-100
Agregado uniforme, suelto hasta 1/8"	---	---	95-100	95-110
Agregado uniforme, suelto entre 1/8" y 3/8"	---	---	90-95	90-110
Agregado uniforme, suelto entre 1/2" y 3/4"	---	---	85-90	90-110
Agregado uniforme, suelto de 1" ó mayor	---	---	85-90	90-110

Fuente: Peurifoy y Schexnayder. Construction Planning, Equipment and Methods 2006

c.4) Tiempo del ciclo

El tiempo del ciclo es una función del tipo de máquina y de las condiciones de trabajo que incluyen el ángulo de giro, la profundidad o altura de corte y en el caso de cargadores frontales, la distancia de viaje. Un ciclo se

considera como el total de las operaciones de corte, giro con carga, desplazamiento o viaje, descarga, giro vacío y regreso vacío. En el caso de excavadoras de azadón, el desplazamiento es nulo o muy pequeño, considerándose cero este tiempo. En el Cuadro 2.12 se ofrecen algunos valores del ciclo de excavadoras de azadón sobre orugas y en el Cuadro 2.13 para los cargadores frontales. Estos tiempos han sido estimados para condiciones promedio o ideales, según sea el caso, como se indican en la parte inferior de cada tabla.

Cuadro 2.12

Tiempos de Ciclo de Excavadores Tipo Azadón Sobre Orugas

Volumen cucharón (m ³)	Tiempo de las fases de trabajo, en segundos.				
	Carga	Giro con carga	Descarga	Giro vacío	Total
0.76	5	4	2	3	14
0.76-1.15	6	4	2	3	15
1.5-1.9	6	4	3	4	17
2.3	7	5	4	4	20
2.7	7	6	4	5	22
3.0	7	6	4	5	22
3.8	78	7	4	6	24

Fuente: Peurifoy y Schexnayder. Construction Planning, Equipment and Methods 2006

Condición promedio: Profundidad de corte entre 40% y 60% de la máxima profundidad de corte y ángulo de giro entre 30° y 60°, con unidades de transporte al mismo nivel de la excavadora.

Cuadro 2.13

Tiempos de Ciclo de Cargadores Frontales

Capacidad del cucharón (m ³)	Neumáticos (seg.)	Orugas (seg.)
0.76 - 2.87	27 - 30	15 - 21
3.06 - 4.21	30 - 33	---
4.59 - 5.35	33 - 36	---
10.7 - 17.59	36 - 42	---

Fuente: Peurifoy y Schexnayder. Construction Planning, Equipment and Methods 2006

Cuando se trabajen con condiciones distintas a las promedio o ideales para las cuales se han calculado los tiempos de los ciclos, hace falta aplicar el factor de corrección por corte y ángulo, que se indican líneas a bajo.

c.5) Eficiencia

Como en cualquier trabajo, existen condiciones propias de la dirección en campo que pueden disminuir la producción. Por ejemplo, este tiempo puede incrementarse por la actividad de otros equipos en el área al llegar a estorbarse entre sí, la falta de organización del mismo operador, su inexperiencia, las condiciones climáticas o de visibilidad, el mantenimiento del equipo, la competencia de la dirección en obra o las condiciones de la zona de trabajo del equipo. Todo esto se consolida en un factor de eficiencia. Se pueden ofrecer algunos rangos, para palas frontales entre 30 a 45 min/h; en el caso de excavadoras de azadón o de cargadores frontales, la eficiencia puede llegar a 50 min/h.

A pesar que estos valores se pueden usar como una buena referencia, siempre será mejor contar con una base de datos propia o mucho criterio para asumirlos con fidelidad.

c.6) Factores de corte y giro

Cuando una excavadora trabaja, debe elevar y bajar el brazo, girando para poder operar la carga y descarga del material. Estas alturas o profundidades y el giro realizado en dimensiones mayores a las ideales implican un mayor tiempo del ciclo. Por ello, los datos de ciclos se han definido en base a unas condiciones definidas como ideales para cada equipo. Por ejemplo, los tiempos del ciclo de la pala han sido calculados asumiendo que la altura de trabajo es la óptima y el ángulo de giro es de 90°.

Para las excavadoras de azadón, las condiciones ideales consideran una profundidad de corte entre 40% y 60% de la máxima profundidad de trabajo y el ángulo de giro entre 30° y 60° (Ver Imagen 05). En el caso de los cargadores frontales, no importará el giro ni la altura de trabajo.

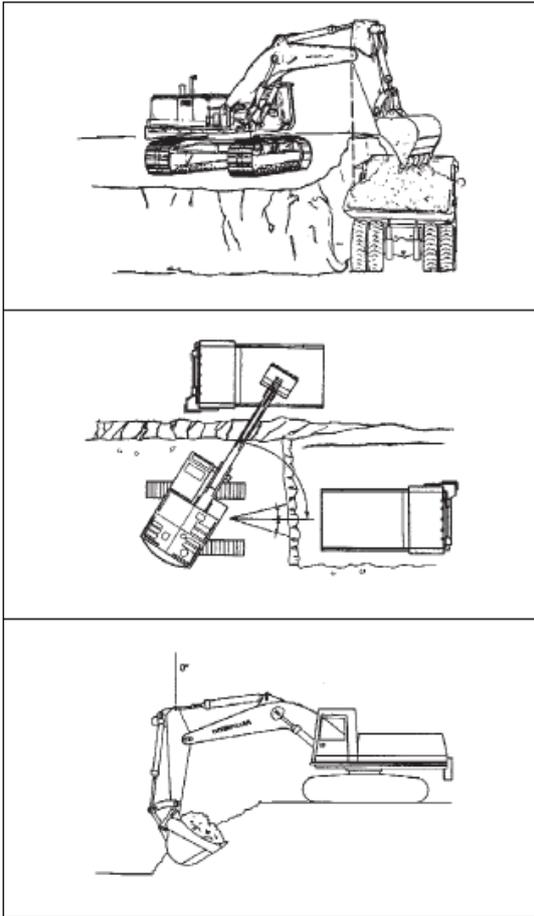


Imagen 05-Condiciones de giro ideal de las excavadoras

Fuente: Manual de Rendimiento Caterpillar Edición 31 Pag. 5-156.

c.7) Factor de volumen

El volumen en el cucharón se considera en estado suelto. Si se desea transformar el volumen suelto en volumen en banco, por ejemplo, el factor de volumen (f_v) estará en función del esponjamiento (E), con la expresión de la (Ec. 2.15).

$$f_v = \frac{1}{1 + E}$$

Ec. 2.15

Motoniveladora

Las motoniveladoras son máquinas de usos múltiples usadas para realizar acabados, conformar la pendiente de un banco o de una cuneta. Se usan también para mezclar, esparcir, desplegar, nivelar y seleccionar material, en operaciones de desbroce ligero, construcción general y el mantenimiento de caminos de tierra.

El principal propósito de una motoniveladora es cortar y lo hace con una cuchilla, limitadas a hacer cortes laterales en materiales medios a duros, ya que no pueden usarse para excavación pesada. Una motoniveladora puede mover pequeñas cantidades de material pero no puede realizar el trabajo de un tractor debido a la resistencia de su estructura y la posición de la cuchilla.



Imagen 06-Vista de una motoniveladora

Los componentes de la motoniveladora que realmente hacen el trabajo son la cuchilla y el escarificador. La cuchilla puede rotar en forma circular.

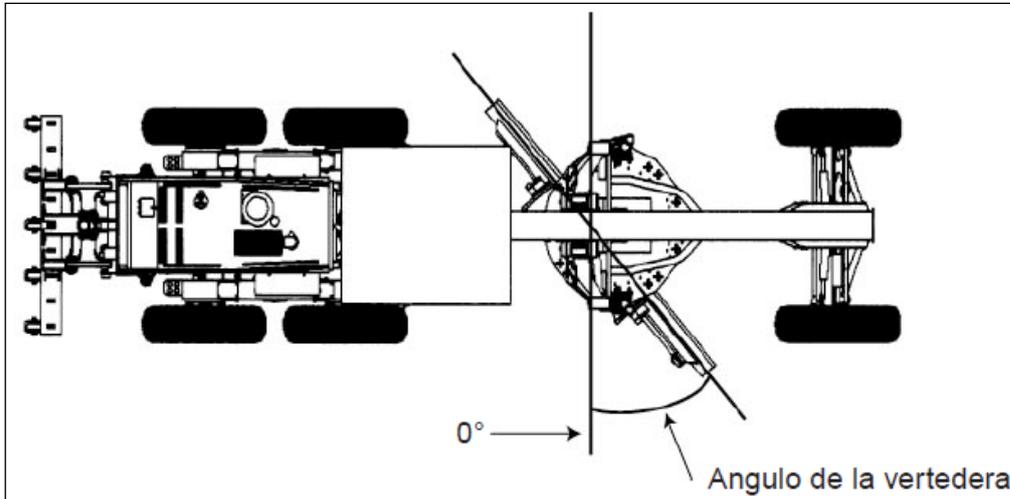


Imagen 07-Posicion angular de la cuchilla de la motoniveladora

Fuente: Manual de Rendimiento Caterpillar Edición 37 Pág. 2-13.

d.1) Estimación de la producción

La producción de una motoniveladora depende mucho del tipo de trabajo en la que se use. Por ejemplo, para nivelar superficies, cortando el material de las salientes y usándolo para rellenar las hondonadas el volumen de material no es significativo, de modo que la producción se mide en unidades de área por hora. De manera similar para las actividades de refine, esparcido y batido de material en obra, aunque para estas dos operaciones se puede usar algunas veces unidades de volumen por hora. En labores de formación o limpieza de canaletas, la producción se mide en unidades de longitud por hora.

Para estimar el tiempo que le toma a la motoniveladora realizar un trabajo. Se usa la siguiente Ec. 2.16.

$$T_{total} = \frac{p * D}{S * E}$$

Ec. 2.16

Dónde:

p: Número de pasadas requeridas

D: Distancia de viaje en cada pasada

S: Velocidad de la niveladora en cada pasada

E: Factor de eficiencia del trabajo

El número de pasadas depende de los requerimientos del proyecto y se estima antes de iniciar el trabajo. La distancia por pasada también debe establecerse con anterioridad. Conociendo además el ancho efectivo de la cuchilla (B_{ef}) es posible determinar la producción, dividiendo el producto de la distancia y el ancho entre el tiempo hallado anteriormente, como se expresa en la Ec. 2.17.

$$P = \frac{D * B_{ef}}{T_{total}}$$

Ec. 2.17

El ancho efectivo se considera como la proyección del ancho de la cuchilla en un plano perpendicular al eje

longitudinal de la motoniveladora. Conociendo el ángulo con que se coloca la cuchilla para hacer el trabajo (Ver Imagen 07), se puede estimar con la Ec. 2.18.

$$B_{ef} = B \cos \alpha$$

Ec. 2.18

Al remplazar en la Ec. 2.17 el valor de T total se obtiene la producción en función del ancho, la velocidad y el número de pasadas, según la Ec. 2.19:

$$P = \frac{B_{ef} * S * E}{p}$$

Ec. 2.19

La velocidad es el factor más difícil de estimar. Conforme el trabajo avanza, las condiciones pueden requerir que la velocidad estimada se incremente o disminuya. Se debería registrar la velocidad de trabajo cada vez, porque depende mucho de la habilidad del operador y el tipo de material.

Siempre debería trabajarse a la máxima velocidad que el operador y las condiciones del terreno lo permitan. Si se requiere una menor velocidad, es mucho mejor usar un cambio menor que correr a menos de la máxima velocidad. En el Cuadro 2.14 se muestran los rangos más apropiados de los cambios a usar en las diferentes operaciones, bajo condiciones normales.

Cuadro 2.14

Rango de Cambios Adecuados para las Operaciones de la Motoniveladora

Operación	Cambio
Mantenimiento de caminos	Segunda a tercera.
Preparación de solares	Tercera a cuarta.
Mezcla o batido de material	Cuarta a sexta.
Trabajos en pendientes laterales	Primera.
Construcción y limpieza de zanjas	Primera a segunda.
Nivelación de acabado	Segunda a cuarta.

Fuente: Peurifoy y Schexnayder. Construction Planning, Equipment and Methods 2006

En cuanto a la eficiencia, un valor aceptable para las niveladoras es de 60% ó 36 min/h. Este valor considera la variación en el número de pasadas durante el trabajo en el campo. La habilidad del operador junto con el planeamiento es lo más importante para eliminar las pasadas innecesarias. Por ejemplo, si se requiere de 4 pasadas para completar un proyecto, cada pasada adicional implica un incremento de tiempo y dinero.

Cuando se hace un número de pasadas sobre una distancia relativamente corta (menos de 300 m.), es más eficiente mover en reversa la niveladora hasta el punto de inicio que girar y continuar el trabajo a partir del punto final. El giro puede dañar la superficie, especialmente si se trata de trabajos de acabado y nunca debe girarse sobre una capa bituminosa.

Rodillos

Los rodillos son máquinas que en la construcción de terraplenes, sub-bases y bases, sirven para consolidar los suelos, de acuerdo al grado de compactación especificado.

La compactación en el campo se logra haciendo pasar sobre un suelo un equipo pesado un determinado número de veces. Esto representará una determinada energía de compactación en obra. Por ejemplo, una capa uniforme de suelo de 10 a 30 centímetros de espesor se compacta con varias pasadas de un equipo de compactación mecanizado.

Los métodos más conocidos de aplicación de energía son por impacto o golpes, por presión usando un peso estático, por vibración sacudiendo las partículas y por amasado, manipulando o reacomodándolas. La eficiencia de los distintos métodos de compactación depende del tipo de suelo que se manipula.

No se puede decir que exista un equipo que corresponda a uno solo de los métodos de compactación. Los fabricantes han desarrollado distintos compactadores que incorporan en sus capacidades de funcionamiento al menos uno de los métodos de compactación mencionados y en algunos casos, más de uno. Algunos de estos equipos disponibles en el mercado son los rodillos pata de cabra, los rodillos lisos vibratorios, los compactadores de pisones vibratorio, los rodillos neumáticos, entre los más populares.



Imagen 08-Rodillo liso vibratorio

Los métodos apropiados de compactación según el tipo de suelo se identifican en la Cuadro 2.15.

Cuadro 2.15

Método de Compactación Según Tipo de Suelo

Material	Impacto	Presión	Vibración	Amasado
Grava	Pobre	No	Bueno	Muy bueno
Arena	Pobre	No	Excelente	Bueno
Limo	Bueno	Bueno	Pobre	Excelente
Arcilla	Excelente con confinamiento	Muy bueno	No	Bueno

Fuente: Peurifoy y Schexnayder. Construction Planning, Equipment and Methods 2006

En la Cuadro 2.16 se relacionan los métodos de compactación con varios tipos de compactadores.

Cuadro 2.16

Métodos de Compactación Usados por los Equipos de Compactación

Tipo de compactador	Impacto	Presión	Vibración	Amasado
Pata de cabra		X		
Pisones	X	X		
Rodillo liso		X		
Rodillo liso vibratorio	X		X	
Rodillo de pisones vibratorio	X		X	
Neumático		X		X

Fuente: Peurifoy y Schexnayder. Construction Planning, Equipment and Methods 2006

En algunos proyectos puede ser deseable usar más de un tipo de compactador para lograr los resultados deseados con la mayor economía. El objetivo final es construir un relleno de calidad en el menor tiempo posible y al menor costo, y esto significa que el equipo de compactación debe ser el adecuado para trabajar con el material. Por lo tanto, el trabajo debe examinarse muy de cerca y tomarse muestras de material de la excavación y del material de préstamo.

No se puede seleccionar el equipo de excavación y compactación apropiado hasta que no se identifiquen correctamente los suelos. El Cuadro 2.17 proporciona una guía para la selección del equipo de compactación basado en el tipo de material a trabajar. Como se ve en este cuadro, si no se consigue la densidad requerida con 4 u 8 pasadas del equipo, debería considerarse el uso de otro equipo más pesado u otro método.

El cuidado de esparcir el material en una capa uniforme es vital para lograr la densidad durante el proceso de compactación.

Por ejemplo, los rellenos de roca se esparcen generalmente en capas de 18” a 48”. Un esparcido consistente ayuda a rellenar los vacíos y orientar a la roca de manera que proporciona al equipo de compactación una superficie adecuada para su desplazamiento. Para las capas más profundas del relleno se usan los rodillos lisos vibratorios más grandes posibles.

Cuadro 2.17

Equipo de Compactación Apropriado Según el Tipo de Material

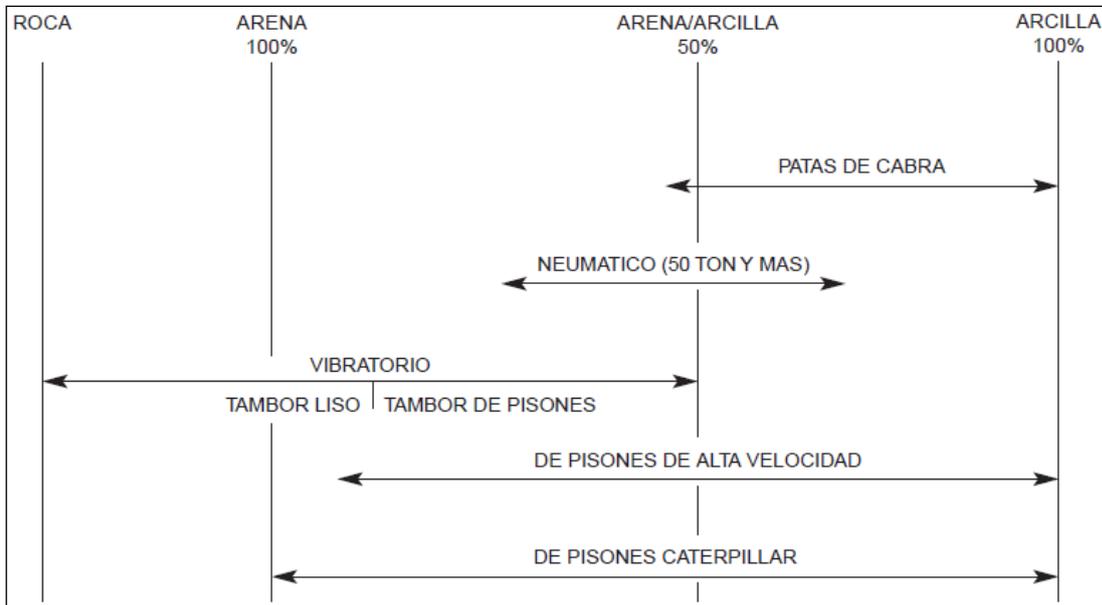
Material	Espesor de capa (pulgadas)	Pasadas	Tipo de compactador
Grava	8-12	3-5	Pisones vibratorio Liso vibratorio Neumático Pata de cabra
Arena	8-10	3-5	Pisones vibratorio Liso vibratorio Neumático Liso estático
Limo	6-8	4-8	Pisones vibratorio Pisones Neumático Pata de cabra
Arcilla	4-6	4-6	Pisones vibratorio Pisones Pata de cabra

Fuente: Peurifoy y Schexnayder. Construction Planning, Equipment and Methods 2006

Los fabricantes suelen proporcionar gráficos para determinar el rango de aplicación de sus equipos. En la Figura 2.1 se muestra de manera detallada los rangos de uso de cada tipo de compactador en relación con el tipo de suelo.

Figura 2.1

Equipo de Compactación Adecuado Según el Tipo de Suelo



Fuente: Manual de Rendimiento Caterpillar Edición 31 Pag. 12-14.

Como en cualquier compactador, la energía que es aplicada está en función de la presión de contacto y el área de contacto. Sin embargo, las pruebas que hasta ahora se han realizado con estos equipos demuestran que una presión de contacto muy alta no asegura la máxima densidad de compactación, pero más bien se requiere un mayor contenido de humedad para lograr esta densidad máxima. Es el área de contacto más bien lo que determina la máxima densidad seca, de manera que cuanto mayor es el área de contacto, menor es el número de pasadas requerido para lograrla.

Así es que los compactadores modernos se diseñan con posiciones y espaciamiento de las salientes de modo que se obtiene un equilibrio entre el porcentaje de cubrimiento dado

por el suelo que es amasado por las salientes y el área de contacto dada por el espacio entre las salientes. La eficiencia o rendimiento de un compactador cualquiera está dado por las dimensiones del rodillo, el espesor de la capa

compactada, la velocidad y el número de pasadas. La expresión matemática del rendimiento es el siguiente:

$$R = \frac{B * e * V}{1000 * n}$$

Ec. 2.20

Dónde:

R: Rendimiento máximo del equipo, en m³/h.

B: Ancho del rodillo, en metros.

e: Espesor de la capa compactada, en metros.

V: Velocidad con que circula el compactador, en Km/h (ver Cuadro 2.18).

n: Número de pasadas del equipo por el mismo lugar.

Este rendimiento está expresado en metros cúbicos de material compactado. Para comparar esta producción con la producción de las operaciones de transporte que trabajan con material en estado suelto hace falta aplicar los factores de conversión apropiados (factor de contracción o esponjamiento) que lo transforme en metros cúbicos de material suelto o bien en material en cantera.

Cuadro 2.18

Velocidades Recomendadas para la Compactación

Tipo de compactador	Velocidad Km/h
Rodillo pata de cabra, tractor remolcador	5 - 8
Compactador de pisones:	
Primeras 3 pasadas	5 - 8
Resto	13 - 16
Compactador de neumáticos múltiples	8 - 24
Rodillo de tambor liso vibratorio	3 - 6
Rodillo de pisones vibratorio	3 - 6

Fuente: Peurifoy y Schexnayder. Construction Planning, Equipment and Methods 2006

Hay condiciones externas al equipo y que se relacionan con el uso que pueden reducir el rendimiento. Por tanto, el rendimiento calculado deberá lograrse con la participación del operador, quien deberá tener en cuenta este aspecto. Por lo tanto, existe un factor de eficiencia que se aplica al valor de rendimiento anteriormente calculado, y que tiene como fin reflejar la capacidad del operador para operar el equipo y las facilidades o congestionamientos que generen demoras en su maniobrabilidad. Los valores de eficiencia para las operaciones de compactación que se suelen manejar van entre 45 y 50 minutos por hora.

2.1.5 Definiciones Básicas

Para poder comprender ciertos términos o palabras técnicas relacionadas a los trabajos de caminos rurales y caminos urbanos se tiene las siguientes definiciones básicas:

Construcción

Ejecución de obras de una vía nueva con características geométricas acorde a las normas de diseño y construcción vigentes.¹

Carretera No Pavimentada

Carretera cuya superficie de rodadura está conformada por gravas o afirmado, suelos estabilizados o terreno natural.¹

Carretera Pavimentada

Carretera cuya superficie de rodadura está conformada por mezcla bituminosa (flexible) o de concreto Pórtland (rígida).¹

Camino

Vía terrestre para el tránsito de vehículos motorizados y no motorizados, peatones y animales, con excepción de las vías férreas.¹

Costo

Cantidad que se da o se paga por algo.²

Explanaciones

Movimiento de tierra para obtener la plataforma de la carretera (calzada superficie de rodadura, bermas y cunetas).¹

¹ Fuente: Glosario de términos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial.

² Fuente: Diccionario de la Real Academia Española.

Especificaciones técnicas

Es la descripción del conjunto de operaciones, materiales a utilizar, dimensiones, de acuerdo con las normas y especificaciones respectivas para cada una de las actividades en la construcción de una obra. El profesional responsable, es el autor y responsable de la emisión de las especificaciones técnicas.³

Mejoramiento

Ejecución de las obras necesarias para elevar el estándar de la vía mediante actividades que implican la modificación sustancial de la geometría y de la estructura del pavimento; así como la construcción y/o adecuación de los puentes, túneles, obras de drenaje, muros, y señalizaciones necesarias.¹

Metrado

Cuantificación detallada por partidas de las actividades por ejecutar o ejecutadas en una obra.¹

Norma

Estándar o regla sobre la que se han de fundamentar las decisiones o juicios.¹

Obra

¹ Fuente: Glosario de términos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial.

³ Fuente: Norma Técnica CE 10 de Pavimentos Urbanos.

Construcción, reconstrucción, remodelación, demolición, renovación y habilitación de bienes inmuebles, tales como edificaciones, habilitaciones urbanas, estructuras, excavaciones, perforaciones, vías urbanas, puentes, entre otros, que requieren dirección técnica, expediente técnico, mano de obra, materiales y/o equipos.⁴

Precio

Cantidad de dinero que hay que pagar por una cosa.²

Partida

Cada uno de los productos o servicios que conforman el presupuesto de una obra.⁴

Las partidas pueden jerarquizarse de la siguiente manera:

Partidas de Primer Orden

Agrupan partidas de características similares. Pueden ser llamadas Partidas Título.

Partidas de Segundo Orden

Agrupan partidas genéricas, que nombran una labor en general o sin precisar detalle. Estas pueden ser llamadas Partidas Sub-títulos o Partidas Básicas.

Partidas de Tercer Orden

¹ Fuente: Glosario de términos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial.

² Fuente: Diccionario de la Real Academia Española.

⁴ Fuente: Norma de Metrados para Habilitaciones Urbanas.

Son partidas específicas que indican mayor precisión de trabajo. Estas pueden ser llamadas Partidas Básicas.

