

# UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL**

## **Tesis de Grado**

Previo a la obtención del título de  
**INGENIERO CIVIL**

**Tema:**

**“OPTIMIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL PRESUPUESTO  
REFERENCIAL DEL CAPÍTULO MOVIMIENTO DE  
TIERRAS, DEL PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DE LA  
PRESA DE TIERRA DE LA ESPOL, UBICADA EN EL  
PARQUE DEL CONOCIMIENTO (PARCON).”**

Realizado por:

**SANCHEZ VALLADOLID JORGE EDUARDO**

Director:

**Ing. MARCO SUAREZ RODRIGUEZ**

**GUAYAQUIL – ECUADOR**

**AÑO: 2010**

## **TESIS DE GRADO**

**Tema:**

**“OPTIMIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL PRESUPUESTO REFERENCIAL DEL CAPÍTULO MOVIMIENTO DE TIERRAS, DEL PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DE LA PRESA DE TIERRA DE LA ESPOL, UBICADA EN EL PARQUE DEL CONOCIMIENTO (PARCON).”**

Presentado a la Facultad de Ingeniería, Carrera de Ingeniería Civil de la  
Universidad Católica de Santiago de Guayaquil

**Por:**

**SANCHEZ VALLADOLID JORGE EDUARDO**

Para dar cumplimiento con uno de los requisitos para optar el título de:

**INGENIERO CIVIL**

Tribunal de sustentación:

**Ing. Marco Suarez Rodriguez**  
DIRECTOR DE TRABAJO DE TESIS

**Dr. Ing. Walter Mera Ortiz**  
DECANO DE LA FACULTAD

**Ing. Lilia Valarezo de Pareja**  
DIRECTORA DE LA ESCUELA

## **Dedicatoria**

Todo mi esfuerzo, empeño y perseverancia, invertidos en el desarrollo culminación del presente Trabajo de Grado, que representa a su vez el haber alcanzado una de mis mayores metas, como lo es, el recibir el título de Ingeniero Civil; es sin duda, dedicado a las personas más importantes de mi vida, quienes estuvieron siempre en los momentos más difíciles de mi existencia, incondicionalmente, apoyándome y respetando mis decisiones personales, y a quienes, por sobre todas las cosas, les debo el privilegio de la vida, sin duda alguna, este esfuerzo es para ellos, mis queridos padres.

## **AGRADECIMIENTOS**

Principalmente a las personas que me brindaron su apoyo para la realización y culminación exitosa del presente trabajo de grado, a mi Director Ing. Marcos Suarez Rodríguez y Profesor Invitado Ing. Federico von Buchwald.

Indudablemente, agradezco también a mis hermanas, supieron darme ánimos y estar ahí siempre que las necesite, a mis más íntimos amigos y amigas, les agradezco el hecho de estar presentes en mi vida incondicional y desinteresadamente.

A todos gracias por su apoyo, este trabajo es para ustedes.



## Contenido

### **1. CAPÍTULO #1: INTRODUCCIÓN.**

1.1.	ANTECEDENTES.....	2
1.2.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1.3.	JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO.....	3
1.4.	OBJETIVO GENERAL.....	4
1.5.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	4
1.6.	HIPÓTESIS. ....	4
1.7.	ALCANCE.....	5
1.8.	METODOLOGÍA.....	5

### **2. CAPÍTULO #2: CÁLCULO DE CANTIDADES.**

2.1.	ALCANCE.....	8
2.2.	DESCRIPCIÓN FOTOGRÁFICA DE TRABAJOS. ....	8
2.3.	TABLAS DE CÁLCULO DE VOLÚMENES. ....	14



2.3.1.	Volumen de Excavación en Suelo: .....	14
2.3.2.	Volumen de Excavación en Roca: .....	15
2.3.3.	Volumen de Material de Núcleo: .....	16
2.3.4.	Volumen de Material de Espaldones: .....	17
2.3.5.	Volumen de Material de Filtro Vertical: .....	18
2.3.6.	Volumen de Material de Filtro Horizontal: .....	19
2.3.7.	Volumen de Material de Enrocado:.....	20
2.3.8.	Volumen de Base Clase I: .....	21
2.3.9.	Volumen de Excavación para Aliviadero:.....	21
2.4.	RESULTADOS OBTENIDOS Y CUADRO COMPARATIVO. ....	23

### **3. CAPÍTULO #3: DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA MAQUINARIA PESADA.**

3.1.	TRACTOR DE ORUGAS. ....	25
3.1.1.	Características generales: .....	25
3.1.2.	Clasificación del Tractor: .....	25
3.1.2.1.	Tractor de Ruedas: .....	25
3.1.2.2.	Tractor de Orugas: .....	26
3.1.3.	Ventajas del Tractor de Orugas: .....	26
3.1.4.	Aplicaciones del Tractor de Orugas: .....	26
3.1.5.	Equipo de Trabajo: .....	27
3.1.5.1.	Hojas Topadoras. ....	27
3.1.5.2.	Escarificador.....	31
3.1.6.	Ciclos de Trabajo: .....	32
3.1.6.1.	Fase A: Carga o arranque.....	32
3.1.6.2.	Fase B: Acarreo .....	32
3.1.6.3.	Fase C: Regreso .....	32



3.2.	EXCAVADORA HIDRÁULICA DE ORUGA.....	33
3.2.1.	Características generales:.....	33
3.2.2.	Clasificación de la Excavadora Hidráulica:.....	34
3.2.2.1.	Excavadora Hidráulica sobre Ruedas:.....	34
3.2.2.2.	Excavadora Hidráulica sobre Orugas:.....	34
3.2.3.	Equipo de Trabajo:.....	35
3.2.3.1.	Pluma:.....	35
3.2.3.2.	Brazo:.....	36
3.2.3.3.	Cucharón:.....	36
3.2.4.	Ciclos de Trabajo:.....	40
3.2.4.1.	Fase A:.....	40
3.2.4.2.	Fase B:.....	40
3.2.4.3.	Fase C:.....	40
3.2.4.4.	Fase D:.....	40
3.3.	CARGADORA FRONTAL.....	41
3.3.1.	Características generales:.....	41
3.3.2.	Clasificación de la Cargadora Frontal:.....	42
3.3.3.	Aplicaciones de la Cargadora Frontal:.....	42
3.3.4.	Forma de Trabajo:.....	42
3.3.5.	Equipo de Trabajo:.....	43
3.3.6.	Ciclos de Trabajo:.....	44
3.3.6.1.	Fase A: Carga.....	44
3.3.6.2.	Fase B: Acarreo.....	44
3.3.6.3.	Fase C: Descarga.....	44
3.3.6.4.	Fase D: Maniobra.....	44
3.4.	RETROEXCAVADORA.....	45
3.4.1.	Características generales:.....	45
3.4.2.	Aplicaciones de la Retroexcavadora:.....	46
3.4.3.	Equipo de Trabajo:.....	46
3.4.3.1.	Brazo extensible:.....	46
3.4.3.2.	Cucharones:.....	47



3.5.	MOTONIVELADORA.....	48
3.5.1.	Características generales:.....	48
3.5.2.	Aplicaciones de la Motoniveladora:.....	49
3.5.3.	Equipo de Trabajo: .....	49
3.5.3.1.	Motor y Transmisiones:.....	49
3.5.3.2.	Bastidor: .....	49
3.5.3.3.	Ruedas traseras: .....	50
3.5.3.4.	Ruedas delanteras:.....	50
3.5.4.	Procedimiento de Trabajo:.....	51
3.5.5.	Recomendaciones de trabajo:.....	52
3.6.	MOTOTRAILLA.....	53
3.6.1.	Características generales:.....	53
3.6.2.	Clasificación: .....	53
3.6.2.1.	Autopropulsadas:.....	53
3.6.2.2.	Remolcadas por tractores de cadenas:.....	54
3.6.2.3.	Partes estructurales: .....	54
3.6.3.	Ciclos de Trabajo: .....	54
3.6.3.1.	Carga: .....	54
3.6.3.2.	Acarreo:.....	55
3.6.3.3.	Descarga: .....	55
3.6.4.	Recomendaciones de trabajo:.....	56
3.7.	EQUIPOS DE TRANSPORTE DE MATERIALES.....	57
3.7.1.	Características generales:.....	57
3.7.2.1.	Camiones basculantes:.....	57
3.7.2.2.	Semiremolques basculantes: .....	58
3.7.2.3.	Camiones Dumpers:.....	59
3.7.2.4.	Dumpers extra viales: .....	60
3.7.3.	Ciclos de Trabajo: .....	62
3.7.3.1.	Tiempos fijos: .....	62
3.7.3.2.	Tiempos variables:.....	63
3.7.4.	Criterios de selección de Dumper o Camión:.....	63
3.7.5.	Recomendaciones de trabajo:.....	63





3.8.	EQUIPOS DE COMPACTACIÓN. ....	64
3.8.1.	Proceso de extendido y compactación: .....	64
3.8.2.	Compactadores de Suelos Plásticos: .....	65
3.8.2.1.	Compactadores de alta velocidad, Pata de cabra (pisones):. .	65
3.8.2.2.	Compactadores vibratorios Pata de cabra:.....	66
3.8.2.3.	Compactadores vibratorios Lisos:.....	67
3.8.3.	Compactadores de Suelos Granulares: .....	68
3.8.3.1.	Compactadores vibratorios de Tambor Liso: .....	68

#### **4. CAPÍTULO #4: DESCRIPCIÓN Y CÁLCULO DEL COSTO DE POSESIÓN Y OPERACIÓN DE LA MAQUINARIA PESADA.**

4.1.	GENERALIDADES DEL COSTO DE POSESIÓN .....	70
4.1.1.	Precio de entrega: .....	70
4.1.2.	Vida económicamente útil: .....	70
4.1.3.	Valor residual al fin de su vida útil: .....	74
4.1.4.	Amortización, inversión y reemplazo óptimo: .....	74
4.1.5.	Costo de inversión media anual: .....	75
4.1.6.	Interés por inversión de capital:.....	76
4.1.7.	Seguros e impuestos:.....	77
4.2.	GENERALIDADES DEL COSTO DE OPERACIÓN .....	78
4.2.1.	Combustibles:.....	78
4.2.2.	Lubricantes, Filtros y Grasas: .....	87
4.2.3.	Mantenimiento y reparación del Tren de Rodaje: .....	88
4.2.4.	Vida útil de neumáticos: .....	93
4.2.5.	Reparación y repuestos: .....	97
4.2.6.	Elementos especiales de desgaste: .....	101



4.3.	CÁLCULO DEL COSTO DE POSESIÓN Y OPERACIÓN DEL TRACTOR DE ORUGAS D8R. ....	102
4.3.1.	Costo de Posesión:.....	102
4.3.1.1.	Costo de Amortización: .....	102
4.3.1.2.	Costo de Inversión Media Anual: .....	103
4.3.1.3.	Interés por Inversión de Capital: .....	103
4.3.1.4.	Seguros e Impuestos: .....	103
4.3.1.5.	Resultado obtenido: .....	103
4.3.2.	Costo de Operación:.....	104
4.3.2.1.	Costo de combustible:.....	104
4.3.2.2.	Costo de lubricantes, aceites y filtros: .....	104
4.3.2.3.	Costo de mantenimiento y reparación del tren de rodaje:....	105
4.3.2.4.	Costo por reparación y repuestos: .....	105
4.3.2.5.	Costo por elementos especiales de desgaste: .....	105
4.3.2.6.	Resultado obtenido: .....	106
4.3.3.	Cálculo de Posesión y Operación Horaria: .....	106
4.4.	CÁLCULO DEL COSTO DE POSESIÓN Y OPERACIÓN DE LA EXCAVADORA HIDRÁULICA 320L.....	106
4.4.1.	Costo de Posesión:.....	106
4.4.1.1.	Costo de Amortización: .....	106
4.4.1.2.	Costo de Inversión Media Anual: .....	107
4.4.1.3.	Interés por Inversión de Capital: .....	107
4.4.1.4.	Seguros e Impuestos: .....	107
4.4.1.5.	Resultado obtenido: .....	107
4.4.2.	Costo de Operación:.....	108
4.4.2.1.	Costo de combustible:.....	108
4.4.2.2.	Costo de lubricantes, aceites y filtros: .....	108
4.4.2.3.	Costo de mantenimiento y reparación del tren de rodaje:....	109
4.4.2.4.	Costo por reparación y repuestos: .....	109
4.4.2.5.	Costo por elementos especiales de desgaste: .....	109
4.4.2.6.	Resultado obtenido: .....	110
4.4.3.	Costo de Posesión y Operación Horaria: .....	110



4.5.	CÁLCULO DEL COSTO DE POSESIÓN Y OPERACIÓN DE LA CARGADORA DE RUEDAS 938G .....	110
4.5.1.	Costo de Posesión:.....	110
4.5.1.1.	Costo de Amortización: .....	110
4.5.1.2.	Costo de Inversión Media Anual: .....	111
4.5.1.3.	Interés por Inversión de Capital: .....	111
4.5.1.4.	Seguros e Impuestos: .....	111
4.5.1.5.	Resultado obtenido: .....	111
4.5.2.	Costo de Operación:.....	112
4.5.2.1.	Costo de combustible:.....	112
4.5.2.2.	Costo de lubricantes, aceites y filtros: .....	112
4.5.2.3.	Costo de cambio de neumáticos: .....	113
4.5.2.4.	Costo por reparación y repuestos: .....	113
4.5.2.5.	Costo por elementos especiales de desgaste: .....	113
4.5.2.6.	Resultado obtenido: .....	114
4.5.3.	Costo de Posesión y Operación Horaria: .....	114
4.6.	CÁLCULO DEL COSTO DE POSESIÓN Y OPERACIÓN DE LA MOTONIVELADORA 120H.....	114
4.6.1.	Costo de Posesión:.....	114
4.6.1.1.	Costo de Amortización: .....	114
4.6.1.2.	Costo de Inversión Media Anual: .....	115
4.6.1.3.	Interés por Inversión de Capital: .....	115
4.6.1.4.	Seguros e Impuestos: .....	115
4.6.1.5.	Resultado obtenido: .....	115
4.6.2.	Costo de Operación:.....	116
4.6.2.1.	Costo de combustible:.....	116
4.6.2.2.	Costo de lubricantes, aceites y filtros: .....	116
4.6.2.3.	Costo de cambio de neumáticos: .....	117
4.6.2.4.	Costo por reparación y repuestos: .....	117
4.6.2.5.	Costo por elementos especiales de desgaste: .....	117
4.6.2.6.	Resultado obtenido: .....	118
4.6.3.	Costo de Posesión y Operación Horaria: .....	118



4.7.	CÁLCULO DEL COSTO DE POSESIÓN Y OPERACIÓN DEL DUMPER ARTICULADO.....	118
4.7.1.	Costo de Posesión:.....	118
4.7.1.1.	Costo de Amortización: .....	118
4.7.1.2.	Costo de Inversión Media Anual: .....	119
4.7.1.3.	Interés por Inversión de Capital: .....	119
4.7.1.4.	Seguros e Impuestos: .....	119
4.7.1.5.	Resultado obtenido: .....	119
4.7.2.	Costo de Operación:.....	120
4.7.2.1.	Costo de combustible:.....	120
4.7.2.2.	Costo de lubricantes, aceites y filtros: .....	120
4.7.2.3.	Costo de cambio de neumáticos: .....	121
4.7.2.4.	Costo por reparación y repuestos: .....	121
4.7.2.5.	Resultado obtenido: .....	121
4.7.3.	Costo de Posesión y Operación Horaria: .....	121
4.8.	CÁLCULO DEL COSTO DE POSESIÓN Y OPERACIÓN DEL COMPACTADOR VIBRATORIO CS-533C. ....	122
4.8.1.	Costo de Posesión:.....	122
4.8.1.1.	Costo de Amortización: .....	122
4.8.1.2.	Costo de Inversión Media Anual: .....	122
4.8.1.3.	Interés por Inversión de Capital: .....	122
4.8.1.4.	Seguros e Impuestos: .....	123
4.8.1.5.	Resultado obtenido: .....	123
4.8.2.	Costo de Operación:.....	123
4.8.2.1.	Costo de combustible:.....	123
4.8.2.2.	Costo de lubricantes, aceites y filtros: .....	123
4.8.2.3.	Costo de cambio de neumáticos: .....	124
4.8.2.4.	Costo por reparación y repuestos: .....	125
4.8.2.5.	Resultado obtenido: .....	125
4.8.3.	Costo de Posesión y Operación Horaria: .....	125
4.9.	CÁLCULO DEL COSTO DE POSESIÓN Y OPERACIÓN DEL COMPACTADOR PATA DE CABRA 815G .....	126



4.9.1.	Costo de Posesión:.....	126
4.9.1.1.	Costo de Amortización: .....	126
4.9.1.2.	Costo de Inversión Media Anual: .....	126
4.9.1.3.	Interés por Inversión de Capital: .....	126
4.9.1.4.	Seguros e Impuestos: .....	127
4.9.1.5.	Resultado obtenido: .....	127
4.9.2.	Costo de Operación:.....	127
4.9.2.1.	Costo de combustible:.....	127
4.9.2.2.	Costo de lubricantes, aceites y filtros: .....	127
4.9.2.3.	Costo de mantenimiento y reparación del tren de rodaje:....	128
4.9.2.4.	Costo por reparación y repuestos: .....	129
4.9.2.5.	Resultado obtenido: .....	129
4.9.3.	Costo de Posesión y Operación Horaria: .....	129
4.10.	CÁLCULO DEL COSTO DE POSESIÓN Y OPERACIÓN DE LA MOTOTRAÍLLA 621G. ....	130
4.10.1.	Costo de Posesión:.....	130
4.10.1.1.	Costo de Amortización: .....	130
4.10.1.2.	Costo de Inversión Media Anual: .....	130
4.10.1.3.	Interés por Inversión de Capital: .....	130
4.10.1.4.	Seguros e Impuestos: .....	131
4.10.1.5.	Resultado obtenido: .....	131
4.10.2.	Costo de Operación:.....	131
4.10.2.1.	Costo de combustible:.....	131
4.10.2.2.	Costo de lubricantes, aceites y filtros: .....	131
4.10.2.3.	Costo de cambio de neumáticos: .....	132
4.10.2.4.	Costo por reparación y repuestos: .....	133
4.10.2.5.	Costo por elementos especiales de desgaste: .....	133
4.10.2.6.	Resultado obtenido: .....	133
4.10.3.	Costo de Posesión y Operación Horaria: .....	134
4.11.	CÁLCULO DEL COSTO DE POSESIÓN Y OPERACIÓN DEL CAMIÓN CISTERNA 12 TON. HINO GH. ....	134



4.11.1.	Costo de Posesión:.....	134
4.11.1.1.	Costo de Amortización: .....	134
4.11.1.2.	Costo de Inversión Media Anual: .....	134
4.11.1.3.	Interés por Inversión de Capital: .....	134
4.11.1.4.	Seguros e Impuestos: .....	135
4.11.1.5.	Resultado obtenido: .....	135
4.11.2.	Costo de Operación:.....	135
4.11.2.1.	Costo de combustible:.....	135
4.11.2.2.	Costo de lubricantes, aceites y filtros: .....	135
4.11.2.3.	Costo de cambio de neumáticos: .....	137
4.11.2.4.	Costo por reparación y repuestos: .....	137
4.11.2.5.	Resultado obtenido: .....	137
4.11.3.	Costo de Posesión y Operación Horaria: .....	138
4.12.	CÁLCULO DEL COSTO DE POSESIÓN Y OPERACIÓN DEL VOLQUETE 10 m <sup>3</sup> .	138
4.12.1.	Costo de Posesión:.....	138
4.12.1.1.	Costo de Amortización: .....	138
4.12.1.2.	Costo de Inversión Media Anual: .....	138
4.12.1.3.	Interés por Inversión de Capital: .....	139
4.12.1.4.	Seguros e Impuestos: .....	139
4.12.1.5.	Resultado obtenido: .....	139
4.12.2.	Costo de Operación:.....	139
4.12.2.1.	Costo de combustible:.....	139
4.12.2.2.	Costo de lubricantes, aceites y filtros: .....	140
4.12.2.3.	Costo de cambio de neumáticos: .....	141
4.12.2.4.	Costo por reparación y repuestos: .....	141
4.12.2.5.	Resultado obtenido: .....	141
4.12.3.	Costo de Posesión y Operación Horaria: .....	142
4.13.	RESUMEN DE RESULTADOS OBTENIDOS.....	142



## **5. CAPÍTULO #5: CÁLCULO DE PRODUCCIÓN DE LA MAQUINARIA PESADA.**

5.1.	PROCESO DE CÁLCULO. ....	144
5.2.	RUBROS 3.01-5.01-3.02-5.02: EXCAVACIÓN EN SUELO Y EXCAVACIÓN EN ROCA. ....	144
5.2.1.	Grupos de Maquinaria Pesada:.....	145
5.2.1.1.	Alternativa #1:.....	145
5.2.1.2.	Alternativa #2:.....	146
5.2.1.3.	Alternativa #3:.....	146
5.2.2.	Tabla de datos:.....	146
5.2.3.	Análisis de Producción :.....	146
5.2.3.1.	Alternativa #1:.....	147
5.2.3.2.	Alternativa #2:.....	147
5.2.3.3.	Alternativa #3:.....	147
5.2.4.	Análisis de Costos de Producción: .....	148
5.2.4.1.	Alternativa #1:.....	148
5.2.4.2.	Alternativa #2:.....	148
5.2.4.3.	Alternativa #3:.....	149
5.3.	RUBRO 4.01: NÚCLEO.....	150
5.3.1.	Grupos de Maquinaria Pesada:.....	150
5.3.1.1.	Alternativa #1:.....	150
5.3.2.	Tabla de datos:.....	150
5.3.3.	Análisis de Producción :.....	151
5.3.3.1.	Alternativa #1:.....	151
5.3.4.	Análisis de Costos de Producción: .....	151
5.3.4.1.	Alternativa #1:.....	151
5.4.	RUBRO 4.02: ESPALDONES. ....	152
5.4.1.	Grupos de Maquinaria Pesada:.....	152
5.4.1.1.	Alternativa #1:.....	152



5.4.1.2.	Alternativa #2: .....	152
5.4.2.	Tabla de datos:.....	152
5.4.3.	Análisis de Producción :.....	153
5.4.3.1.	Alternativa #1: .....	153
5.4.3.2.	Alternativa #2: .....	153
5.4.4.	Análisis de Costos de Producción: .....	154
5.4.4.1.	Alternativa #1: .....	154
5.4.4.2.	Alternativa #2: .....	154
5.5.	RUBRO 4.04: FILTRO. ....	155
5.5.1.	Grupos de Maquinaria Pesada:.....	155
5.5.1.1.	Alternativa #1: .....	155
5.5.2.	Tabla de datos:.....	155
5.5.3.	Análisis de Producción :.....	156
5.5.3.1.	Alternativa #1: .....	156
5.5.4.	Análisis de Costos de Producción: .....	156
5.5.4.1.	Alternativa #1: .....	156
5.6.	RUBRO 4.07: ENROCADO DEL SITIO.....	157
5.6.1.	Grupos de Maquinaria Pesada:.....	157
5.6.1.1.	Alternativa #1: .....	157
5.6.2.	Tabla de datos:.....	157
5.6.3.	Análisis de Producción :.....	158
5.6.3.1.	Alternativa #1: .....	158
5.6.4.	Análisis de Costos de Producción: .....	158
5.6.4.1.	Alternativa #1: .....	158
5.7.	RUBRO 4.08: ENROCADO PRODUCIDO. ....	159
5.7.1.	Grupos de Maquinaria Pesada:.....	159
5.7.1.1.	Alternativa #1: .....	159
5.7.2.	Tabla de datos:.....	159
5.7.3.	Análisis de Producción :.....	160
5.7.3.1.	Alternativa #1: .....	160
5.7.4.	Análisis de Costos de Producción: .....	160
5.7.4.1.	Alternativa #1: .....	160





5.8.	RUBRO 4.09: BASE CLASE I.....	161
5.8.1.	Grupos de Maquinaria Pesada:.....	161
5.8.1.1.	Alternativa #1:.....	161
5.8.2.	Tabla de datos:.....	161
5.8.3.	Análisis de Producción :.....	162
5.8.3.1.	Alternativa #1:.....	162
5.8.4.	Análisis de Costos de Producción: .....	162
5.8.4.1.	Alternativa #1:.....	162
5.9.	RESUMEN DE RESULTADOS.....	163
5.10.	ANEXOS DEL CAPÍTULO #5.....	164

## **6. CAPÍTULO #6: ESTRUCTURACIÓN DE ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS Y PRESUPUESTO REFERENCIAL.**

6.1.	ESTRUCTURACIÓN DE ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS.....	172
6.1.1.	Generalidades:.....	172
6.1.2.	Equipos adicionales:.....	172
6.1.3.	Materiales de préstamos importados: .....	174
6.1.3.1.	Filtro:.....	175
6.1.3.2.	Base Clase I: .....	175
6.1.4.	Contenido de humedad: .....	176
6.1.5.	Análisis de Precios Unitarios: .....	177
6.2.	PRESUPUESTO DIRECTO REFERENCIAL. ....	188
6.3.	CUADRO COMPARATIVO DE CANTIDADES Y COSTOS. ....	189



## **7. CAPÍTULO #7: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

7.1.	RESULTADOS OBTENIDOS. ....	191
7.2.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES. ....	191
7.3.	ANEXOS DEL CAPÍTULO #7. ....	194
7.4.	BIBLIOGRAFÍA: ....	195

## **8. CAPÍTULO #8: ANEXOS: DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO.**

8.1.	ESTUDIO GEOLÓGICO DE LA ZONA. ....	198
8.1.1.	Geología General: ....	198
8.1.2.	Geología Local: ....	198
8.1.3.	Descripción Litológica: ....	198
8.1.4.	Estructura de la Estratificación: ....	199
8.1.5.	Fracturas Tectónicas: ....	199
8.2.	DISEÑO DE LA PRESA. ....	200
8.2.1.	Elección del sitio de presa: ....	200
8.2.2.	Cimentación de la presa: ....	202
8.2.3.	Empotramientos: ....	203
8.2.4.	Filtros: ....	203
8.2.5.	Cuerpo de la Presa: ....	204
8.2.6.	Asentamientos: ....	205
8.2.7.	Obras de excedencia: ....	206



8.2.7.1.	Canal de aproximación:.....	207
8.2.7.2.	Estructura de control: .....	208
8.2.7.3.	Rápida: .....	208
8.3.	PROCESO CONSTRUCTIVO DE LA PRESA. ....	209
8.3.1.	Cimentación de la Presa (Código 3): .....	212
8.3.1.1.	Excavación en Suelo (Código 3.01): .....	213
8.3.1.2.	Excavación en Roca (Código 3.02):.....	216
8.3.2.	Cuerpo de la Presa (Código 4): .....	219
8.3.2.1.	Núcleo (Código 4.01): .....	219
8.3.2.2.	Espaldones (Código 4.02): .....	220
8.3.2.3.	Filtro (Código 4.04): .....	222
8.3.2.4.	Enrocado del Sitio (Código 4.07): .....	223
8.3.2.5.	Enrocado Producido (Código 4.08):.....	224
8.3.2.6.	Base Clase I (Código 4.09):.....	224
8.3.3.	Aliviadero (Código 5): .....	226
8.3.3.1.	Excavación en Suelo para Aliviadero (Código 5.01): .....	227
8.3.3.2.	Excavación en Roca para Aliviadero (Código 5.02):.....	228
8.4.	ESQUEMA GRÁFICO DE LA PRESA Y ALIVIADERO. ....	229



# CAPÍTULO # 1

## INTRODUCCIÓN



## 1.1. ANTECEDENTES.

Para obtener el Título de Ingeniero Civil, se desarrollará un Trabajo de Grado, cuyo tema central es la Optimización y Análisis del Presupuesto Referencial del Capítulo Movimiento de Tierras, del Proyecto: Construcción de la Presa de Tierra de la ESPOL, ubicada en el Parque del Conocimiento (PARCON).

Proyectos de Presas de Tierra, con diferente finalidad, constituyen obras de ingeniería muy importantes, desde su complejidad y costo, es menester hacer un análisis muy detallado en su presupuesto para optimizar costos y tiempo.

Las características más importantes de la presa las cito a continuación:

- |  |                              |
|--|------------------------------|
| - Cota máxima de altura:                             | 45 m.                        |
| - Longitud:  | 300 m.                       |
| - Cota máxima de embalse:                            | 42 m.                        |
| - Volumen de embalse:                                | 1,350.000 m <sup>3</sup> .   |
| - Volumen del núcleo:                                | 30.000 m <sup>3</sup> .      |
| - Volumen de espaldones:                             | 300.000 m <sup>3</sup> .     |
| - Cortina de Inyecciones:                            | En núcleo de la presa.       |
| - Dentellón:   | En núcleo de la presa.       |
| - Enrocado:  | Aguas abajo.                 |
| - Aliviadero:  | Hormigón armado.             |
| - Materiales a utilizarse:                           | Del sitio.                   |
| - Equipo pesado a utilizarse:                        | Es el tema de investigación. |
| - Relación con la presa del lago construida en 1990: | 3 a 1 (aproximadamente).     |
| - Plazo referencial de ejecución:                    | 8 meses.                     |



## **1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.**

Es importante destacar que el poseer y operar maquinaria pesada en trabajos de movimiento de tierras, conlleva una serie de riesgos calculados al momento de ofertar un precio unitario; existen muchos casos en los cuales, un ligero análisis de estos costos horarios vs la producción de la maquinaria pesada, ha provocado la quiebra económica de muchos empresarios de la construcción o la significativa reducción de sus honorarios y utilidades, dada la poca importancia que algunos le dan a este tema que, es sin lugar a dudas, el eslabón clave para obtener un funcionamiento eficiente al momento de manejar maquinaria pesada, razón por la cual, resulta indispensable plantear una solución práctica para el buen escogimiento de la diferente maquinaria pesada utilizada en obras civiles, con elevado porcentaje de Movimiento de Tierras.

## **1.3. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO.**

Teniendo como referencia la constante elaboración de Presupuestos Referenciales de Obras Civiles, relacionadas a rubros de Movimiento de Tierras de diversa índole, se debe destacar que la complejidad que conlleva el realizar un análisis de maquinaria pesada, hace notoria la necesidad de contar con un análisis exhaustivo al momento de seleccionar el tipo y cantidad de máquinas para un determinado rubro, y de verificar el costo horario básico que se debe considerar, para cubrir con todos los gastos involucrados en la operación y posesión de las diferentes máquinas de Movimiento de Tierras.



#### **1.4. OBJETIVO GENERAL.**

Optimizar el Presupuesto Referencial Directo del Proyecto: Construcción de la Presa de Tierra de la ESPOL, ubicada en el Parque del Conocimiento (PARCON); en base a estudios, diseños y especificaciones técnicas realizadas por el Ing. Miguel Ángel Chávez, diseñador del Proyecto.

#### **1.5. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.**

Realizar un análisis comparativo del rendimiento de maquinaria, utilizada para la construcción de la Presa de Tierra de la ESPOL, ubicada en el Parque del Conocimiento (PARCON); proponiendo el tipo y cantidad de maquinaria ideal, como alternativa válida para alcanzar un beneficio costo vs tiempo de la obra indicada, logrando así, un ahorro significativo para el proyecto.

#### **1.6. HIPÓTESIS.**

La hipótesis planteada para el presente Trabajo de Grado es demostrar que, al realizar un estudio profundo y detallado de los costos de posesión y operación de maquinaria pesada vs la producción esperada en obra, se obtendrá un presupuesto referencial inferior al propuesto por la entidad Contratante, para la Construcción de la Presa de Tierra de la ESPOL, ubicada en el Parque del Conocimiento (PARCON), llegando a demostrar que no se ha realizado un análisis minucioso al momento de elaborar dicho presupuesto.



### **1.7. ALCANCE.**

El análisis realizado abarca todos los rubros de Movimiento de Tierras del Proyecto involucrados en el Presupuesto Referencial propuesto por la entidad Contratante, incluyendo en el análisis varias alternativas de maquinaria pesada para la ejecución de dichos rubros, además de, analizar el proceso constructivo que actualmente se está siguiendo para la Construcción de la Presa de Tierra de la ESPOL.

### **1.8. METODOLOGÍA.**

La metodología del presente Trabajo de Grado, se detalla a continuación:

- a.** Se recopilará la información existente acerca de las especificaciones generales del proyecto, estudios geológicos y descripción general, en base al diseño propuesto por el Ing. Miguel Ángel Chávez.
- b.** En base a planos del proyecto, se elaborarán tablas de cálculo de cantidades de obra, para los diferentes rubros involucrados en el Capítulo de Movimiento de Tierras, del proyecto en mención y se realizará un comparativo con las cantidades propuesta en el presupuesto referencial de la entidad contratante.
- c.** Se detallará una introducción del tipo de maquinaria pesada utilizada generalmente para trabajos de Movimiento de Tierras, detallando sus aplicaciones, alcances y conceptos básicos necesarios para su posterior escogimiento e inclusión dentro del presupuesto por elaborar.





- d.** Se procederá al cálculo de los Costos de Posesión y Operación de la maquinaria seleccionada para la ejecución de los rubros de Movimiento de Tierra por analizar, para este trabajo se ha recopilado información de manuales y catálogos de la bibliografía seleccionada para el desarrollo del presente Trabajo de Grado.
- e.** Se elaborarán cuadros de alternativas de equipo combinado de maquinaria pesada a utilizar para los diferentes rubros, calculando sus costos productivos e improductivos por máquina, obteniendo un costo total combinado, con lo cual, de acuerdo a la producción obtenida, se pueda resaltar el costo unitario de producción ( $\$/m^3$ ), obteniendo así, la alternativa de equipo combinado más eficiente, en cuanto a costo y producción.
- f.** Mediante la utilización del Programa OPUS AEC 10, se estructurarán los diferentes análisis de precios unitarios de los rubros de movimiento de tierras, con detalle de costo de material, equipo y mano de obra, involucrados para la eficiente ejecución del rubro a analizar. Consecuentemente se elaborará el Presupuesto Directo del Proyecto, en base a los precios unitarios y cantidades calculadas.
- g.** Se elaborará un cuadro comparativo de la diferencia de cantidades y precios unitarios de los resultados obtenidos del análisis de maquinaria pesada del presente Trabajo de Grado versus la información propuesta por la entidad contratante, obteniendo el incremento o decremento global.
- h.** Se realizará un análisis del proceso constructivo de obra, que se está empleando actualmente para la Presa de Tierra de la ESPOL, con la finalidad, de obtener las conclusiones y recomendaciones necesarias para lograr una optimización del presupuesto de obra; proponiendo tipo de equipo a emplearse y mecanismo de trabajo. Para dicho análisis se procederá a realizar filmaciones de los trabajos que se están realizando actualmente en obra.



## CAPÍTULO #2

# CÁLCULO DE CANTIDADES



## **CAPÍTULO #2: CÁLCULO DE CANTIDADES**

### **2.1. ALCANCE.**

A continuación se detallan los rubros que forman parte de la siguiente memoria de cálculo de volúmenes:

#### **3. Cimentación de la Presa**

3.01 Excavación en Suelo.

3.02 Excavación en Roca.

#### **4. Cuerpo de Presa**

4.01 Núcleo.

4.02 Espaldones.

4.04 Filtro.

4.07 Enrocado del Sitio.

4.08 Enrocado Producido.

4.09 Base Clase I.

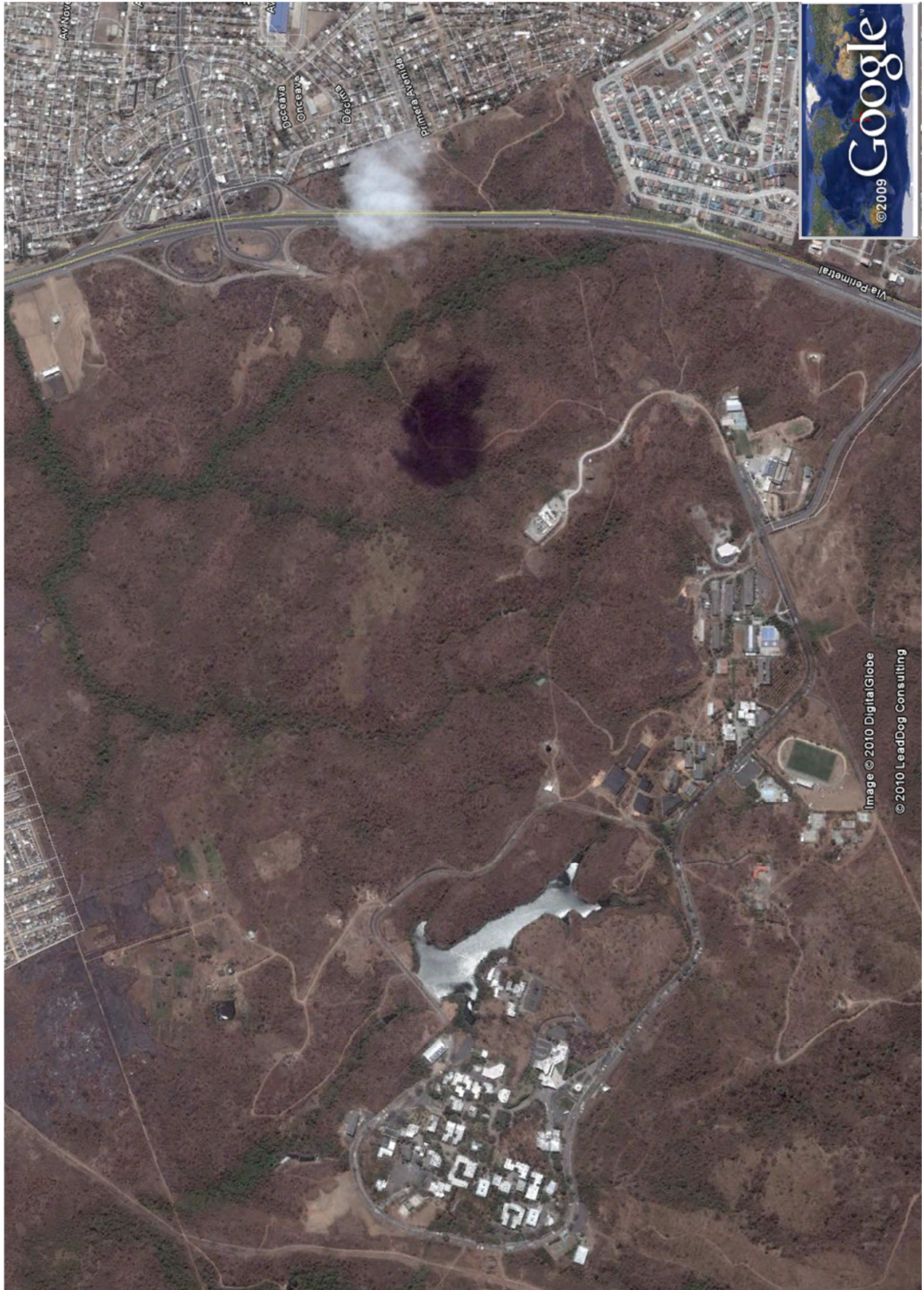
#### **5. Aliviadero**

5.01 Excavación en Suelo para Aliviadero.

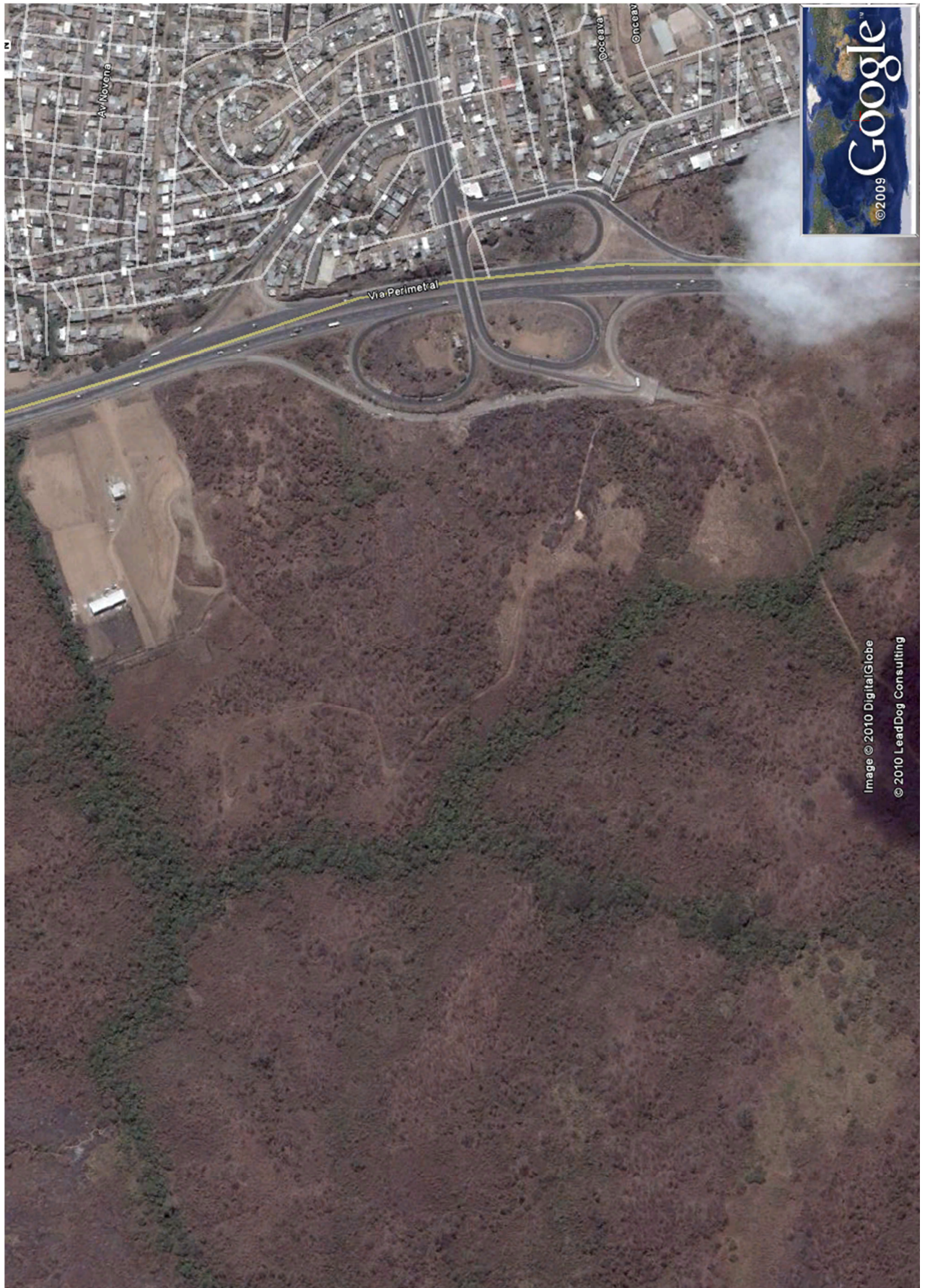
5.02 Excavación en Roca para Aliviadero.

