



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Tecnología de la Construcción

Monografía

**“EVALUACION DE MAQUINARIA DE CONSTRUCCION EN OBRAS DE
MOVIMIENTO DE TIERRA, EN EL PROYECTO CONDOMONIO BELLO
AMANECER, DEPARTAMENTO DE MANAGUA 2016”**

Para optar al título de Ingeniero Civil

Elaborado por

Br. Kevin Josué Benavidez Zamora

Br. Alejandra René Cruz Guevara

Tutor

Ing. Israel Morales

Managua, Octubre 2018

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos primeramente a Dios, por permitirnos culminar nuestro trabajo monográfico. Le agradecemos de gran manera, porque durante todo el proceso de elaboración de este documento, nos dio perseverancia, entendimiento y mucha sabiduría para tomar las mejores decisiones.

A nuestros Padres, por siempre guiarnos en el camino del bien, por enseñarnos a no rendirnos, por todo el sacrificio que hicieron para que culmináramos nuestra carrera profesional, por acompañarnos y darnos ideas para plasmarlas en este documento. Infinitamente GRACIAS. No hay forma de pagar todo lo hermoso que han hecho por nosotros día con día durante nuestro crecimiento personal y profesional.

A nuestro Tutor, Ing. Israel Morales, por revisar con detenimiento este documento y corregir cada incoherencia que encontraba en el mismo. Agradecemos por siempre estar disponible para nuestras consultas y por dedicarnos el tiempo necesario para tutoría.

A nuestros Amigos y Familiares, por su comprensión y apoyo durante el proceso de elaboración de este documento.

DEDICATORIA

Dedicamos este trabajo monográfico a las personas que más queremos, Nuestros Padres, **Jorge Benavides y Rebeca Zamora; Mauricio Cruz y Janeth Guevara.** Por sus consejos, apoyo incondicional y paciencia. Por compartir cada logro que hemos culminado a lo largo de nuestra vida. Siempre han estado ahí para nosotros. Ustedes han sido nuestro mejor ejemplo.

Lo dedicamos también a nuestra familia; hermanos, tíos, abuelos y primos, por todo el apoyo que nos han brindado siempre.

INDICE

INDICE.....	1
CAPITULO 1: GENERALIDADES	1
1.1. INTRODUCCION.....	1
1.2. ANTECEDENTES	3
1.3. OBJETIVOS.....	5
1.3.1. Objetivo General.....	5
1.3.2. Objetivos Específicos	5
1.4. JUSTIFICACION	6
CAPITULO 2: MARCO TEORICO	8
2.1. Entradas del sistema.....	9
2.2. Proceso.....	9
2.3. Salidas.....	9
2.4. EQUIPOS DE MOVIMIENTO DE TIERRA.....	10
2.4.1. Equipo o maquinaria estándar	10
2.4.2. Equipos o maquinaria especial.....	10
2.4.3. Equipos de excavación y movimiento de tierras	11
2.4.4. Equipos de transporte horizontal de materiales	11
2.4.5. Equipos de transporte vertical de materiales.....	11
2.4.6. Equipos de compactación y terminación	12
2.4.7. Equipos de producción de hormigón	12
2.4.8. Otros equipos y herramientas.....	12
2.5. MÁQUINA PARA MOVIMIENTO DE TIERRA	12
2.5.1 Bulldozers.	13
2.5.2 Motoniveladora.	14
2.5.3 Excavadoras y retrocargadoras.	16
2.5.3.1 Máquina retroexcavadora de llantas.....	16
2.9.3.2 Máquina retroexcavadora.	17
2.5.4 Cargadores frontales.....	18
2.5.5 Compactadoras.....	19
2.5.6 Compactación.	19
2.5.6.1 Tipos de Compactadores	19
2.5.7 Camiones.....	20

2.5.8	Bastidor rígido	21
2.5.9	Bastidor articulado	21
2.6	PRODUCTIVIDAD.....	21
2.6.1	Productividad Óptima (Qp)	22
2.6.2	Productividad Normal (Qn)	22
2.6.3	Productividad real (Qr)	22
2.6.4	Factor de eficiencia del trabajo (fw).....	22
2.6.5	Factor de dirección del trabajo (fp).....	23
2.6.6	Factor de productividad real (fa).....	23
2.7	MANTENIMIENTO	25
2.7.1.	Mantenimiento Correctivo:.....	25
2.7.2.	Mantenimiento Preventivo:.....	25
2.7.3.	Mantenimiento Predictivo:	25
2.7.4.	Mantenimiento Cero Horas (Overhaul):	26
2.7.5.	Mantenimiento en Uso:.....	26
2.7.6.	Programa de Monitoreo de Condición (MBC):	27
CAPITULO 3: DESARROLLO.....		29
3.1. DESCRIPCION DEL PROYECTO.		29
3.1.1.	Limpieza y desbroce	29
3.1.2.	Corte en terrazas	29
3.1.3.	Relleno y compactación con material de sitio en terrazas.....	29
3.1.4.	Corte en calle a nivel de andén	30
3.1.5.	Corte en calle a nivel de sub rasante.....	30
3.1.6.	Desalojo de material producto de corte en calles.	31
3.1.7.	Colocación de Sub base y Base.....	31
3.1.7.1.	Sub Base.....	31
3.1.7.2.	Base	32
3.2. CONSIDERACIONES DE LA EMPRESA CONSTRUCTORA.....		33
3.2.1.	Administración.....	34
3.2.2.	Estrategia de Trabajo.....	34
3.3. RESUMEN DE ATRASOS.....		41
3.3.1.	Retrasos por Lluvia.	41
3.3.2.	Retrasos por coordinación de maquinaria.	41

3.4.	GESTIÓN DE MANTENIMIENTOS	42
3.5.	PROGRAMA REAL DE EJECUCIÓN DE CONDOMINIO BELLO AMANECER	42
CAPITULO 4: ESTIMACIÓN DE CANTIDADES DE OBRA, PROGRAMACIÓN Y EJECUCIÓN.		46
4.1.	LIMPIEZA Y DESBROCE	48
4.2.	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	48
4.3.	SELECCIÓN DE LA MAQUINARIA	48
4.3.1.	Limpieza	48
4.3.2.	Cantidades de obra.....	49
4.3.3.	Carga y acarreo	51
4.3.4.	Actividades que componen la Obra	53
4.3.4.1.	Corte y relleno global	61
4.3.4.2.	Corte de calles a nivel de andén	62
4.3.4.3.	Corte en terrazas	62
4.3.4.4.	Relleno en terrazas	62
4.3.4.5.	Corte de calles a nivel sub rasante.....	63
4.3.4.6.	Conformación y nivelación de sub rasante.....	63
4.4.	ESTIMACION DE OBRA	63
4.4.1.	Corte de calles a nivel de andén	63
4.4.2.	Corte en terrazas	65
4.4.2.1.	Velocidades de trabajo.....	66
4.4.2.2.	Tiempo de franja.....	66
4.4.2.3.	Escarificando	67
4.4.2.4.	Cortando	67
4.4.2.5.	Conformando.....	67
4.4.2.6.	Nivelando.....	67
4.4.2.7.	Tiempo de franja total.....	68
4.4.3.	Relleno en terrazas.....	69
4.4.3.1.	Velocidades de trabajo.....	70
4.4.3.2.	Tiempo de franja.....	70
4.4.3.3.	Escarificando	70
4.4.3.4.	Conformando	71
4.4.3.5.	Relleno	71

4.4.3.6.	Conformando	71
4.4.3.7.	Nivelando	71
4.4.3.8.	Tiempo de franja total	72
4.4.4.	Corte	72
4.4.5.	Relleno	73
4.4.6.	Tiempo total (hrs) motoniveladora.....	74
4.4.7.	Tiempo total (hrs) compactadora.	74
4.4.8.	Corte de calles a nivel Sub Rasante.....	78
4.4.8.1.	Excavadora	79
4.4.8.1.1.	Corte	79
4.4.8.1.2.	Carga	80
4.4.8.2.	Tractor	82
4.4.8.2.1.	Corte	82
4.4.8.2.2.	Carga	85
4.4.9.	Conformación y nivelación de sub rasante.....	88
4.4.9.1.	Conformando	89
4.4.9.2.	Nivelando	89
4.4.10.	Colocación de material granular base y sub base	89
4.5.	PROGRAMACION DE OBRA	92
4.5.1.	Aplicación de Microsoft Project 2013	93
4.5.1.1.	Barra de Herramientas	93
4.5.1.2.	Cinta de Opciones	93
4.5.1.3.	Área de Información	93
4.5.1.4.	Área diagrama de GANTT	94
4.5.1.5.	Tipo de tareas	94
4.6.	MANTENIMIENTO Y GESTION.	106
4.6.1.	Mantenimiento centrado en confiabilidad (MCC).....	106
4.6.2.	Análisis de Gestión en Mantenimiento	106
4.6.3.	Estrategia adecuada para control y seguimiento de maquinaria	108
4.6.4.	Consideraciones Indispensables	111
4.6.4.1.	Acciones recomendadas	111
4.6.5.	Costos de Mantenimiento.....	111
4.6.5.1.	Consideraciones de mantenimiento compactadora CAT CS533E.....	112

4.6.5.1.1. Viscosidad en aceites CS533E.....	112
4.6.5.1.2. Niveles de reservorio CS533E.....	113
4.6.5.1.3. Servicio de mantenimiento preventivo CS533E	114
4.6.5.1.4. Resumen	115
CONCLUSIONES.....	116
RECOMENDACIONES	118
BIBLIOGRAFIA.....	119

CAPITULO 1: GENERALIDADES

1.1. INTRODUCCION

Es un hecho que para la ejecución de obras civiles, la Ingeniería es empleada en gran medida, y que las demandas de la sociedad para desarrollar proyectos que ayuden al progreso de la humanidad, cada día son más comunes; por tal razón, las obras de ingeniería civil se hacen más avanzadas para responder a las exigentes necesidades de la sociedad.

Para responder a esas demandas, la Ingeniería Mecánica desarrolla máquinas más eficientes y adecuadas que permiten este avance, estableciendo alianzas con la Ingeniería Civil.

La denominada maquinaria pesada, se utiliza para la elaboración de todo tipo de obra, desde construcción de viviendas, hasta proyectos que desafían el ingenio humano como túneles o puentes que unirán continentes. Es así que, sin la ayuda de estos equipos y tecnologías no se podrían llevar a cabo los proyectos que se plantean para un desarrollo de la Nicaragua que todos soñamos.

Es precisamente el desarrollo de proyectos en Nicaragua, lo que exige a la Ingeniería Civil hacer obras de alta calidad; en esta labor cobra importancia una actividad fundamental, denominada movimiento de tierra, que es el conjunto de actividades que se realizan en un terreno para la ejecución de una obra. Dichas actividades deben ser ligadas a un plan estratégico que inicia no solo con la estimación de obra, sino con la adecuada planeación para la ejecución de los trabajos de la manera más conveniente, de ahí su gran importancia en todo proyecto ingenieril.

Muchas veces los Ingenieros se preocupan por la elaboración de presupuestos que permiten garantizar la optimización de los recursos, así como de la escogencia de la maquinaria para la ejecución de un proyecto, pero no siempre esto garantiza la

buena confección de la obra, y es precisamente este el interés de la presente investigación, ya que se debe planear y diseñar técnicas administrativas, así como establecer mecanismos adecuados de comunicación entre los involucrados en este proceso, para el empleo de maquinarias en obras de movimiento de tierras, analizando la función y aplicando variables que permitan mejorar la productividad del equipo, en cuidado con la gestión de adecuados procesos de mantenimientos.

1.2. ANTECEDENTES

Hace algunas décadas un ingeniero de costos sólo se concretaba en analizar unitariamente cada concepto de obra, dejando al futuro superintendente y residentes, la tarea de proponer tamaños de equipo, esto debido a que en épocas pasadas se trabajaba cada obra en base a la experiencia de proyectos ya ejecutados, dejando un poco limitado la interrelación entre aquellos que planteaban la estrategia y aquellos que ejecutaban los proyectos de movimiento de tierra, principalmente por las muchas limitaciones teóricas y de maquinaria que existía.

Pero el desarrollo de una obra de movimiento de tierra va más allá de la escogencia del tipo de máquina a utilizar y de la estimación de costos unitarios poco precisos en épocas pasadas. Fue necesario poner atención al entorno en el que se desarrolla el proyecto, las condiciones del terreno y el proceso de estimación de factores que influían en la producción de los equipos utilizados para fines específicos. Se desarrollaron técnicas y planes estratégicos a partir de comparaciones entre un proyecto y otro. Fue así que la experiencia jugó un papel importante para crear la teoría no solo para los fabricantes de maquinaria pesada, sino para aquellos que las emplean.

A medida que se van generando nuevos proyectos de ingeniería, la experiencia de aquellos vinculados con el movimiento de tierra ha provocado intuir en nuevas teorías de administración de maquinaria, considerando nuevos factores y técnicas de aplicación, así como estimación, acompañado de estrategias de mantenimiento de maquinaria pesada.

Por ello, a lo largo del tiempo se han creado nuevos conceptos que permiten que el ingeniero tenga un mejor manejo de la estimación y consideración de un proyecto de movimiento de tierra, como lo son Procesos, Sistemas administrativos y Sistemas productivos que han permitido el éxito de una organización, que de forma

directa depende de la eficiencia del conjunto de técnicas y procedimientos que se utilizan diariamente para alcanzar las metas de este negocio.

Adicionalmente, este tipo de trabajos se han enfocado dentro de la organización, experiencia y trabajo diario de cada directivo, supervisor y empleado, constituyendo aspectos vitales para el enriquecimiento y consecuente fortalecimiento de las experiencias empleadas por las empresas constructoras.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo General

Evaluar la maquinaria de construcción utilizada en obras de movimiento de tierra en el proyecto Condominio Bello Amanecer, para el análisis de sus características, función y rendimiento, lo que permita la mejor elección de estrategias que garanticen la optimización de las mismas.

1.3.2. Objetivos Específicos

- 1- Conocer los tipos de maquinaria empleadas en proyectos de movimiento de tierra, que permitan una mejor elección de las mismas, de acuerdo a sus características.
- 2- Analizar la función y rendimiento de los principales equipos empleados en movimiento de tierra, específicamente en la ejecución de terrazas y calles.
- 3- Determinar estrategias que faciliten el mejoramiento de la productividad aplicada a la maquinaria para la estimación de cantidades de obra, así como, técnicas en gestión de mantenimiento de maquinaria que brinden el buen funcionamiento del equipo.

1.4. JUSTIFICACION

La experiencia en el campo de los proyectos de movimiento de tierra demuestra que existen en muchos casos, procesos de ejecución que no se trabajan de la manera adecuada, debido a que en el desarrollo de las actividades no se consideran o no se establecen adecuadas estrategias, tanto de planeación, como de logística, auxilio de recursos técnicos que limitan el buen desarrollo de la obra. De esta manera se hace necesario crear metodologías de administración para desarrollar una buena ejecución en cada etapa de la obra.

Es imperioso que las etapas de desarrollo del movimiento de tierra, sean vistas como un proceso; que indica toda secuencia de pasos, tareas o actividades que conducen a un cierto producto, el cual es el objetivo de dicho proceso.

Propósito por lo cual esta tesis se basa en el análisis evaluativo de los procesos actuales con el que se utiliza la maquinaria para que a partir de los resultados se establezca una adecuada secuencia de pasos que ayuden a desarrollar de manera correcta todos aquellos procesos por el cual pasa una obra de movimiento de tierra, desde la estimación de cantidad de obra hasta ajustar planes de mantenimientos para la maquinaria que se utilizara.

Para ello, se evaluarán técnicas administrativas para la aplicación de maquinarias en obras de movimiento de tierra. La formulación de esto permitirá obtener mejores resultados no solo al que realiza la estrategia, si no a quien administra la maquinaria en el frente de la obra, así como a todos aquellos ligados al buen funcionamiento del equipo como principal activo.

CAPITULO 2: MARCO TEORICO

Los movimientos de tierra son actividades constructivas muy frecuentes en la ejecución de la infraestructura vial, el desarrollo urbano, social e industrial de un país. Estas actividades son de la competencia de los profesionales de construcción y en especial de los Ingenieros Civiles, por tal razón deben ser estudiadas para ser capaces de diseñar y construir con eficiencia tales trabajos.

El éxito de un contratista en una obra de movimiento de tierra está basado principalmente en la posibilidad de ofrecer sus servicios a un costo más bajo que los de la competencia, es decir, para que un movimiento de tierra sea rentable, significa alcanzar la más alta producción posible por horas de trabajo, minimizando los costos de producción, esto solo se puede conseguir si es capaz de disponer de la maquinaria adecuada o idónea para cada trabajo específico, y realizando mediante controles de calidad cada uno de los procesos.

Es necesario que las etapas de desarrollo del movimiento de tierra, sean vistas como un proceso y no como actividades aisladas, de forma tal que se consideren como una secuencia de pasos, tareas o actividades que conducen a un cierto producto, el cual, es el objetivo de dicho proceso, es decir, un proceso es la secuencia de fases consecutivas en la elaboración de un producto.

A su vez, los procesos productivos, deben ser vistos como un sistema. Entendiendo por sistema, un conjunto organizado de partes interactuantes e independientes, que se relacionan formando un todo unitario y complejo. Cabe aclarar que las partes que componen al sistema, no se refieren al campo físico (objetos), sino más bien funcional. De este modo las partes pasan a ser funciones básicas relacionadas por el sistema. Al definir los procesos productivos como sistemas, se está asegurando que estos cuenten con propósitos claramente definidos, con objetivos y con un conjunto de tareas que conlleven a la obtención de resultados.

Un sistema de producción será entonces, un conjunto de objetos que se relacionan entre sí para procesar insumos y convertirlos en el producto definido por el objetivo del sistema la cual consta de tres elementos básicos.

2.1. Entradas del sistema

Son los recursos mediante los cuales el sistema debe ser alimentado, es decir, ingresos del sistema que pueden ser recursos materiales, recursos humanos o informativos. Las entradas constituyen la fuerza de arranque que suministra al sistema sus necesidades operativas.

2.2. Proceso

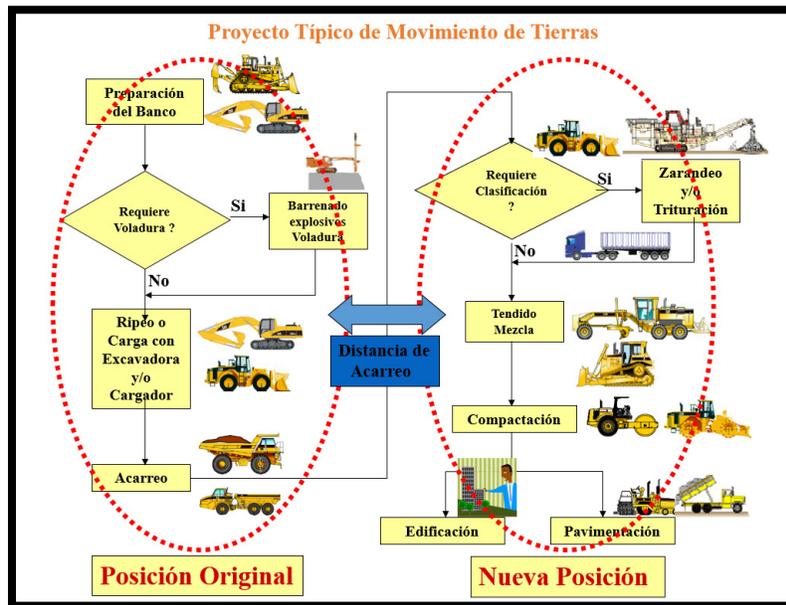
Conjunto de operaciones a través de las cuales los insumos se transforman en el producto terminado. Se debe saber siempre cómo se efectúa esta transformación. Incluye tecnología de los activos productivos de materiales indirectos, los métodos y el conocimiento.

2.3. Salidas

Son los resultados que se obtienen de procesar las entradas. Al igual que las entradas estas pueden adoptar la forma de productos, servicios e información. Las mismas son el resultado del funcionamiento del sistema o alternativamente, el propósito para el cual existe el sistema.

Las salidas de un sistema se convierten en entrada de otro, que la procesará para convertirla en otra salida, repitiéndose este ciclo indefinidamente.

Figura 1. Proyecto de Movimiento de Tierra.



Fuente. NIMAC.

Definiendo el movimiento de tierra como el conjunto de movimientos de una parte de la superficie de la tierra, de un lugar a otro, y en su nueva posición, crear una nueva forma y condición física deseada al menor costo posible.

2.4. EQUIPOS DE MOVIMIENTO DE TIERRA

2.4.1. Equipo o maquinaria estándar

Es aquel tipo de maquinaria especializada que se fabrica en serie, de la cual existe en el mercado variedad de modelos, tamaños y formas de trabajo, las que se adecuan a diversas labores, tienen la ventaja adicional de que para ellas normalmente existen repuestos y su operación es relativamente estándar.

2.4.2. Equipos o maquinaria especial

Son aquellos que se fabrican para ser usados en una sola obra de características especiales o para un tipo de operación específica, es decir, que

su origen está en una necesidad puntual que es satisfecha mediante su diseño y construcción.

Otra forma de clasificar los equipos de construcción, es atendiendo a la actividad que desempeñan en el desarrollo de la obra, por lo que se dividen en:

2.4.3. Equipos de excavación y movimiento de tierras

Los equipos de excavación y movimiento de tierra en su mayoría componen la familia de palas y excavadoras, las que se desarrollaron a partir de la creación de una máquina mecánica (alrededor de 1836) que duplicó el movimiento y efectividad del trabajo de un hombre cavando con una pala de mano. Entre ellos tenemos: Tractor, Buldózer, Cargador frontal, Pala Mecánica, Draga, Excavadora, Retroexcavadora, Zanjadora.

2.4.4. Equipos de transporte horizontal de materiales

Se considera dentro de este grupo a todos aquellos equipos destinados al acarreo de material dentro de una obra. Entre estos se cuentan: Camiones, Vagones, Traíllas, Cintas transportadoras, Trenes.

2.4.5. Equipos de transporte vertical de materiales

El principal equipo de transporte vertical de materiales es la grúa, que se usa para alzar, bajar y transportar carga de un punto a otro dentro de la zona de trabajo, existen grúas fijas o móviles, hidráulicas, telescópicas y con pluma la que se conoce como de tipo de torre y es la que se usa más en construcción.

2.4.6. Equipos de compactación y terminación

La compactación es el proceso de incrementar la densidad de un suelo mediante la aplicación de fuerzas mecánicas. Las cuatro fuerzas que se usan para compactar son: carga estática, vibración, impacto y amasado.

Como equipos de compactación se incluyen los siguiente: Placas compactadoras vibratorias y compactadores neumáticos, Rodillos lisos, Rodillos neumáticos, Rodillos pata de cabra.

2.4.7. Equipos de producción de hormigón

Entre estos equipos podemos mencionar a: Plantas mezcladoras, Camiones mixer, Bombas, Vibradores.

2.4.8. Otros equipos y herramientas

Son los equipos que sirven como accesorios para los equipos, para que estos puedan desempeñar otras funciones, entre ellos tenemos: Compresores de aire (Estacionaria, Móvil o Portátil), Bombas de agua, Martinetes, Perforadores.

2.5. MÁQUINA PARA MOVIMIENTO DE TIERRA

Ahora podemos hablar un poco más acerca de las máquinas que comúnmente son utilizadas en Nicaragua para la ejecución de obras viales, así sea para el movimiento de tierra, compactación, corte excavación u otra actividad, siendo los siguientes:

- BULLDOZERS O TOPADORAS
- MOTONIVELADORA
- EXCAVADORAS

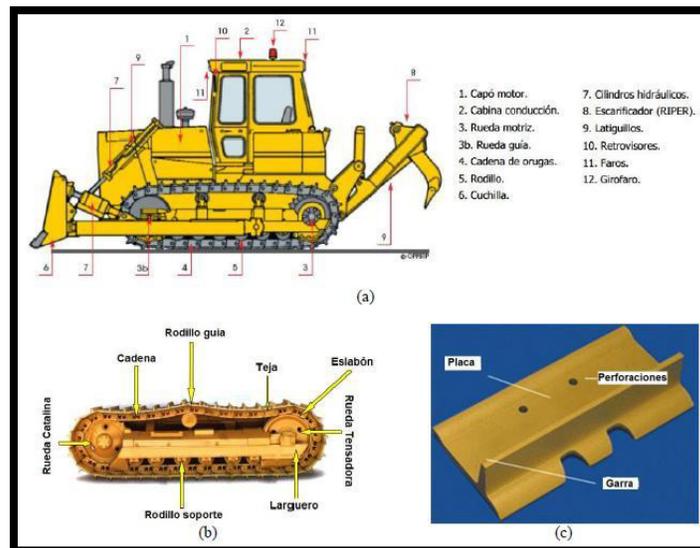
- RETROEXCAVADORA
- CARGADORES FRONTALES
- VIBROCOMPACTADORAS
- CAMIONES

Entonces una vez conocidos los equipos más utilizados para actividades de movimiento de tierra podemos hablar un poco más acerca de aquellas maquinarias primordiales para obras de este tipo:

2.5.1 Bulldozers.

El Tractor con una gran potencia y robustez en su estructura, diseñado especialmente para el trabajo de corte (excavando) y al mismo tiempo empuje con la hoja (transporte). En esta máquina son montados diversos equipos para poder ejecutar su trabajo, además, debido a su gran potencia, tiene la posibilidad de empujar o apoyar a otras máquinas cuando estas lo necesiten (Ej. una mototrailla).

Figura 2. Bulldozer



Fuente. Wikipedia/Maquinaria Pesada

Estas máquinas se utilizan durante el proyecto de construcción en operaciones tales como: limpieza del terreno de árboles y maleza, apertura de brechas en terrenos rocosos, movimientos de tierra en estanques, cortes carreteros u otros, esparcimiento de rellenos de tierra y limpieza de escombros en sitios de construcción. Algunos modelos poseen un roter o diente escarificador, que permite la remoción de roca o terrenos duros.

2.5.2 Motoniveladora.

Están compuestas de un tractor de cuatro ruedas, que en su parte delantera tiene un brazo largo o bastidor apoyado en un tren delantero de dos ruedas, las cuales son de dirección. La motoniveladora está equipada con una hoja de corte dotada de movimientos vertical y horizontal, y de rotación y de translación en su propio plano, la misma está montada entre su eje delantero y sus ejes traseros de tracción. El movimiento horizontal de la hoja varía de 0° a 180° en relación al eje longitudinal de la máquina. En el plano vertical su inclinación puede llegar a 90° en relación al suelo.

Esta gran movilidad de la hoja de corte le permite situarse con precisión en diversas posiciones, puede girar horizontalmente mediante la rotación del círculo de giro, e inclinarse lateralmente con relación a su eje vertical, también puede inclinarse con relación a su eje horizontal, además puede desplazarse vertical y lateralmente, lo cual le permite cortar, mezclar, nivelar y botar los materiales de exceso.

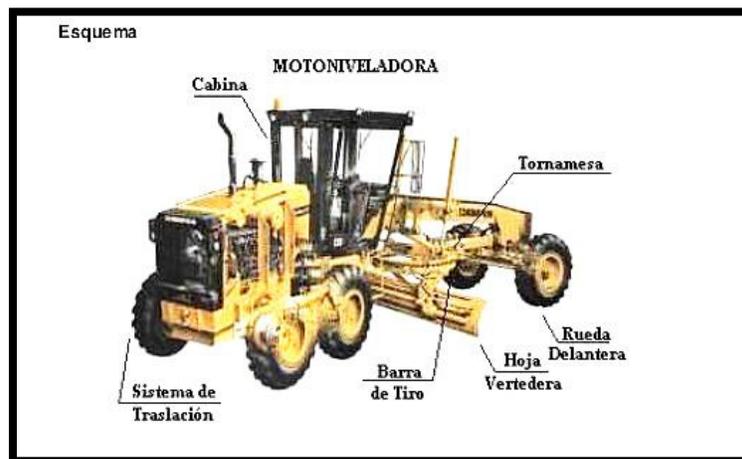
Las motoniveladoras tienen amplia maniobrabilidad y algunas poseen radio corto de viraje según el modelo y fabricante, debido a su bastidor articulado y a las ruedas delanteras de viraje cerrado. Sus ruedas delanteras tienen inclinación lateral con respecto a sus propios ejes, lo que les permite adaptarse fácilmente a los desniveles del terreno, y soportar empujes laterales cuando trabaja con la cuchilla inclinada.

Por ser una máquina de comandos sensibles, usada en operaciones de acabado, su rendimiento operacional depende en gran manera de la buena planificación de las operaciones a ser ejecutadas, y de la habilidad del operador.

Son máquinas especialmente construidas para efectuar trabajos de mezclado, conformación, nivelación y afinado, entre los cuales se pueden citar los siguientes:

- 1 Conformación y nivelación de Plataformas y de terraplenes
- 2 Mezclado, revoltura y extendido de materiales
- 3 Extendido de ripio y de mezclas asfálticas
- 4 Re perfilado y afinado del movimiento de tierras
- 5 Apertura y limpieza de cunetas de drenaje superficial
- 6 Remoción y desbroce de vegetación
- 7 Conformación y mantenimiento de taludes de corte
- 8 Regularización de capas que serán compactadas en los terraplenes
- 9 Mantenimiento de caminos en general

Figura 3. Motoniveladora



Fuente. Wikipedia/Maquinaria Pesada

2.5.3 Excavadoras y retrocargadoras.

Es una Máquina autopropulsada sobre llantas u orugas con un bastidor especialmente diseñado que monta a la vez un equipo de carga frontal y otro de excavación. Dentro de las retroexcavadoras encontramos equipos de trabajo mixto como las retrocargadora o mixtas las cuales tienen un equipo de cargue frontal y un equipo de excavación trasero.

La retroexcavadora es una máquina diseñada para realizar excavaciones por debajo de su nivel de sustentación.

Las retroexcavadoras son utilizadas para realizar obras civiles tales como acueductos, alcantarillados. En las actividades de excavaciones de brechas y colocación de tuberías, así como también en proyectos de infraestructura como hidroeléctricas, vías, túneles entre otros,

Gracias a su alcance y productividad las retroexcavadoras han abierto paso a nuevas aplicaciones en excavaciones en general, trabajos de canteras y manejo de materiales, complementándose en otros casos con otros equipos de movimiento de tierra.

2.5.3.1 Máquina retroexcavadora de llantas

En la Retroexcavadora de neumáticos el tren de rodadura está compuesto de ruedas de caucho. Los órganos de mando de desplazamiento, dirección y frenos están en la cabina del conductor. La estabilidad durante el trabajo se asegura con estabilizadores independientes de las ruedas.

Figura 4. Retroexcavadora de llantas o Backhoe

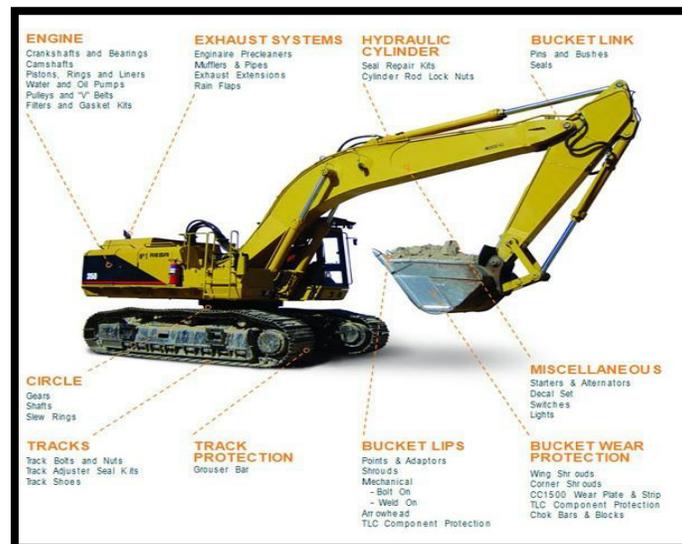


Fuente. Wikipedia/Maquinaria Pesada

2.9.3.2 Máquina retroexcavadora.

En las Retroexcavadoras de cadenas u orugas, el chasis está soportado por dos cadenas paralelas. Así mismo, los órganos de mando, igual que en la de neumáticos, se encuentran en la cabina del conductor

Figura 5. Excavadora de oruga



Fuente. Wikipedia/Maquinaria Pesada

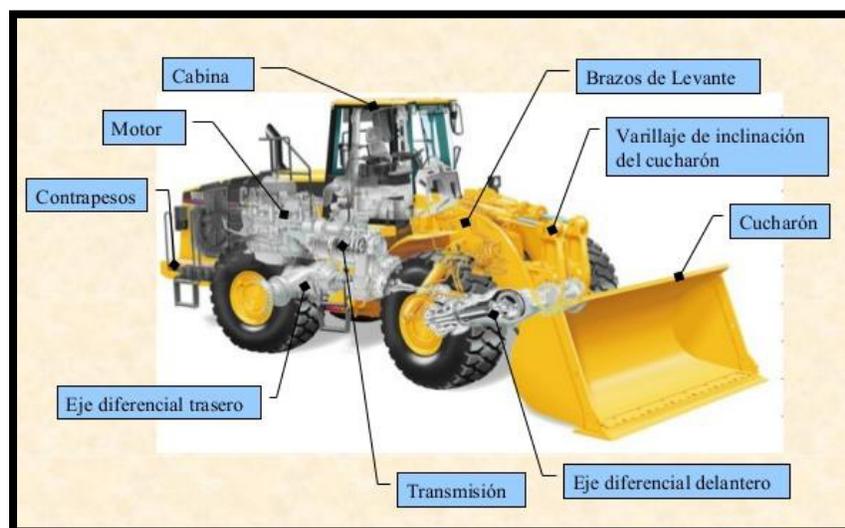
2.5.4 Cargadores frontales.