Partidas de Cuarto Orden

Son partidas para casos excepcionales, de mayor especificidad.

Rehabilitación

Ejecución de las obras necesarias para devolver a la infraestructura vial sus características originales y adecuarla a su nuevo periodo de servicio; las cuales están referidas principalmente a reparación y/o ejecución de pavimentos, puentes, túneles, obras de drenaje, de ser el caso movimiento de tierras en zonas puntuales y otros.¹

Unidad de medida

Es una cantidad estandarizada de una determinada magnitud física.¹

2.2 Norma de Metrado para Habilitaciones Urbanas

La Norma Técnica de Metrados con resolución N° 073-2010/VIVIENDA/VMCS-DNC incluye lineamientos técnicos claros y actualizados que será de uso para cuantificar las partidas que intervienen en un presupuesto para Obras de Edificación (OE) y Habilitaciones Urbanas (HU), que serán de aplicación obligatoria en la elaboración de los Expedientes Técnicos en todo el territorio nacional.

La Norma Técnica de Metrados ha sido elaborada tomando como referencia las siguientes normativas:

¹ Fuente: Glosario de términos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial.

Reglamento de Metrados para Obras de Edificación (D.S. N° 013-79-VC, de fecha 1979-04-26)

Reglamento de Metrados para Habilitaciones Urbanas (D.S. N° 028-79-VC, de fecha 1979-09-27)

Reglamento de Metrados y Presupuestos. Infraestructura Sanitaria para Poblaciones Urbanas (D.S. N° 09-94 TCC, de fecha 1994-04-28)

Reglamento Nacional de Edificaciones (D.S. 011-2006-VIVIENDA, de fecha 08.05.06).

Reglamento de Elaboración de Proyectos de Agua Potable y Alcantarillado para Habilitaciones Urbanas de Lima Metropolitana y Callao. (D.S. N° 09-94-TCC, de fecha 27-09-1979)

Ley de Contrataciones del Estado aprobado por el Decreto Legislativo N° 1017 y su Reglamento aprobado por el Decreto Supremo N° 184-2008-EF.

Otros reglamentos y normatividad vigente de los sectores específicos según especialidad.

De la presente norma técnica nos interesa conocer las partidas de movimiento de tierras en las habilitaciones urbanas y conjuntamente sus especificaciones técnicas, que serán presentadas líneas abajo.

2.2.1 Habilitaciones Urbanas

Es el proceso de convertir un terreno rústico en urbano, mediante la ejecución de obras de accesibilidad, distribución de agua y recolección de desagüe, distribución de energía e iluminación pública, pistas y veredas. Adicionalmente podrá contar con redes para distribución de gas y redes de comunicaciones. Las habilitaciones urbanas pueden ser ejecutadas de manera progresiva.

2.2.2 Partidas de Movimiento de Tierras para Habilitaciones Urbanas

Las partidas de movimientos de tierras para Habilitaciones Urbana, publicada en la Norma Técnica de Metrados para Obras de Edificación y Habilitaciones Urbanas son las siguientes:

Cuadro 2.19

Partidas de Movimiento de Tierras de la Norma Técnica

Para Habilitaciones Urbanas

N°	Partida	Und
1	Corte con eliminación lateral	m ³
2	Cortes y rellenos compensados	m ³
3	Terraplenes	m ³
4	Eliminación de material excedente	m ³
5	Refine del terraplén	m ²
6	Escarificado	m ²

2.2.3 Especificaciones Técnicas

Las especificaciones técnicas de las partidas de movimiento de tierras presentadas en el Cuadro 2.19 según la norma Técnica de Metrados para Habilitaciones Urbanas son las siguientes:

Corte con eliminación lateral

Consiste únicamente en la operación de corte, de acuerdo a los niveles que figuran en los planos, y la eliminación de la tierra, colocándose en los costados, fuera de los límites de la zona de trabajo. El volumen de corte se calculará multiplicando la longitud del tramo de vía por sus secciones transversales de acuerdo con los perfiles respectivos, luego sumando los resultados parciales para obtener el volumen total.

Unidad de medición: Metro cubico (m³).

Cortes y rellenos compensados

Se da esta denominación cuando el volumen de tierra necesario para el relleno, es aproximadamente equivalente al volumen de tierra obtenido de los cortes,

de acuerdo con los niveles que figuran en los planos respectivos. Para el material que faltare o el que se hallare en exceso, se aplicarán las normas de relleno o de eliminación de material sobrante respectivamente. El volumen de corte y el volumen de relleno respectivamente se calcularán multiplicando la longitud del tramo de vía por sus secciones transversales de acuerdo con los perfiles respectivos, luego sumando los resultados parciales de corte y de relleno separadamente para obtener el volumen total de cada uno.

Unidad de medición: Metro cubico (m³).

Terraplenes

Es el volumen de material que es necesario transportar a la obra para completar el relleno hasta el nivel de la sub-rasante cuando no existe suficiente material proveniente de excavaciones. Este material puede estar conformado por material propio, material de préstamo lateral o material transportado.

Unidad de medición: Metro cubico (m³).

Eliminación de material excedente

Comprende el retiro del volumen de material excedente determinado después de haber efectuado los cortes y rellenos de la obra.

Unidad de medición: Metro cubico (m³).

Refine del terraplén

Comprende los trabajos de nivelación, riego y compactación, o sea, la operación de igualar y alisar la parte superior de rellenos y cortes llevados a perfil longitudinal y transversal que indican los planos. El área de terraplén se obtiene multiplicando la longitud de los tramos por la sección transversal de acuerdo con los planos y sumando los resultados parciales para obtener el área total. Se separa en partidas: refine y nivelación y riego en pistas, en veredas o en pistas y veredas.

Unidad de medición: Metro cuadrado (m²).

Escarificado

Comprende el retiro de todo material suelto e inestable que no se compacte fácilmente o que no sirva para el objeto propuesto: canto rodado, roca viva, raíces, hierbas, etc.

Unidad de medición: Metro cuadrado (m²).

2.3 Manual de Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de Carreteras EG. 2000 del MTC.

Con la publicación de la primera edición de las Especificaciones Generales para Construcción de Carreteras (EG-99), el Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción buscó uniformizar los criterios generales para el empleo de agregados, materiales y procedimientos constructivos empleados en Ingeniería.

A comienzos del año 2000 se presenta la segunda edición de las Especificaciones Generales para Construcción de Carreteras (EG-2000), con las modificaciones acordes al desarrollo actual correspondientes a requerimientos de Calidad de Materiales y Agregados en nuestro medio, las cuales buscan el nivel de calidad de las Obras, acordes con la inversión ejecutada en cada caso.

Las Especificaciones Generales para Construcción de Carreteras EG-2000, son concordantes con las recomendaciones y exigencias establecidas por Instituciones Técnicas reconocidas Internacionalmente como AASHTO, ASTM, Instituto del Asfalto, entre otros, ACI, etc. así también con las condiciones propias y particulares de nuestro país.

Las Especificaciones Generales para la Construcción de Carreteras que se presentan son de carácter general y responden a la necesidad de promover en el país la uniformidad y consistencia de las especificaciones de partidas que son habituales y de uso repetitivo en Proyectos y Obras Viales.

Estas Especificaciones tienen también la función de prevenir y disminuir las probables controversias que se generan en la administración de los Contratos y estimular una alta calidad de trabajo.

Las Especificaciones generales son aplicables a contratos del Ministerio de Transporte, Comunicaciones, Vivienda y Construcción del Perú, pero puede también ser utilizado por otros organismos gubernamentales o privados que promueven proyectos y construcción de carreteras. Cuando sea incluido en un Contrato, formará parte del Expediente Técnico y compromete a las partes que lo suscriben.

Cuando en un determinado proyecto se requiera especificaciones nuevas concordantes con el Estudio o que amplíen, complementen o reemplacen a las Especificaciones Generales, el autor del Proyecto deberá emitir las Especificaciones Especiales cuyo volumen será denominado "EE" que serán generadas para ese proyecto específico y solo será aplicable para su ejecución y compromete a las partes que lo suscriben.

Las Especificaciones especiales si forma parte del proyecto, forma también parte del expediente y concluirá su vigencia con la extinción del Contrato.

2.3.1 Partidas de Movimiento de Tierras

Las partidas de movimiento de tierra del Manual de Especificaciones Técnicas (EG. 2000) son las siguientes:

Cuadro 2.20

Partidas de Movimientos de Tierras del Manual EG 2000

N°	Partida	Und
1	Desbroce y limpieza	Ha

2	Demolición y remoción	m ³
3	Excavaciones para explanaciones	m ³
4	Remoción de derrumbes	m ³
5	Terraplenes	m ³
6	Pedraplenes	m ³
7	Mejoramiento de Suelos a Nivel de sub-rasante	m ³

2.3.2 Especificaciones Técnicas del Manual EG 2000

Las especificaciones técnicas de las partidas de movimiento de tierras presentadas en el Cuadro 2.20 según el Manual EG 2000 del MTC son las siguientes:

Desbroce y limpieza

Esta partida consiste en el desbroce y limpieza del terreno natural en las áreas que ocuparán las obras del proyecto vial y las zonas o fajas laterales reservadas para la vía, que se encuentren cubiertas de rastrojo, maleza, bosque, pastos, cultivos, etc., incluyendo la remoción de tocones, raíces, escombros y basuras, de modo que el terreno quede limpio y libre de toda vegetación y su superficie resulte apta para iniciar los demás trabajos.

El desbroce y limpieza se clasificará de acuerdo a las siguientes partidas presentadas en el Cuadro 2.21.

Cuadro 2.21

Sub Partidas de Desbroce y Limpieza

Sub Partidas	Und
Desbroce y Limpieza en bosque	Hectárea (ha)
Desbroce y Limpieza en zonas no boscosas	Hectárea (ha)

Fuente Manual de Especificaciones técnicas EG-2000.

Los trabajos de desbroce y limpieza consisten en el acarreo del material orgánico hacia un lugar establecido por el Ingeniero responsable o Supervisor, dejando el terreno apto para la construcción, esta acción se muestra en la Imagen 09.



Imagen 09-Desbroce y limpieza

Demolición y remoción

Este trabajo consiste en la demolición total o parcial de estructuras o edificaciones existentes en las zonas que indiquen los documentos del proyecto, y la remoción, carga, transporte, descarga y disposición final de los materiales provenientes de la demolición en las áreas indicadas en el Proyecto o aprobadas por el Supervisor. La demolición y remoción, se clasificarán de acuerdo a las siguientes partidas presentadas en el Cuadro 2.22.

Cuadro 2.22

Sub Partidas de Demolición y Remoción

Sub Partidas	Und
Demolición de edificaciones	Global (Gb)
Demolición de estructuras	Global (Gb)
Demolición de obstáculos	Global (Gb)
Demolición de edificaciones	Unidad (u)
Demolición de estructuras	Unidad (u)

Demolición de pavimentos, sardineles y veredas de concreto	Metro cúbico (m ³)
Desmontaje y traslado de estructuras metálicas	Unidad (u)
Remoción de especies vegetales	Unidad (u)
Remoción de obstáculos	Unidad (u)
Remoción de servicios existentes	Unidad (u)
Remoción de alcantarillas	Metro lineal (m)
Remoción de cercas de alambre	Metro lineal (m)
Remoción de servicios existentes	Metro lineal (m)
Remoción de obstáculos	Metro lineal (m)

Fuente manual de especificaciones técnicas EG-2000.

En la Imagen 10 se muestra una excavadora haciendo la remoción de una demolición, dejando el área libre apta para la construcción.



Imagen 10-Demolición y remoción

Excavaciones para explanaciones

Este trabajo consiste en el conjunto de las actividades de excavar, remover, cargar, transportar hasta el límite de acarreo libre y colocar en los sitios de desecho, los materiales provenientes de los cortes requeridos para la explanación y préstamos, indicados en los planos y secciones transversales del proyecto, con las modificaciones que ordene el Supervisor.

Las excavaciones para explanaciones, se clasificarán de acuerdo a las siguientes partidas presentadas en el Cuadro 2.23.

Cuadro 2.23

Sub Partidas de Excavación para Explanaciones

Sub Partidas	Und
Alternativa I Excavación en explanaciones sin clasificar	Metro cúbico (m ³)
Alternativa II Excavación en explanaciones en roca Excavación en explanaciones en material común Ensayos de Deflectometría	Metro cúbico (m ³) Metro cúbico (m ³) Kilómetro (km)

Fuente manual de especificaciones técnicas EG-2000.



Imagen 11-Excavación en explanaciones sin clasificar



Imagen 12-Excavación para explanaciones en roca



Imagen 13-Excavación en explanaciones en material común

Para las excavaciones de explanaciones, sus partidas se clasifican por el tipo de terreno que se tiene, el primero es un material sin clasificar y los otros dos es cuando se tiene material común y roca, estos casos se muestran en las Imágenes 11, 12 y 13.

Remoción de derrumbes

Este trabajo consiste en la remoción, desecho y disposición de los materiales provenientes del desplazamiento de taludes o del terreno natural, depositados sobre una vía existente o en construcción, y que se convierten en obstáculo para la utilización normal de la vía o para la ejecución de las obras.

El derrumbe puede producirse durante la construcción de los cortes proyectados y dentro de sus límites, antes o después de ejecutarse los trabajos de excavación.

La Remoción de Derrumbes, se clasifica de acuerdo a la siguiente partida presentada en el Cuadro 2.24.

Cuadro 2.24

Partida Remoción de Derrumbes

Partida	Und
Remoción de Derrumbes	Metro cúbico(m ³)

Fuente manual de especificaciones técnicas EG-2000.

En la Imagen 14 se observa el trabajo de remoción de un derrumbe en una vía, producto del desplazamiento de un talud.



Imagen 14-Remoción de Derrumbes

Terraplenes

Este trabajo consiste en la escarificación, nivelación y compactación del terreno o del afirmado en donde haya de colocarse un terraplén nuevo, previa ejecución de las obras de desmonte y limpieza, demolición, drenaje y sub-

drenaje; y la colocación, el humedecimiento o secamiento, la conformación y compactación de materiales apropiados de acuerdo con las especificaciones, los planos y secciones transversales del proyecto y las instrucciones del Supervisor.

En los terraplenes se distinguirán tres partes o zonas constitutivas:

Base, parte del terraplén que está por debajo de la superficie original del terreno, la que ha sido variada por el retiro de material inadecuado.

Cuerpo, parte del terraplén comprendida entre la base y la corona.

Corona (capa sub-rasante), formada por la parte superior del terraplén, construida en un espesor de treinta centímetros (30 cm), salvo que los planos del proyecto o las especificaciones especiales indiquen un espesor diferente.

Cuadro 2.25

Requisito de los Materiales para el Terraplén

Condición	Partes del Terraplén		
	Base	Cuerpo	Corona
Tamaño máximo	150 mm	100 mm	75 mm
% Máximo de Piedra	30%	30%	-.-
Índice de Plasticidad	< 11%	< 11%	< 10%

Fuente manual de especificaciones técnicas EG-2000.

El Terraplén, se clasifica de acuerdo a la siguiente partida presentada en el Cuadro 2.26.

Cuadro 2.26

Partida	Und
Partida Terraplenes	Metro cúbico (m ³)

Fuente manual de especificaciones técnicas EG-2000.

En la Figura 2.2 se muestra el proceso para la conformación del Terraplén y en la Figura 2.3 la estructura del Terraplén.

Figura 2.2

Proceso para la Conformación del Terraplén

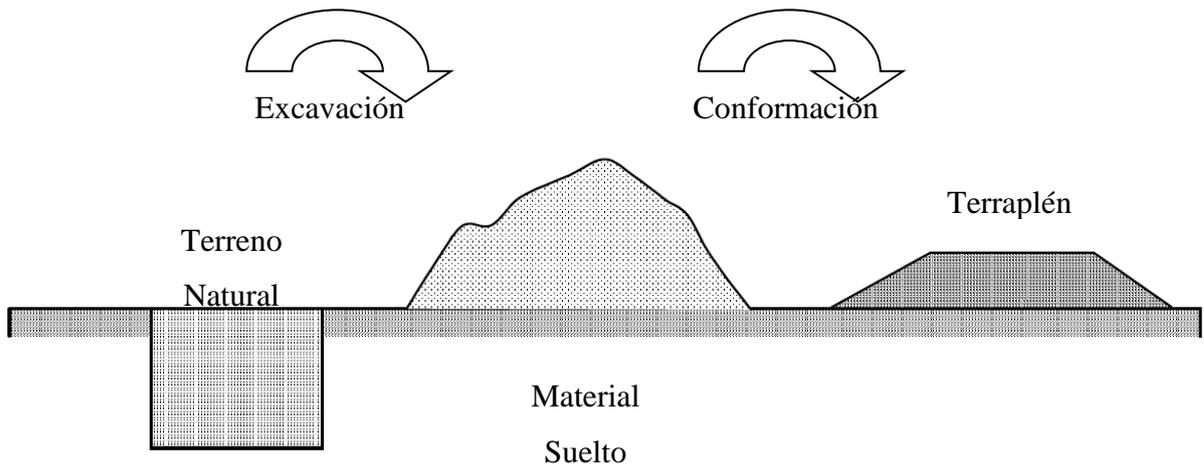


Figura 2.3

Estructura del Terraplén

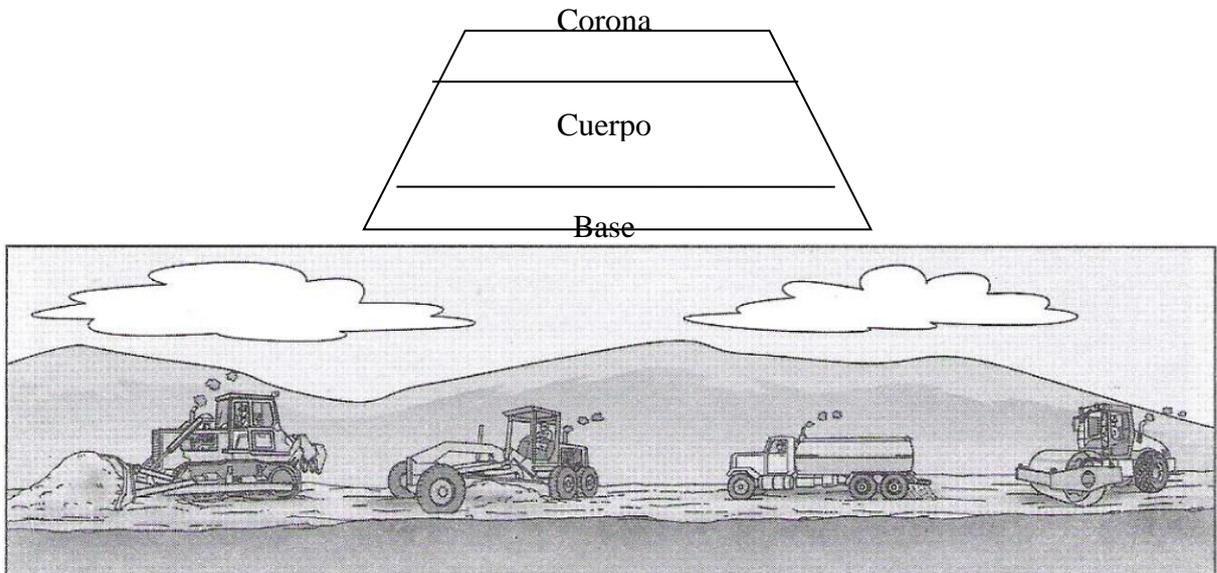


Imagen 15- Equipos para la compactación del terraplén

Fuente: Libro de costos y tiempos en carreteras, realizado por Walter Ibañez.

Pedraplenes

Este trabajo consiste en la preparación de la superficie de apoyo del pedraplén y la colocación y compactación de materiales pétreos adecuados, de acuerdo con los planos y secciones transversales del proyecto y las instrucciones del Supervisor.

En los pedraplenes se distinguirán tres partes o zonas constitutivas:

Base, parte inferior del pedraplén, en contacto con el terreno natural (fundación).

Cuerpo, parte del pedraplén comprendida entre la base y la transición.

Transición, formada por la parte superior del pedraplén y con espesor igual a un metro (1m), salvo que los planos o las especificaciones especiales modifiquen dicha magnitud.

El Terraplén, se clasifica de acuerdo a la siguiente partida presentada en el Cuadro 2.27.

Cuadro 2.27

Partida Pedraplenes

Partida	Und
Pedraplén compacto	Metro cúbico(m ³)

Fuente manual de especificaciones técnicas EG-2000.

En la Imagen 16 se muestra a una excavadora terminando de conformar un pedraplén.



Imagen 16-Conformación del Pedraplén

Mejoramiento de Suelos a Nivel de Sub-rasante

Este trabajo consiste en la eventual disgregación del material hasta el nivel de la sub-rasante existente, el retiro o adición de materiales, la mezcla, humedecimiento o aireación, compactación y perfilado final de acuerdo con las especificaciones, conforme con las dimensiones, alineamientos y pendientes señalados en los planos del proyecto y las instrucciones del Supervisor.

El mejoramiento de la Sub-rasante, se clasificarán de acuerdo a las siguientes partidas presentadas en el Cuadro 2.28.

Cuadro 2.28

Sub Partidas de Mejoramiento de la Sub-rasante

Sub Partida	Und
Mejoramiento de Suelos a nivel de sub-rasante involucrando el suelo existente	Metro cuadrado (m ²)
Mejoramiento de Suelos a nivel de sub-rasante empleando únicamente material adicionado	Metro cúbico (m ³)

Fuente manual de especificaciones técnicas EG-2000.



Imagen 17-Mejoramiento de la Sub-rasante

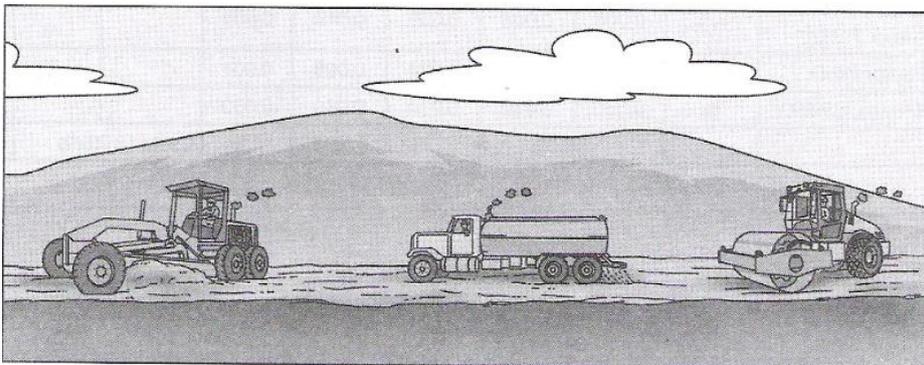


Imagen 18- Equipos para el Mejoramiento de la Sub-rasante

Fuente: Libro de costos y tiempos en carreteras, realizado por Walter Ibáñez.

2.4 Manual de Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Transito del MTC

Por ser las carreteras no pavimentadas las más numerosas del país, con mayor razón es necesario contar con estándares adecuados para las obras que serán

ejecutadas en las vías no pavimentadas de bajo tránsito, que requieren mantener, recuperar o superar sus niveles de servicio.

Las partidas de obra del presente manual son aplicables indistintamente a trabajos de mantenimiento, rehabilitación, mejoramiento o construcción de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito, incluidos en expedientes técnicos de obras que se ejecuten por administración directa o mediante licitación y contrato.

El manual es de aplicación por todas las entidades públicas tales como municipios distritales y provinciales, gobiernos regionales, ministerios u otras entidades del Estado como empresas públicas, proyectos especiales, etc.

Las especificaciones generales dentro del contrato de ejecución de obra y las especificaciones especiales tienen el mismo concepto que presenta el manual de especificaciones generales EG 2000 por tal motivo no se presenta los conceptos correspondientes.

2.4.1 Partidas de Movimiento de Tierras del Manual EG-CBT 2008

Las partidas de movimiento de tierras del Manual de Especificaciones Técnicas (EG-CBT 2008) se presentan en el Cuadro 2.29.

Cuadro 2.29

Partidas de Movimiento de tierras EG-CBT 2008

N°	Partida	Und
1	Desbroce y limpieza	Ha
2	Demolición y remoción	G - u - m ³ - m
3	Excavaciones para explanaciones	m ³
4	Remoción de Derrumbes	m ³
5	Terraplenes	m ³
6	Pedraplenes	m ³
7	Preparación y mejoramiento de suelos de la capa de sub-rasante	m ³

8	Desquinche de taludes	m ³
---	-----------------------	----------------

2.4.2 Especificaciones Técnicas del Manual EG-CBT 2008

Las especificaciones técnicas del manual EG-CBT 2008 son parecidas a las del manual EG 2000, la diferencia incide en la adición de la partida de Desquinche de Taludes, en el cambio de nombre de la partida N°7, en las sub partidas de Demolición y Remoción y Excavaciones para Explanaciones. Estos cambios son mejoras del manual EG-CBT 2008 con respecto al manual EG 2000.

A continuación se presenta solo los cambios mencionados líneas arriba:

Demolición y Remoción

De esta partida solo han mejorado los nombres de las sub partidas y son las siguientes:

Demolición de edificaciones.

Demolición de puentes, alcantarillas y otras estructuras.

Demolición de sardineles y veredas de concreto.

Desmontaje y traslado de estructuras metálicas y alcantarillas.