### **2.2. DESCRIPCIÓN FOTOGRÁFICA DE TRABAJOS.**

- Fotografías satelitales del emplazamiento de la Presa.
- Fotos generales de los trabajos para la cimentación de la Presa.



**Foto #1: Fotografía satelital del emplazamiento de la Presa**



**Foto #2: Fotografía satelital del emplazamiento de la Presa**



**Foto #3: Detalle de Excavación en Roca del Dentellón del Núcleo de la Presa**



**Foto #4: Detalle de Formación Rocosa de Areniscas, en zona de excavación de Dentellón de Presa**



**Foto #5: Detalle del Emplazamiento General de la Presa de Tierra de la ESPOL**



**Foto #6: Detalle de Excavación en Suelo de la Base de los Espaldones de la Presa.**



**Foto #7: Presencia de nivel freático en trabajos de excavación para la cimentación del núcleo.**



**Foto #8: Perforaciones previas a la inyección de lechada de hormigón para la formación de la Pantalla de Hormigón contra futuras infiltraciones.**





## 2.3. TABLAS DE CÁLCULO DE VOLÚMENES.

### 2.3.1. Volumen de Excavación en Suelo:

<b>VOLUMEN DE EXCAVACIÓN EN SUELOS</b>			
<b>ABSCISA ml.</b>	<b>LONGITUD ml.</b>	<b>ÁREA TRANSVERSAL m2.</b>	<b>VOLUMEN m3.</b>
0+0.00			
	20.00	150.00	3,000.00
0+0.20	20.00	112.00	2,240.00
0+0.40	20.00	142.00	2,840.00
0+0.60	20.00	120.00	2,400.00
0+0.80	20.00	163.00	3,260.00
0+100	20.00	251.00	5,020.00
0+120	13.80	224.00	3,091.20
0+133.80	26.20	238.00	6,235.60
0+160	20.00	146.00	2,920.00
0+180	13.37	188.00	2,513.56
0+193.37	26.63	158.00	4,207.54
0+220	24.60	236.00	5,805.60
0+244.60	15.40	99.00	1,524.60
0+260	37.00	100.00	3,700.00
0+297			
<b>VOLUMEN TOTAL (m3)</b>			<b>48,758.10</b>
<b>VOLUMEN ESTIMADO (m3)</b>			<b>48,758.10</b>

**Tabla #1: Resultados del Volumen de Excavación en Suelos**



### 2.3.2. Volumen de Excavación en Roca:

<b>VOLUMEN DE EXCAVACIÓN EN ROCA</b>			
<b>ABSCISA ml.</b>	<b>LONGITUD ml.</b>	<b>ÁREA TRANSVERSAL m2.</b>	<b>VOLUMEN m3.</b>
0+0.00			
	20.00	6.70	134.00
0+0.20	20.00	8.80	176.00
0+0.40	20.00	7.60	152.00
0+0.60	20.00	9.10	182.00
0+0.80	20.00	9.60	192.00
0+100	20.00	8.60	172.00
0+120	13.80	11.40	157.32
0+133.80	26.20	11.70	306.54
0+160	20.00	12.40	248.00
0+180	13.37	15.10	201.89
0+193.37	26.63	11.60	308.91
0+220	24.60	13.20	324.72
0+244.60	15.40	6.40	98.56
0+260	37.00	5.40	199.80
0+297			
<b>VOLUMEN TOTAL (m3)</b>			<b>2,853.74</b>
<b>VOLUMEN ESTIMADO (m3)</b>			<b>2,853.74</b>

**Tabla #2: Resultados del Volumen de Excavación en Roca**



### 2.3.3. Volumen de Material de Núcleo:

<b>VOLUMEN DE MATERIAL DE NÚCLEO</b>			
<b>ABSCISA ml.</b>	<b>LONGITUD ml.</b>	<b>ÁREA TRANSVERSAL m2.</b>	<b>VOLUMEN m3.</b>
0+0.00	20.00	37.30	746.00
0+0.20	20.00	47.90	958.00
0+0.40	20.00	54.20	1,084.00
0+0.60	20.00	60.60	1,212.00
0+0.80	20.00	62.60	1,252.00
0+100	20.00	76.50	1,530.00
0+120	13.80	115.70	1,596.66
0+133.80	26.20	106.80	2,798.16
0+160	20.00	114.70	2,294.00
0+180	13.37	125.60	1,679.27
0+193.37	26.63	94.80	2,524.52
0+220	24.60	99.70	2,452.62
0+244.60	15.40	35.40	545.16
0+260	37.00	29.10	1,076.70
0+297			
<b>VOLUMEN TOTAL (m3)</b>			<b>21,749.09</b>
<b>VOLUMEN ESTIMADO (m3)</b>			<b>21,749.09</b>

**Tabla #3: Resultados del Volumen de Material de Núcleo**



### 2.3.4. Volumen de Material de Espaldones:

<b>VOLUMEN DE MATERIAL DE ESPALDONES</b>			
<b>ABSCISA ml.</b>	<b>LONGITUD ml.</b>	<b>ÁREA TRANSVERSAL m2.</b>	<b>VOLUMEN m3.</b>
0+0.00	20.00	262.06	5,241.20
0+0.20	20.00	335.35	6,707.00
0+0.40	20.00	413.54	8,270.80
0+0.60	20.00	528.76	10,575.20
0+0.80	20.00	567.88	11,357.60
0+100	20.00	667.24	13,344.80
0+120	13.80	867.81	11,975.78
0+133.80	26.20	765.16	20,047.19
0+160	20.00	780.13	15,602.60
0+180	13.37	903.14	12,074.98
0+193.37	26.63	802.04	21,358.33
0+220	24.60	997.12	24,529.15
0+244.60	15.40	304.77	4,693.46
0+260	37.00	226.01	8,362.37
0+297			
<b>VOLUMEN TOTAL (m3)</b>			<b>174,140.46</b>
<b>VOLUMEN ESTIMADO (m3)</b>			<b>174,140.46</b>

**Tabla #4: Resultados del Volumen de Material de Espaldones**

**2.3.5. Volumen de Material de Filtro Vertical:**

<b>VOLUMEN DE MATERIAL DE FILTRO VERTICAL</b>			
<b>ABSCISA ml.</b>	<b>LONGITUD ml.</b>	<b>ÁREA TRANSVERSAL m2.</b>	<b>VOLUMEN m3.</b>
0+0.00			
	20.00	2.20	44.00
0+0.20	20.00	2.60	52.00
0+0.40	20.00	2.75	55.00
0+0.60	20.00	3.10	62.00
0+0.80	20.00	3.10	62.00
0+100	20.00	3.80	76.00
0+120	13.80	5.10	70.38
0+133.80	26.20	4.70	123.14
0+160	20.00	5.00	100.00
0+180	13.37	5.50	73.54
0+193.37	26.63	4.35	115.84
0+220	24.60	4.60	113.16
0+244.60	15.40	2.00	30.80
0+260	37.00	1.65	61.05
0+297			
<b>VOLUMEN TOTAL (m3)</b>			<b>1,038.91</b>
<b>VOLUMEN ESTIMADO (m3)</b>			<b>1,038.91</b>

**Tabla #5: Resultados del Volumen de Material de Filtro Vertical**



### 2.3.6. Volumen de Material de Filtro Horizontal:

<b>VOLUMEN DE MATERIAL DE FILTRO HORIZONTAL</b>				
<b>ABSCISA ml.</b>	<b>LONGITUD ml.</b>	<b>LONG.TRANSVERSAL ml.</b>	<b>ALTURA ml.</b>	<b>VOLUMEN m3.</b>
0+0.00				
	20.00	23.20	0.70	324.80
0+0.20	20.00	28.50	0.70	399.00
0+0.40	20.00	19.30	0.70	270.20
0+0.60	20.00	33.20	0.70	464.80
0+0.80	20.00	33.60	0.70	470.40
0+100	20.00	29.80	0.70	417.20
0+120	13.80	33.70	0.70	325.54
0+133.80	26.20	33.20	0.70	608.89
0+160	20.00	34.10	0.70	477.40
0+180	13.37	37.80	0.70	353.77
0+193.37	26.63	39.30	0.70	732.59
0+220	24.60	46.40	0.70	799.01
0+244.60	15.40	27.90	0.70	300.76
0+260	37.00	27.20	0.70	704.48
0+297				
<b>VOLUMEN TOTAL (m3)</b>				<b>6,648.84</b>
<b>VOLUMEN ESTIMADO (m3)</b>				<b>6,648.84</b>

**Tabla #6: Resultados del Volumen de Material de Filtro Horizontal**



### 2.3.7. Volumen de Material de Enrocado:

<b>VOLUMEN DE ENROCADO</b>			
<b>ABSCISA ml.</b>	<b>LONGITUD ml.</b>	<b>ÁREA TRANSVERSAL m2.</b>	<b>VOLUMEN m3.</b>
0+0.00	20.00	17.50	350.00
0+0.20	20.00	16.80	336.00
0+0.40	20.00	35.30	706.00
0+0.60	20.00	31.50	630.00
0+0.80	20.00	38.40	768.00
0+100	20.00	42.40	848.00
0+120	13.80	45.00	621.00
0+133.80	26.20	31.10	814.82
0+160	20.00	30.10	602.00
0+180	13.37	34.00	454.58
0+193.37	26.63	35.50	945.37
0+220	24.60	43.65	1,073.79
0+244.60	15.40	29.90	460.46
0+260	37.00	22.50	832.50
0+297			
<b>VOLUMEN TOTAL (m3)</b>			<b>9,442.52</b>
<b>VOLUMEN ESTIMADO (m3)</b>			<b>9,442.52</b>

**Tabla #7: Resultados del Volumen de Enrocado**

**2.3.8. Volumen de Base Clase I:**

<b>VOLUMEN DE MATERIAL DE BASE CLASE I</b>			
<b>ABSCISA ml.</b>	<b>ALTURA ml.</b>	<b>ÁREA LONGITUDINAL m2.</b>	<b>VOLUMEN m3.</b>
0+0.00 0+297	0.30	3,381.50	1,014.45
<b>VOLUMEN TOTAL (m3)</b>			<b>1,014.45</b>

<b>VOLUMEN ESTIMADO (m3)</b>	<b>1,014.45</b>
------------------------------	-----------------

**Tabla #8: Resultados del Volumen de Base Clase I****2.3.9. Volumen de Excavación para Aliviadero:**

<b>VOLUMEN DE EXCAVACIÓN PARA ALIVIADERO</b>			
<b>ABSCISA ml.</b>	<b>LONGITUD ml.</b>	<b>ÁREA TRANSVERSAL m2.</b>	<b>VOLUMEN m3.</b>
0+0.00			
0+0.05	5.00	12.20	61.00
0+0.20	15.00	48.60	729.00
0+0.40	20.00	60.50	1,210.00
0+0.60	20.00	69.70	1,394.00
0+0.80	20.00	30.20	604.00
0+100	20.00	10.80	216.00
	20.00	8.30	166.00





0+120			
	20.00	10.10	202.00
0+140			
	20.00	46.10	922.00
0+160			
	20.00	23.90	478.00
0+180			
	20.00	27.70	554.00
0+200			
	20.00	24.60	492.00
0+220			
	20.00	23.00	460.00
0+240			
	20.00	21.40	428.00
0+260			
	10.00	24.00	240.00
0+270			
	10.00	73.40	734.00
0+280			
	20.00	77.30	1,546.00
0+300			
	20.00	76.70	1,534.00
0+320			
	20.00	76.80	1,536.00
0+340			
	10.00	72.30	723.00
0+350			
	10.00	63.40	634.00
0+360			
	20.00	41.20	824.00
0+380			
	39.07	11.50	449.31
0+419.07			
<b>VOLUMEN TOTAL (m<sup>3</sup>)</b>			<b>16,136.31</b>
<b>VOLUMEN ESTIMADO (m<sup>3</sup>)</b>			<b>16,136.31</b>

**Tabla #9: Resultados del Volumen de Excavación para Aliviadero**



**Notas:**

- a) En base a la especificación técnica del rubro **Filtro (Código 4.04)**, la cantidad total calculada es de: **7,687.75 m<sup>3</sup>**.
- b) En base a la especificación técnica del rubro **Enrocado del Sitio (Código 4.07)**, la cantidad total calculada es de: **5,665.51 m<sup>3</sup>**.
- c) En base a la especificación técnica del rubro **Enrocado Producido (Código 4.08)**, la cantidad total calculada es de: **3,777.01 m<sup>3</sup>**.
- d) En base a la especificación técnica del rubro **Excavación en Suelo para Aliviadero (Código 5.01)**, la cantidad total calculada es de: **11,295.42 m<sup>3</sup>**.
- e) En base a la especificación técnica del rubro **Excavación en Roca para Aliviadero (Código 5.02)**, la cantidad total calculada es de: **4,840.89 m<sup>3</sup>**.

**2.4. RESULTADOS OBTENIDOS Y CUADRO COMPARATIVO.**

<b>CUADRO COMPARATIVO DE CANTIDADES</b>					
<b>CÓD.</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UN.</b>	<b>CANTIDAD REFERENCIAL</b>	<b>CANTIDAD CALCULADA</b>	<b>DIFERENCIA DE CANTIDAD</b>
<b>3</b>	<b>CIMENTACIÓN DE LA PRESA</b>				
3.02	Excavación en Suelo	m3	56,236.17	48,758.10	<b>7,478.07</b>
3.02	Excavación en Roca	m3	4,347.02	2,853.74	<b>1,493.28</b>
<b>4</b>	<b>CUERPO DE PRESA</b>				
4.01	Núcleo	m3	33,463.95	21,749.09	<b>11,714.86</b>
4.02	Espaldones	m3	221,344.17	174,140.46	<b>47,203.71</b>
4.04	Filtro	m3	8,368.56	7,687.75	<b>680.81</b>
4.07	Enrocado del Sitio	m3	7,213.50	5,665.51	<b>1,547.99</b>
4.08	Enrocado Producido	m3	4,809.00	3,777.01	<b>1,031.99</b>
4.09	Base Clase I	m3	1,269.20	1,014.45	<b>254.75</b>
<b>5</b>	<b>ALIVIADERO</b>				
5.01	Excavación en Suelo para Aliviadero	m3	13,470.13	11,295.42	<b>2,174.71</b>
5.02	Excavación en Roca para Aliviadero	m3	5,772.91	4,840.89	<b>932.02</b>

**Tabla #10: Cuadro comparativo de cantidades calculadas.**



## CAPÍTULO #3

# DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA MAQUINARIA PESADA



## **CAPÍTULO #3: DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA MAQUINARIA PESADA**

### **3.1. TRACTOR DE ORUGAS.**



**Foto #9: Tractor de orugas.**

#### **3.1.1. Características generales:**

Los Tractores son máquinas especialmente diseñadas para ejercer acciones de empuje o de tracción.

#### **3.1.2. Clasificación del Tractor:**

Existen dos tipos:

##### **3.1.2.1. Tractor de Ruedas:**

Tienen velocidades de desplazamiento hasta 60 km./h. Transmiten al suelo una presión específica de 0.35 Mpa (0.4 Kg./cm<sup>2</sup>) y con un esfuerzo de tracción disponible en la barra de tiro de hasta 82.000 Kg.



### **3.1.2.2. Tractor de Orugas:**

Con velocidades máximas de desplazamiento de 15 Km./h transmiten al suelo presiones específicas de 0.04 Mpa (0.4 kg./cm<sup>2</sup>) y según los modelos se alcanzan esfuerzos de tracción disponible en la barra de tiro de hasta 110.000 Kg.

### **3.1.3. Ventajas del Tractor de Orugas:**

Entre las ventajas más importantes sobre la utilización del Tractor de Orugas, se encuentran las siguientes:

- a.** Para terrenos blandos, se recomienda su utilización, debido a que el ancho de sus zapatas proporciona una gran superficie de contacto, lo que a su vez representa menor presión sobre el terreno (0.4-0.8 Kg./cm<sup>2</sup>), evitando su hundimiento.
- b.** Para terrenos rocosos, se recomienda su utilización, debido a que la adherencia de sus zapatas al terreno, provoca mayor tracción y evita el posible deslizamiento que pueda tener la máquina debido a sus condiciones de trabajo o terrenos accidentados con cierta pendiente.
- c.** Es muy útil para espacios pequeños y difíciles, debido a su capacidad de maniobra.

### **3.1.4. Aplicaciones del Tractor de Orugas:**

Entre las aplicaciones más importantes del Tractor de Orugas, se encuentran las siguientes:

- a.** Sirve como remolque de máquinas que no poseen suficiente tracción o potencia para su desplazamiento, por ejemplo: la Traílla.



- b.** Explanaciones en carreteras, aeropuertos. Excava y apila la tierra para que luego la cargadora cargue éste material ya suelto a los camiones para su transporte.
- c.** Limpieza de monteras en canteras, limpieza del pie de la cantera después de la voladura.
- d.** Limpieza y desbroce de terrenos, apertura de caminos en selva, derribando árboles con hoja en forma de cuña.
- e.** Para extendido de tierras, por ejemplo, un terraplén, para un paso superior en una carretera. Cuando el movimiento de tierras se hace con camiones, éstos descargan basculando y el bulldozer extiende; en presas de tierra lo mismo. Consigue una primera nivelación.
- f.** Es muy útil para fragmentar las rocas y preparar el terreno para su arranque mediante la hoja empujadora del tractor.

### **3.1.5. Equipo de Trabajo:**

#### **3.1.5.1. Hojas Topadoras.**

Se trata de una hoja en la parte delantera del tractor, acoplada a éste mediante sistemas que permiten distintos movimientos de la hoja.

Entre las hojas topadoras más utilizadas, se encuentran las siguientes:

- **Hoja Universal (U):**

Con sus extremos formando  $25^\circ$  con el eje de la hoja, le permite disminuir los derrames laterales de material, ya que al avanzar el tractor, sus extremos en ángulo recogen el material que tiende a perderse por los lados de la hoja.



Es la hoja de mayor capacidad y por ello la ideal para empujar materiales que no ofrezcan especiales dificultades.



**Foto #10: Hoja Universal (U)**

- **Hoja Recta:**

Carece de extremos en ángulo como la universal, lo que le resta capacidad en el transporte del material. Sin embargo da mejores resultados cuando el trabajo consiste en excavar terrenos difíciles o rocas, como en la apertura de caminos, etc. Es de menor tamaño.



**Foto #11: Hoja Recta**

- **Hoja Semiuniversal:**

Se encuentra entre las dos anteriores en cuanto a forma y prestaciones. Hay una tendencia a ella en los grandes tractores.



**Foto #12: Hoja Semiuniversal (SU)**





- **Hoja Angulable:**

El eje de la hoja angulable (Angledocer) puede adoptar posiciones fijas distintas a la transversal, con ángulos fijos a izquierda o derecha de 25°.

Es recta para no obstaculizar el flujo lateral del material que empuja, posee sección de curvatura adecuada para favorecer el volteo del material y con ello su salida por la derecha o izquierda, según esté orientada la hoja.

El tractor con hoja angulable (angledozer) por su configuración estructural presenta la hoja en posición muy adelantada lo que disminuye su esfuerzo de empuje frente hoja recta (bulldozer).



**Foto #13: Hoja Angulable**



### 3.1.5.2. Escarificador.

Está formado por un bastidor situado en la parte trasera del tractor, en el cual se fijan 1, 2, o 3 vástagos con dientes con un acoplamiento que permite cambiar su longitud. Mediante cilindros hidráulicos que actúan sobre el bastidor, estos dientes descienden clavándose en el terreno y al ser arrastrados por el tractor producen profundos surcos, quebrantándolo y aflojándolo cuando éste es excesivamente duro o cohesivo para ser removido únicamente con la hoja frontal.

Hay que evitar esfuerzos transversales que también le perjudican, como por ejemplo, girar la máquina con el vástago introducido, o sea, el tractor debe avanzar siempre en línea recta.



**Foto #14: Escarificador de 1 diente**



**Foto #15: Escarificador de 3 dientes**

### **3.1.6. Ciclos de Trabajo:**

El ciclo de trabajo de un Tractor de Orugas consta de tres fases:

#### **3.1.6.1. Fase A: Carga o arranque**

El tractor realiza esta operación a una velocidad aproximada de 1 a 3 Km. /h, a la vez que efectúa el corte, va empujando por llenado de la cuchilla.

#### **3.1.6.2. Fase B: Acarreo**

El tractor empuja el material amontonado con la cuchilla, generalmente esta operación se realiza a una velocidad igual al 75 % de la utilizada en la primera operación.

#### **3.1.6.3. Fase C: Regreso**

El tractor efectúa el retorno sin carga a una velocidad de 85 % de la máxima.



### 3.2. EXCAVADORA HIDRÁULICA DE ORUGA.



**Foto #16: Excavadora Hidráulica de Orugas.**

#### 3.2.1. Características generales:

Las excavadoras hidráulicas son máquinas de movimiento de tierras, diseñadas para excavar el terreno, de ahí su nombre. Se llaman hidráulicas porque su equipo de trabajo se mueve mediante cilindros hidráulicos. La característica principal que las diferencia de otras máquinas, como son las cargadoras, es que trabajan fijas, moviendo solamente la superestructura.

Cuando la excavación a realizar sale de su alcance, el conjunto de la máquina se traslada a una nueva posición de trabajo, pero no excava durante este desplazamiento.



Otra función distinta de la de excavar que realizan estas máquinas, es la carga de roca volada en canteras. Las grandes dimensiones de sus elementos de trabajo las permiten tener una capacidad de carga muy superior a la de las cargadoras, en cuanto a alcance y altura y, al evitarse los desplazamientos, se disminuyen los tiempos de los ciclos, alcanzándose mayores producciones.

### **3.2.2. Clasificación de la Excavadora Hidráulica:**

Según su infraestructura de Tren de Rodaje, se clasifican en dos tipos:

#### **3.2.2.1. Excavadora Hidráulica sobre Ruedas:**

Generalmente este tipo de excavadora está diseñada para cucharones de menor capacidad. Posee una velocidad de desplazamiento de 0-20 km./h. Necesitan apoyos estabilizadores para no moverse durante la excavación.

El tren de rodaje sobre ruedas consta de:

- a) Bastidor con corona dentada, en la que se acopla la plataforma de la superestructura permitiendo su giro.
- b) Dos ejes de ruedas neumáticas.

#### **3.2.2.2. Excavadora Hidráulica sobre Orugas:**

Es el tren de rodaje más utilizado, debido sin duda a la mayor adherencia y poca presión que ejercen las zapatas sobre el terreno (0.4-0.8 kg./cm<sup>2</sup>, con flotabilidad), consta de:

- a) Bastidor con corona dentada.
- b) Dos ejes de cadenas con zapatas.



### **3.2.3. Equipo de Trabajo:**

El equipo de trabajo consta de:

#### **3.2.3.1. Pluma:**

Su elevación y descenso se produce por la acción de una pareja de cilindros hidráulicos, uno a cada costado. Se clasifican de la siguiente manera:

##### **a. Pluma de Alcance Estándar (R):**

Utilizada para aplicaciones que requieren alcance largo y excavación profunda. Adaptable a brazos de 2.9 metros de longitud.

##### **b. Pluma para Excavación de Gran Volumen (M):**

Útil para excavación en gran volumen, para aplicaciones que requieran más fuerzas, tales como el uso de martillos, cucharones de gran tamaños, cizallas, etc. Adaptable a brazos de aproximadamente 5 metros de longitud.

##### **c. Pluma de Largo Alcance (R):**

Para aplicaciones de alcance súper largo, tales como en limpieza de zanjas y canales, dragado y conformación ligera de taludes.

##### **d. Pluma de Geometría Variable (M):**

Esta pluma brinda mayor flexibilidad al equipo, debido a que las operaciones pueden extender o acortar la parte de la antepeluma desde la cabina de control.



### **3.2.3.2. Brazo:**

Es el elemento de unión entre la pluma y el cucharón, articulado en ambos elementos. Su movimiento se produce mediante la acción de un cilindro hidráulico.

### **3.2.3.3. Cucharón:**

La penetración del cucharón en un material se logra mediante la fuerza de plegado del cucharón (FB) y la fuerza de empuje del brazo (FS).

Los cucharones con menor radio de plegado proporcionan mayor fuerza de plegado del cucharón que los que tienen mayor radio de plegado.

Como regla general, se usan cucharones anchos en terrenos fáciles de excavar, y cucharones estrechos en terrenos duros.

Se pueden distinguir dos tipos en cuanto se refiere a la capacidad del cucharón:

- **Capacidad a ras:**

El volumen de material dentro del contorno de las planchas laterales, delantera y trasera sin contar material en la plancha de derrame ni en los dientes.

- **Capacidad colmado:**

El volumen del cucharón cargado a ras más el volumen del material encima del nivel a ras, con un ángulo de reposo de 1:1 sin contar material en la plancha de derrame ni en los dientes.



**a. Cucharón para zanjeo:**

Los cucharones para zanjeo son por lo general más angostos que los cucharones para excavación y del tamaño adecuado para adaptarlos al diámetro del tubo que se va a tender en la zanja.

Son para excavar zanjas en terrenos compactados, arcilla seca y dura, y otros materiales similares.

Para lograr capacidad máxima, el perfil del cucharón es más profundo y el radio de plegado medido desde la punta es más largo que en los cucharones para excavación.

**b. Cucharón para excavación:**

Tienen un radio de plegado más corto medido desde la punta del cucharón y mayor ancho que los cucharones para zanjeo.

El radio de plegado más corto desde la punta eleva al máximo la fuerza aplicada a los dientes de cucharón.

Debido a la mayor anchura y a un piso más corto, estos cucharones ofrecen capacidades mejores de carga y descarga sobre los cucharones de zanjeo de igual capacidad.

**c. Cucharón utilitario:**

Son cucharones anchos para gran volumen con la parte posterior redondeada y poco profunda.

Tienen cuchillas soldadas que se pueden equipar con dientes o con cuchillas empernables adicionales.

Los usos típicos son limpieza general, acabado de pendientes y limpieza de zanjas.





**d. Cucharón para excavación de gran volumen:**

Están diseñados para carga de alta producción de materiales de baja densidad.

Tienen el mismo perfil que los cucharones para excavación pero son más anchos para aumentarles la capacidad.

La distancia entre los pasadores es también mayor para aumentar la fuerza de desprendimiento.

**e. Cucharón para desgarramiento de roca:**

Tienen dientes de diseño escalonado para aplicar la fuerza de ataque y de plegado a un diente y lograr a la vez mejor penetración en la roca y más fuerza de desprendimiento.

Cuando el cucharón se pliega, la roca penetrada por el primer diente se rompe al tiempo que el siguiente diente se clava en otra parte de la roca.

Como el propósito principal de este cucharón es romper la roca, su capacidad no es especialmente importante.

Como siempre se debe pensar en la durabilidad, estos cucharones tienen, a propósito, planchas gruesas de acero para impartirles larga vida útil en esta aplicación tan rigurosa.

**f. Cucharón para excavación de servicio pesado:**

Son para aplicaciones severas con materiales se arenisca, algunas calizas, caliche y otros que contienen hasta el 50% de roca descompuesta o fragmentada y materiales con densidades de hasta  $1,780 \text{ kg./m}^3$  ( $3,000 \text{ lbs./yarda}^3$ ).

Para proveer igual durabilidad en condiciones más rigurosas, estos cucharones tienen planchas laterales y cascos más gruesos que la versión de excavación estándar.



**g. Cucharón para zanqueo de servicio pesado:**

Son para zanqueo riguroso en arenisca, algunas calizas, caliche, y materiales similares con contenido de hasta el 75% de roca fragmentada o descompuesta.

Tienen planchas laterales, cuchillas y cascos más grueso que las versiones para zanqueo estándar, para impartirles una durabilidad igual en condiciones de más rigor.

También ofrecen portadientes de desgarrador optativos que aceptan hasta tres dientes en los dorsos de los cucharones.

**h. Cucharón para excavación de gran volumen de servicio extremo:**

Tienen el mismo perfil que los cucharones de excavación en gran volumen, pero utilizan un tamaño mayor de herramienta de corte y son de un material más grueso para alcanzar igual durabilidad en condiciones más rigurosas.

Están diseñados para dar una vida útil en materiales de condiciones abrasivas, difíciles de excavar igual a la de los cucharones de diseño convencional usados en materiales de excavación normal.

**i. Cucharón para excavación de roca de gran volumen de servicio pesado:**

Se usa para cargar roca dinamitada. El cucharón tiene una cuchilla tipo pala con dientes para mejorar la penetración.



### **3.2.4. Ciclos de Trabajo:**

El ciclo de trabajo de una excavadora hidráulica consta de cuatro fases:

#### **3.2.4.1. Fase A:**

La máquina hince los dientes del cucharón en el terreno y lo mueve en el frente de excavación cargándolo.

#### **3.2.4.2. Fase B:**

Una vez cargado el cucharón, eleva éste mediante la elevación de pluma y brazo, y se produce el giro de la plataforma hasta el punto de descarga.

#### **3.2.4.3. Fase C:**

Colocado el cucharón sobre el camión cargador, se procede a la descarga del material, basculando para producir que el camión se cargue de manera uniforme.

#### **3.2.4.4. Fase D:**

Descargado el cucharón, la plataforma gira hacia el frente de excavación para el ciclo siguiente.



### 3.3. CARGADORA FRONTAL.



**Foto #17: Cargadora Frontal de Neumáticos.**

#### 3.3.1. Características generales:

Son máquinas diseñadas para llenar o cargar desde una pila o montón, material suelto o tierra, acarrearlo y depositarlo en otra pila, una tolva o en el balde de un camión. Su herramienta de trabajo es un "Cucharón" que está instalado en la parte delantera. El sistema de propulsión puede ser por servotransmisión e hidrostático y su sistema de locomoción es por llantas. Otra característica importante de estas máquinas es la articulación en el centro, lo cual le permite reducir los radios de giro y así obtener mayor maniobrabilidad.



### **3.3.2. Clasificación de la Cargadora Frontal:**

Se clasifica en dos tipos: sobre neumáticos o sobre orugas siendo el más utilizado el de neumáticos para sectores regularmente planos o con pendiente baja, además de poseer el caso de una articulación, este último equipada de una cuchara cuyo movimiento de elevación se logra mediante dos brazos laterales articulados. La cuchara por si misma puede realizar un movimiento de rotación de cierta amplitud alrededor de un eje horizontal, con, incluso, inclinación negativa de la cuchara. Todos los movimientos son mandados por cilindros hidráulicos.

### **3.3.3. Aplicaciones de la Cargadora Frontal:**

Su uso principal es la carga de camiones en movimiento de tierra en general, sin embargo, puede tener también las siguientes aplicaciones:

- a.** La manutención y la carga de todos los materiales, con la cuchara apropiada o la herramienta apropiada.
- b.** La excavación, en terreno llano, de materiales sueltos o disgregados.
- c.** El desmonte de terrenos blandos.
- d.** La limpieza del terreno.
- e.** El extendido y nivelación de materiales.

### **3.3.4. Forma de Trabajo:**

El mecanismo del cucharón de los cargadores se diseña para tener una altura de vaciado comprendida entre 2.4 y 4.5 metros arriba del plano sobre el que se mueve la cargadora. Tal altura es proporcional al tamaño de la cargadora.



Esto hace posible que la cargadora vacíe a un camión o unidad de acarreo de tamaño adecuadamente equilibrado.

La operación de una cargadora entre su posición de carga y la de vaciado, requiere por lo general muchas maniobras. Si es limitado el espacio utilizable entre las posiciones de carga y descarga, puede presentar problemas. Una cargadora de orugas puede pivotar lentamente sobre sus bandas de orugas sin gran dificultad, pero una cargadora de dos ejes, sobre ruedas, necesita más espacio para maniobras.

### **3.3.5. Equipo de Trabajo:**

La aplicación del cargador de ruedas determina el tipo de cucharón que se debe usar y el tipo de dientes y cuchillas que se necesita:

- a.** En un trabajo de apilado de material (agregados), probablemente se debe usar un cucharón de uso general, sin dientes, ya que no hay penetración dura.
- b.** Trabajos en bancales duros y cargando camiones, lo recomendable es un cucharón pesado mediano con dientes y segmentos de cuchillas.
- c.** Para trabajos con roca dura, el más apropiado es el cucharón de servicio pesado más pequeño, con dientes, segmentos de cuchilla y protección lateral.

Como regla general, mientras se incrementa la dureza del material, se añaden blindaje y el tamaño del cucharón disminuye. El peso del cucharón se incrementa, así que la carga útil debe disminuir para balancear el peso.



Al igual que otros tipos de máquinas, a la cargadora de ruedas también se la puede equipar con otras herramientas no convencionales para realizar trabajos especializados como por ejemplo: **Acopladores Rápidos, Cucharones para carbón, Cucharones para virutas de madera, Cucharones de descarga lateral, Horquillas, Horquillas forestales y madereras, Brazo de manejo de materiales**, entre otras.

### **3.3.6. Ciclos de Trabajo:**

El ciclo de trabajo de una cargadora frontal consta de cuatro fases:

#### **3.3.6.1. Fase A: Carga**

La cargadora empuja, avanzando con la cuchara baja hasta hincarla en el material, la llena (debido a la presión de su borde cortante contra el terreno) y la pone boca arriba, elevándola ligeramente para retroceder.

Es el resultado de los movimientos bien coordinados o fuerzas: empuje, elevación y recogida.

#### **3.3.6.2. Fase B: Acarreo**

Con la cuchara llena, la máquina retrocede, eleva y bascula simultáneamente la cuchara, para que el material excavado no se derrame. En esta posición puede transportar a pequeñas distancias.

#### **3.3.6.3. Fase C: Descarga**

Se coloca junto al medio de transporte, ajustando la altura de vertido y le material cae en la caja o es amontonado.

#### **3.3.6.4. Fase D: Maniobra**

Retrocede y maniobra mientras baja la cuchara vacía, hasta alcanzar el frente de llenado en la posición a ras del suelo para comenzar el ciclo.



### 3.4. RETROEXCAVADORA.



**Foto #18: Retroexcavadora.**

#### 3.4.1. Características generales:

Estas máquinas están diseñadas con dos herramientas de trabajo, en la parte delantera con un cucharón para que realice trabajo de una cargadora de ruedas y por la parte posterior con una excavadora para que realice trabajos de una excavadora hidráulica. Debido a esto, esta máquina puede ser utilizada en una amplia variedad de trabajos.

Su sistema de propulsión es por servotransmisión y su sistema de locomoción es por llantas. A diferencia de las cargadoras de ruedas, esta máquina no es articulada en el centro y el giro de la excavadora es de 180 grados de izquierda a derecha.





Generalmente se las selecciona por el tamaño de sus cucharones, potencia, capacidades de carga y alcance de la excavadora.

### **3.4.2. Aplicaciones de la Retroexcavadora:**

Las tareas concernientes al cucharón cargador son:

- a.** Carga de camiones.
- b.** Relleno de zanjas.
- c.** Levantamiento de objetos.
- d.** Nivelado de suelos.

Por otro lado, las tareas concernientes al excavador son:

- a.** Excavación.
- b.** Construcción de zanjas.
- c.** Levantamiento.
- d.** Demolición.
- e.** Limpieza de suelos.
- f.** Carga de camiones.

### **3.4.3. Equipo de Trabajo:**

El equipo de trabajo consta de:

#### **3.4.3.1. Brazo extensible:**

Una buena alternativa para esta máquina es equiparla con un brazo extensible, este accesorio optativo reemplaza el brazo estándar y aumenta la capacidad de alcance y la profundidad de excavación.



### **3.4.3.2. Cucharones:**

Al igual que las excavadoras hidráulicas, existe una gama de cucharones que incluye diseños para roca y coral.

#### **a. Cucharón de servicio estándar:**

Se usa en materiales fáciles de penetrar, de bajo impacto y moderadamente abrasivos.

#### **b. Cucharón de servicio pesado:**

Se usa para una gran variedad de condiciones de suelos, tales como suelos parcialmente rocosos y material de bancal duro.

#### **c. Cucharón de alta capacidad:**

Tienen la misma construcción duradera que se encuentra en el cucharón de servicio pesado para materiales duros, pero su mayor radio de plegado aumenta la capacidad del cucharón.

#### **d. Cucharón para roca de servicio pesado:**

Diseñado específicamente para trabajar en condiciones rocosas difíciles, puede excavar en granito, areniscas, caliche y suelos rocosos.



### 3.5. MOTONIVELADORA.



**Foto #19: Motoniveladora.**

#### 3.5.1. Características generales:

Su función principal es la nivelación del terreno, moviendo pequeñas cantidades de tierra a poca distancia. La motoniveladora corta y levanta la tierra para reemplazarla en la misma zona, o cerca, dándole forma, nivelándola y dándole un perfil diferente.

Esto lo consigue mediante una hoja que tiene una serie de movimientos de rotación horizontal y elevación vertical. Esta hoja se halla situada en el centro de la máquina y con una distancia entre ruedas muy grande. Cuanto más sea la distancia entre ejes, menos repercuten los desniveles del terreno en las variaciones de altura de la hoja, esto explica la considerable longitud de estas máquinas.

Puede imitar todo los tipos de tractores, pero su diferencia radica en que la Motoniveladora es más frágil, ya que no es capaz de aplicar la potencia de movimiento ni la de corte del tractor.



### **3.5.2. Aplicaciones de la Motoniveladora:**

Las aplicaciones más comunes son las siguientes:

- a.** Extendido y nivelación de materiales descargados por camiones.
- b.** Mezcla de materiales descargados.
- c.** Excavación de cunetas en tierras y conservación de las mismas.
- d.** Nivelación de taludes.
- e.** Excavación de canales de fondo llano en tierras.
- f.** Mantenimiento y conservación de carreteras y pistas.

### **3.5.3. Equipo de Trabajo:**

El equipo de trabajo consta de:

#### **3.5.3.1. Motor y Transmisiones:**

Potencia de 80 KW, para modelos indicados en trabajos de conservación de carreteras y potencia de 100 KW en adelante para trabajos de construcción.

#### **3.5.3.2. Bastidor:**

Generalmente posee un bastidor articulado, el cual es accionado mediante cilindros hidráulicos que lo hacen girar aproximadamente 20° a cada lado del eje longitudinal de la motoniveladora.

Esta articulación proporciona una serie de ventajas:

- a.** Reduce sensiblemente el radio de giro, con lo que aumenta la maniobrabilidad.
- b.** Aumenta el número de trabajos diferentes que pueda realizar esta máquina.



- c. En la nivelación de taludes permite que las ruedas delanteras vayan por el talud, con lo que la hoja puede subir más y nivelar mayor longitud de talud. La motoniveladora avanza estable con el tándem trasero en terreno horizontal.
- d. En construcción y refino de cunetas, las ruedas delanteras pueden ir sobre la cuneta y las traseras motrices sobre el firme con mejor coeficiente de tracción.
- e. En extendido no conviene la marcha en diagonal, aún siendo articulada, porque sufre mucho la transmisión y es mejor avanzar en línea recta.

#### **3.5.3.3. Ruedas traseras:**

Son cuatro motrices montadas en balancín, oscilando en un plano vertical en torno al piñón motriz, absorbiendo las irregularidades del perfil y asegurando mayor tracción.