Es una herramienta de trabajo instalada sobre un tractor de orugas o llantas neumáticas, que sirve para elevar materiales desde el nivel de sustentación de la máquina hasta una altura determinada por las características geométricas de la misma máquina.

Cargadores son utilizados principalmente para:

- Movimiento de tierras de materiales sueltos
- Arranque de material sueltos
- Cargue de volquetas.
- Transporte de material, (distancias cortas), hasta su punto de descarga: tolvas,
- Acopios intermedios y escombreras.
- Rezaga de materiales producto de una voladura.
- Construcción y limpieza de pistas de transporte.
- Preparación de rampas y accesos.

Figura 6. Cargador Frontal



Fuente. Wikipedia/Maquinaria Pesada

En su mayoría son articulados ruedas motrices direccionales, brazo, palanca de descarga, cilindros hidráulicos.

2.5.5 Compactadoras.

Estos equipos están diseñados para aumentar la densidad del suelo con el propósito de darle resistencia al mismo en dependencia del uso que se le va a dar, por ello es necesario conocer algunos conceptos básicos que ayudaran a entender el uso de estos equipos.

2.5.6 Compactación.

Es la operación mecánica de elevar la densidad del suelo, o sea el peso por unidad de volumen. Se acepta generalmente que la fuerza del suelo aumenta con la densidad. Hay tres factores importantes que afectan la compactación.

- Granulometría del material
- Contenido de Humedad
- Capacidad Soporte

2.5.6.1 Tipos de Compactadores

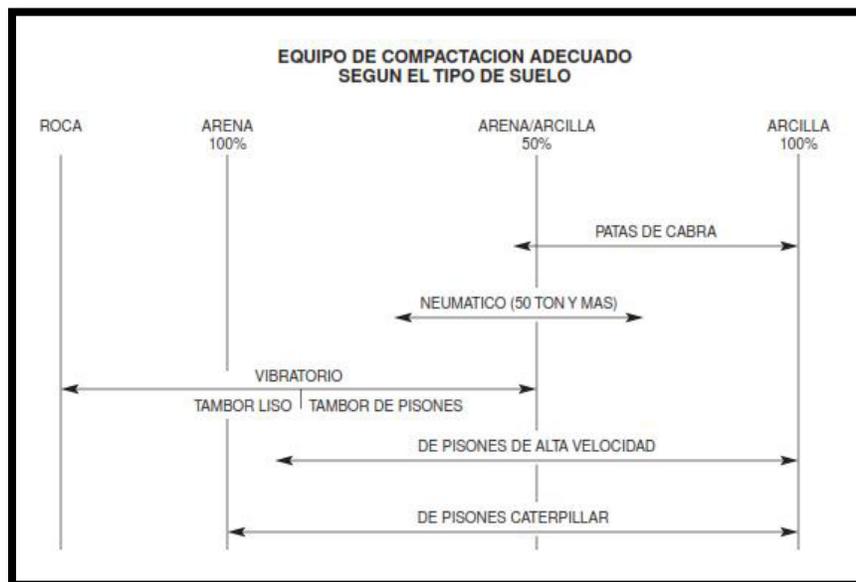
El equipo de compactación se clasifica generalmente en los descritos a continuación:

- Pata de Cabra
- Vibratorio
- Neumáticos
- Pisones de alta velocidad
- Ruedas Cortadoras

Existen también combinaciones de estos tipos, tales como el tambor vibratorio de acero liso.

Es necesario conocer el tipo de compactador que se debe utilizar según el tipo de suelo, por ello se presenta a continuación un esquema que permite de forma sencilla escoger el compactador adecuado:

Figura 7. Compactación según tipo de suelo



Fuente. NIMAC.

2.5.7 Camiones.

Las volquetas son la maquinaria más utilizada en cualquier tipo de obra civil. Son vehículos que poseen un dispositivo mecánico para volcar la carga que transportan en un cajón que reposa sobre el chasis del vehículo. La composición mecánica de la volqueta depende precisamente del volumen de material que pueda transportar el cajón. Por tal razón, este tipo de maquinaria de carga cumple una función netamente de transporte ya sea dentro de la misma obra o fuera de ella.

Los volquetes se clasifican en:

2.5.8 Bastidor rígido

Son unidades de transporte cuyo chasis es rígido en este grupo se encuentran las volquetas sencillas de 7 m³ a más. Son utilizados para transporte de materiales de playa y movimientos de tierra con vías de acceso en buenas condiciones en cuanto a rodadura y especificaciones de vía.

2.5.9 Bastidor articulado

Son unidades de transporte en donde el chasis es articulado, lo cual permite el tránsito por terrenos más difíciles y son utilizados para movimientos de tierra masivos.

2.6 PRODUCTIVIDAD

Para la selección de equipos de construcción, depende de varios factores, como la productividad, la renta horaria, entre otros.

La productividad del equipo de construcción es una base primordial para su selección al planear una operación. Es la expresión empleada para asignar el rendimiento del equipo en una unidad de tiempo (normalmente una hora), donde la cantidad de tiempo depende principalmente de las condiciones del trabajo y de la dirección del mismo, así como, de la destreza del operador, y de la coordinación con las demás fuerzas de construcción. En este sentido es necesario manejar los siguientes conceptos:

2.6.1 Productividad Óptima (Q_p)

Es la mejor productividad que puede esperarse de un equipo, está regida por las limitaciones de diseño del equipo y su determinación se basa en la situación ideal de que el equipo trabaje los 60 min de cada hora.

2.6.2 Productividad Normal (Q_n)

Es la operación del equipo no automatizado con un régimen de producción un poco más bajo. Puede suponerse igual a la productividad óptima, durante 45 ó 50 min de cada hora.

$$Q_n = f_w \times Q_p$$

Donde **f_w** es **factor de eficiencia del trabajo** que resulta al dividir la cantidad de minutos trabajados en una hora entre 60 minutos

2.6.3 Productividad real (Q_r)

$$Q_r = f_p \times Q_n = f_w \times f_p \times Q_p = f_a \times Q_p$$

2.6.4 Factor de eficiencia del trabajo (f_w)

Su promedio normal es 0.83 y su origen está en el porcentaje de trabajo de un equipo en una hora.

Este factor es el resultado de un promedio estadístico obtenido en campo, el cual es calculado determinando el tiempo total de producción de un equipo en un espacio de 60 minutos. Los resultados obtenidos basados en nuestra experiencia demuestran que el factor de eficiencia de trabajo está dado por la relación 50/60.

Esto quiere decir que el operador de maquinaria trabaja un promedio de 50 minutos por hora. Considerando la distracción, habilidad, nivel de precisión y comprensión del trabajo como los índices que más influyen en la pérdida de tiempo.

2.6.5 Factor de dirección del trabajo (fp)

Toma en cuenta las interrupciones de operación del equipo relacionados con la organización del trabajo y de la dirección del mismo.

Se determinará según los criterios siguientes:

0-60 - 0,70 **Mala - Aceptable Organización.**

0,71 - 0,80 **Regular - Buena Organización.**

0,81 - 0,90 **Buena Organización.**

0,91 - 0,95 **Excelente Organización.**

Fuente. Propia

2.6.6 Factor de productividad real (fa)

Es un factor de eficiencia general de operación que es el producto de $fw \times fp$. También podemos mencionar algunas afectaciones a la producción de un equipo que deben ser consideradas a la hora de crear planes de ejecución y estimación de obras como lo son:

Tabla 1. Factores de afectación a la producción de un equipo de construcción.

<u>Conceptos</u>	<u>% afectación</u>
- Por lluvia	5% - 6%
- Reparaciones	12% - 15%
- Roturas	18% - 20%
- Otras causas	5% - 7%

Fuente. Propia

Los factores de afectación por lluvias están basados en trabajos realizados en la zona del pacifico y corresponden a un registro estadístico de bitácoras de campo

obtenido por fiscales de equipos que acompañan la ejecución de la obra en periodos lluviosos.

Las reparaciones y roturas están consideradas por el estado del equipo que se encuentra ejecutando un proyecto, estos pueden variar significativamente en base al estado de la máquina. Generalmente estos datos se han obtenido del registro histórico de reparaciones o mantenimientos correctivos llevados por el encargado de taller de mecánica. Quedando registrados en el expediente de cada máquina.

Las afectaciones a la productividad, también está dado por causas muchas veces ajenas a la gestión que realiza la administración de la obra. En este caso estos registros corresponden a imprevistos que se desarrollan de forma casual y pueden considerarse estos como:

- Falta de combustible por parte del proveedor
- Fallos de equipos de fabrica
- Suministros Mecánicos
- Eventualidades fortuitas

El tiempo como medida para la ejecución de la obra también se debe tomar en cuenta al momento de realizar la selección del equipo, ya que esta depende directamente de las siguientes consideraciones de tiempo:

- 1- El tiempo permitido por el contrato de construcción.
- 2- La sincronización de las operaciones secuenciales.
- 3- Las variaciones de las tarifas de renta del equipo, con el tiempo que toma a los equipos realizar la operación.

2.7 MANTENIMIENTO

Para profundizar sobre el mantenimiento de maquinaria de construcción, primero se necesita conocer los conceptos básicos presentados a continuación:

2.7.1. Mantenimiento Correctivo:

Es el conjunto de tareas destinadas a corregir los defectos que se van presentando en los distintos equipos y que son comunicados al departamento de mantenimiento por los usuarios de los mismos.

2.7.2. Mantenimiento Preventivo:

Es el mantenimiento que tiene por misión mantener un nivel de servicio determinado en los equipos, programando las intervenciones de sus puntos vulnerables en el momento más oportuno. Suele tener un carácter sistemático, es decir, se interviene aunque el equipo no haya dado ningún síntoma de tener un problema.

2.7.3. Mantenimiento Predictivo:

Es el que persigue conocer e informar permanentemente del estado y operatividad de las instalaciones mediante el conocimiento de los valores de determinadas variables, representativas de tal estado y operatividad. Para aplicar este mantenimiento, es necesario identificar variables físicas (temperatura, vibración, consumo de energía, etc.) cuya variación sea indicativa de problemas que puedan estar apareciendo en el equipo. Es el tipo de mantenimiento más tecnológico, pues requiere de medios técnicos avanzados y en ocasiones de fuertes conocimientos matemáticos, físicos y/o técnicos.

2.7.4. Mantenimiento Cero Horas (Overhaul):

Es el conjunto de tareas cuyo objetivo es revisar los equipos a intervalos programados bien antes de que aparezca ningún fallo, bien cuando la fiabilidad del equipo ha disminuido apreciablemente de manera que resulta arriesgado hacer revisiones sobre su capacidad productiva. Dicha revisión consiste en dejar el equipo a Cero horas de funcionamiento, es decir, como si el equipo fuera nuevo. En estas revisiones se sustituyen o se reparan todos los elementos sometidos a desgaste. Se pretende asegurar, con gran probabilidad un tiempo de buen funcionamiento fijado de antemano.

2.7.5. Mantenimiento en Uso:

Es el mantenimiento básico de un equipo realizado por los usuarios del mismo. Consiste en una serie de tareas elementales (toma de datos, inspecciones visuales, limpieza, lubricación, reapriete de tornillos) para las que no es necesario una gran formación, sino tan solo entrenamiento breve. Este tipo de mantenimiento es la base del TPM (Total Productive Maintenance, Mantenimiento Productivo Total).

El "Punto óptimo del mantenimiento" es aquel que el costo de mantenimiento está influenciado por el costo de falla. Eso significa que la estrategia óptima de mantenimiento es aquella que minimiza el efecto de los componentes de costo, esto es "que el costo de reparación es menor que el costo de pérdida de producción".

La generación de un plan de mantenimiento, obedece a una necesidad. Toda necesidad genera la asignación de recursos y toda asignación de recursos genera erogaciones de dinero.

Durante muchos años, el tipo de mantenimiento predominante ha sido el **Preventivo**, que consiste en la sustitución o reparación de componentes a intervalos fijos determinados ya sea en base a recomendaciones del fabricante del equipo o por estadísticas extraídas de los historiales. Pero esto no garantiza los

niveles de confiabilidad requeridos en la actualidad, al mismo tiempo que lleva a un sobre costo por sustitución de partes o lubricantes cuando todavía se encuentran aptos para el uso.

El Mantenimiento **Predictivo** se enfoca a los síntomas de falla que se identifican utilizando las distintas técnicas tales como análisis de lubricantes, análisis de vibraciones, y ensayos no destructivos como: radiografías, ultrasonido, termografía, etc. que permiten detectar los síntomas de inicio de falla de la maquinaria.

El mayor beneficio de la utilización de estas herramientas, es que se logra una alerta temprana que permite planificar una parada para corregir el problema, alcanzando de ésta manera una mayor disponibilidad de la maquinaria y una reducción del número de fallas catastróficas.

2.7.6. Programa de Monitoreo de Condición (MBC):

1. Detectar condiciones que motivan una falla
2. Detectar problemas en la maquinaria
3. Evitar fallas catastróficas
4. Diagnóstico de causa de falla
5. Proyección de vida útil

Las técnicas de Monitoreo de Condición se pueden clasificar en:

1. Inspecciones de la maquinaria
2. Medición del desempeño
3. Monitoreo de las condiciones dinámicas de la maquinaria
4. Monitoreo de partículas de desgaste

CAPITULO 3: DESARROLLO

3.1. DESCRIPCION DEL PROYECTO.

Para la ejecución del proyecto se conocen las cantidades de obra a ejecutar, así como las condiciones de trabajo por parte del dueño. En este caso el dueño de la obra solicitó un tiempo estimado de entrega de 60 días máximo. Cada actividad comprende la secuencia descrita por el dueño y no está relacionada con un orden específico de ejecución. Dichas actividades fueron descritas por el dueño tal y como se muestra a continuación:

3.1.1. Limpieza y desbroce

Limpieza del terreno que comprende la obra, se deberá remover 0.15 mts de capa vegetal como mínimo y deberá ser desalojado al vertedero autorizado o según lo acordado entre ambas partes.

3.1.2. Corte en terrazas

Se cortará el suelo descapotado y limpio libre de cualquier maleza o material que no sea considerado como apto por parte del dueño hasta llegar al nivel de diseño propuesto en los planos.

Se deberá escarificar 0.15 mts bajo el nivel de diseño incorporando agua al proceso para garantizar una compactación de 95% Proctor Modificado.

3.1.3. Relleno y compactación con material de sitio en terrazas

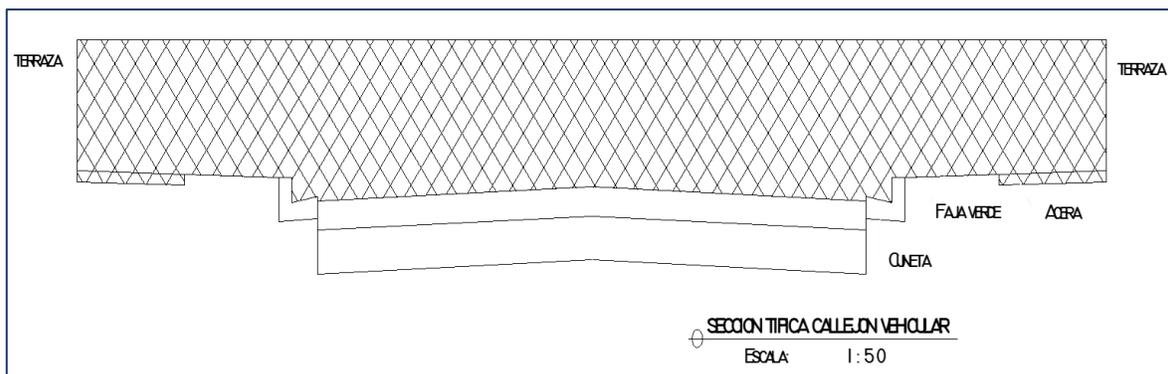
El relleno deberá realizarse en capas no mayores de 0.15 mts. Se podrá utilizar el material de sitio como relleno a menos que el dueño indique lo

contrario. Se deberá realizar pruebas de compactación por cada capa de material colocada cumpliendo con el 95% de Proctor Modificado.

3.1.4. Corte en calle a nivel de andén

El nivel de andén peatonal deberá ser ajustado a un nivel no mayor a 0.11 mts sobre la rasante, garantizando una pendiente transversal de 2% en dirección al eje central en ambas bandas tal y como se muestra en la siguiente sección típica:

Figura 8. Sección de corte a nivel de andén.



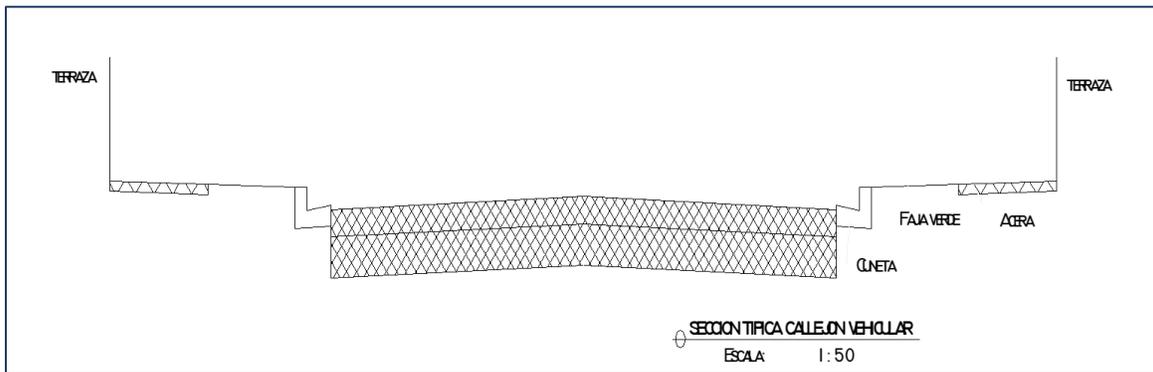
Fuente. Propia

Donde el área sombreada corresponde al corte necesario para ajustar la cota de andén. Dicho material podrá ser utilizado como relleno a menos de que se indique lo contrario.

3.1.5. Corte en calle a nivel de sub rasante.

Comprende el corte necesario para llegar al nivel de sub rasante en calles y está dado por la siguiente sección típica:

Figura 9. Sección de corte a nivel de Sub Rasante.



Fuente. Propia

Donde el área sombreada corresponde al corte necesario para ajustar la cota de sub rasante. Dicho material podrá ser utilizado como relleno a menos de que se indique lo contrario. Se deberá escarificar el nivel de sub rasante agregando agua al proceso para garantizar 90% Proctor Modificado.

3.1.6. Desalojo de material producto de corte en calles.

Retirada de tierra sobrante producto del corte en calles, incluyendo extracción, carga, transporte y reposición en lugar fijado por la Dirección de Obra ubicado a 2.1 kms del proyecto.

3.1.7. Colocación de Sub base y Base.

3.1.7.1. Sub Base¹

El material de Sub Base debe ser material mejorado considerando las siguientes especificaciones (NIC 2000):

¹ Proporcionado por Empresa Constructora

a) Que cumpla con la siguiente relación:

HORMIGON	50%
SELECTO	20%
MATERIAL DE SITIO	30%

Compactación:

Proctor Modificado	95% Mínimo
--------------------	------------

b) Las partículas gruesas de estos materiales deben ser duras y duraderas.

3.1.7.2. Base²

El material de Base debe ser material mejorado considerando las siguientes especificaciones (NIC 2000):

a) Que cumpla con la siguiente relación:

HORMIGON	70%
SELECTO	30%

b) Compactación:

Proctor Modificado	100% Mínimo
--------------------	-------------

c) Las partículas gruesas de estos materiales deben ser duras y duraderas.

El diseño de niveles de terrazas y geométrico de calles deberá ser respetado y no se aceptarán modificaciones a menos que el dueño indique lo contrario³.

² Proporcionado por Empresa Constructora

³ Ver **Anexo 1**

Los trabajos de movimiento de tierra se ajustarán al cálculo de volúmenes adjunto en los planos de la obra⁴.

Se entregarán en tiempo y forma todos los trabajos que en este proyecto se indican y únicamente se extenderán los plazos de entregas para atrasos justificados y aprobados por el dueño de la obra.

3.2. CONSIDERACIONES DE LA EMPRESA CONSTRUCTORA.

A continuación, se realizará una descripción de todas aquellas consideraciones que tomó la empresa constructora para ejecutar el proyecto Condominio Bello Amanecer.

Tabla 2. Rendimientos por Equipo y Actividad proporcionados por Empresa Constructora.⁵

EQUIPO	MODELO	PRODUCTIVIDAD REAL CORTE	PRODUCTIVIDAD REAL CARGA (MATERIAL SUELTO)	PRODUCTIVIDAD EN RELLENO DE TERRAZAS	PRODUCTIVIDAD EN CORTE DE TERRAZAS	PRODUCTIVIDAD PARA BASE Y SUB-BASE
Tractor	CAT D6H XL	100 m3/hr				
Excavadora	CAT 320D ₂	120 m3/hr	170 m3/hr			
Motoniveladora	CAT 120H			31.3 m3/hr	20.2 m3/hr	60 m3/hr
Compactadora	CAT CS54B			15.5 m3/hr	10.1 m3/hr	

⁴ Ver **Anexo 3**

⁵ Proporcionado por Empresa Constructora; los rendimientos de los equipos anteriormente descritos corresponden a valores asumidos por la Empresa Constructora, considerando estos como los de mayor importancia para la estimación de cantidades de obra.

3.2.1. Administración⁶

Se conoce que la obra fue dirigida bajo la siguiente estructura administrativa:

Un Gerente de Proyecto. Administrando la obra y llevando controles de avances físicos financieros. Así mismo la gestión de todos los recursos con los que cuenta la obra durante la ejecución del proyecto.

Un Ingeniero Residente a cargo de la obra. Su función se establece como el control de recursos en el proyecto así como la dirección del mismo. Llevando registros de avance y de servicio a la maquinaria.

Un Maestro de Obra dirigiendo las actividades en campo. Su función considera la orientación del personal para ejecutar todas las actividades que componen la obra, así como llevar el control del mismo, tanto de operadores, ayudantes y Topografía.

3.2.2. Estrategia de Trabajo

Se estableció por parte de la empresa constructora el siguiente orden de actividades a realizar para ejecutar el Proyecto Condominio Bello Amanecer:

3.2.2.1. Movilización y Desmovilización

Se consideró por parte de la empresa constructora el uso de la siguiente maquinaria propuesta para la ejecución de Condominio Bello Amanecer, estableciendo como rentas horarias para 'este proyecto las indicadas en la siguiente tabla:

⁶ Proporcionado por Empresa Constructora

Tabla 3. Descripción de equipos⁷.

EQUIPOS	MODELO	CANTIDAD	RENTA
TRACTOR	CAT D6H XL	1.00	\$ 85/Hr
MOTONIVELADORA	CAT 120H	2.00	\$ 75/Hr
EXCAVADORA	CAT 320D ₂	1.00	\$ 65/Hr
VOLQUETES	International	6.00	\$ 40/Hr
COMPACTADORA	CAT CS54B	1.00	\$ 50/Hr
CISTERNAS	International	2.00	\$ 110/Día

El traslado de la maquinaria se realizó con ayuda de un Cabezal y un Low Boy para maquinaria pesada, con una renta estimada de **\$ 175.00**, para traslado en Managua y sus cercanías.

El costo de traslado difiere para volquetes y cisternas ya que éstos llegaron rodando al proyecto, por lo que se estableció un costo unitario por hora de **\$ 40.00** para traslado. Toda la maquinaria se trasladó del mismo punto ubicado en las inmediaciones de camino viejo a Santo Domingo hacia Bello Amanecer Ciudad Sandino.

La lista de equipos con los que la empresa constructora cuenta al momento de ejecutar la obra son los siguientes:

⁷ Proporcionado por Empresa Constructora

Tabla 4. Listado de Equipos Propios⁸.

EQUIPOS	CANTIDAD	MODELO	ESTADO
TRACTOR	2.00	CAT D6H XL	DISPONIBLE
MOTONIVELADORA	4.00	CAT 120H	DISPONIBLE
EXCAVADORA	3.00	CAT 320D ₂	DISPONIBLE
VOLQUETES	.10.00	INTERNATIONAL	DISPONIBLE
COMPACTADORA	2.00	CAT CS54B	DISPONIBLE
MINICARGADOR	3.00	CAT 236 D	DISPONIBLE
CABEZAL	3.00	MACK VISION	DISPONIBLE
RETROCARGADORA	2.00	CAT 416F	DISPONIBLE

La fecha del traslado inició el 13 de Septiembre de 2016, en el orden presentado a continuación:

Tabla 5. Movilización de maquinaria⁹.

EQUIPOS NECESARIOS	CANTIDAD	FECHA DE LLEGADA
TRACTOR	1.00	13/09/2016
MOTONIVELADORA	2.00	19/09/2016
EXCAVADORA	1.00	14/09/2016
VOLQUETES	6.00	14/09/2016
COMPACTADORA	1.00	19/09/2016
CISTERNAS	2.00	13/09/2016

⁸ Proporcionado por Empresa Constructora

⁹ Proporcionado por Empresa Constructora

La ruta de traslado es de 17.4 kms, tal y como se muestra en la siguiente figura:

Figura 10. Ruta de Traslado de Maquinaria



Fuente. Empresa Constructora

3.2.2.2. Limpieza y Desbroce

Para esta actividad se ha utilizado un tractor CAT D6 XL que realizo la totalidad de la limpieza en el área. No se estableció un parámetro de limpieza detallado por lo cual se crearon acopios de materiales en toda el área de trabajo.

Figura 11. Material vegetal removido.



Fuente. Empresa Constructora

Se inició con el desalojo considerando una Excavadora CAT 320 D₂ y seis volquetes para acarreo externo.

El tiempo de duración de esta actividad se realizó en de 5.5 días según registro proporcionado por la empresa constructora. Esto incluyo las actividades de limpieza y desalojo.

Figura 12. Empleo de Tractor D6T XL para limpieza.



Fuente. Empresa Constructora

3.2.2.3. Corte en terrazas

La actividad de corte en terrazas se inició una vez que finalizó la limpieza de toda el área. Se empleó por parte de la empresa constructora la siguiente maquinaria:

- 2 Motoniveladoras CAT 120 H
- 1 Vibrocompactadora CAT CS54B
- 2 Cisternas de 2000 Glns

El corte en terraza se llevó a cabo en 15 días con dos motoniveladoras, iniciando los trabajos en Bloque A y B¹⁰ hasta culminar con Bloque H¹¹.

Se indica que esta actividad se realizó de forma simultánea con relleno en terrazas así como corte de calles a nivel de andén y Sub rasante.

3.2.2.4. Relleno y compactación con material de sitio en terrazas

Se indica que la maquinaria utilizada en esta actividad consta de dos módulos completos. Cada módulo comprende los siguientes equipos:

1 Motoniveladora

1 Cisterna

3 Volquetes (Los equipos de transporte se integran a la actividad según sea necesario el acarreo, sea interno o externo).

El material utilizado para el relleno fue producto del corte en calles y terrazas, teniendo una duración de 15 días.

3.2.2.5. Corte en calle a nivel de andén

Se indica la maquinaria empleada para esta actividad a como sigue:

1 Tractor CAT D6 XL, (Mismo utilizado para limpieza)

En esta actividad la empresa constructora utilizó una Excavadora CAT 320 D₂ y cuatro Volquetes Internationals, incluyendo a la misma la actividad de carga y transporte interno para relleno en terrazas.

¹⁰ Ver Anexo 4

¹¹ Ver Anexo 4

Se establece que la duración de esta actividad fue de 10 días

3.2.2.6. Corte en calle a nivel de Sub Rasante

Esta actividad precedió al corte en calle a nivel de andén y se describe con el mismo procedimiento y maquinaria. Haciendo constar una duración de 9 días.

3.2.2.7. Colocación de Sub Base y Base

Esta etapa del proyecto fue llevada a cabo una vez terminadas las actividades anteriormente descritas, que comprenden todos los trabajos de corte y relleno. Utilizando la maquinaria que se describe a continuación:

- 2 Motoniveladoras CAT 120 H.
- 1 Vibrocompactadora CAT CS54B.
- 2 Cisternas de 2000 Glns.

El material a que se utilizó para material base y sub base fue procesado en las proporciones descritas por las notas generales del proyecto, únicamente en el caso de la sub base, el material una vez llevado al proyecto fue mezclado con material de sitio¹² utilizando la motoniveladora para realizar el proceso de homogenización del material.

Esta actividad tuvo una duración de 13 días.

¹² Ver Capitulo VII, Inciso A, Numeral 7 – a.

3.2.2.8. Desalojo de Material Producto de corte en calles

El material sobrante producto del corte en calles se acopio en la parte sur del proyecto cerca de Bloque H¹³. Este se retiró al botadero autorizado posteriormente terminado la colocación del material base utilizando la siguiente maquinaria:

- 1 Excavadora 320 D₂.
- 4 Volquetes International

Teniendo una duración de 5.5 días.

3.3. RESUMEN DE ATRASOS¹⁴

Se hace referencia según los registros llevados por la administración del proyecto (Constructora) a la cantidad de 6.5 días de demora para la entrega de la obra, los cuales se indican a continuación:

3.3.1. Retrasos por Lluvia.

1.5 día (21/09/2016 y medio día de 22/09/2016).

3.3.2. Retrasos por coordinación de maquinaria.

Estos atribuidos a la administración por considerar como toma de decisiones poco incidentes en la producción y operación de la maquinaria.

¹³ Ver Anexo 1

¹⁴ Proporcionados por Empresa Constructora

Se hace referencia a las actividades en las cuales se acumuló un atraso significativo:

2 días (Entre el 20/09/2016 al 05/10/2016).

3.4. GESTIÓN DE MANTENIMIENTOS

Se estimó por parte de la administración del proyecto un total de 2 días por retrasos provocados por mantenimientos de maquinaria (Esto acumulado durante toda la ejecución del proyecto). Se determinó que las causas principales fueron el no tener un plan de seguimiento y atención a la maquinaria.

3.5. PROGRAMA REAL DE EJECUCIÓN DE CONDOMINIO BELLO AMANECER

Se presenta un resumen total de tiempo de ejecución por actividades realizado por la empresa constructora, donde se incluyen los tiempos de ejecución por actividad incluyendo atrasos.

El programa¹⁵ real de ejecución fue realizado con ayuda del software Project 2013 por parte de la empresa constructora. Del cual se extraen los siguientes resultados:
Recursos asignados al proyecto:

¹⁵ Programa de tiempos de ejecución proporcionado por Empresa Constructora pag. 43 Tabla 5

Tabla 6. Recursos asignados al proyecto Condominio Bello Amanecer por parte de la Empresa Constructora¹⁶.