Remoción de especies vegetales.

Remoción de cercas de alambre, pilcas de piedra y otros tipos de cercos.

Remoción de obstáculos.

Remoción de servicios existentes.

Excavación para Explanaciones

De esta partida solo han mejorado los nombres de las sub partidas y son las siguientes:

Excavaciones para explanaciones no clasificadas.

Excavación para explanaciones clasificada.

b.1) Excavación en roca fija.

b.2) Excavación en roca suelta.

b.3) Excavación en material común.

Desquinche de taludes

Estos trabajos incluyen la remoción de piedras y/o rocas que se encuentren sobre taludes naturales precarios y de equilibrio poco fiable y sean susceptibles de caerse. Se eliminarán aquellas piedras o rocas que, a criterio de la supervisión, representen peligro para las personas y equipo que laboren en la zona. El contratista deberá presentar a la supervisión, para su aprobación, el método a utilizar para la eliminación de las rocas.

En general, se trata de retirar las piedras sueltas o casi desprendidas. No se deberá excavar para extraer aquellas que estén suficientemente firmes, pues se corre el peligro de desestabilizar toda su área.

Unidad de medición: Metro cubico (m³).

En la Imagen 19 se muestra un tractor haciendo el trabajo de desquinche de un talud.

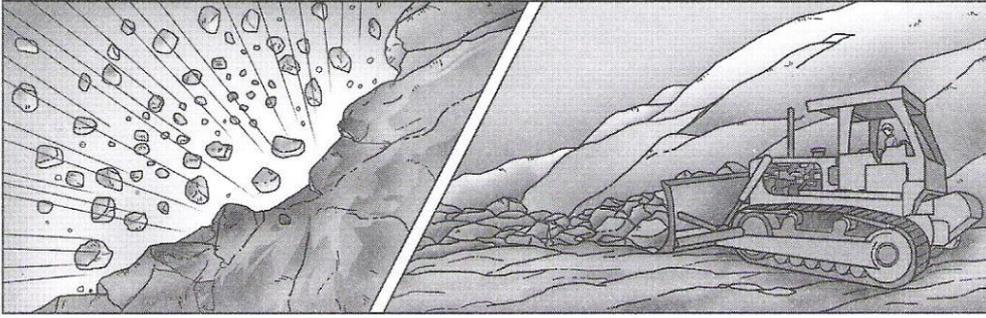


Imagen 19- Desquinche de Taludes

Fuente: Libro de costos y tiempos en carreteras, realizado por Walter Ibañez.

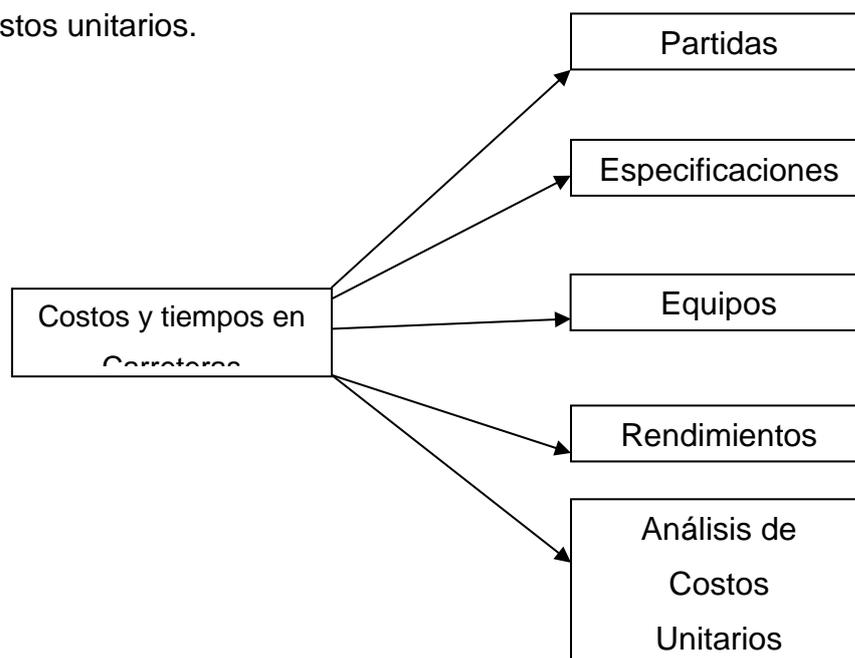
CAPITULO 3 : METODOLOGÍAS DE ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS DE MOVIMIENTO DE TIERRAS

En este capítulo haremos referencia a cuatro metodologías que sirven como guía para realizar los análisis de costos unitarios de movimiento de tierras, de las cuales las dos primeras son libros, la tercera son revistas técnicas y la cuarta expedientes técnicos de carreteras, estas serán presentadas a continuación.

3.1 Costos y Tiempos en Carreteras por Walter Ibáñez

El libro elaborado por el Ing. Walter Ibáñez, presenta una metodología de costos que permite obtener resultados para cualquier tiempo y en cualquier lugar de nuestro país, Así como el análisis de los insumos necesarios para una carreta (mano de obra, equipos y herramientas) y diversos análisis de costos unitarios.

En el esquema siguiente se muestra la metodología a seguir para realizar los análisis de costos unitarios.



3.1.1 Partidas de Movimiento de Tierras

Las partidas propuestas por el libro Costos y Tiempos en Carreteras por Walter Ibáñez se presentan en el Cuadro 3.1.

Cuadro 3.1

Partidas de Movimiento de Tierras por Walter Ibáñez

N°	Partida	Und
1	Excavación no clasificada para explanaciones.	m ³
2	Excavación en roca con pre-corte.	m ³
3	Excavación en túnel.	m ³
4	Excavación no clasificada para préstamo.	m ³
5	Transporte pagado.	m ³ -Km
6	Eliminación de material excedente.	m ³
7	Remoción de derrumbes.	m ³
8	Enrocado tipo A.	m ³
9	Enrocado tipo B.	m ³
10	Demolición de alcantarillas.	m ³
11	Demolición de estructuras.	m ³
12	Escarificado de pavimento antiguo.	m ³

Podemos ver que el autor nos presenta en el Cuadro 3.1 doce partidas de movimiento de tierras, que se usan como referencia para la elaboración del presupuesto y los análisis de costos unitarios.

3.1.2 Especificaciones Técnicas

Teniendo definidas las partidas para los trabajos de movimiento de tierra propuestas por libro de “Costos y Tiempo en Carreteras” pasaremos a describir las especificaciones técnicas, con las cuales podremos analizar los trabajos, equipos y unidad de medida a usar para determinada partida.

Excavación no clasificada para explanaciones

Esta partida consiste en la excavación y explanación de la carretera, incluyendo la formación, compactación y consolidación de terraplenes. Toda excavación realizada bajo esta partida se considera como excavación no clasificada sin tomar en cuenta la naturaleza del material excavado.

Unidad de medición: Metro cubico (m³).

Excavación no clasificada para préstamo

Esta partida consiste en la excavación y empleo de material de calidad aprobado; de canteras y material que se encuentra cantidades suficientes, proveniente de otras excavaciones. Incluye colocación, compactación y consolidación de terraplenes. Este material se empleara para el relleno de los cortes, mejoramiento de la sub-rasante, para darle mejor acabado a los terraplenes.

Unidad de medición: Metro cubico (m³).

Transporte pagado

Consiste en el transporte autorizado en exceso de la distancia de transporte libre de costo, de todo material pagado según excavación no clasificada para explanación excavación para préstamos excavación para estructuras y que se haya empleado de acuerdo a los diversos prescritos para la disposición de tales materiales.

Unidad de medición: Metro cubico (m³).

Kilometro (Km).

Eliminación de material excedente

Consiste en el retiro de material de las excavaciones que resulte excedente y del material inservible, incluyendo el que sea descubierto por escarificación. El material será depositado en lugares donde no cree dificultades a terceros.

Unidad de medición: Metro cubico (m³).

Remoción de derrumbes

Esta partida consiste en remover los derrumbes que representan un peligro potencial de derrumbe sobre la plataforma del camino, los cuales serán, excavados y retirados con el uso de un tractor.

Unidad de medición: Metro cubico (m³).

Enrocado tipo A

Comprende en un enrocado para protección de terraplenes, provista y construida de acuerdo a las especificaciones técnicas, en los lugares fijados por los planos y de conformidad con los alineamientos, pendientes y dimensiones establecidos en los mismos.

Unidad de medición: Metro cubico (m³).

Enrocado tipo B

Consiste en la colocación de defensas de rocas puestas mecánicamente en los lugares fijados en los planos.

Unidad de medición: Metro cubico (m³).

Demolición de alcantarillas

Consiste en la demolición, remoción, limpieza de estructuras de concreto, en caso de ser metálicas comprendería su remoción.

Unidad de medición: Metro cubico (m³).

Demolición de estructuras

Comprende la demolición de casas y edificios con o sin recuperación de materiales así como la demolición de obras de arte de concreto y/o mampostería con eliminación transportada.

Unidad de medición: Metro cubico (m³).

Escarificado de pavimento antiguo

Este trabajo se efectúa en la superficie de la carpeta existente, el escarificado se realizara a una profundidad no menor que el espesor de la carpeta asfáltica existente, mayormente el material será desmenuzado a tamaños no mayores de 5 cm., para luego proceder a mezclarlo hasta obtener una mezcla de graduación uniforme la cual será compactada posteriormente a una densidad de 100%.

Unidad de medición: Metro cubico (m³).

3.1.3 Tablas de Rendimiento de Maquinarias

Los equipos que se utilizan para los trabajos de movimiento de tierra son de gran incidencia en los análisis de costos unitarios por eso es necesario saber los rendimientos de cada maquinaria, por lo cual el libro de costos y tiempos en carreteras ha realizado

cuadros con rendimientos para determinados modelos de maquinaria, potencias, capacidades y tipos de trabajos que puedan presentarse en las diferentes zonas que tiene el Perú (costa, sierra y selva).

A continuación se presenta cuadros con rendimientos estándares para los diferentes equipos que se utilizan en los trabajos de movimientos de tierra propuestos por el libro “Costos y Tiempos en Carreteras”.

Cuadro 3.2

Rendimiento Estándar de Tractor Sobre Orugas

Modelo	Potencia H.P.	Capacidad	Tipo de Trabajo	Rendimiento Standard por día de 8 horas				
				Costa	Sierra			Selva
					Hasta 2300 m.	2300 a 3800 m.	Mas de 3800 m.	
D9L	460		Mat. suelto	2,350	2,010	1,650	1,340	1,540
			Roca suelta	1,610	1,540	1,280	1,080	1,320
			Roca fija	1,300	1,240	1,030	870	1,060
D8L	335	Excav. (m3/d)	Mat. suelto	1,250	1,070	880	710	820
			Roca suelta	860	820	680	580	700
			Roca fija	690	660	550	460	560
D8K	300	D. Media = 60 m. (Rendto. Banco)	Mat. suelto	1,180	1,010	820	670	770
			Roca suelta	810	770	640	540	660
			Roca fija	650	620	510	430	530
D7G	200		Mat. suelto	810	690	570	460	530
			Roca suelta	550	530	440	370	450
			Roca fija	450	430	350	300	360
D6D	140		Mat. suelto	470	400	360	310	310
			Roca suelta	320	310	280	250	260
			Roca fija	260	250	220	190	220

Fuente: Costos y tiempos en carreteras realizado por el Ing. Walter Ibáñez.

Cuadro 3.3

Rendimiento Estándar de Cargador Frontal

Modelo	Potencia H.P.	Capacidad	Tipo de Trabajo	Rendimiento Standard por día de 8 horas				
				Costa	Sierra			Selva
					Hasta 2300 m.	2300 a 3800 m.	Mas de 3800 m.	
CAT. 930	100	Transp. de Material (m3/d) (Camión 7 m3)	Mat. suelto	760	700	620	550	600
			Roca suelta	680	610	550	480	520
			Roca fija	610	550	490	430	470
CAT. 950 B	155	Transp. de Material (m3/d) (Camión 10 m3)	Mat. suelto	1,040	950	840	750	810
			Roca suelta	920	840	740	660	710
			Roca fija	820	750	690	610	640
CAT. 966 D	200	Transp. de Material (m3/d) (Camión 10 m3)	Mat. suelto	1,290	1,180	1,050	930	1,000
			Roca suelta	1,110	1,010	900	800	860
			Roca fija	970	880	790	700	750

Fuente: Costos y tiempos en carreteras realizado por el Ing. Walter Ibáñez.

Cuadro 3.4

Rendimiento Estándar de Motoniveladora

Modelo	Potencia H.P.	Tipo de Trabajo		Rendimiento Standard por día de 8 horas				
				Costa	Sierra			Selva
					Hasta 2300 m.	2300 a 3800 m.	Mas de 3800 m.	
120 G	125	Acab. Sub-Rasante en corte	m2	3,220	3,150	2,860	2,420	2,820
		Conformación Terraplen e = 30	m3	1,050	1,030	940	790	920
		Sub-Base Seleccionada e = 0.15	m2	2,860	2,820	2,560	2,160	2,530
		Sub-Base Seleccionada e = 0.20	m2	2,600	2,530	2,340	1,940	2,270
		Base Granular e = 0.15	m2	2,490	2,420	2,240	1,870	2,160
		Base Granular e = 0.20	m2	2,340	2,310	2,090	1,760	2,050
140 G	140	Escarificado de Pavimento	m2	3,480	3,410	3,110	2,600	2,040
		Acab. Sub-Rasante en corte	m2	3,410	3,370	3,080	2,600	3,000
		Conformación Terraplen e = 30	m3	1,140	1,110	1,020	870	1,000
		Sub-Base Seleccionada e = 0.15	m2	3,080	3,000	2,750	2,340	2,710
		Sub-Base Seleccionada e = 0.20	m2	2,780	2,710	2,490	2,130	2,450
		Base Granular e = 0.15	m2	2,640	2,600	2,380	2,020	2,340
14 G	180	Base Granular e = 0.20	m2	2,420	2,380	2,200	1,870	2,130
		Escarificado de Pavimento	m2	3,700	3,630	3,330	2,820	3,260
		Acab. Sub-Rasante en corte	m2	3,670	3,590	3,290	2,740	3,200
		Conformación Terraplen e = 30	m3	1,220	1,190	1,090	910	1,060
		Sub-Base Seleccionada e = 0.15	m2	3,250	3,200	2,900	2,430	2,860
		Sub-Base Seleccionada e = 0.20	m2	2,950	2,860	2,610	2,180	2,560
		Base Granular e = 0.15	m2	2,820	2,780	2,520	2,140	2,480
		Base Granular e = 0.20	m2	2,560	2,520	2,310	1,920	2,260
		Escarificado de Pavimento	m2	3,970	3,890	3,550	2,940	3,460

Fuente: Costos y tiempos en carreteras realizado por el Ing. Walter Ibáñez.

Cuadro 3.5

Rendimiento Estándar de Rodillos

Modelo	Potencia H.P.	Capacidad	Tipo de Trabajo	Costa	Rendimiento Standard por día de 8 horas			Selva
					Sierra			
					Hasta 2300 m.	2300 a 3800 m.	Mas de 3800 m.	
Autopropulsado								
CA-15Liso	101	6.58 Tn		1,300	1,290	1,080	980	1,000
CA-15 P								
Pata Cabra	108	7.40 Tn.		1,140	1,110	930	850	1,150
CA-25Liso	127	9.00	Compactación Material	1,700	1,670	1,400	1,270	1,290
CA-25D Liso	125	9.40	Suelto (m3/día)	1,700	1,670	1,400	1,270	1,290
CA-25 P								
(Pata Cabra)	125	11.10		1,470	1,440	1,210	1,100	1,500
CC-43 Tandem	140	10.10		1,490	1,460	1,220	1,110	1,120
CG-11 Tandem	13	1.90		210	210	170	160	160
Tipo								
CH-44 Liso	60	5.00		1,160	1,130	950	860	890
CF-44 Pata Cabra	60	5.60		1,010	990	830	750	1,020

Fuente: Costos y tiempos en carreteras realizado por el Ing. Walter Ibáñez.

Cuadro 3.6

Rendimiento Estándar de Retroexcavadora

Modelo	Potencia H.P.	Capacidad		Tipo de Trabajo	Rendimiento Standard por día de 8 horas				
					Costa	Sierra			Selva
						Hasta 2300 m.	2300 a 3800 m.	Mas de 3800 m.	
215	90	0.70 m3	(m3/d)	Mat. suelto	7,200	600	570	450	500
				Roca suelta	420	370	50	290	340
				Roca fija c/volad	290	270	250	200	240
		0.90 m3	Excavación (m3/d)	Mat. suelto	840	700	660	520	580
				Roca suelta	490	430	410	330	390
				Roca fija c/volad	330	310	290	230	270
225	125	1.1 m3	(Rend. Banco)	Mat. suelto	1,050	980	900	710	740
				Roca suelta	620	590	550	450	500
				Roca fija c/volad	430	400	380	330	360
235	195	1.30 m3		Mat. suelto	1,240	1,150	1,060	840	870
				Roca suelta	730	700	650	530	590
				Roca fija c/volad	500	480	450	390	420
		1.50 m3		Mat. suelto	1,430	1,330	1,230	970	1,000
				Roca suelta	840	810	750	610	680
				Roca fija c/volad	580	550	520	450	490
		1.70 m3		Mat. suelto	1,620	1,500	1,390	1,100	1,140
				Roca suelta	950	920	850	700	770
				Roca fija c/volad	660	620	590	510	550
		1.90 m3		Mat. suelto	1,810	1,680	1,560	1,230	1,270
				Roca suelta	1,070	1,030	940	780	860
				Roca fija c/volad	740	700	660	570	610

Fuente: Costos y tiempos en carreteras realizado por el Ing. Walter Ibañez.

3.1.4 Análisis de Costo Unitario de una Partida

Una vez ya definida las partidas, especificaciones, equipos y rendimiento podremos hacer los análisis de costos unitarios; en el Cuadro 3.7 se muestra un ejemplo de análisis de costo unitario para una partida en particular y para las diferentes zonas que presenta el Perú (costa, sierra y selva):

Cuadro 3.7

A.C.U Perfilado y Compactación de la Sub-rasante

Descripción	Unidad	Costa	Cantidad				Selva	Precio Unitario	Parcial	Total
			Sierra							
			Hasta 2300 msm	2300 a 3800 msm	Más de 3800 msm					
R =		3,220	3,150	2,860	2,420	2,820				
Materiales										
Agua (inc. Riego)										
considerando lts/m3	m3	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030				
Mano de Obra										
1.0 Capataz B	hh	0.002	0.003	0.003	0.003	0.003				
4.0 Peón	hh	0.010	0.010	0.011	0.013	0.011				
Equipo										
1.0 Motoniv. 125 hp	hm	0.002	0.003	0.003	0.003	0.003				
1.0 Rodillo patacabra autop. 8-10 Tn	hm	-	-	-	-	0.003				
1.0 Rodillo liso vibr. Autop. 7-9 Tn	hm	0.002	0.003	0.003	0.003	0.003				
Herram. (3%MO)	%	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030				
							Costo Unitario			

Fuente: Costos y tiempos en carreteras realizado por el Ing. Walter Ibañez.

Para realizar el análisis de costo unitario de la partida de conformación de terraplenes, primero se procede a escoger un rendimiento según las tablas de rendimientos de equipos del libro

Costos y Tiempos en Carreteras, una vez determinado el rendimiento se pasa a calcular las cantidades de los materiales, mando de obra y equipos, para que luego sean multiplicados por un precio estándar y así obtener el costo unitario de la partida.

3.2 Costos y Presupuestos del Colegio de ingenieros del Perú

El Manual de Partidas y Costos publicado en el año 2008 por el Colegio de Ingenieros del Perú, fue realizado por el Ing. Luis Alfonso Mares Medina; el cual propone partidas de movimiento tierras estandarizadas, especificaciones

técnicas y análisis de costos unitarios, los cuales son de interés para nosotros y se detallan a continuación.

3.2.1 Partidas de Movimiento de Tierras

Las partidas de movimiento de tierras propuestas por el manual de partidas y costos, se presentan en el Cuadro 3.8.

Cuadro 3.8

Partidas de Movimiento de Tierras del Manual de

Partidas y Costos

N°	Partida	Und
1	Excavación en Corte	m ³
2	Rellenos y Terraplenes	m ³
3	Conformación de la Sub-Rasante	m ³

3.2.2 Especificaciones Técnicas

Las especificaciones técnicas de las partidas de movimiento de tierras presentadas en el Cuadro 3.8 son las siguientes:

Excavaciones en Corte

Consisten en trabajos relacionados con la remoción y extracción del terreno natural en los sitios donde la sub-rasante está por debajo del nivel natural del terreno para rebajar su nivel en los anchos, profundidades, formas y dimensiones que fijan los planos y diseños pertinentes para en esta forma habilitar los espacios necesarios donde se van a construir las demás obras accesorias y complementarias consideradas en el proyecto (plataformas, bermas, cunetas, banquetas, etc.), trabajo este que por su magnitud es realizado a máquina en todas sus fases o etapas (aflojamiento, remoción, extracción y retiro o eliminación). La configuración natural del terreno y el eje del camino determina cortes cerrados, abiertos y a media ladera.

Las partidas específicas que comprende esta genérica, discriminan los tipos de materiales en los que se ejecutan las excavaciones y son:

Excavación en Materiales Suelos

Excavación en Roca Suelta

Excavación en Roca Fija

Excavación en material Orgánico

Unidad de medición: Metro cubico (m³).

Rellenos y Terraplenes

Trata esta partida genérica la conformación de rellenos y terraplenes, consistentes en la colocación de capas de materiales seleccionados generalmente humedecidos y compactados en espesores sueltos no mayores de 0.30 m para nivelar a la cota de la sub-rasante proyectada los terrenos en depresiones u hondonadas y los que se hallan por debajo de esta. Dicha nivelación se hace en los anchos y demás dimensiones que fijan los perfiles transversales y longitudinales que se detallan en los planos correspondientes.

Las partidas específicas que agrupan estas genéricas, son las que se describen a continuación:

Rellenos con Materiales Afirmados

Relleno Pedraplen

Unidad de medición: Metro cubico (m³)

Conformación de la Sub Rasante

Esta partida genérica está referida a la conformación y acabado de la capa superficial de las explanaciones, para constituir una capa de transición o enlace entre el terreno de fundación y las capas inferiores del pavimento, con tal fin,

debe ser acondicionada o preparada en un acabado firme y uniforme que asegure estabilidad y buen comportamiento.

Las partidas específicas que agrupan se discriminan en relación al tipo de tratamiento o acabado que se aplique y son las que se describen a continuación.

Compactación y Perfilado

Capas Anticontaminantes

Manto de geotextil

Unidad de medición: Metro cubico (m³).

3.2.3 Análisis de Costo Unitario de una Partida

El proceso para realizar el análisis de costo unitario de una partida es el mismo ya indicado en la metodología anterior (Costos y Tiempos en Carreteras por Walter Ibáñez); la única diferencia son los formatos de análisis, por el cual en el Cuadro 3.9 se presenta la hoja de cálculo propuesta por el manual de partidas y Costos publicado por el Colegio de Ingenieros del Perú.

Cuadro 3.9

Formato de Análisis de Costos Unitarios

DESCRIPCION											
METRADOS											
RENDIMIENTO DIARIO											
EJECUCION: DIAS											
RECURSOS	UND	TARIFA	CANTD	IMPORTE	CANTD	IMPORTE	CANTD	IMPORTE	CANTD	IMPORTE	IMPORTE
MANO DE OBRA	DH										
Capataz	"										
Operario	"										
Oficial	"										
Peones	"										
HERRAMIENTAS	%										
EQP. MECANIC	DM										
	"										
	"										
	"										
	"										
	"										
MATE-INSUMS											
Otros											
TOTALES \$/.											
COSTO UNITARIO \$/.											

Fuente: Manual de Partidas y Costos, pág. 285, Autor: Ing. Luis Alfonso Mares Medina.

3.3 Revistas Técnicas

Para esta parte del capítulo solo se va hacer referencia a dos revistas técnicas donde solo se va a revisar las partidas de movimiento de tierras, materiales, mano de obra, equipos, rendimientos y precios, los cuales nos sirven como metodología para elaborar nuestro presupuesto y análisis de costos unitarios.

3.3.1 Revista Constructivo

La Revista Constructivo que analizaremos es del año 2011, en la cual nosotros vamos hacer referencia solo a las partidas de movimiento de tierras y sus respectivos análisis de costos unitarios.

Partidas de Movimiento de Tierras

Las partidas de movimiento de tierra propuestas por la Revista Constructivo se presentan en el Cuadro 3.10.

Cuadro 3.10

Partidas de Movimiento de Tierras Revista Constructivo

N°	Partida	Und
1	Eliminación de excedentes (Equipo) D = 10 km	m ³
2	Excavación hasta sub-rasante s/explanación con tractor 190-240 HP	m ³
3	Excavación hasta sub-rasante s/explanación cargador sobre llantas 100-115 HP	m ³
4	Relleno y compactación material propio hasta nivel de sub-rasante	m ³
5	Excavación hasta sub-rasante material suelto con tractor 140 – 160 HP	m ³
6	Perfilado compactación zona de corte (Sierra)	m ³
7	Corte en roca suelta (Sierra, Selva)	m ³
8	Corte material suelto (Sierra)	m ³

9	Perfilado compactación sub-rasante (Costa, Sierra y Selva)	m ³
10	Conformación de terraplenes (Costa, Sierra y Selva)	m ³
11	Corte en roca fija (Costa, Sierra y Selva)	m ³

Análisis de Costos Unitarios de una Partida

En el Cuadro 3.11 se presenta el formato que utiliza la Revista Constructivo para calcular los análisis de costos unitarios, como ejemplo se va a tomar la partida de excavación hasta sub-rasante con cargador sobre llantas de 100 a 115 HP.