Los ejes traseros soportan el 70% del peso total de la máquina, por lo que el centro de gravedad de la máquina está muy próximo a la parte rígida en las articulaciones.

#### **3.5.3.4. Ruedas delanteras:**

Son directrices y además inclinadas entre 15 y 20° hidráulicamente desde los mandos de la cabina.

Algunos modelos tienen también tracción a las ruedas delanteras y por lo tanto es mayor la fuerza de arrastre, aproximadamente una tercera parte más que con tracción sólo en ejes traseros.



En esta situación, la hoja es arrastrada más que empujada desde atrás, por consiguiente, puede mover cargas mucho mayores en una pasada, nivelas material más difícil y trabajar satisfactoriamente en grandes pendientes (más tracción).

#### **3.5.4. Procedimiento de Trabajo:**

Debido a que esta máquina es muy versátil, no se tiene un ciclo de trabajo estándar, sin embargo, se han considerado el siguiente procedimiento para los diferentes trabajos:

- a. Número de pasadas:** si los tramos son cortos, resulta más rápido levantar la hoja y dar marcha atrás sin nivelar. Si los tramos son largos, más de 80 metros, interesa dar la vuelta con la máquina y nivelar en el otro sentido también.

En prenivelado se estiman tres pasadas y en refino seis, regresando marcha atrás.

La velocidad de nivelación se recomienda entre 6 y 14 km./h, dependiendo también si es nivelado o refino, para la velocidad de retroceso es de 15 a 30 km./h, según la irregularidad del terreno.

- b. Extendido:** el maquinista regula la cuchilla al espesor correspondiente, le da un ángulo para facilitar el desplazamiento de los materiales.
- c. Prenivelado:** conviene colocar unas estaquillas a unos 10 metros de separación y una a cada lado del carril que nivele.
- d. Ajuste o refino:** en este caso conviene colocar otra estaquilla más en el centro del carril.



### **3.5.5. Recomendaciones de trabajo:**

- a.** Cuando la máquina realiza un trabajo pesado de desplazamiento lateral de tierras, se produce una reacción que tiende a desviar la parte delantera de la motoniveladora hacia el lado en el que la punta de la hoja está más avanzada; mediante la inclinación de las ruedas delanteras, se contrarresta este efecto y se mantiene una marcha perfectamente recta.
- b.** Si la máquina excava una zanja o cuneta, y todas las ruedas de un lado marchan por la parte inferior de la misma, mediante la inclinación de las ruedas, éstas ruedan verticalmente tanto sobre el fondo de la zanja como sobre el terreno original, evitándose la tendencia al desplazamiento que se produciría al llevar las ruedas en posición oblicua.
- c.** En el corte y nivelación de no mucha inclinación, cuando la motoniveladora marcha directamente sobre el plano inclinado, se inclinan las ruedas hacia la parte alta del talud para eliminar el efecto de resbalamiento que se produce, al quedar la máquina acuñaada sobre el plano de trabajo.
- d.** El ajuste de inclinación de las ruedas directrices es también muy útil para la graduación exacta de la altura de corte de la hoja, pudiéndose variar dicha altura de forma muy rápida y uniforme sin necesidad de recurrir al accionamiento simultáneo o alternativo de los cilindros hidráulicos laterales.
- e.** Se reduce el radio de giro de la máquina, lo que facilita notablemente las maniobras. Además de la inclinación de las ruedas, el diseño del eje delantero permite un giro de las ruedas de unos  $50^\circ$  a la derecha o a la izquierda, y una oscilación que mantiene las dos ruedas delanteras en continuo contacto con el suelo en terreno accidentado, proporcionando así un mejor control de la dirección.



### 3.6. MOTOTRAILLA.



Foto #20: Mototrailla.

#### 3.6.1. Características generales:

Las traíllas son máquinas utilizadas para el movimiento de tierras, que realizan las siguientes funciones: arranque, carga, transporte, descarga y nivelación de suelos tales como arena, arcilla o tierra.

#### 3.6.2. Clasificación:

##### 3.6.2.1. Autopropulsadas:

Son las llamadas mototraíllas que pueden ser:

- a. **Convencionales:** de un solo motor delantero y tracción delantera en el módulo de tracción.
- b. **De dos motores, uno delantero y otro posterior.** Tracción a los dos ejes, o sea total.
- c. **Con elevador de paletas para la carga.** De un sólo motor delantero y tracción igual que la convencional.





### **3.6.2.2. Remolcadas por tractores de cadenas:**

Son adecuadas para distancias cortas. Los modelos actuales son accionados hidráulicamente y se utilizan en Japón y USA. Tienen un mayor esfuerzo de tiro, debido a una buena tracción incluso en pistas en mal estado.

De menores capacidades (3 a 5 m<sup>3</sup>), con grandes tractores de ruedas de tracción total.

### **3.6.2.3. Partes estructurales:**

En esencia, una mototraílla consta de 3 partes:

- a. Elemento tractor y transmisiones.**
- b. Caja.**
- c. Suspensión.**

### **3.6.3. Ciclos de Trabajo:**

Consta de cuatro fases:

#### **3.6.3.1. Carga:**

El operador, una vez colocada la máquina en posición, actúa sobre el balancín de apertura de la compuerta de sector para abrirla, y acciona los cilindros de suspensión de la caja haciéndola bajar (con la máquina en marcha), hasta que ésta se apoye en el terreno y la cuchilla penetre en el mismo, cogiendo un rulo de terreno, de manera similar a un cepillo de carpintero. El espesor de la capa arrancada es aproximadamente de 25 cm.

Al avanzar la máquina, el terreno va llenando la caja, empujado por el material que sigue penetrando en ésta.



Al estar la altura de la cuchilla fijada por los cilindros de suspensión, la mototraílla corta el terreno por tongadas paralelas a la línea de pendiente, dejando el corte nivelado. En esta fase de trabajo es cuando el motor necesita desarrollar toda su potencia. Las traíllas convencionales de un sólo motor y tracción solo delantera no tienen tracción suficiente para cargar la totalidad de la caja.

La resistencia a la carga depende de la resistencia al corte del suelo, y de la resistencia que ofrece el propio material que está llenando la caja, al que va entrando. Después de cargada aproximadamente la mitad de la capacidad, la resistencia que opone el material que hay dentro es tan grande que no deja entrar más material, sino hay la ayuda de un tractor empujador, el cual acorta también el tiempo de carga.

#### **3.6.3.2. Acarreo:**

Una vez cargada la mototraílla, el maquinista cierra la compuerta de sector mediante el balancín, para que no salga el material y acciona los cilindros de suspensión que levantan la caja para que el fondo de la misma no roce con el terreno, quedando el conjunto apoyado en las ruedas posteriores y en las del elemento tractor, siendo posible alcanzar velocidades altas, hasta 45 km./h.

En los recorridos de ida y retorno, 2º y 4º fase del ciclo, conviene aprovechar las máximas posibilidades de velocidad de las máquinas, manteniendo los itinerarios en buenas condiciones con motoniveladoras expresamente dedicadas.

#### **3.6.3.3. Descarga:**



Al llegar al punto de vertido, el maquinista levanta la compuerta de sector mediante el balancín y entra en acción el eyector, que avanza dentro de la caja (en el mismo sentido que la marcha de la mototraílla), expulsando el material contenido en cita por la parte delantera.

Mediante los cilindros de suspensión de la caja (elevándola o bajándola), se puede regular la altura de la capa formada por el material expulsado, extendiendo así un espesor nivelado por la cuchilla.

Es necesario y económico aprovechar el peso de las mototraíllas para una previa compactación.

#### **3.6.4. Recomendaciones de trabajo:**

- a.** Es rentable su utilización en una obra a partir de los 500.000 m<sup>3</sup>, y principalmente si pueden cargar cuesta abajo.
- b.** Dado que realiza el corte y extendido, si el material se destina a vertedero, tienen menos interés.
- c.** Hay que procurar que el circuito de recorrido sea independiente de otros vehículos, y si es posible que sea cerrado, es decir, una pista de acarreo y otra de retorno.
- d.** El material ideal para cargar mototraíllas es arcilloso ligero.
- e.** Los arenosos secos y limpios, y arcillosos húmedos se cargan mal, y son muy pegajosos, a la hora de descargar, quedan adheridos a las cajas, en terrenos pizarrosos y con un ángulo de estratificación no muy elevado se puede cargar el material bien (aunque no con buenos rendimientos). Se facilita la carga de los terrenos arenosos secos regando previamente, lo cual beneficia posteriormente en la compactación.
- f.** En terrenos duros, es conveniente escarificar previamente antes del corte porque aumenta la profundidad de éste, disminuyendo la longitud del mismo y por consiguiente el tiempo de carga.



### **3.7. EQUIPOS DE TRANSPORTE DE MATERIALES.**

#### **3.7.1. Características generales:**

En movimiento de tierras, se denomina equipo de transporte de materiales a los vehículos que se utilizan para el acarreo, después de la fase de carga realizada por cargadoras y retroexcavadoras.

#### **3.7.2. Clasificación:**

Son los siguientes:

##### **3.7.2.1. Camiones basculantes:**

Respetan el gálibo de carreteras, ancho: 2.50 metros y altura máxima de 4 metros, así como las cargas máximas por eje admitidas por tráfico.

Normalmente son de tres ejes, eje simple delantero y doble trasero, que es el de tracción. Los más frecuentes en ciudades son de dos ejes, carga máxima es de 10 toneladas y caja de 8 m<sup>3</sup>. Pueden tener caja basculante con visera por encima de la cabina para proteger a esta de impactos durante la carga.

Es preferible que estas cajas tengan la mayor altura posible de descarga, porque así perjudican menos a las extendedoras cuando descargan el material a ser posteriormente esparcido.

Entre las ventajas que se obtienen en la utilización de este tipo de transporte, tenemos:



- a. Facilidad de alquilar o subcontratar.
- b. Poca tara, pueden transportar grande cargas por carreteras generales.
- c. Mayores velocidades máximas en buenas carreteras.

Entre las desventajas que se obtienen en la utilización de este tipo de transporte, tenemos:

- a. Ruedas pequeñas y bastidor de una sola pieza, no apto para terreno malo.
- b. Fuera de la carretera, cargas fuertes, o pistas en mal estado, aumentan los costos de reparación. No es mecánica proyectada para fuera de la carretera.
- c. Velocidad lenta en carreteras en mal estado.
- d. Mayores radios de giro que los dumpers y maniobran peor en carga y descarga.

### **3.7.2.2. Semiremolques basculantes:**

En el argot de las obras se llaman corrientemente bañeras, porque la caja es muy alargada y tiene gran capacidad de 18 m<sup>3</sup>.

Están formados por una cabeza tractora que puede tener eje doble trasero y el semiremolque que puede tener dos o tres ejes traseros, por consiguiente, el vehículo completo puede tener entonces 4 o 5 ejes.

Entre las ventajas que se obtienen en la utilización de este tipo de transporte, tenemos:



- a. Acarreo de áridos y aglomerado asfáltico por carretera.
- b. En pistas interiores de la obra, llevan fácilmente más sobrecarga, debido al gran volumen de la caja, 20 m<sup>3</sup> contra 13,5 m<sup>3</sup> de un dumper de tres ejes.

Entre las desventajas que se obtienen en la utilización de este tipo de transporte, tenemos:

- a. Las bañeras son lentas en bascular y en maniobrar. Sólo pueden ir sobre firmes de carreteras (transportando gravas y aglomerados), no sobre caminos sin afirmar, porque sólo tiene tracción la cabeza tractora y la mayor parte del peso está atrás, en los ejes del semiremolque.
- b. Tiene tendencia a patinar y además inestabilidad produciéndose muchos vuelcos si hay peraltes en las curvas.

### **3.7.2.3. Camiones Dumpers:**

Son unos camiones muy reforzados y robustos de mayor tara que los basculantes normales y más apropiados para circular por pistas interiores de obra en mal estado.

Tienen tres ejes, dos ejes traseros son de tracción y el delantero de dirección puede ser también de tracción, lo cual es preferible.

La caja normal es de 13.5 m<sup>3</sup>, pero con realces (remontada) llega a los 16 m<sup>3</sup>.



#### **3.7.2.4. Dumpers extra viales:**

Es un basculante con unas características especiales de cargas por eje y gábito que no le permiten circular por carreteras.

Su peso propio es del orden de 3 a 4 veces superior al de un camión normal.

Todos los elementos de un dumper están dotados de una gran robustez, sobre todo en los elementos de suspensión, eje y bastidor ya que circulan por pistas mal construidas.

Los amortiguadores desempeñan un papel fundamental en la estabilidad de los dumpers, ya que además del gran peso que tienen normalmente, se le exigen grandes velocidades por pistas en las que en muchas ocasiones no entraría un camión normal.

En cuanto a su velocidad de desplazamiento, son capaces de alcanzar los 50 o 60 km./h, en pistas cuidadas por lo que necesitan motores de gran potencia.

La dirección totalmente hidráulica permite maniobrar con el mínimo esfuerzo para el conductor, logrando así fácilmente radios de giro mínimos. Por ello, pueden maniobrar en espacios reducidos.

Existen dos tipos de dumpers:



**a. Dumper rígido:**



**Foto #21: Dumper Rígido.**

Tiene dos ejes, uno delantero de dirección y otro posterior de tracción con ruedas gemelas. Dispone de unas ruedas de gran diámetro y anchura. Además sus neumáticos disponen de un dibujo profundo y marcado que les dan gran adherencia.

Un inconveniente en los dumpers rígidos es que no pueden transitar sobre las capas granulares del firme, sus cargas son demasiado elevadas y producen asientos, siendo solamente aptos para caminos de obra.





**b. Dumper articulado:**



**Foto #22: Dumper Articulado.**

Los dumpers articulados tienen capacidades de 22 a 36 toneladas, de 2 o 3 ejes, tracción trasera o total (3 ejes); a los de tracción total se les llama dumpers todo terreno. Ruedas delanteras no direccionales, giro por la articulación.

**3.7.3. Ciclos de Trabajo:**

Será la suma de los tiempos fijos y los variables invertidos en cada ciclo de trabajo.

**3.7.3.1. Tiempos fijos:**

Se refieren a los siguientes períodos:

**a. Maniobra de posicionamiento en la zona de carga.**

**b. Tiempo de carga:**

Depende del tiempo del ciclo del cucharón de la excavadora y del número de cargas que tiene que efectuar para llenar el vehículo de acarreo. Su producto da el tiempo total del ciclo de carga.



**c. Tiempo de descarga:**

Se suele incluir en él la desaceleración del vehículo, maniobra de posicionamiento en la zona de descarga y la aceleración de nuevo.

**3.7.3.2. Tiempos variables:**

En función de la distancia recorrida. Hay que calcular los tiempos de:

- a. Acarreo.
- b. Retorno.

**3.7.4. Criterios de selección de Dumper o Camión:**

Es fundamental analizar:

- a. Recorrido de acarreo, pendientes y curvas.
- b. Distancias.
- c. Estado del terreno y climatología durante la obra.
- d. Material a transportar.
- e. Producción requerida.
- f. Equipo de carga disponible o previsible.

**3.7.5. Recomendaciones de trabajo:**

Como conclusión se puede decidir el uso del dumper cuando:

- a. No circule sobre carreteras.
- b. Si los dumpers son sólo para 4 o 5 meses no interesan, porque el transporte a obra es muy caro.
- c. Se precisa la máxima flexibilidad para transportar diversos materiales en condiciones variables de trabajo.



### **3.8. EQUIPOS DE COMPACTACIÓN.**

#### **3.8.1. Proceso de extendido y compactación:**

Los espesores de las capas en el caso de terraplenes y presas de tierra, pueden ser variables. Están muy relacionados con las posibilidades de compactación, que dependen del tipo de material.

La compactación en obra es un proceso rápido, producido por la energía y acción al moverse unas máquinas compactadoras, cuyo objetivo es proporcionar los resultados siguientes:

- a.** Aumento de la resistencia.
- b.** Resistencia del volumen de huecos.
- c.** Resistencia a la deformación.

Respectivamente el cumplimiento de estos objetivos, provocan los siguientes resultados:

- a.** Capacidad portante. Estabilidad del terraplén.
- b.** Impermeabilidad.
- c.** Limitación de asentos y cambios de volumen.

El equipo de movimiento de tierras de extendido, a su paso por el material suelto de las capas de terraplén, ocasiona ya una cierta compactación por su propio peso y la vibración de su movimiento, estimándose en un 70-80% de la solicitada, siempre y cuando la humedad del material se acerque a su humedad óptima.



### 3.8.2. Compactadores de Suelos Plásticos:

#### 3.8.2.1. Compactadores de alta velocidad, Pata de cabra (pisones):



**Foto #23: Compactador Pata de Cabra.**

Consta de cuatro tambores con unas patas en la superficie de los mismos y una hoja extendedora en su parte frontal, que se utiliza para el extendido, evitando los bulldozer. Después se dan las pasadas necesarias hasta llegar a la densidad especificada. De esta forma se tienen dos máquinas en una, lo que les da una preferencia sobre el rodillo vibratorio.

Son compactadores que combinan el efecto de amasado producido por las patas, con el impacto (efecto dinámico) originando por su alta velocidad, que produce una cierta rotura del material cuando está en forma de bolos.



La compactación se realiza de abajo a arriba según pasadas. Las velocidades más lentas son en las primeras pasadas y más rápidas en las últimas, velocidad media 7-10 km./h.

Si la humedad es excesiva, las patas al remover el terreno originan una aireación en los huecos que dejan. Los espesores dependen de la altura de las patas que suelen ser como máximo 20 cm., no debiendo la capa sobrepasar mucho este espesor. Sin embargo, para lograr una mayor producción se extienden también capas de 30 cm., y en este caso deben emplearse los rodillos de mayor peso, que son de 32 toneladas, siendo suficiente unas 6 pasadas.

### **3.8.2.2. Compactadores vibratorios Pata de cabra:**

Este tipo de rodillos combina el efecto de la vibración con un mayor impacto, ya que la superficie de contacto de las cabezas de las patas es aproximadamente  $1/3$  de la de un tambor liso, debido a la separación entre las patas, y por consiguiente, el impacto es tres veces superior y mejora así la fuerza para vencer los rozamientos internos.

Por este motivo interesa que las patas penetren y no se apoye el también en la parte lisa, para lo cual el espesor de la capa no debe ser superior a la altura de las patas y aunque esto no pueda conseguirse en la práctica exactamente, al menos deben elegirse los espesores de capa menores posibles, porque entonces mejora mucho la compactación y se necesitan menos pasadas, aumentando la producción.



Estos modelos pueden llevar hoja empujadora, aunque ésta es pequeña y en este tipo de máquina no resulta eficaz, por lo tanto, el extendido debe realizarse con otra máquina.

### **3.8.2.3. Compactadores vibratorios Lisos:**



**Foto #24- Compactador Vibratorio Liso.**

Los modelos pesados de 17-20 toneladas, en algunos tipos de arcillas han dado buen resultado, hincando con la vibración los terrones de arcilla, sin romperlos, en la masa de las arcillas. Sin embargo, dan mejor trabazón los pata de cabra autopropulsados, que tienen además la ventaja del extendido con la hoja frontal.



### 3.8.3. Compactadores de Suelos Granulares:

#### 3.8.3.1. Compactadores vibratorios de Tambor Liso:



**Foto #25: Compactador Vibratorio Liso Doble Tambor.**

Si el material es granular son adecuados los compactadores vibratorios de tambor liso, llamados también compactadores de suelos, dependiendo el modelo adecuado de las características del material y espesor de la capa. En estos casos el extendido puede ser con bulldozer o motoniveladora.

Al aumentar la densidad por el número de pasadas, hay que variar la frecuencia, bajándola, y si hay varias amplitudes, la última pasada debe hacerse con la menor, para dar una compactación superficial.



## CAPÍTULO #4

# DESCRIPCIÓN Y CÁLCULO DEL COSTO DE POSESIÓN Y OPERACIÓN DE LA MAQUINARIA PESADA





## **CAPÍTULO #4: DESCRIPCIÓN Y CÁLCULO DEL COSTO DE POSESIÓN Y OPERACIÓN DE LA MAQUINARIA PESADA.**

### **4.1. GENERALIDADES DEL COSTO DE POSESIÓN**

Para proteger la inversión en el equipo y poder reemplazarlo, el usuario debe recuperar durante la vida útil de la máquina una cantidad igual a la pérdida del valor en la reventa más los otros costos de posesión del equipo incluyendo los intereses, seguros e impuestos.

#### **4.1.1. Precio de entrega:**

El precio de entrega debe incluir todos los costos de preparación de la máquina para el trabajo en el sitio del usuario, incluyendo el transporte y cualquier impuesto aplicable.

En las máquinas con neumáticos de goma, los neumáticos se consideran como un elemento de desgaste y están cubiertos como un gasto de operación. Por consiguiente, algunos usuarios querrán deducir el costo de los neumáticos del precio de entrega, particularmente para las máquinas grandes.

#### **4.1.2. Vida económicamente útil:**

La vida económica útil de una máquina puede definirse como el tiempo durante el cual dicha máquina trabaja con un rendimiento económicamente rentable.

Así mismo, es conocido que a medida que aumenta la vida y el uso de la máquina, la productividad de la misma tiende a disminuir y por ende sus costos de operación van en constante aumento, como consecuencia de los gastos cada vez mayores de mantenimiento y reparación.

A continuación detallamos la Guía de Caterpillar para determinar la vida económicamente útil de la maquinaria seleccionada dentro de nuestro análisis, en función del tipo de trabajo general que realiza cada tipo de máquina:



**Tabla #11: Vida económicamente útil de la maquinaria**

REF.	DESCRIPCIÓN	AÑOS (N)	HORAS (Ve)
<b>I</b>	<b>EQUIPOS PARA PERFORACIÓN</b>		
1.1	Compresoras neumáticas de 125-800 pcm.	6.00	12,000
1.2	Martillos Neumáticos	3.00	3,000
1.3	Perforadoras sobre orugas	10.00	20,000
<b>II</b>	<b>EQUIPOS PARA MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>		
2.1	Cargadoras sobre orugas hasta 120 HP	5.00	10,000
2.2	Cargadoras sobre llantas		
	de 1.3 m <sup>3</sup> - 4.7 m <sup>3</sup> MOD 914G – 970F	5.00	10,000
	de 5 m <sup>3</sup> - 12.30 m <sup>3</sup> MOD 980G – 992G	6.00	12,000
2.3	Mototraíllas		
	a) Autocargables		
	de 8.4 m <sup>3</sup> - 13m <sup>3</sup> MOD 613C – 615C	5.00	10,000
	de 16 m <sup>3</sup> mod 621F – 627F	6.00	12,000
	b) Cargables		
	de 23.7 m <sup>3</sup> - 33.6 m <sup>3</sup> MOD 631E – 657E	6.00	12,000
2.4	Retroexcavadora sobre llantas	5.00	10,000
2.5	Retroexcavadora sobre orugas	5.00	10,000
2.6	Tractores sobre orugas		
	de 70 - 240 HP MOD D3 – D7R	5.00	10,000
	de 305 – 405 HP MOD D8R – D9R	7.00	14,000
	de 570 – 850 HP MOD D10R – D11R	15.00	30,000
2.7	Rippers	10.00	20,000
2.8	Tractores sobre llantas	6.00	12,000
2.9	Pala Frontal 428HP MOD 5080	7.50	15,000
2.1	Excavadoras (Modelos)		
	de 54 – 128 HP M312, M320, 307, 307B	4.00	8,000
	de 79 – 115 HP 311B, 318BL	5.00	10,000
	de 128 – 222 HP 320B, 330B	6.00	12,000
	de 286 – 428 HP 345B, 350, 375	7.50	15,000
	de 830 – 1470 HP 5130B y 5230	20.00	40,000

TABLA #11: REFERENCIA DEL MANUAL DE RENDIMIENTO CATERPILLAR, EDICIÓN 33.



REF.	DESCRIPCIÓN	AÑOS (N)	HORAS (Ve)
<b>III</b>	<b>EQUIPOS PARA CONSERVACIÓN DE CAMINOS</b>		
3.1	Motoniveladora		
	De 125 – 275 HP MOD 120H hasta 16H	7.5	15,000
	De 500 HP MOD 24H	15.0	30,000
<b>IV</b>	<b>EQUIPOS DE COMPACTACIÓN</b>		
4.1	Compactador Vibratorio (77 – 145 HP)	3.0	3,000
4.2	Rodillo liso vibratorio autopropulsado	5.0	10,000
4.3	Rodillo liso vibratorio de tiro	5.0	10,000
4.4	Rodillo neumático autopropulsado (77 – 105 HP)	6.0	12,000
4.5	Rodillo pata de cabra vibratorio autopropulsado (77 – 145 HP)	6.0	12,000
4.6	Rodillo pata de cabra vibratorio de tiro	6.0	12,000
4.7	Rodillo tándem estático autopropulsado	6.0	12,000
4.8	Rodillo tándem vibratorio autopropulsado	6.0	12,000
4.9	Rodillo tres ruedas estático autopropulsado	5.0	10,000
4.1	Compactador de relleno sanitario (216 – 450 HP)	8.0	12,000
<b>V</b>	<b>EQUIPOS PRODUCTORES DE AGREGADOS</b>		
5.1	Chancadoras primarias	10.0	20,000
5.2	Chancadoras secundarias	10.0	20,000
5.3	Chancadora primaria – secundaria	10.0	20,000
5.4	Zaranda Vibratoria	10.0	20,000
<b>VI</b>	<b>PAVIMENTACIÓN</b>		
6.1	Barredora mecánica	5.0	10,000
6.2	Calentador de aceite	5.0	10,000
6.3	Cocina de asfalto	5.0	10,000
6.4	Planta de asfalto	10.0	20,000
6.5	Secador de áridos	10.0	20,000
6.6	Pavimentadoras sobre orugas	8.0	16,000
<b>VII</b>	<b>EQUIPOS DIVERSOS</b>		
7.1	Fajas transportadoras	5.0	10,000
7.2	Grupos electrógenos	6.0	12,000
7.3	Montacargas	5.0	10,000
7.4	Mezcladoras	4.0	8,000
7.5	Motobombas	2.0	3,000
7.6	Planta dosificadora de concreto	10.0	20,000
7.7	Tractor de tiro	6.0	12,000
7.8	Vibradores	2.0	4,000

TABLA #11: REFERENCIA DEL MANUAL DE RENDIMIENTO CATERPILLAR, EDICIÓN 33.



REF.	DESCRIPCIÓN	AÑOS (N)	HORAS (Ve)
7.9	Arrastradores de troncos de cadenas	5.00	10,000
7.1	Taladores forestales	7.50	15,000
7.11	Tiendetubos	7.50	15,000
7.12	Portaherramientas integrales	5.00	10,000
7.13	Grúa hidráulica		
	a) Autopropulsada		
	de 145 – 275 HP	6.00	12,000
	de 145 – 275 HP	6.50	13,000
	b) Autopropulsado montado sobre camión	6.50	13,000
7.14	Tractores agrícolas		
	de 175 HP – 225 HP MOD Challenger 35. 45 y 55	4.00	8,000
	de 277 HP – 375 HP MOD Challenger 65E – 95E	5.00	10,000
	de 125 – 216 HP MOD D4ESR – D6G-SR	6.00	12,000
<b>VIII</b>	<b>VEHÍCULOS</b>		
8.1	Camionetas	7.00	8,000
8.2	Camión cisterna	6.00	9,000
8.3	Camión concretero	6.00	9,000
8.4	Camión imprimador	6.00	9,000
8.5	Camión plataforma	6.00	9,000
8.6	Semi trailer	6.00	9,000
8.7	Volquetas	6.00	9,000
8.8	Volquetas fuera de ruta	9.00	13,500
8.9	Camión articulado	5.00	10,000
<b>IX</b>	<b>CAMIONES – TRACTORES DE OBRA Y MINERÍA</b>		
	24 m <sup>3</sup> – 60.5 m <sup>3</sup> - MOD 769D – 777D	15.00	30,000

**Resultados:**

- Tractor de Orugas D8R: 14.000 horas.
- Motoniveladora 120H: 15.000 horas.
- Mototraílla 621G: 12.000 horas.
- Excavadora Hidráulica 320L: 12.000 horas.
- Dumper Articulado: 15.000 horas.
- Camión cisterna: 9.000 horas.
- Cargadora de Ruedas 938G: 10.000 horas.

TABLA #11: REFERENCIA DEL MANUAL DE RENDIMIENTO CATERPILLAR, EDICIÓN 33.



- Compactador Vibratorio CS-533C: 12.000 horas.
- Compactador Pata de Cabra 815G: 12.000 horas.
- Volquete 10 m<sup>3</sup> 10.000 horas.

#### **4.1.3. Valor residual al fin de su vida útil:**

Toda máquina de movimiento de tierras tendrá cierto valor cuando se canjee. Si bien muchos propietarios prefieren depreciar sus máquinas hasta un valor de cero, otros reconocen el valor residual proveniente de la reventa o canje. Esto es una opción del tasador, pero al igual que en lo relativo a los períodos de depreciación, los altos costos que tienen las máquinas ahora, casi obligan a que se considere el valor de reventa para determinar la inversión neta depreciable. Y si las máquinas se canjean en menos tiempo, debido a las ventajas relativas a los impuestos, el valor de reventa es aún más importante.

Generalmente el valor del reemplazo fluctúa alrededor del 35% del valor de adquisición de la maquinaria.\*

#### **4.1.4. Amortización, inversión y reemplazo óptimo:**

Amortización es el costo que resulta de la disminución en el valor original de la maquinaria como consecuencia de su uso, durante el tiempo de su vida económica.

Existen varios métodos para determinar el costo de amortización; entre los cuales podemos citar:

- Método de la función lineal.
- Método del porcentaje sobre el saldo.

\* DATO OBTENIDO DEL MANUAL DE ANÁLISIS DEL COSTO DE OPERACIÓN Y POSESIÓN PARA EQUIPOS DE CONTRUCCIÓN DEL ING. FEDERICO VON BUCHWALD.



- Método de la suma de los dígitos de los años.
- Método del fondo de amortización.

Los tres últimos métodos buscan una disminución gradual en la amortización a medida que transcurre el tiempo de horas-máquina, lo que complica su cálculo.

De estos métodos, el que más se utiliza en la práctica, es el correspondiente al método de la función lineal; que se basa en la suposición que la depreciación se produce a ritmo uniforme a lo largo del tiempo de vida útil del equipo.

La fórmula a emplearse para el cálculo de la amortización horaria es la siguiente:

$$A = \frac{(V_a - V_r)}{V_e}$$

**Donde:**

A = Amortización por hora de trabajo.

V<sub>a</sub> = Valor de adquisición.

V<sub>r</sub> = Valor residual o reemplazo.

V<sub>e</sub> = Valor económica de la máquina expresada en horas de trabajo.

**4.1.5. Costo de inversión media anual:**

Es el valor que se considera como invertido al principio de cada año de vida de la máquina. Depende generalmente, del precio de venta de la maquinaria y de su vida económicamente útil.

El valor de inversión media anual, se obtiene aplicando la siguiente fórmula:



$$IMA = \frac{(N+1)(V_a - V_r)}{2N}$$

**Donde:**

N = Vida económicamente útil en años.

V<sub>a</sub> = Valor de adquisición.

V<sub>r</sub> = Valor residual o reemplazo (35%)

**4.1.6. Interés por inversión de capital:**

Para comprar una máquina, las empresas adquieren los fondos necesarios en los bancos o mercado de capitales, pagando por ellos los intereses correspondientes; o puede darse el caso, que si el empresario dispone de los fondos suficientes de capital propio, hace la inversión directamente; esperando que la máquina reditúe en proporción con la inversión efectuada. Por tanto, este rubro será equivalente a los intereses correspondientes al capital invertido en la máquina.

Debemos insistir que, a pesar de que el empresario pague su propio equipo al contado, debe cargársele los intereses de esa inversión; ya que ese dinero se pudo invertir en otro negocio que produzca dividendos a su propietario. La fórmula genérica para el cálculo de este costo es:

$$I = \frac{(IMA)(\% TIIC)(N)}{V_e}$$

**Donde:**

I = Interés horario de inversión de capital.

IMA = Inversión media anual.

TIIC = Tasa de interés anual vigente para el tipo de moneda a utilizar por inversión de capital.



$N$  = Vida económicamente útil en años.

$V_e$  = Valor económica de la máquina expresada en horas de trabajo.

#### 4.1.7. Seguros e impuestos:

Las primas del seguro varían de acuerdo al tipo de máquina y a los riesgos que deben cubrir durante su vida económicamente útil. Este costo existe en el caso de que la maquinaria se asegure con una Compañía de Seguros. Sin embargo existen algunos impuestos que se deben considerar:

o Tasa de interés anual de seguro de una máquina*	25x1.000
o Valor de matrícula de una máquina (MOP)*	2x1.000
o Impuesto de Superintendencia de Compañías*	1,5x1.000
o Impuesto de la M.I. Municipalidad de Guayaquil*	1,5x1.000
<b>Porcentaje Total:</b>	<b>3%*</b>

A este valor también se le adicionan otros impuestos, viajes para trámites, etc., con lo cual, obtenemos un valor total de: **4%\***

Para el cálculo del gasto por Seguros e Impuestos, se aplicará la siguiente fórmula:

$$SeI = \frac{(IMA)(\% TSeI)(N)}{V_e}$$

**Donde:**

$SeI$  = Seguros e Impuestos.

$TSeI$  = Tasa de interés anual vigente para el tipo de moneda a utilizar por Seguros e Impuestos.

$IMA$  = Inversión media anual.

\* DATOS OBTENIDOS DEL MANUAL DE ANÁLISIS DEL COSTO DE OPERACIÓN Y POSESIÓN PARA EQUIPOS DE CONTRUCCIÓN DEL ING. FEDERICO VON BUCHWALD.





$N$  = Vida económicamente útil en años.

$V_e$  = Valor económica de la máquina expresada en horas de trabajo.

## 4.2. GENERALIDADES DEL COSTO DE OPERACIÓN

### 4.2.1. Combustibles:

El consumo de combustible se puede medir con bastante exactitud en la obra. Sin embargo, si no hay oportunidad de hacerlo se puede estimar sabiendo el empleo que se dará a la máquina. La clase de trabajo determina el factor de carga del motor y esto influye, a su vez, en el consumo de combustible.

Las tablas que siguen dan las estimaciones de consumo de combustible por hora a varios factores de carga de máquinas fabricadas por Caterpillar. Debido a que la utilización de esos tipos de máquina puede variar, también se incluyen guías de aplicación para poder estimar el factor de carga.

Para estimar el costo por hora de combustible, seleccione el factor de carga basado en la aplicación y encuentre el consumo por hora. Después use la fórmula siguiente:

#### **Costo de combustible por hora:**

Consumo por hora x Precio unitario local del combustible

**Tabla #12: Tablas de consumo de combustible de las diferentes maquinas.**



TRACTORES DE CADENAS			
Modelo	Bajo		Alto
	litros	gal. EE.UU.	
D3C y LGP Serie III	4-7½	1-2	litros 9½-13
D4C y LGP Serie III	5½-9½	1½-2½	litros 11-15
D5C y LGP Serie III	5½-9½	1½-2½	litros 13-17
D4E	5½-9½	1½-2½	litros 11-15
D5M XL y LGP	6-10½	1½-3	litros 12½-17
D5B	9½-13	2½-3½	litros 15-21
D6M XL y LGP	11-15	3-4	litros 17-24
D6G	11-20½	3½-5	litros 23-28½
D6R XL, XR y LGP	13-22½	3½-6	litros 25-30½
D7G Serie II*	19-25	5-6½	litros 32-40
D7R XR y LGP	19-23	5-6	litros 32-36
D8R y LGP	23-28	6-7½	litros 38-51
D9R	36-47	9½-12½	litros 60-76
D10R	44-59	11½-15½	litros 76-93
D11R	62-87	16½-23	litros 112-134
*La información sobre consumo de combustible del DTG se basa en un motor con cámara de precombustión. El consumo de combustible de un DTG con un motor inyección directa debiera ser un 10% menos.			
TRACTORES AGRICOLAS			
Modelo	Bajo		Alto
	litros	gal. EE.UU.	
D4E SR	5½-9½	1½-2½	litros 11-15
D6G SR	11-19	3-5	litros 21-26
Challenger 35	9½-21	2½-5½	litros 32-42
Challenger 45	9½-23	2½-6	litros 38-45
Challenger 55	11-26	3-7	litros 42-53
Challenger 65E	23-30	6-8	litros 38-57
Challenger 75E	26-34	7-9	litros 45-64
Challenger 85E	26-38	7-10	litros 53-68
Challenger 95E	26-42	7-11	litros 57-76
<p><b>GUIA DEL FACTOR DE CARGA</b></p> <p>Alto: Desgarramiento continuo, empuje y carga entre operaciones y empuje cuesta abajo. Trabajo agrícola con la barra de tiro a plena aceleración, sobrecarga máxima del motor casi todo el tiempo; muy poco, o nada, trabajo en baja en vacío o en retroceso.</p> <p>Medio: Producción con la hoja, tiro de traillas, pero más empuje y carga. Trabajo agrícola con la barra de tiro a plena aceleración, pero no siempre sobrecargando el motor. Un poco de baja en vacío y algo de desplazamiento sin carga.</p> <p>Bajo: Largos periodos de baja en vacío o de desplazamiento sin carga.</p>			

TABLA #12: REFERENCIA DEL MANUAL DE RENDIMIENTO CATERPILLAR, EDICIÓN 31.



<b>MOTONIVELADORAS</b>						
<b>Modelo</b>	<b>Bajo</b>		<b>Medio</b>		<b>Alto</b>	
	litros	gal. EE.UU.	litros	gal. EE.UU.	litros	gal. EE.UU.
120H*	9-13	2,4-3,4	13-17	3,4-4,5	17-21	4,5-5,5
135H*	10-14	2,6-3,7	14-18	3,7-4,8	18-22	4,8-5,9
12H	11-16	2,9-4,2	16-21	4,2-5,5	21-26	5,5-6,7
140H*	12-17	3,1-4,4	17-22	4,4-5,7	22-26	5,7-7,0
143H**	12-17	3,2-4,6	17-22	4,6-5,9	22-28	5,9-7,3
160H*	14-20	3,7-5,3	20-26	5,3-6,8	26-32	6,8-8,4
163H**	14-21	3,8-5,4	20-27	5,4-7,0	27-33	7,0-8,6
14H	15-22	4,0-5,8	22-28	5,8-7,5	28-35	7,5-9,2
16H	19-27	5,0-7,1	27-35	7,1-9,2	35-43	9,2-11,3
24H	32-46	8,6-12,2	46-60	12,2-15,8	60-74	15,8-19,4

\*\*Multiplique el consumo por 1,10 cuando la motoniveladora esté equipada con Potencia Variable o con Sistema de control de potencia del motor.  
\*\*\*Multiplique el consumo por 1,15 cuando la motoniveladora esté equipada con Tracción en todas las ruedas.

**GUIA DEL FACTOR DE CARGA**  
**Alto:** Zanjas, esparcimiento de relleno y de material para base, desgarramiento, conservación intensiva de caminos, despejo de nieve.  
**Medio:** Conservación mediana de caminos, trabajos de mezcla en los caminos, escarificación, despejo de nieve.  
**Bajo:** Nivelación de terminado, mantenimiento ligero, viaje en caminos.

TABLA #12: REFERENCIA DEL MANUAL DE RENDIMIENTO CATERPILLAR, EDICIÓN 31.



EXCAVADORAS						
Modelo	Bajo		Medio		Alto	
	litros	gal. EE.UU.	litros	gal. EE.UU.	litros	gal. EE.UU.
301.5	*	*	*	*	*	*
302.5	*	*	*	*	*	*
307B/307B SB	3-5	3/4-1 1/4	5-8	1 1/4-2	7-10	1 3/4-2 1/2
311B	4-6	1-1 1/2	6-9	1 1/2-2 1/4	9-12	2 1/4-3 1/2
312B/312B L	4-6	1-1 1/2	6-9	1 1/2-2 1/2	10-13	2 1/4-3 1/2
313B CR	*	*	*	*	*	*
315B	5-9	1 1/4-2 1/4	9-13	2 1/4-3 1/2	13-15	3 1/2-4
317B L	6-10	1 1/2-2 1/2	10-13	2 1/2-3 1/2	14-17	3 3/4-4 1/2
318B L	8-12	2-3 1/2	12-14	3 1/2-3 3/4	15-19	4-5
M312	5-9	1 1/4-2 1/4	9-12	2 1/4-3 1/2	12-15	3 1/2-4
M315	6-10	1 3/4-2 1/2	10-13	2 1/2-3 1/2	13-16	3 1/2-4 1/2
M318	8-12	2-3 1/2	12-16	3 1/2-4	17-19	4 1/2-5
M320	9-13	2-3 1/2	13-17	3 1/2-4 1/2	17-20	4 1/2-5 1/2
320C	9-13	2 1/2-3 1/2	13-15	3 1/2-4	15-19	4-5
322B	11-15	3-4	16-18	4 1/4-4 3/4	18-23	4 3/4-6 1/4
325B	13-16	3 1/2-4 1/4	18-21	4 3/4-5 1/2	25-27	6 3/4-7 1/4
330B	18-24	4 3/4-6 1/2	24-30	6 1/2-8	34-38	9-10
345B	25-30	5 1/2-8	35-40	9 1/4-10 1/2	45-50	11 3/4-13 1/4
365B	34-38	9-10	45-51	12-13 1/2	61-67	16-17 3/4
375	40-44	10 1/2-11 3/4	53-59	14-15 3/4	71-77	18 3/4-20 1/2
5110B	69-74	18-19	84-89	22-24	103-108	27-28
5130B	91-95	24-25	110-114	29-30	129-132	34-35
5230	163-193	43-51	193-204	51-54	208-227	55-60

\*No hay suficiente información.