Nombre del recurso	Iniciales	Grupo	Capacidad máxima	Tasa estándar	Tasa horas extra	Costo/Usó
TRACTOR	T	TRACTOR	99%	\$85.00/hora	\$0.00/hora	\$350.00
EXCAVADORA	E	EXCAVADORA	100%	\$65.00/hora	\$0.00/hora	\$350.00
VOLQUETE 1	V	VOLQUETE	100%	\$40.00/hora	\$0.00/hora	\$80.00
VOLQUETE 2	V	VOLQUETE	100%	\$40.00/hora	\$0.00/hora	\$80.00
VOLQUETE 3	V	VOLQUETE	88%	\$40.00/hora	\$0.00/hora	\$80.00
VOLQUETE 4	V	VOLQUETE	100%	\$40.00/hora	\$0.00/hora	\$80.00
VOLQUETE 5	V	VOLQUETE	100%	\$40.00/hora	\$0.00/hora	\$80.00
VOLQUETE 6	V	VOLQUETE	100%	\$40.00/hora	\$0.00/hora	\$80.00
MOTONIVELADORA 1	M	PATROL	95%	\$75.00/hora	\$0.00/hora	\$350.00
MOTONIVELADORA 2	M	PATROL	98%	\$75.00/hora	\$0.00/hora	\$350.00
COMPACTADORA	C	COMPACTADORA	95%	\$50.00/hora	\$0.00/hora	\$380.00
CISTERNA 1	C	CISTERNA	100%	\$110.00/día	\$0.00/hora	\$80.00
CISTERNA 2	C	CISTERNA	100%	\$110.00/día	\$0.00/hora	\$80.00

¹⁶ Proporcionado por Empresa Constructora

**Tabla 7. Costo directo total ejecución proyecto Condominio Bello Amanecer
por parte de la Empresa Constructora¹⁷.**

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	% completado	Costo	Trabajo
Movimiento de Tierra Condominio Bello Amanecer	32 días	lun 12/9/16	jue 25/10/16	100%	\$181,270.00	3,672 horas
INICIO	0 días	lun 12/9/16	lun 12/9/16	100%	\$0.00	0 horas
DESCAPOTE Y DESALOJO	5.5 días	lun 12/9/16	lun 19/9/16	100%	\$19,710.00	440 horas
Descapote (0.20 mts)	3.5 días	lun 12/9/16	jue 15/9/16	100%	\$0.00	0 horas
Desalojo Descapote	3 días	mié 14/9/16	lun 19/9/16	100%	\$0.00	0 horas
CORTE EN CALLE A NIVEL DE ANDEN	10 días	mar 20/9/16	lun 3/10/16	100%	\$31,380.00	688 horas
Corte a nivel de Anden	6 días	mar 20/9/16	mar 27/9/16	100%	\$0.00	48 horas
Carga y Acarreo	4 días	lun 26/9/16	vie 30/9/16	100%	\$0.00	0 horas
CORTE EN CALLE A NIVEL DE SUB RASANTE	9 días	vie 23/9/16	jue 7/10/16	100%	\$17,940.00	472 horas
Corte a nivel de Terracería	5 días	vie 23/9/16	vie 30/9/16	100%	\$0.00	40 horas
Carga y Acarreo	4 días	lun 3/10/16	vie 7/10/16	100%	\$0.00	0 horas
TERRAZAS	19 días	mar 20/9/16	jue 14/10/16	100%	\$84,390.00	1,560 horas
BLOQUE A	5.5 días	mar 20/9/16	mar 27/9/16	100%	\$13,805.00	264 horas
BLOQUE B	3 días	mar 20/9/16	jue 22/9/16	100%	\$8,130.00	144 horas
BLOQUE C	2 días	vie 23/9/16	lun 26/9/16	100%	\$5,860.00	96 horas
BLOQUE D	2 días	mar 27/9/16	mié 28/9/16	100%	\$5,860.00	96 horas
BLOQUE E	4 días	jue 29/9/16	mar 14/10/16	100%	\$13,150.00	224 horas
BLOQUE F	4 días	mié 5/10/16	lun 10/10/16	100%	\$10,400.00	192 horas
BLOQUE G	3.5 días	mar 27/9/16	vie 30/9/16	100%	\$9,265.00	168 horas
BLOQUE H	4 días	mar 11/10/16	vie 14/10/16	100%	\$10,400.00	192 horas
COLOCACION DE BASE Y SUB BASE	16 días	mar 4/10/16	jue 25/10/16	100%	\$27,850.00	512 horas
SUB BASE	10 días	mar 4/10/16	mié 17/10/16	100%	\$8,580.00	168 horas
Colocación de material SUB BASE	10 días	mar 4/10/16	mié 17/10/16	100%	\$0.00	0 horas
BASE	6 días	mié 12/10/16	mié 25/10/16	100%	\$12,160.00	240 horas
Colocación de material BASE	6 días	mié 12/10/16	mié 21/10/16	100%	\$0.00	0 horas
Ajuste de Niveles y Conformación de áreas de BASE	1 día	mar 18/10/16	mar 25/10/16	100%	\$0.00	0 horas
FIN	0 días	mar 25/10/16	mar 25/10/16	100%	\$0.00	0 horas

¹⁷ Proporcionado por Empresa Constructora

CAPITULO 4: ESTIMACIÓN DE CANTIDADES DE OBRA, PROGRAMACIÓN Y EJECUCIÓN.

Este capítulo hace referencia a la evaluación de las condiciones de ejecución, programación y estimación de costos de Condominio Bello Amanecer ejecutado por La Empresa Constructora¹⁸.

Se establecerán todos aquellos parámetros utilizados por dicha empresa para realizar una comparación en base a los resultados obtenidos traducidos a costos de ejecución.

Por tanto, se utilizarán todos los valores proporcionados por La Empresa Constructora, tales como: Rentas Horarias de equipos, Rendimientos, Factores de Afectación a la producción, Maquinaria empleada y Programa Físico – Financiero como punto de comparación final para establecer las conclusiones de este documento.

Considerando las estimaciones realizadas por **La Empresa Constructora** podemos iniciar con la actividad de Movilización y Desmovilización. Cabe mencionar que todas las actividades de aquí en adelante descritas están basadas en los datos otorgados por la administración en función del proyecto Condominio Bello Amanecer, permitiendo de esta manera realizar un análisis y estimación aproximado a lo realizado por dicha administración.

¹⁸ Empresa que ejecuto el movimiento de tierra CONDOMINIO BELLO AMANECER; en el cual el presente documento se limitara a nombrar de dicha forma por motivos de propiedad intelectual

En la siguiente tabla se muestran la descripción de los costos de dicha actividad:

Tabla 8. Costos Unitarios Movilización y Desmovilización de Equipos¹⁹.

TARJETA DE PRECIO UNITARIO						
Proyecto : Condominio Bello Amanecer				Fecha : 13-Sep-16		
Precio Unitario :		MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS		Unidad de Medida : c/u		
Dueño de la Obra :		Anónimo		Cantidad analizada : 1.00		
Ubicación :		Ciudad Sandino		Moneda : US\$		
CODIGO		DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	PRECIO
TIPO	#				UNITARIO	TOTAL
T	1.00	Traslado de tractor	Viaje	2.00	175.00	350.00
T	1.00	Traslado de excavadora	Viaje	2.00	175.00	350.00
T	1.00	Traslado de compactadora	Viaje	2.00	175.00	350.00
T	2.00	Traslado de Motoniveladora	Viaje	4.00	175.00	700.00
T	6.00	Traslado de volquetes	HRS	12.00	40.00	480.00
T	2.00	Traslado de cisternas	HRS	4.00	40.00	160.00
Total						\$ 2,390.00

¹⁹ Fuente propia

4.1. LIMPIEZA Y DESBROCE

Esta actividad comprende la remoción de materia vegetal, escombros, tala de árboles y todo aquel material que es necesario extraer para dar condiciones al área de trabajo.

4.2. DESCRIPCIÓN DEL TERRENO

Las condiciones del terreno en donde se ejecutará la obra presentan una gruesa capa de monte, así también como escombros, basura y algunos troncos de árboles.

El terreno presenta condiciones topográficas bastantes regulares, con pendientes mínimas que van de sur a norte. Teniendo una extensión de 1.71 Mnz (12074.707 m²).

Para iniciar con la limpieza es necesario considerar el equipo más adecuado para realizar dicha tarea, por ello es imperioso estar claros de las condiciones del lugar.

4.3. SELECCIÓN DE LA MAQUINARIA

4.3.1. Limpieza

Es necesario estar claros de cada actividad que se tiene que realizar así como de los alcances de las mismas, para seleccionar el equipo para limpieza debemos considerar lo siguiente:

En el terreno hay presencia de:

- Escombros
- Troncos
- Maleza

Debido a ello será necesario un equipo que empuje el material no deseado creando acopios para su debida extracción, así también extraer una capa de 0.20 mts de tierra debido a la abundante maleza presente.

El equipo que cumple con las características requeridas para esta actividad es el Tractor, ya que posee la suficiente fuerza para remover y empujar el material no deseado creando montículos en puntos estratégicos para su posterior desalojo.

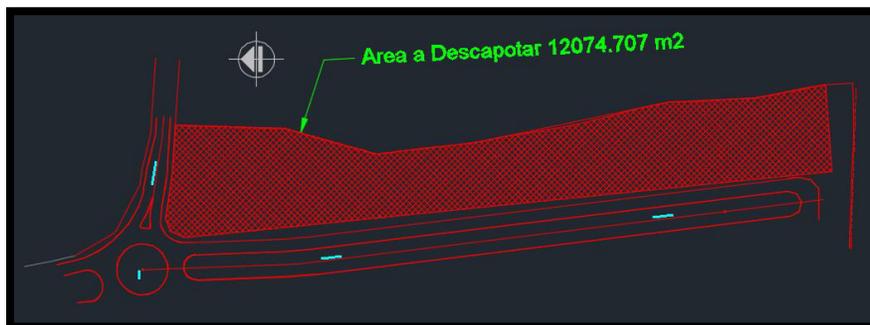
Tabla 9. Productividad tractor de oruga²⁰.

EQUIPO	MODELO	Productividad Optima
TRACTOR	CAT D6H XL	100 m3/Hr

4.3.2. Cantidades de obra

El área total a descapotar será de **12074.707 m² (1.71 Mnz)**, lo cual comprende el 100% de terrazas, calles y áreas verdes.

Figura 13. Área a Descapotar



Fuente. Propia

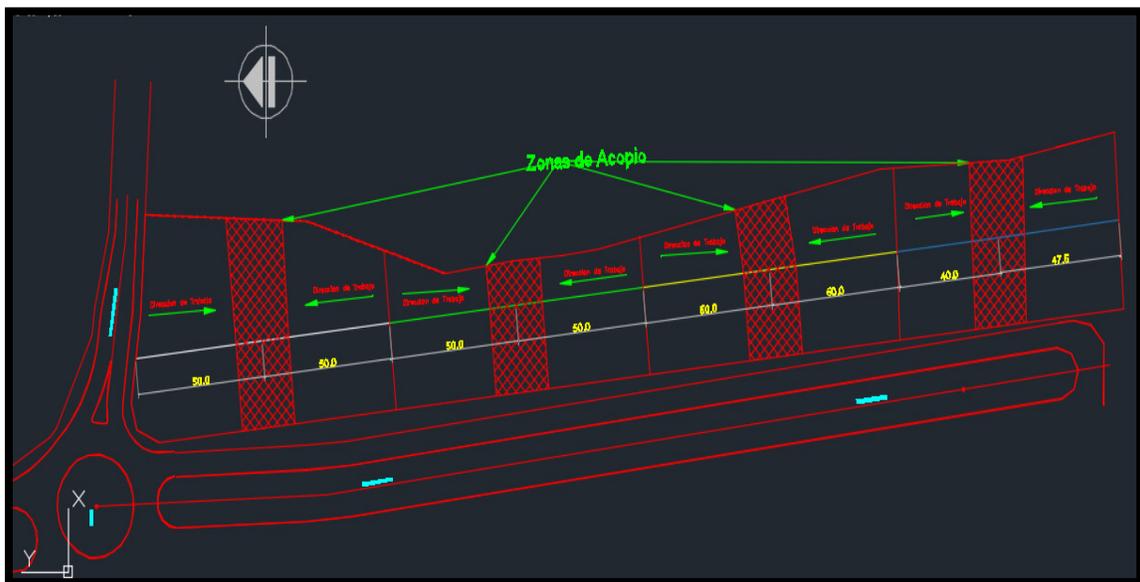
²⁰ Ver **Tabla 2**, Capítulo 3

Para realizar de una manera eficiente el descapote es necesario realizar un análisis del área a limpiar y determinar la estrategia adecuada para que el tractor realice el trabajo en el menor tiempo posible.

Para ello debemos establecer longitudes de 50 mts, en los cuales el tractor deberá cortar y empujar el material para realizar la menor cantidad de cúmulos de tierra; esto permitirá que el equipo de carga no se movilice de un lado a otro en busca de los acopios.

Debido a que el área de trabajo se caracteriza por tener una longitud aproximada de 380 mts, dividiremos en franjas de trabajos los sectores donde el tractor deberá realizar la limpieza, tal como se muestra en la **Figura 15**.

Figura 14. Zonas de Acopio



Fuente. Propia

Quedando de esta manera cuatro zonas de acopio que posteriormente serán desalojadas por el equipo de carga.

Por consiguiente, una vez establecida la estrategia deberemos estimar el tiempo necesario para llevar a cabo la actividad de descapote:

Considerando lo siguiente:

$$\text{Area (A)} = 12074.707 \text{ m}^2$$

$$\text{Espesor a descapotar (e)} = 0.20 \text{ m}$$

$$P_R = 100 \text{ m}^3/\text{Hr}$$

Para esta actividad la producción real será afectada por el factor de eficiencia de trabajo f_w únicamente considerando que el equipo está sujeto a un régimen de mantenimiento centrado en la confiabilidad y que las condiciones climáticas y de topografía son beneficiosas.

$$T = \left(\frac{A \times e}{P_R} \right) / f_w ; \text{Hrs}$$
$$T = \left(\frac{12074.707 \text{ m}^2 \times 0.20 \text{ m}}{100 \text{ m}^3/\text{Hrs}} \right) / 0.83$$
$$T = 29.10 \text{ Hrs}$$

Basados en jornadas laborales de **8.50 Hrs** diarias se estimara la cantidad de días necesarios para finalizar la actividad de limpieza.

$$T = \frac{29.10 \text{ Hrs}}{8.50 \text{ Hrs}/\text{Dia}} = 3.5 \text{ Dias}$$

4.3.3. Carga y acarreo

Una vez estimado la cantidad de días que serán necesarios para realizar el descapote, debemos pensar en el desalojo del mismo proyectando el empleo de un equipo de carga y acarreo que se aproxime al match. (Relación entre capacidad del cucharón y capacidad de volquete) la cual teóricamente es 1:6.

Para ello se debe considerar que existen escombros, tierra suelta y algunos troncos que deberán ser cargados de tal manera que el tiempo de carga deberá ser el menor posible.

En este caso por naturaleza el equipo con mejores características para realizar la carga es la Excavadora debido a que es muy versátil al poseer un brazo con un equipo de trabajo que permite recoger el material suelto rápidamente, así como un tren de rodaje con orugas que ayudan a desplazarse en terrenos irregulares.

Además de ello los tiempos de carga podrán ser más eficientes empleando algunas estrategias que serán descritas posteriormente.

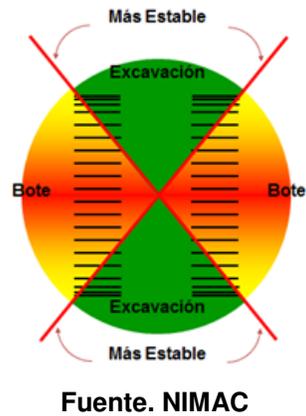
Tabla 10. Productividad Tractor de Oruga²¹.

EQUIPO	MODELO	Productividad Optima	Capacidad del Cucharón
Excavadora	CAT 320D ₂	170 m ³ /Hr	1.20 m ³ (Colmado)

Algo muy importante que debemos considerar y hacer cumplir en campo para disminuir los tiempos de carga y hacerlos más eficientes será colocar la excavadora y volquete en el acopio de tal forma que se forme un ángulo de 45° entre el eje longitudinal de ambos equipos, esto permitirá realizar 1.2 veces más rápido el ciclo de carga combinado con una ubicación adecuada en altura de la excavadora respecto al plano inferior del acopio, lo cual permite que la excavadora únicamente gire para cargar al volquete.

²¹ Ver **Tabla 2**, Capítulo 3

Figura 15. Posición de Carga y Excavación con Excavadora



4.3.4. Actividades que componen la Obra

La ubicación del botadero más cercano a como se muestra en la imagen nos indica el recorrido que realizarán los volquetes de 10 m³ para cumplir con el ciclo de carga.

Figura 16. Ruta hacia botadero



Entonces una vez ubicado el botadero será necesario realizar un análisis de producción que nos ayude a determinar en qué momento será conveniente iniciar con el desalojo.

Para realizar este análisis se deben de comparar la producción del tractor vs la producción de la excavadora para que el ciclo se genere de forma constante y permita que toda la maquinaria trabaje sin parar.

Por tanto, iniciaremos con la carga teniendo en cuenta los siguientes datos²²:

Tabla 11. Valores de velocidad de volquetes en orden de trabajo²³.

ITEM	VALOR	UNIDAD
Velocidad Cargado (Volquete)	30.00	km/hr
Velocidad Vacío (Volquete)	45.00	km/hr
tiempo de carga (Excavadora)	2.50	Min
Maniobra (Volquete)	1.00	Min

Cabe destacar que los valores de velocidad tanto cargados como vacíos se estimaron en función del recorrido hacia el botadero ya que es una calle transitada donde podemos encontrar escuelas, zonas residenciales y tránsito de peatones a lo largo del recorrido.

Los tiempos de carga están proyectados tanto al tipo de material que se está cargando, que en este caso es suelo suelto y cuyo factor de desprendimiento puede llegar hasta 1.2 veces el volumen compacto. Así como al modo en que se trabaje la excavadora, en este caso se puede configurar para que trabaje en modo potencia habilitando la bomba hidráulica de la excavadora a su máxima expresión, permitiendo que el equipo trabaje con rapidez en la carga y giros.

²² Fuente Propia

²³ Fuente Propia

Uno de los principales objetivos de este análisis es también determinar el número de volquetes a utilizar, considerando siempre un equipo de acarreo extra, que en este caso llamaremos volquete comodín, este permitirá que siempre tengamos un volquete esperando a ser cargado en el ciclo. Además es una garantía tenerlo ya que esto permite mitigar cualquier pinchadura o avería del equipo de acarreo.

Ahora debemos determinar la distancia más crítica para iniciar con el cálculo, esto se puede lograr teniendo en cuenta la distancia que existe desde el botadero hasta cada uno de los acopios que se tienen en el proyecto. Para ello nos auxiliaremos de la **Figura 15**. En la cual se observa la distancia que existe entre el centro de cada acopio.

Por tanto podemos enumerar los acopios de izquierda a derecha como A1, A2, A3 y A4 ²⁴ respectivamente, determinando así la distancia más crítica que en este caso será la que hay entre el botadero y el A4 tal y como se muestra a continuación:

Tabla 12. Distancia Centro de masa acopias - botadero²⁵.

Acopio	Distancia Acumulada entre Acopios (mts)	Distancia a Botadero (mts)
A1	50	2150
A2	150	2250
A3	250	2350
A4	350	2450

Ahora será necesario determinar el tiempo de ciclo que comprende cargar, votar y regresar a la zona de carga el cual puede ser determinado con la siguiente ecuación:

²⁴ Fuente Propia

²⁵ Fuente Propia

Tiempo de Ciclo

$$= \frac{\text{Distancia al Botadero}}{\text{Velocidad Cargado}} + \frac{\text{Distancia a la Zona de Carga}}{\text{Velocidad Vacio}} \\ + \text{Tiempo de Carga} + \text{Tiempo de Maniobra}$$

Se calcula el tiempo de ciclo para cada distancia Acopio-Botadero, de esta manera podremos determinar el ciclo crítico:

Tiempo de Ciclo_(2.1 Kmts)

$$= \left[\left(\frac{2100 \text{ mts}}{30 \text{ Kmts/Hr}} \right) \times \left(\frac{1 \text{ Kmt}}{1000 \text{ mts}} \right) \times \left(\frac{60 \text{ min}}{1 \text{ Hr}} \right) \right] \\ + \left[\left(\frac{2100 \text{ mts}}{45 \text{ Kmts/Hr}} \right) \times \left(\frac{1 \text{ Kmt}}{1000 \text{ mts}} \right) \times \left(\frac{60 \text{ min}}{1 \text{ Hr}} \right) \right] + 2.50 \text{ min} + 1 \text{ min}$$

$$\text{Tiempo de Ciclo}_{(2.1 \text{ Kmts})} = 7 \text{ min} + 2.50 \text{ min} + 1 \text{ min} = 10.50 \text{ min}$$

Tiempo de Ciclo_(2.25 Kmts)

$$= \left[\left(\frac{2250 \text{ mts}}{30 \text{ Kmts/Hr}} \right) \times \left(\frac{1 \text{ Kmt}}{1000 \text{ mts}} \right) \times \left(\frac{60 \text{ min}}{1 \text{ Hr}} \right) \right] \\ + \left[\left(\frac{2250 \text{ mts}}{45 \text{ Kmts/Hr}} \right) \times \left(\frac{1 \text{ Kmt}}{1000 \text{ mts}} \right) \times \left(\frac{60 \text{ min}}{1 \text{ Hr}} \right) \right] + 2.50 \text{ min} + 1 \text{ min}$$

$$\text{Tiempo de Ciclo}_{(2.25 \text{ Kmts})} = 7.5 \text{ min} + 2.50 \text{ min} + 1 \text{ min} = 11 \text{ min}$$

Tiempo de Ciclo_(2.35 Kmts)

$$= \left[\left(\frac{2350 \text{ mts}}{30 \text{ Kmts/Hr}} \right) \times \left(\frac{1 \text{ Kmt}}{1000 \text{ mts}} \right) \times \left(\frac{60 \text{ min}}{1 \text{ Hr}} \right) \right] \\ + \left[\left(\frac{2350 \text{ mts}}{45 \text{ Kmts/Hr}} \right) \times \left(\frac{1 \text{ Kmt}}{1000 \text{ mts}} \right) \times \left(\frac{60 \text{ min}}{1 \text{ Hr}} \right) \right] + 2.50 \text{ min} + 1 \text{ min}$$

$$\text{Tiempo de Ciclo}_{(2.35 \text{ Kmts})} = 7.83 \text{ min} + 2.50 \text{ min} + 1 \text{ min} = 11.33 \text{ min}$$

Tiempo de Ciclo _(2.45 Kmts)

$$= \left[\left(\frac{2450 \text{ mts}}{30 \text{ Kmts/Hr}} \right) \times \left(\frac{1 \text{ Kmt}}{1000 \text{ mts}} \right) \times \left(\frac{60 \text{ min}}{1 \text{ Hr}} \right) \right] + \left[\left(\frac{2450 \text{ mts}}{45 \text{ Kmts/Hr}} \right) \times \left(\frac{1 \text{ Kmt}}{1000 \text{ mts}} \right) \times \left(\frac{60 \text{ min}}{1 \text{ Hr}} \right) \right] + 2.50 \text{ min} + 1 \text{ min}$$

Tiempo de Ciclo _(2.45 Kmts) = 8.16 min + 2.50 min + 1 min = 11.66 min

A como es de esperar, el recorrido más largo dará como resultado un tiempo de ciclo similar. Esto ahora nos permitirá determinar la cantidad exacta de volquetes necesarios para realizar el desalojo del material descapote.

Considerando todos los valores inmersos en el traslado del material podemos auxiliarnos de la siguiente tabla, donde se establecen los intervalos de maniobra y carga, pudiendo así determinar el volumen de material desalojado en una hora.

Tabla 13. Ciclo de Carga y Maniobra de Camiones²⁶.

Ciclo de carga y maniobra en minutos	Camiones	Volumen en m ³	Volumen Acumulado en m ³
0-3.5	1ro	10.00	10.00
3.5-7	2do	10.00	20.00
7-10.5	3ro	10.00	30.00
10.5-14	4to	10.00	40.00
14-17.5	1ro	10.00	50.00
17.5-21	2do	10.00	60.00
21-24.5	3ro	10.00	70.00
24.5-28	4to	10.00	80.00
28-31.5	1ro	10.00	90.00
31.5-34	2do	10.00	100.00
34-37.5	3ro	10.00	110.00
37.5-41.5	4to	10.00	120.00

²⁶ Fuente Propia

41.5-45	1ro	10.00	130.00
45-48.5	2do	10.00	140.00
48.5-52	3ro	10.00	150.00
52-55.5	4to	10.00	160.00
55.5-59	1ro	10.00	170.00

Si observamos el intervalo de tiempo entre los 10.50 y 14 minutos y considerando un camión comodín; es sencillo concluir que la cantidad de camiones necesarios para cubrir el tramo será de 4 Volquetes de 10 m³, ya que si consideramos el tiempo de ciclo a los 2100 mts se obtienen 10.50 minutos tiempo en el cual el primer volquete ha completado la ruta quedando en espera de que salga el cuarto volquete que en ese mismo instante estará ubicado en la zona de carga.

De igual manera si consideramos el tiempo de ciclo más crítico con 11.66 minutos se observa que el primer volquete siempre llegara justamente cuando el cuarto este ubicado en la zona de carga quedando en ambos casos un volquete esperando a ser cargado.

Esto nos asegura que un ciclo de carga y acarreo continuo permitiendo explotar de manera eficiente a la excavadora que producirá **170 m³/Hr**²⁷.

Una vez determinado el total de equipos a utilizar para esta fase podemos encargarnos del cálculo de tiempo de ejecución y costo de la misma.

Considerando lo siguiente:

$$Abundamiento = 1.3$$

$$Area (A) = 12074.707 m^2$$

$$Espesor a descapotar (e) = 0.20 m$$

$$Volumen Descapote = A \times e \times Abundamiento$$

²⁷ Ver **Tabla 2**, Capítulo 3

$$Volumen\ Descapote = 12074.707\ m^2 \times 0.20\ m \times 1.30 = 3139.40\ m^3$$

Para esta actividad la producción real será afectada por el factor de eficiencia de trabajo f_w únicamente considerando que el equipo está sujeto a un régimen de mantenimiento centrado en la confiabilidad.

Si consideramos que la producción de la excavadora es de $170\ m^3/Hr$ entonces podemos determinar el tiempo total para realizar el desalojo teniendo en cuenta jornadas laborales de 8.50 hrs diarias.

$$T = \left(\frac{3139.40\ m^3}{170\ m^3/Hrs} \right) / 0.83 = 22.25\ Hrs$$

$$T = \frac{22.25\ Hrs}{8.50\ Hrs/Dia} = 2.62\ Dias$$

Considerando que los volquetes trabajaran las $8.50\ Hrs/Dia$ ²⁸, entonces el tiempo total de desalojo será:

$$T = 2.62\ Dias \times 8.5\ Hrs/Dia = 22.27\ Hrs$$

Para efectos de costo será necesario calcular el total de horas volquete considerando que se utilizaran 4.

$$T = 2.62\ Dias \times 8.5\ Hrs/Dia = 22.27\ Hrs \times 4 = 89.08\ Hrs$$

²⁸ Jornada laboral establecida por Empresa Constructora

El costo unitario por desalojo será:

$$\text{Costo Unitario}_{\text{Desalojo}} = \frac{\text{Horas Volquete} \times \text{Renta}}{\text{Volumen Descapote Suelto}}$$

$$\text{Costo Unitario}_{\text{Desalojo}} = \frac{89.08 \text{ Hrs} \times \$42}{3139.42 \text{ m}^3} = \$1.19/\text{m}^3$$

Obtenido todos los tiempos podemos calcular el costo total de la actividad, pero antes debemos observar que los tiempos de Tractor y Excavadora estén ligados.

Para ello debemos determinar con exactitud el día en que arribaran cada equipo. Esto se puede determinar de forma sencilla, si observamos el tiempo de ejecución para la actividad de limpieza, el tractor necesita **3.5 días** para realizar todos los acopios por tanto será el primero en llegar, así mismo podemos decir que la excavadora necesita de **2.62 días** para cargar todo el material descapote. Por tanto tendrá que ser trasladada un día después para que el ciclo se cumpla a cabalidad.

En la siguiente tabla se muestran la descripción de los costos de dicha actividad:

Tabla 14. Costos unitarios descapote y desalojo²⁹.

TARJETA DE PRECIO UNITARIO						
Proyecto : Condominio Bello Amanecer				Fecha :		
Precio Unitario :	DESCAPOTE Y DESALOJO			Unidad de Medida :	M2	
Dueño de la Obra :	Anónimo			Cantidad analizada :	12,074.71	
Ubicación :	Ciudad Sandino			Moneda :	US\$	
CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	PRECIO	
TIPO	#			UNITARIO	TOTAL	
Q	1.00	Tractor	HRS	29.10	85.00	2,473.13
Q	1.00	Excavadora	HRS	22.25	65.00	1,446.25
T	1.00	Desalojo de descapote	m3	3,139.42	1.19	3,735.91
T	2.00	Cisterna para mitigación	día	4.00	110.00	880.00
M		Agua	m3	320.00	1.00	320.00
O	2.00	Ayudante de cisterna	día	4.00	13.54	108.32
Total					\$ 8,963.99	

4.3.4.1. Corte y relleno global

Para esta etapa será necesario describir la metodología en que se llevara a cabo esta fase, ya que es conveniente seleccionar la maquinaria adecuada para realizar las tareas de corte y relleno, por lo cual estará determinada de la siguiente manera:

²⁹ Fuente Propia

4.3.4.2. Corte de calles a nivel de andén

Esta estrategia permitirá extraer el material necesario para iniciar con el relleno de terrazas, creando dos frentes de trabajos en paralelo, incorporando a dos motoniveladoras y una compactadora, así como el equipo de corte, carga y acarreo. Importante es analizar los volúmenes del proyecto ya que esto permite tomar decisiones más acertadas para el uso y empleo de la maquinaria, así como la estrategia adecuada para iniciar cada etapa, por ello en la **Tabla de Volúmenes**³⁰ se observa que las terrazas no están balanceadas y será necesario trabajar en función del volumen de relleno necesario para alcanzar los niveles de diseño.

Sera necesario iniciar con el corte de andén ya que esto permitirá extraer material para los rellenos en terrazas y a su vez el equipo que trabaje en la terraza, en este caso la Motoniveladora, podrá trabajar sin complicaciones para alcanzar los niveles de diseño. Esto debido a que aproximadamente cada terraza tendrá un nivel de diseño de **0.30 mts** por encima del nivel de andén.

4.3.4.3. Corte en terrazas

En este caso el espesor promedio de corte en terraza se encuentra entre **0.15 y 0.25 mts** de espesor, por lo tanto este corte se puede hacer empleando una Motoniveladora. Como estrategia para reducir tiempo y debido a la disponibilidad de equipos se utilizarán dos Patrones, trabajando los bloques de par en par.

4.3.4.4. Relleno en terrazas

Sera necesario iniciar relleno a partir del Bloque A hasta llegar al Bloque H, trabajando dos terrazas en paralelo ya que se tiene disponible dos Motoniveladoras, además de los volquetes necesarios para abastecer el volumen de material que

³⁰ Ver **Anexo 4**

garantice el trabajo continuo de los patroles con una producción de **31 m³/hr³¹** para terrazas.

4.3.4.5. Corte de calles a nivel sub rasante

Una vez alcanzado los niveles de anden se dispondrá de la maquinaria para ajustar los niveles de terracería siguiendo un orden adecuado, que se ajuste a las necesidades de material de las terrazas, hasta alcanzar sus niveles de diseño. Se ajustara la terracería **0.39 mts** por debajo de la rasante de diseño en cada calle.

4.3.4.6. Conformación y nivelación de sub rasante

Una vez terminadas las terrazas se ajustaran los niveles de terracería en cada calle para posteriormente colocar la capa de Sub-Base y Base de **0.20 mts** y **0.15 mts** respectivamente. Se trasladara el material en base a la producción de **60 m³/hr³²**, que desarrolla la motoniveladora para colocación de material granular.

4.4. ESTIMACION DE OBRA.

4.4.1. Corte de calles a nivel de andén

Esta etapa debe justificar de manera detallada el tiempo en que debe ser iniciada por ello se necesita analizar los volúmenes de trabajo que demanda el proyecto.

Para ello se necesita hacer uso de la **Tabla de Volúmenes de Bloques y Calles³³** que será de útil para determinar la lógica de trabajo de todo el modulo.

³¹ Ver **Tabla 2**, Capitulo 3

³² Ver **Tabla 2**, Capitulo 3

³³ Ver **Anexo 4**

Realizando una suma algebraica de los volúmenes de Corte (+) y Relleno (-) en terrazas se obtiene:

$$\text{Volumen de Corte} = 762.115 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen de Relleno} = 1801.128 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen Neto} = 762.115 \text{ m}^3 - 1801.128 \text{ m}^3 = -1039.013 \text{ m}^3$$

Se necesitan 1039.013 m³ de material de relleno para ajustar los niveles de diseño en terrazas por lo cual se debe extraer este material de las calles que tienen un volumen neto de 2386.300 m³ de corte divididos en 1361.526 m³ en corte a nivel de andén y 1024.774 m³ a nivel de cajuela (Terracería). Por lo cual se iniciara con el corte en calle a nivel de andén, volumen suficiente para satisfacer la demanda de material en terrazas.

Para esta tarea será necesario utilizar los siguientes equipos:

Tabla 15. Productividad de equipos³⁴.

EQUIPO	CANTIDAD	MODELO	Productividad Optima	ACTIVIDAD
Excavadora	1	CAT 320D ₂	170 m ³ /Hr	Carga de Material Suelto
Tractor	1	CAT D6T XL	100 m ³ /Hr	Corte
Volquete	6	International	60/110 m ³ /Hr	Acarreo Interno/ Externo

La escogencia de la maquinaria estará en dependencia de las actividades precedentes, así como de la actividad a realizar. Se establecerá una afectación a la producción por eficiencia de **0.83**³⁵.