Cuadro 3.11

Análisis de Costos Unitario de una Partida

Código	Descripción	IU	UN	Cantidad	P.U.	Parcial Total	Total
EXCAVACION HASTA SUBRASANTE CARGADOR SOBRE LLANTAS 100-115 HP							
Unidad = M3		Costo por: M3					
Rendimiento = 25 M3/Día							
Ecuacion a usar = 1.0 Cp"B" + 3.0 Op + 6.0 Of + 12.0 Pe							
Mano de Obra							83.10
30	Capataz clase B	47	HH	0.3200	17.58	5.63	
72	Oficial	47	HH	1.9200	11.97	22.98	
76	Operario	47	HH	0.9600	13.52	12.98	
78	Peon	47	HH	3.8400	10.81	41.51	
Equipo							96.00
405	Crgador frontal sobre llantas 100-115 HP 2-2.25 YD3	49	HM	0.1600	108.50	17.36	
567	Compresora Numa.Disel 250-330PCM 87 HP	49	HM	0.9600	53.20	51.07	
855	Herramientas Manuales (%mano de obra)	37	1%	5.0000		4.15	
913	Martillo Neumatico 25-29 Kg sin punta	49	HM	1.9200	12.20	23.42	
Materiales							0.00
Total de la Partida =							179.10

Fuente: Revista Constructivo Año de Publicación Diciembre 2011.

Resumen de los análisis de costos unitarios

En el Cuadro 3.12 se ha realizado un resumen de las partidas de movimiento de tierras propuestas por la revista constructivo con sus respectivos rendimientos y equipos, que servirán para la elaboración de los análisis de costos unitarios.

Cuadro 3.12

Resumen de los Análisis de Costos Unitarios

Nº	Partida	Und	Rendimientos				Equipo
			Glb.	Costa	Sierra	Selva	
1	Eliminación de excedentes (Equipo) D = 10 km (zona urbana comercial)	m ³	80	-	-	-	Cargador Frontal 125 HP Volquete 6x4 10 m3 330 hp
2	Excavación hasta subras.r.s s/explanación con tractor 190-240 HP	m ³	70	-	-	-	Compresora 250-330 PCM 87 hp Martillo neumático 25-29 kg sin punta Tractor de oruga 190-240 hp
3	Excavación hasta subras.r.f. s/explanación cargador sobre llantas 100-115 HP	m ³	25	-	-	-	Cargador frontal s/ llantas 100-115 hp Compresora 250-330 PCM 87 hp Martillo neumático 25-29 kg sin punta
4	Relleno y compactación material propio hasta nivel de sub-rasante	m ³	700	-	-	-	Motoniveladora 125 hp Rodillo liso Vibrat. Autop. 10-12 Tn - 101-135 hp Tractor de oruga 140-160 hp
5	Excavación hasta sub-rasante material suelto con tractor 140 – 160 HP	m ³	250	-	-	-	Tractor de oruga 140-160 hp
6	Perfilado compactación zona de corte (Sierra)	m ³	-	-	2500	-	Motoniveladora 125 hp Rodillo liso Vibrat. Autop. p7-9TN-70-100 hp Rodillo pata de cabra Vibrat. Autop. p8-10TN 84 hp
7	Corte en roca suelta (Sierra, Selva)	m ³	-	-	200	200	Compresora 250 PCM 87 hp Martillo neumático 25-29 kg sin punta Tractor de orugas 140-160 hp
8	Corte material suelto (Sierra)	m ³	-	-	300	-	Tractor de oruga 140-160 hp

9	Perfilado compactación sub-rasante (Costa, Sierra y Selva)	m ³	-	2800	2500	2700	Motoniveladora 125 hp Rodillo liso vibratorio auto p7-9TN-70-100 hp Rodillo pata de cabra Vibrat. Autop. p8-10TN 84 hp
10	Conformación de terraplenes (Costa, Sierra y Selva)	m ³	-	1100	910	940	Motoniveladora 125 hp Rodillo liso Vibrat. Autop. 12TN – 101-135 hp Rodillo pata de cabra Vibrat. Autop. p8 - 10TN 84 hp Tractor de oruga 140-160 hp
11	Corte en roca fija (Costa, Sierra y Selva)	m ³	-	200	180	180	Compresora 250 PCM 87 hp Martillo neumático 25-29 kg sin punta Tractor de orugas 140-160 hp

Fuente: Revista Constructivo Año de Publicación Diciembre 2011.

3.3.2 Revista Costos

La Revista Costos que analizaremos es del año 2011, en la cual nosotros vamos hacer referencia solo a las partidas de movimiento de tierras y sus respectivos análisis de costos unitarios.

Partidas de Movimiento de Tierras

Las partidas de movimientos de tierras propuesto por la Revista Costos se presentan en el Cuadro 3.13.

Cuadro 3.13

Partidas de Movimiento Revista Costos

N°	Partida	Und
1	Excavación a nivel de sub-rasante	m ³
2	Rellenos	m ³
3	Eliminación de excedente	m ³
4	Sub-rasante	m ²

Análisis de Costos Unitarios de una Partida

La revista costos no muestra un análisis de costos unitario detallado solo presenta un resumen de partidas y sub partidas de movimiento de tierras con sus respectivos precios unitarios (ver Cuadro 3.14).

Cuadro 3.14

Resumen de los Análisis de Costos Unitarios Revista Costos

Nº	Descripción	UND	P.U.	M.O.	MAT.	EQU.
1	Excavaciones a nivel de sub-rasante					
1.1	Excavaciones a nivel de sub-rasante material suelto c/ Tractor 140 - 160 HP	m3	8.21	1.06	-	7.15
1.2	Excavación hasta sub-rasante R.S. s/explanación tractor 190-240 hp	m3	42.65	15.80	-	26.85
1.3	Excavación hasta sub-rasante R.F. s/explanación cargador s/llantas 100-115 hp	m3	161.17	72.32	-	88.85
2	Rellenos					
2.1	Relleno compactado con material propio c/equipo (en pistas R=250 m3/día)	m3	21.85	3.13	-	18.72
2.2	Relleno compactado con material préstamo c/equipo R=250 m3/día en pistas	m3	64.60	3.13	42.84	18.72
3	Eliminación de excedentes					
3.1	Eliminación de excedente con volquete 10 m3 D=10km	m3	29.73	0.21	-	29.52
3.2	Eliminación de excedente con volquete 10 m3 D=25km	m3	53.22	0.40	-	52.82
4	Sub-Rasante					
4.1	Conformación y compactación Sub-rasante c/motoniveladora 125 hp	m2	2.70	0.40	-	2.30
4.2	Sub-rasante mejorada e=0.50m	m2	5.21	0.50	0.20	4.51
4.3	Sub-rasante mejorada e=0.60m	m2	8.30	0.81	0.30	7.16

Fuente: Revista Costos Año de Publicación Diciembre 2011.

3.4 Expedientes Técnicos de obras

En esta parte vamos a revisar la metodología que usan las constructoras, proyectistas e ingenieros, en la elaboración de los presupuestos y análisis de costos unitarios, para eso se ha elegido seis expedientes técnicos aprobados y ejecutados en sus respectivas entidades y zonas, de las cuales tres expedientes técnicos se han realizado en la costa y los otros tres en la sierra, como se muestra en el Cuadro 3.15 donde se describe la situación general de los expedientes técnicos.

Cuadro 3.15

Situación General de los Expedientes Técnicos

Expediente Técnico	Zona	Tipo de Vía	Long. (Km)	Ancho de Vía (m)	Año
Expediente Técnico N° 1	Costa	Pavimentada	4.20	10.80	2011
Expediente Técnico N° 2	Costa	Pavimentada	6.28	6.60	2009
Expediente Técnico N° 3	Costa	Pavimentada	6.34	7.00-28.00	2009
Expediente Técnico N° 4	Sierra	Pavimentada	8.80	2.00-9.00	2006
Expediente Técnico N° 5	Sierra	No Pavimentada	4.20	7.20	2005
Expediente Técnico N° 6	Sierra	No Pavimentada	8.50	4.50	2009

3.4.1 Expediente Técnico N° 1

El expediente técnico N°1 es una obra de reconstrucción y mejoramiento vial de la av. José Pardo, que está ubicado en la ciudad de Chimbote y aprobado por la región Ancash; de este expediente técnico vamos a identificar las partidas de movimiento de tierra sus especificaciones técnicas y análisis de costos unitarios; las cuales se presentaran a continuación.

Partidas de Movimiento de Tierras

Las partidas de movimiento de tierras del Expediente técnico N°1 se presentan en el Cuadro 3.16.

Cuadro 3.16

Partidas de Movimiento de Tierras del Expediente Técnico N° 1

N°	Partida	Und
1	Corte hasta nivel de sub-rasante	m ³
2	Conformación de sub-rasante c/moto niveladora	m ²
3	Mejoramiento y estabilización de suelo para sub-rasante: material granular np-a-1b, e=25cm	m ³
4	Mejoramiento y estabilización de suelo para sub-rasante: material granular np-a-1b, e=50cm	m ³
5	Sub-base de afirmado e= 0.20m zona rodadura	m ³
6	Base de afirmado de e= 0.30m estacionamientos	m ³
7	Base de afirmado de e= 0.15 m. zona rodadura	m ³
8	Riego de superficie con cisterna	m ³
9	Eliminación de material excedente d=hasta 10km	m ³
10	Eliminación de material excedente de demoliciones c/maq. d=hasta 10km	m ³

Especificaciones Técnicas de las Partidas de Movimiento de Tierras

Las especificaciones técnicas de las partidas de movimiento de tierras del expediente técnico N° 1 presentadas en el Cuadro 3.16 son las siguientes:

Corte hasta nivel de sub-rasante

El trabajo comprende el conjunto de actividades de corte de terreno en las zonas donde ha de fundarse la vía en corte. Los materiales de excavación que no sean utilizables deberán ser colocados, donde lo indique el proyecto o de acuerdo con las instrucciones del Supervisor, en zonas aprobadas por éste.

Unidad de medición: Metro cubico (m³).

Conformación de sub-rasante c/ motoniveladora

Se denomina sub-rasante al nivel terminado de la estructura vial ubicada debajo de la capa de sub-base o mejoramiento si lo hubiere. Este nivel es paralelo al nivel de la rasante y se logrará conformando el terreno natural mediante los cortes y rellenos que están considerados bajo dichas partidas. Tendrá el ancho completo de la vía y estará libre de raíces, hierbas, desmontes o material suelto.

Una vez concluidas las Obras de Corte y Relleno y se haya comprobado que no existen dificultades con las redes y conexiones domiciliarias de energía, agua y desagüe, y si fuera necesario se procederá a la escarificación mediante moto niveladora (o rastras en la zonas de difícil acceso) en una profundidad de 15 cm debiéndose eliminar las partículas de tamaño mayor de 10 cm. La operación será continua hasta lograr un material homogéneo de humedad uniforme

lo más cercano a la óptima definida por el ensayo de Compactación proctor Modificado. La compactación se efectuará con rodillos cuyas características de peso y eficiencia serán comprobadas por la Supervisión.

Unidad de medición: Metro cuadrado (m²).

Mejoramiento y estabilización de suelo para sub-rasante: material granular np-a-1b, e=50cm

Este ítem corresponde el empleo de materiales de préstamo aprobados para la construcción de rellenos en las zonas señaladas en Planos, así como la colocación del material, mezcla, humedecimiento o aireación, perfilado y su compactación por capas, de conformidad con las dimensiones, alineamientos, secciones transversales y pendientes indicados en Planos y lo indicado por el Supervisor de Obras.

Unidad de medición: Metro cubico (m³).

Eliminación de material excedente de demoliciones c/maq. d= 10km

Esta partida comprende la eliminación de los materiales sobrantes de las diferentes etapas constructivas complementando los movimientos de tierras descritos en forma específica. Se prestará particular atención al hecho que no ocasionen innecesarias interrupciones al tránsito peatonal o

vehicular, así como molestias con el polvo que generan las etapas de apilación, carguío y transporte que forman parte de esta partida.

Unidad de medición: Metro cubico (m³).

Análisis de Costos Unitario de una Partida

Del expediente técnico N° 1 se ha escogido como ejemplo de análisis de costo unitario la partida de conformación de sub-rasante c/Motoniveladora, el cual su procedimiento de cálculo es el mismo ya mencionado en la primera metodología y se presenta en el Cuadro 3.17.

Cuadro 3.17

Análisis de Costo Unitario de una Partida del Expediente Técnico N° 1

Partida	03.02 CONFORMACION DE SUB-RASANTE C/MOTONIVELADORA						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 1,500.0000	EQ. 1,500.0000	Costo unitario directo por : m2			2.14
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0005	14.30	0.01	
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0053	12.09	0.06	
0147010004	PEON	hh	2.0000	0.0107	10.92	0.12	
							0.19
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.19	0.01	
0348120002	CAMION CISTERNA 4 X 2 (AGUA) 2,000 gl	hm	0.5000	0.0027	100.00	0.27	
0349030073	RODILLO LISO VIBR AUTOP 101-135HP 10-12T	hm	1.0000	0.0053	135.00	0.72	
0349090000	MOTONIVELADORA DE 125 HP	hm	1.0000	0.0053	180.00	0.95	
							1.95

Resumen de Partidas y Análisis de Costos Unitarios

Se ha realizado un resumen de las partidas de movimientos de tierras del expediente técnico N° 1 indicando sus unidades, rendimientos, equipos y costos unitarios, las cuales se detallan en el Cuadro 3.18.

Cuadro 3.18

Resumen de Partidas y Análisis de Costos Unitarios

N°	Partida	Und	Rendimiento	Equipos	C.U. S/.
1	Corte hasta nivel de sub-rasante	m3/Día	280	Tractor de orugas de 140-160 hp	6.47
2	Conformación de sub-rasante c/moto niveladora	m2/Día	1500	Camión cisterna 4 x 2 (agua) 2,000 gl Rodillo liso Vibr. Autop. 101-135hp 10-12t Moto niveladora de 125 hp	2.14
3	Mejoramiento y estabilización de suelo para sub-rasante e = 0.25m	m3/Día	350	Camión cisterna 4 x 2 (agua) 2,000 gl Rodillo liso Vibr. Autop. 101-135hp 10-12t Moto niveladora de 125 hp.	55.78
4	Mejoramiento y estabilización de suelo para sub-rasante e = 0.50m	m3/Día	300	Camión cisterna 4 x 2 (agua) 2,000 gl Rodillo liso Vibr. Autop. 101-135hp 10-12t Moto niveladora de 125 hp	57.36
5	Eliminación de material excedente de demoliciones c/maq. d=hasta 10km	m3/Día	320	Camión volquete 15 m3 Cargador s/llantas 125-155 hp 3 yd3	13.01

3.4.2 Expediente Técnico N° 2

El expediente técnico N°2 es una obra de mejoramiento de la carretera, cruce Km 380 Panamericana Norte, que está ubicado en la ciudad de Casma y aprobado por la región Ancash; de este expediente técnico vamos a identificar las partidas de movimiento de tierra sus especificaciones técnicas y análisis de costos unitarios, que a continuación se van a presentar.

Partidas de Movimiento de Tierras

Las partidas de movimiento de tierras del Expediente técnico N° 2 se presentan en el Cuadro 3.19.

Cuadro 3.19

Partidas de Movimiento de Tierras del Expediente Técnico N°2

N°	Partida	Und
1	Corte de material a nivel de sub-rasante c/equipo	m ³
2	Relleno con material granular hasta nivel sub-rasante	m ²
3	Perfilado y compactado de la sub-rasante c/equipo pesado	m ²
4	Eliminación de material excedente con maquinaria	m ³
5	Relleno con material de préstamo c/equipo	m ³

Especificaciones Técnicas de las Partidas de Movimiento de Tierras

Las especificaciones técnicas de las partidas de movimiento de tierras del expediente técnico N° 2 presentadas en el Cuadro 3.19 son las siguientes:

Corte de material a nivel de sub-rasante c/equipo

Consiste en el corte y extracción en todo el ancho que corresponde a las explanaciones proyectadas, incluirá el volumen de elementos sueltos o dispersos que hubiera o que fuera necesario recoger dentro de los límites de la vía, según necesidades del trabajo. El corte se efectuará hasta una cota ligeramente mayor que el nivel de Sub rasante (nivel definido por debajo de la capa de mejoramiento) de tal manera que al preparar y compactar esta capa se llegue hasta el nivel de sub rasante requerido.

Unidad de medición: Metro cubico (m³).

Relleno con material granular hasta nivel sub-rasante

Este trabajo consiste en colocar una capa de material granular de ø 1" a 2", que servirá como material de filtro previniendo la eventual disgregación del material de la sub-rasante, este material de filtro deberá cumplir con las características mínimas de la normatividad vigente no contendrá ningún tipo de finos y el, humedecimiento o aireación, compactación y perfilado final de acuerdo con la presente especificación, conforme con las dimensiones, alineamientos y

pendientes señalados en los planos del proyecto y las instrucciones del Supervisor.

Unidad de medición: Metro cubico (m²).

Perfilado y compactado de la sub-rasante c/equipo pesado

Se denomina sub-rasante al nivel terminado de la estructura vial ubicada debajo de la capa de sub-base o mejoramiento si lo hubiere. Este nivel es paralelo al nivel de la rasante y se logrará conformando el terreno natural mediante los cortes y rellenos que están considerados bajo dichas sub-partidas.

Se denominará capa de sub-rasante a 30 cm. de espesor que queda debajo del nivel del terreno natural y que está constituida por el suelo natural resultante del corte o por suelo mejorado en el caso de rellenos. Tendrá el ancho completo de la vía y estará libre de raíces, hierbas, desmontes o material suelto. Una vez concluidas las Obras de movimiento de tierras y se haya comprobado que no existen dificultades con las redes y conexiones domiciliarias de energía, agua y desagüe, y si fuera necesario se procederá a la escarificación mediante moto niveladora (o rastras en la zonas de difícil acceso) en una profundidad de 15cm debiéndose eliminar las partículas de tamaño mayor de 10 cm. La operación será continua hasta lograr un material homogéneo de humedad uniforme lo más cercano a la óptima definida por el ensayo de Compactación Proctor Modificado, que se obtenga en laboratorios para una muestra representativa del suelo de la capa de sub rasante. La compactación se efectuará con rodillos cuyas características de peso y eficiencia serán comprobadas por la Supervisión.

Unidad de medición: Metro cubico (m²).

Eliminación de material excedente con maquinaria

Esta sub-partida comprende la eliminación de los materiales sobrantes de las diferentes etapas constructivas complementando los movimientos de tierras

descritos en forma específica. Se prestará particular atención al hecho que no ocasionen innecesarias interrupciones al tránsito peatonal o vehicular, así como molestias con el polvo que generan las etapas de apilación, carguío y transporte que forman parte de esta sub-partida. El destino final de los materiales excedentes será elegido de acuerdo con las disposiciones y necesidades municipales.

Unidad de medición: Metro cubico (m³).

Relleno con material de préstamo c/equipo

No sé a encontrado dentro de las especificaciones técnicas la descripción de la presente partida.

Análisis de Costos Unitario de una Partida

Vamos a ver el análisis de costo unitario de la partida perfilado y compactado de la sub-rasante c/equipo pesado y se muestra en el Cuadro 3.20.

Cuadro 3.20

Análisis de Costo Unitario de una Partida del Expediente Técnico N°2

PERFILADO Y COMPACTADO DE LA SUBRASANTE C/ EQUIPO PESADO						
Partida	03.01.00					
Rendimiento	900 M2/DIA			Costos unitario por: m2		5.61
Descripcion Insumos	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
Mano de Obra						
CAPATAZ	HH	1.00	0.0089	12.05	0.11	
PEON	HH	4.00	0.0356	9.33	0.33	
					0.44	
Equipos						
HERRAMIENTOS MANUALES	%MO		3.0000	0.44	0.01	
CAMION CISTERNA 4X2 (AGUA) 2000 GL	HM	1.00	0.0089	250.00	2.22	
RODILLO LISO VIBR. AUTOP 101-135 HP 10-12 T	HM	1.00	0.0089	150.00	1.33	
MOTONIVELADORA DE 125 HP	HM	1.00	0.0089	180.00	1.60	
					5.17	

Resumen de Partidas y Análisis de Costos Unitarios

Se ha realizado un resumen de las partidas de movimientos de tierras del expediente técnico N° 2 indicando sus unidades, rendimientos, equipos y costos unitarios, las cuales se detallan en el Cuadro 3.21.

Cuadro 3.21

Resumen de Partidas y Análisis de Costos Unitarios

N°	Partida	Und	Rendimiento	Equipos	C.U. S/.
1	Corte de material a nivel de sub-rasante c/equipo	m3/Día	250	Tractor de D6	6.41
2	Relleno con material granular hasta nivel sub-rasante	m2/Día	2500	Moto niveladora de 125 hp	5.61
3	Perfilado y compactado de la sub-rasante c/equipo pesado	m2/Día	900	Camión cisterna 4 x 2 (agua) 2,000 gl Rodillo liso Vibr. Autop. 101-135hp 10-12t Moto niveladora de 125 hp.	5.61
4	Eliminación de material excedente con maquinaria	m3/Día	550	Camión volquete 6 m3 Cargador Frontal	12.66
5	Relleno con material de préstamo c/equipo	m3/Día	250	Cargador s/llantas 125-155 hp 3 yd3	30.15

3.4.3 Expediente Técnico N° 3

El expediente técnico N° 3 es una obra de Pavimentación del Pueblo Joven Miraflores Bajo, que está ubicado en la ciudad de Chimbote y aprobado por la región Ancash; de este expediente técnico vamos a identificar las partidas de movimiento de tierra sus especificaciones técnicas y análisis de costos unitarios, que a continuación se van a presentar.

Partidas de Movimiento de Tierras

Las partidas de movimiento de tierras del Expediente técnico N° 3 se presentan en el Cuadro 3.22.

Cuadro 3.22

Partidas de Movimiento de Tierras del Expediente Técnico N°3

N°	Partida	Und
1	Excavación a nivel de sub-rasante	m ³
2	Eliminación de material excedente	m ³
3	Conformación de sub-rasante para pavimento	m ²

Especificaciones Técnicas de las Partidas de Movimiento de Tierras

Las especificaciones técnicas de las partidas de movimiento de tierras del expediente técnico N° 3 presentadas en el Cuadro 3.22 son las siguientes:

Excavación a nivel de sub-rasante

Consiste en el corte y extracción en todo el ancho que corresponde a las explanaciones proyectadas, incluirá el volumen de elementos sueltos o dispersos que hubiera o que fuera necesario recoger dentro de los límites de la vía, según necesidades del trabajo. El corte se efectuará hasta una cota ligeramente mayor que el nivel de Sub rasante, de tal manera que al preparar y compactar esta capa, se llegue el nivel de sub rasante.

Unidad de medición: Metro cubico (m³).

Eliminación de material excedente

Esta sub-partida comprende la eliminación de los materiales sobrantes de las diferentes etapas constructivas complementando los movimientos de tierras descritos en forma específica.

Unidad de medición: Metro cubico (m³).

Conformación de sub-rasante para pavimento

Se eliminará del terreno natural todo material en exceso, efectuándose el nivelado perfilado y compactado, de tal manera que la sub rasante terminada quede por debajo de la cota rasante en los espesores indicados en los planos

respectivos. Todo material suelto e inestable en la sub rasante que no compacte fácilmente o que no sirva para el propósito señalado será removido.

Unidad de medición: Metro cuadrado (m²).

Análisis de Costos Unitario de una Partida

Vamos a ver el análisis de costo unitario de la partida conformación de sub-rasante para pavimento y se muestra en el Cuadro 3.23.

Cuadro 3.23

Análisis de Costo Unitario de una Partida del Expediente Técnico N° 3

CONFORMACIÓN DE SUB-RASANTE PARA PAVIMENTO						
Partida	03.01.00					
Rendimiento		1000 M2/DIA			Costos unitario por: m2	3.78
Descripcion Insumos			Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio
						Parcial
		Mano de Obra				
CAPATAZ			HH	1.00	0.0080	13.85
PEON			HH	6.00	0.0480	9.85
						0.58
		Materiales				
AGUA			M3		0.1000	5.00
						0.50
		Equipos				
HERRAMIENTOS MANUALES			%MO		3.0000	0.58
RODILLO LISO VIBR. AUTOP 101-135 HP 10-12 T			HM	1.00	0.0080	120.00
TRACTOR DE ORUGAS DE 140 HP-160 HP			HM	0.50	0.0040	150.00
MOTONIVELADORA DE 125 HP			HM	1.00	0.0080	140.00
						2.70

Resumen de Partidas y Análisis de Costos Unitarios

Se ha realizado un resumen de las partidas de movimientos de tierras del expediente técnico N° 3 indicando sus unidades, rendimientos, equipos y costos unitarios, las cuales se detallan en el Cuadro 3.24.