**GUIA DEL FACTOR DE CARGA**

**Alto:** La mayoría del trabajo en aplicaciones de tendido de tubos en suelos duros de roca. Excavación del 90 al 95% de la jornada.

**Medio:** La mayor parte de las aplicaciones en trabajos de alcantarillas para urbanizaciones, con lecho de arcilla natural. Excavación del 60 al 85% de la jornada. Aplicaciones de carga de troncos.

**Bajo:** La mayoría de los trabajos en servicios generales o urbanos en marga arenosa. Excavación durante menos del 50% de la jornada. Aplicaciones de manejo de chatarra.

TABLA #12: REFERENCIA DEL MANUAL DE RENDIMIENTO CATERPILLAR, EDICIÓN 31.



<b>CAMIONES ARTICULADOS</b>						
Modelo	Bajo		Medio		Alto	
	litros	gal. EE.UU.	litros	gal. EE.UU.	litros	gal. EE.UU.
D25D	13,1-18,3	3,5-4,8	18,3-25,7	4,8-6,8	25,7-37,1	6,8-9,8
D30D	14,7-20,4	3,9-5,4	20,4-28,7	5,4-7,6	28,7-41,5	7,6-11,0
725	10,6-14,8	2,8-3,9	14,8-20,8	3,9-5,5	20,8-30,1	5,5-8,0
730	11,7-16,3	3,1-4,3	16,3-23,0	4,3-6,1	23,0-33,2	6,1-8,8
D350E Serie II	14,4-20,0	3,8-5,3	20,0-28,1	5,3-7,4	28,1-40,6	7,4-10,7
D400E Serie II	15,8-22,0	4,2-5,8	22,0-31,0	5,8-8,2	31,0-44,7	8,2-11,8
D400E Serie II con Expulsor	16,3-22,7	4,3-6,0	22,7-31,9	6,0-8,4	31,9-46,0	8,4-12,2

<b>GUÍA DEL FACTOR DE CARGA</b>	
<b>Alto:</b>	Acarreo durante periodos prolongados con pendientes adversas frecuentes. Empleo continuo en caminos de acarreo en pésimo estado con elevada resistencia a la rodadura.
<b>Medio:</b>	Periodos de carga y de acarreo normales. Condiciones variables de carga y caminos de acarreo. Algunas pendientes adversas. Cierta cantidad de elevada resistencia a la rodadura.
<b>Bajo:</b>	Periodos largos en vacío. Acarreos de cortos a medianos en caminos de acarreo planos, en buen estado. Mínima resistencia total.

TABLA #12: REFERENCIA DEL MANUAL DE RENDIMIENTO CATERPILLAR, EDICIÓN 31.



TRACTORES DE RUEDAS Y COMPACTADORES						
Modelo	Bajo		Medio		Alto	
	litros	gal. EE.UU.	litros	gal. EE.UU.	litros	gal. EE.UU.
814F	21-25	5½-6½	26-30	7-8	36-40	9½-10½
815F	26-30	7-8	36-42	9½-11	44-47	11½-12½
816F	26-30	7-8	36-42	9½-11	44-47	11½-12½
824G	28-32	7½-8½	38-44	10-11½	51-57	13½-15
825G	36-42	9½-11	51-57	13½-15	60-66	16-17½
826G	36-42	9½-11	51-57	13½-15	60-66	16-17½
834G	40-45	10½-12	53-59	14-15½	72-78	19-20½
836G	28-34	7½-9	38-42	10-11	45-53	12-14
844	41-49	11-13	53-61	14-16	64-72	17-19
854G	53-61	14-16	68-76	18-20	83-91	22-24

GUIA DEL FACTOR DE CARGA	
Alto:	Trabajo pesado con la hoja, compactación de material pesado. Trabajo pesado de relleno sanitario.
Medio:	Trabajo con la hoja, especialmente empujando traillas, limpieza alrededor de la pala mecánica y compactación normal.
Bajo:	Considerable marcha en vacío o recorrido sin carga.

TABLA #12: REFERENCIA DEL MANUAL DE RENDIMIENTO CATERPILLAR, EDICIÓN 31.



EQUIPO DE COMPACTACION						
Modelo	Bajo		Medio		Alto	
	litros	gal. EE.UU.	litros	gal. EE.UU.	litros	gal. EE.UU.
CS-323C	8-11	2-3	11-13	3-3½	11-15	3-4
CS-431C	8-11	2-3	11-13	3-3½	11-15	3-4
CS-433C	11	3	11-13	3-3½	13-15	3½-4
CS-531D	*	*	*	*	*	*
CS-533D	*	*	*	*	*	*
CS-563D	13	3½	13-15	3½-4	15-21	4-5½
CS-573	13	3½	13-15	3½-4	15-21	4-5½
CS-583D	15-17	4-4½	17-19	4½-5	19-23	5-6
CP-323C	9-13	2½-3½	13-15	3½-4	15-19	4-5
CP-433C	13	3½	15-17	4-4½	17-19	4½-5
CP-533D	15	4	17-19	4½-5	19-25	5-6½
CP-563D	15	4	17-19	4½-5	21-25	5½-6½
CB-214D	2-3	½-1	2½-3½	½-1	3-4	¾-1½
CB-224D	2-4	½-1	3-4	½-1	3½-4½	¾-1½
CB-225D	2-3	½-1	2½-3½	½-1	3-4	¾-1½
CB-334D	3,8-5,7	1-1,5	5,7-7	1,5-1,8	7-10	1,8-2,6
CB-335D	3,5-5,5	0,9-1,4	5,5-6,5	1,4-1,7	6,5-9	1,7-2,4
CB-434C	11-13	3-3½	13-17	3½-4½	17-19	4½-5
CB-534C	13	3½	15-17	4-4½	17-23	4½-6
CB-535B	13	3½	15-17	4-4½	17-23	4½-6
CB-544	11-13	3-3½	13-17	3½-4½	17-19	4½-5
CB-545	11-13	3-3½	13-17	3½-4½	17-19	4½-5
CB-634C	13-15	3½-4	15-19	4-5	19-21	5-5½
PF-300B	13	3½	15-17	4-4½	17-23	4½-6
PS-300B	13	3½	15-17	4-4½	17-23	4½-6
PS-500	13-15	3½-4	15-19	4-5	19-21	5-5½

\*No hay suficiente información.

**GUIA DEL FACTOR DE CARGA**  
 Alto: Vibración del 80-100%, suelo cohesivo pesado, levantamientos de 305 mm (12") o más.  
 Medio: Vibración del 50-80%, suelo granular, levantamientos de 100 mm-305 mm (4"-12").  
 Bajo: Vibración del 30-50%, mezcla de asfalto, levantamientos de 51 mm-100 mm (2"-4").

TABLA #12: REFERENCIA DEL MANUAL DE RENDIMIENTO CATERPILLAR, EDICIÓN 31.



CARGADORES DE RUEDAS Y PORTAHERRAMIENTAS INTEGRALES						
Modelo	Bajo		Medio		Alto	
	litros	gal. EE.UU.	litros	gal. EE.UU.	litros	gal. EE.UU.
902	*	*	*	*	*	*
906	*	*	*	*	*	*
908	*	*	*	*	*	*
914G, IT14G	5-6½	1-2	8-10½	2-2¾	11½-13	3-3½
924G	5½-7½	1½-2	9½-12	2½-3	13-15	3½-4
928G, IT28G	7½-11	2-3	11-15	3-4	15-19	4-5
938G, IT38G	9-12½	2-3	13-17	3½-4½	18-22	4¾-5¾
950G	11-15	3-4	17-21	4½-5½	23-28	6-7½
962G, IT62G	12-16	3-4	18-22	5-6	24-29	6½-8
966G	17-21	4½-5½	23-28	6-7½	32-38	8½-10
972G	19-23	5-6	25-30	6½-8	35-41	9-11
980G	23-26	6-7	30-36	8-9½	42-47	11-12½
988G	30-38	8-10	40-45	10½-12	57-62	15-16½
990 Serie II	45-53	12-14	60½-68	16-18	79½-87	21-23
992G	58-66	15-17	83-91	22-24	116-125	30-33
994D	102-109½	27-29	129-144	34-38	163-178	43-47

\*No hay suficiente información.

**GUIA DEL FACTOR DE CARGA**  
**Nota:** La tabla anterior muestra los regimenes de consumo de combustible (combustible quemado por hora) basándose en los siguientes factores de carga. Para evaluar correctamente los valores de consumo de combustible, deben considerarse la utilización de la máquina y la eficiencia del trabajo junto con estos factores de carga. Sin embargo, la eficiencia de combustible (por ejemplo, toneladas de material que se mueven por unidad de combustible quemado) es el mejor indicador del impacto que el consumo de combustible tiene sobre los costos de posesión y operación.  
**Alto:** Carga continua y agresiva de camiones, excavación en banco duro y carga de roca de voladura desde la cara del banco.  
**Medio:** Productividad máxima en carga de áridos en camiones y carga de tolva. Se supone que ocurre el empuje y la carga y acarreo normales asociados con las aplicaciones de carga desde la pila de alta productividad.  
**Bajo:** Trabajos ligeros de servicios públicos, construcción, carga de áridos en camiones con baja producción y la mayoría de las aplicaciones madereras en las que hay un tiempo considerable con el motor en vacío, desplazamiento con la máquina vacía y carga y acarreo.

TABLA #12: REFERENCIA DEL MANUAL DE RENDIMIENTO CATERPILLAR, EDICIÓN 31.





<b>MOTOTRAILLAS</b>					
Modelo	Bajo		Medio		Alto
	litros	gal. EE.UU.	litros	gal. EE.UU.	litros
613C Serie II	15-19	4-5	21-25	5½-6½	27½-34
611	23-26	6-7	30-36	8-9½	42-47½
615C Serie II	23-26	6-7	30-36	8-9½	42-47½
621G	27-32	7-8½	38-44	10-11½	49-57
623G	30-36	8-9½	40-46	10½-12	53-59
627G	45½-51	12-13½	64-70	17-18½	85-89½
631E Serie II	40-45	10½-12	53-59	14-15½	72-78
637E Serie II	64-70	17-18½	87-93	23-24½	113½-121
651E	47-57	12½-15	66-76	17½-20	87-95
657E	87-98	23-26	116-125½	30½-33	153-163
					gal. EE.UU. 7¼-9 11-12½ 11-12½ 13-15 14-15½ 22½-23½ 19-20½ 30-32 23-25 40½-43

**GUIA DEL FACTOR DE CARGA**  
 Alto: La resistencia total es alta y continua y los ciclos constantes.  
 Medio: Empleo usual en la construcción de carreteras.  
 Bajo: Uso corriente, pero hay considerable marcha en vacío, cuesta abajo y con baja resistencia a la rodadura, material de carga fácil.

TABLA #12: REFERENCIA DEL MANUAL DE RENDIMIENTO CATERPILLAR, EDICIÓN 31.



### Resultados:

TIPO DE MÁQUINA	CONSUMO DE COMBUSTIBLE	UNIDAD
Tractor de Orugas D8R	12,00	galón/hora
Excavadora Hidráulica 320L	4,50	galón/hora
Cargadora de Ruedas 938G	5,50	galón/hora
Motoniveladora 120H	4,50	galón/hora
Dumper Articulado	7,50	galón/hora
Camión cisterna	1,50	galón/hora
Compactador Vibratorio CS-533C	4,00	galón/hora
Compactador Pata de Cabra 815G	7,00	galón/hora
Mototraílla 621G	11,50	galón/hora
Volquete 10 m <sup>3</sup>	2,90	galón/hora

**Tabla #13: Consumo de combustible por máquina**

#### 4.2.2. Lubricantes, Filtros y Grasas:

El consumo de aceite de motor, aceite para controles hidráulicos y de transmisión, y grasas, están en relación a la capacidad de la máquina y el mantenimiento que el propietario le aplique, periódicamente.

Los costos horarios de aceites lubricantes y grasa se pueden estimar con gran exactitud tomando los consumos indicados en la tabla y los precios locales, para lo cual, hemos tomado como referencia las Tablas de Costo de Mantenimiento Preventivo, del Manual de Análisis del Costo de Operación y Posesión para Equipos de Construcción, del Ing. Federico von Buchwald de Janon. Para calcular el precio de la mano de obra de estos rubros se debe conocer el tiempo que tomará en hacer el trabajo (los cuales se encuentran detallados en las Tablas), y multiplicarlos por el salario horario del grupo técnico que hará el trabajo (un mecánico y un ayudante), llegando a determinar el valor de \$9,74\* por hora.

\* DATO OBTENIDO DEL MANUAL DE ANÁLISIS DEL COSTO DE OPERACIÓN Y POSESIÓN PARA EQUIPOS DE CONTRUCCIÓN DEL ING. FEDERICO VON BUCHWALD.



#### 4.2.3. Mantenimiento y reparación del Tren de Rodaje:

Los costos del tren de rodaje constituyen una parte importante de los costos de operación de las máquinas de cadenas. Dichos costos pueden variar independientemente de los costos básicos de la máquina. En otras palabras, se puede emplear el tren de rodaje en un medio extremadamente abrasivo, de alto desgaste, mientras que para el resto de la máquina las condiciones son benignas y viceversa. Por esta razón, se recomienda que el costo por hora del tren de rodaje se considere como un artículo de desgaste rápido y que no se incluya en la reserva de reparaciones para la máquina básica.

Hay tres condiciones primarias que influyen en la duración potencial del tren de rodaje de cadenas.

**a) Impacto:** La primera evaluación que rige en el tren de rodaje es de orden estructural:

- o **Altas:** Superficies duras e impenetrables.
- o **Moderadas:** Superficies parcialmente penetrables.
- o **Bajas:** Superficies totalmente penetrables.

**b) Abrasión:** La tendencia de las materias del suelo a desgastar las superficies de fricción en los componentes de las cadenas:

- o **Intensa:** Suelos muy húmedos que contengan gran proporción de arena o partículas de rocas duras, anguladas o cortantes.



- **Moderada:** Suelos ligeramente mojados o de un modo intermitente, que tengan baja proporción de partículas duras, anguladas o cortantes.
  - **Baja:** Suelos secos o rocas con una proporción baja de arena, de partículas anguladas o cortantes, o esquirlas de roca.
- c) Factor "Z":** Representa los efectos combinados de muchas condiciones relativas al ambiente, así como a las operaciones y al mantenimiento con respecto a la duración de los componentes en un trabajo determinado.
- **Ambiente:** Terreno no necesariamente abrasivo pero se puede acumular en los dientes, lo que causa más interferencias; sustancias químicas corrosivas componentes del suelo, la temperatura del suelo es un agente importante.
  - **Operación:** Ciertos hábitos de algunos operadores intensifican el desgaste de las cadenas y los costos si no se ejerce el control necesario en el trabajo. Tales prácticas incluyen las operaciones a gran velocidad, particularmente en retroceso; los virajes muy cerrados o las correcciones constantes de dirección, así como la salida de las cadenas debido a que el motor alcanza el par límite.
  - **Mantenimiento.** Las buenas normas de mantenimiento (tensión adecuada de las cadenas, limpieza diaria cuando se trabaja con materiales pegajosos, etc.) aumentan la duración de los componentes y disminuyen los costos.

En base a las tablas propuestas por Caterpillar, se debe elegir el Factor Básico y los factores I, A, Z; de acuerdo a la máquina y el tipo de trabajo que realiza.



El resultado de la multiplicación del Factor Básico por la suma de los Factores I, A y Z, determinará la estimación por hora del tren de rodaje.

A continuación se detalla el Análisis del Costo y Reparación del Tren de Rodaje:

**a) Factor de Importación y Comercialización de Repuestos (FIRC):**

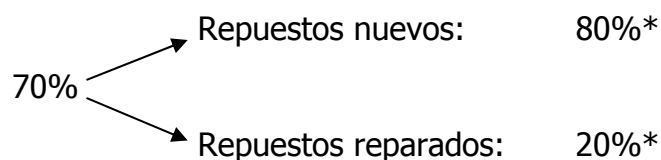
El FIRC se ha calculado considerando un listado de repuestos que se han importado últimamente, obtenido un valor de: **\$2,00.\***

**b) Costo de mano de obra (mecánicos):**

El costo de mano de obra de un mecánico en los EE.UU. es de \$60,00 (MOUSA), en nuestro país, se usará el valor de un mecánico, dos ayudantes y un vehículo, lo que nos da **\$12,03.\***

**c) Composición porcentual de mano de obra y repuestos (nuevos y reparados):**

- Mano de obra (equipo de mecánica) (MOEM): 30%.\*
- Repuestos (REP):



Para obtener el costo real del tren de rodaje en nuestro país, utilizamos la siguiente fórmula:

\* DATOS OBTENIDOS DEL MANUAL DE ANÁLISIS DEL COSTO DE OPERACIÓN Y POSESIÓN PARA EQUIPOS DE CONTRUCCIÓN DEL ING. FEDERICO VON BUCHWALD.



$$CTRG = (CTRF) \left[ MOEM \left( \frac{MOG}{MOUSA} \right) + R (RN (FIRC) + RR) \right]$$

**Donde:**

CTGR = Costo total horario nacionalizado del tren de rodaje en nuestro país.

CTRF = Costo total horario puesto en fábrica basado en la lista de precios al consumidor publicada en EE.UU.

MOEM = Porcentaje de mano de obra (equipo de mecánicos) utilizado en mantenimiento y repuestos del tren de rodaje.

MOG = Costo hora-hombre del equipo de mecánicos en nuestro país.

MOUSA = Costo hora-hombre del equipo de mecánicos en EE.UU.

R = Porcentaje total de repuestos, utilizados para el mantenimiento y reparación del tren de rodaje.

RN = Porcentaje del total de repuestos que son nuevos.

RR = Porcentaje del total de repuestos reparados.

FIRC = Factor de importación de repuestos y comercialización.

Debido a que dichos factores son constantes, se puede determinar un porcentaje de incremento en relación al costo total por hora en fábrica (CTRF):

$$CTRG = (CTRF) \left[ 0,30 \left( \frac{12,03}{60} \right) + 0,70 (0,80 (2) + 0,20) \right]$$

$$CTRG = (1,32) (CTRF)$$

Como resultado obtenemos que el incremento será del orden del 32%.

A continuación se estiman: el Factor Básico de cada tren de rodaje del tipo de maquinaria a utilizar, y los Factores: I, A, Z; de acuerdo, a las condiciones mencionadas en el ítem anterior, para su selección:



<b>FACTORES BÁSICOS DEL TREN DE RODAJE (FBTR)</b>	
<b>MODELO</b>	<b>FACTOR BÁSICO</b>
5230B	20.10
D11R	18.00
5130B	15.90
D10R	13.30
5110B	11.70
D9R	10.60
D8R & D8R SERIE II	9.00
973, 589, D 7R SERIE II LGP	10.10
D7R SERIE II, 963 C, 583R, D6R SERIE II LGP, D7R XR SERIE II	8.50
385B, 5080, 5090 B	6.80
D6R SERIE II, 953C, 572 R, D6M LGP, 527	6.60
365B SERIE II	6.50
345B SERIE II	5.60
D5N LGP, D6 SR, D6N XL, 517	5.30
330C	4.70
D3G (Todos), D4G (Todos), D5G (Todos), 933 (Todos), 939, 561 M	3.90
325C	3.60
315B, 317 B, 318B L, 322C	3.20
320C	2.70
307B, 311B, 312B	2.30

<b>Condiciones</b>	<b>Impacto (Factor I)</b>	<b>Abrasión (Factor A)</b>	<b>Factor Z</b>
Altas	0,30	0,40	1,00
Medias	0,20	0,20	0,50
Bajas	0,10	0,10	0,20

**Tabla #14: Factores básicos del tren de rodaje**

**Resultados:**

- Factor Básico (Tractor de Orugas D8R): **9,00.**
- Factor Básico (Excavadora Hidráulica 320L): **3,20.**
- Factor Básico (Compactador Pata de Cabra): **6,20.**
- Factor I: **0,20.**
- Factor A: **0,20.**
- Factor Z: **0,50**



#### 4.2.4. Vida útil de neumáticos:

Los costos de neumáticos son una parte importante del costo horario de cualquier máquina de ruedas. La mejor estimación de este punto se obtiene cuando las cifras de la vida útil del neumático se basan en la experiencia, utilizando los precios que el propietario realmente paga al reemplazar los neumáticos.

En los casos en donde no hay antecedente disponible, siga las gráficas del estimador de vida útil propuestas por Caterpillar.

#### Estimadores de Vida Útil:

- Las gráficas no consideran una vida útil adicional después del recauchutado. Se considera que los neumáticos nuevos se utilizan hasta su destrucción; sin embargo, no se recomienda necesariamente esta práctica.
- Basado en neumáticos estándar. Los neumáticos optativos cambian estas gráficas hacia arriba o hacia abajo.
- No se considera la posibilidad de un fallo imprevisto (reventón) debido a exceder las limitaciones de t.km/h.
- Tampoco se consideran los fallos prematuros debidos a pinchazos.

#### Zonas de Aplicación:

- **Zona A:** Casi todos los neumáticos se desgastan hasta la banda de rodadura debido a la abrasión.
- **Zona B:** Algunos neumáticos se desgastan normalmente pero otros sufren fallos prematuros debido a cortes por rocas, impactos y pinchazos irreparables.





- **Zona C:** Pocos o ninguno de los neumáticos se desgastan hasta la banda de rodadura debido a daños irreparables, generalmente debido a cortes por rocas, impactos y continua sobrecarga.

Debido al tipo de trabajo que generalmente se da en el medio constructivo de nuestro país, optaremos por seleccionar la **Zona B**, como la zona base para nuestros cálculos de vida útil de neumáticos de la diferente maquinaria que forma parte de este análisis.

**Gráfico #1: Estimación de la Vida Útil de Neumáticos**

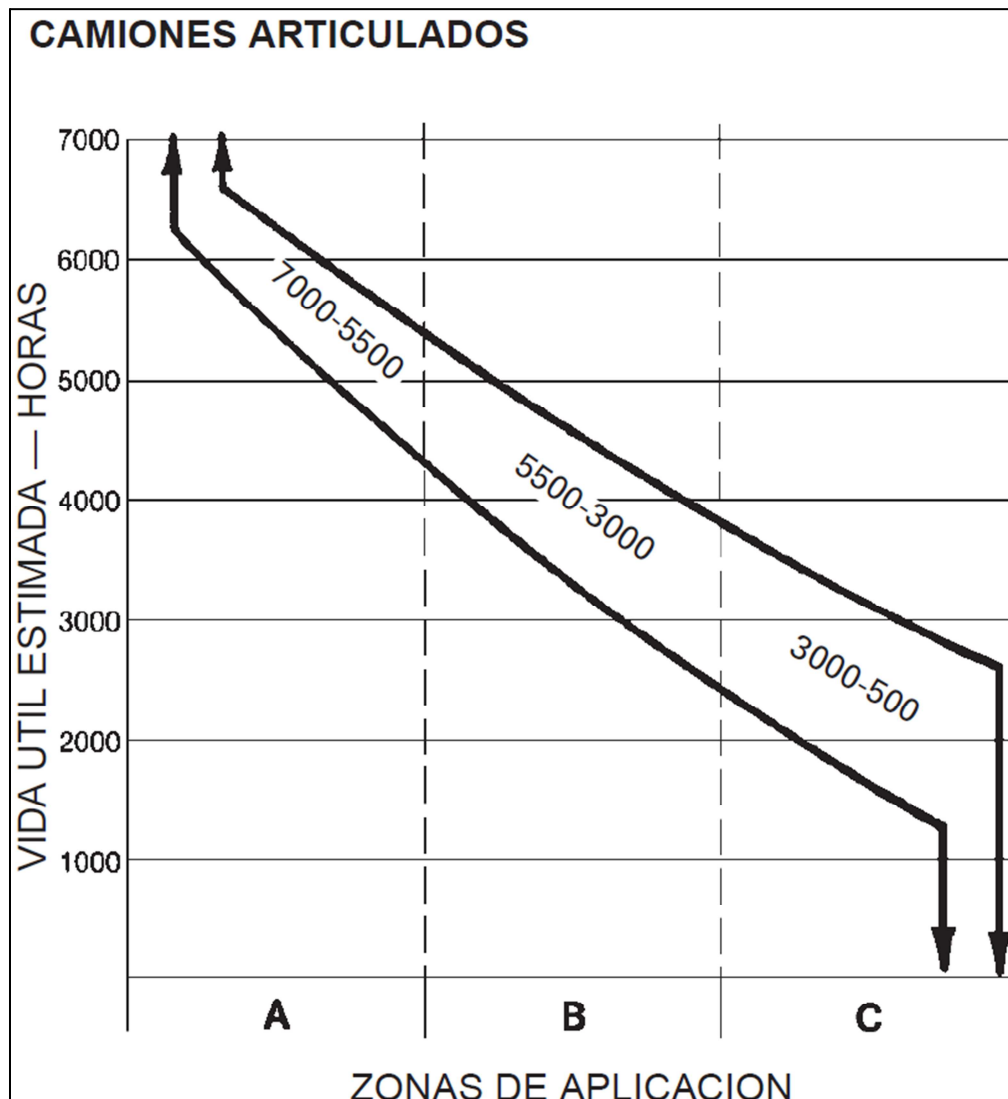


GRÁFICO #1: REFERENCIA DEL MANUAL DE RENDIMIENTO CATERPILLAR, EDICIÓN 31.

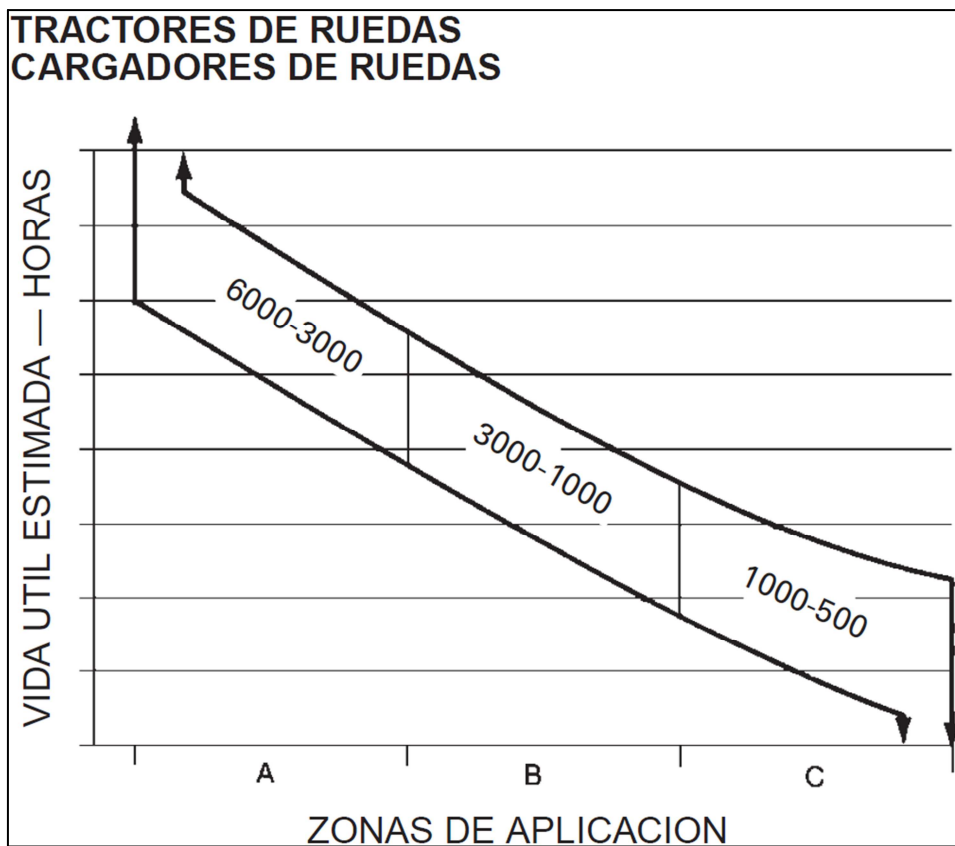
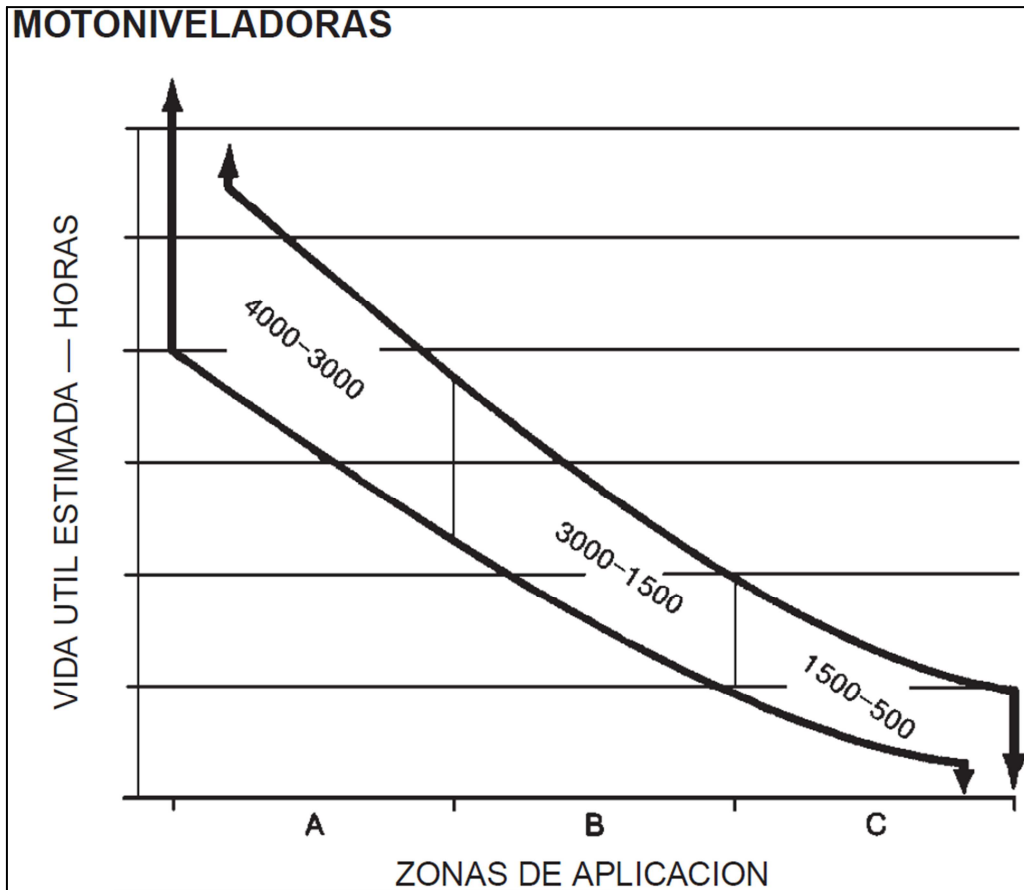
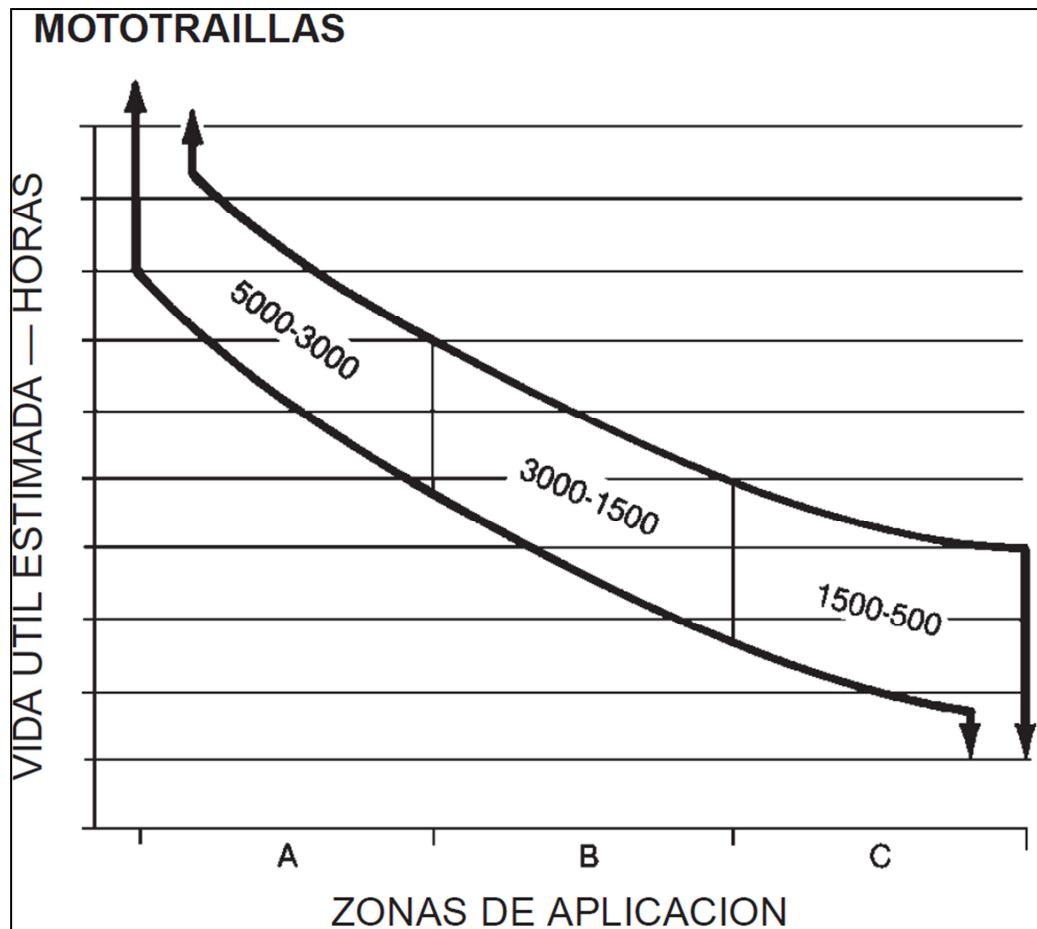


GRÁFICO #1: REFERENCIA DEL MANUAL DE RENDIMIENTO CATERPILLAR, EDICIÓN 31.



Debido a que, las tablas nos determinan un rango posible de vida útil de neumáticos por máquina, se obtendrá un promedio para cada caso en particular, con lo cual, obtenemos los siguientes resultados:

TIPO DE MÁQUINA	VIDA ÚTIL ESTIMADA	UNIDAD
Cargadora de Ruedas 938G	1.500	horas
Motoniveladora 120H	1.500	horas
Dumper Articulado	3.000	horas
Compactador Vibratorio CS-533C	1.500	horas
Mototraílla 621G	2.000	horas
Camión cisterna	2.000	horas
Volquete 10 m <sup>3</sup>	1.500	horas

**Tabla #15: Vida útil de neumáticos por máquina**



**Nota:** aunque el Compactador Vibratorio Liso no posee tabla particular, se puede asumir que sus neumáticos poseen la misma vida útil de la Cargadora de Ruedas, de acuerdo, a las características del trabajo que realiza.

Para la estimación de los costos por desgaste de neumáticos, se tiene la siguiente fórmula:

$$\text{Costo horario del neumático} = \frac{\text{Costo de reemplazo del neumático}}{\text{Vida útil estimada del neumático en horas}}$$

#### **4.2.5. Reparación y repuestos:**

Se considera como gastos de repuestos, los originados para realizar la conservación de la maquinaria en buenas condiciones, a fin de que trabaje con un rendimiento normal durante su vida económica; el costo de reparación es aquel que incluye el valor de la mano de obra de los mecánicos para mantener el equipo en operación.

La metodología del cálculo se efectúa siguiendo los lineamientos del Manual Caterpillar Edición 31. El FBR es el costo horario estimado que depende del acto de trabajo de la maquinaria, habiéndose calculado dicho factor, tomando como referencia el servicio efectuado durante las primeras 10.000 horas. Asimismo, el FBR es ajustado a la vida útil de la maquinaria por un factor denominado "Multiplicador de Vida Prolongada".

A continuación se detallan dichos factores explícitamente para la maquinaria requerida para nuestro análisis:

**Tabla #16: Valores del FBR (Ref. Manual de Caterpillar, Edición 33)**

TIPO DE MAQUINARIA	MODELO	POTENCIA HP	FBR US\$/Hora	MVP			DISTR. COSTO	
				0-10	0-15	0-20	Rep.	M/O
Tractores de Cadena	D3C-D4C	70	3.15	1,00	1,10	1,30	60%	40%
	D5C	80-90	4.35	1,00	1,10	1,30	60%	40%
	D5M	110	5.50	1,00	1,10	1,30	60%	40%
	D6M	140	5.85	1,00	1,10	1,30	60%	40%
	D6R	165-185	5.90	1,00	1,10	1,30	60%	40%
	D7R	200-240	7.15	1,00	1,10	1,30	60%	40%
	D8R	305	11.75	1,00	1,10	1,30	70%	30%
	D9R	405	13.00	1,00	1,10	1,30	70%	30%
	D10R	570	11.00	1,00	1,10	1,30	70%	30%
	D11R	850	21.90	1,00	1,10	1,30	70%	30%
Motoniveladoras	120H	140	4.75	1,00	1,00	1,33	65%	35%
	135H	155	4.75	1,00	1,00	1,33	65%	35%
	12H	140	4.75	1,00	1,20	1,55	65%	35%
	140H	185	5.00	1,00	1,20	1,55	65%	35%
	143H	185	5.75	1,00	1,20	1,55	65%	35%
	160H	200	5.25	1,00	1,20	1,55	65%	35%
	163H	200	6.00	1,00	1,20	1,33	65%	35%
	14H	215	6.25	0,80	1,00	1,33	65%	35%
	16H	275	7.50	0,80	1,00	1,00	65%	35%
	24H	500	13.00	-	0,78	-	60%	40%
Excavadoras	307B	54	4.25	-	-	-	50%	50%
	311B	79	4.25	-	-	-	50%	50%
	312B	84-88	4.25	-	-	-	50%	50%
	315B	99	7.25	-	-	-	50%	50%
	320C	128	5.85	-	-	-	50%	50%
	322B	153	7.75	-	-	-	50%	50%
	325B	168	6.30	-	-	-	50%	50%
	330B	222	4.75	-	-	-	50%	50%
	345B	290	8.00	-	-	-	50%	50%
	375	428	20.00	-	-	-	50%	50%
	5130B	800	50.00	0,40	-	0,80	70%	30%
	5230	1470	55.00	0,40	-	0,80	70%	30%
Mototraíllas	613C	175	13.9	1,00	1,06	1,21	60%	40%
	615C	265	14.9	1,00	1,06	1,21	60%	40%
	621G	365	13.5	1,00	1,06	1,21	60%	40%
	623G	365	14.00	1,00	1,06	1,21	60%	40%
	627G	330	15.00	1,00	1,06	1,21	60%	40%
	631E	450	13.35	1,00	1,06	1,21	60%	40%
	637E	450	16.00	1,00	1,06	1,21	60%	40%
	651E	550	14.00	1,00	1,06	1,21	60%	40%
	657E	550	11.75	1,00	1,06	1,21	55%	45%



Camiones Articulados	D25D	260	10.00	1,00	1,05	-	55%	45%
	D30D	285	11.50	1,00	1,05	-	55%	45%
	D350E	340	12.85	1,00	1,05	-	55%	45%
	D400E	405	13.00	1,00	1,05	-	55%	45%
Compactadores	814F	220	4.75	-	-	-	60%	40%
	815F	220	4.75	-	-	-	60%	40%
	816F	220	4.75	-	-	-	60%	40%
	824G	315	9.00	-	-	-	60%	40%
	825G	315	7.50	-	-	-	60%	40%
	826G	315	11.5	-	-	-	60%	40%
	834G	450	11.5	-	-	-	60%	40%
Cargadores con Ruedas	836G	473	11.5	-	-	-	60%	40%
	914G	90	6.35	1,00	1,10	-	60%	40%
	924G	105	6.35	1,00	1,10	-	60%	40%
	928G	125	7.65	1,00	1,10	-	60%	40%
	938G	145	7.65	1,00	1,10	-	60%	40%
	950G	180	8.00	1,00	1,10	-	60%	40%
	962G	200	7.85	1,00	1,10	-	60%	40%
	966G	220	7.10	1,00	1,10	-	60%	40%
	972G	250	7.50	1,00	1,10	-	60%	40%
	980G	300	8.85	1,00	1,10	-	60%	40%
	988G	430	14.35	1,00	1,10	-	60%	40%
	990	625	12.00	1,00	1,10	-	60%	40%
992G	800	21.50	1,00	1,10	-	60%	40%	

TIPO DE MÁQUINA	FBR (\$/hora)	MVP
Tractor de Orugas D8R	11.75	1,10
Excavadora Hidráulica 320L	5.85	1,00
Cargadora de Ruedas 938G	7.65	1,00
Motoniveladora 120H	4.75	1,00
Dumper Articulado	11.50	1,05
Camión cisterna	10.00	1,00
Compactador Vibratorio CS-533C	4.75	1,00
Compactador Pata de Cabra 815G	4.75	1,00
Mototraílla 621G	13.50	1,06
Volquete 10 m <sup>3</sup>	8.00	1,00

**Tabla #17: Resultados obtenidos para FBR**

TABLA #16: REFERENCIA DEL MANUAL DE ANÁLISIS DEL COSTO DE OPERACIÓN Y POSESIÓN PARA EQUIPOS DE CONTRUCCIÓN DEL ING. FEDERICO VON BUCHWALD Y MANUAL DE CATERPILLAR, EDICIÓN 33.