³⁴ Ver Tabla 1

³⁵ Fuente Propia

Analizando cada una de las tablas descritas anteriormente se puede establecer una lógica de trabajo que garantiza la constante acción de la maquinaria y la ejecución de más de una actividad simultánea. Por tanto partiremos del corte en calle a nivel de andén:

Se utilizará el mismo tractor que realizó el descapote ya que esto garantiza no aumentar los costos de movilización. Estimando un total de 2.32 días de corte a nivel de andén se asegura que la producción en corte sea mayor a lo que carga la excavadora.

Se plantea el corte a nivel de calle utilizando una excavadora, esto permite que no se pierdan los niveles de andén definidos previo a este proceso, ya que la profundidad de corte para llegar al nivel de sub rasante es de 0.50 mts. Esto considerando hacer una comparación entre el uso de tractor y/o excavadora, que garantice que esta actividad sea productiva y eficiente.

4.4.2. Corte en terrazas

Utilizando la motoniveladora CAT 120 H, se analizará el **Bloque A**³⁶ para determinar los tiempos de corte.

Sabiendo que el equipo posee una hoja estándar de **3.66 mts** y una velocidad de **5 Km/Hr** en corte y **15 Km/Hr** en retroceso. Como el material está consolidado se cortará en capas de **0.15 mts**. En base a la presión ejercida con la vertedera al suelo.

³⁶ Ver **Anexo 4**

Para **BSE-A1**³⁷ se conoce lo siguiente:

$$\text{Area de Corte} = 301.097 \text{ m}^2$$

$$\text{Nivel de Diseño} = 125.400$$

$$\text{Nivel de TN} = 125.537$$

$$\text{Ancho de Trabajo} = 19.500 \text{ mts}$$

$$\text{Largo de Trabajo} = 16.060 \text{ mts}$$

Considerando **0.20 mts** de traslape

4.4.2.1. Velocidades de trabajo

$$V_{\text{Corte}} = 5 \frac{\text{Km}}{\text{Hr}} \times 1000 \frac{\text{m}}{\text{Km}} \times 1 \frac{\text{Hr}}{60 \text{ min}} = 83 \text{ m/min}$$

$$V_{\text{Desgarramiento}} = 5 \frac{\text{Km}}{\text{Hr}} \times 1000 \frac{\text{m}}{\text{Km}} \times 1 \frac{\text{Hr}}{60 \text{ min}} = 83 \text{ m/min}$$

$$V_{\text{Retroceso}} = 15 \frac{\text{Km}}{\text{Hr}} \times 1000 \frac{\text{m}}{\text{Km}} \times 1 \frac{\text{Hr}}{60 \text{ min}} = 250 \text{ m/min}$$

$$V_{\text{Conformando}} = 7 \frac{\text{Km}}{\text{Hr}} \times 1000 \frac{\text{m}}{\text{Km}} \times 1 \frac{\text{Hr}}{60 \text{ min}} = 116 \text{ m/min}$$

$$V_{\text{Nivelando}} = 4 \frac{\text{Km}}{\text{Hr}} \times 1000 \frac{\text{m}}{\text{Km}} \times 1 \frac{\text{Hr}}{60 \text{ min}} = 66 \text{ m/min}$$

4.4.2.2. Tiempo de franja

Para corte se tomara una inclinacion de 10° por lo tanto;

$$\text{Longitud efectiva de Vertedera} = 3.60 \text{ m}$$

Numero de Franjas

$$= \sum_{i=0}^n (\text{Longitud efectiva de vertedera} - \text{Traslape}) = \text{Ancho de Lote}$$

³⁷ Ver Anexo 5

$$\begin{aligned} \text{Numero de Franjas} &= 3.60 \text{ m} + 3.40 \text{ m} + 3.40 \text{ m} + 3.40 \text{ m} + 3.40 \text{ m} + 2.30 \text{ m} \\ &= 19.50 \text{ m} \approx 6 \text{ Franjas} \end{aligned}$$

4.4.2.3. Escarificando

$$\text{Tiempo Franja} = \text{Tiempo de Maniobra} + V_{\text{Desgarramiento}} + V_{\text{Retroceso}}$$

$$\text{Tiempo Franja} = 2 \text{ min} + \frac{19.50 \text{ m}}{83 \text{ m/min}} + \frac{19.50 \text{ m}}{250 \text{ m/min}} = 2.31 \text{ min}$$

4.4.2.4. Cortando

$$\text{Tiempo Franja} = \text{Tiempo de Maniobra} + V_{\text{Corte}} + V_{\text{Retroceso}}$$

$$\text{Tiempo Franja} = 1 \text{ min} + \frac{19.50 \text{ m}}{83 \text{ m/min}} + \frac{19.50 \text{ m}}{250 \text{ m/min}} = 1.31 \text{ min}$$

Considerando que se cortaran **0.137 mts**, y que se darán **6** pasadas para conformación y **4** para nivelar por cada franja se obtiene:

4.4.2.5. Conformando

$$\text{Tiempo Franja} = \text{Tiempo de Maniobra} + V_{\text{Conformando}} + V_{\text{Retroceso}}$$

$$\text{Tiempo Franja} = 0.5 \text{ min} + \frac{19.50 \text{ m}}{116 \text{ m/min}} + \frac{19.50 \text{ m}}{250 \text{ m/min}} = 0.746 \text{ min}$$

4.4.2.6. Nivelando

$$\text{Tiempo Franja} = \text{Tiempo de Maniobra} + V_{\text{Nivelando}} + V_{\text{Retroceso}}$$

$$\text{Tiempo Franja} = 2.5 \text{ min} + \frac{19.50 \text{ m}}{66 \text{ m/min}} + \frac{19.50 \text{ m}}{250 \text{ m/min}} = 3.090 \text{ min}$$

Tiempo Franja TOTAL

$$\begin{aligned} &= (\textit{Tiempo Franja}_{\textit{Desgarramiento}} + \textit{Tiempo Franja}_{\textit{Corte}} \\ &+ \textit{Tiempo Franja}_{\textit{Conformando}} + \textit{Tiempo Franja}_{\textit{Nivelando}}) \\ &\times \textit{Numero de Franjas} \end{aligned}$$

4.4.2.7. Tiempo de franja total

Tiempo Franja TOTAL

$$\begin{aligned} &= [2.31 \textit{ min} + 1.31 \textit{ min} + (0.746 \textit{ min} \times 6) \\ &+ (3.090 \textit{ min} \times 4)] \times 6 \end{aligned}$$

Tiempo Franja TOTAL = 122.736 min ≈ 2.045 Hr

Importante mencionar que la compactadora estará dispuesta para realizar de forma inmediata la aplicación de energía al suelo, considerando que entrara a compactar cada franja que la motoniveladora termine. Por consiguiente se establecerá que el tiempo de compactación para el **BSE-A1**³⁸ será igual a:

$$\begin{aligned} \textit{Tiempo de Compactacion} &= \frac{\textit{Tiempo Franja TOTAL}}{2} \\ \textit{Tiempo de Compactacion} &= \frac{2.045 \textit{ Hr}}{2} = 1.02 \textit{ Hr} \end{aligned}$$

Considerando los requerimientos de compactación será necesario obtener como mínimo el 95 % de Proctor Standard para terrazas, por lo tanto se deberá cumplir con el 20% de humedad óptima para conseguir la densidad máxima.

Esto significa que la cisterna deberá estar presente en el proceso de desgarramiento, proceso y nivelación una vez que la compactadora salga del

³⁸ Ver Anexo 5

terreno principalmente en el último de los procesos para garantizar la ausencia de poros en el material.

4.4.3. Relleno en terrazas

Utilizando la motoniveladora CAT 120 H, se analizará el **Bloque A**³⁹ para determinar los tiempos de relleno.

Sabiendo que el equipo desarrolla una producción de **31 m³/Hr** para Terrazas debido a las condiciones de espacio, geometría y proceso del material. Se considera una velocidad de **9 Km/Hr** para movimiento de material con vertedera y rellenos en capas de **0.30 mts** máximos.

Importante mencionar que los rellenos de lotes se iniciaran de mayor a menor cota y en aquellos lotes que pertenecen al mismo bloque y que comparten un mismo nivel de diseño se considerara una adecuada ubicación de trabajo para el patrol.

En el caso de relleno se escarificara la base del terreno (TN) a **0.15 mts**, incorporando agua en contenido óptimo para garantizar una adecuada superficie para las capas superiores que permitirán alcanzar la cota de diseño.

Para **BSE-A3**⁴⁰ se conoce lo siguiente:

$$\text{Area de Relleno} = 344.437 \text{ m}^2$$

$$\text{Nivel de Diseño} = 125.939$$

$$\text{Nivel de TN} = 125.437$$

$$\text{Ancho de Trabajo} = 16.060 \text{ mts}$$

$$\text{Largo de Trabajo} = 22.200 \text{ mts}$$

Considerando **0.20 mts** de traslape

³⁹ Ver **Anexo 4**

⁴⁰ Ver **Anexo 5**

De **Anexo 5** se tiene que el volumen de relleno para **BSE-A3** es de **103.331 m³**.

4.4.3.1. Velocidades de trabajo

$$V_{Tiro} = 9 \frac{Km}{Hr} \times 1000 \frac{m}{Km} \times 1 \frac{Hr}{60 \text{ min}} = 150 \text{ m/min}$$

$$V_{Desgarramiento} = 5 \frac{Km}{Hr} \times 1000 \frac{m}{Km} \times 1 \frac{Hr}{60 \text{ min}} = 83 \text{ m/min}$$

$$V_{Retroseso} = 15 \frac{Km}{Hr} \times 1000 \frac{m}{Km} \times 1 \frac{Hr}{60 \text{ min}} = 250 \text{ m/min}$$

$$V_{Conformando} = 7 \frac{Km}{Hr} \times 1000 \frac{m}{Km} \times 1 \frac{Hr}{60 \text{ min}} = 116 \text{ m/min}$$

$$V_{Nivelando} = 4 \frac{Km}{Hr} \times 1000 \frac{m}{Km} \times 1 \frac{Hr}{60 \text{ min}} = 66 \text{ m/min}$$

4.4.3.2. Tiempo de franja

Para movimiento de material se tomara una inclinacion de 0° por lo tanto;

$$\text{Longitud efectiva de Vertedera} = 3.66 \text{ m}$$

Numero de Franjas

$$= \sum_{i=0}^n (\text{Longitud efectiva de vertedera} - \text{Traslape}) = \text{Ancho de Lote}$$

$$\text{Numero de Franjas} = 3.60 \text{ m} + 3.40 \text{ m} + 3.40 \text{ m} + 3.40 \text{ m} + 2.26 \text{ m} = 16.06 \text{ m}$$

$$\approx 5 \text{ Franjas}$$

4.4.3.3. Escarificando

$$\text{Tiempo Franja} = \text{Tiempo de Maniobra} + V_{Desgarramiento} + V_{Retroseso}$$

$$\text{Tiempo Franja} = 2 \text{ min} + \frac{16.06 \text{ m}}{83 \text{ m/min}} + \frac{16.06 \text{ m}}{250 \text{ m/min}} = 2.25 \text{ min}$$

4.4.3.4. Conformando

$$Tiempo Franja = Tiempo de Maniobra + V_{Conformando} + V_{Retroceso}$$

$$Tiempo Franja = 0.5 \text{ min} + \frac{16.06m}{116 \text{ m/min}} + \frac{16.06 m}{250 \text{ m/min}} = 0.757 \text{ min}$$

Considerando que se rellenara **0.502 mts**, y que se darán **6** pasadas para conformación y **4** para nivelar por cada franja se obtiene:

Primer Capa (**0.25 mts**):

4.4.3.5. Relleno

$$Tiempo Franja = Tiempo de Maniobra + V_{Tiro} + V_{Retroceso}$$

$$Tiempo Franja = 0.5 \text{ min} + \frac{16.06 m}{150 \text{ m/min}} + \frac{16.06 m}{250 \text{ m/min}} = 0.671 \text{ min}$$

4.4.3.6. Conformando

$$Tiempo Franja = Tiempo de Maniobra + V_{Conformando} + V_{Retroceso}$$

$$Tiempo Franja = 0.5 \text{ min} + \frac{16.06m}{116 \text{ m/min}} + \frac{16.06 m}{250 \text{ m/min}} = 0.757 \text{ min}$$

4.4.3.7. Nivelando

$$Tiempo Franja = Tiempo de Maniobra + V_{Nivelando} + V_{Retroceso}$$

$$Tiempo Franja = 2.5 \text{ min} + \frac{16.06 m}{66 \text{ m/min}} + \frac{16.06 m}{250 \text{ m/min}} = 2.807 \text{ min}$$

Se debe realizar el mismo procedimiento para la colocación de la segunda capa de **0.25 mts**, esto para alcanzar la cota de diseño del **BSE-A3**⁴¹. Por tanto:

4.4.3.8. Tiempo de franja total

Tiempo Franja TOTAL

$$= (\text{Tiempo Franja}_{\text{Desgarramiento}} + \text{Tiempo Franja}_{\text{Relleno}} + \text{Tiempo Franja}_{\text{Conformando}} + \text{Tiempo Franja}_{\text{Nivelando}}) \times \text{Numero de Franjas}$$

Tiempo Franja TOTAL

$$= [2.25 \text{ min} + (0.757 \text{ min} + 0.757 \text{ min} + 0.757 \text{ min}) \times 6 + (0.671 \text{ min}) \times 2 + (2.807 \text{ min} + 2.807 \text{ min}) \times 4] \times 5$$

$$\text{Tiempo Franja TOTAL} = 198.37 \text{ min} \approx 3.306 \text{ Hr}$$

$$\text{Tiempo de Compactacion} = \frac{\text{Tiempo Franja TOTAL}}{2}$$

$$\text{Tiempo de Compactacion} = \frac{3.306 \text{ Hr}}{2} = 1.653 \text{ Hr}$$

Anteriormente hemos podido observar el análisis de tiempo de ejecución por cantidad de obra para la motoniveladora, tanto para corte como relleno. Entonces podremos establecer producciones para ambos casos:

4.4.4. Corte

Para **BSE-A1**⁴² se conoce un volumen de corte de **41.250 m³**, culminados en **2.045 Hrs** por tanto podremos calcular la producción real de la motoniveladora en corte de terrazas:

⁴¹ Ver Anexo 5

⁴² Ver Anexo 5

$$P_{real\ CORTE} = \frac{Volumen_{CORTE}}{Tiempo}$$

$$P_{real\ CORTE} = \frac{41.250\ m^3}{2.045\ Hrs} = 20.17\ m^3/Hr$$

4.4.5. Relleno

Para **BSE-A3**⁴³ se conoce un volumen de relleno de **103.331 m³**, culminados en **3.306 Hr** por tanto podremos calcular la producción real de la motoniveladora en relleno de terrazas:

$$P_{real\ RELLENO} = \frac{Volumen_{RELLENO}}{Tiempo}$$

$$P_{real\ RELLENO} = \frac{103.331\ m^3}{3.306\ Hrs} = 31.255\ m^3/Hr$$

De esta manera se puede estimar el tiempo total para motoniveladora, compactadora, cisterna y ayudantes en la confección de terrazas. Utilizando los volúmenes por lotes estimaremos estos tiempos. Cabe mencionar que esta etapa se considera con jornada laboral de **8.5 Hrs/Día**, por lo cual es necesario monitorear constantemente los trabajos para evitar baja vacío en los equipos.

Tabla 16. Resumen de lotes bloque Sur-Este A⁴⁴

LOTES	Volumen corte (M3)	Volumen relleno (M3)	Tiempo de Corte (Hr)	Tiempo de Relleno (Hr)
BSE-A-1	41.250	90.329	2.045	2.890
BSE-A-2	23.115	0.000	1.146	0.000
BSE-A-3	0.000	103.331	0.000	3.306
BSE-A-4	0.000	68.832	0.000	2.202
BSE-A-5	15.258	86.400	0.756	2.764
BSE-A-6	192.499	86.400	9.544	2.764
TOTAL				
	272.122	435.292	13.491	13.927

⁴³ Ver Anexo 5

⁴⁴ Ver Anexo 6

Por tanto el tiempo total en ambas actividades será:

Tabla 17. Resumen de tiempos estimado para corte y relleno con motoniveladora⁴⁵.

TIEMPOS	Tiempo de Corte (Hr)	Tiempo de Relleno (Hr)
TOTALES	38.833	57.627

Anteriormente descrito, el total de horas producción de Motoniveladora será útil para estimar los tiempos de trabajo de compactadora, cisterna y ayudantes por tanto:

4.4.6. Tiempo total (hrs) motoniveladora.

$$Tiempo\ Total = 38.833\ Hrs + 57.627\ Hrs = 96.46\ Hrs$$

$$Tiempo\ Total = \frac{96.46\ Hrs}{8.5\ Hrs/Dia} = 11.34 \approx 12\ Dias$$

4.4.7. Tiempo total (hrs) compactadora.

$$Tiempo\ Total = \frac{96.46\ Hrs/2}{8.5\ Hrs/Dia} = 5.67 \approx 6\ Dias$$

Una vez determinada la producción de la Motoniveladora en relleno será necesario analizar la carga y acarreo de este material.

Primeramente debemos analizar la cantidad de material que debemos mover y de donde lo sacaremos.

⁴⁵ Ver Anexo 6

Si observamos el **Anexo 4**, será sencillo el análisis de volúmenes; ya que si realizamos la suma algebraica para relleno en terrazas obtenemos lo siguiente, considerando (+) para relleno y (-) para corte.

$$\sum_{i=0}^n (Volumen Relleno - Volumen de Corte) = Volumen Neto en Terrazas$$

$$\sum_{i=0}^n (435.292 - 272.122) + (0.000 - 81.227) + (0.000 - 80.918) + (98.986 - 0.000)$$

$$+ (251.136 - 61.65) + (518.760 - 0.000) + (206.208 - 131.400)$$

$$+ (290.746 - 134.798) = Volumen Neto en Terrazas$$

$$\mathbf{Volumen Neto en Terrazas = 1039.013 m^3 (+)}$$

Por tanto será necesario extraer 1039.013 m³ de material para relleno en terrazas, ahora si analizamos los volúmenes en la sección de calles y andenes tenemos:

$$\mathbf{Volumen Andenes = 1361.526 m^3 (-)}$$

Análíticamente podemos observar que el volumen de corte en andenes satisface la demanda de material para rellenar las terrazas, por lo cual es imperioso detallar la estrategia adecuada para realizar el traslado del material al punto donde se necesite.

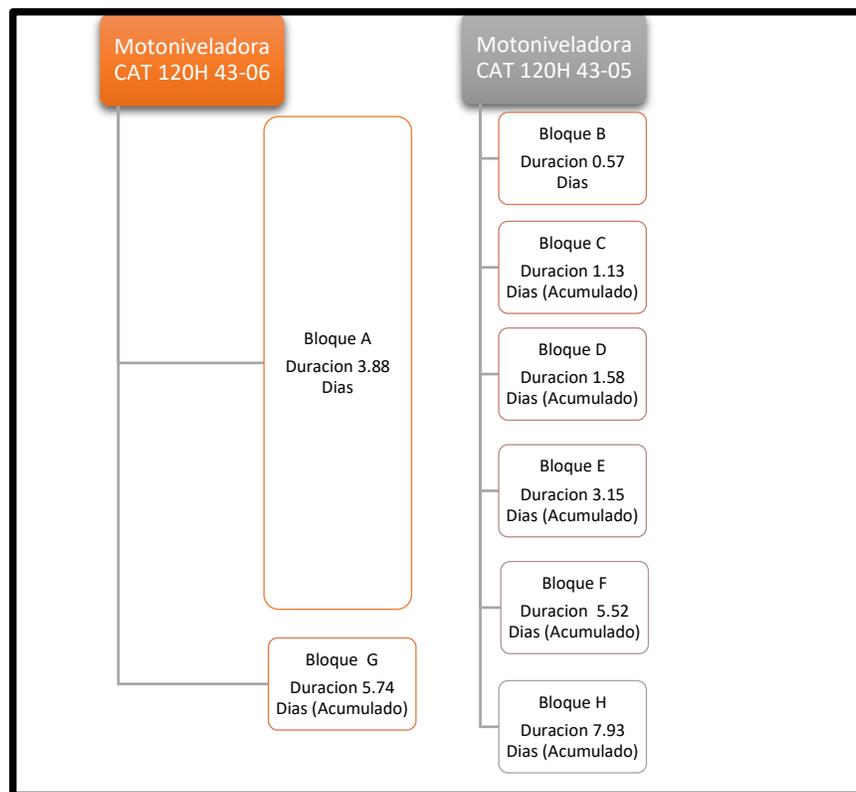
Para ello debemos estar claros que se necesita satisfacer una demanda de **31 m³/hr** para relleno en terrazas, aumentando hasta **62 m³/hr**, cuando ambas motoniveladoras requieran de material, esto principalmente en los **Bloques D, E, F, G y H⁴⁶** ya que serán trabajados simultáneamente de par en par.

⁴⁶ Ver **Anexo 2**

Para entender de una forma clara la lógica de trabajo debemos analizar los tiempos de duración en bloques, ya que esto permitirá traslapar las actividades de acarreo con las de corte y relleno en terrazas.

Para ello podemos apoyarnos del siguiente diagrama de Flujo:

Diagrama de flujo para seguimiento de motoniveladora⁴⁷



⁴⁷ Analizando el diagrama de flujo debemos elegir donde se iniciara el corte en calle para garantizar el trabajo constante de motoniveladoras, para ello debemos iniciar con relleno de lote 3 y 4 en Bloque A, los cuales serán rellenos con material proveniente de bloque B y C para luego iniciar con corte a nivel de andén de calle 1.

Se debe analizar el corte de andén y calle en simultáneo para considerar si es factible que los patrones entren a conformar las calles inmediatamente estos salgan de las terrazas.

En la siguiente tabla se muestran la descripción de los costos de dicha actividad:

Tabla 18. Costos unitarios relleno con material de sitio⁴⁸.

TARJETA DE PRECIO UNITARIO						
Proyecto :		Condominio Bello Amanecer			Fecha :	
Precio Unitario :		RELLENO CON MATERIAL DEL SITIO EN TERRAZAS			Unidad de Medida : m3	
Dueño de la Obra :		Anónimo			Cantidad analizada : 1,180.01	
Ubicación :		Ciudad Sandino			Moneda : US\$	
CODIGO TIPO	#	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Q	1.00	Excavadora	HRS	15.40	65.00	1,001.11
T	4.00	Volquetes (Colocación interna)	HRS	30.68	42.00	1,288.57
Q	2.00	Motoniveladora	HRS	57.63	75.00	4,322.03
Q	1.00	Vibro compactadora	HRS	28.81	50.00	1,440.68
T	2.00	Cisterna	día	7.00	110.00	1,540.00
M		Agua	m3	560.00	1.00	560.00
O	6.00	Ayudantes para equipos	día	7.00	13.54	379.12
Total						\$ 10,531.43

De igual manera para corte:

Considerando que el material de sitio se utilizó para relleno en terrazas, lo cual indica que únicamente se consideraran para esta fase a Motoniveladora, Compactadora, Cisterna y Ayudantes.

⁴⁸ Fuente Propia

Tabla 19. Costos unitarios corte⁴⁹.

TARJETA DE PRECIO UNITARIO						
Proyecto : Condominio Bello Amanecer			Fecha :			
Precio Unitario :	CORTE EN TERRAZAS		Unidad de Medida :		m3	
Dueño de la Obra : Anónimo			Cantidad analizada :		762.12	
Ubicación : Ciudad Sandino			Moneda :		US\$	
CODIGO TIPO	#	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Q	2.00	Motoniveladora	HRS	38.83	75.00	2,912.25
Q	1.00	Vibro compactadora	HRS	19.42	50.00	971.00
T	2.00	Cisterna	día	5.00	110.00	1100.00
M		Agua	m3	400.00	1.00	400.00
O	4.00	Ayudantes para equipos	día	5.00	13.54	270.80
Total						\$ 5654.05

4.4.8. Corte de calles a nivel Sub Rasante

Para esta actividad es necesario realizar un comparativo entre corte y carga con excavadora y corte con tractor. Esto con el objetivo de garantizar la estrategia idónea que permita menores tiempos y menores costos. Por tanto se estimara considerando lo siguiente:

⁴⁹ Fuente Propia

Debemos realizar un cálculo comparativo para corte a nivel de calle entre Tractor y Excavadora.

Como punto de partida se establecerá como patrón la Calle N° 1, debido a que las terrazas se trabajan del bloque A al H.

4.4.8.1. Excavadora

4.4.8.1.1. Corte

El factor de desprendimiento: depende de la capacidad de desprendimiento que posea el suelo a remover

$$\text{Factor de desprendimiento} = 1$$

Las características del cucharón de la excavadora se utilizan para el cálculo de la capacidad de corte que tiene dicho equipo

$$\text{Volumen del cucharón: } 1.20 \text{ m}^3$$

El volumen a cortar será:

$$174.221 \text{ m}^3$$

Se asumen tiempos de corte, maniobra y retorno, tomando en cuenta equipos de la misma categoría en otros proyectos

$$\text{T tiempo de corte} = 0.42 \text{ min}$$

$$\text{T tiempo de maniobra} = 0.5 \text{ min}$$

$$\text{T tiempo de retorno} = 0.25 \text{ min}$$

Se calcula el tiempo de ciclo

$$\text{T tiempo de ciclo} = T_{\text{corte}} + T_{\text{maniobra}} + T_{\text{retorno}}$$

$$\text{Tiempo de ciclo} = 0.42\text{min} + 0.5\text{min} + 0.25\text{min} = 1.17\text{min}$$

El rendimiento óptimo para la excavadora se calcula con la siguiente expresión:

$$\text{Rendimiento óptimo} = \frac{\text{Capacidad del equipo}}{\text{Tiempo de ciclo}}$$

$$\text{Rendimiento óptimo} = \frac{1.20 \text{ m}^3}{1.17 \text{ min}} = 1.0256 \text{ m}^3/\text{min}$$

La productividad óptima no es más que el rendimiento óptimo expresado en unidad de hora

$$\text{Productividad óptima} = \frac{1.0256 \text{ m}^3}{\text{min}} * \frac{60 \text{ min}}{\text{hr}} = 61.5384 \text{ m}^3/\text{hr}$$

$$\text{Productividad real} = \text{Productividad óptima} * \text{Factor de tiempo de trabajo real}$$

$$\text{Productividad real} = \frac{61.5384 \text{ m}^3}{\text{hr}} * 0.83 = 51.0769 \text{ m}^3/\text{hr}$$

$$\text{Tiempo} = \frac{\text{Volumen a cortar}}{\text{Productividad real}}$$

$$\text{Tiempo} = \frac{174.221 \text{ m}^3}{51.0769 \text{ m}^3/\text{hr}} = 3.411 \text{ hrs}$$

4.4.8.1.2. Carga

Capacidad del cucharón:

$$1.20 \text{ m}^3$$

El volumen a cargar será el volumen de banco que se cortó, incrementado por el abudamiento, que para este caso será 30%.

$$\text{Volumen Suelto} = (174.221 \text{ m}^3) * (1.30) = 226.4873 \text{ m}^3$$

Se asume tiempo de ciclo, tomando como referencia equipos de la misma categoría, utilizados en proyectos anteriores.

$$T_{ciclo} = 2 \text{ min}$$

El cálculo del Rendimiento será igual a:

$$\begin{aligned} \text{Rendimiento óptimo} &= \frac{\text{Capacidad del equipo}}{\text{Tiempo de ciclo}} \\ \text{Rendimiento óptimo} &= \frac{1.20 \text{ m}^3}{2 \text{ min}} = 0.6 \text{ m}^3/\text{min} \end{aligned}$$

La Productividad óptima

$$\text{Productividad óptima} = \frac{0.6 \text{ m}^3}{\text{min}} * \frac{60 \text{ min}}{\text{hr}} = 36 \text{ m}^3/\text{hr}$$

La Productividad Real será:

*Productividad real = Productividad óptima * Factor de tiempo de trabajo real*

$$\text{Productividad real} = \frac{36 \text{ m}^3}{\text{hr}} * 0.83 = 29.88 \text{ m}^3/\text{hr}$$

El tiempo de trabajo es:

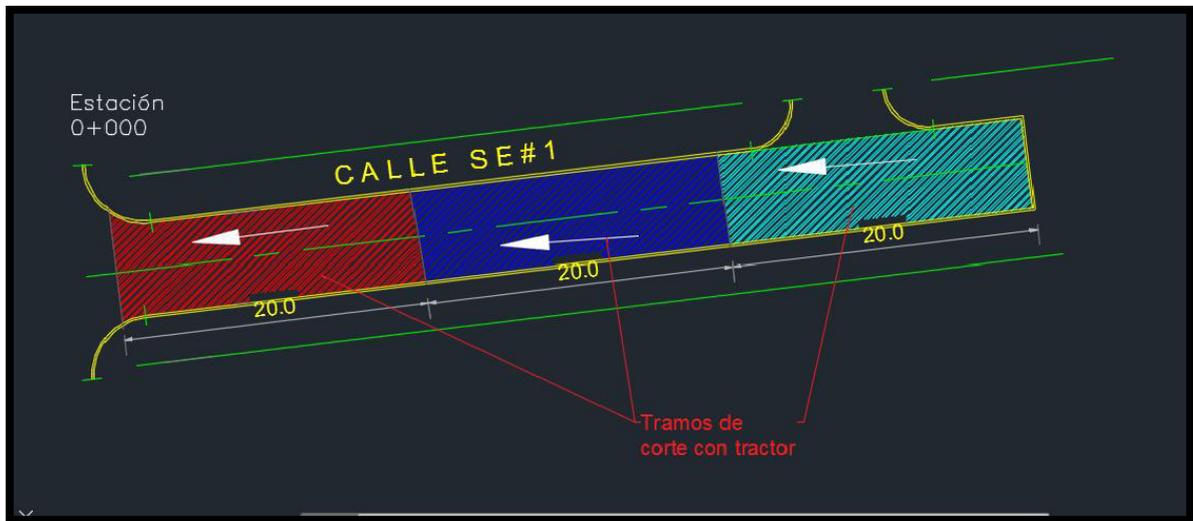
$$\begin{aligned} \text{Tiempo} &= \frac{\text{Volumen a cargar}}{\text{Productividad real}} \\ \text{Tiempo} &= \frac{226.4873 \text{ m}^3}{29.88 \text{ m}^3/\text{hr}} = 7.5799 \text{ hrs} \end{aligned}$$

4.4.8.2. Tractor

4.4.8.2.1. Corte

Para este cálculo se analizó la forma más eficiente de corte para el tractor, se dividió en tres tramos iguales (la longitud de estos varía en dependencia de la longitud de la calle), como ejemplo de cálculo se utilizará la calle 1 que tiene 60 mts de longitud, por lo que cada tramo será de 20 mts.

Figura 17. Tramos de corte



Fuente. Propia

Capacidad del tractor = 3.93 m³

Distancia = 20 m, 40 m, 60m.