Cuadro 3.24

Resumen de Partidas y Análisis de Costos Unitarios

N°	Partida	Und	Rendimiento	Equipos	C.U. S/.
1	Excavación a nivel de sub-rasante	m3/Día	450	Tractor de orugas de 190-240 hp	3.04
2	Eliminación de material excedente	m3/Día	350	Camión Volquete 12 m3 Cargador sobre llantas 125 hp 2.5 yd3	8.30
3	Conformación de sub-rasante para pavimento	m2/Día	1000	Tractor de orugas de 125 hp Rodillo liso Vibr. Autop. 101-135hp 10-12t Moto niveladora de 125 hp	3.78

3.4.4 Expediente Técnico N° 4

El expediente técnico N° 4 es una obra de Construcción y Mejoramiento de la Carretera Cotaparaco - Cochapete, que está ubicado en Huarmey - Recuay, aprobado por la región Ancash; de este expediente técnico vamos a identificar las partidas de movimiento de tierra sus especificaciones técnicas y análisis de costos unitarios, que a continuación se van a presentar.

Partidas de Movimiento de Tierras

Las partidas de movimiento de tierras del Expediente técnico N°4 se presentan en el Cuadro 3.25.

Cuadro 3.25

Partidas de Movimiento de Tierras del Expediente Técnico N° 4

N°	Partida	Und
1	Corte c/equipo material suelto (2300 – 3800 msnm)	m ³
2	Corte c/equipo roca suelta perforación y disparo (2300 – 3800 msnm)	m ³
3	Corte c/equipo roca suelta excavación, desquinche y peinado de taludes (2300-3800 msnm)	m ³
4	Corte c/equipo roca fija perforación y disparo (2300 – 3800 msnm)	m ³
5	Corte c/equipo roca fija excavación, desquinche y peinado de taludes (2300 – 3800 msnm)	m ³
6	Conformación y perfilado de la sub-rasante (2300 – 3800 msnm)	m ²
7	Relleno c/equipo c/material propio (2300-3800 msnm)	m ³

Especificaciones Técnicas de las Partidas de Movimiento de Tierras

Las especificaciones técnicas de las partidas de movimiento de tierras del expediente técnico N° 4 presentadas en el Cuadro 3.25 son las siguientes:

Corte c/equipo material suelto (2300 – 3800 msnm)

El corte de este material se hará con tractores, según como indique las estacas; también se debe tener en cuenta la relación de talud indicado en los planos y se

irá cortando por capas hasta llegar a la cota de la rasante, luego se hará una nivelación con el fin de refinar el trabajo, aquí la brigada topográfica dejara las plantillas algo lejos de la plataforma de modo que estas no se pierdan o queden enterradas en el movimiento de tierras por ultimo las maquinarias trabajaran según la rasante indicada en los planos de perfiles.

Unidad de medición: Metro cubico (m^3).

Corte c/equipo roca suelta perforación y disparo (2300 – 3800 msnm)

Corte c/equipo roca suelta excavación, desquinche y peinado de taludes (2300-3800 msnm)

Este trabajo involucra las partidas de voladura en roca suelta y extracción en roca suelta, desquinche y peinado de taludes, según lo indicado en los planos del proyecto y de acuerdo a las instrucciones del supervisor.

Unidad de medición: Metro cubico (m^3).

Corte c/equipo roca fija perforación y disparo (2300 – 3800 msnm)

Corte c/equipo roca fija excavación, desquinche y peinado de taludes (2300 – 3800 msnm)

Este trabajo involucra las partidas de voladura en roca

fija y extracción en roca fija, desquinche y peinado de taludes, según lo indicado en los planos del proyecto y de acuerdo a las instrucciones del supervisor.

Unidad de medición: Metro cubico (m^3).

Conformación y perfilado de la sub-rasante (2300 – 3800 msnm)

Esta labor se realizará sobre todo los últimos 20 o 30 cm del nivel de la sub-rasante en los tramos en corte. Se da inicio en el uso del escarificador para luego proceder a nivelar y darle forma a las rasantes con el uso de la cuchilla de la moto niveladora regándosele uniformemente para con el paso de los rodillos que quede una superficie lista para recibir la siguiente capa; si así lo considera el presupuesto.

Unidad de medición: Metro cuadrado (m^2).

Relleno c/equipo c/material propio (2300-3800 msnm)

Comprende la utilización del material de corte para la conformación de los rellenos en una distancia de 60m y su compactación por capas de conformidad con los alineamientos y pendientes de los perfiles transversales indicados en los planos.

Unidad de medición: Metro cuadrado (m^2).

Análisis de Costos Unitario de una Partida

Vamos a ver el análisis de costo unitario de la partida conformación y perfilado de la sub-rasante (2300 – 3800 msnm) y se muestra en el Cuadro 3.26.

Cuadro 3.26

Análisis de Costo Unitario de una Partida del Expediente Técnico N°4

CONFORMACIÓN Y PERFILADO DE LA SUB-RASANTE (2300-3800 MSNM)						
Partida	02.06.00					
Rendimiento	1300 M2/DIA		Costos unitario por: m2		0.73	
Descripcion Insumos	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
Mano de Obra						
OPERADOR DEL EQUIPO PESADO	HH	1.00	0.0062	11.54	0.07	
CAPATAZ	HH	0.50	0.0031	12.05	0.04	
OPERARIO	HH	1.00	0.0062	11.54	0.07	
PEON	HH	2.00	0.0123	9.33	0.11	
					0.29	
Equipos						
HERRAMIENTOS MANUALES	%MO		3.0000	0.29	0.01	
TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP	HM	1.00	0.0062	70.00	0.43	
					0.44	

Resumen de Partidas y Análisis de Costos Unitarios

Se ha realizado un resumen de las partidas de movimientos de tierras del expediente técnico N° 4 indicando sus unidades, rendimientos, equipos y costos unitarios, las cuales se detallan en el Cuadro 3.27.

Cuadro 3.27
Resumen de Partidas y Análisis de Costos Unitarios

N°	Partida	Und	Rendimiento	Equipos	C.U. S/.
1	Corte c/equipo material suelto (2300 – 3800 msnm)	m3/Día	340	Tractor de orugas de 190-240 hp	3.12
2	Corte c/equipo roca suelta perforación y disparo (2300 – 3800 msnm)	m3/Día	200	Compresora neumática 250-330 pcm 87hp Martillo neumático de 24 kg	9.53
3	Corte c/equipo roca suelta excavación, desquinche y peinado de taludes (2300-3800 msnm)	m3/Día	250	Tractor de orugas de 190-240 hp	4.28
4	Corte c/equipo roca fija perforación y disparo (2300 – 3800 msnm)	m3/Día	130	Compresora neumática 250-330 pcm 87hp Martillo neumático de 24 kg	14.92
5	Corte c/equipo roca fija excavación, desquinche y peinado de taludes (2300 – 3800 msnm)	m3/Día	190	Tractor de orugas de 190-240 hp	5.69
6	Conformación y perfilado de la sub-rasante (2300 – 3800 msnm)	m2/Día	1300	Tractor de orugas de 190-240 hp	0.68
7	Relleno c/equipo c/material propio (2300-3800 msnm)	m3/Día	500	Tractor de orugas de 190-240 hp	3.16

3.4.5 Expediente Técnico N° 5

El expediente técnico N°5 es una obra de Pavimentación de la Vía Circunvalación Ovalo San Pedro Av. los Pescadores, que está ubicado en la ciudad de Chimbote, aprobado por la región Ancash; de este expediente vamos a identificar las partidas de movimiento de tierra sus especificaciones técnicas y análisis de costos unitarios, que a continuación se van a presentar.

Partidas de Movimiento de Tierras

Las partidas de movimiento de tierras del Expediente técnico N°5 se presentan en el Cuadro 3.28.

Cuadro 3.28

Partidas de Movimiento de Tierras del Expediente Técnico N°5

N°	Partida	Und
1	Excavación masiva con máquina	m ³
2	Corte hasta los niveles de sub-rasante	m ³
3	Mejoramiento sub-rasante: material filtro, e=0.30m	m ³
4	Relleno con material préstamo c/equipo	m ³
5	Preparación de sub-rasante c/motoniveladora	m ²
6	Sub-base afirmado de e=0.45m	m ³
7	Sub-base afirmado de e=0.70m	m ³
8	Sub-base afirmado de e=1.00m	m ³
9	Base de afirmado e=25cm	m ³
10	Eliminación de material excedente c/maquina D=10km	m ³

Especificaciones Técnicas de las Partidas de Movimiento de Tierras

Las especificaciones técnicas de las partidas de movimiento de tierras del expediente técnico N° 5 presentadas en el Cuadro 3.28 son las siguientes:

Excavación masiva con maquina

Esta partida consiste en la extracción y corte de material suelto a fin de alcanzar las secciones transversales exigidas en los planos. Pudiendo ser excavados mediante el empleo de tractores, excavadores o cargadores frontales, y en caso de quererse desmenuzado mediante el escarificador de un

tractor sobre orugas. El corte se efectuara en todo el ancho que corresponde a las explanaciones proyectadas, incluirá el volumen de elementos sueltos o dispersos según necesidades del trabajo.

Unidad de medición: Metro cubico (m^3).

Corte hasta los niveles de sub-rasante

Consiste en el corte y extracción en todo el ancho que corresponde a las explanaciones proyectadas, incluirá el volumen de elementos sueltos

o dispersos que hubiera o que fuera necesario recoger dentro de los límites de la vía, según necesidades del trabajo. El corte se efectuará hasta una cota ligeramente mayor que el nivel de Sub rasante (nivel definido por debajo de la capa de mejoramiento) de tal manera que al preparar y compactar esta capa se llegue hasta el nivel de sub rasante requerido.

Unidad de medición: Metro cubico (m^3).

Mejoramiento sub-rasante: material filtro, $e=0.30m$

Este trabajo consiste en la eventual disgregación del material de la sub rasante existente, el retiro o la adición de materiales, la mezcla, humedeciendo o aireación, compactación y perfilado final de acuerdo con la presente especificación, conforme con las dimensiones, alineamientos y pendientes señalados en los planos del proyecto y las instrucciones del inspector.

Unidad de medición: Metro cubico (m^3).

Relleno con material préstamo c/equipo (material sub-base)

Este trabajo consiste en la adición de materiales de la sub base, la mezcla, humedeciendo o aireación, compactación y perfilado final de acuerdo con la presente especificación, conforme con las dimensiones, alineamientos y pendientes señalados en los planos del proyecto y las instrucciones del inspector.

Unidad de medición: Metro cubico (m³).

Preparación de sub rasante c/moto niveladora

Una vez concluidas las Obras de movimiento de tierra y se haya comprobado que no existen dificultades con las redes y conexiones domiciliarias de energía, agua y desagüe, y si fuera necesario se procederá a la

escarificación mediante moto niveladora (o rastras en la zonas de difícil acceso) en una profundidad de 15 cm debiéndose eliminar las partículas de tamaño mayor de 10 cm. La operación será continua hasta lograr un material homogéneo de humedad uniforme lo más cercano a la óptima definida por el ensayo de Compactación proctor Modificado. La compactación se efectuará con rodillos cuyas características de peso y eficiencia serán comprobadas por la Supervisión.

Unidad de medición: Metro cuadrado (m²).

Eliminación de material excedente c/maquina D=10km

Esta sub-partida comprende la eliminación de los materiales sobrantes de las diferentes etapas constructivas complementando los movimientos de tierras descritos en forma específica.

Unidad de medición: Metro cubico (m³).

Análisis de Costos Unitario de una Partida

Vamos a ver el análisis de costo unitario de la partida preparación de sub-rasante c/motoniveladora y se muestra en el Cuadro 3.29.

Cuadro 3.29

Análisis de Costo Unitario de una Partida del Expediente Técnico N°5

PREPARACIÓN DE SUB-RASANTE C/ MOTONIVELADORA						
Partida	03.05					
Rendimiento	1500	M2/DIA			Costos unitario por: m2	0.58
Descripcion Insumos			Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio
						Parcial
Mano de Obra						
OFICIAL			HH	1.00	0.0053	6.81
PEON			HH	2.00	0.0107	5.98
						0.10
Equipos						
HERRAMIENTOS MANUALES			%MO		3.0000	0.10
RODILLO LISO VIBR. AUTOP 101-135 HP 10-12 T			HM	1.00	0.0053	41.04
MOTONIVELADORA DE 125 HP			HM	1.00	0.0053	48.27
						0.48

Resumen de Partidas y Análisis de Costos Unitarios

Se ha realizado un resumen de las partidas de movimientos de tierras del expediente técnico N° 5 indicando sus unidades, rendimientos, equipos y costos unitarios, las cuales se detallan en el Cuadro 3.30.

Cuadro 3.30

Resumen de Partidas y Análisis de Costos Unitarios

N°	Partida	Und	Rendimiento	Equipos	C.U. S/.
1	Excavación masiva con maquina	m3/Día	400	Tractor de orugas de 140-160 hp	1.58
2	Corte hasta los niveles de sub-rasante	m3/Día	350	Tractor de orugas de 140-160 hp	2.11
3	Mejoramiento sub-rasante: material filtro, e=0.30m	m3/Día	650	Camión cisterna 4 x 2 (agua) 2,000 gl Rodillo liso Vibr. Autop. 101-135hp 10-12t Motoniveladora de 125 hp.	19.57
4	Relleno con material préstamo c/equipo	m3/Día	400	Camión cisterna 4 x 2 (agua) 2,000 gl. Rodillo liso Vibr. Autop. 101-135hp 10-12t Cargador s/llantas 125-155 hp 3 yd3 Tractor de Orugas de 140-160 hp	16.28
5	Preparación de sub rasante c/moto niveladora	m2/Día	1500	Rodillo liso Vibr. Autop. 101-135hp 10-12t Motoniveladora de 125 hp	0.58
6	Eliminación de material excedente c/maquina D=10km	m3/Día	360	Cargador s/llantas 125-155 hp 3 yd3 Camión volquete de 12 m3	5.44

3.4.6 Expediente Técnico N° 6

El expediente técnico N°6 es una obra de Mejoramiento y Construcción de la Carretera Chiris-Villoco, Distrito de Mollepampa Provincia de Castrovirreyna, que está ubicado en la ciudad de Huancavelica, aprobado por la región de Huancavelica, de este expediente vamos a identificar las partidas de movimiento de tierra sus especificaciones técnicas y análisis de costos unitarios, que a continuación se van a presentar.

Partidas de Movimiento de Tierras

Las partidas de movimiento de tierras del Expediente técnico N°6 se presentan en el Cuadro 3.31.

Cuadro 3.31

Partidas de Movimiento de Tierras Expediente Técnico N°6

N°	Partida	Und
1	Excavación en material suelto	m ³
2	Excavación en roca suelta	m ³
3	Excavación en roca fija	m ³
4	Conformación de terraplenes	m ³
5	Perfilado y compactado de sub rasante	m ²

Especificaciones Técnicas de las Partidas de Movimiento de Tierras

Las especificaciones técnicas de las partidas de movimiento de tierras del expediente técnico N° 6 presentadas en el Cuadro 3.31 son las siguientes:

Excavación en material suelto

Dentro de esta clasificación están consideraciones los terrenos en tierra suelta, cantos rodados, grabas, arena, limos, arcillas y todo otro material o combinación de materiales no incluidos en la clasificación de excavación en rocas.

Los trabajos se inician de la parte alta cortado en capas con tractor hasta llegar a la cota rasante, aquí

la brigada de topografía dejará las plantillas algo lejos de las plataformas, de modo que éstas no se pierdan o queden enterradas con la excavación, por último, el tractor trabajará el refine sobre la rasante indicada en los planos de perfil previa nivelación. Paralelamente a los trabajos de corte se irá peinando el talud con apoyo comunal (H=1, V=2), guardando las normas elementales de seguridad. En este tipo de suelo se aprovechará de construir las plazoletas de cruce.

Unidad de medición: Metro cubico (m³).

Excavación en roca suelta

A este tipo pertenecen todas las rocas alteradas u sueltas por efectos de meteorización que presentan dificultades para su extracción y que requieren el uso moderado de explosivos (70%) y equipos de perforación. El tipo de perforación más común es el corte de mallas con inclusión del corte quemado, triangular o cuadrícula en cada malla, utilizando compresora y equipos de perforación para la voladura y tractor para la excavación y desquinche.

Esta operación se repite el número de veces necesario hasta conseguir la rasante y ancho de la plataforma de igual forma dejando el peinado de talud respectivo con ayuda comunal y empezando desde la parte más alta (H=1, V=4).

Unidad de medición: Metro cubico (m³).

Excavación en roca fija

Corresponde a la voladura o desquinche de toda formación rocosa o depósitos de conglomerado cimentados firmemente con características de rocas sólidas, que solo pueden ser extraídos con toda la ayuda de explosivos y equipos de perforación, en este caso el 100% requiere el uso de explosivos. Los tipos de

perforación y voladura más usada con el corte quemado, corte triangular, corte de cuadrículas y cortes hexagonales con perforaciones de 5 a 7 pies, según el menor o mayor volumen y alturas de corte mover.

Unidad de medición: Metro cubico (m^3).

Conformación de terraplenes

Consiste en la colocación de materiales de corte o préstamo para formar los terraplenes o relleno de acuerdo a las especificaciones y su compactación de capas, de conformidad de los alineamientos, pendientes, secciones transversales indicadas en el plano.

El material a utilizarse deberá ser de un tipo adecuado, no deberá contener escombros, tacones ni restos de vegetal alguno, estar exento de materia orgánica y bien seca.

El área donde se va a construir el terraplén o relleno deberá estar completamente limpia de toda materia orgánica, será escarificada o removido para facilitar adherencia del material relleno con la superficie del terreno. El material se compactará en capas de 30 cm. aproximadamente de espesor.

Unidad de medición: Metro cubico (m^3).

Perfilado y compactado de sub rasante

Son trabajos que se realizará en todas aquellas zonas donde se ha realizado el corte de material y al nivel de la superficie de rodadura, sin que ella sobrepase los 4.00 m de ancho de plataforma.

Unidad de medición: Metro cuadrado (m^2).

Análisis de Costos Unitario de una Partida

Vamos a ver el análisis de costo unitario de la partida preparación de sub-rasante con motoniveladora y se muestra en el Cuadro 3.32.

Cuadro 3.32

Análisis de Costo Unitario de una Partida del Expediente Técnico N° 6

Partida		02.02.05		PERFILADO Y COMPACTADO DE SUB RASANTE			
Rendimiento		2,420.000 M2/DIA		Costo unitario directo por : M2			1.34
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
Mano de Obra							
470104	PEON	HH	4.00	0.0132	4.71	0.06	
Materiales							
390500	AGUA	M3		0.0300	3.00	0.09	
Equipos							
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	0.06	0.00	
481202	CAMION CISTERNA 4X2 (AGUA) 2,000 GAL.	HM	1.00	0.0033	110.00	0.36	
490313	RODILLO LISO VIBR AUTOP 70-100 HP 7-9 T.	HM	1.00	0.0033	120.00	0.40	
490903	MOTONIVELADORA DE 125 HP	HM	1.00	0.0033	130.00	0.43	
						1.19	

Resumen de Partidas y Análisis de Costos Unitarios

Se ha realizado un resumen de las partidas de movimientos de tierras del expediente técnico N° 6 indicando sus unidades, rendimientos, equipos y costos unitarios, las cuales se detallan en el Cuadro 3.33.

Cuadro 3.33

Resumen de Partidas y Análisis de Costos Unitarios

N°	Partida	Und	Rendimiento	Equipos	C.U. S/.
1	Excavación en material suelto	m3/Día	560	Tractor D7	3.57
2	Excavación en roca suelta	m3/Día	290	Compresora neumática 150 hp 380-590 pcm Martillo neumático de 25 kg Tractor D7	16.07
3	Excavación en roca fija	m3/Día	260	Compresora neumática 150 hp 380-590 pcm Martillo neumático de 25 kg Tractor D7	25.74
4	Conformación de terraplenes	m3/Día	940	Rodillo liso Vibr. Autop. 70-100 hp 7-9 t. Tractor D7 Motoniveladora de 125 hp	2.81
5	Perfilado y compactado de sub-rasante	m2/Día	2420	Camión cisterna 4x2 (agua) 2,000 gal Rodillo liso Vibr Autop 70-100 hp 7-9 t Motoniveladora de 125 hp	1.34

CAPITULO 4 : ANÁLISIS Y COMPARACIONES

4.1 Análisis y Comparaciones

En esta parte del capítulo vamos hacer análisis y comparaciones de normas técnicas peruanas, especificaciones técnicas del MTC, asimismo de las metodologías para realizar los análisis de costos unitarios para los trabajos de movimiento de tierras en caminos rurales y urbanos.

4.1.1 Normativa Actual en el Perú y Metodologías

La Norma Técnica de Metrados, los Manuales para Especificaciones Técnicas del MTC, son documentos de uso obligatorio para realizar las estructuras de partidas y especificaciones técnicas, las cuales sirven como guía para estudiantes, ingenieros, constructoras, entidades públicas etc. A estas normas y manuales se les van hacer análisis y comparaciones con respecto al libro de “Costos y Tiempos en Carreteras”, el “Manual de Partidas y Costos” y por último a diversos Expedientes Técnicos, para así saber si estas cumple con la normativa que rige en el Perú.

Norma Técnica de Metrados Vs Manual de Especificaciones Técnicas

La Norma Técnica de Metrados y los Manuales de Especificaciones Técnicas del MTC presentan partidas y especificaciones técnicas relacionadas a los trabajos de movimiento de tierras, a las cuales vamos a comparar y analizar a continuación.

Partidas de Movimiento de Tierras de la Norma Técnica de Metrados para Habilitaciones Urbanas:

Cuadro 4.1

Partidas de Movimiento de Tierras

N°	Partida	Und
1	Corte con eliminación lateral	m ³
2	Cortes y rellenos compensados	m ³
3	Terraplenes	m ³
4	Eliminación de material excedente	m ³
5	Refine del terraplén	m ²
6	Escarificado	m ²

Partidas de Movimiento de Tierras del Manual de Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de Carreteras EG 2000 del MTC:

Cuadro 4.2

Partidas de Movimiento de Tierras

N°	Partida	Und
1	DESBROCE Y LIMPIEZA	
1.1	Desbroce y limpieza en bosque	Ha
1.2	Desbroce y limpieza en zonas no boscosas	Ha
2	DEMOLICIÓN Y REMOCIÓN	
2.1	Demolición de edificaciones	Gb-u
2.2	Demolición de estructuras	Gb-u
2.3	Demolición de obstáculos	Gb
2.4	Demolición de pavimentos, sardineles y veredas	m ³
2.5	Desmontaje y traslado de estructuras metálicas	u
2.6	Remoción de especies vegetales	u
2.7	Remoción de obstáculos	u-m
2.8	Remoción de servicios existentes	u-m
2.9	Remoción de alcantarillas	m
2.10	Remoción de cercas de alambre	m

3	EXCAVACIÓN PARA EXPLANACIONES	
3.1	Excavación en explanaciones sin clasificar	m ³
3.2	Excavación en explanaciones en roca	m ³
3.3	Excavación en explanaciones en material común	m ³
4	REMOCIÓN DE DERRUMBES	
4.1	Remoción de derrumbes	m ³
5	TERRAPLENES	
5.1	Terraplenes	m ³
6	PEDRAPLENES	
6.1	Pedraplen Compacto	m ³
7	MEJORAMIENTO DE SUELOS A NIVEL DE SUB RASANTE	
7.1	Mejoramiento de suelos a nivel de sub rasante involucrando el suelo existente	m ²
7.2	Mejoramiento de suelos a nivel de sub rasante empleando únicamente material adicionado	m ³

Partidas de Movimiento de Tierras del Manual de Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Transito EG CBT 2008 del MTC:

Cuadro 4.3

Partidas de Movimiento de Tierras

N°	Partida	Und
1	DESBROCE Y LIMPIEZA	
1.1	Desbroce y limpieza en bosque	Ha
1.2	Desbroce y limpieza en zonas no boscosas	Ha
2	DEMOLICIÓN Y REMOCIÓN	
2.1	Demolición de edificaciones	Gb - u
2.2	Demolición de estructuras	Gb - u
2.3	Demolición de sardineles y veredas de concreto	m ³
2.4	Desmontaje y traslado de estructuras metálicas y alcantarillas	u

2.5	Remoción de especies vegetales	u
2.6	Remoción de cercas de alambre, cercas de piedra	m
2.7	Remoción de obstáculos	u-m
2.8	Remoción de servicios existentes	u-m
3	EXCAVACIONES PARA EXPLANACIONES	m ³
3.1	Excavación en explanaciones no clasificada	m ³
3.2	Excavación en explanaciones clasificada	m ³
3.2.1	Excavación en roca fija	m ³
3.2.2	Excavación en roca suelta	m ³
3.2.3	Excavación en material común	m ³
4	REMOCIÓN DE DERRUMBES	
4.1	Remoción de derrumbes	m ³
5	TERRAPLENES	
5.1	Terraplenes	m ³
6	PEDRAPLENES	
6.1	Pedraplen compacto	m ³
7	PREPARACIÓN Y MEJORAMIENTO DE SUELOS DE LA CAPA DE SUB-RASANTE	
7.1	Mejoramiento de suelos a nivel de sub rasante involucrando el suelo existente	m ²
7.2	Mejoramiento de suelos a nivel de sub rasante empleando únicamente material adicionado	m ³
8	DESQUINCHE DE TALUDES	
8.1	Desquinche de taludes	m ³

Del Cuadro 4.1, 4.2 y 4.3, se sabe que las partidas de movimiento de tierra para la Norma Técnica de Metrados para Habilitaciones Urbanas son de uso urbano, para las partidas del EG 2000 son de uso general para la construcción

de carreteras y para las partidas EG CBT 2008 son de uso general para la construcción de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito.