Para **Rodillo 533-C y Camión Cisterna**, se han considerado equipos de similar potencia, es decir Tractor de Ruedas 814F (220 HP); **FBR=4.75**; distribución del costo: Rep.=60% y M/O=40% y Camión Articulado D25D (260 HP); **FBR=10.00**; distribución del costo: Rep.=55% y M/O=45%, respectivamente.

Para obtener el costo real para repuestos y reparaciones en nuestro país, utilizamos la siguiente fórmula:

$$CRRG = (CRRF) \left[ M/O \left( \frac{MOG}{MOUSA} \right) + REP (RN1 (FIRC) + RR1) \right]$$

**Donde:**

- CRRG = Costo total horario nacionalizado de reserva para reparaciones y repuestos, puesto en nuestro país.
- CRRF = Costo total horario de reserva, para reparaciones y repuestos, en fábrica.
- M/O = Porcentaje de mano de obra (equipo de mecánicos) utilizado en las reparaciones.
- MOG = Costo hora-hombre del equipo de mecánicos en nuestro país.
- MOUSA = Costo hora-hombre del equipo de mecánicos en EE.UU.
- REP = Porcentaje total de repuestos, utilizados para la reparación y repuestos del equipo.
- RN1 = Porcentaje del total de repuestos que son nuevos.
- RR1 = Porcentaje del total de repuestos reparados.
- FIRC = Factor de importación de repuestos y comercialización (2,20).



#### 4.2.6. Elementos especiales de desgaste:

Para determinar el costo horario se tiene que conocer el precio de los componentes de alto desgaste, tales como cuchillas, puntas y desgarradores, dientes de cucharón, puntas guías, etc., gastos de soldadura en plumas y brazos, además del tiempo de duración que se lo obtiene en la Guía de Operación y Mantenimiento de cada máquina o de la experiencia del usuario, considerando que en EE.UU. el costo de la mano de obra corresponde a un 30% y los repuestos a un 70%, significa que el 43% de los repuestos corresponden a la mano de obra. Para encontrar una correlación se tendrá que usar la siguiente fórmula:

$$RED = SUM \left[ \frac{(C_1)(X_1)}{T_1} \right]$$

$$CTED = RED + 0,43 (RED) \left( \frac{MOG}{MOUSA} \right)$$

**Donde:**

- RED = Costo de repuestos de elementos especiales de desgaste.  
C<sub>1</sub> = Precio en nuestro país de cada elemento de desgaste (tales como: puntas, cuchillas, etc.).  
X<sub>1</sub> = Número de piezas de desgaste (tales como: 4 puntas, 2 cuchillas, etc.).  
T<sub>1</sub> = Tiempo de vida en horas de cada elemento.  
CTEG = Costo total de elementos especiales de desgaste.  
MOG = Mano de obra en nuestro país.  
MOUSA = Mano de obra en EE.UU.





Debido a que el presente Trabajo de Grado, busca optimizar el Presupuesto Referencial para la Construcción de la Presa de Tierra de la ESPOL, los precios de la maquinaria involucrada deben ser directos, excluyendo por lo tanto, los cálculos correspondientes a costos indirectos, siendo éstos los debidos a: Administración Central, Administración de Campo, Imprevistos, Costo Financiero y Utilidades.

En cuanto a lo referente a la mano de obra de operarios de la maquinaria, debido a que se armará un Análisis de Precios Unitarios, en el cual, se incluirá como costo horario al promedio entre el precio unitario estipulado en la Revista de la Cámara de la Construcción 2010 y el precio real que pagan las compañías constructoras del medio a sus operarios de maquinaria pesada; se ha excluido también, el análisis que generalmente se realiza para los costos de operación debidos a salarios.

Los datos determinados para salarios de operadores, choferes y obreros son los siguientes, que incluyen todos los beneficios de Ley:

- Operador Grupo I y II: \$3.13/hora\*
- Chofer licencia Tipo E: \$2.85/hora\*
- Obreros Cat. I, II, III, IV: \$2.35/hora\*

### **4.3. CÁLCULO DEL COSTO DE POSESIÓN Y OPERACIÓN DEL TRACTOR DE ORUGAS D8R.**

#### **4.3.1. Costo de Posesión:**

##### **4.3.1.1. Costo de Amortización:**

###### **Datos:**

$$V_a = \$ 440.000,00$$

$$V_r = \$ 154.000,00$$

$$V_e = 14.000 \text{ horas}$$

$$A = \frac{(V_a - V_r)}{V_e} = \frac{(440.000,00 - 154.000,00)}{14.000} = \$ 20,43$$

\*DATOS OBTENIDOS DEL SALARIO HORARIO A OPERADORES DE MAQUINARIA PESADA Y CHOFERES DE LA COMPAÑÍA ETINAR S.A.



#### 4.3.1.2. Costo de Inversión Media Anual:

**Datos:**

$$N = 14.000 \text{ horas} / 2.000 \text{ horas} = 7,00 \text{ años.}$$

$$V_a = \$ 440.000,00$$

$$V_r = \$ 154.000,00$$

$$IMA = \frac{(N+1)(V_a - V_r)}{2N} = \frac{(7,00+1)(440.000,00 - 154.000,00)}{2(7,00)} = 163.428,57$$

#### 4.3.1.3. Interés por Inversión de Capital:

**Datos:**

$$IMA = 163.428,57$$

$$TIIC = 12\%$$

$$N = 7,00 \text{ años.}$$

$$V_e = 14.000 \text{ horas.}$$

$$I = \frac{(IMA)(\% TIIC)(N)}{V_e} = \frac{(163.428,57)(12\%)(7,00)}{14.000} = \$ 9,81$$

#### 4.3.1.4. Seguros e Impuestos:

**Datos:**

$$TSeI = 4\%$$

$$IMA = 163.428,57$$

$$N = 7,00 \text{ años.}$$

$$V_e = 14.000 \text{ horas.}$$

$$SeI = \frac{(IMA)(\% TSeI)(N)}{V_e} = \frac{(163.428,57)(4\%)(7,00)}{14.000} = \$ 3,27$$

#### 4.3.1.5. Resultado obtenido:

$$\text{Costo de Posesión} = \$20,43 + \$9,81 + \$3,27$$

$$\text{Costo de Posesión} = \$33,51$$



#### 4.3.2. Costo de Operación:

##### 4.3.2.1. Costo de combustible:

**Datos:**

Precio por galón (PU)= \$1,05/galón

Consumo de combustible (CC)= 12,00 galón/hora

$$\text{Costo de combustible} = (PU)(CC) = (1,05)(12,00) = \$ 12,60$$

##### 4.3.2.2. Costo de lubricantes, aceites y filtros:

**Tabla #18: Lubricantes, aceites y filtros del Tractor de Orugas D8R**

TRACTOR DE ORUGAS D8R											
REPUESTOS, LUBRICANT. Y SERVICIOS	INTERVALOS DE HORAS								CANT.	PRECIO UNIT.	PRECIO TOTAL
	250	500	750	1000	1250	1500	1750	2000			
<b>FILTROS DE</b>											
Aceite de motor	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	16.00	31.10	497.59
Combustible	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	16.00	45.81	732.96
Aceite de transmisión				1.00				1.00	2.00	26.84	53.68
Aceite de sistema hidráulico				2.00				2.00	4.00	70.45	281.81
Aire primario		1.00		1.00		1.00		1.00	4.00	91.66	366.65
Aire secundario				1.00				1.00	2.00	79.84	159.68
Separador de agua								1.00	1.00	30.60	30.60
<b>SUBTOTAL (\$) FILTROS</b>										<b>2,122.97</b>	
<b>ACEITE</b>											
Motor SAE 15 W40	10.63	10.63	10.63	10.63	10.63	10.63	10.63	10.63	85.04	11.14	947.01
Transmisión SAE 50				47.50				47.50	95.00	10.07	956.46
Mando final SAE 50				10.00				10.00	20.00	10.07	201.36
Hidráulico SAE 10				25.00				25.00	50.00	8.57	428.40
Inhibidor (Refrigerante)								20.00	20.00	3.50	70.08
<b>SUBTOTAL (\$) ACEITE</b>										<b>2,603.31</b>	
<b>MANO DE OBRA</b>											
Horas de trabajo	3.00	3.50	3.00	5.00	3.00	3.50	3.00	5.00	29.00	9.74	282.46
<b>SUBTOTAL (\$) MANO DE OBRA</b>										<b>282.46</b>	

<b>COSTO SUBTOTAL (\$)</b>	<b>5,008.73</b>
<b>COSTO IVA (12%)</b>	601.05
<b>COSTO TOTAL (\$) / 2000 horas</b>	<b>5,609.78</b>

<b>COSTO PARCIAL (\$) / hora</b>	<b>2.80</b>
----------------------------------	-------------

TABLA #18: REFERENCIA DEL MANUAL DE ANÁLISIS DEL COSTO DE OPERACIÓN Y POSESIÓN PARA EQUIPOS DE CONTRUCCION DEL ING. FEDERICO VON BUCHWALD.



#### 4.3.2.3. Costo de mantenimiento y reparación del tren de rodaje:

**Datos:**

Factor Básico (Tractor de Orugas D8R):	\$9,00
% de Incremento del CRTF:	32,00%
Factor I:	0,20
Factor A:	0,20
Factor Z:	0,50

$$CTRG = (1,32) (CTRF) = (1,32) [(FB) (I + A + Z)] = (1,32) [(\$9,00) (0,20 + 0,20 + 0,50)]$$

$$CTRG = \$ 10,69$$

#### 4.3.2.4. Costo por reparación y repuestos:

**Datos:**

FBR=	\$11,75	MOG=	\$12,03
MVP=	1,10	MOUSA=	\$60,00
Rep=	70,00%	RN1=	80%
M/O=	30,00%	RR1=	20%

$$CRRG = [(11,75) (1,10)] \left[ (0,30) \left( \frac{12,03}{60,00} \right) + (0,70) [(0,80) (2,20) + 0,20] \right]$$

$$CRRG = \$18,51$$

#### 4.3.2.5. Costo por elementos especiales de desgaste:

**Datos:**

$C_1 =$	\$500,00.
$X_1 =$	4 Dientes.
$T_1 =$	1.000 horas.



$$RED = SUM \left[ \frac{(C_1)(X_1)}{T_1} \right] = \frac{(500,00)(4)}{1.000} = 2,00$$

$$CTED = RED + 0,43 (RED) \left( \frac{MOG}{MOUSA} \right) = (2,00) + 0,43 (2,00) \left( \frac{12,03}{60,00} \right) = \$2,17$$

#### 4.3.2.6. Resultado obtenido:

Costo de Operación=\$12,60+\$2,80+\$10,69+\$18,51+\$2,17

Costo de Operación=\$46,77

#### 4.3.3. Cálculo de Posesión y Operación Horaria:

Costo Total = Costo de Posesión + Costo de Operación

Costo Total = \$33,51 + \$46,77

**Costo de Posesión y Operación = \$80,28/hora.**

### 4.4. CÁLCULO DEL COSTO DE POSESIÓN Y OPERACIÓN DE LA EXCAVADORA HIDRÁULICA 320L.

#### 4.4.1. Costo de Posesión:

##### 4.4.1.1. Costo de Amortización:

**Datos:**

$V_a = \$ 190.750,00$

$V_r = \$ 66.762,50$

$V_e = 12.000$  horas

$$A = \frac{(V_a - V_r)}{V_e} = \frac{(190.750,00 - 66.762,50)}{12.000} = \$ 10,33$$



#### 4.4.1.2. Costo de Inversión Media Anual:

**Datos:**

$$N = 12.000 \text{ horas} / 2.000 \text{ horas} = 6,00 \text{ años.}$$

$$V_a = \$ 190.000,00$$

$$V_r = \$ 66.762,50$$

$$IMA = \frac{(N+1)(V_a - V_r)}{2N} = \frac{(6,00+1)(190.750,00 - 66.762,50)}{2(6,00)} = 72.326,04$$

#### 4.4.1.3. Interés por Inversión de Capital:

**Donde:**

$$IMA = 72.326,04$$

$$TIIC = 12\%$$

$$N = 6,00 \text{ años.}$$

$$V_e = 12.000 \text{ horas.}$$

$$I = \frac{(IMA)(\% TIIC)(N)}{V_e} = \frac{(72.326,04)(12\%)(6,00)}{12.000} = \$ 4,34$$

#### 4.4.1.4. Seguros e Impuestos:

**Donde:**

$$TSeI = 4\%$$

$$IMA = 72.326,04$$

$$N = 6,00 \text{ años.}$$

$$V_e = 12.000 \text{ horas.}$$

$$SeI = \frac{(IMA)(\% TSeI)(N)}{V_e} = \frac{(72.326,04)(4\%)(6,00)}{12.000} = \$ 1,45$$

#### 4.4.1.5. Resultado obtenido:

$$\text{Costo de Posesión} = \$10,33 + \$4,34 + \$1,45$$

$$\text{Costo de Posesión} = \$16,12$$



#### 4.4.2. Costo de Operación:

##### 4.4.2.1. Costo de combustible:

**Datos:**

Precio por galón (PU)= \$1,05/galón

Consumo de combustible (CC)= 4,50 galón/hora

$$\text{Costo de combustible} = (PU)(CC) = (1,05)(4,50) = \$ 4,73$$

##### 4.4.2.2. Costo de lubricantes, aceites y filtros:

**Tabla #19: Lubricantes, aceites y filtros de la Excavadora Hidráulica**

EXCAVADORA HIDRÁULICA 320L											
REPUESTOS, LUBRICANT. Y SERVICIOS	INTERVALOS DE HORAS								CANT.	PRECIO UNIT.	PRECIO TOTAL
	250	500	750	1000	1250	1500	1750	2000			
<b>FILTROS DE</b>											
Aceite de motor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	8.00	9.04	72.29
Combustible	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	16.00	29.40	470.40
Aceite de sistema hidráulico				1.00				1.00	2.00	93.60	187.20
Aire primario		1.00		1.00		1.00		1.00	4.00	100.00	399.98
Aire secundario				1.00				1.00	2.00	93.14	186.29
<b>SUBTOTAL (\$) FILTROS</b>										<b>1,316.16</b>	
<b>ACEITE</b>											
Motor SAE 15 W40	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	40.00	11.14	445.44
Mando Final SAE 50				7.50				7.50	15.00	10.07	151.02
Hidráulico SAE 10				65.00				65.00	130.00	8.57	1,113.84
Inhibidor (Refrigerante)								8.00	8.00	3.50	28.03
<b>SUBTOTAL (\$) ACEITE</b>										<b>1,738.33</b>	
<b>MANO DE OBRA</b>											
Horas de trabajo	3.00	3.50	3.00	5.00	3.00	3.50	3.00	5.00	29.00	9.74	282.46
<b>SUBTOTAL (\$) MANO DE OBRA</b>										<b>282.46</b>	

<b>COSTO SUBTOTAL (\$)</b>	<b>3,336.95</b>
<b>COSTO IVA (12%)</b>	400.43
<b>COSTO TOTAL (\$) / 2000 horas</b>	<b>3,737.39</b>

<b>COSTO PARCIAL (\$) / hora</b>	<b>1.87</b>
----------------------------------	-------------

TABLA #19: REFERENCIA DEL MANUAL DE ANÁLISIS DEL COSTO DE OPERACIÓN Y POSESIÓN PARA EQUIPOS DE CONTRUCCIÓN DEL ING. FEDERICO VON BUCHWALD.



#### 4.4.2.3. Costo de mantenimiento y reparación del tren de rodaje:

**Datos:**

Factor Básico (Excavadora Hidráulica 320L):	\$3,20
% de Incremento del CRTF:	32,00%
Factor I:	0,20
Factor A:	0,20
Factor Z:	0,50

$$CTRG = (1,32) (CRTF) = (1,32) [(FB) (I + A + Z)] = (1,32) [(\$3,20) (0,20 + 0,20 + 0,50)]$$

$$CTRG = \$ 3,80$$

#### 4.4.2.4. Costo por reparación y repuestos:

**Datos:**

FBR=	\$5,85	MOG=	\$12,03
MOUSA=	\$60,00		
Rep=	50,00%	RN1=	80%
M/O=	50,00%	RR1=	20%

$$CRRG = [(5,85)] \left[ (0,50) \left( \frac{12,03}{60,00} \right) + (0,50) [(0,80) (2,20) + 0,20] \right]$$

$$CRRG = \$6,32$$

#### 4.4.2.5. Costo por elementos especiales de desgaste:

**Datos:**

$C_1 =$	\$600,00.
$X_1 =$	2 Dientes.
$T_1 =$	1.000 horas.

$$RED = SUM \left[ \frac{(C_1)(X_1)}{T_1} \right] = \frac{(600,00)(2)}{1.000} = 1,20$$





$$CTED = RED + 0,43 (RED) \left( \frac{MOG}{MOUSA} \right) = (1,20) + 0,43 (1,20) \left( \frac{12,03}{60,00} \right) = \$1,30$$

#### 4.4.2.6. Resultado obtenido:

$$\text{Costo de Operación} = \$4,73 + \$1,87 + \$3,80 + \$6,32 + \$1,30$$

$$\text{Costo de Operación} = \$18,02$$

#### 4.4.3. Costo de Posesión y Operación Horaria:

$$\text{Costo Total} = \text{Costo de Posesión} + \text{Costo de Operación}$$

$$\text{Costo Total} = \$16,12 + \$18,02$$

$$\boxed{\text{Costo de Posesión y Operación} = \$34,14/\text{hora.}}$$

### 4.5. CÁLCULO DEL COSTO DE POSESIÓN Y OPERACIÓN DE LA CARGADORA DE RUEDAS 938G

#### 4.5.1. Costo de Posesión:

##### 4.5.1.1. Costo de Amortización:

**Datos:**

$$V_a = \$ 193.000,00$$

$$V_r = \$ 67.550,00$$

$$V_e = 10.000 \text{ horas}$$

$$A = \frac{(V_a - V_r)}{V_e} = \frac{(193.000,00 - 67.550,00)}{10.000} = \$ 12,55$$



#### 4.5.1.2. Costo de Inversión Media Anual:

**Datos:**

$$N = 10.000 \text{ horas} / 2.000 \text{ horas} = 5,00 \text{ años.}$$

$$V_a = \$ 193.000,00$$

$$V_r = \$ 67.550,00$$

$$IMA = \frac{(N+1)(V_a - V_r)}{2N} = \frac{(5,00+1)(193.000,00 - 67.550,00)}{2(5,00)} = 75.270,00$$

#### 4.5.1.3. Interés por Inversión de Capital:

**Datos:**

$$IMA = 75.270,00$$

$$TIIC = 12\%$$

$$N = 5,00 \text{ años.}$$

$$V_e = 10.000 \text{ horas.}$$

$$I = \frac{(IMA)(\% TIIC)(N)}{V_e} = \frac{(75.270,00)(12\%)(5,00)}{10.000} = \$ 4,52$$

#### 4.5.1.4. Seguros e Impuestos:

**Datos:**

$$TSeI = 4\%$$

$$IMA = 75.270,00$$

$$N = 5,00 \text{ años.}$$

$$V_e = 10.000 \text{ horas.}$$

$$SeI = \frac{(IMA)(\% TSeI)(N)}{V_e} = \frac{(75.270,00)(4\%)(5,00)}{10.000} = \$ 1,51$$

#### 4.5.1.5. Resultado obtenido:

$$\text{Costo de Posesión} = \$12,55 + \$4,52 + \$1,51$$

$$\text{Costo de Posesión} = \$18,58$$



#### 4.5.2. Costo de Operación:

##### 4.5.2.1. Costo de combustible:

**Datos:**

Precio por galón (PU)= \$1,05/galón

Consumo de combustible (CC)= 5,50 galón/hora

$$\text{Costo de combustible} = (PU)(CC) = (1,05)(5,50) = \$ 5,78$$

##### 4.5.2.2. Costo de lubricantes, aceites y filtros:

**Tabla #20: Lubricantes, aceites y filtros de la Cargadora de Ruedas**

CARGADORA DE RUEDAS 938G											
REPUESTOS, LUBRICANT. Y SERVICIOS	INTERVALOS DE HORAS								CANT.	PRECIO UNIT.	PRECIO TOTAL
	250	500	750	1000	1250	1500	1750	2000			
<b>FILTROS DE</b>											
Aceite de motor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	8.00	9.12	72.96
Combustible	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	16.00	54.97	879.55
Aceite de transmisión				1.00				1.00	2.00	156.95	313.90
Aceite de sistema hidráulico				1.00				1.00	2.00	70.15	140.30
Aire primario		1.00		1.00		1.00		1.00	4.00	100.00	399.98
Aire secundario				1.00				1.00	2.00	93.14	186.29
<b>SUBTOTAL (\$) FILTROS</b>											<b>1,992.98</b>
<b>ACEITE</b>											
Motor SAE 15 W40	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	56.00	11.14	623.62
Transmisión SAE 50				11.25				11.25	22.50	10.07	226.53
Dife. Post. SAE 50				25.00				25.00	50.00	10.07	503.40
Hidráulico SAE 10				25.00				25.00	50.00	8.57	428.40
Inhibidor (Refrigerante)								12.00	12.00	3.50	42.05
<b>SUBTOTAL (\$) ACEITE</b>											<b>1,823.99</b>
<b>MANO DE OBRA</b>											
Horas de trabajo	3.00	3.50	3.00	5.00	3.00	3.50	3.00	5.00	29.00	9.74	282.46
<b>SUBTOTAL (\$) MANO DE OBRA</b>											<b>282.46</b>

<b>COSTO SUBTOTAL (\$)</b>	<b>4,099.44</b>
<b>COSTO IVA (12%)</b>	491.93
<b>COSTO TOTAL (\$) / 2000 horas</b>	<b>4,591.37</b>

<b>COSTO PARCIAL (\$) / hora</b>	<b>2.30</b>
----------------------------------	-------------

TABLA #20: REFERENCIA DEL MANUAL DE ANÁLISIS DEL COSTO DE OPERACIÓN Y POSESIÓN PARA EQUIPOS DE CONTRUCCION DEL ING. FEDERICO VON BUCHWALD.



#### 4.5.2.3. Costo de cambio de neumáticos:

**Datos:**

Costo de reemplazo= \$8.250,00  
Vida útil estimada= 1.500 horas.

$$\text{Costo horario del neumático} = \frac{\text{Costo de reemplazo del neumático}}{\text{Vida útil estimada del neumático en horas}}$$

$$\text{Costo horario del neumático} = \frac{8.250,00}{1.500} = \$5,50$$

#### 4.5.2.4. Costo por reparación y repuestos:

**Datos:**

FBR=	\$7,65	MOG=	\$12,03
MPV=	1,00	MOUSA=	\$60,00
Rep=	60,00%	RN1=	80%
M/O=	40,00%	RR1=	20%

$$CRRG = [(7,65)(1,00)] \left[ (0,40) \left( \frac{12,03}{60,00} \right) + (0,60) [(0,80)(2,20) + 0,20] \right]$$

$$CRRG = \$9,61$$

#### 4.5.2.5. Costo por elementos especiales de desgaste:

**Datos:**

$C_1 = \$600,00 + \$450,00$   
 $X_1 = 1 \text{ Dientes} + 1 \text{ Hoja de corte.}$   
 $T_1 = 1.000 \text{ horas.}$

$$RED = SUM \left[ \frac{(C_1)(X_1)}{T_1} \right] = \frac{(600,00 + 450,00)}{1.000} = 1,05$$



$$CTED = RED + 0,43 (RED) \left( \frac{MOG}{MOUSA} \right) = (1,05) + 0,43 (1,05) \left( \frac{12,03}{60,00} \right) = \$1,14$$

#### 4.5.2.6. Resultado obtenido:

$$\text{Costo de Operación} = \$5,78 + \$2,30 + \$5,50 + \$9,61 + \$1,14$$

$$\text{Costo de Operación} = \$24,33$$

#### 4.5.3. Costo de Posesión y Operación Horaria:

$$\text{Costo Total} = \text{Costo de Posesión} + \text{Costo de Operación}$$

$$\text{Costo Total} = \$18,58 + \$24,33$$

$$\boxed{\text{Costo de Posesión y Operación} = \$42,91/\text{hora.}}$$

### 4.6. CÁLCULO DEL COSTO DE POSESIÓN Y OPERACIÓN DE LA MOTONIVELADORA 120H.

#### 4.6.1. Costo de Posesión:

##### 4.6.1.1. Costo de Amortización:

**Datos:**

$$V_a = \$ 191.200,00$$

$$V_r = \$ 66.920,00$$

$$V_e = 15.000 \text{ horas}$$

$$A = \frac{(V_a - V_r)}{V_e} = \frac{(191.200,00 - 66.920,00)}{15.000} = \$ 8,29$$



#### 4.6.1.2. Costo de Inversión Media Anual:

**Donde:**

$$N = 15.000 \text{ horas} / 2.000 \text{ horas} = 7,50 \text{ años.}$$

$$V_a = \$ 191.200,00$$

$$V_r = \$ 66.920,00$$

$$IMA = \frac{(N+1)(V_a - V_r)}{2N} = \frac{(7,50+1)(191.200,00 - 66.920,00)}{2(7,50)} = 70.425,33$$

#### 4.6.1.3. Interés por Inversión de Capital:

**Donde:**

$$IMA = 70.425,33$$

$$TIIC = 12\%$$

$$N = 7,50 \text{ años.}$$

$$V_e = 15.000 \text{ horas.}$$

$$I = \frac{(IMA)(\% TIIC)(N)}{V_e} = \frac{(70.425,33)(12\%)(7,50)}{15.000} = \$ 4,23$$

#### 4.6.1.4. Seguros e Impuestos:

**Donde:**

$$TSeI = 4\%$$

$$IMA = 70.425,33$$

$$N = 7,50 \text{ años.}$$

$$V_e = 15.000 \text{ horas.}$$

$$SeI = \frac{(IMA)(\% TSeI)(N)}{V_e} = \frac{(70.425,33)(4\%)(7,50)}{15.000} = \$ 1,41$$

#### 4.6.1.5. Resultado obtenido:

$$\text{Costo de Posesión} = \$8,29 + \$4,23 + \$1,41$$

$$\text{Costo de Posesión} = \$13,93$$



#### 4.6.2. Costo de Operación:

##### 4.6.2.1. Costo de combustible:

**Datos:**

Precio por galón (PU)= \$1,05/galón

Consumo de combustible (CC)= 4,50 galón/hora

$$\text{Costo de combustible} = (PU)(CC) = (1,05)(4,50) = \$ 4,73$$

##### 4.6.2.2. Costo de lubricantes, aceites y filtros:

**Tabla #21: Lubricantes, aceites y filtros de la Motoniveladora 120H**

MOTONIVELADORA 120H											
REPUESTOS, LUBRICANT. Y SERVICIOS	INTERVALOS DE HORAS								CANT.	PRECIO UNIT.	PRECIO TOTAL
	250	500	750	1000	1250	1500	1750	2000			
<b>FILTROS DE</b>											
Aceite de motor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	8.00	9.04	72.29
Combustible	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	16.00	7.80	124.80
Aceite de transmisión				1.00				1.00	2.00	26.40	52.80
Aceite de sistema hidráulico				1.00				1.00	2.00	26.40	52.80
Aire primario		1.00		1.00		1.00		1.00	4.00	95.35	381.41
Aire secundario				1.00				1.00	2.00	87.41	174.82
<b>SUBTOTAL (\$) FILTROS</b>										<b>858.91</b>	
<b>ACEITE</b>											
Motor SAE 15 W40	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	60.00	11.14	668.16
Transmisión SAE 50				32.50				32.50	65.00	10.07	654.42
Dife. Post. SAE 50				15.00				15.00	30.00	10.07	302.04
Hidráulico SAE 10				12.50				12.50	25.00	8.57	214.20
Inhibidor (Refrigerante)								10.00	10.00	3.50	35.04
<b>SUBTOTAL (\$) ACEITE</b>										<b>1,873.86</b>	
<b>MANO DE OBRA</b>											
Horas de trabajo	3.00	3.50	3.00	5.00	3.00	3.50	3.00	5.00	29.00	9.74	282.46
<b>SUBTOTAL (\$) MANO DE OBRA</b>										<b>282.46</b>	

<b>COSTO SUBTOTAL (\$)</b>	<b>3,015.23</b>
<b>COSTO IVA (12%)</b>	361.83
<b>COSTO TOTAL (\$) / 2000 horas</b>	<b>3,377.06</b>

<b>COSTO PARCIAL (\$) / hora</b>	<b>1.69</b>
----------------------------------	-------------

TABLA #21: REFERENCIA DEL MANUAL DE ANÁLISIS DEL COSTO DE OPERACIÓN Y POSESIÓN PARA EQUIPOS DE CONTRUCCIÓN DEL ING. FEDERICO VON BUCHWALD.



#### 4.6.2.3. Costo de cambio de neumáticos:

**Datos:**

Costo de reemplazo= \$2.400,00  
Vida útil estimada= 1.500 horas.

$$\text{Costo horario del neumático} = \frac{\text{Costo de reemplazo del neumático}}{\text{Vida útil estimada del neumático en horas}}$$

$$\text{Costo horario del neumático} = \frac{2.400,00}{1.500} = \$1,60$$

#### 4.6.2.4. Costo por reparación y repuestos:

**Datos:**

FBR=	\$4,75	MOG=	\$12,03
MPV=	1,00	MOUSA=	\$60,00
Rep=	65,00%	RN1=	80%
M/O=	35,00%	RR1=	20%

$$CRRG = [(4,75)(1,00)] \left[ (0,35) \left( \frac{12,03}{60,00} \right) + (0,65) [(0,80)(2,20) + 0,20] \right]$$

$$CRRG = \$6,38$$

#### 4.6.2.5. Costo por elementos especiales de desgaste:

**Datos:**

$C_1 = \$600,00 + \$150,00$   
 $X_1 = 2 \text{ Dientes} + 1 \text{ Hoja de corte.}$   
 $T_1 = 1.000 \text{ horas.}$

$$RED = SUM \left[ \frac{(C_1)(X_1)}{T_1} \right] = \frac{(600,00 \times 2 + 150,00)}{1.000} = 1,35$$





$$CTED = RED + 0,43 (RED) \left( \frac{MOG}{MOUSA} \right) = (1,35) + 0,43 (1,35) \left( \frac{12,03}{60,00} \right) = \$1,47$$

#### 4.6.2.6. Resultado obtenido:

$$\text{Costo de Operación} = \$4,73 + \$1,69 + \$1,60 + \$6,38 + \$1,47$$

$$\text{Costo de Operación} = \$15,87$$

#### 4.6.3. Costo de Posesión y Operación Horaria:

$$\text{Costo Total} = \text{Costo de Posesión} + \text{Costo de Operación}$$

$$\text{Costo Total} = \$13,93 + \$15,87$$

$$\boxed{\text{Costo de Posesión y Operación} = \$29,80/\text{hora.}}$$

### 4.7. CÁLCULO DEL COSTO DE POSESIÓN Y OPERACIÓN DEL DUMPER ARTICULADO.

#### 4.7.1. Costo de Posesión:

##### 4.7.1.1. Costo de Amortización:

##### Datos:

$$V_a = \$ 210.000,00$$

$$V_r = \$ 73.500,00$$

$$V_e = 15.000 \text{ horas}$$

$$A = \frac{(V_a - V_r)}{V_e} = \frac{(210.000,00 - 73.500,00)}{15.000} = \$ 9,10$$



#### 4.7.1.2. Costo de Inversión Media Anual:

**Donde:**

$$N = 15.000 \text{ horas} / 2.000 \text{ horas} = 7,50 \text{ años.}$$

$$V_a = \$ 210.000,00$$

$$V_r = \$ 73.500,00$$

$$IMA = \frac{(N+1)(V_a - V_r)}{2N} = \frac{(7,50+1)(210.000,00 - 73.500,00)}{2(7,50)} = 77.350,00$$

#### 4.7.1.3. Interés por Inversión de Capital:

**Donde:**

$$IMA = 77.350,00$$

$$TIIC = 12\%$$

$$N = 7,50 \text{ años.}$$

$$V_e = 15.000 \text{ horas.}$$

$$I = \frac{(IMA)(\% TIIC)(N)}{V_e} = \frac{(77.350,00)(12\%)(7,50)}{15.000} = \$ 4,64$$

#### 4.7.1.4. Seguros e Impuestos:

**Donde:**

$$TSeI = 4\%$$

$$IMA = 77.350,00$$

$$N = 7,50 \text{ años.}$$

$$V_e = 15.000 \text{ horas.}$$

$$SeI = \frac{(IMA)(\% TSeI)(N)}{V_e} = \frac{(77.350,00)(4\%)(7,50)}{15.000} = \$ 1,55$$

#### 4.7.1.5. Resultado obtenido:

$$\text{Costo de Posesión} = \$9,10 + \$4,64 + \$1,55$$

$$\text{Costo de Posesión} = \$15,29$$



#### 4.7.2. Costo de Operación:

##### 4.7.2.1. Costo de combustible:

**Datos:**

Precio por galón (PU)= \$1,05/galón

Consumo de combustible (CC)= 7,50 galón/hora

$$\text{Costo de combustible} = (PU)(CC) = (1,05)(7,50) = \$ 7,88$$

##### 4.7.2.2. Costo de lubricantes, aceites y filtros:

**Tabla #22: Lubricantes, aceites y filtros del Dumper Articulado**

DUMPER ARTICULADO											
REPUESTOS, LUBRICANT. Y SERVICIOS	INTERVALOS DE HORAS								CANT.	PRECIO UNIT.	PRECIO TOTAL
	250	500	750	1000	1250	1500	1750	2000			
<b>FILTROS DE</b>											
Aceite de motor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	8.00	16.37	130.94
Combustible	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	16.00	54.97	879.55
Aceite de transmisión				1.00				1.00	2.00	30.00	60.00
Aceite de sistema hidráulico				1.00				1.00	2.00	42.00	84.00
Aire primario		1.00		1.00		1.00		1.00	4.00	100.00	399.98
Aire secundario				1.00				1.00	2.00	93.14	186.29
Separador de Agua								1.00	1.00	36.00	36.00
<b>SUBTOTAL (\$) FILTROS</b>										<b>1,776.77</b>	
<b>ACEITE</b>											
Motor SAE 15 W40	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	120.00	11.14	1,336.32
Transmisión SAE 50				30.00				30.00	60.00	10.07	604.08
Mando final SAE 50				57.00				57.00	114.00	10.07	1,147.75
Hidráulico SAE 10				182.00				182.00	364.00	8.57	3,118.75
Inhibidor (Refrigerante)								25.00	25.00	3.50	87.60
<b>SUBTOTAL (\$) ACEITE</b>										<b>6,294.50</b>	
<b>MANO DE OBRA</b>											
Horas de trabajo	3.00	3.50	3.00	5.00	3.00	3.50	3.00	5.00	29.00	9.74	282.46
<b>SUBTOTAL (\$) MANO DE OBRA</b>										<b>282.46</b>	

<b>COSTO SUBTOTAL (\$)</b>	<b>8,353.73</b>
<b>COSTO IVA (12%)</b>	1,002.45
<b>COSTO TOTAL (\$) / 2000 horas</b>	<b>9,356.18</b>

<b>COSTO PARCIAL (\$) / hora</b>	<b>4.68</b>
----------------------------------	-------------

TABLA #22: REFERENCIA DEL MANUAL DE ANÁLISIS DEL COSTO DE OPERACIÓN Y POSESIÓN PARA EQUIPOS DE CONTRUCCIÓN DEL ING. FEDERICO VON BUCHWALD.



#### 4.7.2.3. Costo de cambio de neumáticos:

**Datos:**

Costo de reemplazo= \$4.000,00  
Vida útil estimada= 3.000 horas.

$$\text{Costo horario del neumático} = \frac{4.000,00}{3.000} = \$1,33$$

#### 4.7.2.4. Costo por reparación y repuestos:

**Datos:**

FBR=	\$11,50	MOG=	\$12,03
MPV=	1,05	MOUSA=	\$60,00
Rep=	55,00%	RN1=	80%
M/O=	45,00%	RR1=	20%

$$CRRG = [(11,50)(1,05)] \left[ (0,45) \left( \frac{12,03}{60,00} \right) + (0,55) [(0,80)(2,20) + 0,20] \right]$$

$$CRRG = \$14,11$$

#### 4.7.2.5. Resultado obtenido:

Costo de Operación= \$7,88+\$4,68+\$1,33+\$14,11

Costo de Operación= \$28,00

#### 4.7.3. Costo de Posesión y Operación Horaria:

Costo Total = Costo de Posesión + Costo de Operación

Costo Total = \$15,29 + \$28,00

**Costo de Posesión y Operación = \$43,29/hora.**



## 4.8. CÁLCULO DEL COSTO DE POSESIÓN Y OPERACIÓN DEL COMPACTADOR VIBRATORIO CS-533C.

### 4.8.1. Costo de Posesión:

#### 4.8.1.1. Costo de Amortización:

**Datos:**

$$V_a = \$ 140.000,00$$

$$V_r = \$ 49.000,00$$

$$V_e = 12.000 \text{ horas}$$

$$A = \frac{(V_a - V_r)}{V_e} = \frac{(140.000,00 - 49.000,00)}{12.000} = \$ 7,58$$

#### 4.8.1.2. Costo de Inversión Media Anual:

**Datos:**

$$N = 12.000 \text{ horas} / 2.000 \text{ horas} = 6,00 \text{ años.}$$

$$V_a = \$ 140.000,00$$

$$V_r = \$ 49.000,00$$

$$IMA = \frac{(N+1)(V_a - V_r)}{2N} = \frac{(6,00+1)(140.000,00 - 49.000,00)}{2(6,00)} = 53.083,33$$

#### 4.8.1.3. Interés por Inversión de Capital:

**Datos:**

$$IMA = 53.083,33$$

$$TIIC = 12\%$$

$$N = 6,00 \text{ años.}$$

$$V_e = 12.000 \text{ horas.}$$



$$I = \frac{(IMA)(\% THIC)(N)}{V_e} = \frac{(53.083,33)(12\%)(6,00)}{12.000} = \$ 3,18$$

#### 4.8.1.4. Seguros e Impuestos:

**Datos:**

$$TSeI = 4\%$$

$$IMA = 53.083,33$$

$$N = 6,00 \text{ años.}$$

$$V_e = 12.000 \text{ horas.}$$

$$SeI = \frac{(IMA)(\% TSeI)(N)}{V_e} = \frac{(53.083,33)(4\%)(6,00)}{12.000} = \$ 1,06$$

#### 4.8.1.5. Resultado obtenido:

$$\text{Costo de Posesión} = \$7,58 + \$3,18 + \$1,06$$

$$\text{Costo de Posesión} = \$11,82$$

#### 4.8.2. Costo de Operación:

##### 4.8.2.1. Costo de combustible:

**Datos:**

$$\text{Precio por galón (PU)} = \$1,05/\text{galón}$$

$$\text{Consumo de combustible (CC)} = 4,00 \text{ galón/hora}$$

$$\text{Costo de combustible} = (PU)(CC) = (1,05)(4,00) = \$ 4,20$$

##### 4.8.2.2. Costo de lubricantes, aceites y filtros:



**Tabla #23: Lubricantes, aceites y filtros del Compactador Vibratorio**

<b>COMPACTADOR VIBRATORIO CS-533C</b>											
REPUESTOS, LUBRICANT. Y SERVICIOS	INTERVALOS DE HORAS								CANT.	PRECIO UNIT.	PRECIO TOTAL
	250	500	750	1000	1250	1500	1750	2000			
<b>FILTROS DE</b>											
Aceite de motor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	8.00	9.04	72.29
Combustible	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	16.00	54.97	879.55
Aceite de transmisión				1.00				1.00	2.00	156.95	313.90
Aceite de sistema hidráulico				1.00				1.00	2.00	70.15	140.30
Aire primario		1.00		1.00		1.00		1.00	4.00	100.00	399.98
Aire secundario				1.00				1.00	2.00	93.14	186.29
<b>SUBTOTAL (\$) FILTROS</b>										<b>1,992.31</b>	
<b>ACEITE</b>											
Motor SAE 15 W40	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	72.00	11.14	801.79
Transmisión SAE 50				18.75				18.75	37.50	10.07	377.55
Mando final SAE 50				20.00				20.00	40.00	10.07	402.72
Hidráulico SAE 10				27.50				27.50	55.00	8.57	471.24
Inhibidor (Refrigerante)								8.00	8.00	3.50	28.03
<b>SUBTOTAL (\$) ACEITE</b>										<b>2,081.33</b>	
<b>MANO DE OBRA</b>											
Horas de trabajo	3.00	3.50	3.00	5.00	3.00	3.50	3.00	5.00	29.00	9.74	282.46
<b>SUBTOTAL (\$) MANO DE OBRA</b>										<b>282.46</b>	

<b>COSTO SUBTOTAL (\$)</b>	<b>4,356.11</b>
<b>COSTO IVA (12%)</b>	522.73
<b>COSTO TOTAL (\$) / 2000 horas</b>	<b>4,878.84</b>

<b>COSTO PARCIAL (\$) / hora</b>	<b>2.44</b>
----------------------------------	-------------

#### 4.8.2.3. Costo de cambio de neumáticos:

##### Datos:

Costo de reemplazo= \$3.750,00

Vida útil estimada= 1.500 horas.