Se asume un tiempo de maniobra

Tiempo de maniobra = 0.5 min

Velocidades de acuerdo a la ficha técnica del equipo

$$\text{Velocidad de avance} = 6 \text{ km/hr}$$

$$\text{Velocidad de retroceso} = 4.2 \text{ km/hr}$$

Cálculo del tiempo de avance para las tres distancias

$$\text{Tiempo avance} = \frac{\text{Distancia (m)}}{\text{Velocidad } (\frac{\text{m}}{\text{min}})}$$

$$\text{Tiempo de avance} = \frac{20 \text{ m}}{100 \text{ m/min}} = 0.2 \text{ min}$$

$$\text{Tiempo de avance} = \frac{40 \text{ m}}{100 \text{ m/min}} = 0.4 \text{ min}$$

$$\text{Tiempo de avance} = \frac{60 \text{ m}}{100 \text{ m/min}} = 0.6 \text{ min}$$

Tiempo de retroceso para las tres distancias

$$\text{Tiempo de retroceso} = \frac{20 \text{ m}}{70 \text{ m/min}} = 0.286 \text{ min}$$

$$\text{Tiempo de retroceso} = \frac{40 \text{ m}}{70 \text{ m/min}} = 0.571 \text{ min}$$

$$\text{Tiempo de retroceso} = \frac{60 \text{ m}}{70 \text{ m/min}} = 0.857 \text{ min}$$

Tiempo de ciclo para las tres distancias

$$\text{Tiempo de ciclo} = \text{Tiempo de avance} + \text{Tiempo de maniobra} + \text{Tiempo de retorno}$$

$$\text{Tiempo de ciclo}_{20\text{m}} = 0.2 \text{ min} + 0.5 \text{ min} + 0.286 \text{ min} = 0.986 \text{ min}$$

$$\text{Tiempo de ciclo}_{40\text{m}} = 0.4 \text{ min} + 0.5 \text{ min} + 0.571 \text{ min} = 1.471 \text{ min}$$

$$\text{Tiempo de ciclo}_{60\text{m}} = 0.6 \text{ min} + 0.5 \text{ min} + 0.857 \text{ min} = 1.957 \text{ min}$$

El volumen a cortar en cada tramo será:

$$\text{Volumen para cada tramo} = 58.074 \text{ m}^3$$

Cálculo del rendimiento para cada tramo

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Capacidad del tractor}}{\text{Tiempo de ciclo}}$$

$$\text{Rendimiento}_{20m} = \frac{3.93 \text{ m}^3}{0.986 \text{ min}} = 3.987 \text{ m}^3/\text{min}$$

$$\text{Rendimiento}_{40m} = \frac{3.93 \text{ m}^3}{1.471 \text{ min}} = 2.671 \text{ m}^3/\text{min}$$

$$\text{Rendimiento}_{60m} = \frac{3.93 \text{ m}^3}{1.957 \text{ min}} = 2.008 \text{ m}^3/\text{min}$$

Productividad Óptima del tractor para cada tramo

$$\text{Productividad óptima} = \text{Rendimiento} * 60 \text{ min/hr}$$

$$\text{Productividad óptima}_{20m} = 3.987 \frac{\text{m}^3}{\text{min}} * 60 \frac{\text{min}}{\text{hr}} = 239.217 \text{ m}^3/\text{hr}$$

$$\text{Productividad óptima}_{40m} = 2.671 \frac{\text{m}^3}{\text{min}} * 60 \frac{\text{min}}{\text{hr}} = 160.252 \text{ m}^3/\text{hr}$$

$$\text{Productividad óptima}_{60m} = 2.008 \frac{\text{m}^3}{\text{min}} * 60 \frac{\text{min}}{\text{hr}} = 120.482 \text{ m}^3/\text{hr}$$

$$K_{\text{material}} = 1$$

$$\text{Productividad real} = P_{\text{óptima}} * \text{Factor de eficiencia} * K_{\text{material}}$$

$$\text{Productividad real}_{20m} = 239.217 \frac{\text{m}^3}{\text{hr}} * 0.83 * 1 = 198.550 \text{ m}^3/\text{hr}$$

$$\text{Productividad real}_{40m} = 160.252 \frac{\text{m}^3}{\text{hr}} * 0.83 * 1 = 133.010 \text{ m}^3/\text{hr}$$

$$\text{Productividad real}_{60m} = 120.482 \frac{\text{m}^3}{\text{hr}} * 0.83 * 1 = 100.000 \text{ m}^3/\text{hr}$$

$$\text{Tiempo} = \frac{\text{Volumen de corte m}^3}{\text{Productividad real m}^3/\text{hr}}$$

$$\text{Tiempo}_{20m} = \frac{58.074 \text{ m}^3}{198.550 \text{ m}^3/\text{hr}} = 0.2924 \text{ hr}$$

$$Tiempo_{40m} = \frac{58.074 \text{ m}^3}{133.010 \text{ m}^3/\text{hr}} = 0.4366 \text{ hr}$$

$$Tiempo_{60m} = \frac{58.074 \text{ m}^3}{100.000 \text{ m}^3/\text{hr}} = 0.5807 \text{ hr}$$

Tiempo total: 1.3098 hrs

4.4.8.2.2. Carga

Capacidad del tractor: 3.93 m³

Volumen de carga: 226.4873 m³

Tiempo de ciclo: 3 min

$$Rendimiento \acute{o}ptimo = \frac{Capacidad \text{ del equipo}}{Tiempo \text{ de ciclo}}$$

$$Rendimiento \acute{o}ptimo = \frac{3.93 \text{ m}^3}{3 \text{ min}} = 1.31 \text{ m}^3/\text{min}$$

Productividad \acute{o}ptima:

$$Productividad \acute{o}ptima = \frac{1.31 \text{ m}^3}{\text{min}} * \frac{60 \text{ min}}{\text{hr}} = 78.6 \text{ m}^3/\text{hr}$$

Productividad Real:

$$Productividad \text{ real} = \frac{78.6 \text{ m}^3}{\text{hr}} * 0.83 = 65.238 \text{ m}^3/\text{hr}$$

Tiempo:

$$Tiempo = \frac{226.4873 \text{ m}^3}{65.238 \text{ m}^3/\text{hr}} = 3.472 \text{ hrs}$$

A como muestran los resultados obtenidos se obtiene un tiempo total de corte y carga con **excavadora** de **3.41 Hrs** y **7.57 Hrs** respectivamente. Para **tractor** se obtiene un tiempo de corte de **1.31 Hrs** y **3.47 Hrs** de carga utilizando Excavadora. Por tanto realizando un análisis económico muy sencillo utilizando el tiempo total de trabajo utilizando únicamente las rentas de cada maquinaria se obtiene:

Tabla 20. Comparación de corte en calle a nivel de sub rasante⁵⁰.

EQUIPO	Tiempo Corte (Hrs)	Tiempo Carga (Hrs)	RENTA (\$)	COSTO (\$)
EXCAVADORA	3.41	7.57	65	713.7
TRACTOR/EXCAVADORA	1.31	3.47	85/65	336.9

De igual manera nos podemos apoyar en la **Tabla de volúmenes y tiempos de corte a nivel de andén y sub rasante con tractor⁵¹**, ya que de esta se ajustan los tiempos para garantizar la continuidad del trabajo con el resto de maquinaria.

Por tanto considerando la estrategia más idónea podemos ahora realizar una estimación real del costo total de ambas actividades tal y como se presenta en los siguientes cuadros de costos.

⁵⁰ Fuente Propia

⁵¹ Ver **Anexo 7**

Tabla 21. Costos unitarios corte en calle a nivel de andén⁵².

TARJETA DE PRECIO UNITARIO						
Proyecto : Condominio Bello Amanecer			Fecha :			
Precio Unitario :		CORTE EN CALLE A NIVEL DE ANDEN		Unidad de Medida :		m3
Dueño de la Obra : Anónimo			Cantidad analizada : 1,361.54			
Ubicación : Ciudad Sandino			Moneda : US\$			
CODIGO		DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
TIPO	#					
Q	1.00	Tractor	HRS	16.41	85.00	1,394.85
Q	1.00	Excavadora	HRS	29.50	65.00	1,917.50
Q	1.00	Motoniveladora	HRS	0.79	75.00	59.25
Q	1.00	Compactadora	HRS	0.40	50.00	20.00
T	1.00	Cisterna	Día	4.00	110.00	440.00
M		Agua	m3	160.00	1.00	160.00
M		Acarreo de Tierra	m3	1,361.54	1.00	1,361.54
O	3.00	Ayudantes para equipos	Día	4.00	13.54	162.48
Total						\$ 5515.62

⁵² Fuente Propia

Tabla 22. Costos unitarios corte en calle a nivel de terracería⁵³.

TARJETA DE PRECIO UNITARIO						
Proyecto : Condominio Bello Amanecer			Fecha :			
Precio Unitario : CORTE EN CALLE A NIVEL DE SUB RASANTE			Unidad de Medida :		m3	
Dueño de la Obra : Anónimo			Cantidad analizada :		1,024.77	
Ubicación : Ciudad Sandino			Moneda :		US\$	
CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	PRECIO	
TIPO	#			UNITARIO	TOTAL	
Q	1.00	Tractor	HRS	12.35	85.00	1,049.75
Q	1.00	Excavadora	HRS	12.11	65.00	787.15
Q	1.00	Motoniveladora	HRS	0.41	75.00	30.75
Q	1.00	Compactadora	HRS	0.21	50.00	10.50
T	1.00	Cisterna	Día	2.00	110.00	220.00
M		Agua	m3	80.00	1.00	80.00
M		Acarreo de Tierra	m3	1,024.77	1.00	1,024.77
O	3.00	Ayudantes para equipos	Día	1.50	13.57	81.24
Total					\$ 3284.16	

4.4.9. Conformación y nivelación de sub rasante

Como anteriormente se ha descrito la actividad de conformar y nivelar la terracería precede al corte a nivel de terracería, tarea que permite bajar a la cota de sub rasante.

⁵³ Fuente Propia

Tal y como se indica en cada tabla de costos unitarios de corte de andén y terracería respectivamente, se utiliza la motoniveladora para ajustar la cota adecuada según sea la actividad. Por ello únicamente se presenta un ejemplo de cómo calcular la cantidad de obra que requiere el patrol para garantizar el cumplimiento de ajuste de terracería.

4.4.9.1. Conformando

Calle 1 (61.74 mts)

$$Tiempo Franja = Tiempo de Maniobra + V_{Conformando} + V_{Retroseso}$$

$$Tiempo Franja = 0.5 \text{ min} + \frac{61.74 \text{ m}}{116 \text{ m/min}} + \frac{61.74 \text{ m}}{250 \text{ m/min}} = 1.279 \text{ min}$$

4.4.9.2. Nivelando

Calle 1 (61.74 mts)

$$Tiempo Franja = Tiempo de Maniobra + V_{Nivelando} + V_{Retroseso}$$

$$Tiempo Franja = 2.5 \text{ min} + \frac{61.74 \text{ m}}{66 \text{ m/min}} + \frac{61.74 \text{ m}}{250 \text{ m/min}} = 3.68 \text{ min}$$

Considerando:

$$Longitud efectiva de Vertedera = 3.66 \text{ m}$$

Y asumiendo un ancho de calle de 6.30 mts

$$Tiempo Total = 1.279 \text{ min} + 3.68 \text{ min} = 4.959 \text{ min}$$

4.4.10. Colocación de material granular base y sub base

Se trasladara el material en base a la producción de **60 m³/hr**, que desarrolla la motoniveladora para colocación de material granular.

Sabiendo que se tienen disponibles dos motoniveladoras para esta actividad, se puede estimar el tiempo necesario para la colocación del material. Únicamente se debe conocer el **volumen total a colocar**⁵⁴.

Ahora partiremos del análisis realizado, basado en el rendimiento del motoniveladora que se tiene para esta tarea, así como de algunos valores tales como la velocidad de operación del equipo en dependencia de la tarea que se esté realizando. Estos y otros datos los proporciona el fabricante. En caso de no tener un dato estadístico de producción es válido utilizar manuales de rendimientos tal como **manual de rendimiento de caterpillar edición 2016**.

⁵⁴ Ver **Anexo 8**

Tabla 23. Costos unitarios colocación de material base y sub base⁵⁵.

TARJETA DE PRECIO UNITARIO						
Proyecto : Condominio Bello Amanecer				Fecha : _____		
Precio		COLOCACION DE MATERIAL BASE Y		Unidad de Medida : m3		
Unitario :		SUB BASE		Cantidad analizada : 2,192.00		
Dueño de la Obra : Anónimo				Moneda : U\$		
Ubicación : Ciudad Sandino				_____		
CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	PRECIO	
TIPO	#			UNITARIO	TOTAL	
Q	1.00	Motoniveladora	hrs	73.07	75.00	5,480.00
Q	1.00	Compactadora	hrs	36.53	50.00	1,826.67
M	1.00	Hormigón con transporte (3 Kms)	m3	1,073.00	8.00	8,584.00
M	1.00	Selecto con transporte (15 Kms)	m3	1,119.00	12.00	13,428.00
Q	1.00	Cargar mezcla de base	m3	2,849.60	0.65	1,852.24
T	1.00	Traslado interno de mezcla	m3	2,849.60	1.00	2,849.60
Q	1.00	Excavadora haciendo mezcla	hrs	36.53	65.00	2,374.67
S	1.00	Topografía	día	10.00	50.00	500.00
Q	1.00	Estación total	día	10.00	50.00	500.00
Q	1.00	Cisterna	día	10.00	110.00	1,100.00
Q		Agua	m3	800.00	1.00	800.00
S	1.00	Ayudantes para cisterna	día	10.00	13.54	812.40
Total					\$ 41,207.44	

⁵⁵ Fuente Propia

4.5. PROGRAMACION DE OBRA

Cada una de las actividades hasta ahora descritas, sería la línea base del proyecto, ya que estiman un costo de ejecución y permiten la adecuación de la estrategia seleccionando los recursos correctos con los que se ejecutara de manera eficiente la obra.

Por ello, es sumamente importante adicionar a esto una herramienta que permita mostrar el comportamiento que tendrá la ejecución de la obra, controlando de forma adecuada los recursos y a su vez permitiendo corregir cualquier debilidad que se presente.

Una vez determinada la selección adecuada de la maquinaria así como la estimación de cantidades de obra como su valor monetario por actividad, es imperante mantener control de las actividades ejecutadas que deben estar regidas por un programa global que permita a su vez detallar cada sub actividad.

Existen diferentes formas de llevar una programación y a su vez control de la ejecución de un proyecto, una de ellas es a través de softwares especializados que nos permiten ver el paso a paso de las actividades; además de un control físico-financiero de la obra. Esto está íntimamente relacionado con la estrategia que se plantea a la hora de realizar un presupuesto de movimiento de tierra, ya que en muchas ocasiones no se ejecutan las obras de la manera en cómo se visiono al momento de realizar un presupuesto.

Se utilizara el programa **Project 2013 aplicación creada por Microsoft** el cual permite de gran manera organizar las tareas y agregar los recursos que se han proyectado utilizar en la ejecución de movimiento de tierra de condominio bello amanecer.

Una de las ventajas de este software es que nos permite observar si los recursos que se asignen al proyecto llegaran a estar en conflicto durante las actividades a ejecutar así como observar cuanto costara cada actividad permitiendo llevar un control único de ejecución para lograr el éxito de un presupuesto.

4.5.1. Aplicación de Microsoft Project 2013

Para conocer el funcionamiento del programa se presenta el reconocimiento básico de la interfaz gráfica de la aplicación en la siguiente imagen.

4.5.1.1. Barra de Herramientas

Esta nos permite acceder de forma rápida a algunos comandos que usualmente se utilizan para dar formato al documento, así como guardar la información que estamos trabajando.

4.5.1.2. Cinta de Opciones

Está conformada por las pestañas Tarea, Recurso, Crear un Informe, Proyecto, Vista y Formato; que a su vez cada pestaña está conformada por paneles que permiten crear un entorno de trabajo adecuado a cada proyecto que se trabaje.

4.5.1.3. Área de Información

Es el área donde podemos crear las diferentes tareas que componen a un proyecto, así como visualizar los diferentes recursos que asignemos a cada actividad.

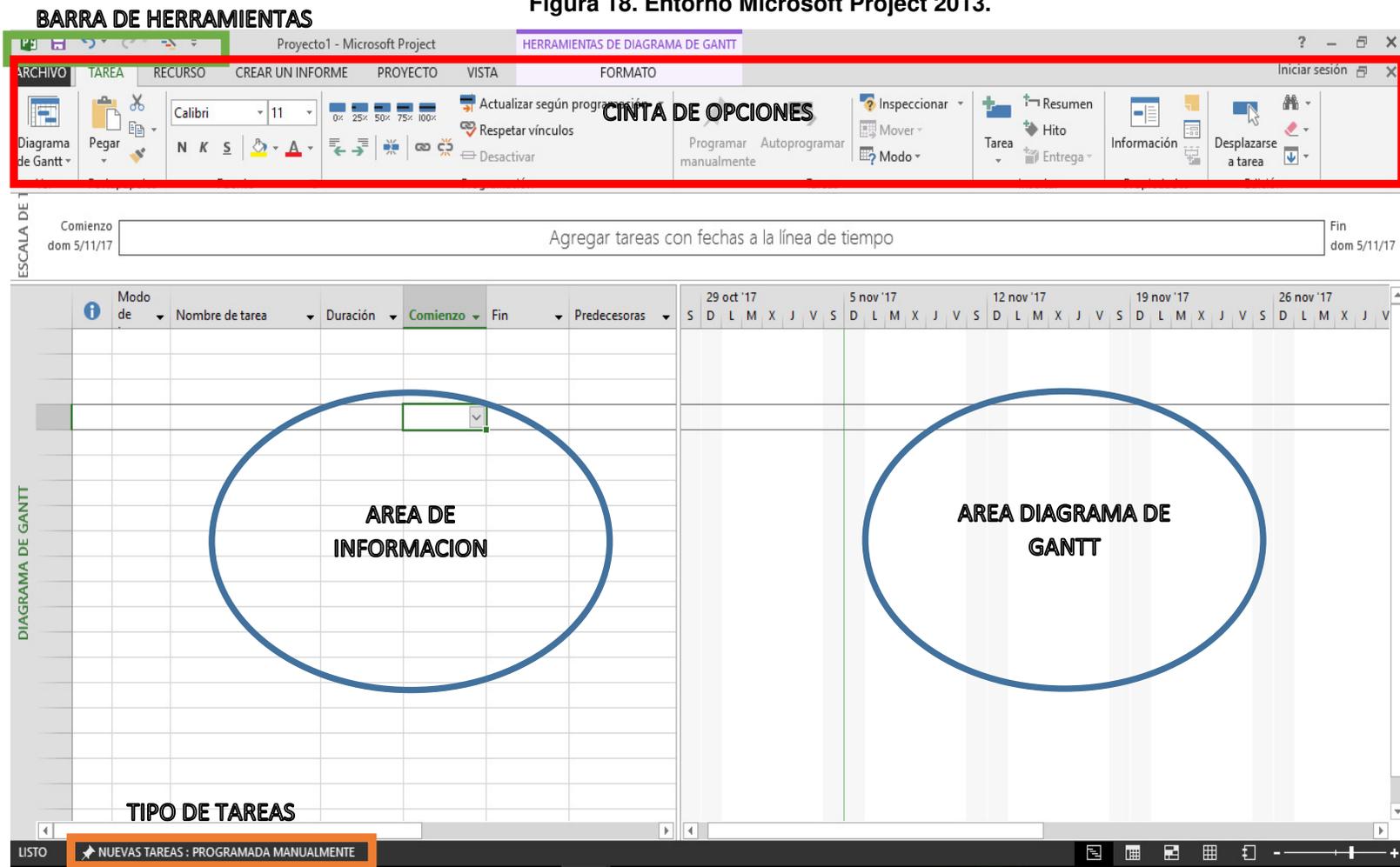
4.5.1.4. Área diagrama de GANTT

Es el área que permite ver de forma gráfica cada actividad detallada en el área de información, así como observar diferentes tipos de formatos que pueden ser modificados según lo que se desee observar.

4.5.1.5. Tipo de tareas

Se conoce como barra de tipo de tarea, y nos permite saber si una tarea en específico se programó automáticamente o manualmente.

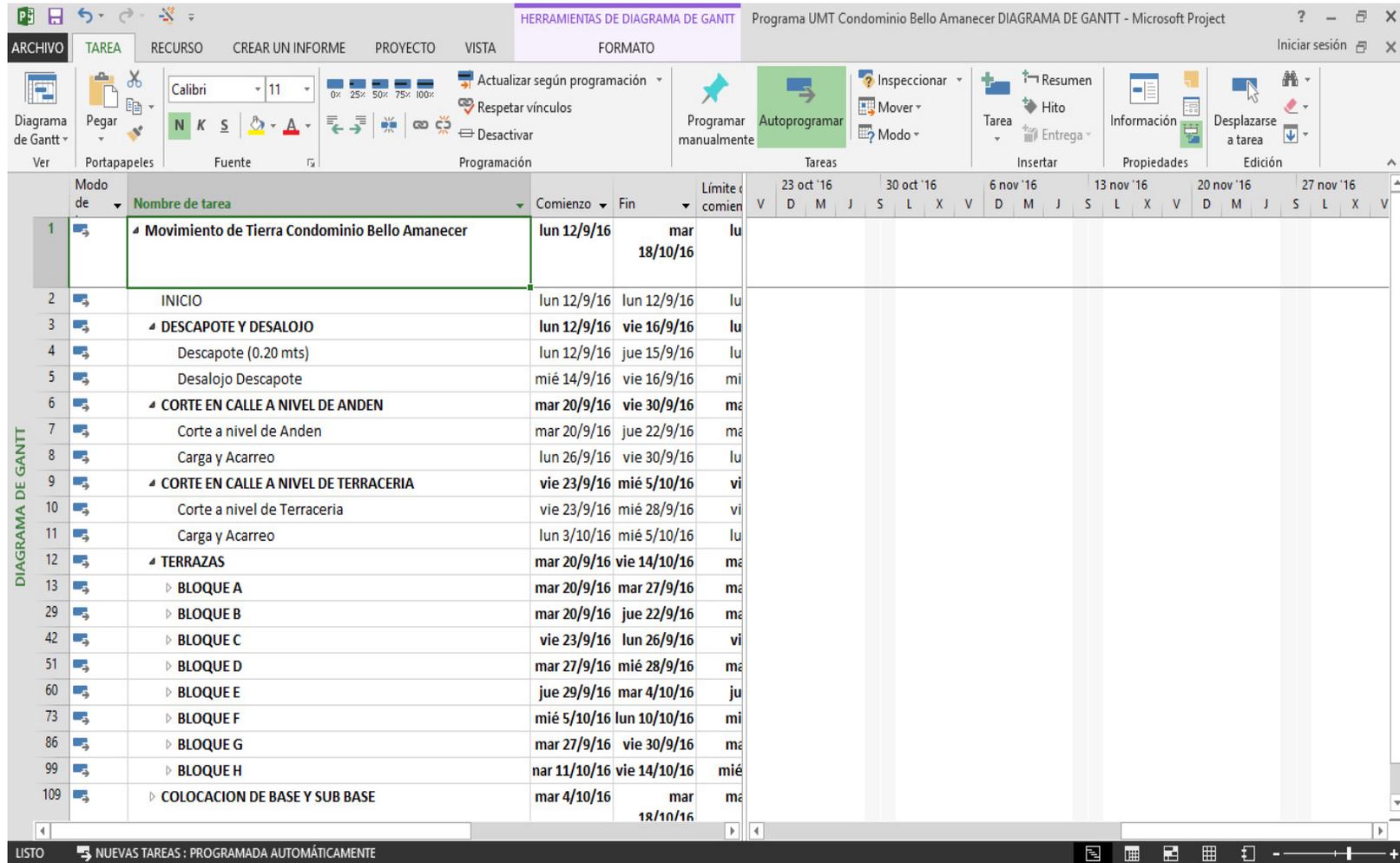
Figura 18. Entorno Microsoft Project 2013.



Cada una de estas cinco áreas de trabajo anteriormente descritas son fundamentales para desarrollar un programa de ejecución y seguimiento, ya que al ser conjugadas, permiten expresar de forma clara como nuestro proyecto estará distribuido según cada actividad, así como que tipo de recursos estamos utilizando; y lo más importante el seguimiento que podemos dar para garantizar un amplio entendimiento de todo el desarrollo de la obra.

Una programación inicia con el desglose de tareas, para ello se debe tener completo entendimiento del proyecto, sus alcances y a su vez que tipo de recursos se utilizaran. Una vez tenido en cuenta el orden de las actividades procedemos a ingresarlas en el área de información de Project 2013. Tal y como se muestra en la siguiente imagen.

Figura 19. Desglose de Tareas Proyecto Condominio Bello Amanecer⁵⁶



⁵⁶ Fuente Propia

Cada actividad descrita en la imagen anterior establece un orden de trabajo que no necesariamente será escalonado, esto estará en dependencia de las estrategias que se tomen más convenientes para iniciar la obra en campo y que permitan un mejor desempeño de la maquinaria. Y que estén relacionadas de manera muy cercana a las atendidas en la elaboración del presupuesto.

Ahora los tiempos de duración de cada actividad estarán en dependencia del rendimiento de nuestros recursos indicado en el **Capítulo II. ESTIMACIÓN DE CANTIDADES DE OBRA, PROGRAMACIÓN Y EJECUCIÓN**. De este marco teórico.

De igual manera los recursos que son los equipos a utilizar en cada actividad descrita en el programa de ejecución deberán ser detallados uno por uno, especificando su costo por renta horaria, así como todos aquellos costos en los cuales se incurre para poder tener dicho recurso en la obra.

De esta manera se puede agrupar la información permitiendo obtener un programa físico financiero y de seguimiento que sirve de comparativo con el presupuesto de la obra. Cabe destacar que el diagrama de Gantt que se forme luego de agregar cada una de las actividades de ejecución y debidamente relacionadas unas con otras nos permitirá observar cual será la ruta crítica del programa, permitiendo tener mayor énfasis en las tareas que componen dicha ruta crítica.

Una buena estrategia de seguimiento al programa de obra será establecer una línea base al proyecto, así como también fechas de estado que permiten realizar un monitoreo de las actividades. Esto permite detectar cualquier atraso, y tomar medidas inmediatas para corregirlos. De igual manera nuestras fechas de estado serán nuestro punto de partida para cualquier reprogramación que se deba hacer, y así dar el seguimiento adecuado a dichas actividades.

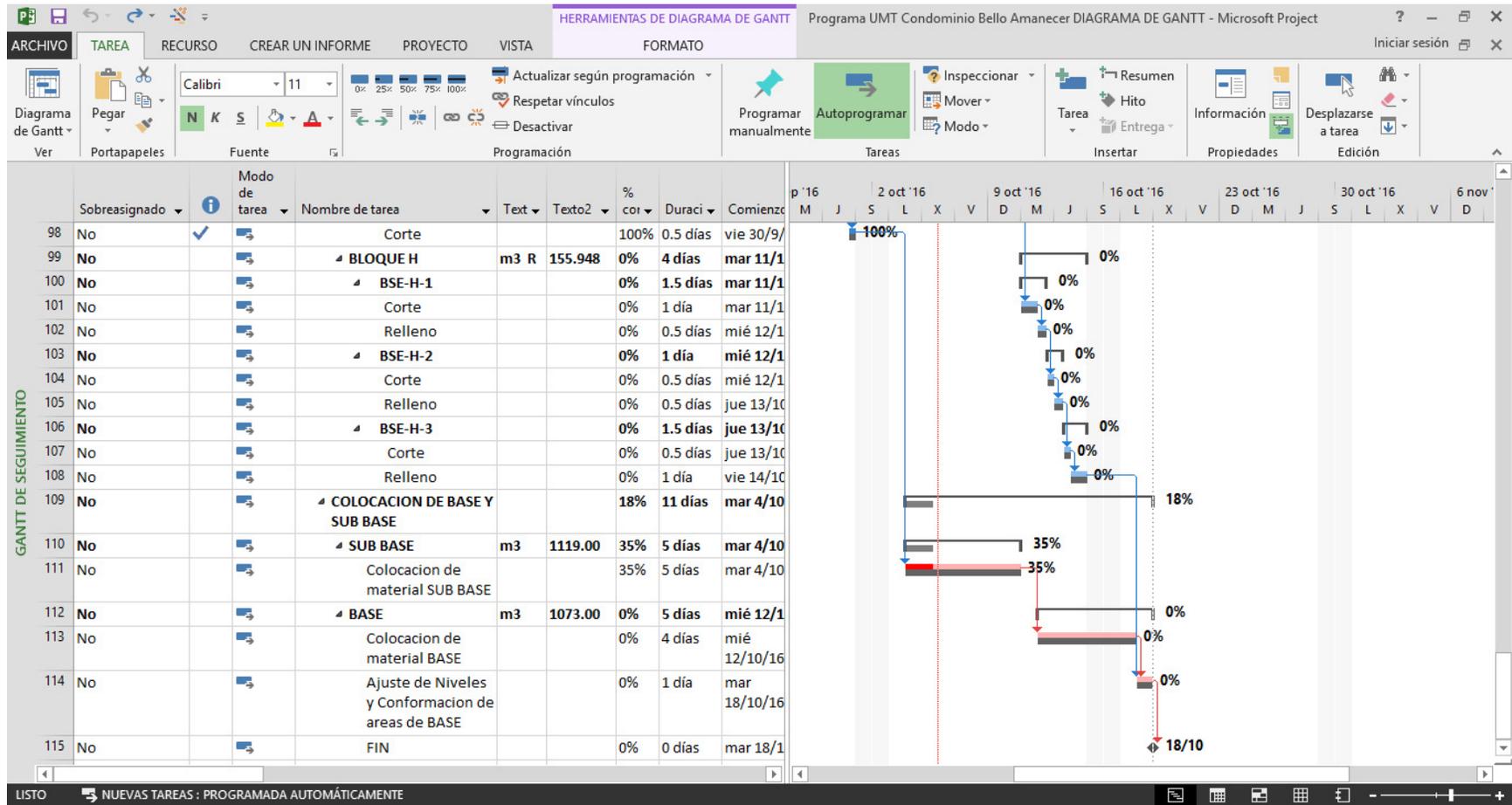
Otro aspecto muy importante que se debe tomar en cuenta es el choque de actividades que conllevan a sobre asignar un recurso, esto el programa Project 2013 lo muestra de manera inmediata permitiendo realizar un análisis de recursos, asintiendo un cambio de estrategia o la inclusión de un recurso adicional en caso de ser necesario.