Comparando las partidas mencionadas líneas arriba se observa que los nombres de las partidas generales de movimiento de tierras del Cuadro 4.1 con respecto a los nombres de las partidas del Cuadro 4.2 y 4.3 no son iguales. Al ver esto nos podemos dar cuenta que no hay un estándar entre las normativas peruanas.

También se aprecia que el Cuadro 4.1 no contiene subpartidas en cambio el Cuadro 4.2 y 4.3 si las tiene. observando las subpartidas del manual EG CBT 2008 nos podemos dar cuenta que son muy parecidas a las del EG 2000, el motivo es porque el manual EG CBT 2008 a tomado como referencia las partidas del EG 2000, mejorando los nombres de las partidas, subpartidas y la redacción de la mismas.

Como ejemplo tenemos las siguientes partidas:

Mejoramiento de suelos a nivel de sub rasante (EG 2000)

Preparación y mejoramiento de suelos de la capa de sub-rasante (EG CBT 2008)

A continuación se va hacer comparaciones de especificaciones técnicas que se detallan en el Cuadro 4.4 y Cuadro 4.5 de una partida en común, las cuales se van a elegir de los Cuadros 4.1, 4.2 y 4.3.

Cuadro 4.4
Primera Comparación de Especificaciones Técnicas

Norma Técnica y Manuales del MTC	Partida	Especificaciones Técnicas
Norma Técnica de Metrados para Habilitaciones Urbanas	Terraplenes	Es el volumen de material que es necesario transportar a la obra para completar el relleno hasta el nivel de la sub-rasante cuando no existe suficiente material proveniente de excavaciones. Este material puede estar conformado por material propio, material de préstamo lateral o material transportado.
Manual EG 2000 del MTC	Terraplenes	Este trabajo consiste en la escarificación, nivelación y compactación del terreno o del afirmado en donde haya de colocarse un terraplén nuevo, previa ejecución de las obras de desmonte y limpieza, demolición, drenaje y sub-drenaje; y la colocación, el humedecimiento o secamiento, la conformación y compactación de materiales apropiados de acuerdo con las especificaciones, los planos y secciones transversales del proyecto y las instrucciones del Supervisor.
Manual EG CBT 2008 del MTC	Terraplenes	Este trabajo consiste en el acondicionamiento del terreno natural que será cubierto por un relleno de material adecuado compactado por capas hasta alcanzar el nivel de sub-rasante.

Cuadro 4.5
Segunda Comparación de Especificaciones Técnicas

Norma Técnica y Manuales del MTC	Partida	Especificaciones Técnicas
Norma Técnica de Metrados para Habilitaciones Urbanas	No tiene la Partida de Mejoramiento de Sub-rasante.	No tiene Especificaciones Técnicas para el Mejoramiento de Sub-rasante.
Manual EG 2000 del MTC	Mejoramiento de suelos a nivel de sub-rasante	Este trabajo consiste en la eventual disgregación del material hasta el nivel de la sub-rasante existente, el retiro o adición de materiales, la mezcla, humedecimiento o aireación, compactación y perfilado final de acuerdo con las especificaciones, conforme con las dimensiones, alineamientos y pendientes señalados en los planos del proyecto y las instrucciones del Supervisor.
Manual EG CBT 2008 del MTC	Preparación y mejoramiento de suelos de la capa de sub-rasante	Este trabajo consiste en el retiro o adición de materiales y la mezcla, humedecimiento o aireación, compactación y perfilado final de acuerdo con la presente especificación, conforme con las dimensiones, alineamientos y pendientes señalados en los planos del proyecto y las instrucciones del supervisor.

Del Cuadro 4.4 se aprecia que se ha elegido la partida de Terraplén como primera comparación de partidas y especificaciones técnicas y se aprecia que las tres normas peruanas tienen igual nombre de partida pero diferente forma de describir las especificaciones técnicas.

Del Cuadro 4.5 se aprecia que la Norma Técnica de Metrados para Habilitaciones Urbanas no presenta la partida y especificaciones técnicas de mejoramiento de la sub rasante, en cambio los manuales EG 2000 y EG CBT 2008 del MTC contienen la partida de mejoramiento de sub rasante, pero la diferencia está en los nombres de las partidas (no son iguales) y en sus especificaciones técnicas, las cuales están descritas de diferente forma pero el concepto es el mismo.

Metodologías Vs Normativa Peruana

En esta parte se va a realizar análisis y comparaciones de la Norma Técnica de Metrados para Habilitaciones Urbanas y los Manuales EG 2000 y EG CBT 2008 del MTC, con respecto a las metodologías que se han presentado en el Capítulo 3.

A continuación se va a presentar en el Cuadro 4.6 un resumen general comparando las partidas y especificaciones técnicas de las metodologías con respecto a las normativas que rigen en el Perú.

Cuadro 4.6

Resumen General Metodologías Vs Norma Técnica de Metrados y Manuales del MTC

Metodologías	Norma Técnica de Metrados y Manuales del MTC	
	Partidas	Especificaciones
Costo y tiempos en Carreteras	Diferente	Diferente
Manual de Partidas y Costos	Diferente	Diferente
Revistas Técnicas	Diferente	Diferente
Expedientes Técnicos	Diferente	Diferente

Del Cuadro 4.6 nos podemos dar cuenta que las partidas y especificaciones técnicas analizadas en forma general no coinciden entre ellas y para demostrar lo mencionado vamos a presentar en el Cuadro 4.7 un resumen de partidas en común y en el cuadro 4.8 un resumen de especificaciones técnicas en común, las cuales fueron seleccionadas de la Norma Técnica de Metrados para Habilitaciones Urbanas, de los Manuales del MTC (EG 2000 y EG CBT 2008) y de las metodologías mencionadas en el Capítulo 3.

Cuadro 4.7

Comparación de Partidas

Norma Técnica de Metrados y Manuales del MTC	Partidas en Común	Und
Norma Técnica de Metrados para Habilitaciones Urbanas	Corte con eliminación lateral	m ³
Manual de Especificaciones Técnicas EG 2000	Excavaciones para explanaciones	m ³
Manual de Especificaciones Técnicas EG CBT 2008	Excavaciones para explanaciones	m ³
Metodologías		
Costos Y Tiempos en Carreteras	Excavación no clasificada para explanaciones	m ³
Manual de Partidas y Costos	Excavación en Corte	m ³
Revista Constructivo	Excavación hasta sub-rasante material suelto con tractor 140 – 160 HP	m ³
Revista Costos	Excavación a nivel de sub-rasante	m ³
Expediente Técnico N° 1	Corte hasta nivel de sub-rasante	m ³
Expediente Técnico N° 2	Corte de material a nivel de sub-rasante c/equipo	m ³
Expediente Técnico N° 3	Excavación a nivel de sub-rasante	m ³
Expediente Técnico N° 4	Corte c/equipo material suelto (2300 – 3800 msnm)	m ³
Expediente Técnico N° 5	Corte hasta los niveles de sub-rasante	m ³
Expediente Técnico N° 6	Excavación en material suelto	m ³

Se aprecia del Cuadro 4.7 que las partidas de la Norma Técnica de Metrados para Habilitaciones Urbanas y de los Manuales del MTC son partidas normadas de aplicación obligatoria en la elaboración de los expedientes técnicos en todo el territorio nacional, sabiendo esto las partidas de los expedientes técnicos que se han mencionado deberían de tener el mismo nombre de partidas, pero se observa que estas difieren entre ellas y no se rigen a la normativa que existe en el Perú.

Con respecto al libro de Costos y Tiempos en Carretera por Walter Ibáñez, el Manual de Partidas y Costos del Colegio de ingenieros del Perú y las Revistas Técnicas, se observa que estas proponen nombres de partidas sin regirse a las normativas Peruanas, las cuales generan confusión y mal uso de las partidas de movimiento de tierras.

Cuadro 4.8

Comparación de Especificaciones Técnicas

Norma Técnica y Manuales del MTC	Partidas en Común	Especificaciones Técnicas
Norma Técnica de Metrados para Habilitaciones Urbanas	Corte con eliminación lateral	Consiste únicamente en la operación de corte, de acuerdo a los niveles que figuran en los planos, y la eliminación de la tierra, colocándose en los costados, fuera de los límites de la zona de trabajo.
Manual EG 2000 del MTC	Excavaciones para explanaciones	Este trabajo consiste en el conjunto de las actividades de excavar, remover, cargar, transportar hasta el límite de acarreo libre y colocar en los sitios de desecho, los materiales provenientes de los cortes requeridos para la explanación y préstamos, indicados en los planos y secciones transversales del proyecto, con las modificaciones que ordene el Supervisor.
Manual EG CBT 2008 del MTC	Excavaciones para explanaciones	Esta Especificación Técnica es igual a la del Manual EG 2000
Metodologías		
Costos Y Tiempos en Carreteras por Walter Ibañez	Excavación no para explanaciones	Esta partida consiste en la excavación y explanación de la carretera, incluyendo la formación, compactación y consolidación de terraplenes. Toda excavación realizada bajo esta partida se considera como excavación no clasificada sin tomar en cuenta la naturaleza del material excavado.
Manual de Partidas y Costos del Colegio de Ingenieros del Perú	Excavación en Corte	Consisten en trabajos relacionados con la remoción y extracción del terreno natural en los sitios donde la subrasante está por debajo del nivel natural del terreno para rebajar su nivel en los anchos, profundidades, formas y dimensiones que fijan los planos y diseños pertinentes para en esta forma habilitar los espacios necesarios

		donde se van construir las demás obras accesorias y complementarias consideradas en el proyecto (plataformas, bermas, cunetas, banquetas, etc.), trabajo este que por su magnitud es realizados a máquina en todas sus fases o etapas (aflojamiento, remoción, extracción y retiro o eliminación). La configuración natural del terreno y el eje del camino determina cortes cerrados, abiertos y a media ladera.
Expediente Técnico N° 1	Corte hasta nivel de sub-rasante	El trabajo comprende el conjunto de actividades de corte de terreno en las zonas donde ha de fundarse la vía en corte. Los materiales de excavación que no sean utilizables deberán ser colocados, donde lo indique el proyecto o de acuerdo con las instrucciones del Supervisor, en zonas aprobadas por éste.
Expediente Técnico N° 3	Excavación a nivel de sub-rasante	Consiste en el corte y extracción en todo el ancho que corresponde a las explanaciones proyectadas, incluirá el volumen de elementos sueltos o dispersos que hubiera o que fuera necesario recoger dentro de los límites de la vía, según necesidades del trabajo. El corte se efectuará hasta una cota ligeramente mayor que el nivel de Sub rasante, de tal manera que al preparar y compactar esta capa, se llegue el nivel de sub rasante.

Del Cuadro 4.8 se aprecia que los nombres de las partidas asimismo como las especificaciones técnicas no coinciden en un mismo formato o estándar, esto se debe a la mala interpretación de las normativas que rige en el Perú para formulas las partidas y especificaciones técnicas de los trabajo de movimiento de tierras en caminos rurales y urbanos.

4.1.2 Factores y Formulación de los Análisis de Costos Unitarios

Los factores que intervienen en la formulación de los análisis de costos para los trabajos de movimiento de tierras son los siguientes:

Partidas

Especificaciones técnicas

Rendimientos

Equipos

Precios Unitarios

Para poder hacer un buen análisis de costos unitarios primero se debe tener bien definidas las partidas de trabajo y las especificaciones técnicas según la normativa peruana, para luego poder elegir los equipos, rendimientos, precios unitarios adecuados a la zona de trabajo y por último se realizarán los cálculos para obtener los costos unitarios de una partida.

A continuación se va a hacer una comparación de formatos para el cálculo de los análisis de costos unitarios presentados en las metodologías del Capítulo 3 y posteriormente se va a comparar

en forma general los rendimientos, equipos y precios unitarios presentados en los expedientes técnicos y revistas técnicas.

Cuadro 4.9

Resumen General de Formatos

Metodologías	Formatos de Análisis de Costos Unitarios
Costo y tiempos en Carreteras	Diferente Formato
Manual de Partidas y Costos	Diferente Formato
Revistas Técnicas	Diferente Formato
Expedientes Técnicos	Diferente Formato

En el Cuadro 4.9 se observa que todas las metodologías presentan formatos diferentes y para demostrarlo se va a presentar en los siguientes cuadros los formatos de análisis de costo unitarios empleados por las metodologías.

Cuadro 4.10

Formato de A.C.U. Costos y Tiempo en Carreteras

Descripción	Unidad	Costa	Cantidad				Selva	Precio Unitario	Parcial	Total
			Sierra							
			Hasta 2300 msm	2300 a 3800 msm	Más de 3800 msm					
	R =	1,050	1,030	940	790	920				
Materiales										
Agua (inc. Riego) considerando 100 lts/m3	m3	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100				
Mano de Obra										
1.0 Capataz B	hh	0.008	0.008	0.009	0.010	0.009				
6.0 Peón	hh	0.046	0.047	0.051	0.061	0.052				
Equipo										
1.0 Motoniv. 125 hp	hm	0.008	0.008	0.009	0.010	0.009				
1.0 Rodillo pata cabra autop. 8-10 Tn	hm	-	-	-	-	0.009				
1.0 Rodillo liso vibr. Autop. 7-9 Tn	hm	0.008	0.008	0.009	0.010	0.009				
0.5 Tractor D6-D	hm	0.004	0.004	0.004	0.005	0.004				
Herram. (3%MO)	%	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030				
							Costo Unitario			

Cuadro 4.11
Formato de A.C.U. Manual de Partidas y Costos
(Colegio de Ingenieros del Perú)

DESCRIPCION										
METRADOS										
RENDIMIENTO DIARIO										
EJECUCION: DIAS										
RECURSOS	UND	TARIFA	CANTD	IMPORTE	CANTD	IMPORTE	CANTD	IMPORTE	CANTD	IMPORTE
MANO DE OBRA	DH									
Capataz	"									
Operario	"									
Oficial	"									
Peones	"									
HERRAMIENTAS	%									
EQP. MECANIC	DM									
	"									
	"									
	"									
	"									
	"									
MATE-INSUMS										
Otros										
TOTALES S/.										
COSTO UNITARIO S/.										

Cuadro 4.12

Formato de A.C.U. Revista Constructivo

Código	Descripción	IU	UN	Cantidad	P.U.	Parcial Total	Total
EXCAVACION HASTA SUBRASANTE CARGADOR SOBRE LLANTAS 100-115 HP							
Unidad = M3				Costo por: M3			
Rendimiento = 25 M3/Día							
Ecuacion a usar = 1.0 Cp"B"+ 3.0 Op + 6.0 Of + 12.0 Pe							
Mano de Obra							83.10
30	Capataz clase B	47	HH	0.3200	17.58	5.63	
72	Oficial	47	HH	1.9200	11.97	22.98	
76	Operario	47	HH	0.9600	13.52	12.98	
78	Peon	47	HH	3.8400	10.81	41.51	
Equipo							96.00
405	Crgador frontal sobre llantas 100-115 HP 2-2.25 YD3	49	HM	0.1600	108.50	17.36	
567	Compresora Numa.Disel 250-330PCM 87 HP	49	HM	0.9600	53.20	51.07	
855	Herramientas Manuales (%mano de obra)	37	1%	5.0000		4.15	
913	Martillo Neumatico 25-29 Kg sin punta	49	HM	1.9200	12.20	23.42	
Materiales							0.00
Total de la Partida =							179.10

Cuadro 4.13

Formato de A.C.U. Expediente Técnico N°1

Partida	03.02	CONFORMACION DE SUB-RASANTE C/MOTONIVELADORA					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 1,500.0000	EQ. 1,500.0000	Costo unitario directo por : m2			2.14
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0005	14.30	0.01	
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0053	12.09	0.06	
0147010004	PEON	hh	2.0000	0.0107	10.92	0.12	
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.19	0.01	
0348120002	CAMION CISTERNA 4 X 2 (AGUA) 2,000 gl	hm	0.5000	0.0027	100.00	0.27	
0349030073	RODILLO LISO VIBR AUTOP 101-135HP 10-12T	hm	1.0000	0.0053	135.00	0.72	
0349090000	MOTONIVELADORA DE 125 HP	hm	1.0000	0.0053	180.00	0.95	
1.95							

De los cuadros presentados nos podemos dar cuenta que cada metodología emplea un formato en particular esto se debe a que no existe un formato normado en el Perú que sirva como guía para la elaboración de los análisis de costos unitarios.

Cuadro 4.14

Comparación General de Rendimientos, Equipos y Costos Unitarios de una Partida en Común

Metodologías	Partida	Und.	Rend.	Equipos	Zona	C.U. S/.
Expedientes Técnico 1	Conformación de sub-rasante c/moto niveladora	m2/Día	1500	Camión cisterna 4 x 2 (agua) 2,000 gl Rodillo liso Vibr. Autop. 101-135hp 10-12 Tn Moto niveladora de 125 hp	Costa	2.14
Expedientes Técnico 2	Perfilado y compactado de la sub-rasante c/equipo pesado	m2/Día	900	Camión cisterna 4 x 2 (agua) 2,000 gl Rodillo liso Vibr. Autop. 101-135hp 10-12 Tn Moto niveladora de 125 hp	Costa	5.61
Expedientes Técnico 3	Conformación de sub-rasante para pavimento	m2/Día	1000	Tractor de orugas de 125 hp Rodillo liso Vibr. Autop. 101-135hp 10-12 Tn Moto niveladora de 125 hp.	Costa	3.78
Expedientes Técnico 4	Conformación y perfilado de la sub-rasante (2300 – 3800 msnm)	m2/Día	1300	Tractor de orugas de 190-240 hp	Sierra	0.68
Expedientes Técnico 5	Preparación de sub rasante c/moto niveladora	m2/Día	1500	Rodillo liso Vibr. Autop. 101-135hp 10-12 Tn Motoniveladora de 125 hp	Sierra	0.58
Expedientes Técnico 6	Perfilado y compactado de sub-rasante	m2/Día	2420	Camión cisterna 4x2 (agua) 2,000 gal Rodillo liso Vibr. Autop 70-100 hp 7-9 Tn Motoniveladora de 125 hp	Sierra	1.34
Revista Constructivo	Perfilado compactación sub-rasante	m3/Día	2800	Motoniveladora 125 hp Rodillo liso Vibr. Autop. p7-9TN-70-100 hp Rodillo pata de cabra Vibr. Autop. p8-10Tn 84 hp	Costa	5.29
Revista Constructivo	Perfilado compactación sub-rasante	m3/Día	2500	Motoniveladora 125 hp Rodillo liso vibratorio auto p7-9TN-70-100 hp Rodillo pata de cabra Vibr. Autop. p8-10Tn 84 hp	Sierra	5.93
Costos y Tiempos en Carreteras	Perfilado y compactación de la sub-rasante en zonas de corte	m2/Día	3220	Camión cisterna 4x2 (agua) 2,000 gal Rodillo pata de cabra Autop. 8-10 Tn Motoniveladora de 125 hp	Costa	-
Costos y Tiempos en Carreteras	Perfilado y compactación de la sub-rasante en zonas de corte	m2/Día	2860	Camión cisterna 4x2 (agua) 2,000 gal Rodillo pata de cabra Autop. 8-10 Tn Motoniveladora de 125 hp	Sierra	-

Del Cuadro 4.14 se observa lo siguiente:

Como ya se menciona anteriormente los nombres de las partidas de los expedientes técnicos, la revista constructivo y el libro de costos y tiempos en carreteras no son iguales.

Las unidades que emplean las diferentes metodologías para la partida en común que se ha elegido son diferentes.

Los expedientes técnicos presentados han sido ejecutados y aprobados por la región Ancash, esta región está dividida en costa y sierra, por lo cual los rendimientos están diferenciados según la zona de trabajo y se observa del Cuadro 4.14 que los expedientes técnicos N° 1, 2, 3, la revista constructivo y el libro de costos y tiempos en carreteras por Walter Ibáñez presentan rendimientos diferentes para la zona de la costa y de igual forma para la zona de la sierra, esta diferencia o contradicciones se debe a que no existe una normativa peruana que estandarice los rendimientos o un manual normado que sirva como guía para el cálculo de los rendimientos en los trabajos de movimiento de tierra; es por eso que en el Capítulo 2 se ha desarrollado el procedimiento de cálculo de rendimientos según los diferentes equipos que se utilizan en los trabajos de movimiento de tierra, ya que estos equipos son de gran incidencia en los análisis de costos unitarios.

Los equipos que se presentan en las diferentes metodologías para un mismo tipo de trabajo y zona son variados, no utilizan los mismos equipos.

Por último el costo unitario son diferentes para una misma zona de trabajo por ejemplo el expediente técnico N° 1 su costo unitario es de S/. 2.14, del expediente técnico N° 3 es de S/. 3.78 y la revista constructivo S/. 5.93 se observa claramente que los precios son diferentes a pesar que utilizan los mismos equipos para una misma zona y tipo de trabajo, siendo el rendimiento el factor causal.

CAPITULO 5 : APLICACIÓN A UN CASO ESPECÍFICO

5.1 Aplicación a un Caso Específico

Para este capítulo se ha elegido el expediente técnico del Proyecto "Pavimentación de la Calle las Manzanas de la Urbanización los Frutales" realizado en el distrito de Mala provincia Cañete región Lima, con la finalidad de verificar y analizar que las partidas de movimiento de tierras empleadas en este proyecto estén de acuerdo a las normas peruanas.

5.1.1 Expediente Técnico Mala

El proyecto, tuvo como finalidad ejecutar la pavimentación de la calle las Manzanas de la urbanización Los Frutales del distrito de Mala, con el fin de mejorar la superficie de rodadura de la vía vehicular y dotar mejor calidad de vida a sus pobladores.

5.1.2 Partidas de Movimiento de Tierras

Las partidas de movimiento de tierra del expediente técnico de Mala son las siguientes:

Cuadro 5.1

Partidas de Movimiento de Tierras Expediente Técnico Mala

N°	Partida	Und
1	Excavación a nivel de sub-rasante	m ³
2	Eliminación de material excedente	m ³
3	Sub-rasante mejorada e=0.75m	m ²
4	Perfilado y compactado de sub-rasante	m ²

5.1.3 Especificaciones Técnicas Expediente Técnico Mala

A continuación se presenta las especificaciones técnicas de las partidas de movimiento de tierra del expediente técnico Mala.

Excavación a nivel de sub-rasante

Este trabajo consiste en la excavación de materiales inapropiados para la sub-rasante o para el pavimento que fuera encontrado en el lecho de la vía y cuya reservación fuera ordenada para su colocación posterior para su mejoramiento y el retiro de todo material excavado, todo lecho de acuerdo con la presentes especificaciones y en conformidad con los alineamientos, rasantes y dimensiones indicadas en los planos o como haya estacado el ingeniero.

Unidad de medición: Metro cuadrado (m³).

Eliminación de material excedentes

Consiste en el retiro del material de excavación que fuera excedente y del material inservible, incluyendo las piedras que se salgan de la superficie por escarificación. El material será depositado en lugares predestinados con anterioridad y que no perjudiquen el tránsito vehicular y peatonal y que cause ningún obstáculo en la población.

Unidad de medición: Metro cuadrado (m³).

Mejoramiento a nivel de sub-rasante con material de cantera

Este trabajo consiste en la eventual disgregación del material hasta el nivel de la sub-rasante existente, adición de materiales, la mezcla, humedecimiento o aireación, compactación y perfilado final de acuerdo con la presente especificación.

Unidad de medición: Metro cuadrado (m²).

Perfilado y Compactación de Sub-rasante

Este trabajo consiste en la preparación y acondicionamiento de la sub-rasante en las zonas de corte, en un ancho y nivel donde se coloca y constituirá cualquier capa de pavimento correspondiente al diseño mismo, sea esta sub-base o base.

Unidad de medición: Metro cuadrado (m²).

5.1.4 Análisis de Especificaciones Técnicas Expediente Técnico Mala

Si analizamos los procesos a ejecutarse en esta obra podemos decir lo siguiente:

Después de realizar el trazo y replanteo de los niveles existentes en la vía es necesario realizar las actividades o procesos siguientes:

Excavar hasta el nivel de sub-rasante que indican los planos.

Acumular y eliminar el material proveniente del corte.

Escarificado de la sub rasante en una profundidad de 10 cm.

Colocar material de cantera, mezclar y extender a los niveles de la sub-rasante tomando en consideración que el espesor es de 0.75 m según indica el expediente técnico.

Perfilado y compactación de la sub rasante mejorada según niveles establecidos en los planos.

Del análisis de las partidas podemos ver que la partida perfilado y compactación de la sub rasante no tiene sentido o en todo caso se repite con la partida de mejoramiento de sub rasante ya que el perfilado y compactación está inmersa o considerada en ambas, la única diferencia es que se adecuara material de préstamo para mejorar la calidad de sub rasante.

por tratarse de una vía urbana, la norma a aplicarse a estas especificaciones técnicas es la norma para habilitaciones urbanas.