TABLA #23: REFERENCIA DEL MANUAL DE ANÁLISIS DEL COSTO DE OPERACIÓN Y POSESIÓN DEL ING. FEDERICO VON BUCHWALD.



$$\text{Costo horario del neumático} = \frac{\text{Costo de reemplazo del neumático}}{\text{Vida útil estimada del neumático en horas}}$$

$$\text{Costo horario del neumático} = \frac{3.750,00}{1.500} = \$2,50$$

#### 4.8.2.4. Costo por reparación y repuestos:

##### Datos:

FBR=	\$4,75	MOG=	\$12,03
MPV=	1,00	MOUSA=	\$60,00
Rep=	60,00%	RN1=	80%
M/O=	40,00%	RR1=	20%

$$CRRG = [(4,75)(1,00)] \left[ (0,40) \left( \frac{12,03}{60,00} \right) + (0,60) [(0,80)(2,20) + 0,20] \right]$$

$$CRRG = \$5,97$$

#### 4.8.2.5. Resultado obtenido:

$$\text{Costo de Operación} = \$4,20 + \$2,44 + \$2,50 + \$5,97$$

$$\text{Costo de Operación} = \$15,11$$

#### 4.8.3. Costo de Posesión y Operación Horaria:

$$\text{Costo Total} = \text{Costo de Posesión} + \text{Costo de Operación}$$

$$\text{Costo Total} = \$11,82 + \$15,11$$

$$\boxed{\text{Costo de Posesión y Operación} = \$26,93/\text{hora.}}$$





## 4.9. CÁLCULO DEL COSTO DE POSESIÓN Y OPERACIÓN DEL COMPACTADOR PATA DE CABRA 815G

### 4.9.1. Costo de Posesión:

#### 4.9.1.1. Costo de Amortización:

**Datos:**

$$V_a = \$ 276.000,00$$

$$V_r = \$ 96.600,00$$

$$V_e = 12.000 \text{ horas}$$

$$A = \frac{(V_a - V_r)}{V_e} = \frac{(276.000,00 - 96.600,00)}{12.000} = \$ 14,95$$

#### 4.9.1.2. Costo de Inversión Media Anual:

**Datos:**

$$N = 12.000 \text{ horas} / 2.000 \text{ horas} = 6,00 \text{ años.}$$

$$V_a = \$ 276.000,00$$

$$V_r = \$ 96.600,00$$

$$IMA = \frac{(N+1)(V_a - V_r)}{2N} = \frac{(6,00+1)(276.000,00 - 96.600,00)}{2(6,00)} = 104.650,00$$

#### 4.9.1.3. Interés por Inversión de Capital:

**Datos:**

$$IMA = 104.650,00$$

$$TIIC = 12\%$$

$$N = 6,00 \text{ años.}$$

$$V_e = 12.000 \text{ horas.}$$



$$I = \frac{(IMA)(\% THIC)(N)}{V_e} = \frac{(104.650,00)(12\%)(6,00)}{12.000} = \$ 6,28$$

#### 4.9.1.4. Seguros e Impuestos:

**Datos:**

$$TSeI = 4\%$$

$$IMA = 104.650,00$$

$$N = 6,00 \text{ años.}$$

$$V_e = 12.000 \text{ horas.}$$

$$SeI = \frac{(IMA)(\% TSeI)(N)}{V_e} = \frac{(104.650,00)(4\%)(6,00)}{12.000} = \$ 2,09$$

#### 4.9.1.5. Resultado obtenido:

$$\text{Costo de Posesión} = \$14,95 + \$6,28 + \$2,09$$

$$\text{Costo de Posesión} = \$23,32$$

#### 4.9.2. Costo de Operación:

##### 4.9.2.1. Costo de combustible:

**Datos:**

$$\text{Precio por galón (PU)} = \$1,05/\text{galón}$$

$$\text{Consumo de combustible (CC)} = 7,00 \text{ galón/hora}$$

$$\text{Costo de combustible} = (PU)(CC) = (1,05)(7,00) = \$ 7,35$$

##### 4.9.2.2. Costo de lubricantes, aceites y filtros:



**Tabla #24: Lubricantes, aceites y filtros del Compactador Pata de Cabra.**

<b>COMPACTADOR PATA DE CABRA 815G</b>												
REPUESTOS, LUBRICANT. Y SERVICIOS	INTERVALOS DE HORAS								CANT.	PRECIO UNIT.	PRECIO TOTAL	
	250	500	750	1000	1250	1500	1750	2000				
<b>FILTROS DE</b>												
Aceite de motor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	8.00	16.37	130.94	
Combustible	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	16.00	54.97	879.55	
Aceite de transmisión				1.00				1.00	2.00	30.00	60.00	
Aceite de sistema hidráulico				1.00				1.00	2.00	42.00	84.00	
Aire primario		1.00		1.00		1.00		1.00	4.00	100.00	399.98	
Aire secundario				1.00				1.00	2.00	93.14	186.29	
<b>SUBTOTAL (\$) FILTROS</b>										<b>1,740.77</b>		
<b>ACEITE</b>												
Motor SAE 15 W40	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	72.00	11.14	801.79	
Transmisión SAE 50				18.75				18.75	37.50	10.07	377.55	
Mando final SAE 50				20.00				20.00	40.00	10.07	402.72	
Hidráulico SAE 10				27.50				27.50	55.00	8.57	471.24	
Inhibidor (Refrigerante)								12.00	12.00	3.50	42.05	
<b>SUBTOTAL (\$) ACEITE</b>										<b>2,095.35</b>		
<b>MANO DE OBRA</b>												
Horas de trabajo	3.00	3.50	3.00	5.00	3.00	3.50	3.00	5.00	29.00	9.74	282.46	
<b>SUBTOTAL (\$) MANO DE OBRA</b>										<b>282.46</b>		

<b>COSTO SUBTOTAL (\$)</b>	<b>4,118.58</b>
<b>COSTO IVA (12%)</b>	494.23
<b>COSTO TOTAL (\$) / 2000 horas</b>	<b>4,612.81</b>

<b>COSTO PARCIAL (\$) / hora</b>	<b>2.31</b>
----------------------------------	-------------

#### 4.9.2.3. Costo de mantenimiento y reparación del tren de rodaje:

##### Datos:

Factor Básico (Compactador Pata de Cabra): \$6,20  
 % de Incremento del CRTF: 32,00%  
 Factor I: 0,20

TABLA #24: REFERENCIA DEL MANUAL DE ANÁLISIS DEL COSTO DE OPERACIÓN Y POSESIÓN DEL ING. FEDERICO VON BUCHWALD.



Factor A: 0,20

Factor Z: 0,50

$$CTRG = (1,32) (CTRF) = (1,32) [(FB) (I + A + Z)] = (1,32) [(\$6,20) (0,20 + 0,20 + 0,50)]$$

$$CTRG = \$ 7,37$$

#### 4.9.2.4. Costo por reparación y repuestos:

##### Datos:

FBR=	\$4,75	MOG=	\$12,03
MVP=	1,00	MOUSA=	\$60,00
Rep=	60,00%	RN1=	80%
M/O=	40,00%	RR1=	20%

$$CRRG = [(4,75) (1,00)] \left[ (0,40) \left( \frac{12,03}{60,00} \right) + (0,60) [(0,80) (2,20) + 0,20] \right]$$

$$CRRG = \$5,97$$

#### 4.9.2.5. Resultado obtenido:

Costo de Operación= \$7,35+\$2,31+\$7,37+\$5,97

Costo de Operación= \$23,00

#### 4.9.3. Costo de Posesión y Operación Horaria:

Costo Total = Costo de Posesión + Costo de Operación

Costo Total = \$23,32 + \$23,00

**Costo de Posesión y Operación = \$46,32/hora.**



#### 4.10. CÁLCULO DEL COSTO DE POSESIÓN Y OPERACIÓN DE LA MOTOTRAÍLLA 621G.

##### 4.10.1. Costo de Posesión:

##### 4.10.1.1. Costo de Amortización:

**Datos:**

$$V_a = \$ 460.000,00$$

$$V_r = \$ 161.000,00$$

$$V_e = 12.000 \text{ horas}$$

$$A = \frac{(V_a - V_r)}{V_e} = \frac{(460.000,00 - 161.000,00)}{12.000} = \$ 24,92$$

##### 4.10.1.2. Costo de Inversión Media Anual:

**Datos:**

$$N = 12.000 \text{ horas} / 2.000 \text{ horas} = 6,00 \text{ años.}$$

$$V_a = \$ 460.000,00$$

$$V_r = \$ 161.000,00$$

$$IMA = \frac{(N+1)(V_a - V_r)}{2N} = \frac{(6,00+1)(460.000,00 - 161.000,00)}{2(6,00)} = 174.416,67$$

##### 4.10.1.3. Interés por Inversión de Capital:

**Datos:**

$$IMA = 174.416,67$$

$$TIIC = 12\%$$

$$N = 6,00 \text{ años.}$$

$$V_e = 12.000 \text{ horas.}$$



$$I = \frac{(IMA)(\% TIIC)(N)}{V_e} = \frac{(174.416,67)(12\%)(6,00)}{12.000} = \$ 10,47$$

#### 4.10.1.4. Seguros e Impuestos:

##### Datos:

$$TSeI = 4\%$$

$$IMA = 174.416,67$$

$$N = 6,00 \text{ años.}$$

$$V_e = 12.000 \text{ horas.}$$

$$SeI = \frac{(IMA)(\% TSeI)(N)}{V_e} = \frac{(174.416,67)(4\%)(6,00)}{12.000} = \$ 3,49$$

#### 4.10.1.5. Resultado obtenido:

$$\text{Costo de Posesión} = \$24,92 + \$10,47 + \$3,49$$

$$\text{Costo de Posesión} = \$38,88$$

#### 4.10.2. Costo de Operación:

##### 4.10.2.1. Costo de combustible:

##### Datos:

$$\text{Precio por galón (PU)} = \$1,05/\text{galón}$$

$$\text{Consumo de combustible (CC)} = 11,50 \text{ galón/hora}$$

$$\text{Costo de combustible} = (PU)(CC) = (1,05)(11,50) = \$ 12,08$$

##### 4.10.2.2. Costo de lubricantes, aceites y filtros:



**Tabla #25: Lubricantes, aceites y filtros de la Mototraílla 621G**

<b>MOTOTRAÍLLA 621G</b>											
REPUESTOS, LUBRICANT. Y SERVICIOS	INTERVALOS DE HORAS								CANT.	PRECIO UNIT.	PRECIO TOTAL
	250	500	750	1000	1250	1500	1750	2000			
<b>FILTROS DE</b>											
Aceite de motor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	8.00	16.37	130.94
Combustible	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	16.00	54.97	879.55
Aceite de transmisión				1.00				1.00	2.00	30.00	60.00
Aceite de sistema hidráulico				1.00				1.00	2.00	42.00	84.00
Aire primario		1.00		1.00		1.00		1.00	4.00	216.41	865.63
Aire secundario				1.00				1.00	2.00	144.05	288.10
<b>SUBTOTAL (\$) FILTROS</b>										<b>2,308.22</b>	
<b>ACEITE</b>											
Motor SAE 15 W40	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	72.00	11.14	801.79
Transmisión SAE 50				45.00				45.00	90.00	10.07	906.12
Dife. Post. SAE 50				105.00				105.00	210.00	10.07	2,114.28
Hidráulico SAE 10				42.50				42.50	85.00	8.57	728.28
Inhibidor (Refrigerante)								20.00	20.00	3.50	70.08
<b>SUBTOTAL (\$) ACEITE</b>										<b>4,620.55</b>	
<b>MANO DE OBRA</b>											
Horas de trabajo	3.00	3.50	3.00	5.00	3.00	3.50	3.00	5.00	29.00	9.74	282.46
<b>SUBTOTAL (\$) MANO DE OBRA</b>										<b>282.46</b>	

<b>COSTO SUBTOTAL (\$)</b>	<b>7,211.24</b>
<b>COSTO IVA (12%)</b>	865.35
<b>COSTO TOTAL (\$) / 2000 horas</b>	<b>8,076.58</b>

<b>COSTO PARCIAL (\$) / hora</b>	<b>4.04</b>
----------------------------------	-------------

#### 4.10.2.3. Costo de cambio de neumáticos:

##### Datos:

Costo de reemplazo= \$16.000,00

Vida útil estimada= 2.000 horas.

$$\text{Costo horario del neumático} = \frac{\text{Costo de reemplazo del neumático}}{\text{Vida útil estimada del neumático en horas}}$$

TABLA #25: REFERENCIA DEL MANUAL DE ANÁLISIS DEL COSTO DE OPERACIÓN Y POSESIÓN DEL ING. FEDERICO VON BUCHWALD.



$$\text{Costo horario del neumático} = \frac{16.000,00}{2.000} = \$8,00$$

#### 4.10.2.4. Costo por reparación y repuestos:

**Datos:**

FBR=	\$13,5	MOG=	\$12,03
MPV=	1,06	MOUSA=	\$60,00
Rep=	60,00%	RN1=	80%
M/O=	40,00%	RR1=	20%

$$CRRG = [(13,50)(1,06)] \left[ (0,40) \left( \frac{12,03}{60,00} \right) + (0,60) [(0,80)(2,20) + 0,20] \right]$$

$$CRRG = \$17,98$$

#### 4.10.2.5. Costo por elementos especiales de desgaste:

**Datos:**

$C_1 =$	\$1.100,00
$X_1 =$	Dientes
$T_1 =$	1.000 horas.

$$RED = SUM \left[ \frac{(C_1)(X_1)}{T_1} \right] = \frac{1.100,00}{1.000} = 1,10$$

$$CTED = RED + 0,43 (RED) \left( \frac{MOG}{MOUSA} \right) = (1,10) + 0,43 (1,10) \left( \frac{12,03}{60,00} \right) = \$1,19$$

#### 4.10.2.6. Resultado obtenido:

Costo de Operación= \$12,08+\$4,04+\$8,00+\$17,98+\$1,19

Costo de Operación= \$43,29





#### 4.10.3. Costo de Posesión y Operación Horaria:

Costo Total = Costo de Posesión + Costo de Operación

Costo Total = \$38,88 + \$43,29

**Costo de Posesión y Operación = \$82,17/hora.**

#### 4.11. CÁLCULO DEL COSTO DE POSESIÓN Y OPERACIÓN DEL CAMIÓN CISTERNA 12 TON. HINO GH.

##### 4.11.1. Costo de Posesión:

##### 4.11.1.1. Costo de Amortización:

**Datos:**

$V_a = \$ 86.432,00$

$V_r = \$ 30.251,20$

$V_e = 9.000$  horas

$$A = \frac{(V_a - V_r)}{V_e} = \frac{(86.432,00 - 30.251,20)}{9.000} = \$ 6,24$$

##### 4.11.1.2. Costo de Inversión Media Anual:

**Datos:**

$N = 9.000$  horas /  $1.500$  horas =  $6,00$  años.

$V_a = \$ 86.432,00$

$V_r = \$ 30.251,20$

$$IMA = \frac{(N + 1)(V_a - V_r)}{2 N} = \frac{(6,00 + 1)(86.432,00 - 30.251,20)}{2 (6,00)} = 32.772,13$$

##### 4.11.1.3. Interés por Inversión de Capital:

**Datos:**

$IMA = 32.772,13$

$TIIC = 12\%$



$$N = 6,00 \text{ años.}$$

$$V_e = 9.000 \text{ horas.}$$

$$I = \frac{(IMA)(\% TIIC)(N)}{V_e} = \frac{(32.772,13)(12\%)(6,00)}{9.000} = \$ 2,62$$

#### 4.11.1.4. Seguros e Impuestos:

##### Datos:

$$TSeI = 4\%$$

$$IMA = 32.772,13$$

$$N = 6,00 \text{ años.}$$

$$V_e = 9.000 \text{ horas.}$$

$$SeI = \frac{(IMA)(\% TSeI)(N)}{V_e} = \frac{(32.772,13)(4\%)(6,00)}{9.000} = \$ 0,87$$

#### 4.11.1.5. Resultado obtenido:

$$\text{Costo de Posesión} = \$6,24 + \$2,62 + \$0,87$$

$$\text{Costo de Posesión} = \$9,73$$

#### 4.11.2. Costo de Operación:

##### 4.11.2.1. Costo de combustible:

##### Datos:

$$\text{Precio por galón (PU)} = \$1,05/\text{galón}$$

$$\text{Consumo de combustible (CC)} = 1,50 \text{ galón/hora}$$

$$\text{Costo de combustible} = (PU)(CC) = (1,05)(1,50) = \$ 1,58$$

##### 4.11.2.2. Costo de lubricantes, aceites y filtros:

**Tabla #26: Lubricantes, aceites y filtros del Camión Cisterna**



ITEM'S DE MANTENIMIENTO CAMIÓN CISTERNA HINO GH									
DESCRIPCIÓN	VALOR (\$)		KILOMETRAJE						
	M/O	INS.	1000	5000	10000	15000	20000	25000	30000
<b>LUBRICACION</b>									
CAMBIO DE ACEITE DE MOTOR 14 LTS	0.10	36.82	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
CAMBIO DE FILTRO ACEITE DE MOTOR	0.10	13.43	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
CAMBIO DE ACEITE DE CAJA 10 LTS	0.10	28.30	▲					▲	
CAMBIO DE ACEITE DIFERENCIAL 12 LTS	0.10	37.44	▲					▲	
CAMBIO DE DIRECCION HIDRAULICA	15.00	7.44	▲						
PURGA Y CAMBIO DE LIQUIDO DE FRENO	15.00	14.68							
PURGA Y CAMBIO DE LIQUIDO DE EMBRAGUE	15.00	3.67							
<b>LIMPIEZA DE FRENS</b>									
CAMBIO DE GRASAS DE RULIMAN 12 LIB	75.00	44.64						▲	
ENGRASADA DE CHASIS 1 LIB	7.50	1.89	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
<b>COMBUSTIBLE</b>									
CAMBIO DE FILTRO PRIMARIO	30.00	10.48	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
CAMBIO DE FILTRO SECUNDARIO	0.10	22.00			▲		▲		▲
LIMPIEZA DE SISTEMA DE COMBUSTIBLE	30.00	20.00						▲	
LIMPIEZA DEL SEPARADOR DE AGUA	0.10	0.00						▲	
LIMPIEZA DEL TANQUE DE COMBUSTIBLE	30.00	0.00						▲	
<b>MOTOR</b>									
CALIBRACION DE VALVULAS	30.00	0.00							
LIMPIEZA DE FILTRO DE AIRE	0.10	0.00	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
FILTRO DE AIRE	0.10	81.88							
CAMBIO DE BANDAS	7.50	37.38							
LIMPIEZA DE INTERCOOLER	7.50	0.00			▲			▲	
<b>SISTEMA DE ENFRIAMIENTO</b>									
FUNCIONAMIENTO DE LA TAPA RADIADOR	15.00	0.00							
REFRIGERANTE 6 GLN	15.00	72.00							
CHEQUEO MANGUERAS Y RADIADOR	15.00	0.00						▲	
<b>EMBRAGUE</b>									
CAMBIO DE EMBRAGUE	7.50	0.00							
REGULACION DE EMBRAGUE	7.50	0.00	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
REGULACION DE FRENS	7.50	0.00	▲	▲	▲	▲	▲		▲
REVISION DE BATERIAS	7.50	0.66			▲		▲		▲
<b>SUSPENSION</b>									
REAJUSTE DE SUSPENSION	30.00	0.00					▲		
PRENSAR BARRAS DE DIRECCION	45.00	0.00						▲	
ALINEACION Y BALANCEO	30.00	20.00						▲	
<b>COSTOS DE MANTENIMIENTO POR KILOMETRAJE</b>			203.80	115.42	153.18	115.42	175.68	491.10	145.68

COSTO TOTAL DE MANT. (\$)	<b>1,400.28</b>
TOTAL DE HORAS (30.000 Km)	<b>2,000.00</b>
<b>COSTO HORARIO ESTIMADO (\$)</b>	<b>0.70</b>



#### 4.11.2.3. Costo de cambio de neumáticos:

**Datos:**

Costo de reemplazo= \$3.480,96  
Vida útil estimada= 2.000 horas.

$$\text{Costo horario del neumático} = \frac{\text{Costo de reemplazo del neumático}}{\text{Vida útil estimada del neumático en horas}}$$

$$\text{Costo horario del neumático} = \frac{3.480,96}{2.000} = \$1,74$$

#### 4.11.2.4. Costo por reparación y repuestos:

**Datos:**

FBR=	\$10,00	MOG=	\$12,03
MPV=	1,00	MOUSA=	\$60,00
Rep=	55,00%	RN1=	80%
M/O=	45,00%	RR1=	20%

$$CRRG = [(10,00)(1,00)] \left[ (0,45) \left( \frac{12,03}{60,00} \right) + (0,55) [(0,80)(2,20) + 0,20] \right]$$

$$CRRG = \$11,68$$

#### 4.11.2.5. Resultado obtenido:

Costo de Operación= \$1,58+\$0,70+\$1,74+\$11,68

Costo de Operación= \$15,70



#### 4.11.3. Costo de Posesión y Operación Horaria:

Costo Total = Costo de Posesión + Costo de Operación

Costo Total = \$9,73 + \$15,70

**Costo de Posesión y Operación = \$25,43/hora.**

#### 4.12. CÁLCULO DEL COSTO DE POSESIÓN Y OPERACIÓN DEL VOLQUETE 10 m<sup>3</sup>.

##### 4.12.1. Costo de Posesión:

##### 4.12.1.1. Costo de Amortización:

###### Datos:

$V_a = \$ 106.400,00$

$V_r = \$ 37.240,00$

$V_e = 10.000$  horas

$$A = \frac{(V_a - V_r)}{V_e} = \frac{(106.400,00 - 37.240,00)}{10.000} = \$ 6,92$$

##### 4.12.1.2. Costo de Inversión Media Anual:

###### Datos:

$N = 10.000$  horas /  $2.000$  horas =  $5,00$  años.

$V_a = \$ 106.400,00$

$V_r = \$ 37.240,00$



$$IMA = \frac{(N+1)(V_a - V_r)}{2N} = \frac{(5,00+1)(106.400,00 - 37.240,00)}{2(5,00)} = 41.496,00$$

#### 4.12.1.3. Interés por Inversión de Capital:

**Datos:**

$$IMA = 41.496,00$$

$$TIIC = 12\%$$

$$N = 5,00 \text{ años.}$$

$$V_e = 10.000 \text{ horas.}$$

$$I = \frac{(IMA)(\% TIIC)(N)}{V_e} = \frac{(41.496,00)(12\%)(5,00)}{10.000} = \$ 2,49$$

#### 4.12.1.4. Seguros e Impuestos:

**Datos:**

$$TSeI = 4\%$$

$$IMA = 41.496,00$$

$$N = 5,00 \text{ años.}$$

$$V_e = 10.000 \text{ horas.}$$

$$SeI = \frac{(IMA)(\% TSeI)(N)}{V_e} = \frac{(41.496,00)(4\%)(5,00)}{10.000} = \$ 0,83$$

#### 4.12.1.5. Resultado obtenido:

$$\text{Costo de Posesión} = \$6,92 + \$2,49 + \$0,83$$

$$\text{Costo de Posesión} = \$10,24$$

#### 4.12.2. Costo de Operación:

##### 4.12.2.1. Costo de combustible:



**Datos:**

Precio por galón (PU)= \$1,05/galón

Consumo de combustible (CC)= 2,90 galón/hora

$Costo\ de\ combustible = (PU)(CC) = (1,05)(2,90) = \$ 3,05$

**4.12.2.2. Costo de lubricantes, aceites y filtros:**

**Tabla #27: Lubricantes, aceites y filtros del Volquete 10 m<sup>3</sup>**

VOLQUETE 10 m <sup>3</sup>											
REPUESTOS, LUBRICANT. Y SERVICIOS	INTERVALOS DE HORAS								CANT.	PRECIO UNIT.	PRECIO TOTAL
	250	500	750	1000	1250	1500	1750	2000			
<b>FILTROS DE</b>											
Aceite de motor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	8.00	16.37	130.94
Combustible	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	16.00	54.97	879.55
Aceite de transmisión				1.00				1.00	2.00	30.00	60.00
Aceite de sistema hidráulico				1.00				1.00	2.00	42.00	84.00
Aire primario		1.00		1.00		1.00		1.00	4.00	100.00	399.98
Aire secundario				1.00				1.00	2.00	93.14	186.29
<b>SUBTOTAL (\$) FILTROS</b>										<b>1,740.77</b>	
<b>ACEITE</b>											
Motor SAE 15 W40	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	72.00	11.14	801.79
Transmisión SAE 50				15.00				15.00	30.00	10.07	302.04
Dife. Post. SAE 50				15.00				15.00	30.00	10.07	302.04
Hidráulico SAE 10				15.00				15.00	30.00	8.57	257.04
Inhibidor (Refrigerante)								8.00	8.00	3.50	28.03
<b>SUBTOTAL (\$) ACEITE</b>										<b>1,690.94</b>	
<b>MANO DE OBRA</b>											
Horas de trabajo	3.00	3.50	3.00	5.00	3.00	3.50	3.00	5.00	29.00	9.74	282.46
<b>SUBTOTAL (\$) MANO DE OBRA</b>										<b>282.46</b>	

<b>COSTO SUBTOTAL (\$)</b>	<b>3,714.17</b>
<b>COSTO IVA (12%)</b>	445.70
<b>COSTO TOTAL (\$) / 2000 horas</b>	<b>4,159.87</b>

<b>COSTO PARCIAL (\$) / hora</b>	<b>2.08</b>
----------------------------------	-------------

TABLA #27: REFERENCIA DEL MANUAL DE ANÁLISIS DEL COSTO DE OPERACIÓN Y POSESIÓN DEL ING. FEDERICO VON BUCHWALD.



#### 4.12.2.3. Costo de cambio de neumáticos:

**Datos:**

Costo de reemplazo= \$2.000,00

Vida útil estimada= 1.500 horas.

$$\text{Costo horario del neumático} = \frac{\text{Costo de reemplazo del neumático}}{\text{Vida útil estimada del neumático en horas}}$$

$$\text{Costo horario del neumático} = \frac{2.000,00}{1.500} = \$1,33$$

#### 4.12.2.4. Costo por reparación y repuestos:

**Datos:**

FBR= \$8,00                      MOG= \$12,03

MPV= 1,00                      MOUSA= \$60,00

Rep= 55,00%                      RN1= 80%

M/O= 45,00%                      RR1= 20%

$$CRRG = [(8,00)(1,00)] \left[ (0,45) \left( \frac{12,03}{60,00} \right) + (0,55) [(0,80)(2,20) + 0,20] \right]$$

$$CRRG = \$9,35$$

#### 4.12.2.5. Resultado obtenido:

Costo de Operación= \$3,05+\$2,08+\$1,33+\$9,35

Costo de Operación= \$15,81





#### 4.12.3. Costo de Posesión y Operación Horaria:

Costo Total = Costo de Posesión + Costo de Operación

Costo Total = \$10,24 + \$15,81

**Costo de Posesión y Operación = \$26,05/hora.**

#### 4.13. RESUMEN DE RESULTADOS OBTENIDOS

TIPO DE MÁQUINA	TIPO DE TRABAJO	COSTOS HORARIOS PARCIALES (\$/hora)		COSTO HORARIO
		POSESIÓN	OPERACIÓN	\$/hora
Tractor de Orugas (305 HP)	Corte y acarreo de materiales	33.51	46.77	<b>80.28</b>
Excavadora Hidráulica (128 HP)	Excavación de materiales	16.12	18.02	<b>34.14</b>
Cargadora de Ruedas (160 HP)	Transporte de materiales	18.58	24.33	<b>42.91</b>
Motoniveladora (140 HP)	Extendido de materiales	13.93	15.87	<b>29.80</b>
Dumper Articulado (285 HP)	Desalojo de material de excavación	15.29	28.00	<b>43.29</b>
Compactador Vibratorio (145 HP)	Compactación de suelos granulares	11.82	15.11	<b>26.93</b>
Compactador Pata de Cabra (220 HP)	Compactación de suelos arcillosos	23.32	23.00	<b>46.32</b>
Mototraílla (330 HP)	Corte, acarreo y tendido de material	38.88	43.29	<b>82.17</b>
Camión Cisterna (260 HP)	Riego de superficie a compactar	9.73	15.70	<b>25.43</b>
Volquete 10 m <sup>3</sup> (180 HP)	Desalojo de material de excavación	10.24	15.81	<b>26.05</b>

**Tabla #28: Costo Horario de Posesión y Operación de la Maquinaria Pesada**

#### Nota:

Los resultados obtenidos de Costo Horario de Posesión y Operación por máquina detallados en la Tabla #28, no incluyen: Costos Indirectos ni Utilidades debido a que se están analizando únicamente Costos Directos, y el Salario del Operador se encuentra detallado en los Análisis de Precios Unitarios de cada rubro.



## CAPÍTULO #5

# CÁLCULO DE PRODUCCIÓN DE LA MAQUINARIA PESADA

**CAPÍTULO #5: CÁLCULO DE PRODUCCIÓN DE LA  
MAQUINARIA PESADA.**



### 5.1. PROCESO DE CÁLCULO.

- a. Proponer alternativas de equipo combinado de maquinaria pesada para la ejecución de los diferentes rubros por analizar.
- b. Establecer un cuadro de datos de variables de las diferentes alternativas de maquinaria pesada propuesta para la ejecución de los rubros.
- c. En base a las fórmulas propuestas, determinar la producción horaria de la maquinaria seleccionada.
- d. Calcular la producción por equipo combinado de maquinaria analizada y determinar el número de unidades requeridas por máquina con su respectiva utilización productiva e improductiva expresada en porcentaje.
- e. En base a datos calculados de Costos de Posesión y Operación por máquina, calcular su Costo Horario Real en base a la productividad e improductividad determinadas. La fórmula para este cálculo es la siguiente:

#### **Costo Horario Real:**

$$[(C. Posesión + C. Operación) (\#Máquinas) (\%Productividad)] + [(C. Posesión) (\#Máquinas) (\%Improductividad)] =$$

- f. Calcular el Costo Horario Real del equipo combinado de maquinaria.
- g. Calcular el Costo de Producción del Material ( $\$/m^3$ ), en base a los datos obtenidos de Costos Horarios ( $\$/hora$ ) y Producción Horaria ( $m^3/hora$ ).
- h. Seleccionar la alternativa de equipo combinado de maquinaria pesada cuyo Costo de Producción del Material sea el más conveniente para la eficiente ejecución del rubro analizado.

### 5.2. RUBROS 3.01-5.01-3.02-5.02: EXCAVACIÓN EN SUELO Y EXCAVACIÓN EN ROCA.



En base a un análisis y estudio de las especificaciones técnicas del proyecto, y visitas al sitio de obra, se ha llegado a determinar que, los materiales que deberán ser excavados y desalojados para cimentar la Presa, son de dos tipos: estratos de arenisca o roca descompuesta y suelos duros arcillo-limosos; los cuales no representan mayor complejidad durante el proceso de excavación, razón por la cual, no requieren de la utilización de Métodos de Voladura con dinamita.

Por lo anteriormente expuesto, se unificarán los rubros de Excavación en Suelo y Roca (determinadas en la tabla de presupuesto general), de acuerdo a lo que determina el Manual de Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes MOP-001-F-2002 (TOMO I), del Ministerio de Obras Públicas, de la República del Ecuador, en el cual, se especifica a este tipo de excavación de la siguiente manera:

### **302-2.01.1. Excavación sin Clasificación:**

Es la excavación y desalojo que se realiza de todos los materiales que se encuentran durante el trabajo, en cualquier tipo de terreno y en cualquier condición de trabajo, es decir inclusive excavaciones en fango, **suelo**, marginal y **roca**.\*

\*INFORMACIÓN OBTENIDA DEL MANUAL DE ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE CAMINOS Y PUENTES MOP-001-F-2002, TOMO I, PÁG. III-213.

## **5.2.1. Grupos de Maquinaria Pesada:**

### **5.2.1.1. Alternativa #1:**



- A. Tractor de orugas D8R.
- B. Cargadora frontal sobre ruedas 938G.
- C. Dumper Articulado.

**5.2.1.2. Alternativa #2:**

- C. Dumper Articulado.
- D. Excavadora hidráulica sobre orugas.

**5.2.1.3. Alternativa #3:**

- J. Volquete 10 m<sup>3</sup>.
- D. Excavadora hidráulica sobre orugas.
- E. Motoniveladora.

**5.2.2. Tabla de datos:**

REF.	VARIABLES	UN.	EQUIPOS A UTILIZAR					
			A	B	C	D	E	J
a	Capacidad de la maquinaria	m <sup>3</sup>	8.70	2.80	16.50	1.10		10.00
c	Distancia	m	30.00		1,000.00		1,000.00	1,000.00
d	Espesor	m					0.05	
e	Factor de carga	#	0.55	0.60		0.90		
f	Factor de conversión	#	0.72					
g	Factor de eficiencia	#	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83
h	Factor de eficiencia de obra	#				0.65		
i	Factor (F <sub>g</sub> x F <sub>H/L</sub> )	#				0.88		
j	Ancho de operación	m					3.60	
l	Ancho útil	m					3.13	
m	Número de pasadas	un					5.00	
p	Tiempo de ciclo fijo	min	0.13	0.60	2.60	0.12		2.60
q	Tiempo de ida	min	0.64		4.00			2.00
q1	Tiempo de giro con carga	min				0.06		
r	Tiempo de retorno	min	0.48		2.40			1.50
r1	Tiempo de giro sin carga	min				0.05		
s	Tiempo del ciclo total	min	1.25	0.60	9.00	0.23		6.10
t	Velocidad media	km/h	2.80		15.00		3.00	30.00
u	Velocidad de retorno	km/h	3.76		25.00			40.00

**5.2.3. Análisis de Producción :**

**5.2.3.1. Alternativa #1:**

REF.	EQUIPO	POTENCIA	FÓRMULA DE PRODUCCIÓN	PRODUCCIÓN HORARIA
A	Tractor D8R	305.00	$P=60(a)(e)(f)(g)/s$	<b>137.08</b>
B	Cargadora 938G	160.00	$P=60(a)(e)(g)/s$	<b>139.44</b>
C	Dumper Articulado	285.00	$P=60(a)(g)/s$	<b>91.30</b>

ANÁLISIS DE PRODUCCIÓN	EQUIPOS A UTILIZAR		
	A	B	C
Número de Unidades	1.00	1.00	2.00
Utilización productiva	100.00%	98.31%	75.07%
Utilización Improductiva	0.00%	1.69%	24.93%
<b>PRODUCCIÓN DEL EQUIPO</b>	<b>137.08</b>		

**5.2.3.2. Alternativa #2:**

REF.	EQUIPO	POTENCIA	FÓRMULA DE PRODUCCIÓN	PRODUCCIÓN HORARIA
C	Dumper Articulado	285.00	$P=60(a)(g)/s$	<b>91.30</b>
D	Excavadora 320L	138.00	$P=60(a)(e)(i)(g)(h)/s$	<b>122.61</b>

ANÁLISIS DE PRODUCCIÓN	EQUIPOS A UTILIZAR	
	C	D
Número de Unidades	2.00	1.00
Utilización productiva	67.15%	100.00%
Utilización Improductiva	32.85%	0.00%
<b>PRODUCCIÓN DEL EQUIPO</b>	<b>122.61</b>	

**5.2.3.3. Alternativa #3:**



REF.	EQUIPO	POTENCIA	FÓRMULA DE PRODUCCIÓN	PRODUCCIÓN HORARIA
J	Volquete 10 m <sup>3</sup>	180.00	$P=60(a)(g)/s$	<b>81.64</b>
E	Motoniveladora 120H*	140.00	$P=1000(d)(g)(l)(t)/m$	<b>77.99</b>
D	Excavadora 320L	138.00	$P=60(a)(e)(i)(g)(h)/s$	<b>122.61</b>

\*La presencia de la Motoniveladora es exclusiva para garantizar el rendimiento del Volquete 10 m<sup>3</sup>, con velocidades de operación de 30 a 40 km/hora, y trabajará un promedio de una hora diaria, lo que representa un 12.50% de utilización productiva y un 87.50% de utilización improductiva. Por este motivo, el rendimiento de la Motoniveladora, no será tomado en cuenta para el respectivo análisis de producción del equipo combinado de maquinaria.

ANÁLISIS DE PRODUCCIÓN	EQUIPOS A UTILIZAR		
	J	E	D
Número de Unidades	2.00	1.00	1.00
Utilización Productiva	75.09%	12.50%	100.00%
Utilización Improductiva	24.91%	87.50%	0.00%
<b>PRODUCCIÓN DEL EQUIPO</b>	<b>122.61</b>		

## 5.2.4. Análisis de Costos de Producción:

### 5.2.4.1. Alternativa #1:

REF.	EQUIPO	CANT.	COSTOS HORARIOS		COSTO TOTAL
			POSESIÓN	OPERACIÓN	
A	Tractor D8R	1.00	33.51	46.77	<b>80.28</b>
B	Cargadora 938G	1.00	18.58	24.33	<b>42.50</b>
C	Dumper Articulado	2.00	15.29	28.00	<b>72.62</b>
<b>COSTO HORARIO TOTAL DEL EQUIPO (\$/hora)</b>					<b>195.40</b>

PRODUCCIÓN HORARIO DEL EQUIPO (m <sup>3</sup> /hora)	137.08
COSTO HORARIO TOTAL DEL EQUIPO (\$/hora)	195.40
<b>COSTO DE PRODUCCIÓN (\$/m<sup>3</sup>)</b>	<b>1.43</b>

### 5.2.4.2. Alternativa #2:



REF.	EQUIPO	CANT.	COSTOS HORARIOS		COSTO TOTAL
			POSESIÓN	OPERACIÓN	
C	Dumper Articulado	2.00	15.29	28.00	<b>68.18</b>
D	Excavadora 320L	1.00	16.12	18.02	<b>34.14</b>
<b>COSTO HORARIO TOTAL DEL EQUIPO (\$/hora)</b>					<b>102.32</b>

PRODUCCIÓN HORARIO DEL EQUIPO (m <sup>3</sup> /hora)	122.61
COSTO HORARIO TOTAL DEL EQUIPO (\$/hora)	102.32
<b>COSTO DE PRODUCCIÓN (\$/m<sup>3</sup>)</b>	<b>0.83</b>

### 5.2.4.3. Alternativa #3:

REF.	EQUIPO	CANT.	COSTOS HORARIOS		COSTO TOTAL
			POSESIÓN	OPERACIÓN	
J	Volquete 10 m <sup>3</sup>	2.00	10.24	15.81	<b>44.22</b>
D	Excavadora 320L	1.00	16.12	18.02	<b>34.14</b>
<b>COSTO HORARIO TOTAL DEL EQUIPO (\$/hora)</b>					<b>78.36</b>

PRODUCCIÓN HORARIO DEL EQUIPO (m <sup>3</sup> /hora)	122.61
COSTO HORARIO TOTAL DEL EQUIPO (\$/hora)	78.36
<b>COSTO DE PRODUCCIÓN (\$/m<sup>3</sup>)</b>	<b>0.64</b>

REF.	EQUIPO	CANT.	COSTOS HORARIOS		COSTO TOTAL
			POSESIÓN	OPERACIÓN	
E	Motoniveladora 120H	1.00	13.93	15.87	<b>15.91</b>
<b>COSTO HORARIO TOTAL DE LA MOTONIVELADORA (\$/hora)</b>					<b>15.91</b>

PRODUCCIÓN HORARIO DE LA MOTONIVELADORA (m <sup>3</sup> /hora)	77.99
COSTO HORARIO TOTAL DE LA MOTONIVELADORA (\$/hora)	15.91
<b>COSTO DE ARREGLO DE VÍAS (\$/m<sup>3</sup>)</b>	<b>0.20</b>

### Costo Total de Producción para Alternativa #3:

$$\$0.64 + \$0.20 = \$0.84/\text{m}^3$$





De acuerdo a los resultados obtenidos, se puede determinar que, la **Alternativa #2** del Grupo de Maquinaria propuesta, representa la alternativa más idónea para la ejecución de este rubro.