Figura 20. Tareas y Recursos Proyecto Condominio Bello Amanecer⁵⁷

Modo de tarea	Nombre de tarea	Text	Texto2	% cor	Duraci	Comienzo	Fin	Predect	Nombres de los recursos	Costo	regar nueva colum
1	▲ Movimiento de Tierra Condominio Bello Amanecer			72%	27 días	lun 12/9/16	mar 18/10/16			\$154,535.00	
2	INICIO			100%	0 días	lun 12/9/16	lun 12/9/16			\$0.00	
3	▲ DESCAPOTE Y DESALOJO	m2	12074.71	100%	5 días	lun 12/9/16	vie 16/9/16		TRACTOR;EXCAVADORA;VOLQUETE 1;VOLQUETE 2;VOLQUETE 3;VOLQUETE 4	\$18,040.00	
4	Descapote (0.20 mts)			100%	3.5 días	lun 12/9/16	jue 15/9/16	2		\$0.00	
5	Desalojo Descapote			100%	2.5 días	mié 14/9/16	vie 16/9/16	4FC-1 día		\$0.00	
6	▲ CORTE EN CALLE A NIVEL DE ANDEN	m3 C	1361.54	100%	8.5 días	mar 20/9/16	vie 30/9/16		TRACTOR;EXCAVADORA;COMPACTADORA;CISTERNA 1;VOLQUETE 1;VOLQUETE 2;VOLQUETE 3;VOLQUETE 4	\$26,895.00	
7	Corte a nivel de Anden			100%	2.5 días	mar 20/9/16	jue 22/9/16	5FC+1 día		\$0.00	
8	Carga y Acarreo			100%	4 días	lun 26/9/16	vie 30/9/16	7FC+2 día		\$0.00	
9	▲ CORTE EN CALLE A NIVEL DE TERRACERIA	m3 C	1024.77	100%	8 días	vie 23/9/16	mié 5/10/16		CISTERNA 2;EXCAVADORA;VOLQUETE 3;VOLQUETE 4;VOLQUETE 5;VOLQUETE 6	\$16,030.00	
10	Corte a nivel de Terraceria			100%	3 días	vie 23/9/16	mié 28/9/16	7FC+1 día		\$0.00	
11	Carga y Acarreo			100%	2 días	lun 3/10/16	mié 5/10/16	8FC+1 día		\$0.00	
12	▲ TERRAZAS			74%	19 días	mar 20/9/16	vie 14/10/16			\$76,870.00	
13	▷ BLOQUE A	m3 R	163.170	100%	5.5 días	mar 20/9/16	mar 27/9/16		MOTONIVELADORA 1;COMPACTADORA;EXCAVADORA;VOLQUETE 1;VOLQUETE 2;VOLQUETE 3;VOLQUETE 4	\$13,805.00	
29	▷ BLOQUE B	m3 C	81.227	100%	3 días	mar 20/9/16	jue 22/9/16		MOTONIVELADORA 2;CISTERNA 2;EXCAVADORA;VOLQUETE 1;VOLQUETE 2;VOLQUETE 3;VOLQUETE 4	\$8,130.00	
42	▷ BLOQUE C	m3 C	80.918	100%	2 días	vie 23/9/16	lun 26/9/16		CISTERNA 2;MOTONIVELADORA 2;COMPACTADORA;EXCAVADORA;VOLQUETE 1;VOLQUETE 2;VOLQUETE 3;VOLQUETE 4	\$5,860.00	
51	▷ BLOQUE D	m3 R	98.986	100%	2 días	mar 27/9/16	mié 28/9/16		MOTONIVELADORA 2;COMPACTADORA;EXCAVADORA;VOLQUETE 1;VOLQUETE 2;VOLQUETE 3;VOLQUETE 4	\$5,860.00	
60	▷ BLOQUE E	m3 R	189.486	100%	4 días	jue 29/9/16	mar 4/10/16		MOTONIVELADORA 2;COMPACTADORA;EXCAVADORA;VOLQUETE 1;VOLQUETE 2;VOLQUETE 3;VOLQUETE 4	\$13,150.00	
73	▷ BLOQUE F	m3 R	518.760	19%	4 días	mié 5/10/16	lun 10/10/16		MOTONIVELADORA 2;COMPACTADORA;EXCAVADORA;VOLQUETE 1;VOLQUETE 2;VOLQUETE 3;VOLQUETE 4	\$10,400.00	
86	▷ BLOQUE G	m3 R	74.808	100%	3.5 días	mar 27/9/16	vie 30/9/16		CISTERNA 1;MOTONIVELADORA 1;COMPACTADORA;EXCAVADORA;VOLQUETE 1;VOLQUETE 2;VOLQUETE 3;VOLQUETE 4	\$9,265.00	
99	▷ BLOQUE H	m3 R	155.948	0%	4 días	mar 11/10/16	vie 14/10/16		MOTONIVELADORA 2;EXCAVADORA;COMPACTADORA;VOLQUETE 1;VOLQUETE 2;VOLQUETE 3;VOLQUETE 4	\$10,400.00	

⁵⁷ Fuente Propia

Figura 21. Ruta crítica Proyecto Condominio Bello Amanecer⁵⁸



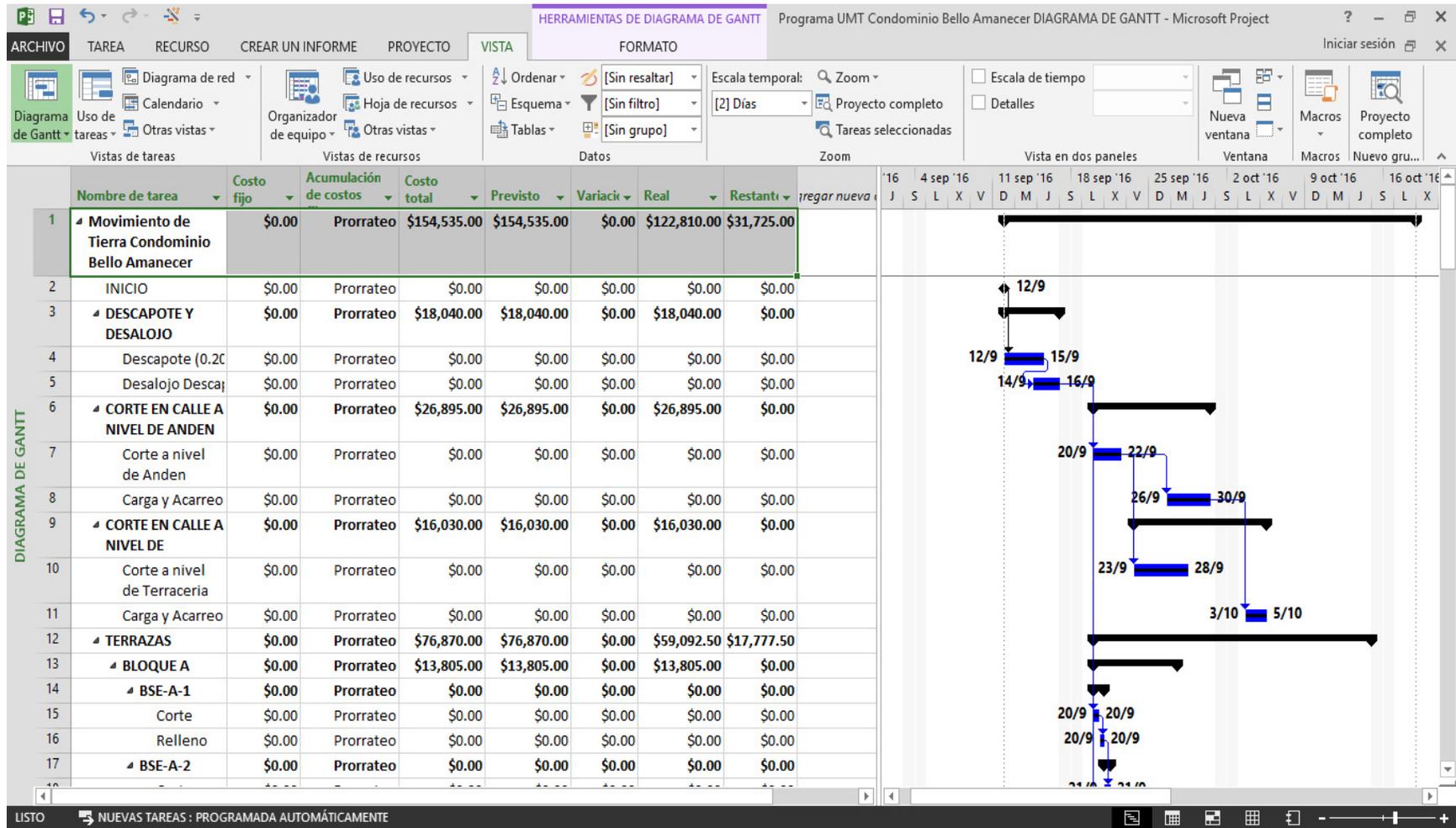
⁵⁸ Fuente Propia

Figura 22. Herramienta de usos de recursos Proyecto Condominio Bello Amanecer⁵⁹

Nombre del recurso	Trabajo	Detalles	11 sep '16				25 sep '16			9 oct '16			
			V	M	S	X	D	J	L	V	M	S	X
1 ▷ TRACTOR	108 horas	Trabajo	8h	32h	8h	24h	24h	12h					
2 ▷ EXCAVADORA	396 horas	Trabajo	8h	32h	24h	76h	96h	60h	52h	16h	32h		
3 ▷ VOLQUETE 1	180 horas	Trabajo	8h	32h	16h	48h	48h	28h					
4 ▷ VOLQUETE 2	180 horas	Trabajo	8h	32h	16h	48h	48h	28h					
5 ▷ VOLQUETE 3	324 horas	Trabajo	8h	32h	16h	52h	72h	44h	52h	16h	32h		
6 ▷ VOLQUETE 4	324 horas	Trabajo	8h	32h	16h	52h	72h	44h	52h	16h	32h		
7 ▷ VOLQUETE 5	104 horas	Trabajo	8h	32h		4h	24h	16h	20h				
8 ▷ VOLQUETE 6	104 horas	Trabajo	8h	32h		4h	24h	16h	20h				
9 ▷ MOTONIVELADORA 1	184 horas	Trabajo			8h	24h	24h	32h	40h	16h	24h	16h	
10 ▷ MOTONIVELADORA 2	192 horas	Trabajo			8h	24h	24h	16h	32h	16h	56h	16h	
11 ▷ COMPACTADORA	372 horas	Trabajo			24h	72h	72h	44h	56h	32h	56h	16h	
12 ▷ CISTERNA 1	260 horas	Trabajo	8h	32h	16h	48h	48h	28h	24h	16h	24h	16h	
13 ▷ CISTERNA 2	296 horas	Trabajo	8h	32h	8h	28h	48h	32h	52h	16h	56h	16h	
		Trabajo											
		Trabajo											
		Trabajo											
		Trabajo											
		Trabajo											
		Trabajo											
		Trabajo											
		Trabajo											
		Trabajo											
		Trabajo											

⁵⁹ Fuente Propia

Figura 23. Herramienta de diagrama de GANTT costos por actividad Proyecto Condominio Bello Amanecer⁶⁰



⁶⁰ Fuente Propia

Figura 24. Herramienta de hoja de recursos Proyecto Condominio Bello Amanecer⁶¹

HERRAMIENTAS DE HOJA DE RECURSOS

Programa UMT Condominio Bello Amanecer DIAGRAMA DE GANTT - Microsoft Project

ARCHIVO TAREA RECURSO CREAR UN INFORME PROYECTO VISTA **HERRAMIENTAS DE HOJA DE RECURSOS** FORMATO

Diagrama de Gantt Ver Portapapeles Fuente Programación Tareas Insertar Propiedades Edición

	Nombre del recurso	Tipo	Etiqueta de material	Iniciales	Grupo	Capacidad máxima	Tasa estándar	Tasa horas extra	Costo/U:	Acumu	Calendario base	Cód	regar nueva colum
1	TRACTOR	Trabajo		T	TRACTOR	100%	\$85.00/hora	\$0.00/hora	\$350.00	Prorratio	Estándar		
2	EXCAVADORA	Trabajo		E	EXCAVADORA	100%	\$65.00/hora	\$0.00/hora	\$350.00	Prorratio	Estándar		
3	VOLQUETE 1	Trabajo		V	VOLQUETE	100%	\$40.00/hora	\$0.00/hora	\$80.00	Prorratio	Estándar		
4	VOLQUETE 2	Trabajo		V	VOLQUETE	100%	\$40.00/hora	\$0.00/hora	\$80.00	Prorratio	Estándar		
5	VOLQUETE 3	Trabajo		V	VOLQUETE	100%	\$40.00/hora	\$0.00/hora	\$80.00	Prorratio	Estándar		
6	VOLQUETE 4	Trabajo		V	VOLQUETE	100%	\$40.00/hora	\$0.00/hora	\$80.00	Prorratio	Estándar		
7	VOLQUETE 5	Trabajo		V	VOLQUETE	100%	\$40.00/hora	\$0.00/hora	\$80.00	Prorratio	Estándar		
8	VOLQUETE 6	Trabajo		V	VOLQUETE	100%	\$40.00/hora	\$0.00/hora	\$80.00	Prorratio	Estándar		
9	MOTONIVELADO 1	Trabajo		M	PATROL	100%	\$75.00/hora	\$0.00/hora	\$350.00	Prorratio	Estándar		
10	MOTONIVELADO 2	Trabajo		M	PATROL	100%	\$75.00/hora	\$0.00/hora	\$350.00	Prorratio	Estándar		
11	COMPACTADORA	Trabajo		C	COMPACTADORA	100%	\$50.00/hora	\$0.00/hora	\$380.00	Prorratio	Estándar		
12	CISTERNA 1	Trabajo		C	CISTERNA	100%	\$110.00/día	\$0.00/hora	\$80.00	Prorratio	Estándar		
13	CISTERNA 2	Trabajo		C	CISTERNA	100%	\$110.00/día	\$0.00/hora	\$80.00	Prorratio	Estándar		

HOJA DE RECURSOS

LISTO NUEVAS TAREAS : PROGRAMADA AUTOMÁTICAMENTE

⁶¹ Fuente Propia

Tabla 24. Costo directo total ejecución proyecto Condominio Bello Amanecer⁶².

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	% completado	Costo	Trabajo
Movimiento de Tierra Condominio Bello Amanecer	27 días	lun 12/9/16	mar 18/10/16	100%	\$154,535.00	3,024 horas
INICIO	0 días	lun 12/9/16	lun 12/9/16	100%	\$0.00	0 horas
DESCAPOTE Y DESALOJO	5 días	lun 12/9/16	vie 16/9/16	100%	\$18,040.00	400 horas
Descapote (0.20 mts)	3.5 días	lun 12/9/16	jue 15/9/16	100%	\$0.00	0 horas
Desalojo Descapote	2.5 días	mié 14/9/16	vie 16/9/16	100%	\$0.00	0 horas
CORTE EN CALLE A NIVEL DE ANDEN	8.5 días	mar 20/9/16	vie 30/9/16	100%	\$26,895.00	544 horas
Corte a nivel de Anden	2.5 días	mar 20/9/16	jue 22/9/16	100%	\$0.00	0 horas
Carga y Acarreo	4 días	lun 26/9/16	vie 30/9/16	100%	\$0.00	0 horas
CORTE EN CALLE A NIVEL DE TERRACERIA	8 días	vie 23/9/16	mié 5/10/16	100%	\$16,030.00	384 horas
Corte a nivel de Terracería	3 días	vie 23/9/16	mié 28/9/16	100%	\$0.00	0 horas
Carga y Acarreo	2 días	lun 3/10/16	mié 5/10/16	100%	\$0.00	0 horas
TERRAZAS	19 días	mar 20/9/16	vie 14/10/16	100%	\$76,870.00	1,376 horas
BLOQUE A	5.5 días	mar 20/9/16	mar 27/9/16	100%	\$13,805.00	264 horas
BLOQUE B	3 días	mar 20/9/16	jue 22/9/16	100%	\$8,130.00	144 horas
BLOQUE C	2 días	vie 23/9/16	lun 26/9/16	100%	\$5,860.00	96 horas
BLOQUE D	2 días	mar 27/9/16	mié 28/9/16	100%	\$5,860.00	96 horas
BLOQUE E	4 días	jue 29/9/16	mar 4/10/16	100%	\$13,150.00	224 horas
BLOQUE F	4 días	mié 5/10/16	lun 10/10/16	100%	\$10,400.00	192 horas
BLOQUE G	3.5 días	mar 27/9/16	vie 30/9/16	100%	\$9,265.00	168 horas
BLOQUE H	4 días	mar 11/10/16	vie 14/10/16	100%	\$10,400.00	192 horas
COLOCACION DE BASE Y SUB BASE	11 días	mar 4/10/16	mar 18/10/16	100%	\$16,700.00	320 horas
SUB BASE	5 días	mar 4/10/16	lun 10/10/16	100%	\$6,360.00	120 horas
Colocación de material SUB BASE	5 días	mar 4/10/16	lun 10/10/16	100%	\$0.00	0 horas
BASE	5 días	mié 12/10/16	mar 18/10/16	100%	\$10,340.00	200 horas
Colocación de material BASE	4 días	mié 12/10/16	lun 17/10/16	100%	\$0.00	0 horas
Ajuste de Niveles y Conformación de áreas de BASE	1 día	mar 18/10/16	mar 18/10/16	100%	\$0.00	0 horas
FIN	0 días	mar 18/10/16	mar 18/10/16	100%	\$0.00	0 horas

⁶² Fuente Propia

4.6. MANTENIMIENTO Y GESTION.

4.6.1. Mantenimiento centrado en confiabilidad (MCC)

Es un mantenimiento que está orientado específicamente hacia la sistematización y el ordenamiento de los elementos que constituyen la administración del mantenimiento industrial.

Este mantenimiento tiene como ventaja, que la misma promueve el uso de las nuevas tecnologías para el campo de mantenimiento. La aplicación de nuevas técnicas bajo el enfoque del MCC optimiza de forma eficiente, los procesos de producción y disminuye al máximo los posibles riesgos al personal.

Se puede definir como la capacidad de un ISED (instalaciones, sistemas, equipos y dispositivos), de realizar su función de la manera prevista.

4.6.2. Análisis de Gestión en Mantenimiento

Una vez conocidos los sistemas de control y monitoreo de equipos para la inspección y mantenimiento de los mismos se puede escoger el más idóneo según las condiciones de la maquinaria con la que se cuenta.

Se conoce el estado de los equipos y su relativo uso, por ello se puede definir que son equipos relativamente nuevos. Sustentados con un registro de incidentes e intervenciones se puede seleccionar la metodología adecuada para garantizar el seguimiento de la maquinaria.

Conociendo el estatus y disponibilidad de cada equipo se inicia un análisis de control con una pregunta sin duda muy importante, **¿Que tanto afectara al rendimiento la condición de un equipo?**

Esto es muy sencillo de responder cuando la base de gestión de mantenimiento se apoya en un control centrado en confiabilidad, ya que esto demuestra el nivel de seguimiento que se tiene en cuanto al registro de sucesos y tipo de intervenciones. Este sistema de monitoreo permite llevar un control más fiable del estado del equipo, acompañado por una estructura que administra los recursos que mantendrán en buen estado a la maquinaria. En este caso el personal adecuado para realizar las tareas de mantenimientos preventivos, así como, las herramientas básicas que se debe dar a conocer al operador para el completo conocimiento del equipo que se encuentra operando.

Algo muy importante cuando se maneja maquinaria amarilla, es que se deben establecer parámetros definidos y centrar las metas a la realización de mantenimientos meramente predictivos. Esto incluye la estructura básica de un mantenimiento de 250 hrs hasta uno de 1000 hrs.

Se maneja un inventario de equipos CATERPILLAR. En máquinas amarillas por tanto se debe considerar todos los aspectos fundamentales que sirven como base al mantenimiento centrado en confiabilidad.

Tabla 25. Ciclos de mantenimientos Preventivos⁶³.

A lectura del horometro, realice este/estos MP's	MP1	MP1 Inicial	MP2	MP2 Inicial	MP3	MP4
	250 Hrs	250 Hrs	500 Hrs	500 Hrs	1000 Hrs	2000 Hrs
250	X	X				
500			X	X		
750	X					
1000					X	
1250	X					
1500			X			
1750	X					
2000						X

⁶³ NIMAC

Cada intervalo de mantenimiento corresponde a 250 hrs según lo que propone CATERPILLAR, esto para mantener el buen estado del equipo realizando los correspondientes cambios de aceites y filtros según el intervalo en el que se encuentre la máquina.

Además cada fabricante propone los intervalos de cambio que deben tener las herramientas de trabajo de un equipo. Llámese cuchilla, riper, etc... Permitiendo así alargar la vida útil de los implementos y a su vez evitando deterioros en la estructura que porta a la herramienta de trabajo.

Para dar paso a una buena estrategia de mantenimiento quizás no es necesario tener muy en cuenta qué tantos insumos se necesitan para mantener a un equipo en buen funcionamiento, si no, qué se debe y cuándo se debe hacer las actividades correspondientes según los intervalos especificados por cada fabricante.

Por ello se debe elaborar un plan estratégico de mantenimiento preventivo que brinde un paso a paso de las actividades centrales que componen una intervención en el equipo sin importar el intervalo en el que se encuentre. Así mismo un check list que permita conocer el estado del equipo⁶⁴.

4.6.3. Estrategia adecuada para control y seguimiento de maquinaria

Debido a que **La Empresa Constructora** no estimó realizar un control de seguimiento de maquinaria durante la ejecución del proyecto causando atrasos en la ejecución no se puede hacer una comparación clara en cuanto a la estrategia empleada, pero se puede indicar de forma sencilla como establecer control de seguimiento para la maquinaria que fue utilizada en la obra por dicha empresa.

Esta estrategia puede resultar muy sencilla si se utilizan algunos datos con los cuales se ha planeado la ejecución del proyecto, tales como la estimación de horas

⁶⁴ Ver Anexo 9

por actividad que ejecutara cada máquina, la cual ayuda a realizar un control de mantenimientos preventivos.

Para ello se propone el uso de una tabla sencilla que puede ser elaborada en una hoja de Excel permitiendo incluir campos tales como solicitud de insumos, notificaciones a través de alertas y un sin número de campos que se pueden colocar según la conveniencia de la persona que le dé seguimiento a los equipos.

Tabla 26. Mantenimientos Preventivos sección 1⁶⁵.

CONTROL DE MANTENIMIENTO PROYECTO CONDOMINIO BELLO AMANECER							
ITEM	CODIGO	TIPO DE EQUIPO	HOROMETRO ACTUAL	HORAS A TRABAJAR	HOROMETRO PROYECTADO	FECHA DE ACTUALIZACION	ESTADO (HRS)
1	41-11	EXCAVADORA CAT 320D2	2085	396	2481	12/9/2016	165
2	40-06	TRACTOR D6 XL	2395.9	108	2503.9	12/9/2016	104.1
4	43-06	MOTONIVELADOR CAT 120 H	2350.5	184	2534.5	12/9/2016	149.5
5	43-05	MOTONIVELADOR CAT 120 H	2675.38	192	2867.38	12/9/2016	74.62
6	42-06	COMPACTADORA CAT CS533E	921.9	372	1293.9	12/9/2016	78.1

Este control debe ser retroalimentado constantemente según la cantidad de horas que se trabajen semanalmente, la tabla puede ser actualizada semanalmente en el caso del proyecto **Condominio Bello Amanecer** ya que las jornadas diarias son de 8.5 hrs por lo cual los controles de solicitud de insumos estarán sujetos a este rango de horas.

⁶⁵ Fuente Propia

Tabla 27. Mantenimientos Preventivos sección 2⁶⁶.

CONTROL DE MANTENIMIENTO PROYECTO CONDOMINIO BELLO AMANECER										
PROXIMO MANTENIMIENTO /HOROMETRO	FECHA DE MANTENIMIENTO	PROXIMO SERVICIO HORAS	250	500	750	1000	PROMEDIO DIAS RESTANTES PARA SERVICIO	SOLICITUD DE FILTROS	ESTADO DE SOLICITUD	INSUMOS
2250	30/9/2016	2731	1				19	SOLICITAR		
2500	24/9/2016	2753.9		1			12	SOLICITAR		
2500	29/9/2016	2784.5		1			18	SOLICITAR		
2750	20/9/2016	3117.38			1		9	SOLICITAR		
1000	21/9/2016	1543.9	1			1	9	SOLICITAR		

⁶⁶ Fuente Propia

4.6.4. Consideraciones Indispensables

Para tener un buen manejo del estado de los equipos se debe crear una organización sistemática que incluya al personal de mantenimiento. En este caso se consideran de importancia los siguientes aspectos o consideraciones:

4.6.4.1. Acciones recomendadas

- Para el caso del proyecto condominio bello se considera el levantamiento de Horómetros de equipos de manera semanal
- Se establece como asignación obligatoria para el operador realizar una revisión de su equipo cada vez que este suba a la maquina en tres niveles distintos: A nivel de Suelo, A nivel de Motor y A nivel de Cabina⁶⁷.
- Los Mantenimientos Preventivos se deben realizar fuera de la jornada laboral, y dispuestos en las fechas que se muestran en la **Tabla 15**.
- Para el Control de los equipos se establece necesario la permanencia de un mecánico, un ayudante de mecánica y un llantero.

4.6.5. Costos de Mantenimiento.

Todo proyecto que utilice maquinaria de Movimiento de Tierra debe ser planeado para considerar una cantidad de recursos para el mantenimiento del mismo. Esto quiere decir que al considerar una renta, esta debe estar basada en todos aquellos aspectos que involucran el cuidado y mantenimiento del equipo.

Los insumos y mano de obra que se utilizan para realizar cualquier tipo de mantenimiento sea correctivo o preventivo deben también ser considerados para luego ser incluidos dentro de un plan de trabajo así como un presupuesto.

⁶⁷ Ver Anexo 9

Por tanto para demostrar el valor que conlleva realizar una planeación antes de ejecutar un trabajo de Movimiento de Tierra desde el punto de vista de mantenimiento se debe contemplar monetariamente lo que significa estimar un costo de mantenimiento.

Para ello se ha seleccionado la Compactadora CAT CS533E⁶⁸:

4.6.5.1. Consideraciones de mantenimiento compactadora CAT CS533E.

4.6.5.1.1. Viscosidad en aceites CS533E⁶⁹

Tabla 28. Viscosidades para compactadoras caterpillar⁷⁰.

RESERVORIO/SISTEMA	VISCOSIDAD DEL ACEITE	°C	
		MIN	MAX
Cárter del motor	SAE 0W30	-40	+30
	SAE 0W20	-40	+10
	SAE 5W20	-30	+10
	SAE 10W	-20	+10
	SAE 10W30	-20	+40
	SAE 15W40	-15	+50
	SAE 30	0	+40
	SAE 40	+5	+50
Sistema hidráulico	SAE 0W30	-40	+40
	SAE 0W20	-40	+40
	SAE 5W20	-30	+40
	SAE 10W	-20	+40
	SAE 10W30	-20	+40
	SAE 15W40	-15	+50
	SAE 30	+10	+50
Cojinete de soporte del tambor, caja del eje de pesas excéntricas y reductor del engranaje del tambor	80W-90	-20	+20
	85W-140	-5	+50
	80W-140	-20	+50
	ISO 220 Sintético	-20	+50
Diferencial	15W40	-25	+40
	20W30	-25	+40

⁶⁸ Ver **Tabla 1**

⁶⁹ NIMAC

⁷⁰ Manual de rendimiento caterpillar edición 2016

4.6.5.1.2. Niveles de reservorio CS533E⁷¹

Tabla 29. Niveles de reservorio para compactadoras caterpillar⁷².

RODILLO CAT CS-533E	Sistema de enfriamiento	37.9	10
	Tanque de combustible	246	65
	Aceite de motor y filtro	15.2	4
	Tanque hidráulico	118	31
	Diferencial	16.1	4.2
	Reductor de engranaje del eje	0.5	0.13
	Depósito de cojinete de eje de pesas excéntricas	55	14.5
	Caja de cojinete de soporte del tambor	2	0.5
	Reductor de engranaje del tambor	3.2	0.8

Tabla 30. Capacidades de llenado en depósitos principales⁷³.

Capacidades de llenado de servicio

	Litros	Galones
Tanque de combustible (cantidad utilizable)	180	47
Capacidad total	200	53
Sistema de enfriamiento	19	5
Aceite de motor con filtro	9	2,4
Compartimiento de peso excéntrico	26	6,9
Eje y mandos finales	18	4,8
Tanque hidráulico	60	16
Sistema de filtración hidráulica (tipo presión)		

⁷¹ NIMAC

⁷² Manual de rendimiento caterpillar edición 2016

⁷³ NIMAC

4.6.5.1.3. Servicio de mantenimiento preventivo CS533E⁷⁴

Tabla 31. Mantenimiento para servicio de 250 horas CS533E⁷⁵.

250 HRS						
CANTIDAD	U/M	NUMERO	DESCRIPCION	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL	MANO DE OBRA
1	UNIDAD	7W2326	FILTRO DE ACEITE HIDRAULICO	415.65	415.65	
1	UNIDAD	2065235	FILTRO DE AIRE SECUNDARIO	1217.95	1217.95	
1	UNIDAD	2065234	FILTRO DE AIRE PRIMARIO	1436.1	1436.1	
1	UNIDAD	1R1804	FILTRO DE COMBUSTIBLE	586.75	586.75	
1	UNIDAD	1G8878	FILTRO DE ACEITE	2225.5	2225.5	
2	UNIDAD	121145	GRASA	83.4	166.8	
1	UNIDAD	4794131	FILTRO DE COMBUSTIBLE	1236.05	1236.05	
4.2	GALONES	20W-30	ACEITE PARA DIFERENCIAL	495.078	2079.3276	
4	GALONES	15W-40	ACEITE PARA MOTOR	322.95	1291.8	
16	GALONES	10W	ACEITE HIDRAULICO	544.5	8712	
TOTAL 250 HRS					\$645.60	\$150.00

Tabla 32. Mantenimiento para servicio de 1000 horas CS533E⁷⁶.

1000 HRS						
CANTIDAD	U/M	NUMERO	DESCRIPCION	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL	MANO DE OBRA
1	UNIDAD	7W2326	FILTRO DE ACEITE HIDRAULICO	415.65	415.65	
1	UNIDAD	2065235	FILTRO DE AIRE SECUNDARIO	1217.95	1217.95	
1	UNIDAD	2065234	FILTRO DE AIRE PRIMARIO	1436.1	1436.1	
1	UNIDAD	1R1804	FILTRO DE COMBUSTIBLE	586.75	586.75	
1	UNIDAD	1G8878	FILTRO DE ACEITE	2225.5	2225.5	
2	UNIDAD	121145	GRASA	83.4	166.8	
1	UNIDAD	4794131	FILTRO DE COMBUSTIBLE	1236.05	1236.05	
4.2	GALONES	20W-30	ACEITE PARA DIFERENCIAL	495.078	2079.3276	
4	GALONES	15W-40	ACEITE PARA MOTOR	322.95	1291.8	
16	GALONES	10W	ACEITE HIDRAULICO	544.5	8712	
0.5	GALONES	80W-90	ACEITE PARA CAJA DE COJINETE DE SOPORTE DE TAMBOR	545.4	272.7	
14.5	GALONES	80W-90	ACEITE PARA CAJA DE EJE DE PESAS EXCENTRICAS	545.4	7908.3	
4.8	GALONES	20W-30	ACEITE PARA DIFERENCIAL	495.078	2376.3744	
0.8	GALONES	80W-90	ACEITE PARA REDUCTOR DE ENGRANAJE DEL TAMBOR	545.4	436.32	
1	UNIDAD	-	RESPIRADERO DEL TANQUE	2530	2530	
TOTAL 1000 HRS					\$1,096.39	\$310.00

⁷⁴ Fuente Propia

⁷⁵ Fuente propia

⁷⁶ Fuente Propia

4.6.5.1.4. Resumen

Por tanto para demostrar el valor que conlleva realizar una planeación antes de ejecutar un trabajo de Movimiento de Tierra desde el punto de vista de mantenimiento se debe contemplar monetariamente lo que significa estimar un costo de mantenimiento y considerarlo como parte de los costos indirectos.

CONCLUSIONES

Partiendo del análisis del uso de la maquinaria requerida para la ejecución de Condominio Bello Amanecer, encontramos las siguientes consideraciones:

1. Cuentan con una estructura técnico administrativo y financiera básica para la ejecución de la obra: gerente de proyecto, ing. Residente, maestro de obra, operarios, ayudantes, topógrafos y la contratación de maquinaria.
2. Definición de un plan de ejecución de la obra, en la que se determinaron tiempos de ejecución vs. Costos.

Sin embargo, basándonos en la información brindada por la empresa ejecutora y la evaluación del uso de la maquinaria, consideramos que en la ejecución del proyecto se presentaron las siguientes debilidades:

1. No se estableció un parámetro de limpieza detallado por lo cual se crearon acopios de materiales en toda el área de trabajo
2. Mal manejo de los tiempos, registrándose atrasos significativos
3. Retrasos por coordinación de maquinaria, atribuidos a la administración por considerar como toma de decisiones poco incidentes en la producción y operación de la maquinaria
4. Falta de un plan de seguimiento y atención a la maquinaria.
5. No se establecieron las longitudes, en los cuales el tractor debería cortar y empujar el material para realizar la menor cantidad de cúmulos de tierra
6. Dificultades para cumplir en campo con la disminución de los tiempos de carga para hacerlos más eficientes
7. Pobre ejecución de la maquinaria en más de una actividad simultánea.
8. Estimación limitada de los tiempos de trabajo de compactadora, cisterna y ayudantes
9. Choque de actividades que conllevan a sobre asignar un recursos
10. Limitada inversión en la selección, cuidado y mantenimiento de la maquinaria para la ejecución eficiente y eficaz del proyecto.

11. El siguiente cuadro deja claramente definido el resultado que se obtiene al plantear un frente de trabajo sin el debido análisis de estrategias que permitan garantizar el adecuado uso de la maquinaria.

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	% completado	Costo de Ejecución	Trabajo
Movimiento de Tierra Condominio Bello Amanecer RESULTADOS DE ANÁLISIS	27 días	lun 12/9/16	mar 18/10/16	100%	\$154,535.00	3,024 horas
Movimiento de Tierra Condominio Bello Amanecer EMPRESA CONSTRUCTORA	32 días	lun 12/9/16	jue 25/10/16	100%	\$181,270.00	3,672 horas

Resumiendo, es importante evitar los errores en la calidad de los resultados al no proceder con el manejo adecuado de la maquinaria, lo cual provoca la baja de rendimiento o en el peor de los casos, la avería del equipo.

Las afectaciones no solo pueden ser perjudiciales para la maquinaria sino para el avance del proyecto en sí, generando mayores costos de ejecución, que a la larga provocan pérdidas sustanciales.

La maquinaria propuesta para ejecutar la obra una vez conocidos los alcances, permite desarrollar todas las actividades que describe el proyecto, en caso de algunas tareas como lo es el corte a nivel de sub rasante explica un proceso que es analizado en función de la lógica de trabajo así como del costo de ejecución del mismo, considerando más efectivo el uso excavadora y tractor para el corte y traslado del material con una disminución del **47%** del costo de corte y acarreo en Sub rasante.

Todo lo antes mencionado se resume en base al interés que toda empresa constructora persigue, que es realizar proyectos de forma eficaz y con garantías de obtener utilidades, por tanto se expresa claramente el resultado de garantizar todas las medidas adecuadas que competen a la elaboración de estrategias previas a la construcción o confección de cualquier proyecto y el seguimiento del mismo.