5.2 Aplicación de la Normativa Peruana al Expediente Técnico Mala

En esta parte se va aplicar la normativa que rige en el Perú al Expediente técnico de Mala, asimismo comprobaremos si este expediente técnico cumple con los estándares que se utilizan en el Perú para formular la estructura de partidas de movimiento de tierras y especificaciones técnicas.

5.2.1 Normativa Peruana Vs Expediente Técnico Mala

En el Cuadro 5.2 se presenta las partidas de movimiento de tierras perteneciente a la normativa peruana, a las cuales se les va a comparar con respecto a las partidas de movimiento de tierras del Expediente Técnico de Mala.

Cuadro 5.2
Partidas de Movimiento de Tierras
Normativa Peruana Vs Expediente Técnico Mala

Nº	Partidas Movimiento Tierras	Normativa Peruana			Expediente Técnico Mala	
		EG 2000	EG CBT 2008	Habilitaciones Urbanas	Usadas	Aplicables
1	Desbroce y limpieza	✓	✓	x	x	x
2	Demolición y remoción	✓	✓	x	x	x
3	Excavación para Explanaciones	✓	✓	x	x	✓
4	Corte con eliminación lateral	x	x	✓	x	✓
5	Corte y rellenos compensados	x	x	✓	x	x
6	Remoción de derrumbes	✓	✓	x	x	x
7	Terraplenes	✓	✓	✓	x	x
8	Pedraplenes	✓	✓	x	x	x
9	Mejoramiento de Suelos a Nivel de Sub-rasante	✓	x	x	x	x
10	Preparación y mejoramiento de suelos de la capa de sub-rasante	x	✓	x	x	x
11	Desquinche de taludes	x	✓	x	x	x
12	Refine del Terraplen	x	x	✓	x	✓
13	Escarificado	x	x	✓	x	x

Nota:

El Check indica Partidas utilizadas.

La "x" indica Partidas que no son utilizadas.

Para formular las partidas de movimiento de tierra se tiene tres normas, las cuales son de uso obligatorio en la elaboración de los expedientes técnicos en todo el territorio nacional para carreteras de alto volumen, de bajo volumen y para calles y avenidas de aéreas urbanas. Para nuestro caso la norma aplicable al expediente técnico de Mala es la norma técnica de metrados para habilitaciones urbanas con resolución N° 073-2010/VIVIENDA/VMCS-DNC incluye lineamientos técnicos claros y actualizados que será de uso para cuantificar las partidas que intervienen en las Habilitaciones Urbanas.

En el cuadro 5.2 se puede apreciar que el expediente técnico de Mala no cumple con las normativas peruanas ya que sus partidas son diferentes a las propuestas en las normas.

Si analizamos las partidas del expediente técnico de Mala, por ejemplo la partida sub-rasante mejorada $e=0.75$ m sus especificaciones técnicas nos dice lo siguiente:

Este trabajo consiste en la eventual disgregación del material hasta el nivel de la sub-rasante existente, adición de materiales, la mezcla, humedecimiento o aireación, compactación y perfilado final de acuerdo con la presente especificación.

Según lo mencionado en las especificaciones técnicas de la partida seleccionada los trabajos que intervienen es la disgregación del material, mezcla, compactación y perfilado final.

Si lo tratamos de relacionar con alguna partida de la norma técnica para habilitaciones urbanas no se podría realizar ya que la partida tiene el nombre y especificaciones técnicas diferentes, sin embargo tratando de adaptarnos a la

norma podemos decir que la partida de terraplenes y refine del terraplén se complementan como explicamos a continuación.

Terraplenes

Es el volumen de material que es necesario transportar a la obra para completar el relleno hasta el nivel de la sub-rasante cuando no existe suficiente material proveniente de excavaciones. Este material puede estar conformado por material propio, material de préstamo lateral o material transportado.

Refine del Terraplén

Comprende los trabajos de nivelación, riego y compactación, o sea, la operación de igualar y alisar la parte superior de rellenos y cortes llevados a perfil longitudinal y transversal que indican los planos. Se separa en partidas: refine y nivelación y riego en pistas, en veredas o en pistas y veredas.

Es decir, la norma de habilitaciones urbanas considera como terraplén al volumen de material para rellenos de la base o corona de un terraplén, lo cual nos parece poco correcto, ya que la definición de terraplén según el manual de carreteras del MTC EG 2000 dice lo siguiente:

Este trabajo consiste en la escarificación, nivelación y compactación del terreno o del afirmado en donde haya de

colocarse un terraplén nuevo, previa ejecución de las obras de desmonte y limpieza, demolición, drenaje y sub-drenaje; y la colocación, el humedecimiento o secamiento, la conformación y compactación de materiales apropiados de acuerdo con las especificaciones, los planos y secciones transversales del proyecto y las instrucciones del Supervisor.

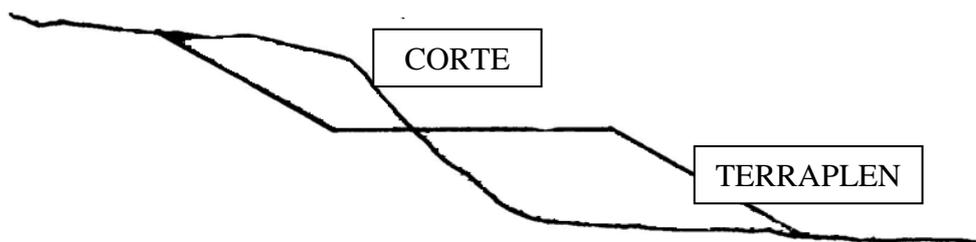
Por lo mencionado líneas arriba las partidas que mejor se acoplan parcialmente al expediente técnico Mala son:

Excavación para explanaciones (MTC)

Corte con eliminación lateral (HU)

Mejoramiento de la sub rasante (MTC)

Las normas del MTC para carreteras si consideran la partida mejoramiento de sub rasante entre sus partidas en cambio la norma de habilitaciones urbanas no lo considera, solo hace mención al terraplén como material de mejoramiento dentro de sus especificaciones técnicas, por lo tanto la definición de terraplén es la siguiente:



De la figura podemos decir que se denomina terraplén a la tierra con que se rellena un terreno para levantar su nivel y formar un plano de apoyo adecuado para hacer una obra.

En consecuencia no podría ser tomado como terraplén, el mejoramiento de la sub rasante, ya que esta se refiere específicamente para cuando los suelos de la sub rasante tienen un CBR < 5 y consiste en cambiar, mejorar, estabilizar el material de sub rasante para elevar la capacidad portante.

El CBR del terreno natural donde se construyó la vía era mayor a 5; por lo tanto la partida de mejoramiento de sub rasante no era necesaria (Ver Anexo 1).

El expediente técnico de Mala considera también la partida de perfilado y compactado de la sub rasante, la cual es otra partida que se refiere al trabajo a realizar en las zonas de corte y se estaría cumpliendo con la partida de

mejoramiento de la sub rasante, ya que incluye los trabajos de perfilado, nivelación y compactación.

Si las especificaciones técnicas de las partidas utilizadas en el expediente técnico Mala son las siguientes:

Excavación para explanaciones (MTC)

Este trabajo consiste en el conjunto de las actividades de excavar, remover, cargar, transportar hasta el límite de acarreo libre y colocar en los sitios de desecho, los materiales provenientes de los cortes requeridos para la explanación y

préstamos, indicados en los planos y secciones transversales del proyecto, con las modificaciones que ordene el Supervisor.

Corte con eliminación lateral (HU)

Consiste únicamente en la operación de corte, de acuerdo a los niveles que figuran en los planos, y la eliminación de la tierra, colocándose en los costados, fuera de los límites de la zona de trabajo.

Mejoramiento de la sub rasante (MTC)

Este trabajo consiste en la eventual disgregación del material hasta el nivel de la sub-rasante existente, el retiro o adición de materiales, la mezcla, humedecimiento o aireación, compactación y perfilado final de acuerdo con las especificaciones, conforme con las dimensiones, alineamientos y pendientes señalados en los planos del proyecto y las instrucciones del Supervisor.

Analizando estas partidas podemos decir que las dos primeras partidas son aplicables al expediente técnico Mala pero la última partida de mejoramiento de la sub rasante no lo es ya que se utilizaría siempre y cuando el suelo de Mala tuviera un CBR menor a 5, como se explico anteriormente el CBR del suelo de Mala era mayor a ese valor y no necesita de un mejoramiento del suelo o adicionar material de cantera mejorado, por lo tanto la partida que se debería

utilizar es refine de terraplén que pertenece a la norma para habilitaciones urbanas y nos dice lo siguiente:

Comprende los trabajos de nivelación, riego y compactación, o sea, la operación de igualar y alisar la parte superior de rellenos y cortes llevados a perfil longitudinal y transversal que indican los planos.

En consecuencia consideramos que la norma de habilitaciones urbanas podría ser mejorada y las partidas a considerar deberían ser las siguientes:

Excavación para explanaciones (MTC)

Corte con eliminación lateral (HU)

Refine del Terraplén (HU)

5.2.2 Propuestas de Partidas

Debido a las diferencias encontradas en las partidas de movimiento de tierras de la bibliografía y expedientes técnicos con respecto a la Norma Técnica de Metrados para habilitaciones urbanas, consideramos que estas deberán ser mejoradas. Por tal motivo, en el Cuadro 5.3 se presenta una propuesta de partidas de movimiento de tierras tomadas de los manuales del MTC, aplicables sólo a zonas urbanas.

Las partidas propuestas mantendrán el nombre y las especificaciones técnicas según la partida normada que se haya elegido. El motivo consiste en evitar la alteración de la Norma en caso de modificar las partidas o especificaciones técnicas. De esta forma se tendría una propuesta más como las presentadas en el Capítulo 3, las cuales no cumplen la normativa Peruana.

Cuadro 5.3

Propuesta de Partidas de Movimiento de Tierras para HU

Nº	Partidas Movimiento Tierras	Normativa Peruana			
		EG 2000	EG CBT 2008	NTM HU	Propuesta HU
1	DEMOLICIÓN Y REMOCIÓN	✓	✓	-	✓
1.1	Demolición de edificaciones	✓	✓	-	✓
1.2	Demolición de puentes, alcantarillas y otras estructuras	✓	✓	-	✓
1.3	Demolición de pavimentos, sardineles y veredas de concreto	✓	x (*)	-	✓
1.4	Desmontaje y traslado de estructuras metálicas y alcantarillas	x (*)	✓	-	✓
1.5	Remoción de especies vegetales	✓	✓	-	✓
1.6	Remoción de obstáculos	✓	✓	-	✓
1.7	Remoción de servicios existente	✓	✓	-	✓
1.8	Remoción de cercas de alambre, cercas de piedras	x (*)	✓	-	✓
2	EXCAVACIÓN PARA EXPLANACIONES	✓	✓	-	✓
2.1	Excavación para explanaciones no clasificada	x (*)	✓	-	✓
2.2	Excavación para explanaciones clasificada	x (*)	✓	-	✓
2.2.1	Excavación en roca fija	x (*)	✓	-	✓
2.2.2	Excavación en roca suelta	x (*)	✓	-	✓
2.2.3	Excavación en material común	x (*)	✓	-	✓
3	ELIMINACIÓN DEL MATERIAL DE CORTE (**)	-	-	-	-
3.1	Eliminación del material de corte (**)	-	-	-	-
4	TERRAPLENES	✓	✓	✓	✓
4.1	Terraplén con material de préstamo (**)	-	-	-	-
4.2	Terraplén con material propio (**)	-	-	-	-
5	PREPARACION Y MEJORAMIENTO DE SUELOS DE LA CAPA DE SUB RASANTE	✓	x	-	✓
5.1	Mejoramiento de suelos de la capa de sub rasante involucrando el suelo existente	✓	✓	-	✓
5.2	Mejoramiento de suelos de la capa de sub rasante empleando únicamente material adicionado	✓	✓	-	✓

Nota:

El Check indica Partidas utilizadas.

La "x" indica Partidas que no son utilizadas.

(*) Nombres de partidas que han sido modificadas.

(**) Partidas que no están normadas.

En el Cuadro 5.3 se observa que la Norma Técnica de Metrados para Habilitaciones Urbanas no coincide en sus partidas con respecto a los manuales del MTC, lo que genera confusión entre las Normas.

Se aprecia que las partidas generales N° 1, 2, 4 y 5 han sido seleccionadas de los manuales del MTC, en cambio la partida N° 3 y las sub partidas del Terraplén son propuestas y no están normadas. De esta forma se considera que deberían estar normadas, puesto que en los manuales del MTC se ha visto que la partida de Excavación para Explanaciones menciona el trabajo de carguío y transporte del material inadecuado. Este hecho supone el tener una partida independiente a lo mencionado.

En el caso de las sub partidas del Terraplén se ha observado que los manuales hacen referencia a su estructura y requisitos de los materiales, por lo que sería de interés el contar con sub partidas que indiquen el tipo de material con el cual se va a conformar dicho terraplén (ver sub partidas N° 4.1 y 4.2).

Algunas de las sub partidas de los manuales del MTC se han visto modificadas, por lo que se han elegido aquellas que mejor se adapten a los trabajos de movimiento de tierras de vías en zonas urbanas. A continuación se detallan las modificaciones:

Se ha mantenido la sub partida N° 1.3 del manual EG 2000, ya que esta, en el EG CBT 2008, no considera la demolición de pavimento dentro de sus especificaciones técnicas.

Se ha mantenido la sub partida N° 1.4 del manual EG CBT 2008, debido a que el EG 2000 considera la sub partida de remoción de alcantarilla y se considera más adecuado el uso de la sub partida desmontaje de alcantarilla.

En el manual EG 2000 se muestran las sub partidas Demolición de Obstáculos y Remoción de Obstáculos. Sin embargo, el manual EG CBT 2008 sólo considera Remoción de Obstáculos, por lo que se ha elegido esta última.

El manual EG 2000 indica sub partidas de Excavación para Explanaciones que han sido mejoradas en el EG CBT 2008, es por ello que se consideran las sub partidas de este último.

5.2.3 Equipos y Rendimientos de una Partida en Común

En esta sección se analizan equipos, rendimientos y costos unitarios utilizados en los trabajos de movimiento de tierras del expediente técnico Mala, para luego contrastarlo con los diversos expedientes técnicos presentados en la sección 3.4, revistas técnicas y el libro Costos y Tiempos en Carreteras; el análisis se hará tomando como referencia a una partida en común, la cual ha sido seleccionada del manual EG-2000 y tiene como denominación "Mejoramiento de la Sub-rasante". Para facilitar el análisis se ha realizado en el Cuadro 5.3 un resumen de equipos y en el Cuadro 5.4 un resumen de rendimientos y costos unitarios,

utilizados en la partida en común seleccionada y se presentan a continuación.

Cuadro 5.4

Resumen de Equipos

Partida en Común	Mejoramiento de la Sub Rasante (EG- 2000)									
Equipos	Metodologías									Expediente Técnico Mala
	Expediente Técnico						Revista constructivo	Revista costos	Costos y Tiempos	
	1-C	2-C	3-C	4-S	5-S	6-S				
Camion Cisterna 4x2 (Agua) 2,000 gl	✓	✓	-	-	-	✓	-	-	-	✓
Rodillo Liso Vibratorio Autop. 101-135 HP 10-12 Ton	✓	✓	✓	-	✓	-	-	-	-	✓
Rodillo Liso Vibratorio Autop. 70-100 HP 7-9 Ton	-	-	-	-	-	✓	✓	-	✓	-
Motoniveladora de 125 HP	✓	✓	✓	-	✓	-	✓	✓	✓	✓
Tractor de Orugas 140-160 HP	-	-	✓	-	-	-	-	-	-	-
Tractor de Orugas 190-240 HP	-	-	-	✓	-	-	-	-	-	-

Nota:

El Check de color verde indica el equipo que se está utilizando.

1-C, 2-C, 3-C = Expediente técnico aplicado para la Costa.

4-S,5-S,6-S = Expediente técnico aplicado para la Sierra.

Cuadro 5.5
Resumen de Rendimientos

Partida en Común		Mejoramiento de la Sub Rasante (EG- 2000)										
Rendimiento	Und	Metodologías									Expediente Técnico Mala	
		Expediente Técnico						Revista constructivo	Revista costos	Costos y Tiempos		
		1-C	2-C	3-C	4-S	5-S	6-S					
Costa	m ³ /Día	1500	-	-	-	-	-	-	2800	-	1050	-
Costa	m ² /Día	-	900	1000	-	-	-	-	-	-	-	900
Sierra	m ³ /Día	-	-	-	-	-	-	-	2500	-	940	-
Sierra	m ² /Día	-	-	-	1300	1500	2420	-	-	-	-	-
Costo												
Costa	S/.	2.14	5.61	3.78	-	-	-	5.29	2.7	-	-	7.65
Sierra	S/.	-	-	-	0.73	0.58	1.34	5.93	-	-	-	-

Nota:

1-C, 2-C, 3-C = Expediente técnico aplicado para la Costa.

4-S, 5-S, 6-S = Expediente técnico aplicado para la Sierra.

Para la partida seleccionada de mejoramiento de la sub rasante, sus especificaciones técnicas indican trabajos que requieren ciertos equipos para poder realizarlo y son los siguientes:

Camión Cisterna

Rodillo

Motoniveladora

El tractor de orugas no es un equipo aliñado para perfilado y nivelación por lo tanto no debería de ser considerado.

Observando el Cuadro 5.3 algunas metodologías no consideran los tres equipos que se requieren para realizar el trabajo de mejoramiento de la sub rasante, como es el caso del expediente técnico 4-S que solo indica un tractor de orugas 190-240 HP, el expediente técnico 6-S no necesita de una motoniveladora, la revista costos solo menciona una motoniveladora y por último el expediente técnico 5-S, la revista constructivo y el libro de costos y tiempos en carreteras no necesitan de un camión cisterna para realizar el mejoramiento de la sub rasante; sin embargo en algunos casos el agua se considera como material al igual que el material empleado para mejorar la sub rasante.

Analizando el Cuadro 5.4 los rendimientos aplicados en la costa para la misma partida en común a las metodologías y al expediente técnico de Mala, se observa diferencias entre los rendimientos y las unidades, como es el caso del expediente técnico 1-C, la revista constructivo y el libro de costos y tiempo en carreteras, estas trabajan con la misma unidad en m³/día pero utilizan rendimientos diferentes, caso contrario sucede en el expediente técnico 2-C, 3-C y el expediente técnico Mala que utilizan la unidad de m²/día y presentan similares rendimientos.

Los rendimientos aplicados en la sierra con unidad de m²/día solo se observa en los expedientes técnicos 4-S, 5-S y 6-S, en cambio la revista constructivo y el libro de costos y tiempos en carreteras, las unidades que utilizan están en m³/día, la diferencia que existe entre estas metodologías es que sus rendimientos son muy distantes el uno del otro en cada unidad respectivamente.

Se aprecia también del Cuadro 5.3 los costos unitarios de las partidas en común que están separados por zonas costa y sierra, estos costos deberían de tener precios parecidos en cada zona respectivamente, sin embargo esto no se

da ya que están en función a los rendimientos, a los equipos elegidos y a los precios unitarios de cada equipo.

Las diferencias presentadas líneas arriba para el caso de la selección de equipos, rendimientos y costos, se debe en general a la deficiencia de criterios para la interpretación de las especificaciones técnicas, al no aplicar adecuadamente las normas técnicas peruanas, al no utilizar una sola unidad de medida y al tener diferentes metodologías para formular las estructuras de partidas, especificaciones técnicas y análisis de costos unitarios.

Analizando en el primer caso de rendimiento de 1500 m³/día que pertenece al expediente técnico 1-C; si el espesor fuera de 0.10 m tendríamos que los 1500 m³ serían:

$$R = \frac{1500}{0.10} = 15000 \text{ m}^2/\text{día}$$

Si el rendimiento de 900 m²/día del expediente técnico 2-C lo transformo a m³ en un espesor de 0.10 m tendría:

$$R = 900 \times 0.10 = 90 \text{ m}^3/\text{día}$$

Si hacemos el análisis de rendimiento de una motoniveladora tendríamos lo siguiente:

$$R = V \times (L_e - L_0)1000 \times E$$

$$R = 2 \times (2.65 - 0.30)1000 \times 0.75$$

$$R = 3525 \text{ m}^2/h$$

Entonces para 1 hora de trabajo haría 3525 m²/h con 1 sola pasada, por lo tanto para el trabajo de mejoramiento de sub rasante se debe considerar lo siguiente:

Escarificado requiere → 1 pasada → 3525 m²/h

Mezclado requiere → 4 pasadas → 881 m²/h

Extendido requiere → 2 pasadas → 1762 m²/h

Nivelación requiere → 2 pasadas → 1762 m²/h

Para estandarizar el rendimiento a una sola magnitud tenemos:

Escarificado → 1 hora → 3525 m²

Mezclado → 4 horas → 3525 m²

Extendido → 2 horas → 3525 m²

Nivelación → 2 horas → 3525 m²

De lo mostrado entonces en 9 horas se hace 3525 m² de mejoramiento de sub rasante.

Por lo tanto en 8 horas se haría un rendimiento de 3133 m²/día y comparando con los rendimientos del Cuadro 5.4 correspondiente a la zona de la costa no coincide con ningún rendimiento de los diferentes casos mostrados.

En zonas urbanas, donde las condiciones de seguridad por transeúntes, obstrucciones, ancho de vía, espacio de maniobra para volteo así como el confinamiento por vereda son factores que afectan al rendimiento; observándose en el campo que el rendimiento fluctúa entre 1600 a 1900 m²/día lo que en m³ representaría:

$$1600 \times 0.10 = 160 \text{ m}^3/\text{día}$$

$$1900 \times 0.10 = 190 \text{ m}^3/\text{día}$$

En consecuencia los rendimientos a considerar podrían ser:

Para una vía urbana:

Mejoramiento de la Sub Rasante	
Para un espesor de 0.10 m	
m ³	m ²
160	1600
190	1900

Para una carretera:

Mejoramiento de la Sub Rasante	
Para un espesor de 0.10 m	
m ³	m ²
310	3100
250	2500

Viendo los dos últimos cuadros nos preguntamos ¿cuál sería la unidad de medida a emplear?

Si se utiliza la unidad de m², nos obliga a considerar el espesor como una variable en tanto que si se emplea la unidad de m³ este podría ser para espesores hasta de 20 cm ya que para espesores mayores, el rendimiento de los equipos va a variar, por lo tanto es preferible considerar como unidad de medida el m² para zonas urbanas y mantener la unidad de m³ para carreteras.

5.3 Registro de Fotos de los Trabajos del Expediente Técnico

Mala

A continuación se va presentar un registro fotográfico de los trabajos de movimiento de tierra realizados en la calle las Manzanas de la urbanización los Frutales en el distrito de Mala provincia Cañete región Lima, con el cual comprobaremos si los equipos utilizados en campo está acorde a lo indicado En las especificaciones técnicas y análisis de costos unitario de las partidas de movimiento de tierras.

Cabe resaltar que los equipos que se mencionaran en cada partida son los equipos indicados en los análisis de costos unitarios del expediente técnico.

Excavación a nivel de sub-rasante

Este trabajo consiste en la excavación de materiales inapropiados a nivel de la sub-rasante y se utilizara un tractor sobre orugas de 140-160 HP para realizar los cortes.

En campo se observo lo siguiente:



Imagen 20- Retroexcavadora haciendo cortes a nivel de la sub-rasante



Imagen 21- Retroexcavadora acumulando el material de corte

Se aprecia de la Imagen 20 y 21 que el contratista debería de haber utilizado un tractor sobre orugas según lo indicado en el expediente técnico, pero han utilizado una motoniveladora ya que por las características del material era apropiado para hacer los cortes.

En campo no se pudo verificar el rendimiento debido a que el trabajo ya se había realizado, sin embargo se consulto al contratista el rendimiento de la motoniveladora para realizar esta partida, el cual fue de 1200 m²/día y llevándolo a la unidad de metros cúbicos, teniendo en cuenta que el espesor de corte es de 0.25 m el rendimiento nos dio 300 m³/día.

Eliminación de material excedente

Para realizar el retiro del material de excavación el expediente técnico indicaba un cargador sobre llantas de 125 HP para cargar el material a eliminar y un camión volquete de 330 HP de 10 m³ de capacidad para trasladar el material de eliminación.