### 5.3. RUBRO 4.01: NÚCLEO.

#### 5.3.1. Grupos de Maquinaria Pesada:

##### 5.3.1.1. Alternativa #1:

- E. Motoniveladora.
- F. Rodillo Pata de Cabra.
- G. Camión Cisterna.
- C. Dumper Articulado.
- D. Excavadora hidráulica sobre orugas.

#### 5.3.2. Tabla de datos:

REF.	VARIABLES	UN.	EQUIPOS A UTILIZAR				
			E	F	G	C	D
a	Capacidad de la maquinaria	m <sup>3</sup>			8.00	16.50	1.10
b	Consumo	m <sup>3</sup>			0.08		
c	Distancia	m	300.00	300.00	300.00	2,000.00	
d	Espesor	m	0.20	0.20	0.20		
e	Factor de carga	#					0.90
g	Factor de eficiencia	#	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83
h	Factor de eficiencia de obra	#					0.65
i	Factor ( $F_g \times F_{H/L}$ )	#					0.88
j	Ancho de operación	m	3.60	2.10			
l	Ancho útil	m	3.13				
m	Número de pasadas	un	12.00	10.00			
p	Tiempo de ciclo fijo	min			20.00	2.60	0.12
q	Tiempo de ida	min			3.00	8.00	
q1	Tiempo de giro con carga	min					0.06
r	Tiempo de retorno	min			3.00	4.80	
r1	Tiempo de giro sin carga	min					0.05
s	Tiempo del ciclo total	min			26.00	15.40	0.23
t	Velocidad media	km/h	3.00	3.00	6.00	15.00	
u	Velocidad de retorno	km/h			6.00	25.00	

**5.3.3. Análisis de Producción :****5.3.3.1. Alternativa #1:**

REF.	EQUIPO	POTENCIA	FÓRMULA DE PRODUCCIÓN	PRODUCCIÓN HORARIA
E	Motoniveladora 120H	140.00	$P=1000(d)(g)(l)(t)/m$	<b>129.98</b>
F	Rodillo Pata de Cabra	220.00	$P=1000(d)(g)(j)(t)/m$	<b>104.58</b>
G	Camión Cisterna	260.00	$P=60(a)(g)/(s)(b)$	<b>191.54</b>
C	Dumper Articulado	285.00	$P=60(a)(g)/s$	<b>53.36</b>
D	Excavadora 320L	138.00	$P=60(a)(e)(i)(g)(h)/s$	<b>122.61</b>

ANÁLISIS DE PRODUCCIÓN	EQUIPOS A UTILIZAR				
	E	F	G	C	D
Número de Unidades	1.00	1.00	1.00	2.00	1.00
Utilización Productiva	80.46%	100.00%	54.60%	98.00%	85.29%
Utilización Improductiva	19.54%	0.00%	45.40%	2.00%	14.71%
<b>PRODUCCIÓN DEL EQUIPO</b>	<b>104.58</b>				

**5.3.4. Análisis de Costos de Producción:****5.3.4.1. Alternativa #1:**

REF.	EQUIPO	CANT.	COSTOS HORARIOS		COSTO TOTAL
			POSESIÓN	OPERACIÓN	
E	Motoniveladora 120H	1.00	13.93	15.87	<b>26.70</b>
F	Rodillo Pata de Cabra	1.00	23.32	23.00	<b>46.32</b>
G	Camión Cisterna	1.00	9.73	15.70	<b>18.30</b>
C	Dumper Articulado	2.00	15.29	28.00	<b>85.46</b>
D	Excavadora 320L	1.00	16.12	18.02	<b>31.49</b>
<b>COSTO HORARIO TOTAL DEL EQUIPO (\$/hora)</b>					<b>208.27</b>

PRODUCCIÓN HORARIO DEL EQUIPO (m <sup>3</sup> /hora)	104.58
COSTO HORARIO TOTAL DEL EQUIPO (\$/hora)	208.27
<b>COSTO DE PRODUCCIÓN (\$/m<sup>3</sup>)</b>	<b>1.99</b>



## 5.4. RUBRO 4.02: ESPALDONES.

### 5.4.1. Grupos de Maquinaria Pesada:

#### 5.4.1.1. Alternativa #1:

- A. Tractor de orugas D8R.
- F. Rodillo Pata de Cabra.
- G. Camión Cisterna

#### 5.4.1.2. Alternativa #2:

- A. Tractor empujador de orugas D8R.
- H. Mototraílla.
- F. Rodillo Pata de Cabra.
- G. Camión Cisterna.

### 5.4.2. Tabla de datos:

REF.	VARIABLES	UN.	EQUIPOS A UTILIZAR				
			A	A1	F	G	H
a	Capacidad de la maquinaria	m <sup>3</sup>	8.70	15.96		8.00	15.96
b	Consumo	m <sup>3</sup>				0.08	
c	Distancia	m	300.00	50.00	300.00	300.00	300.00
d	Espesor	m			0.20	0.20	
e	Factor de carga	#	0.80	0.80			0.80
f	Factor de conversión	#	0.90	0.90			0.90
g	Factor de eficiencia	#	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83
j	Ancho de operación	m			2.10		
m	Número de pasadas	un			4.00		
p	Tiempo de ciclo fijo	min	0.13	0.13		20.00	5.35
q	Tiempo de ida	min	6.43	1.07		3.00	2.25
r	Tiempo de retorno	min	4.79	0.80		3.00	1.13
r1	Tiempo de giro sin carga	min					
s	Tiempo del ciclo total	min	11.35	2.00		26.00	8.73
t	Velocidad media	km/h	2.80	2.80	3.00	6.00	8.00
u	Velocidad de retorno	km/h	3.76	3.76		6.00	16.00

**5.4.3. Análisis de Producción :****5.4.3.1. Alternativa #1:**

REF.	EQUIPO	POTENCIA	FÓRMULA DE PRODUCCIÓN	PRODUCCIÓN HORARIA
A	Tractor D8R	305.00	$P=60(a)(e)(f)(g)/s$	<b>27.49</b>
F	Rodillo Pata de Cabra	220.00	$P=1000(d)(g)(j)(t)/m$	<b>261.45</b>
G	Camión Cisterna	260.00	$P=60(a)(g)/(s)(b)$	<b>191.54</b>

ANÁLISIS DE PRODUCCIÓN	EQUIPOS A UTILIZAR		
	A	F	G
Número de Unidades	4.00	1.00	1.00
Utilización Productiva	100.00%	42.06%	57.42%
Utilización Improductiva	0.00%	57.94%	42.58%
<b>PRODUCCIÓN DEL EQUIPO</b>	<b>109.98</b>		

**5.4.3.2. Alternativa #2:**

REF.	EQUIPO	POTENCIA	FÓRMULA DE PRODUCCIÓN	PRODUCCIÓN HORARIA
A1	Tractor empujador D8R	305.00	$P=60(a)(e)(f)(g)/s$	<b>286.23</b>
F	Rodillo Pata de Cabra	220.00	$P=1000(d)(g)(j)(t)/m$	<b>261.45</b>
G	Camión Cisterna	260.00	$P=60(a)(g)/(s)(b)$	<b>191.54</b>
H	Mototraílla 621G	330.00	$P=60(a)(e)(f)(g)/s$	<b>65.59</b>

ANÁLISIS DE PRODUCCIÓN	EQUIPOS A UTILIZAR			
	A1	F	G	H
Número de Unidades	1.00	1.00	1.00	3.00
Utilización Productiva	66.92%	73.26%	100.00%	97.34%
Utilización Improductiva	33.08%	26.74%	0.00%	2.66%
<b>PRODUCCIÓN DEL EQUIPO</b>	<b>191.54</b>			

**5.4.4. Análisis de Costos de Producción:****5.4.4.1. Alternativa #1:**

REF.	EQUIPO	CANT.	COSTOS HORARIOS		COSTO TOTAL
			POSESIÓN	OPERACIÓN	
A	Tractor D8R	4.00	33.51	46.77	<b>321.12</b>
F	Rodillo Pata de Cabra	1.00	23.32	23.00	<b>32.99</b>
G	Camión Cisterna	1.00	9.73	15.70	<b>18.74</b>
<b>COSTO HORARIO TOTAL DEL EQUIPO (\$/hora)</b>					<b>372.86</b>

PRODUCCIÓN HORARIO DEL EQUIPO (m <sup>3</sup> /hora)	109.98
COSTO HORARIO TOTAL DEL EQUIPO (\$/hora)	372.86
<b>COSTO DE PRODUCCIÓN (\$/m<sup>3</sup>)</b>	<b>3.39</b>

**5.4.4.2. Alternativa #2:**

REF.	EQUIPO	CANT.	COSTOS HORARIOS		COSTO TOTAL
			POSESIÓN	OPERACIÓN	
A	Tractor D8R	1.00	33.51	46.77	<b>64.81</b>
F	Rodillo Pata de Cabra	1.00	23.32	23.00	<b>40.17</b>
G	Camión Cisterna	1.00	9.73	15.70	<b>25.43</b>
H	Mototraílla 621G	3.00	38.88	43.29	<b>243.06</b>
<b>COSTO HORARIO TOTAL DEL EQUIPO (\$/hora)</b>					<b>373.47</b>

PRODUCCIÓN HORARIO DEL EQUIPO (m <sup>3</sup> /hora)	191.54
COSTO HORARIO TOTAL DEL EQUIPO (\$/hora)	373.47
<b>COSTO DE PRODUCCIÓN (\$/m<sup>3</sup>)</b>	<b>1.95</b>

De acuerdo a los resultados obtenidos, se puede determinar que, la **Alternativa #2** del Grupo de Maquinaria propuesta, representa la alternativa más idónea para la ejecución de este rubro.

**5.5. RUBRO 4.04: FILTRO.****5.5.1. Grupos de Maquinaria Pesada:****5.5.1.1. Alternativa #1:**

- E. Motoniveladora.
- I. Rodillo Vibratorio Liso.
- G. Camión Cisterna.

**5.5.2. Tabla de datos:**

REF.	VARIABLES	UN.	EQUIPOS A UTILIZAR		
			E	I	G
a	Capacidad de la maquinaria	m <sup>3</sup>			8.00
b	Consumo	m <sup>3</sup>			0.08
c	Distancia	m	300.00	300.00	300.00
d	Espesor	m	0.25	0.25	0.25
g	Factor de eficiencia	#	0.83	0.83	0.83
j	Ancho de operación	m	3.60	2.10	
l	Ancho útil	m	3.13		
m	Número de pasadas	un	20.00	10.00	
p	Tiempo de ciclo fijo	min			20.00
q	Tiempo de ida	min			3.00
r	Tiempo de retorno	min			3.00
s	Tiempo del ciclo total	min			26.00
t	Velocidad media	km/h	3.00	3.00	6.00
u	Velocidad de retorno	km/h			6.00

**5.5.3. Análisis de Producción :****5.5.3.1. Alternativa #1:**

REF.	EQUIPO	POTENCIA	FÓRMULA DE PRODUCCIÓN	PRODUCCIÓN HORARIA
E	Motoniveladora 120H	140.00	$P=1000(d)(g)(l)(t)/m$	<b>97.48</b>
I	Rodillo Vibratorio	145.00	$P=1000(d)(g)(j)(t)/m$	<b>130.73</b>
G	Camión Cisterna	260.00	$P=60(a)(g)/(s)(b)$	<b>191.54</b>

ANÁLISIS DE PRODUCCIÓN	EQUIPOS A UTILIZAR		
	E	I	G
Número de Unidades	2.00	1.00	1.00
Utilización Productiva	67.05%	100.00%	68.25%
Utilización Improductiva	32.95%	0.00%	31.75%
<b>PRODUCCIÓN DEL EQUIPO</b>	<b>130.73</b>		

**5.5.4. Análisis de Costos de Producción:****5.5.4.1. Alternativa #1:**

REF.	EQUIPO	CANT.	COSTOS HORARIOS		COSTO TOTAL
			POSESIÓN	OPERACIÓN	
E	Motoniveladora 120H	2.00	13.93	15.87	<b>49.14</b>
I	Rodillo Vibratorio	1.00	11.82	15.11	<b>26.93</b>
G	Camión Cisterna	1.00	9.73	15.70	<b>20.45</b>
<b>COSTO HORARIO TOTAL DEL EQUIPO (\$/hora)</b>					<b>96.52</b>

PRODUCCIÓN HORARIO DEL EQUIPO (m <sup>3</sup> /hora)	130.73
COSTO HORARIO TOTAL DEL EQUIPO (\$/hora)	96.52
<b>COSTO DE PRODUCCIÓN (\$/m<sup>3</sup>)</b>	<b>0.74</b>

Los costos de producción obtenidos, no incluyen los materiales importados necesarios para la ejecución del rubro analizado, dichos costos serán ingresados en el Análisis de Precio Unitario respectivo.



## 5.6. RUBRO 4.07: ENROCADO DEL SITIO.

### 5.6.1. Grupos de Maquinaria Pesada:

#### 5.6.1.1. Alternativa #1:

- B. Cargadora frontal sobre ruedas 938G.
- C. Dumper Articulado.
- I. Rodillo Vibratorio Liso.

### 5.6.2. Tabla de datos:

REF.	VARIABLES	UN.	EQUIPOS A UTILIZAR		
			B	C	I
a	Capacidad de la maquinaria	m <sup>3</sup>	2.80	16.50	
c	Distancia	m		1,000.00	300.00
d	Espesor	m			0.30
e	Factor de carga	#	0.60		
g	Factor de eficiencia	#	0.83	0.83	0.83
j	Ancho de operación	m			2.10
m	Número de pasadas	un			3.00
p	Tiempo de ciclo fijo	min	1.30	2.60	
q	Tiempo de ida	min		4.00	
r	Tiempo de retorno	min		2.40	
s	Tiempo del ciclo total	min	1.30	9.00	
t	Velocidad media	km/h		15.00	1.50
u	Velocidad de retorno	km/h		25.00	

El enrocado de sitio, corresponde a rocas explotadas anteriormente en el sitio de diámetros comprendidos entre 20 y 40 cm., por lo cual, no necesitan de clasificación previa.



**5.6.3. Análisis de Producción :****5.6.3.1. Alternativa #1:**

REF.	EQUIPO	POTENCIA	FÓRMULA DE PRODUCCIÓN	PRODUCCIÓN HORARIA
B	Cargadora 938G	160.00	$P=60(a)(e)(g)/s$	<b>64.36</b>
C	Dumper Articulado	285.00	$P=60(a)(g)/s$	<b>91.30</b>
I	Rodillo Vibratorio	145.00	$P=1000(d)(g)(j)(t)/m$	<b>261.45</b>

ANÁLISIS DE PRODUCCIÓN	EQUIPOS A UTILIZAR		
	B	C	I
Número de Unidades	2.00	1.00	1.00
Utilización Productiva	70.93%	100.00%	34.92%
Utilización Improductiva	29.07%	0.00%	65.08%
<b>PRODUCCIÓN DEL EQUIPO</b>	<b>91.30</b>		

**5.6.4. Análisis de Costos de Producción:****5.6.4.1. Alternativa #1:**

REF.	EQUIPO	CANT.	COSTOS HORARIOS		COSTO TOTAL
			POSESIÓN	OPERACIÓN	
B	Cargadora 938G	2.00	18.58	24.33	<b>75.02</b>
C	Dumper Articulado	1.00	15.29	28.00	<b>43.29</b>
I	Rodillo Vibratorio	1.00	11.82	15.11	<b>17.10</b>
<b>COSTO HORARIO TOTAL DEL EQUIPO (\$/hora)</b>					<b>135.41</b>

PRODUCCIÓN HORARIO DEL EQUIPO (m <sup>3</sup> /hora)	91.30
COSTO HORARIO TOTAL DEL EQUIPO (\$/hora)	135.41
<b>COSTO DE PRODUCCIÓN (\$/m<sup>3</sup>)</b>	<b>1.48</b>



## 5.7. RUBRO 4.08: ENROCADO PRODUCIDO.

### 5.7.1. Grupos de Maquinaria Pesada:

#### 5.7.1.1. Alternativa #1:

- D. Excavadora hidráulica sobre orugas.
- C. Dumper Articulado.
- I. Rodillo Vibratorio Liso.
- G. Camión Cisterna.

### 5.7.2. Tabla de datos:

REF.	VARIABLES	UN.	EQUIPOS A UTILIZAR		
			D	C	I
a	Capacidad de la maquinaria	m <sup>3</sup>	1.10	16.50	
c	Distancia	m		1,500.00	300.00
d	Espesor	m			0.30
e	Factor de carga	#	0.60		
g	Factor de eficiencia	#	0.83	0.83	0.83
h	Factor de eficiencia de obra	#	0.65		
i	Factor ( $F_g \times F_{H/L}$ )	#	0.88		
j	Ancho de operación	m			2.10
m	Número de pasadas	un			3.00
p	Tiempo de ciclo fijo	min	0.17	2.60	
q	Tiempo de ida	min		6.00	
q1	Tiempo de giro con carga	min	0.06		
r	Tiempo de retorno	min		3.60	
r1	Tiempo de giro sin carga	min	0.05		
s	Tiempo del ciclo total	min	0.28	12.20	
t	Velocidad media	km/h		15.00	1.50
u	Velocidad de retorno	km/h		25.00	

**5.7.3. Análisis de Producción :****5.7.3.1. Alternativa #1:**

REF.	EQUIPO	POTENCIA	FÓRMULA DE PRODUCCIÓN	PRODUCCIÓN HORARIA
D	Excavadora 320L	138.00	$P=60(a)(e)(i)(g)(h)/s$	<b>67.14</b>
C	Dumper Articulado	285.00	$P=60(a)(g)/s$	<b>67.35</b>
I	Rodillo Vibratorio	145.00	$P=1000(d)(g)(j)(t)/m$	<b>261.45</b>

ANÁLISIS DE PRODUCCIÓN	EQUIPOS A UTILIZAR		
	D	C	I
Número de Unidades	1.00	2.00	1.00
Utilización productiva	100.00%	49.85%	25.68%
Utilización Improductiva	0.00%	50.15%	74.32%
<b>PRODUCCIÓN DEL EQUIPO</b>	<b>67.14</b>		

**5.7.4. Análisis de Costos de Producción:****5.7.4.1. Alternativa #1:**

REF.	EQUIPO	CANT.	COSTOS HORARIOS		COSTO TOTAL
			POSESIÓN	OPERACIÓN	
D	Excavadora 320L	1.00	16.12	18.02	<b>34.14</b>
C	Dumper Articulado	2.00	15.29	28.00	<b>58.49</b>
I	Rodillo Vibratorio	1.00	11.82	15.11	<b>15.70</b>
<b>COSTO HORARIO TOTAL DEL EQUIPO (\$/hora)</b>					<b>108.33</b>

PRODUCCIÓN HORARIO DEL EQUIPO (m <sup>3</sup> /hora)	67.14
COSTO HORARIO TOTAL DEL EQUIPO (\$/hora)	108.33
<b>COSTO DE PRODUCCIÓN (\$/m<sup>3</sup>)</b>	<b>1.61</b>



## 5.8. RUBRO 4.09: BASE CLASE I.

### 5.8.1. Grupos de Maquinaria Pesada:

#### 5.8.1.1. Alternativa #1:

- E. Motoniveladora.
- I. Rodillo Vibratorio Liso.
- G. Camión Cisterna.

### 5.8.2. Tabla de datos:

REF.	VARIABLES	UN.	EQUIPOS A UTILIZAR		
			E	I	G
a	Capacidad de la maquinaria	m <sup>3</sup>			8.00
b	Consumo	m <sup>3</sup>			0.08
c	Distancia	m	300.00	300.00	300.00
d	Espesor	m	0.15	0.15	0.15
g	Factor de eficiencia	#	0.83	0.83	0.83
j	Ancho de operación	m	3.60	2.10	
l	Ancho útil	m	3.13		
m	Número de pasadas	un	20.00	10.00	
p	Tiempo de ciclo fijo	min			20.00
q	Tiempo de ida	min			3.00
r	Tiempo de retorno	min			3.00
s	Tiempo del ciclo total	min			26.00
t	Velocidad media	km/h	3.00	3.00	6.00
u	Velocidad de retorno	km/h			6.00

**5.8.3. Análisis de Producción :****5.8.3.1. Alternativa #1:**

REF.	EQUIPO	POTENCIA	FÓRMULA DE PRODUCCIÓN	PRODUCCIÓN HORARIA
E	Motoniveladora 120H	140.00	$P=1000(d)(g)(l)(t)/m$	<b>58.49</b>
I	Rodillo Vibratorio	145.00	$P=1000(d)(g)(j)(t)/m$	<b>78.44</b>
G	Camión Cisterna	260.00	$P=60(a)(g)/(s)(b)$	<b>191.54</b>

ANÁLISIS DE PRODUCCIÓN	EQUIPOS A UTILIZAR		
	E	I	G
Número de Unidades	1.00	1.00	1.00
Utilización productiva	100.00%	74.57%	30.54%
Utilización Improductiva	0.00%	25.43%	69.46%
<b>PRODUCCIÓN DEL EQUIPO</b>	<b>58.49</b>		

**5.8.4. Análisis de Costos de Producción:****5.8.4.1. Alternativa #1:**

REF.	EQUIPO	CANT.	COSTOS HORARIOS		COSTO TOTAL
			POSESIÓN	OPERACIÓN	
E	Motoniveladora 120H	1.00	13.93	15.87	<b>29.80</b>
I	Rodillo Vibratorio	1.00	11.82	15.11	<b>23.92</b>
G	Camión Cisterna	1.00	9.73	15.70	<b>14.52</b>
<b>COSTO HORARIO TOTAL DEL EQUIPO (\$/hora)</b>					<b>68.25</b>

PRODUCCIÓN HORARIO DEL EQUIPO (m <sup>3</sup> /hora)	58.49
COSTO HORARIO TOTAL DEL EQUIPO (\$/hora)	68.25
<b>COSTO DE PRODUCCIÓN (\$/m<sup>3</sup>)</b>	<b>1.17</b>

Los costos de producción obtenidos, no incluyen los materiales importados necesarios para la ejecución del rubro analizado, dichos costos serán ingresados en el Análisis de Precio Unitario respectivo.

**5.9. RESUMEN DE RESULTADOS.**

De acuerdo a la codificación de los rubros presentados en el presupuesto referencial, se obtienen los diferentes equipos de maquinaria pesada analizada, para la eficiente ejecución de los trabajos de movimiento de tierras:

CÓD	RUBRO	UN
<b>3</b>	<b>CIMENTACIÓN DE LA PRESA</b>	
3.02	Excavación en Suelo	m3
3.02	Excavación en Roca	m3
<b>4</b>	<b>CUERPO DE PRESA</b>	
4.01	Núcleo	m3
4.02	Espaldones	m3
4.04	Filtro	m3
4.07	Enrocado del Sitio	m3
4.08	Enrocado Producido	m3
4.09	Base Clase I	m3
<b>5</b>	<b>ALIVIADERO</b>	
5.01	Excavación en Suelo para Aliviadero	m3
5.02	Excavación en Roca para Aliviadero	m3

**Tabla #29: Rubros analizados en el Presupuesto Directo Referencial**

MAQUINARIA SELECCIONADA	EQUIPO DE MAQUINARIA SELECCIONADA POR RUBRO									
	3.01	3.02	4.01	4.02	4.04	4.07	4.08	4.09	5.01	5.02
Tractor de Orugas (305 HP)				1.00						
Excavadora Hidráulica (128 HP)	1.00	1.00	1.00				1.00		1.00	1.00
Cargadora de Ruedas (160 HP)						2.00				
Motoniveladora (140 HP)			1.00		2.00			1.00		
Dumper Articulado (285 HP)	2.00	2.00	2.00			1.00	2.00		2.00	2.00
Compactador Vibratorio (145 HP)					1.00	1.00	1.00	1.00		
Compactador Pata de Cabra (220 HP)			1.00	1.00						
Mototraílla (330 HP)				3.00						
Camión Cisterna (260 HP)			1.00	1.00	1.00			1.00		
Volquete 10 m <sup>3</sup> (180 HP)										

**Tabla #30: Equipo combinado de maquinaria pesada por rubro**

**5.10. ANEXOS DEL CAPÍTULO #5.**

TIEMPO REAL	FACTOR DE EFICIENCIA	CONDICIÓN
60	60/60=100 %	Ideales
<u>50</u>	<u>50/60=83%</u>	<u>Óptimas</u>
40	40/60=67%	Medias
30	30/60=50%	Pobres

**Tabla #31: Factor de Eficiencia Horaria (Factor de Operación)**

MATERIAL		$d_s$ (T/m <sup>3</sup> )	$d_B$ (T/m <sup>3</sup> )	$S_w$ (%)	$F_w$
CALIZA		1.54	2.61	70.00	0.59
ARCILLA	Estado Natural	1.66	2.02	22.00	83.00
	Seca	1.48	1.84	25.00	0.81
	Húmeda	1.66	2.08	25.00	0.80
ARCILLA Y GRAVA	Seca	1.42	1.66	17.00	0.86
	Húmeda	1.54	1.84	20.00	0.84
ROCA ALTERADA	75 % roca 25 % tierra	1.96	2.79	43.00	0.72
	50% roca 50 % tierra	1.72	2.28	33.00	0.75
	25 % roca 75 % tierra	1.57	1.06	25.00	0.80
TIERRA	Seca	1.51	1.90	25.00	0.80
	Húmeda	1.60	1.02	26.00	0.79
	Barro	1.25	1.54	33.00	0.81
GRANITO FRAGMENTADO		1.66	2.73	64.00	0.61
GRAVA	Natural	1.93	2.17	13.00	0.89
	Seca	1.51	1.69	13.00	0.89
	Mojada	2.02	2.26	13.00	0.89
ARENA Y ARCILLA		1.60	2.02	26.00	0.79
YESO FRAGMENTADO		1.81	3.17	75.00	0.57
ARENISCA		1.51	2.52	67.00	0.60
ARENA	Seca	1.42	1.60	13.00	0.89
	Húmeda	1.69	1.90	13.00	0.89
	Empapada	1.84	2.08	13.00	0.89
TIERRA Y GRAVA	Seca	1.72	1.93	13.00	0.89
	Húmeda	2.02	2.23	10.00	0.91
TIERRA VEGETAL		0.95	1.37	44.00	0.69
BASALTOS O DIABASAS FRAGMENTADAS		1.75	2.61	49.00	0.67

**Tabla #32: Factor de Esponjamiento (Factor de Conversión)**



<b>MATERIAL</b>	<b>FACTOR DE LLENADO EN PORCENTAJE SOBRE LA CAPACIDAD COLMADA DEL CUCHARON</b>
Agregados húmedos mezclados	95-100%
<b>Agregados uniformes</b>	
Hasta 3 mm	95-100%
3 - 9 mm	85-90%
12 - 20 mm	90-95%
24 mm. y más	85-90%
Marga o arcilla húmeda	100-110%
Tierra, piedras, raíces	80-100%
Materiales cementados	85-95%
<b>Roca volada</b>	
Muy bien	80-95%
Normal	75-80%
Deficiente	60-65%

**Tabla #33: Factor de Carga (Factor de Llenado-Cargadoras sobre ruedas)**

<b>TIPO DE CARGA</b>	<b>FACTOR DE CARGA</b>	<b>TIPO DE MATERIAL</b>
Carga fácil	0.95	Arcillas, arenas
Carga media	0.80-0.90	Tierra común
Carga dura	0.70	Gravas
Carga muy dura	0.55	Pizarras, roca Fragmentada

**Tabla #34: Factor de Carga (Factor de Llenado-Tractores sobre orugas)**

<b>FASES DEL CICLO DE CARGA</b>	<b>TIEMPO (en min)</b>	
	<b>MÍNIMO</b>	<b>MÁXIMO</b>
Avance y llenado de cuchara	0.1	0.2
Recorrido y 4 cambios de marcha	0.2	0.35
Vuelco de cuchara y descarga	0.03	0.1
<b>TIEMPO TOTAL</b>	<b>0.33</b>	<b>0.65</b>
<b># DE CICLOS/HORA</b>	<b>180</b>	<b>92</b>

**Tabla #35: Ciclo de trabajo de una Cargadora sobre Ruedas**





MODEL	D8R/D8R Series II					
	8A		8SU		8U	
Type	Angling		Semi-U		Universal	
Blade Capacities*	4.7 m <sup>3</sup>	6.1 yd <sup>3</sup>	8.7 m <sup>3</sup>	11.4 yd <sup>3</sup>	11.7 m <sup>3</sup>	15.3 yd <sup>3</sup>
Weight, Shipping** (Dozer)	5459 kg	12,009 lb	4930 kg	10,846 lb	5495 kg	12,089 lb
Tractor & Dozer Dimensions:						
A Length (Blade Straight)	6.57 m	21'7"	6.39 m	21'0"	6.79 m	22'3"
Length (Blade Angled)	7.62 m	25'0"	—	—	—	—
Width (Blade Angled)	4.52 m	14'10"	—	—	—	—
Width (with C-Frame only)	3.38 m	11'1"	—	—	—	—
Blade Dimensions:						
B Width (including std. end bits)	4.99 m	16'4"	3.94 m	12'11"	4.26 m	14'0"
C Height	1174 mm	3'10.2"	1690 mm	5'6.5"	1740 mm	5'8.5"
D Max. Digging Depth	628 mm	2'0.7"	582 mm	1'10.9"	582 mm	1'10.9"
E Ground Clearance @ Full Lift	1308 mm	4'3.5"	1231 mm	4'0.5"	1231 mm	4'0.5"
G Max. Pitch Adjustment	—	—	+3.0°–2.9°	—	+3.0°–2.9°	—
Blade Angle (either side)	25°	—	—	—	—	—
H Max. Hydraulic Tilt	729 mm	2'4.7" ◀	951 mm	3'1.4"	1028 mm	3'4.5"
J Hydraulic Tilt (Manual Brace Centered)	—	—	650 mm	2'1.6"	703 mm	2'3.7"
K Push Arm Trunnion Width (to Ball Centers)	2.98 m	9'9"	2.98 m	9'9"	2.98 m	9'9"
Maximum Track Width Permitted	712 mm	2'4"	711 mm	2'4"	711 mm	2'4"
Dual Tilt Option						
G Dual Pitch Adj.	—	—	—	—	—	—
H Dual Max. Hyd. Tilt	—	—	—	—	—	—

**Tabla #36: Capacidad de las diferentes Hojas Topadoras**

CAPACIDAD NOMINAL DE LA CUCHARA	m3	0.55	0.70	0.90	1.00	1.20	1.70	2.60	3.60
Arcilla húmeda o arenosa ligera	seg	12	12	14	14	14	16	18	23
Arena o grava	seg	12	12	14	14	14	16	18	23
Tierra Común	seg	15	15	16	16	16	18	20	25
Arcilla dura	seg	18	18	20	20	20	22	24	29
Arcilla húmeda o arenosa ligera y pegajosa	seg	21	21	24	24	24	25	27	32
Roca hecha pedazos lista para recoger	seg	12	12	14	14	14	16	18	23
Escombros difíciles de recoger con el cucharón	seg	13	13	15	15	15	15	17	22
Roca mal partida de medida superior a la cuchara	seg	12	12	14	14	14	16	18	23

**Tabla #37: Ciclo de trabajo de una Excavadora Hidráulica**



CAPACIDAD NOMINAL DEL CUCHARÓN		m3	0.55	0.70	1.12	1.50	1.90	2.25	2.60	3.00
DESIGNACIÓN DEL TERRENO		COEF. DE ESPONJ.	FACTOR g							
Excavación fácil	Arcilla húmeda o arenosa ligera	1.30	1.15	1.15	1.15	1.16	1.16	1.16	1.20	1.22
	Arena y grava	1.13	0.93	0.93	0.96	0.96	0.96	0.98	1.02	1.02
Excavación mediana	Tierra común compacta virgen	1.19	1.00	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19
Excavación dura	Arcilla dura y tenaz	1.49	1.10	1.10	1.10	1.12	1.12	1.12	1.16	1.17
	Arcilla húmeda y pegajosa	1.43								
Carga	Roca muy bien partida	1.56	0.80	0.89	0.90	0.91	0.94	1.00	1.02	1.02
	Escombros comunes	1.75	0.87	0.87	0.87	0.90	0.90	0.95	0.96	0.96
	Roca mal partida	2.00	0.58	0.75	0.78	0.83	0.85	0.91	1.05	1.14

**Tabla #38: Factor de Carga (Factor de Llenado-Excavadoras Hidráulicas)**

H/L CARRERA (en %) DE LA ÓPTIMA	GIRO (EN GRADOS)						
	45	60	75	90	120	150	180
40	0.93	0.89	0.85	0.80	0.72	0.65	0.59
60	1.10	1.03	0.96	0.91	0.81	0.73	0.66
80	1.22	1.12	1.04	0.98	0.86	0.77	0.69
100	1.26	1.16	1.07	1.00	0.88	0.79	0.71
120	1.20	1.11	1.03	0.97	0.86	0.77	0.70
140	1.12	1.04	0.97	0.91	0.81	0.73	0.66
160	1.03	0.96	0.90	0.86	0.75	0.67	0.62

**Tabla #39: Producto  $f_G * F_{H/L}$  para diferentes carreras y ángulos**

ÁNGULO DE GIRO DE LA HOJA	OPERACIÓN
45	Cortar terrenos duros
55	Cortar terrenos blandos
60	Nivelación y extendido
90	Mantenimiento

**Tabla #40: Ángulo de Giro de la Hoja Topadora de la Motoniveladora**



LONGITUD DE HOJA (m)	LONGITUD EFECTIVA DE LA HOJA (m)	
	Ángulo de giro 60	Ángulo de giro 45
2.20	1.90	1.60
2.50	2.20	1.80
2.80	2.40	2.00
3.05	2.60	2.20
3.10	2.70	2.20
3.40	2.90	2.40
3.70	3.20	2.60
4.00	3.50	2.80
4.30	3.70	3.00
4.90	4.20	3.50

**Tabla #41: Longitud efectiva de la Hoja Topadora de la Motoniveladora**

TIPO DE TRABAJO	EQUIPOS MEDIOS		DE GRAN TAMAÑO	
	km/h	m/min	km/h	m/min
Conservación de caminos	6.00	100.00	6.00	41.66
Nivelación de bancos	1.50	25.00	2.50	183.00
Mezclando material	6.00	100.00	11.00	66.66
Formando cunetas	1.50	25.00	4.00	66.66
Extendiendo material	6.00	100.00	8.00	133.33
Nivelación	2.00	33.33	8.00	133.33
Conformando	1.50	25.00	4.00	66.66
Terminados	2.00	33.33	4.00	66.66
Escarificación	3.00	50.00	5.00	83.33
Desmante muy ligero	3.00	50.00	5.00	83.33
Despalme	2.00	33.33	5.00	83.33

**Tabla #42: Velocidades de trabajo típicas para trabajos de Motoniveladora**

TAMAÑO	PESO (T)	POTENCIA (kW)	LONGITUD HOJA (m)	ALTURA HOJA (mm)
PEQUEÑA	11-13	100	3.65	600
MEDIANA	14	115-140	3.65	600
GRANDE	16-18	130-150	4.30	700
MAYOR	21-27	150-180	4.90	800

**Tabla #43: Características de Motoniveladoras**



FABRICANTE	CATERPILLAR	
	815 B	825 C
MODELO	815 B	825 C
PESO	20 t	32 t
POTENCIA	157 kW	231 kW
ALTURA DE LAS PATAS	198 mm	191 mm
ESPESOR DEL TENDIDO	20 - 25 cm	25 - 30 cm
VEL. COMPACTACION	7 - 10 km/h	7 - 10 km/h
ANCHO DE LA HOJA TOPADORA	3.76 m	4.53 m
Nº DE PASADAS EXTENDIDO Y COMPACTADO 100% PN	6 - 9	5 - 8

**Tabla #44: Características de Compactadores**

PESO	10 - 13 T	16-17 T	20 T
POTENCIA	100 KW	150 KW	180 KW
ANCHO DEL TAMBOR	2.10 m	2.10 m	2.20 m
CARGA AXIAL Kg/cm	30	45	65
AMPLITUD MAX. DE LA VIBRACION	1.70	1.70	1.90
FRECUENCIA	20/30 HZ	20/30 HZ	20/30 HZ
FUERZA CENTRIFUGA	250 KN	250 KN	250 KN

**Tabla #45: Características de Compactadores Vibratorios**

TIPO DE COMPACTADOR	VELOCIDAD APROXIMADA
Road roller	Aprox. 2.0 km/hr.
Rodillo de neumáticos	Aprox. 2.5 km/hr.
Rodillo vibratorio	Aprox. 1.5 km/hr.
Compactador de suelos	4 a 10 km/hr.
Tamper	Aprox. 1.0 km/hr

**Tabla #46: Velocidades de Operación aproximadas para Compactadores**



CARGADORA DE RUEDAS		DUMPER RIGIDO		Nº de ciclos o pases	TIEMPOS DE CICLO (seg)	
MODELO PESO	CAPACIDAD DE LA CUCHARA	CARGA	VOLUMEN COLMADO		CADA CICLO	TIEMPO
25 t	3.8 - 5.7 m <sup>3</sup>	20 - 35 t	19 - 22 m <sup>3</sup>	4 - 5	50"	200 - 250"
40 t	5.7 - 8.5 m <sup>3</sup>	45 - 60 t	26 - 34 m <sup>3</sup>	4 - 5	50"	200 - 250"
CARGADORA DE RUEDAS		DUMPER ARTICULADO				
Mín. 12 t	2.1 - 2.3 m <sup>3</sup>	22.5 t	13.5 m <sup>3</sup>	6	50"	300"
20 t	3.5 - 3.8 m <sup>3</sup>			4	50"	200"
Mín. 15 t	2.5 - 2.8 m <sup>3</sup>	32 t	19 m <sup>3</sup>	8 - 7	50"	350 - 400"
20 - 25 t	3.5 - 4.5 m <sup>3</sup>			6 - 4	50"	300 - 200"
EXCAVADORA		DUMPER ARTICULADO				
Mín 23 t	1.3 m <sup>3</sup>	22.5 t	13.5 m <sup>3</sup>	10	30"	300"
30 t	1.7 m <sup>3</sup>			8	30"	240"
40 t	2.5 m <sup>3</sup>			6	30"	180"
40 t	2.5 m <sup>3</sup>	27 t	16 m <sup>3</sup>	6	30"	180"
50 t	3.0 m <sup>3</sup>					
50 t	3.0 m <sup>3</sup>	32 t	19 m <sup>3</sup>	5	30"	150"
60 t	4.0 m <sup>3</sup>					

**Tabla #47: Combinación entre equipos de carga**

CONVENCIONALES			
	CAT 621, TEREX 14C	CAT 631E, TEREX 24C	CAT 651E, TEREX 46C
Capacidad colmada m <sup>3</sup>	15.30	23.70	33.60
Carga t	21.00	34.00	47.00
Potencia kW	246.00	336.00	410.00
CON ELEVADOR DE MATERIALES			
	CAT 613, J.D. 762	CAT 615, J.D.862	CAT 623
Capacidad colmada m <sup>3</sup>	8.40	12.23	17.10
Carga t	12.00	17.00	25.00
Potencia kW	131.00	198.00	272.00
DE DOS MOTORES (EMPUJE - TIRO)			
	CAT 627	CAT 637	CAT 657
Capacidad colmada m <sup>3</sup>	15.30	23.70	33.60
Carga t	21.00	34.00	47.00
Potencia kW	168.00	336.00	410.00

**Tabla #48: Características de diferentes modelos de Mototraíllas**



## CAPÍTULO #6

# ESTRUCTURACIÓN DE ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS Y PRESUPUESTO REFERENCIAL



## CAPÍTULO #6: ESTRUCTURACIÓN DE ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS Y PRESUPUESTO REFERENCIAL.

### 6.1. ESTRUCTURACIÓN DE ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS.

#### 6.1.1. Generalidades:

Para la estructuración de los Análisis de Precios Unitarios, se utilizará el Programa Opus AEC10, en el cual, se deberá ingresar, el inverso de los valores obtenidos de rendimientos de producción, de la maquinaria destinada a la ejecución de los diferentes rubros de Movimiento de Tierras, que forman parte del Presupuesto Directo Referencial, del Proyecto: Construcción de la Presa de Tierra de la ESPOL.