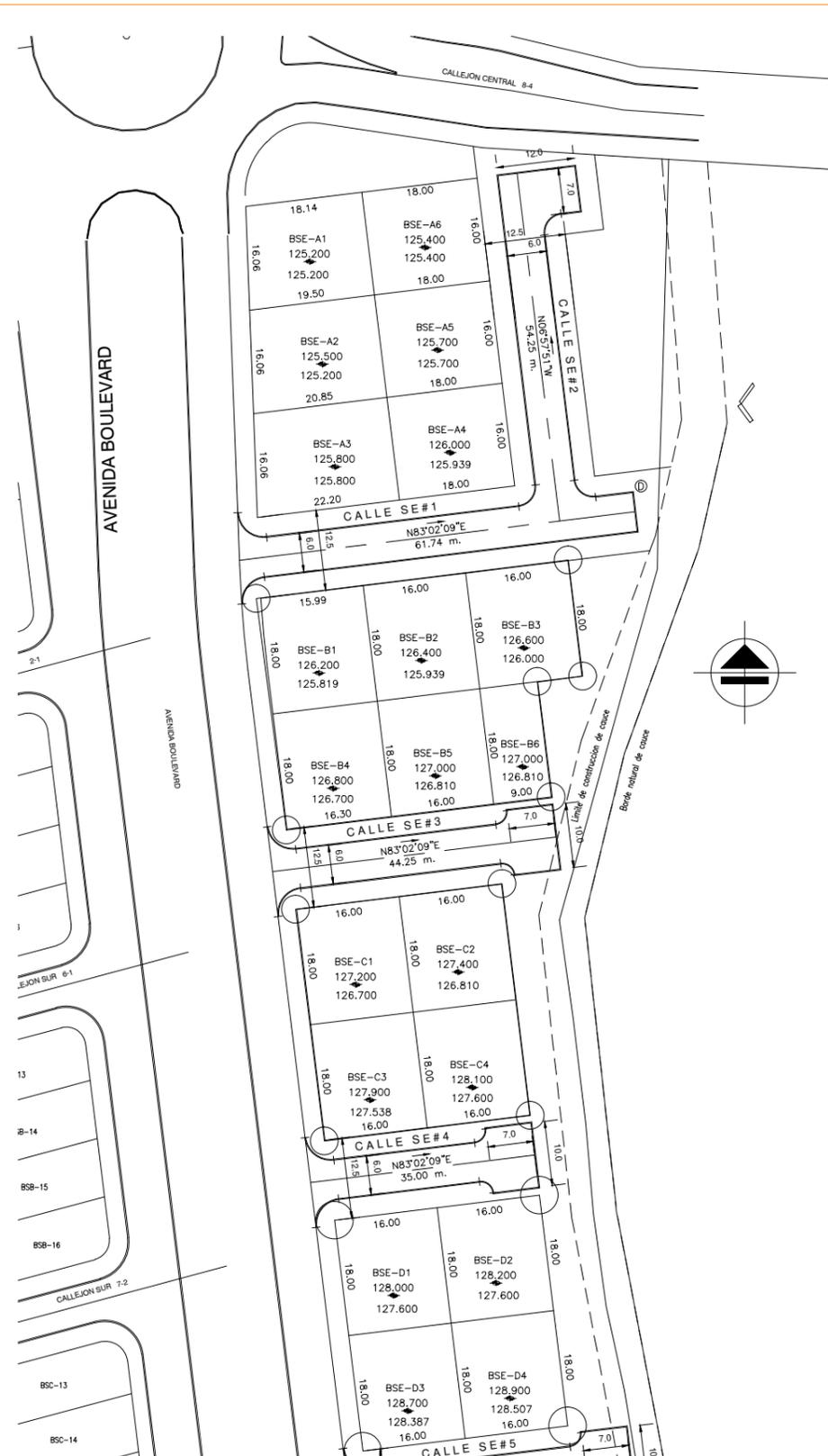
RECOMENDACIONES

A partir del análisis de los resultados, nos permitimos las siguientes recomendaciones como estrategias para potenciar la productividad de la maquinaria:

1. Tener un buen manejo del estado de los equipos.
2. Crear una organización sistemática que incluya al personal de mantenimiento.
3. Conocer los tipos de maquinarias a utilizar en obras de movimiento de tierra y las características de cada una de ellas.
4. Programar Mantenimientos Preventivos, los que se deben realizar fuera de la jornada laboral, y dispuestos en las fechas que se muestran en la **Tabla 26**.
5. Considerar la permanencia de un mecánico, un ayudante de mecánica y un llantero.
6. Definir una planificación objetiva, considerando la cantidad necesaria de recursos para el mantenimiento del mismo; esto quiere decir que al considerar una renta, esta debe estar basada en todos aquellos aspectos que involucran el cuidado y mantenimiento del equipo.
7. Incluir dentro del plan de trabajo y el presupuesto, los insumos y mano de obra que se utilizan para realizar cualquier tipo de mantenimiento sea correctivo o preventivo
8. Contemplar monetariamente lo que significa estimar un costo de mantenimiento, considerándolo como parte de los costos indirectos.
9. Generar estimaciones de costos acompañados con un buen control de ejecución en campo, así como la correcta relación de actividades que permite dar continuidad al proyecto.
10. El uso del **Software Project** que permite establecer una ruta crítica así como garantizar que los recursos no estén en conflicto.

BIBLIOGRAFIA.

- Gestión del mantenimiento módulo IV (2016). NIMAC
- Hernández J. (2008). Gestión de una empresa de movimiento de tierra. Tesina.
- Marengo J. (2016). Posgrado de Explotación de Equipos. Gestión de la maquinaria pesada para movimiento de tierra módulo 1.
- Marengo J. (2016). Posgrado de Explotación de Equipos. Maquinaria de construcción civil modulo I.
- Manual de rendimiento de maquinaria Caterpillar. (2016). Edición 31



PLANO DE CONJUNTO DE LOTIFICACION Y NIVELES DE TERRAZAS
 ESCALA: 1 : 5 0 0

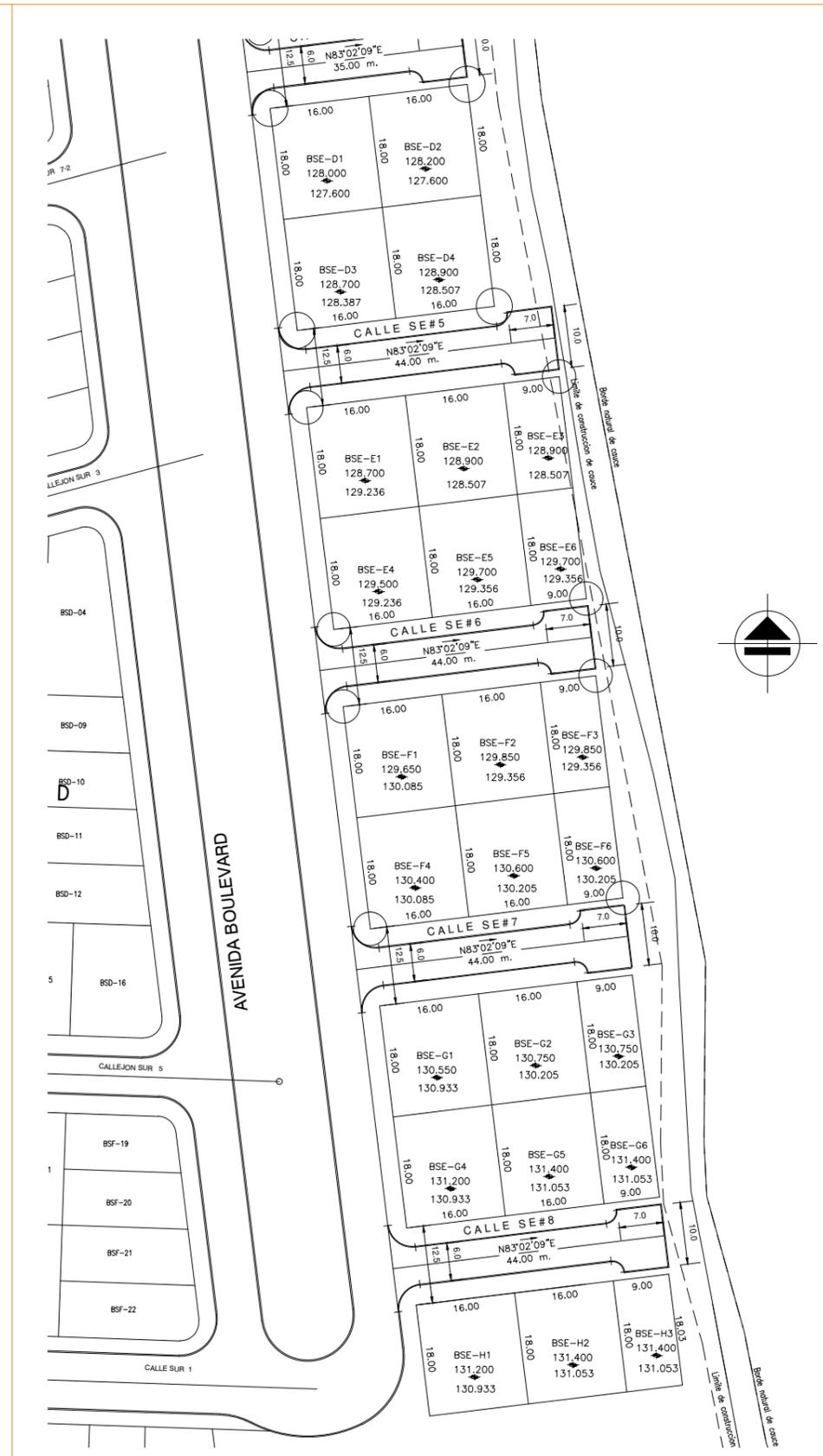


Tabla resumen de lotes bloque Sur-Este A			
LOTES	AREA (M2)	AREA (V2)	PERIMETRO (M)
BSE-A-1	301.097	427.081	69.694
BSE-A-2	322.767	457.818	72.403
BSE-A-3	344.437	488.555	75.111
BSE-A-4	288.000	408.504	68.000
BSE-A-5	288.000	408.504	68.000
BSE-A-6	288.000	408.504	68.000
TOTAL	1,832.301	2,598.963	

Tabla resumen de lotes bloque Sur-Este B			
LOTES	AREA (M2)	AREA (V2)	PERIMETRO (M)
BSE-B-1	292.294	414.594	68.299
BSE-B-2	288.000	408.504	68.000
BSE-B-3	288.000	408.504	68.000
BSE-B-4	293.400	416.163	68.600
BSE-B-5	288.000	408.504	68.000
BSE-B-6	162.000	229.783	54.000
TOTAL	1,611.694	2,286.051	

Tabla resumen de lotes bloque Sur-Este C			
LOTES	AREA (M2)	AREA (V2)	PERIMETRO (M)
BSE-C-1	288.000	408.504	68.000
BSE-C-2	288.000	408.504	68.000
BSE-C-3	288.000	408.504	68.000
BSE-C-4	288.000	408.504	68.000
TOTAL	1,152.000	1,634.014	

Tabla resumen de lotes bloque Sur-Este D			
LOTES	AREA (M2)	AREA (V2)	PERIMETRO (M)
BSE-D-1	288.000	408.504	68.000
BSE-D-2	288.000	408.504	68.000
BSE-D-3	288.000	408.504	68.000
BSE-D-4	288.000	408.504	68.000
TOTAL	1,152.000	1,634.014	

Tabla resumen de lotes bloque Sur-Este E			
LOTES	AREA (M2)	AREA (V2)	PERIMETRO (M)
BSE-E-1	288.000	408.504	68.000
BSE-E-2	288.000	408.504	68.000
BSE-E-3	162.000	229.783	54.000
BSE-E-4	288.000	408.504	68.000
BSE-E-5	288.000	408.504	68.000
BSE-E-6	162.000	229.783	54.000
TOTAL	1,476.000	2,093.581	

Tabla resumen de lotes bloque Sur-Este F			
LOTES	AREA (M2)	AREA (V2)	PERIMETRO (M)
BSE-F-1	288.000	408.504	68.000
BSE-F-2	288.000	408.504	68.000
BSE-F-3	162.000	229.783	54.000
BSE-F-4	288.000	408.504	68.000
BSE-F-5	288.000	408.504	68.000
BSE-F-6	162.000	229.783	54.000
TOTAL	1,476.000	2,093.581	

Tabla resumen de lotes bloque Sur-Este G			
LOTES	AREA (M2)	AREA (V2)	PERIMETRO (M)
BSE-G-1	288.000	408.504	68.000
BSE-G-2	288.000	408.504	68.000
BSE-G-3	162.000	229.783	54.000
BSE-G-4	288.000	408.504	68.000
BSE-G-5	288.000	408.504	68.000
BSE-G-6	162.000	229.783	54.000
TOTAL	1,476.000	2,093.581	

Tabla resumen de lotes bloque Sur-Este H			
LOTES	AREA (M2)	AREA (V2)	PERIMETRO (M)
BSE-H-1	288.000	408.504	68.000
BSE-H-2	288.000	408.504	68.000
BSE-H-3	162.000	229.783	54.000
TOTAL	738.000	1,046.790	

CUADRO DE VOLUMEN DE TERRAZAS			
Bloque	Volumen corte	Volumen relleno	Metodo utilizado
Sur este A	311.193 M3	39.071 M3	Superficie compuesta
Sur este B	246.486 M3	75.217 M3	Superficie compuesta
Sur este C	213.227 M3	135.658 M3	Superficie compuesta
Sur este D	186.422 M3	244.714 M3	Superficie compuesta
Sur este E	273.112 M3	253.212 M3	Superficie compuesta
Sur este F	26.869 M3	831.445 M3	Superficie compuesta
Sur este G	10.559 M3	1086.301 M3	Superficie compuesta
Sur este H	10.716 M3	155.948 M3	Superficie compuesta

**Los volúmenes de corte y relleno calculados no consideran abundamiento ni enjuntamiento respectivamente.

ANEXO 1

PROYECTO

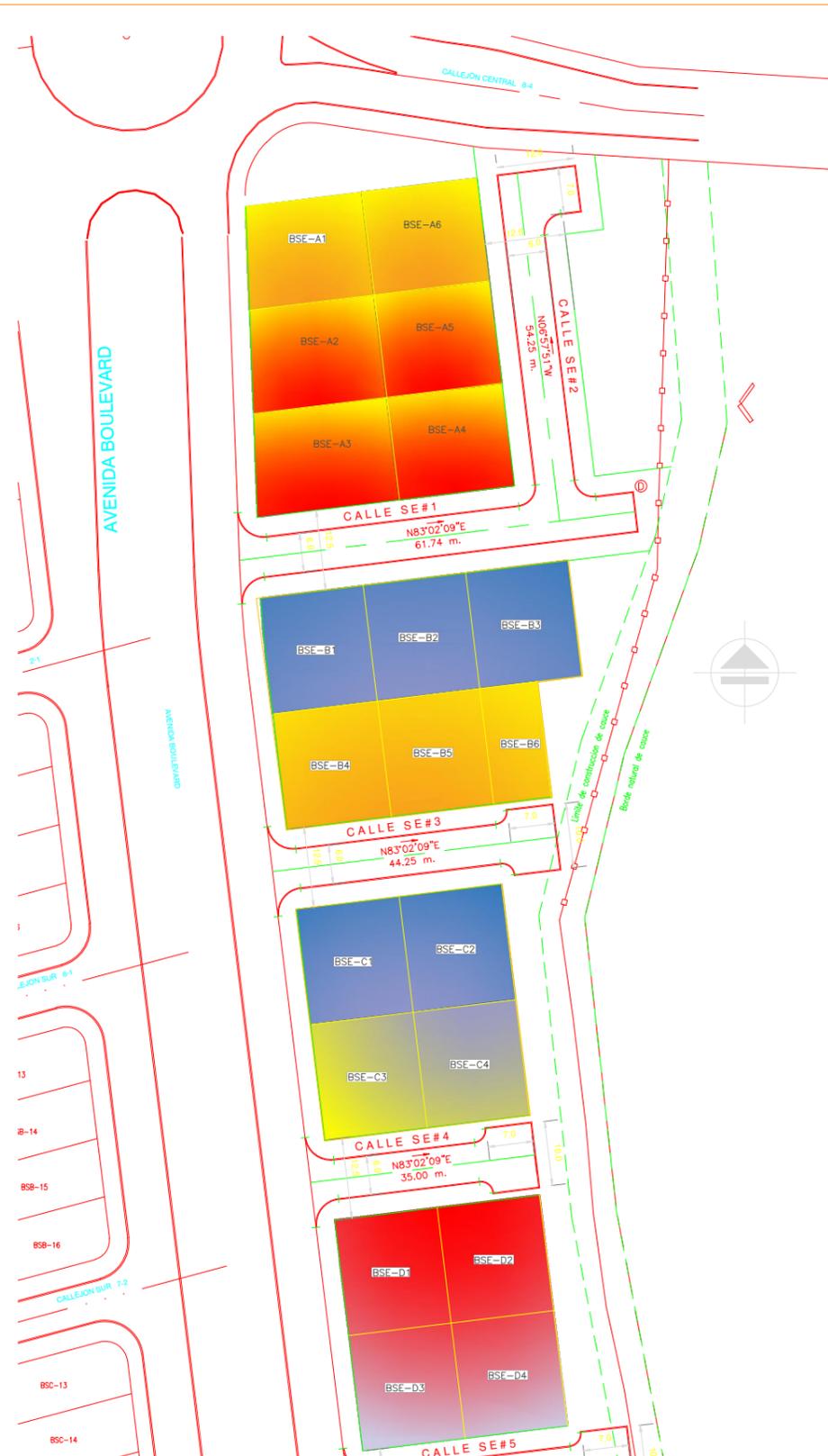
URBANIZACION ZONA DE RESERVA
 "CONDominio BELLO AMANECER"

CONTENIDO

PLANO DE CONJUNTO DE LOTIFICACION Y DE NIVELES DE TERRAZAS

DIBUJO	ESCALAS INDICADAS	FECHA AGOSTO 2016
--------	-------------------	-------------------

VIALIDAD		HOJA 01	DE 03
REVISO			
APROBO			



PLANO DE CONJUNTO DE LOTIFICACION Y NIVELES DE TERRAZAS
ESCALA: 1 : 5 0 0

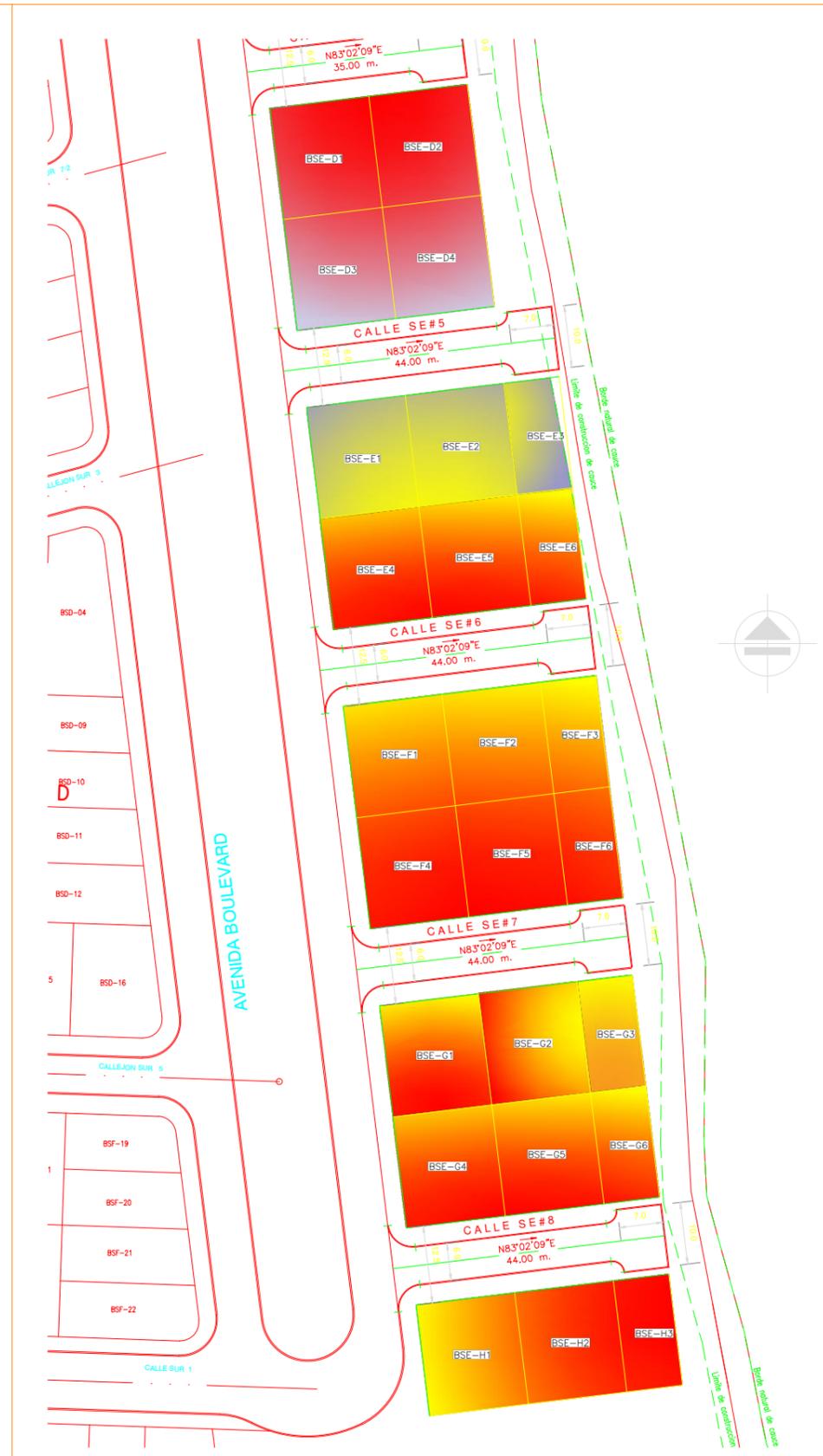


Tabla resumen de lotes bloque Sur-Este A			
LOTES	AREA (M2)	AREA (V2)	PERIMETRO (M)
BSE-A-1	301.097	427.081	69.694
BSE-A-2	322.767	457.818	72.403
BSE-A-3	344.437	488.555	75.111
BSE-A-4	288.000	408.504	68.000
BSE-A-5	288.000	408.504	68.000
BSE-A-6	288.000	408.504	68.000
TOTAL	1,832.301	2,598.963	

Tabla resumen de lotes bloque Sur-Este B			
LOTES	AREA (M2)	AREA (V2)	PERIMETRO (M)
BSE-B-1	292.294	414.594	68.299
BSE-B-2	288.000	408.504	68.000
BSE-B-3	288.000	408.504	68.000
BSE-B-4	293.400	416.163	68.600
BSE-B-5	288.000	408.504	68.000
BSE-B-6	162.000	229.783	54.000
TOTAL	1,611.694	2,286.051	

Tabla resumen de lotes bloque Sur-Este C			
LOTES	AREA (M2)	AREA (V2)	PERIMETRO (M)
BSE-C-1	288.000	408.504	68.000
BSE-C-2	288.000	408.504	68.000
BSE-C-3	288.000	408.504	68.000
BSE-C-4	288.000	408.504	68.000
TOTAL	1,152.000	1,634.014	

Tabla resumen de lotes bloque Sur-Este D			
LOTES	AREA (M2)	AREA (V2)	PERIMETRO (M)
BSE-D-1	288.000	408.504	68.000
BSE-D-2	288.000	408.504	68.000
BSE-D-3	288.000	408.504	68.000
BSE-D-4	288.000	408.504	68.000
TOTAL	1,152.000	1,634.014	

Tabla resumen de lotes bloque Sur-Este E			
LOTES	AREA (M2)	AREA (V2)	PERIMETRO (M)
BSE-E-1	288.000	408.504	68.000
BSE-E-2	288.000	408.504	68.000
BSE-E-3	162.000	229.783	54.000
BSE-E-4	288.000	408.504	68.000
BSE-E-5	288.000	408.504	68.000
BSE-E-6	162.000	229.783	54.000
TOTAL	1,476.000	2,093.581	

Tabla resumen de lotes bloque Sur-Este F			
LOTES	AREA (M2)	AREA (V2)	PERIMETRO (M)
BSE-F-1	288.000	408.504	68.000
BSE-F-2	288.000	408.504	68.000
BSE-F-3	162.000	229.783	54.000
BSE-F-4	288.000	408.504	68.000
BSE-F-5	288.000	408.504	68.000
BSE-F-6	162.000	229.783	54.000
TOTAL	1,476.000	2,093.581	

Tabla resumen de lotes bloque Sur-Este G			
LOTES	AREA (M2)	AREA (V2)	PERIMETRO (M)
BSE-G-1	288.000	408.504	68.000
BSE-G-2	288.000	408.504	68.000
BSE-G-3	162.000	229.783	54.000
BSE-G-4	288.000	408.504	68.000
BSE-G-5	288.000	408.504	68.000
BSE-G-6	162.000	229.783	54.000
TOTAL	1,476.000	2,093.581	

Tabla resumen de lotes bloque Sur-Este H			
LOTES	AREA (M2)	AREA (V2)	PERIMETRO (M)
BSE-H-1	288.000	408.504	68.000
BSE-H-2	288.000	408.504	68.000
BSE-H-3	162.000	229.783	54.000
TOTAL	738.000	1,046.790	

CUADRO DE VOLUMEN DE TERRAZAS			
Bloque	Volumen corte	Volumen relleno	Metodo utilizado
Sur este A	311.193 M3	39.071 M3	*Superficie compuesta
Sur este B	246.486 M3	75.217 M3	*Superficie compuesta
Sur este C	213.227 M3	135.658 M3	*Superficie compuesta
Sur este D	186.422 M3	244.714 M3	*Superficie compuesta
Sur este E	273.112 M3	253.212 M3	*Superficie compuesta
Sur este F	26.869 M3	831.445 M3	*Superficie compuesta
Sur este G	10.559 M3	1086.301 M3	*Superficie compuesta
Sur este H	10.716 M3	155.948 M3	*Superficie compuesta

**Los volúmenes de corte y relleno calculados no consideran abundamiento ni enjuntamiento respectivamente.

LEYENDA

- Conformacion y Nivelacion
- Corte
- Relleno
- Corte y Relleno

ANEXO 2

PROYECTO

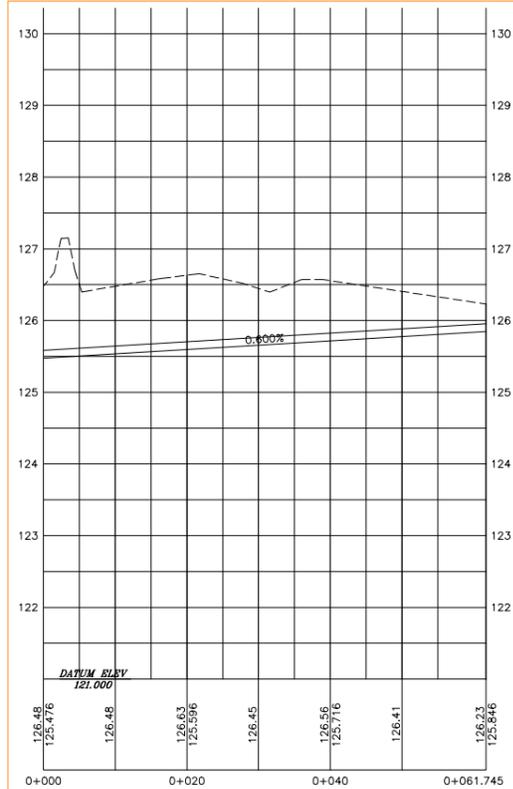
URBANIZACION ZONA DE RESERVA
"CONDominio BELLO AMANECER"

CONTENIDO

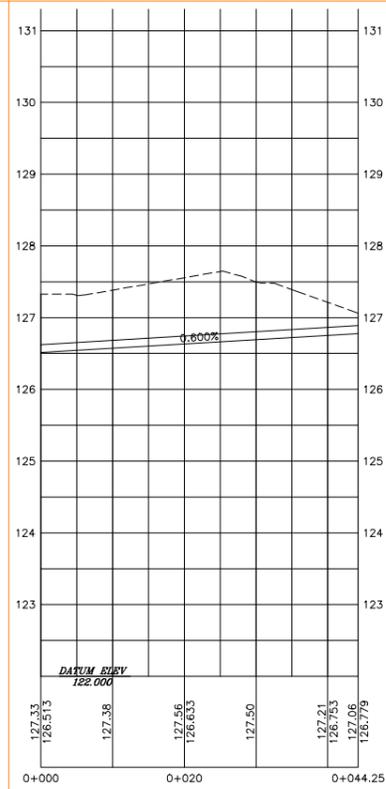
PLANO DE MOVIMIENTO DE TIERRA, CORTES Y RELLENOS

DIBUJO	ESCALAS	FECHA
	INDICADAS	AGOSTO 2,016

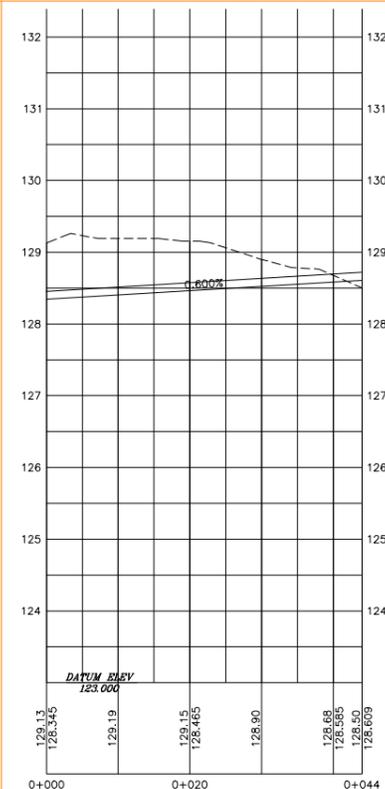
VIALIDAD		HOJA	DE
REVISO		02	03
APROBO			



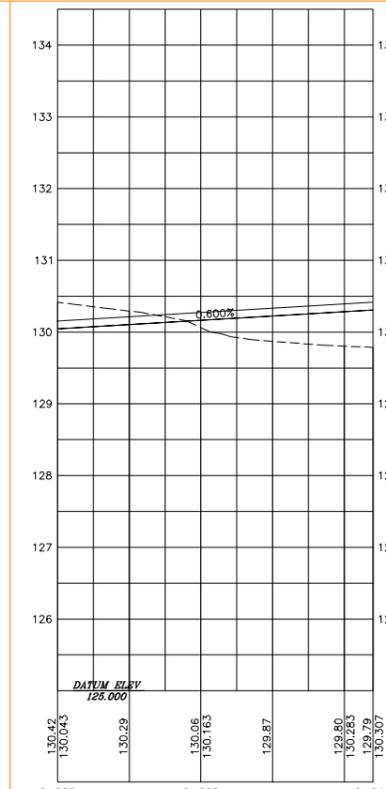
PERFIL CALLE #1
E.H.: 1-500 / E.V.: 1-50



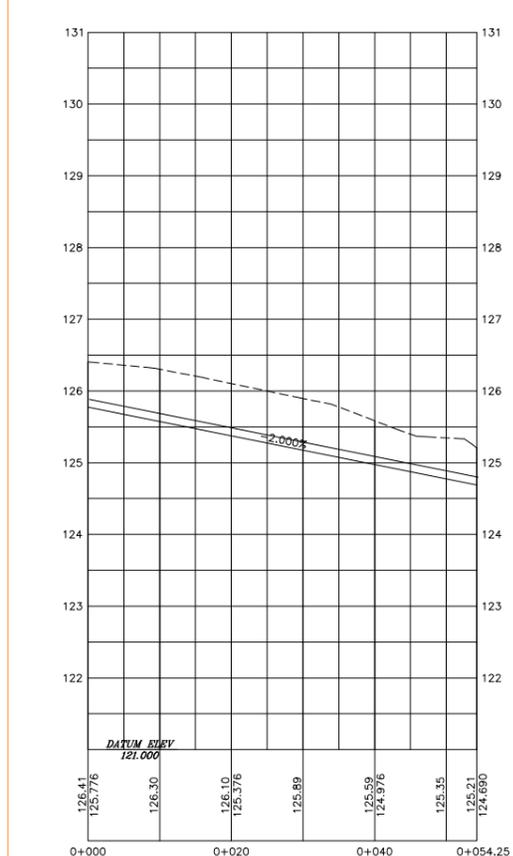
PERFIL CALLE #3
E.H.: 1-500 / E.V.: 1-50



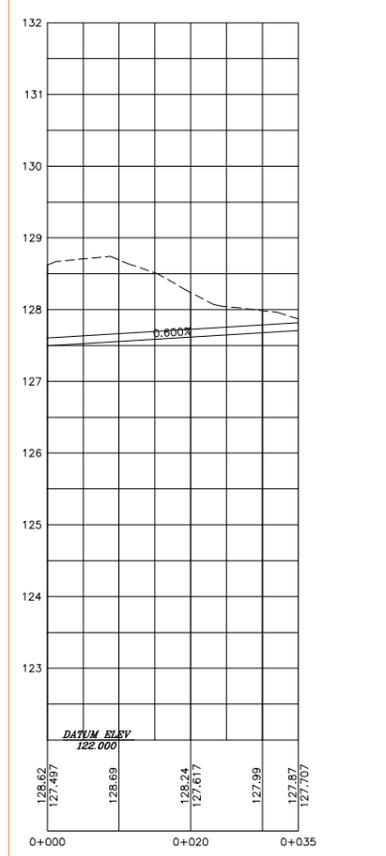
PERFIL CALLE #5
E.H.: 1-500 / E.V.: 1-50



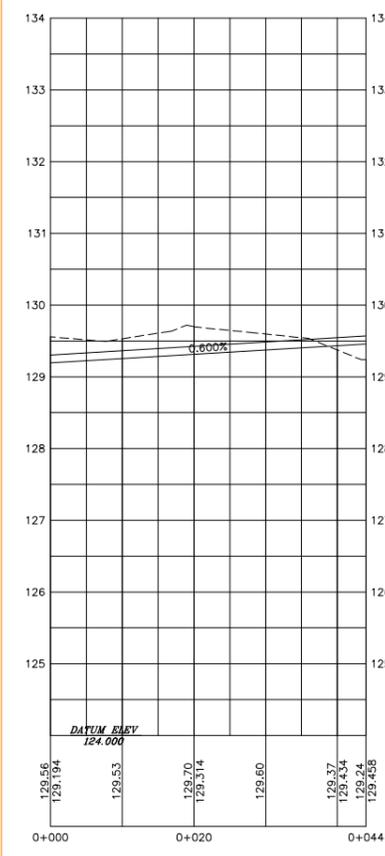
PERFIL CALLE #7
E.H.: 1-500 / E.V.: 1-50