En campo se observó lo siguiente:



Imagen 22- Retroexcavadora eliminando el material de corte



Imagen 23- Camión cargado con material de eliminación

Se aprecia de la Imagen 22 y 23 que el contratista no está utilizando los equipos indicados en el expediente técnico, lo que está utilizando es una retroexcavadora de 1 m³ de capacidad de pala y un camión de 7 m³ para realizar la eliminación del material excedente; y se observó que el rendimiento era el siguiente:

Carguío (T ciclo) —————> 1 m³ —————> 0.73 minutos

Carguío (T total) —————> 7 m³ —————> 6.9 minutos

Transporte —————> 7 m³ —————> 10 minutos

La distancia de la obra al lugar donde se depositaba el material eliminado era de 3 Km.

$$R = \frac{V_{cucharon} \times E \times 60}{T_{ciclo}}$$

$$R = \frac{1 \times 0.9 \times 60}{0.73} = 73.97 \text{ m}^3/h$$

$$R = 592 \text{ m}^3/día$$

El rendimiento obtenido en campo fue de 592 m³/día y en el expediente técnico indicaba un rendimiento de 480 m³/día, lo cual nos indica que el rendimiento obtenido en campo es mayor, este incremento se debe a que la zona donde se realizaban los trabajos de carguío y transporte era apropiado para los equipos considerados por el contratista, sin embargo si utilizáramos los equipos indicados por el expediente técnico se

hubiera obtenido un rendimiento menor ya que los equipos por las dimensiones que tienen presentarían problemas al momento de realizar las maniobras de carguío y transporte ya que la zona donde se realizan los trabajos es urbana.

Sub-rasante mejorada e=0.75m

Para esta partida los equipos que intervienen según el expediente técnico son: el camión cisterna de 122 HP de 2000gl para el humedecimiento, una motoniveladora de 125 HP para la mezcla y perfilado del material mejorado y un rodillo vibratorio liso autopropulsado 101-135 HP de 10-12 Ton para la compactación.

En campo se observó lo siguiente:



Imagen 24- Cargador frontal utilizado en la cantera



Imagen 25- Camión cargado con material para mejoramiento



Imagen 26- Retroexcavadora transportando el material para el mejoramiento de la sub rasante



Imagen 27- Motoniveladora escarificando y mezclando el material para mejoramiento de la sub rasante



Imagen 28- Camión cisterna esparciendo agua



Imagen 29- Compactación del material mejorado

Se aprecia de la Imagen 24 a la 29 que el contratista está utilizando una retroexcavadora para acumular el material en la vía, una motoniveladora de 125 HP marca champions del año 1989 para hacer el mezclado y perfilado, un camión cisterna adaptado para el humedecimiento, una compactadora de doble

rodillo de 2.6 Ton y posteriormente emplearon otro rodillo de 9 - 11 Ton para complementar la compactación.

Para el mejoramiento de la sub rasante se calcularon los siguientes rendimientos en campo:

Datos:

Longitud de la vía = 116 m

Ancho de vía = 6 m

Área de la vía = 696 m²

Para realizar el escarificado se tomó un tiempo de 11 min.

Para realizar el extendido se tomó un tiempo de 240 min.

Para realizar el Batido se tomó un tiempo de 120 min.

Para realizar la compactación se tomó un tiempo de 120 min.

Tiempo total para realizar el mejoramiento de la sub rasante = 371 min. = 6.18 horas.

En campo se observó que para 6.18 horas de trabajo con la motoniveladora, se realizó 696 m² de mejoramiento de la sub rasante, por lo tanto en 8 horas de trabajo se obtuvo un rendimiento de 900 m²/día.

También se observó que para 2 horas de trabajo con el rodillo, se realizó la compactación de 696 m², obteniéndose un rendimiento de 348 m²/h, por lo tanto para 8 horas de trabajo se tiene un rendimiento de 2784 m²/día.

El expediente técnico indicaba para esta partida un rendimiento de 900 m²/día y comparándolo con el rendimientos calculado en campo es igual, esto nos da a entender que los equipos utilizados por el contratista fueron los apropiados a

las características que presentaba la zona y el terreno, a pesar que no son los equipos indicados en el expediente técnico.

Perfilado y compactado de sub-rasante

Esta partida consiste en la preparación y acondicionamiento de la sub-rasante, para ello han considerado un camión cisterna de 122 HP de 1500gl para el humedecimiento, una motoniveladora de 125 HP para el perfilado y un rodillo vibratorio liso autopropulsado de 101-135 HP de 10-12 Ton para la compactación.

En campo no se realizó esta partida ya que al mejorar la sub rasante quedo nivelada y compactada.

A continuación se presenta un resumen de los rendimientos calculados en campo, los del expediente técnico de Mala y los teóricos (costos y tiempos en carreteras) y se muestran en el Cuadro 5.5.

Cuadro 5.6

Resumen de Rendimientos Calculados en Campo

Partidas	Und	Rendimientos		
		Campo	Expediente Técnico	Teórico
Excavación a nivel de sub rasante	m ³ /día	300	280	470
Eliminación de material Excedente	m ³ /día	592	480	867
Sub rasante mejorada e=0.75	m ² /día	900	900	1050
Perfilado y compactado de la Sub rasante	m ² /día	-	1500	3220

De este cuadro observamos en general que los rendimientos calculados en campo son mayores a los indicados en el expediente técnico y menores a lo indicado en el teórico, se debe a que los equipos considerados en los tres casos son diferentes y al no existir un manual normado que sirva como referencia para elegir los rendimientos según el equipo y el trabajo a realizar.

No se calculó el rendimiento de la partida perfilado y compactado de la sub rasante, porque en campo no se realizó esta partida ya que al mejorar la sub rasante quedó nivelada y compactada.

De los equipos utilizados en campo podemos decir lo siguiente:

Han considerado una retroexcavadora para hacer los cortes y carguío de los materiales, esta máquina tiene una capacidad de carga menor a lo indicado en el expediente técnico.

La motoniveladora que realiza el perfilado y mezclado es un equipo muy antiguo y no utiliza toda la potencia necesaria para realizar dichos trabajos.

El rodillo utilizado tiene un aplicación de carga de 2.6 Ton cuando se requiere una rodillo de 10-12 Ton, lo que conlleva a no tener una compactación ideal y genera más número de pasadas del rodillo.

El contratista ha utilizado un camión cisterna adaptado el cual no cumple con las características indicadas en el expediente técnico.

Los rendimientos presentados en el expediente técnico de cada partida no son los reales ya que en campo se observó otros equipos con rendimientos diferentes.

CAPITULO 6 : CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

A partir de la investigación bibliográfica de las metodologías que se utilizan para formular los análisis de costos unitarios en construcción, mejoramiento y rehabilitación de caminos rurales y urbanos de bajo volumen de tráfico a nivel de movimiento de tierras se llegaron a las siguientes conclusiones:

La normativa a seguir en el Perú para formular partidas y especificaciones técnicas de los trabajos de movimiento de tierras son tres: Norma Técnica de Metrados para Habilitaciones Urbanas, Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de Carreteras (EG-2000) y Manual de Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito (EG-CBT 2008).

De las normas peruanas existentes se sabe que la Norma Técnica de Metrados para Habilitaciones Urbanas es de uso urbano, el manual EG 2000 es de uso general y el manual EG CBT 2008 se emplea en carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito.

Se observó que las normas presentan diferentes partidas y especificaciones técnicas entre ellas, sin embargo, si las partidas y las especificaciones técnicas se estandarizaran podrían ser utilizadas en cualquier zona del Perú.

El Manual EG CBT 2008 ha tomado como referencia las partidas de movimiento de tierras del Manual EG 2000, modificando algunos nombres de partidas, sub partidas y especificaciones técnicas.

Las partidas y especificaciones técnicas de los expedientes técnicos presentados en la sección 3.4 y en el expediente técnico Mala no concuerdan con las normas Peruanas.

El Manual de Partidas y Costos presentado por el colegio de ingenieros del Perú, el libro de Costos y tiempos en Carreteras y las revistas técnicas, proponen partidas y especificaciones técnicas que no tienen relación con las normas Peruanas, en función a las especificaciones técnicas.

Los factores que intervienen para formular las partidas de movimiento de tierras son las normas Peruanas, mientras que en el caso de los análisis costos unitarios son los equipos y rendimientos.

Se ha encontrado diferencias en las metodologías analizadas en relación a partidas, análisis de costos unitarios, selección de equipos, rendimientos y costos. Estos se debe a la mala interpretación de las especificaciones técnicas y a la existencia de diferentes metodologías para realizar las estructuras de partidas, especificaciones y análisis de costos unitarios.

Se proponen partidas de movimiento de tierras para vías que sean conformadas en zonas urbanas, ya que las partidas presentadas en la Norma Técnica de Metrados para Habilitaciones urbanas contienen partidas generales y no se observa sub partidas. Debido a esto se sugiere mejorar dichas partidas empleando los manuales del MTC (Ver Cuadro 5.3).

De las metodologías analizadas se observó que cada autor propone su formato para realizar los análisis de costos unitarios.

No existe un manual normado en el Perú que sirva como guía para determinar los equipos y rendimientos en los trabajos de movimiento de tierras.

Una partida mal planteada en los análisis de costos unitarios implica errores en el presupuesto general, rendimientos y elección de equipos. Además lleva a formular un presupuesto irreal o que con lleve a una mala calidad de los

trabajos, el fracaso de la empresa contratista o el no cumplimiento del objetivo del proyecto.

6.2 Recomendaciones

Las recomendaciones descritas a continuación fortalecerán las conclusiones mencionadas con anterioridad:

Las tres normas Peruanas existentes deberían unificar sus partidas y especificaciones técnicas, de tal forma que quede una sola estructura de partidas de movimiento de tierras. De esta forma se tendría un estándar a seguir y se evitarían confusiones al realizar expedientes técnicos.

Las partidas de movimiento de tierras del EG 2000 deben ser actualizadas tomando como referencia el Manual EG CBT 2008, ya que las partidas y especificaciones técnicas son parecidas. De este modo se estarían estandarizando los Manuales del MTC.

Cuando se realice un expediente técnico se deberá aplicar de forma obligatoria las normas Peruanas a fin de evitar confusiones y errores al ejecutar el proyecto.

Las Metodologías que propongan partidas, especificaciones técnicas, equipos y rendimientos, no deberán de ser utilizadas como base para realizar los expedientes técnicos si no están normadas.

Se podrán utilizar las partidas de movimiento de tierras propuestas en el Cuadro 5.3, ya que están normadas, al realizar un expediente técnico de vías proyectadas en zonas urbanas.

Usar partidas y especificaciones técnicas normadas implica a la formulación de un correcto análisis de costos unitario, la elección de los equipos idóneos y a una estimación del rendimiento para cada trabajo.

Se debería de adicionar en las normas Peruanas un manual que sirva como guía para seleccionar y calcular rendimientos de equipos según la partida que se trate.

Se debe incluir dentro de las normas Peruanas un formato estándar para realizar los cálculos de los análisis de costos unitarios.

BIBLIOGRAFÍA

CATERPILLAR. “Manual de Rendimiento”. Edición 37. Estados Unidos de América, 2007.

GORDON KELLER Y JAMES SHERAR. “Ingeniería de Caminos Rurales”. Primera edición en español. México, 2005.

IBÁÑEZ, WALTER. “Costos y Tiempos en Carreteras”. Segunda Edición. Lima, 2010.

MARES MEDINA, LUIS. “Infraestructura Vial: Manual de Partidas y Determinación de Costos”. Editorial, Colegio de ingenieros del Perú. Primera edición. Lima, 2008.

MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES (MTC). “Especificaciones Técnicas Generales para Carreteras (EG. 2000)”. Resolución directoral N° 1146-2000-MTC/15.17. Edición. Lima, 2000.

MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES (MTC). “Manual de Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito (EG-CBT)”. Edición, Lima, 2008.

NORMA TÉCNICA. “Metrados para Obras de Edificación y Habitaciones Urbanas, resolución directoral N° 073-2010/vivienda/VMCS-DNC, Edición. Lima, 2010.

REVISTA COSTOS. Edición de Diciembre. Lima, 2011.

REVISTA CONSTRUCTIVO, Edición de Diciembre. Lima, 2011.

ROBERT L. PEURIFOY AND CLIFFORD J. SCHEXNAYDER. “Construction Planning, Equipment and Methods”. Séptima Edición. Estados Unidos de America, 2006.

VILLALBA SANCHEZ, NESTOR. “Manual de Construcción de Carreteras”. Primera Edición. Lima, 2010.

www.loscostos.info/definicion.html. Septiembre, 2011.

www.camineros.com. Julio, 2011.

<http://es.scribd.com/doc/53550125/Rendimiento-de-Maquinarias-de-Construccion>. Enero, 2012

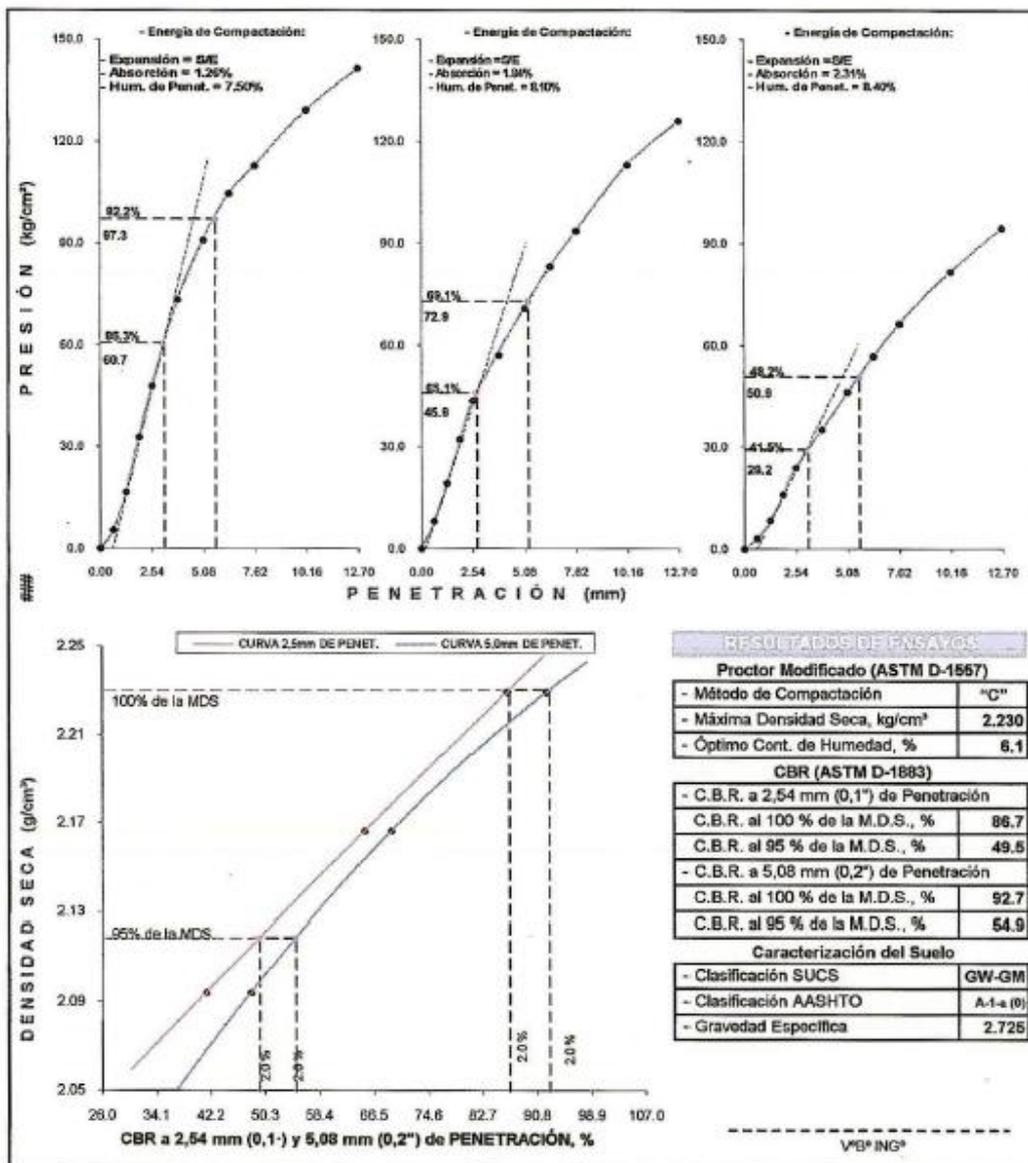
ANEXOS

ANEXO 1

ASTM D1483-07 ENSAYO DE CBR (RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

PROYECTO : ASFALTADO DE CALLE LAS MANZANAS
 SOLICITADO : Ing. VICTOR AREVALO LAY
 UBICACIÓN : Distrito de Mala, Provincia; Cañete, Dpto.: Lima
 PROCEDENCIA : Cantera Calicanto PROF. (m)

REGISTRO : 057-2007
 TÉCNICO : J.M.P.
 FECHA : junio-2011



Observaciones:

Tests Summary Report

Project Name: CALLE LAS MANZANAS

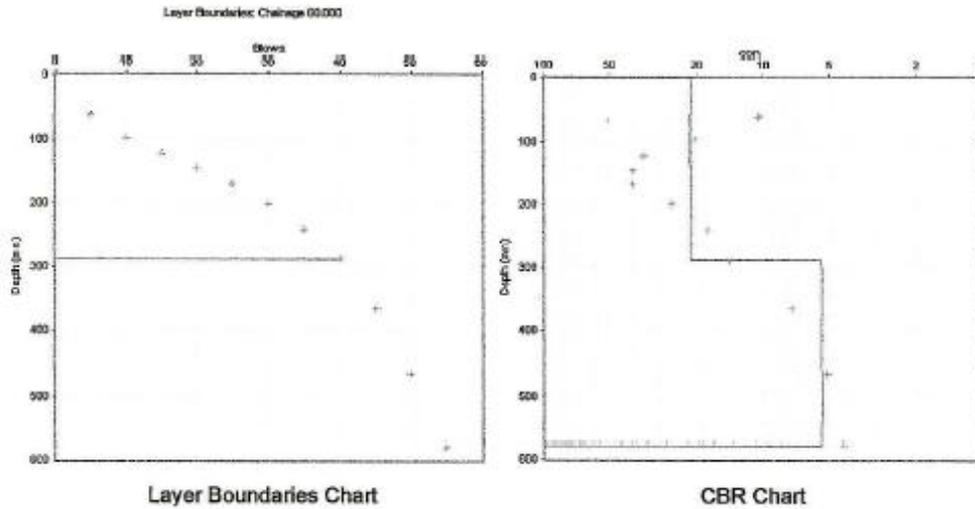
No.	Test Details			Upper Layers			Test Layers			Pavement Strength		
	Test Date	Chainage (km)	Location	Offset (m)	Surface Type	Surface Moisture	Base Type	Base Thickness (mm)	Sub-base Thickness (mm)	Subgrade CBR (%)	SN	SNP
1	16/06/2011	60.000	Lane 1	1.00	Unpaved	0.71 (Moderate)	--	--	--	5	--	0.69
2	16/06/2011	120.000	Lane 1	1.00	Unpaved	0.71 (Moderate)	--	--	--	25	--	1.52
3	16/06/2011	180.000	Lane 1	1.00	Unpaved	0.71 (Moderate)	--	--	--	19	--	1.66

DCP Layer Strength Analysis Report

Project Name: CALLE LAS MANZANAS

Chainage (km): 60.000
 Direction: O-E
 Location/Offset: Lane 1/1.00m
 Cone Angle: 60 degrees
 Zero Error (mm): 15
 Test Date: 10/00/2011

Surface Type: Unpaved
 Thickness (mm): 0
 Base Type:
 Thickness (mm):
 Surface Moisture: Moderate
 Moisture adjustment factor: Not adjusted



Layer Properties

No.	Penetration Rate (mm/blow)	CBR (%)	Thickness (mm)	Depth to layer bottom (mm)	Position	Strength Coefficient	SN	SNC	SNP
1	7.20	21	288	288	Subgrade	--	--	--	--
2	19.40	5	291	579	Subgrade	--	--	--	--

Pavement Strength

Layer	Layer Contribution		
	SN	SNC	SNP
Surface	--	--	--
Base	--	--	--
Sub-Base	--	--	--
Subgrade	--	0.69	0.69
Pavement Strength	--	0.69	0.69

CBR Relationship:

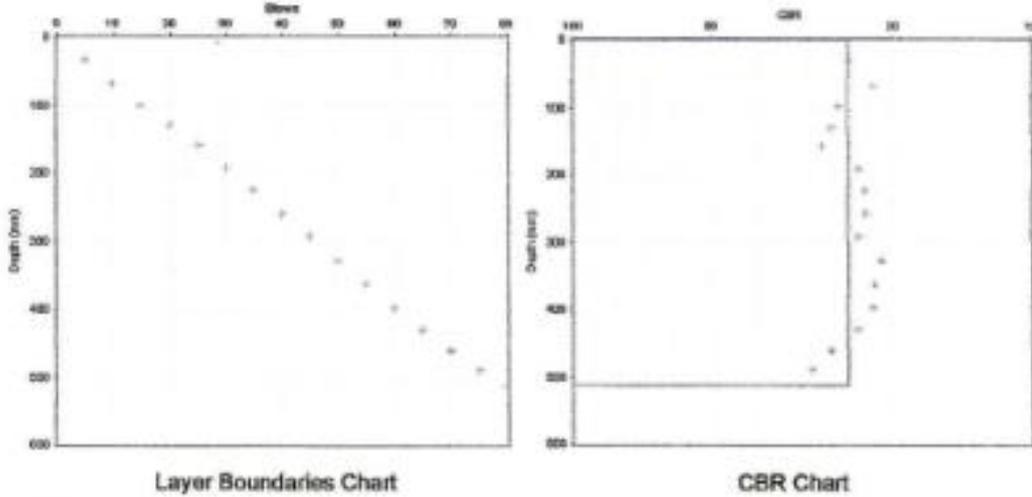
50% Planings method: $\log_{10}(\text{CBR}) = 2.51 - 1.38 \times \log_{10}(\text{Strength})$

DCP Layer Strength Analysis Report

Project Name: CALLE LAS MANZANAS

Chainage (km): 120.000	Surface Type: Unpaved
Direction: O-E	Thickness (mm): 0
Location/Offset: Lane 1/1.00m	Base Type:
Cone Angle: 60 degrees	Thickness (mm):
Zero Error (mm): 0	Surface Moisture: Moderate
Test Date: 16/06/2011	Moisture adjustment factor: Not adjusted

Layer Boundary Chainage (25.00)



Layer Properties

No.	Penetration Rate (mm/blow)	CBR (%)	Thickness (mm)	Depth to layer bottom (mm)	Position	Strength Coefficient	SN	SNC	SNP
1	6.39	25	511	511	Subgrade	--	--	--	--

Pavement Strength

Layer	Layer Contribution		
	SN	SNC	SNP
Surface	--	--	--
Base	--	--	--
Sub-Base	--	--	--
Subgrade	--	1.82	1.82
Pavement Strength	--	1.82	1.82

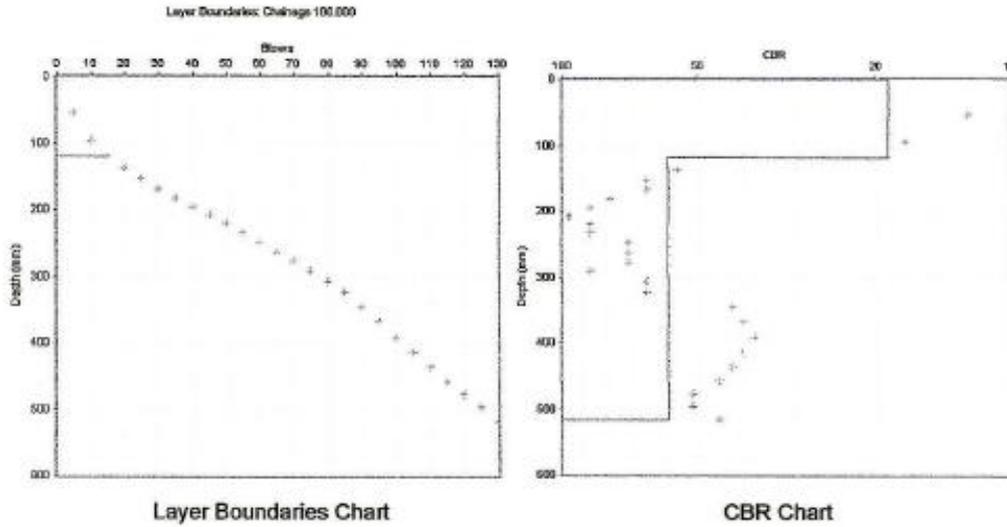
CBR Relationship:
 50% Platings method: $\log_{10}(\text{CBR}) = 2.51 - 1.38 \times \log_{10}(\text{Strength})$

DCP Layer Strength Analysis Report

Project Name: CALLE LAS MANZANAS

Chainage (km): 180.000
 Direction: O-E
 Location/Offset: Lane 1/1.00m
 Cone Angle: 60 degrees
 Zero Error (mm): 8
 Test Date: 16/06/2011

Surface Type: Unpaved
 Thickness (mm): 0
 Base Type:
 Thickness (mm):
 Surface Moisture: Moderate
 Moisture adjustment factor: Not adjusted



Layer Properties

No.	Penetration Rate (mm/blow)	CBR (%)	Thickness (mm)	Depth to layer bottom (mm)	Position	Strength Coefficient	SN	SNC	SNP
1	7.87	19	118	118	Subgrade	--	--	--	--
2	3.47	58	399	517	Subgrade	--	--	--	--

Pavement Strength

Layer	Layer Contribution		
	SN	SNC	SNP
Surface	--	--	--
Base	--	--	--
Sub-Base	--	--	--
Subgrade	--	1.66	1.66
Pavement Strength	--	1.66	1.66

CBR Relationship:
 50% Planings method: $\log_{10}(\text{CBR}) = 2.51 - 1.38 \times \log_{10}(\text{Strength})$