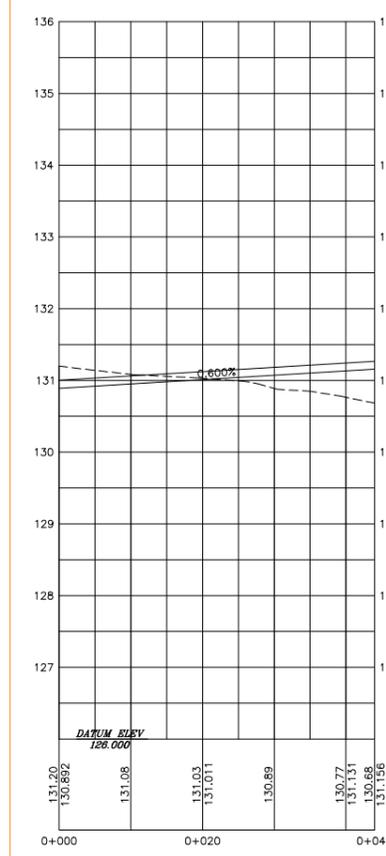
PERFIL CALLE #2
E.H.: 1-500 / E.V.: 1-50



PERFIL CALLE #4
E.H.: 1-500 / E.V.: 1-50



PERFIL CALLE #6
E.H.: 1-500 / E.V.: 1-50



PERFIL CALLE #8
E.H.: 1-500 / E.V.: 1-50

ANEXO 3

PROYECTO

URBANIZACION ZONA DE RESERVA
"CONDominio BELLO AMANECER"

CONTENIDO

PLANO DE CONJUNTO PERFILES DE CALLES

DIBUJO

ESCALAS

FECHA

VIALIDAD

REVISO

APROBO

HOJA
03

DE
03

ANEXO 4

TABLA RESUMEN DE VOLUMENES BLOQUES Y CALLES, CONDOMINIO BELLO AMANECER

ITEM	Volumen corte (M3) en Banco	Volumen relleno (M3) Compacto	Volumen Neto (m3)	Volumen Corte Anden Compacto	Volumen Corte Sub Rasante Compacto	DESCRIPCION
Bloque Sur Este A	272.122	435.292	-163.170			BLOQUE
Bloque Sur Este B	81.227	0.000	81.227			BLOQUE
Bloque Sur Este C	80.918	0.000	80.918			BLOQUE
Bloque Sur Este D	0.000	98.986	-98.986			BLOQUE
Bloque Sur Este E	61.650	251.136	-189.486			BLOQUE
Bloque Sur Este F	0.000	518.760	-518.760			BLOQUE
Bloque Sur Este G	131.400	206.208	-74.808			BLOQUE
Bloque Sur Este H	134.798	290.746	-155.948			BLOQUE
Calle 1	590.700	0.411	590.289	416.068	174.221	CALLE
Calle 2	413.813	3.416	410.398	251.715	158.683	CALLE
Calle 3	401.205	1.389	399.816	276.986	122.830	CALLE
Calle 4	311.443	5.618	305.825	210.468	95.358	CALLE
Calle 5	277.809	20.076	257.733	161.605	96.128	CALLE
Calle 6	148.634	2.632	146.002	20.805	125.197	CALLE
Calle 7	162.474	0.000	162.474	15.390	147.084	CALLE
Calle 8	124.633	10.869	113.764	8.490	105.274	CALLE
TOTAL	3192.826	1845.539	1347.287	1361.526	1024.774	1347.287

ANEXO 5

TABLA DE AREAS DE LOTES CONDOMINIO BELLO AMANECER							
LOTE	Area de Corte (m2)	Area de Relleno (m2)	Area de Conformacion (m2)	Nivel de Diseño (m)	Nivel de TN (m)	Ancho de trabajo (m)	Largo de trabajo (m)
BSE-A1	301.097			125.400	125.537	19.500	16.060
BSE-A2	79.671	243.096		125.400	125.289	20.850	16.060
BSE-A3		344.437		125.939	125.437	16.060	22.200
BSE-A4		288.000		125.939	125.500	16.000	18.000
BSE-A5	52.173	235.827		125.700	125.589	18.000	16.000
BSE-A6	288.000			125.400	125.750	16.000	18.000
BSE-B1	292.294			126.000	126.289	18.000	16.000
BSE-B2	288.000			126.000	126.378	18.000	16.000
BSE-B3	288.000			126.600	126.750	18.000	16.000
BSE-B4			293.400	126.700	126.745	18.000	16.300
BSE-B5			288.000	126.810	126.817	18.000	16.000
BSE-B6			162.000	126.810	126.815	18.000	9.000
BSE-C1			288.000	126.810	126.850	18.000	16.000
BSE-C2			288.000	126.810	126.910	18.000	16.000
BSE-C3	237.124		50.876	127.600	128.000	18.000	16.000
BSE-C4	214.803		73.197	127.600	127.780	18.000	16.000
BSE-D1		288.000		127.600	127.320	18.000	16.000
BSE-D2		288.000		127.600	127.320	18.000	16.000
BSE-D3		198.495	89.505	128.507	128.250	18.000	16.000
BSE-D4		170.260	117.740	128.507	128.250	18.000	16.000
BSE-E1	232.164		55.836	128.807	129.000	18.000	16.000
BSE-E2	221.470		66.530	128.807	129.000	18.000	16.000
BSE-E3	124.722		37.278	128.807	129.000	18.000	16.000
BSE-E4		288.000		129.656	129.500	18.000	16.000
BSE-E5		288.000		129.656	129.500	18.000	16.000
BSE-E6		162.000		129.656	129.250	18.000	16.000
BSE-F1		288.000		129.656	129.500	18.000	16.000
BSE-F2		288.000		129.656	129.500	18.000	16.000
BSE-F3		162.000		129.656	129.500	18.000	9.000
BSE-F4		288.000		130.505	130.000	18.000	16.000
BSE-F5		288.000		130.505	129.750	18.000	16.000
BSE-F6		162.000		130.505	129.750	18.000	9.000
BSE-G1		288.000		130.705	130.500	18.000	16.000
BSE-G2	161.491	126.509		130.705	130.773	18.000	16.000
BSE-G3	162.000			130.705	130.840	18.000	9.000
BSE-G4		288.000		131.353	130.750	18.000	16.000
BSE-G5		288.000		131.353	130.750	18.000	16.000
BSE-G6		162.000		131.353	130.500	18.000	9.000
BSE-H1	257.111	30.889		131.600	131.250	18.000	16.000
BSE-H2		288.000		131.600	131.250	18.000	16.000
BSE-H3		162.000		131.600	131.250	18.000	9.000

ANEXO 6

Tabla resumen de lotes bloque Sur-Este A

LOTES	Volumen corte (M3)	Volumen relleno (M3)	Tiempo de Corte (Hr)	Tiempo de Relleno (Hr)
BSE-A-1	41.250	90.329	2.045	2.890
BSE-A-2	23.115	0.000	1.146	0.000
BSE-A-3	0.000	103.331	0.000	3.306
BSE-A-4	0.000	68.832	0.000	2.202
BSE-A-5	15.258	86.400	0.756	2.764
BSE-A-6	192.499	86.400	9.544	2.764
TOTAL	272.122	435.292	13.491	13.927

Tabla resumen de lotes bloque Sur-Este B

LOTES	Volumen corte (M3)	Volumen relleno (M3)	Tiempo de Corte (Hr)	Tiempo de Relleno (Hr)
BSE-B-1	28.323	0.000	1.404	0.000
BSE-B-2	26.784	0.000	1.328	0.000
BSE-B-3	11.520	0.000	0.571	0.000
BSE-B-4	13.169	0.000	0.653	0.000
BSE-B-5	0.864	0.000	0.043	0.000
BSE-B-6	0.567	0.000	0.028	0.000
TOTAL	81.227	0.000	4.027	0.000

Tabla resumen de lotes bloque Sur-Este C

LOTES	Volumen corte (M3)	Volumen relleno (M3)	Tiempo de Corte (Hr)	Tiempo de Relleno (Hr)
BSE-C-1	11.520	0.000	0.571	0.000
BSE-C-2	28.800	0.000	1.428	0.000
BSE-C-3	20.350	0.000	1.009	0.000
BSE-C-4	20.247	0.000	1.004	0.000
TOTAL	80.918	0.000	4.012	0.000

Tabla resumen de lotes bloque Sur-Este D

LOTES	Volumen corte (M3)	Volumen relleno (M3)	Tiempo de Corte (Hr)	Tiempo de Relleno (Hr)
BSE-D-1	0.000	53.856	0.000	1.723
BSE-D-2	0.000	16.416	0.000	0.525
BSE-D-3	0.000	9.397	0.000	0.301
BSE-D-4	0.000	19.317	0.000	0.618
TOTAL	0.000	98.986	0.000	3.167

Tabla resumen de lotes bloque Sur-Este E

LOTES	Volumen corte (M3)	Volumen relleno (M3)	Tiempo de Corte (Hr)	Tiempo de Relleno (Hr)
BSE-E-1	0.000	240.768	0.000	7.703
BSE-E-2	26.784	0.000	1.328	0.000
BSE-E-3	15.066	0.000	0.747	0.000
BSE-E-4	0.000	10.368	0.000	0.332
BSE-E-5	12.672	0.000	0.628	0.000
BSE-E-6	7.128	0.000	0.353	0.000
TOTAL	61.65	251.136	3.057	8.035

Tabla resumen de lotes bloque Sur-Este F

LOTES	Volumen corte (M3)	Volumen relleno (M3)	Tiempo de Corte (Hr)	Tiempo de Relleno (Hr)
BSE-F-1	0	298.080	0.000	9.537
BSE-F-2	0	29.664	0.000	0.949
BSE-F-3	0	16.686	0.000	0.534
BSE-F-4	0	82.080	0.000	2.626
BSE-F-5	0	59.040	0.000	1.889
BSE-F-6	0	33.210	0.000	1.063
TOTAL	0.000	518.760	0.000	16.598

Tabla resumen de lotes bloque Sur-Este G

LOTES	Volumen corte (M3)	Volumen relleno (M3)	Tiempo de Corte (Hr)	Tiempo de Relleno (Hr)
BSE-G-1	0	196.704	0.000	6.294
BSE-G-2	70.56	0.000	3.498	0.000
BSE-G-3	39.69	0.000	1.968	0.000
BSE-G-4	0	9.504	0.000	0.304
BSE-G-5	13.536	0.000	0.671	0.000
BSE-G-6	7.614	0.000	0.377	0.000
TOTAL	131.400	206.208	6.515	6.598

Tabla resumen de lotes bloque Sur-Este H

LOTES	Volumen corte (M3)	Volumen relleno (M3)	Tiempo de Corte (Hr)	Tiempo de Relleno (Hr)
BSE-H-1	134.798	12.479	6.683	0.399
BSE-H-2	13.536	116.928	0.671	3.741
BSE-H-3	7.614	161.339	0.377	5.162
TOTAL	155.948	290.746	7.732	9.302

TIEMPOS TOTALES	Tiempo de Corte (Hr)	Tiempo de Relleno (Hr)
	38.833	57.627

ANEXO 7 TABLA DE VOLUMENES Y TIEMPOS DE CORTE A NIVEL DE ANDEN Y SUB RASANTE CON TRACTOR

ITEM	Volumen corte (M3)	Volumen relleno (M3)	Volumen Neto (m3)	Volumen Corte Anden	Volumen Corte Calle	TIEMPO DE CORTE ANDEN (HRS)	TIEMPO DE CORTE CALLE (HRS)
Calle 1	590.70	0.41	590.29	416.07	174.22	5.01	3.50
Calle 2	413.81	3.42	410.40	251.71	158.68	3.03	3.19
Calle 3	401.21	1.39	399.82	276.99	122.83	3.34	2.47
Calle 4	311.44	5.62	305.83	210.47	95.36	2.54	1.91
Calle 5	277.81	20.08	257.73	161.61	96.13	1.95	1.93
Calle 6	148.63	2.63	146.00	20.81	125.20	0.25	2.51
Calle 7	162.47	0.00	162.47	15.39	147.08	0.19	2.95
Calle 8	124.63	10.87	113.76	8.49	105.27	0.10	2.11

TRACTOR	83	Corte
----------------	----	-------

TRACTOR	49.8	Corte en Calle
----------------	------	----------------

Excavadora	HORAS/DIA	7.08	hrs	Excavadora	HORAS/DIA	7.08	hrs
Acarreo Interno	Pr	60.00	m3/hrs (Interno)	Acarreo Externo	Pr	110.00	m3/hrs (Externo)

Calle	Volumen andenes m3	Volumen calles m3	Tiempo Carga Andenes (hrs)	Tiempo Carga Calles (hrs)	Dias corte de andenes Tractor	Dias corte de calles Tractor	Dias Excavadora carga Andenes	Dias Excavadora carga Calles	Dias Patrol Relleno	Dias Patrol Corte	Bloque
CALLE 1	416.07	174.22	9.01	2.06	0.71	0.49	1.27	0.29	1.97	1.90	BLOQUE A
CALLE 2	251.71	158.68	5.45	1.88	0.43	0.45	0.77	0.26	0.00	0.57	BLOQUE B
CALLE 3	276.99	122.83	6.00	1.45	0.47	0.35	0.85	0.20	0.00	0.57	BLOQUE C
CALLE 4	210.47	95.36	4.56	1.13	0.36	0.27	0.64	0.16	0.45	0.00	BLOQUE D
CALLE 5	161.61	96.13	3.50	1.14	0.27	0.27	0.49	0.16	1.13	0.43	BLOQUE E
CALLE 6	20.81	125.20	0.45	1.48	0.04	0.35	0.06	0.21	2.34	0.00	BLOQUE F
CALLE 7	15.39	147.08	0.33	1.74	0.03	0.42	0.05	0.25	0.93	0.92	BLOQUE G
CALLE 8	8.49	105.27	0.18	1.24	0.01	0.30	0.03	0.18	1.31	1.09	BLOQUE H
	1,361.53	1,024.77	29.50	12.11	2.32	2.91	4.16	1.71	8.14	5.48	

ANEXO 8 TABLA DE VOLUMEN DE BASE Y SUB BASE

CONDOMINIO BELLO AMANECER					CONDOMINIO BELLO AMANECER			
TABLA DE CALCULO DE MATERIALES DE BASE Y SUB BASE					TABLA DE CALCULO DE MATERIALES DE BASE Y SUB BASE			
Calle	Area (m2)	Area efectiva (m2)	Sub Base (m3)	Base (m3)	Material SUB-BASE (%)	Cantidad	Abundamiento (%)	total (m3)
Calle No 1	397.549	413.451	99.228	74.421	Hormigon 20%	257.38	15%	296
Calle No 2	371.904	386.780	92.827	69.620	Selecto 50%	643.46	20%	772
Calle No 3	317.658	330.364	79.287	59.466	Material BASE (%)	Cantidad	Abundamiento (%)	total (m3)
Calle No 4	259.002	269.362	64.647	48.485	Hormigon 70%	675.63	15%	777
Calle No 5	315.32	327.933	78.704	59.028	Selecto 30%	289.56	20%	347
Calle No 6	314.939	327.537	78.609	58.957	Espesores			
Calle No 7	316.331	328.984	78.956	59.217	BASE	0.15	mts	
Calle No 8	316.332	328.985	78.956	59.217	SUB-BASE	0.2	mts	
Av. Boulevard	2546.904	2648.780	635.707	476.780				
TOTAL	5155.939	5362.177	1286.922	965.192				



Inspección de seguridad y mantenimiento: Compactadores vibratorios de suelo

SAFETY.CAT.COM™

Operador/inspector _____ Fecha _____ Hora _____
Número de serie _____ Horas de la máquina _____

¿Qué está inspeccionando?	¿Qué está buscando?	Comentarios del evaluador
---------------------------	---------------------	---------------------------

Para obtener más información, consulte el Manual de Operación y Mantenimiento y cualquier otro manual e instrucciones que corresponden a este producto. Si desea realizar alguna pregunta, comuníquese con su distribuidor local de Caterpillar.

DESDE EL SUELO

Neumáticos, ruedas, tuercas de las ruedas, tapas de los vástagos	Inflado, fugas, daños, desgaste	
Hoja niveladora	Desgaste en exceso, daños, fugas	
Cuchillas (hoja de nivelación)	Desgaste en exceso, daños	
Raspadores del tambor	Desgaste en exceso, daños	
Aceite de enfriamiento del tambor	Fugas	
Soprote vibratorio	Fugas	
Caja del contrapeso excéntrico	Fugas	
Montajes de aislamiento	Daños, fisuras, hendiduras	
Cilindros/extremos de la dirección	Daños, desgaste/fugas	
Peldaños y agarraderas	Condición, limpieza	
Debajo de la máquina	Fugas, daños	
Ejes - Mandos finales (eje/tambor)	Fugas, daños, desgaste	
Tanque hidráulico	Nivel de fluido, daños, fugas	
Tanque de combustible	Nivel de combustible, daños, fugas	
Filtros hidráulicos	Fugas	
Todas las tapas y los protectores	Daños, que estén bien sujetos	
Luces, delanteras y traseras, baliza	Funcionamiento, daños en lentes, caja o cables	
Compartimiento de la batería	Limpieza, tuercas y pernos flojos	

COMPARTIMIENTO DEL MOTOR

Aceite del motor	Nivel de fluido	
Refrigerante del motor	Nivel de fluido	
Radiador/condensador del aire acondicionado/enfriador de aceite	Obstrucción de aletas, fugas	
Todas las mangueras	Fisuras, marcas de desgaste, fugas	
Filtros de combustible/separador de agua	Fugas/agua de drenaje	
Todas las correas	Tensión, desgaste, fisuras	
Filtro de aire	Indicador de servicio	
Compartimiento del motor en general	Acumulación de residuos o tierra, fugas	

EN LA MÁQUINA, FUERA DE LA CABINA

Agarraderas	Condición y limpieza	
ROPS	Daños, pernos de montaje flojos	
Extintor de incendios	Carga, daños	
Parabrisas, ventanas	Vidrios rotos, limpieza	
Limpia/Lavaparabrisas	Desgaste, daños/nivel de fluido	
Puertas	Abren apropiadamente, vidrios rotos	

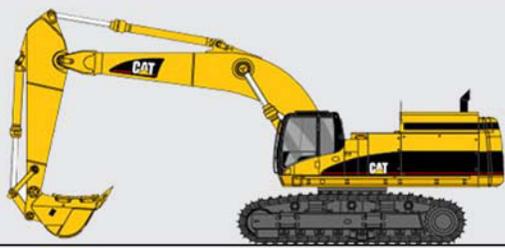
DENTRO DE LA CABINA

Asiento	Ajuste de altura, peso, se pueden alcanzar los pedales	
Cinturón de seguridad y montaje	Daño, desgaste, ajuste, antigüedad	
Bocina, alarma de retroceso, luces	Funcionamiento correcto	
Espejos	Daños, ajustar para mejor visibilidad	
Filtro de aire de la cabina	Suciedad, polvo, daños	
Medidores, indicadores, interruptores, controles	Daños, funcionamiento	
Interior de la cabina en general	Limpieza	

V0810.1

[HTTP://SAFETY.CAT.COM](http://SAFETY.CAT.COM)

CATERPILLAR®



Inspección de seguridad y mantenimiento: Excavadoras

[SAFETY.CAT.COM™](http://SAFETY.CAT.COM)

Operador/inspector _____ Fecha _____ Hora _____
 Número de serie _____ Horas de la máquina _____

¿Qué está inspeccionando?	ü	¿Qué está buscando?	ü	Comentarios del evaluador
---------------------------	---	---------------------	---	---------------------------

Para obtener más información, consulte el Manual de Operación y Mantenimiento y cualquier otro manual correspondiente e instrucciones para este producto. Si desea realizar alguna pregunta, comuníquese con su distribuidor local de Caterpillar.

DESDE EL SUELO

Cucharón, herramientas de ataque		Desgaste en exceso o daños, fisuras		
Cilindro y varillaje del cucharón		Desgaste en exceso, daños, fugas		
Brazo		Daños, fisuras		
Pluma, cilindros		Desgaste, daños, fugas		
Debajo de la máquina		Fugas y daños en los mandos finales		
Bastidor principal		Fisuras, daños		
Tren de rodaje		Desgaste, daños, tensión		
Peldaños y agarraderas		Condición y limpieza		
Baterías y sujetadores		Limpieza, pernos y tuercas flojos		
Filtro de aire		Indicador de obstrucción		
Limpia/Lavaparabrisas		Desgaste, daños, nivel de fluido		
Refrigerante del motor		Nivel de fluido		
Radiador		Obstrucción de aletas, fugas		
Tanque de aceite hidráulico		Nivel de fluido, daños, fugas		
Tanque de combustible		Nivel de combustible, daños, fugas		
Extintor de incendios		Carga, daños		
Luces		Daños		
Espejos		Daños, ajustar para mejor visibilidad		
Máquina en general		Tuercas y pernos faltantes o flojos, protectores flojos, limpieza		
Separador de agua y combustible		Drenaje		

COMPARTIMIENTO DEL MOTOR

Nivel de aceite del engranaje de rotación		Nivel de fluido		
Aceite del motor		Nivel de fluido		
Todas las mangueras		Fisuras, marcas de desgaste, fugas		
Todas las correas		Tensión, desgaste, fisuras		
Compartimiento del motor en general		Acumulación de residuos o tierra, fugas		

DENTRO DE LA CABINA

Asiento		Ajuste		
Cinturón de seguridad y montaje		Daños, desgaste, ajuste		
Indicadores y medidores		Revisar, probar		
Bocina, alarma de retroceso, luces		Funcionamiento correcto		
Interior de la cabina en general		Limpieza		

[HTTP://SAFETY.CAT.COM](http://SAFETY.CAT.COM)

V0810.1



Inspección de seguridad y mantenimiento: Motoniveladoras

SAFETY.CAT.COM™

Operador/inspector _____ Fecha _____ Hora _____
 Número de serie _____ Horas de la máquina _____

¿Qué está inspeccionando?	ü ¿Qué está buscando?	ü Comentarios del evaluador
---------------------------	-----------------------	-----------------------------

Para obtener más información, consulte el Manual de Operación y Mantenimiento y cualquier otro manual correspondiente e instrucciones para este producto. Si desea realizar alguna pregunta, comuníquese con su distribuidor local de Caterpillar.

DESDE EL SUELO

Peldaños y agarraderas	Condición y limpieza	
Neumáticos, tuercas de rueda, frenos	Inflado, daños, tapas de vástago	
Cajas en tándem	Residuos, acumulación de tierra, fugas	
Área de articulación	Acumulación de residuos o tierra	
Depósito de aire	Agua de drenaje y sedimentos	
Transmisión	Fugas	
Debajo de la máquina	Fugas en el diferencial y el tándem	
Tanque de aceite hidráulico	Nivel de fluido, daños, fugas	
Tapas y protectores	Daños, asegurados	
Baterías y sujetadores	Limpieza, pernos y tuercas flojos	
Tanque de combustible	Nivel de combustible, daños, fugas; Agua de drenaje y sedimentos	
Cilindros hidráulicos, tubos, mangueras y conexiones	Daños, fugas	
Mando del círculo	Fugas	
Cojinetes de punta de eje de rueda delantera	Fugas	
Motores de tracción en todas las ruedas	Daños, fugas	
Varillaje de la hoja	Daños, pernos flojos o faltantes	
Hoja y cantoneras	Desgaste en exceso o daños	
Máquina en general	Tuercas y pernos faltantes o flojos, protectores flojos, limpieza	

COMPARTIMIENTO DEL MOTOR

Aceite del motor	Nivel de fluido	
Refrigerante del motor	Nivel de fluido	
Antefiltro del motor	Acumulación de tierra	
Filtro de aire	Indicador de obstrucción	
Radiador	Obstrucción de aletas, fugas	
Todas las mangueras	Fisuras, marcas de desgaste, fugas	
Todas las correas	Tensión, desgaste, fisuras	
Compartimiento del motor en general	Acumulación de residuos o tierra, fugas	

EN LA MÁQUINA, FUERA DE LA CABINA

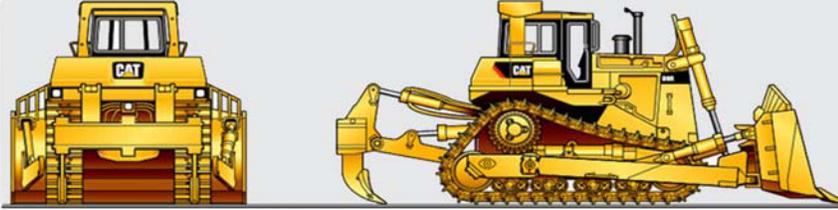
Luces, lentes	Daños, limpieza	
Espejos, ventanas	Daños, limpieza	
Limpia/Lavaparabrisas	Desgaste, daños, nivel de fluido	

DENTRO DE LA CABINA

ROPS	Daños	
Asiento	Ajuste, desplazamiento del pedal	
Cinturón de seguridad y montaje	Daños, desgaste, ajuste	
Extintor de incendios	Carga, daños	
Bocina, alarma de retroceso, luces	Funcionamiento correcto	
Controles, lentes de medidor	Daños, limpieza, listos para funcionar	
Interior de la cabina en general	Limpieza	

[HTTP://SAFETY.CAT.COM](http://SAFETY.CAT.COM)

V0810.1



Safety & Maintenance Inspection: Track-Type Tractors

SAFETY.CAT.COMTM

Operador/Inspector _____ Fecha _____ Hora _____
 Número de serie _____ Horas de la máquina _____

¿Qué está inspeccionando?	ü	¿Qué está buscando?	ü	Comentarios del evaluador
---------------------------	---	---------------------	---	---------------------------

Para obtener más información, consulte el Manual de Operación y Mantenimiento y cualquier otro manual e instrucciones que corresponden a este producto. Si desea realizar alguna pregunta, comuníquese con su distribuidor local de Caterpillar.

Desde el suelo

Cuchilla de la hoja, vertedera		Desgaste en exceso o daños		
Cilindros de inclinación de la hoja		Desgaste en exceso, daños, fugas		
Brazo de empuje, muñón		Daños, pernos flojos, espacio libre		
Debajo de la máquina		Fugas y daños en los mandos finales		
Tren de rodaje en general		Compactación/acumulación de escombros		
Ruedas locas y rodillos		Fugas, daños, desgaste		
Ruedas motrices		Desgaste, daños, pernos flojos		
Conjunto de cadena		Tensión		
Desgarrador		Daños en el cilindro, desgaste, fugas		
Vástago de desgarrador/herramientas de ataque		Desgaste o daños		
Peldaños y agarraderas		Condición y limpieza		
Máquina en general		Tuercas y pernos faltantes o flojos, protectores flojos, limpieza		

Compartimiento del motor

Aceite de motor		Nivel de fluido		
Aceite de la transmisión		Nivel de fluido		
Refrigerante del motor		Nivel de fluido		
Filtro de aire		Indicador de restricción		
Radiador		Obstrucción de aletas, fugas		
Todas las mangueras		Fisuras, marcas de desgaste, fugas		
Todas las correas		Tensión, desgaste, fisuras		
Compartimiento del motor en general		Acumulación de residuos o tierra, fugas		

En la máquina, fuera de la cabina

Tanque de combustible		Nivel de combustible, daños, fugas		
Tanque de aceite hidráulico		Nivel de fluido, daños, fugas		
Extintor de incendios		Carga, daños		
Limpia/Lavaparabrisas		Desgaste, daños, nivel de fluido		
Eje de pivote		Nivel de aceite		
Baterías y sujetadores		Limpieza, pernos y tuercas flojos		

Dentro de la cabina

ROPS		Daños		
Asiento		Ajuste, desplazamiento de los frenos		
Cinturón de seguridad y montaje		Daños, desgaste, ajuste		
Bocina, alarma de retroceso, luces		Funcionamiento correcto		
Interior de la cabina en general		Limpieza		

SAFETY.CAT.COMTM

V0810.1

ANEXO 10 TARJETA DE PRECIO UNITARIO

PROYECTO: Condominio Bello Amanecer

PRECIO UNITARIO: Precio Unitario Transporte Maquinaria

UNIDAD: S / Material

FPS 70.00%

ANALISIS: 1.00

UBICACIÓN : Ciudad Sandino

MONEDA
C\$ 1.00

%Renta 100%
Dóllar \$30.8527
Viáticos \$160.00

Velocidad	U.M	TIERRA	PAVIM.
IDA	km/hr	25.00	50.00
RETORNO	km/hr	35.00	65.00

DESCRIPCIÓN	U.M	CAPAC.	TIPO	DISTANCIA	DISTAN.	TIEMPO	TIEMPO	TIEMPO	COSTO	COSTO /U.M
			EQUIPO	TIERRA	PAVIM.	FIJO	IDA-REG	TOTAL	VIAJE	
Maquinaria	Und	1.00	Low Boy	-	17.40	1.00	0.62	1.62	175.00	10.06



EVALUACION DE MAQUINARIA DE CONSTRUCCION EN OBRAS DE MOVIMIENTO DE TIERRA EN EL
 PROYECTO CONDOMINIO BELLO AMANECER
PROYECTO: MT CONDOMINIO BELLO AMANECER
CONDOMINIO BELLO AMABECER

Nº	CONCEPTOS	UNIDAD	IMPORTE
10	PRELIMINARES	Glb	\$ 9,172.15
10.1	Levantamiento topografico	m2	\$ 6,782.15
10.2	Movilizacion y desmovilizacion de equipos	glb	\$ 2,390.00
20	MOVIMIENTO DE TIERRA (Terrazas Lotes)	Glb	\$ 99,028.11
20.1	Limpieza y desbrose del area (20 cm)	m2	\$ 21,038.70
20.2	Corte compensado en terrazas	m3	\$ 28,517.65
20.3	Relleno y compactación material del sitio en terrazas	m3	\$ 49,471.76
30	CALLES	Glb	\$ 71,451.98
30.1	Corte en calle a nivel de anden	m3	\$ 25,938.72
30.2	Corte en calle a nivel de terraceria	m3	\$ 17,630.94
30.3	Desalojo de Material producto de corte en calles	m3	\$ 1,765.67
30.4	BASE (BASE) (70% Mat hormigon + Mat. selecto 30%) 0,15 de esp	m3	\$ 11,587.34
30.5	SUB BASE (SUBBASE) ((20% Mat hormigon + Mat. selecto 50% + Mat. Del sitio 30%) 0,20 de esp	m3	\$ 12,084.10
30.6	Ajustes de niveles y conformacion de areas de base	m2	\$ 2,445.20
	TOTAL COSTOS DIRECTOS		\$ 179,652.24
	TOTAL COSTOS INDIRECTOS (20%)		\$ 35,930.45
	SUB TOTAL COSTOS DIRECTOS MAS INDIRECTOS		\$ 215,582.68
	ADMINISTRACION 10%		\$ 21,558.27
	UTILIDADES		\$ 71,860.89
SUBTOTAL DE LA OBRA			\$309,001.85
IMPUESTO MUNICIPAL			\$3,090.02
I.V.A.			\$46,350.28
TOTAL DE LA OBRA			\$355,352.13
CONDICIONES DE PAGO			
TIEMPO DE ENTREGA		35 DIAS HABILES	

ANEXO 12 Costos Unitarios Colocación de Material BASE y SUB BASE.

TARJETA DE PRECIO UNITARIO

Proyecto : Condominio Bello Amanecer
Precio Unitario : COLOCACION DE MATERIAL BASE Y SUB BASE
Dueño de la Obra : Anónimo
Ubicación : Ciudad Sandino

Fecha : _____
Unidad de Medida : m3
Cantidad analizada : 2,192.00
Moneda : U\$

TIPO	CODIGO #	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Q	2	Motoniveladora	hrs	73.07	75	5,480.25
Q	1	Compactadora	hrs	36.53	50	1,826.50
M	1	Hormigón con transporte (3 Kms)	m3	1,073.00	8	8,584.00
M	1	Selecto con transporte (15 Kms)	m3	1,119.00	12	13,428.00
Q	1	Cargar mezcla	m3	2,849.60	0.65	1,852.24
T	1	Traslado interno de mezcla	m3	2,849.60	1	2,849.60
Q	1	Excavadora haciendo mezcla	hrs	36.53	65	2,374.45
S	1	Topografía	día	10	50	500.00
Q	1	Estación total	día	10	50	500.00
Q	2	Cisterna	día	10	110	2,200.00
M		Agua	m3	800	1	800.00
S	6	Ayudantes para equipos	día	10	13.54	812.40
Total						\$41,207.44

OBSERVACIONES

FUENTE PROPIA

ELABORADO POR:

RESUMEN

MATERIAL :	22,812.00
% Materiales :	5.34%
MANO DE OBRA :	0.00
% Mano de Obra :	0.00%
EQUIPO :	14,233.44
% Equipos :	34.54%
TRANSPORTE	2,849.60
% Transporte	6.92%
SUBCONTRATO :	1,312.40
% Subcontratos :	3.18%
TOTAL :	41,207.44
U\$	18.80