<b>RESUMEN DE RENDIMIENTOS DEL EQUIPO COMBINADO DE MAQUINARIA</b>					
<b>CÓD</b>	<b>RUBRO</b>	<b>UN</b>	<b>ALTERNATIVA SELECCIONADA</b>	<b>RENDIMIENTO DE GRUPO</b>	<b>RENDIMIENTO INVERSO</b>
<b>3</b>	<b>CIMENTACIÓN DE LA PRESA</b>				
3.02	Excavación en Suelo	m3	2	122.61	0.00816
3.02	Excavación en Roca	m3	2	122.61	0.00816
<b>4</b>	<b>CUERPO DE PRESA</b>				
4.01	Núcleo	m3	1	104.58	0.00956
4.02	Espaldones	m3	2	191.54	0.00522
4.04	Filtro	m3	1	130.73	0.00765
4.07	Enrocado del Sitio	m3	1	91.30	0.01095
4.08	Enrocado Producido	m3	1	67.14	0.01489
4.09	Base Clase I	m3	1	58.49	0.01710
<b>5</b>	<b>ALIVIADERO</b>				
5.01	Excavación en Suelo para Aliviadero	m3	2	122.61	0.00816
5.02	Excavación en Roca para Aliviadero	m3	2	122.61	0.00816

**Tabla #49: Resultados de producción por rubro**

#### 6.1.2. Equipos adicionales:



De acuerdo a las especificaciones técnicas, existen ciertos rubros que requieren de la utilización de otro tipo de equipos menores para su completa y eficiente ejecución, a continuación detallaremos los equipos menores necesarios:

**a. Para rubros de excavación:**

- **Equipo Topográfico:** se debe prever la utilización de un equipo de trabajo para controlar los niveles a los que se excavarán los diferentes materiales y el correcto trazado de los ejes de la Presa.
- **Equipo de Bombeo:** se debe prever la utilización de un equipo de bombeo para controlar las posibles inundaciones debido a las excavaciones que se realizarán a diferentes profundidades y teniendo en cuenta la estación del año en la cual se va a construir el proyecto (estación lluviosa).

La utilización de estos equipos provocará la necesidad de mano de obra calificada, que será pagada, de acuerdo a los precios establecidos en la Revista de la Cámara de la Construcción 2010.

Estimando las condiciones conservadoramente más desfavorables para obtener la relación de costo que tiene la utilización de estos equipos menores por metro cúbico de análisis, tomaremos como ejemplo la excavación en suelos, asumiendo que se debe mantener en obra un equipo topográfico perenne y un equipo de bombeo a un 75% de su tiempo total de ejecución, con los cual, obtenemos los siguientes resultados:





**Rubro analizado:** Excavación en Suelos:

**Tabla #50: Relaciones de costo por unidad del Equipo Topográfico y de Bombeo.**

**EQUIPO TOPOGRÁFICO\***

CANTIDAD CALCULADA (CAP.#2)	UN	TIEMPO DE EJECUCIÓN (Días)	COSTO DE ALQUILER (\$/día)	INVERSIÓN TOTAL (\$)	RELACIÓN DE COSTO (\$/m3)
48,758.10	m3	141.67	45.00	6,375.15	<b>0.13</b>

**EQUIPO DE BOMBEO\***

CANTIDAD ANALIZADA 75% CT	UN	TIEMPO DE EJECUCIÓN (Días)	COSTO DE ALQUILER (\$/día)	INVERSIÓN TOTAL (\$)	RELACIÓN DE COSTO (\$/m3)
36,568.58	m3	141.67	40.00	5,666.80	<b>0.15</b>

**6.1.3. Materiales de préstamos importados:**

Debido a que se cuenta con rubros en los cuales el material a emplearse es de tipo importado, se debe considerar dentro de su respectivo análisis su costo por metro cúbico, a continuación se detallan los rubros involucrados dentro de este análisis:

\*DATOS OBTENIDOS DE LA BASE DE COSTOS QUE MANEJA LA COMPAÑÍA ETINAR S.A.



### **6.1.3.1. Filtro:**

Este rubro contiene la combinación de Arena Fina y Piedra Chispa, en proporciones especificadas en la sección correspondiente del Capítulo #1, en donde, se tiene que la composición de cada metro cúbico de material de filtro, es de 60% de Arena y 40% de Piedra Chispa, por lo tanto, a continuación detallaremos los precios unitarios de ambos materiales vaciados en sitio (incluye por lo tanto, su transporte):

**a. Arena Fina:                    \$15,00 / m<sup>3</sup>\***

**b. Piedra Chispa:                \$13,00 / m<sup>3</sup>\***

### **6.1.3.2. Base Clase I:**

Este rubro consiste en la colocación de una capa de base de espesor 30 cm., de material importado, de características mencionadas en la sección correspondiente del Capítulo #1, por lo tanto, a continuación detallaremos el precio unitario de dicho material vaciado en sitio (incluye por lo tanto, su transporte):

**a. Base Clase I:                    \$12,00 / m<sup>3</sup>\***

**\*DATOS OBTENIDOS DE LA BASE DE COSTOS QUE MANEJA LA COMPAÑÍA ETINAR S.A.**



#### 6.1.4. Contenido de humedad:

Debido a que los materiales a compactar poseen diferentes densidades unos de otros, se debe determinar, el contenido de agua requerido para llegar a alcanzar la densidad especificada en la sección correspondiente del Capítulo #1, para cada tipo suelo, aunque se debe mencionar, que el contenido de agua, es un parámetro extremadamente variable, debido a que depende de muchos factores, tales como: contenido de humedad en estado natural que presente en ese momento, tipo de compactador a utilizar dependiendo el tipo de suelo, etc., por todo esto, es recomendable determinar, un contenido de agua promedio por metro cúbico.

La siguiente información resume lo anteriormente expuesto:

#### Contenido de agua promedio requerido

- Material de Filtro:  $1\% = 0,01 \text{ m}^3*$
- Material de Base Clase I:  $5\% = 0,05 \text{ m}^3*$
- Material de Núcleo:  $3\% = 0,03 \text{ m}^3*$
- Material de Espaldones:  $1\% = 0,01 \text{ m}^3*$

#### Costo de agua por metro cúbico

- Agua:  $\$3,40 / \text{m}^3*$

\*DATOS OBTENIDOS DE LA BASE DE COSTOS QUE MANEJA LA COMPAÑÍA ETINAR S.A.



### **6.1.5. Análisis de Precios Unitarios:**

A continuación se detallan cada uno de los Análisis de Precios Unitarios concebidos para cada rubro que forma parte de este Trabajo de Grado, las consideraciones del tipo de maquinaria seleccionada, se detalla en la sección correspondiente del Capítulo #4.

Se presentarán de acuerdo a la configuración del Programa OPUS AEC10, utilizado para su estructuración, se detalla, por consiguiente, todo el equipo, mano de obra, materiales y transporte, necesarios para la correcta y eficiente ejecución del rubro.

Debido a que se trata de un Presupuesto Referencial Directo, se excluye su Costo Indirecto e IVA, a cada uno de los análisis, debido a que, este valor será colocado por las compañías constructoras al momento de participar en la construcción de dicho proyecto.



## CONSTRUCCIÓN DE LA PRESA DE TIERRA DE LA ESPOL PARQUE DEL CONOCIMIENTO - PARCÓN

### Análisis de Precio Unitario

Descripción							
Clave: 3.01							
EXCAVACIÓN EN SUELO							
						Unidad : m3	
						Cantidad : 48,758.10	
						Precio Unitario : \$ 1.74	
						Total : \$ 84,839.09	
C	Clave	Da Ren	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Total
<b>Materiales</b>							
+ M 0							
						Cantidad : 0.00000	Total \$0.00
<b>Total de Materiales</b>							<b>\$0.00</b>
<b>Mano de Obra</b>							
+ M/O EXCAV OPERADOR CHOFRER1 Cuadrilla de Operarios de Excavación sin clasificación Operador Grupo I Chofer licencia tipo E							
						hora 1.00000 \$3.13 \$3.13	
						hora 2.00000 \$2.85 \$5.70	
						Suma \$8.83	
						Cantidad : 0.00816	Total \$0.07
+ CUAD. MEN CADENERO TOPOGRAF PEON1 INSPECTOF AYUDANTE X Cuadrilla menor de mano de obra Cadenero Cat. III Topógrafo 4 Peón Cat. I Inspector de Obra Cat. V Ayudante Cat. II							
						hora 1.00000 \$2.35 \$2.35	
						hora 1.00000 \$2.35 \$2.35	
						hora 2.00000 \$2.35 \$4.70	
						hora 1.00000 \$2.35 \$2.35	
						hora 1.00000 \$2.35 \$2.35	
						Suma \$14.10	
						Cantidad : 0.04000	Total \$0.56
<b>Total de Mano de Obra</b>							<b>\$0.63</b>
<b>Equipo</b>							
+ EQ. EXCAV. EQUIPO1 DUMPER4 Equipo Pesado de Excavación sin clasificación Excavadora Hidráulica de Orugas (138 HP) Dumper Articulado (285 HP)							
						hora 1.00000 \$34.14 \$34.14	
						hora 2.00000 \$34.09 \$68.18	
						Suma \$102.32	
						Cantidad : 0.00816	Total \$0.83
+ EQ. MENOR EQUIPO3 BOMBEO1 Equipo menor de Excavación sin clasificación Equipo topográfico Equipo de bombeo							
						hora 1.00000 \$3.25 \$3.25	
						hora 1.00000 \$3.75 \$3.75	
						Suma \$7.00	
						Cantidad : 0.04000	Total \$0.28
<b>Total de Equipo</b>							<b>\$1.11</b>
<b>Auxiliares</b>							
+ T 0							
						Cantidad : 0.00000	Total \$0.00
<b>Total de Auxiliares</b>							<b>\$0.00</b>
						INDIRECTOS Y UTILIDADES ( 0.00%)	\$0.00
						Precio Unitario	<b>\$1.74</b>

\*\* UN DÓLARES 74/100 CTVO \*\*

**Gráfico #2: Análisis de Precios Unitarios (Rubro 3.01)**



## CONSTRUCCIÓN DE LA PRESA DE TIERRA DE LA ESPOL PARQUE DEL CONOCIMIENTO - PARCÓN


### Análisis de Precio Unitario

Descripción							
Clave: 3.02							
EXCAVACIÓN EN ROCA							
						Unidad : m3	
						Cantidad : 2,853.74	
						Precio Unitario : \$ 1.74	
						Total : \$ 4,965.51	
C	Clave	Da Ren	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Total
<b>Materiales</b>							
+ M 0							
						Cantidad : 0.00000	Total \$0.00
<b>Total de Materiales</b>						<b>\$0.00</b>	
<b>Mano de Obra</b>							
+ M/O EXCAV OPERADOR CHOFRER1 Cuadrilla de Operarios de Excavación sin clasificación Operador Grupo I Chofer licencia tipo E							
				hora			
				hora	1.00000	\$3.13	\$3.13
				hora	2.00000	\$2.85	\$5.70
						Suma \$8.83	
						Cantidad : 0.00816	Total \$0.07
+ CUAD. MEN CADENERO TOPOGRAF PEON1 INSPECTOR AYUDANTE X Cuadrilla menor de mano de obra Cadenero Cat. III Topógrafo 4 Peón Cat. I Inspector de Obra Cat. V Ayudante Cat. II							
				hora			
				hora	1.00000	\$2.35	\$2.35
				hora	1.00000	\$2.35	\$2.35
				hora	2.00000	\$2.35	\$4.70
				hora	1.00000	\$2.35	\$2.35
				hora	1.00000	\$2.35	\$2.35
						Suma \$14.10	
						Cantidad : 0.04000	Total \$0.56
<b>Total de Mano de Obra</b>						<b>\$0.63</b>	
<b>Equipo</b>							
+ EQ. EXCAV. EQUIPO1 DUMPER4 Equipo Pesado de Excavación sin clasificación Excavadora Hidráulica de Orugas (138 HP) Dumper Articulado (285 HP)							
				hora			
				hora	1.00000	\$34.14	\$34.14
				hora	2.00000	\$34.09	\$68.18
						Suma \$102.32	
						Cantidad : 0.00816	Total \$0.83
+ EQ. MENOR EQUIPO3 BOMBEO1 Equipo menor de Excavación sin clasificación Equipo topográfico Equipo de bombeo							
				hora			
				hora	1.00000	\$3.25	\$3.25
				hora	1.00000	\$3.75	\$3.75
						Suma \$7.00	
						Cantidad : 0.04000	Total \$0.28
<b>Total de Equipo</b>						<b>\$1.11</b>	
<b>Auxiliares</b>							
+ T 0							
						Cantidad : 0.00000	Total \$0.00
<b>Total de Auxiliares</b>						<b>\$0.00</b>	
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES ( 0.00%)</b>						<b>\$0.00</b>	
<b>Precio Unitario</b>						<b>\$1.74</b>	

\*\* UN DÓLARES 74/100 CTVO \*\*

**Gráfico #3: Análisis de Precios Unitarios (Rubro 3.02)**



 <b>CONSTRUCCIÓN DE LA PRESA DE TIERRA DE LA ESPOL PARQUE DEL CONOCIMIENTO - PARCÓN</b>								
Análisis de Precio Unitario								
Descripción								
Clave: 4.01 NÚCLEO				Unidad :	m3			
				Cantidad :	21,749.09			
				Precio Unitario : \$	3.13			
				Total : \$	68,074.65			
C	Clave	Da Ren	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Total	
<b>Materiales</b>								
	AGUA1		Agua	m3	0.03000	\$3.40	\$0.10	
<b>Total de Materiales</b>							<b>\$0.10</b>	
<b>Mano de Obra</b>								
+	CUAD. NUCLEO		Cuadrilla de Operarios de Núcleo	hora				
	OPERADOR1		Operador Grupo I	hora	2.00000	\$3.13	\$6.26	
	OPERADOR2		Operador Grupo II	hora	1.00000	\$3.13	\$3.13	
	CHOFER1		Chofer licencia tipo E	hora	3.00000	\$2.85	\$8.55	
						Suma	\$17.94	
						Cantidad : 0.00956	Total	\$0.17
+	CUAD. MENOR	X	Cuadrilla menor de mano de obra	hora				
	CADENERO1		Cadenero Cat. III	hora	1.00000	\$2.35	\$2.35	
	TOPÓGRAFO4		Topógrafo 4	hora	1.00000	\$2.35	\$2.35	
	PEON1		Peón Cat. I	hora	2.00000	\$2.35	\$4.70	
	INSPECTOR1		Inspector de Obra Cat. V	hora	1.00000	\$2.35	\$2.35	
	AYUDANTE1		Ayudante Cat. II	hora	1.00000	\$2.35	\$2.35	
						Suma	\$14.10	
						Cantidad : 0.05000	Total	\$0.71
<b>Total de Mano de Obra</b>							<b>\$0.88</b>	
<b>Equipo</b>								
+	EQ. CONS. NUI		Equipo Pesado de Núcleo	hora				
	MOTONIV.5		Motoniveladora (140 HP)	hora	1.00000	\$26.70	\$26.70	
	COMPACTADO		Compactador Pata de Cabra (220 HP)	hora	1.00000	\$46.32	\$46.32	
	CAMION CISTE		Camión Cisterna (260 HP)	hora	1.00000	\$18.30	\$18.30	
	DUMPER3		Dumper Articulado (285 HP)	hora	2.00000	\$42.73	\$85.46	
	EXCAV. HIDRA		Excavadora Hidráulica de Orugas (138 HP)	hora	1.00000	\$31.49	\$31.49	
						Suma	\$208.27	
						Cantidad : 0.00956	Total	\$1.99
+	EQ. TOPOG.		Equipo de Topografía	hora				
	EQUIPO3		Equipo topográfico	hora	1.00000	\$3.25	\$3.25	
						Suma	\$3.25	
						Cantidad : 0.05000	Total	\$0.16
<b>Total de Equipo</b>							<b>\$2.15</b>	
<b>Auxiliares</b>								
+	T0							
						Cantidad : 0.00000	Total	\$0.00
<b>Total de Auxiliares</b>							<b>\$0.00</b>	
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES ( 0.00%)</b>							<b>\$0.00</b>	
<b>Precio Unitario</b>							<b>\$3.13</b>	

\*\* TRES DÓLARES 13/100 CTVO \*\*

**Gráfico #4: Análisis de Precios Unitarios (Rubro 4.01)**



## CONSTRUCCIÓN DE LA PRESA DE TIERRA DE LA ESPOL PARQUE DEL CONOCIMIENTO - PARCÓN

### Análisis de Precio Unitario

Descripción							
Clave: 4.02							
ESPALDONES							
					Unidad :	m3	
					Cantidad :	174,140.46	
					Precio Unitario : \$	2.77	
					Total : \$	482,369.07	
C	Clave	Da Ren	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Total
<b>Materiales</b>							
	AGUA1		Agua	m3	0.01000	\$3.40	\$0.03
<b>Total de Materiales</b>							<b>\$0.03</b>
<b>Mano de Obra</b>							
+	CUAD. ESP,		Cuadrilla de Operarios de Espaldones	hora			
	OPERADOR		Operador Grupo I	hora	4.00000	\$3.13	\$12.52
	OPERADOR		Operador Grupo II	hora	1.00000	\$3.13	\$3.13
	CHOFER1		Chofer licencia tipo E	hora	1.00000	\$2.85	\$2.85
						Suma	\$18.50
						Cantidad : 0.00522	Total
	CUAD. MEN	X	Cuadrilla menor de mano de obra	hora			
	CADENERO		Cadenero Cat. III	hora	1.00000	\$2.35	\$2.35
	TOPOGRAF		Topógrafo 4	hora	1.00000	\$2.35	\$2.35
	PEON1		Peón Cat. I	hora	2.00000	\$2.35	\$4.70
	INSPECTO		Inspector de Obra Cat. V	hora	1.00000	\$2.35	\$2.35
	AYUDANTE		Ayudante Cat. II	hora	1.00000	\$2.35	\$2.35
						Suma	\$14.10
						Cantidad : 0.04000	Total
<b>Total de Mano de Obra</b>							<b>\$0.66</b>
<b>Equipo</b>							
+	EQ. CONS. I		Equipo Pesado de Espaldones	hora			
	TRACTOR1		Tractor de Orugas (305 HP)	hora	1.00000	\$64.81	\$64.81
	COMP. PAT.		Compactador Pata de Cabra (220 HP)	hora	1.00000	\$40.17	\$40.17
	EQ. MOTOT		Mototrailla (330 HP)	hora	3.00000	\$81.02	\$243.06
	CAM. CIST.		Camión Cisterna (260 HP)	hora	1.00000	\$25.43	\$25.43
						Suma	\$373.47
						Cantidad : 0.00522	Total
	EQ. TOPOG		Equipo de Topografía	hora			
	EQUIPO3		Equipo topográfico	hora	1.00000	\$3.25	\$3.25
						Suma	\$3.25
						Cantidad : 0.04000	Total
<b>Total de Equipo</b>							<b>\$2.08</b>
<b>Auxiliares</b>							
+	T 0						
						Cantidad : 0.00000	Total
<b>Total de Auxiliares</b>							<b>\$0.00</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES ( 0.00%)</b>							<b>\$0.00</b>
<b>Precio Unitario</b>							<b>\$2.77</b>

\*\* DOS DÓLARES 77/100 CTVO \*\*

**Gráfico #5: Análisis de Precios Unitarios (Rubro 4.02)**





## CONSTRUCCIÓN DE LA PRESA DE TIERRA DE LA ESPOL PARQUE DEL CONOCIMIENTO - PARCÓN

### Análisis de Precio Unitario

**Descripción**

 Clave: 4.04  
 FILTRO


Unidad :	m3
Cantidad :	7,687.75
Precio Unitario : \$	17.17
Total : \$	131,998.67

C	Clave	Da Ren	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Total
<b>Materiales</b>							
	MATERIAL1		Arena Fina	m3	0.66000	\$15.00	\$9.90
	MATERIAL2		Piedra Chispa	m3	0.44000	\$13.00	\$5.72
	AGUA1		Agua	m3	0.01000	\$3.40	\$0.03
<b>Total de Materiales</b>							<b>\$15.65</b>
<b>Mano de Obra</b>							
+	CUAD. FILT		Cuadrilla de Operarios de Filtro	hora			
	OPERADOR		Operador Grupo I	hora	2.00000	\$3.13	\$6.26
	OPERADOR		Operador Grupo II	hora	1.00000	\$3.13	\$3.13
	CHOFER1		Chofer licencia tipo E	hora	1.00000	\$2.85	\$2.85
						Suma	\$12.24
					Cantidad : 0.00765	Total	\$0.09
+	CUAD. MEN	X	Cuadrilla menor de mano de obra	hora			
	CADENERO		Cadenero Cat. III	hora	1.00000	\$2.35	\$2.35
	TOPOGRAF		Topógrafo 4	hora	1.00000	\$2.35	\$2.35
	PEON1		Peón Cat. I	hora	2.00000	\$2.35	\$4.70
	INSPECTOF		Inspector de Obra Cat. V	hora	1.00000	\$2.35	\$2.35
	AYUDANTE		Ayudante Cat. II	hora	1.00000	\$2.35	\$2.35
						Suma	\$14.10
		X			Cantidad : 0.04000	Total	\$0.56
<b>Total de Mano de Obra</b>							<b>\$0.65</b>
<b>Equipo</b>							
+	EQ. CONST		Equipo Pesado de Filtro	hora			
	MOTONIVEL		Motoniveladora (140 HP)	hora	2.00000	\$24.57	\$49.14
	COMPACTA		Compactador Vibratorio (145 HP)	hora	1.00000	\$26.93	\$26.93
	CAM. CISTE		Camión Cisterna (260 HP)	hora	1.00000	\$20.45	\$20.45
						Suma	\$96.52
					Cantidad : 0.00765	Total	\$0.74
+	EQ. TOPOG		Equipo de Topografía	hora			
	EQUIPO3		Equipo topográfico	hora	1.00000	\$3.25	\$3.25
						Suma	\$3.25
					Cantidad : 0.04000	Total	\$0.13
<b>Total de Equipo</b>							<b>\$0.87</b>
<b>Auxiliares</b>							
+	T 0						
					Cantidad : 0.00000	Total	\$0.00
<b>Total de Auxiliares</b>							<b>\$0.00</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES ( 0.00%)</b>							<b>\$0.00</b>
<b>Precio Unitario</b>							<b>\$17.17</b>

\*\* DIECISIETE DÓLARES 17/100 CTVO \*\*

**Gráfico #6: Análisis de Precios Unitarios (Rubro 4.04)**



 <b>CONSTRUCCIÓN DE LA PRESA DE TIERRA DE LA ESPOL PARQUE DEL CONOCIMIENTO - PARCÓN</b>							
Análisis de Precio Unitario							
Descripción							
Clave: 4.07							
ENROCADO DEL SITIO							
						Unidad : m3	
						Cantidad : 5,665.51	
						Precio Unitario : \$ 4.70	
						Total : \$ 26,627.90	
C	Clave	Da Ren	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Total
<b>Mano de Obra</b>							
+	CUAD. ENR		Cuadrilla de Operarios de Enrocados	hora			
	OPERADOR		Operador Grupo II	hora	1.00000	\$3.13	\$3.13
	OPERADOR		Operador Grupo I	hora	1.00000	\$3.13	\$3.13
	CHOFER1		Chofer licencia tipo E	hora	2.00000	\$2.85	\$5.70
						Suma	\$11.96
						Cantidad : 0.01095	Total \$0.13
+	CUAD. MEN	X	Cuadrilla menor de mano de obra	hora			
	CADENERO		Cadenero Cat. III	hora	1.00000	\$2.35	\$2.35
	TOPOGRAF		Topógrafo 4	hora	1.00000	\$2.35	\$2.35
	PEON1		Peón Cat. I	hora	5.00000	\$2.35	\$11.75
	INSPECTOF		Inspector de Obra Cat. V	hora	1.00000	\$2.35	\$2.35
	AYUDANTE		Ayudante Cat. II	hora	1.00000	\$2.35	\$2.35
						Suma	\$21.15
						Cantidad : 0.14000	Total \$2.96
<b>Total de Mano de Obra</b>							
<b>Equipo</b>							
+	EQ. ENROC		Equipo Pesado de Enrocado de Sitio	hora			
	CARGADOR		Cargadora de Ruedas (160 HP)	hora	2.00000	\$37.51	\$75.02
	COMPAC. V		Compactador Vibratorio (145 HP)	hora	1.00000	\$17.10	\$17.10
	DUM. ARTIC		Dumper Articulado (285 HP)	hora	1.00000	\$43.29	\$43.29
						Suma	\$135.41
						Cantidad : 0.01095	Total \$1.48
+	EQ. TOPOG		Equipo de Topografía	hora			
	EQUIPO3		Equipo topográfico	hora	1.00000	\$3.25	\$3.25
						Suma	\$3.25
						Cantidad : 0.04000	Total \$0.13
<b>Total de Equipo</b>							
<b>Auxiliares</b>							
+	T 0						
						Cantidad : 0.00000	Total \$0.00
<b>Total de Auxiliares</b>							
						INDIRECTOS Y UTILIDADES ( 0.00%)	\$0.00
						Precio Unitario	\$4.70

\*\* CUATRO DÓLARES 70/100 CTVO \*\*

**Gráfico #7: Análisis de Precios Unitarios (Rubro 4.07)**



C		Clave	Da Ren	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Total	
<b>CONSTRUCCIÓN DE LA PRESA DE TIERRA DE LA ESPOL PARQUE DEL CONOCIMIENTO - PARCÓN</b>									
<b>Análisis de Precio Unitario</b>									
<b>Descripción</b>									
Clave: 4.08									
ENROCADO PRODUCIDO									
							Unidad :	m3	
							Cantidad :	3,777.01	
							Precio Unitario :	\$ 4.88	
							Total :	\$ 18,431.81	
<b>Mano de Obra</b>									
+ CUAD. ENR Cuadrilla de Operarios de Enrocados hora									
OPERADOR Operador Grupo II hora 1.00000 \$3.13 \$3.13									
OPERADOR Operador Grupo I hora 1.00000 \$3.13 \$3.13									
CHOFER1 Chofer licencia tipo E hora 2.00000 \$2.85 \$5.70									
							Suma	\$11.96	
							Cantidad : 0.01489	Total	\$0.18
+ CUAD. MEN X Cuadrilla menor de mano de obra hora									
CADENERO Cadenero Cat. III hora 1.00000 \$2.35 \$2.35									
TOPOGRAF Topógrafo 4 hora 1.00000 \$2.35 \$2.35									
PEON1 Peón Cat. I hora 5.00000 \$2.35 \$11.75									
INSPECTOF Inspector de Obra Cat. V hora 1.00000 \$2.35 \$2.35									
AYUDANTE Ayudante Cat. II hora 1.00000 \$2.35 \$2.35									
							Suma	\$21.15	
							Cantidad : 0.14000	Total	\$2.96
<b>Total de Mano de Obra</b>									
<b>\$3.14</b>									
<b>Equipo</b>									
+ EQ. ENROC Equipo Pesado de Enrocado Producido hora									
EQUIPO1 Excavadora Hidráulica de Orugas (138 HP) hora 1.00000 \$34.14 \$34.14									
EQUIPO2 Dumper Articulado (285 HP) hora 2.00000 \$29.25 \$58.50									
COMPAC. V Compactador Vibratorio (145 HP) hora 1.00000 \$15.70 \$15.70									
							Suma	\$108.34	
							Cantidad : 0.01489	Total	\$1.61
+ EQ. TOPOG Equipo de Topografía hora									
EQUIPO3 Equipo topográfico hora 1.00000 \$3.25 \$3.25									
							Suma	\$3.25	
							Cantidad : 0.04000	Total	\$0.13
<b>Total de Equipo</b>									
<b>\$1.74</b>									
<b>Auxiliares</b>									
+ T 0									
							Cantidad : 0.00000	Total	\$0.00
<b>Total de Auxiliares</b>									
<b>\$0.00</b>									
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES ( 0.00%)</b>								<b>\$0.00</b>	
<b>Precio Unitario</b>								<b>\$4.88</b>	
** CUATRO DÓLARES 88/100 CTVO **									

**Gráfico #8: Análisis de Precios Unitarios (Rubro 4.08)**



## CONSTRUCCIÓN DE LA PRESA DE TIERRA DE LA ESPOL PARQUE DEL CONOCIMIENTO - PARCÓN


### Análisis de Precio Unitario

Descripción						
Clave: 4.09						
BASE CLASE I						
						Unidad : m3
						Cantidad : 1,014.45
						Precio Unitario : \$ 17.79
						Total : \$ 18,047.07
C	Clave	Da Ren	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario Total
<b>Materiales</b>						
	BASE CLAS		Material Base Clase I	m3	1.30000	\$12.00 \$15.60
	AGUA1		Agua	m3	0.05000	\$3.40 \$0.17
<b>Total de Materiales</b>						
<b>Mano de Obra</b>						
	+ CUAD. BASI		Cuadrilla de Operarios Base Clase I	hora		
	OPERADOR		Operador Grupo I	hora	1.00000	\$3.13 \$3.13
	OPERADOR		Operador Grupo II	hora	1.00000	\$3.13 \$3.13
	CHOFER1		Chofer licencia tipo E	hora	1.00000	\$2.85 \$2.85
						Suma \$9.11
						Cantidad : 0.01710
						Total \$0.16
	+ CUAD. MEN	X	Cuadrilla menor de mano de obra	hora		
	CADENERC		Cadenero Cat. III	hora	1.00000	\$2.35 \$2.35
	TOPÓGRAF		Topógrafo 4	hora	1.00000	\$2.35 \$2.35
	PEON1		Peón Cat. I	hora	2.00000	\$2.35 \$4.70
	INSPECTOF		Inspector de Obra Cat. V	hora	1.00000	\$2.35 \$2.35
	AYUDANTE		Ayudante Cat. II	hora	1.00000	\$2.35 \$2.35
						Suma \$14.10
						Cantidad : 0.04000
						Total \$0.56
<b>Total de Mano de Obra</b>						
<b>Equipo</b>						
	+ EQ. BASE C		Equipo Pesado de Base Clase I	hora		
	MOTON.1		Motoniveladora (140 HP)	hora	1.00000	\$29.80 \$29.80
	COMPACT.		Compactador Vibratorio (145 HP)	hora	1.00000	\$23.92 \$23.92
	CAM. CISTE		Camión Cisterna (260 HP)	hora	1.00000	\$14.52 \$14.52
						Suma \$68.24
						Cantidad : 0.01710
						Total \$1.17
	+ EQ. TOPOG		Equipo de Topografía	hora		
	EQUIPO3		Equipo topográfico	hora	1.00000	\$3.25 \$3.25
						Suma \$3.25
						Cantidad : 0.04000
						Total \$0.13
<b>Total de Equipo</b>						
<b>Auxiliares</b>						
	+ T 0					
						Cantidad : 0.00000
						Total \$0.00
<b>Total de Auxiliares</b>						
						INDIRECTOS Y UTILIDADES ( 0.00%) \$0.00
						Precio Unitario \$17.79

\*\* DIECISIETE DÓLARES 79/100 CTVO \*\*

**Gráfico #9: Análisis de Precios Unitarios (Rubro 4.09)**



 <b>CONSTRUCCIÓN DE LA PRESA DE TIERRA DE LA ESPOL PARQUE DEL CONOCIMIENTO - PARCÓN</b>						
Análisis de Precio Unitario						
Descripción						
Clave: 5.01 EXCAVACIÓN EN SUELO PARA ALIVIADERO					Unidad :	m3
					Cantidad :	11,295.42
					Precio Unitario : \$	1.74
					Total : \$	19,654.03
C	Clave	Da Ren	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario Total
<b>Materiales</b>						
	+ M 0				Cantidad : 0.00000	Total \$0.00
<b>Total de Materiales</b>						<b>\$0.00</b>
<b>Mano de Obra</b>						
	+ M/O EXCAV OPERADOR		Cuadrilla de Operarios de Excavación sin clasificación Operador Grupo I	hora		
	CHOFER1		Chofer licencia tipo E	hora	1.00000	\$3.13 \$3.13
				hora	2.00000	\$2.85 \$5.70
					Cantidad : 0.00816	Suma \$8.83
						Total \$0.07
	+ CUAD. MEN X		Cuadrilla menor de mano de obra	hora		
	CADENERC		Cadenero Cat. III	hora	1.00000	\$2.35 \$2.35
	TOPOGRAF		Topógrafo 4	hora	1.00000	\$2.35 \$2.35
	PEON1		Peón Cat. I	hora	2.00000	\$2.35 \$4.70
	INSPECTOF		Inspector de Obra Cat. V	hora	1.00000	\$2.35 \$2.35
	AYUDANTE		Ayudante Cat. II	hora	1.00000	\$2.35 \$2.35
						Suma \$14.10
		X			Cantidad : 0.04000	Total \$0.56
<b>Total de Mano de Obra</b>						<b>\$0.63</b>
<b>Equipo</b>						
	+ EQ. EXCAV. EQUIPO1		Equipo Pesado de Excavación sin clasificación Excavadora Hidráulica de Orugas (138 HP)	hora		
	DUMPER4		Dumper Articulado (285 HP)	hora	1.00000	\$34.14 \$34.14
				hora	2.00000	\$34.09 \$68.18
					Cantidad : 0.00816	Suma \$102.32
						Total \$0.83
	+ EQ. MENOR EQUIPO3		Equipo menor de Excavación sin clasificación Equipo topográfico	hora		
	BOMBEO1		Equipo de bombeo	hora	1.00000	\$3.25 \$3.25
				hora	1.00000	\$3.75 \$3.75
						Suma \$7.00
					Cantidad : 0.04000	Total \$0.28
<b>Total de Equipo</b>						<b>\$1.11</b>
<b>Auxiliares</b>						
	+ T 0				Cantidad : 0.00000	Total \$0.00
<b>Total de Auxiliares</b>						<b>\$0.00</b>
					INDIRECTOS Y UTILIDADES ( 0.00%)	\$0.00
					Precio Unitario	<b>\$1.74</b>

\*\* UN DÓLARES 74/100 CTVO \*\*

**Gráfico #10: Análisis de Precios Unitarios (Rubro 5.01)**



## CONSTRUCCIÓN DE LA PRESA DE TIERRA DE LA ESPOL PARQUE DEL CONOCIMIENTO - PARCÓN


### Análisis de Precio Unitario

Descripción									
Clave: 5.02									
EXCAVACIÓN EN ROCA PARA ALIVIADERO									
						Unidad : m3			
						Cantidad : 4,840.89			
						Precio Unitario : \$ 1.74			
						Total : \$ 8,423.15			
C	Clave	Da	Ren	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Total	
<b>Materiales</b>									
	+ M 0								
							Cantidad : 0.00000	Total	\$0.00
<b>Total de Materiales</b>									<b>\$0.00</b>
<b>Mano de Obra</b>									
	+ M/O EXCAV OPERADOR CHOFRER1								
				Cuadrilla de Operarios de Excavación sin clasificación	hora				
				Operador Grupo I	hora	1.00000	\$3.13	\$3.13	
				Chofer licencia tipo E	hora	2.00000	\$2.85	\$5.70	
							Suma	\$8.83	
						Cantidad : 0.00816	Total	\$0.07	
	+ CUAD. MEN CADENERO TOPOGRAF PEON1 INSPECTOR AYUDANTE								
	X			Cuadrilla menor de mano de obra	hora				
				Cadenero Cat. III	hora	1.00000	\$2.35	\$2.35	
				Topógrafo 4	hora	1.00000	\$2.35	\$2.35	
				Peón Cat. I	hora	2.00000	\$2.35	\$4.70	
				Inspector de Obra Cat. V	hora	1.00000	\$2.35	\$2.35	
				Ayudante Cat. II	hora	1.00000	\$2.35	\$2.35	
							Suma	\$14.10	
			X			Cantidad : 0.04000	Total	\$0.56	
<b>Total de Mano de Obra</b>									<b>\$0.63</b>
<b>Equipo</b>									
	+ EQ. EXCAV. EQUIPO1 DUMPER4								
				Equipo Pesado de Excavación sin clasificación	hora				
				Excavadora Hidráulica de Orugas (138 HP)	hora	1.00000	\$34.14	\$34.14	
				Dumper Articulado (285 HP)	hora	2.00000	\$34.09	\$68.18	
							Suma	\$102.32	
						Cantidad : 0.00816	Total	\$0.83	
	+ EQ. MENOR EQUIPO3 BOMBEO1								
				Equipo menor de Excavación sin clasificación	hora				
				Equipo topográfico	hora	1.00000	\$3.25	\$3.25	
				Equipo de bombeo	hora	1.00000	\$3.75	\$3.75	
							Suma	\$7.00	
						Cantidad : 0.04000	Total	\$0.28	
<b>Total de Equipo</b>									<b>\$1.11</b>
<b>Auxiliares</b>									
	+ T 0								
							Cantidad : 0.00000	Total	\$0.00
<b>Total de Auxiliares</b>									<b>\$0.00</b>
							INDIRECTOS Y UTILIDADES ( 0.00%)		\$0.00
							Precio Unitario		<b>\$1.74</b>

\*\* UN DÓLARES 74/100 CTVO \*\*

**Gráfico #11: Análisis de Precios Unitarios (Rubro 5.02)**

**6.2. PRESUPUESTO DIRECTO REFERENCIAL.**

 <b>CONSTRUCCIÓN DE LA PRESA DE TIERRA DE LA ESPOL PARQUE DEL CONOCIMIENTO - PARCÓN</b>						
Presupuesto						
Clav	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Total	%
<b>3</b>	<b>CIMENTACIÓN DE LA PRESA</b>					
3.01	EXCAVACIÓN EN SUELO	m3	48,758.10	\$ 1.74	\$ 84,839.09	9.83
3.02	EXCAVACIÓN EN ROCA	m3	2,853.74	\$ 1.74	\$ 4,965.51	0.58
	<b>Total de CIMENTACIÓN DE LA PRESA</b>				<b>\$ 89,804.60</b>	
<b>4</b>	<b>CUERPO DE PRESA</b>					
4.01	NÚCLEO	m3	21,749.09	\$ 3.13	\$ 68,074.65	7.88
4.02	ESPALDONES	m3	174,140.46	\$ 2.77	\$ 482,369.07	55.87
4.04	FILTRO	m3	7,687.75	\$ 17.17	\$ 131,998.67	15.29
4.07	ENROCADO DEL SITIO	m3	5,665.51	\$ 4.70	\$ 26,627.90	3.08
4.08	ENROCADO PRODUCIDO	m3	3,777.01	\$ 4.88	\$ 18,431.81	2.13
4.09	BASE CLASE I	m3	1,014.45	\$ 17.79	\$ 18,047.07	2.09
	<b>Total de CUERPO DE PRESA</b>				<b>\$ 745,549.17</b>	
<b>5</b>	<b>ALIVIADERO</b>					
5.01	EXCAVACIÓN EN SUELO PARA ALIVIADERO	m3	11,295.42	\$ 1.74	\$ 19,654.03	2.28
5.02	EXCAVACIÓN EN ROCA PARA ALIVIADERO	m3	4,840.89	\$ 1.74	\$ 8,423.15	0.98
	<b>Total de ALIVIADERO</b>				<b>\$ 28,077.18</b>	
	<b>Subtotal de Presupuesto</b>				<b>\$ 863,430.95</b>	
				<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES</b>	<b>\$ 0.00</b>	
				<b>Total</b>	<b>\$ 863,430.95</b>	

**Gráfico #12: Presupuesto Directo Referencial**



### 6.3. CUADRO COMPARATIVO DE CANTIDADES Y COSTOS.

CUADRO COMPARATIVO DE CANTIDADES Y COSTOS								
CÓD	RUBRO	UN	CANTIDAD PRESUP.	CANTIDAD CALCUL.	P.UNIT. PRESUP.	P.UNIT. CALCUL.	P.TOTAL PRESUP.	P.TOTAL CALCUL.
<b>3</b>	<b>CIMENTACIÓN DE LA PRESA</b>							
3.02	Excavación en Suelo	m3	56,236.17	48,758.10	3.59	1.74	201,887.85	84,839.09
3.02	Excavación en Roca	m3	4,347.02	2,853.74	4.18	1.74	18,170.54	4,965.51
<b>4</b>	<b>CUERPO DE PRESA</b>							
4.01	Núcleo	m3	33,463.95	21,749.09	5.64	3.13	188,736.68	68,074.65
4.02	Espaldones	m3	221,344.17	174,140.46	4.31	2.77	953,993.37	482,369.07
4.04	Filtro	m3	8,368.56	7,687.75	16.71	17.17	139,838.64	131,998.67
4.07	Enrocado del Sitio	m3	7,213.50	5,665.51	6.05	4.70	43,641.68	26,627.91
4.08	Enrocado Producido	m3	4,809.00	3,777.01	11.95	4.88	57,467.55	18,431.80
4.09	Base Clase I	m3	1,269.20	1,014.45	14.69	17.79	18,644.55	18,047.07
<b>5</b>	<b>ALIVIADERO</b>							
5.01	Excavación en Suelo para Aliviadero	m3	13,470.13	11,295.42	3.59	1.74	48,357.77	19,654.03
5.02	Excavación en Roca para Aliviadero	m3	5,772.91	4,840.89	4.18	1.74	24,130.76	8,423.15
<b>COSTOS TOTALES DEL PRESUPUESTO (\$)</b>							<b>1,694,869.39</b>	<b>863,430.95</b>

Tabla #51: Cuadro comparativo de cantidades y costos





## CAPÍTULO #7

# CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### **CAPÍTULO #7: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**



## 7.1. RESULTADOS OBTENIDOS.

a. De acuerdo a los cálculos realizados para cuantificar las cantidades referenciales de los diferentes rubros analizados, se pudo determinar que existe un incremento significativo en la tabla del Presupuesto Referencial, que va desde un 9% hasta un 52%, obteniendo un incremento promedio de: **25.28%** (analizando los incrementos de todos los rubros), provocando consecuentemente, una disminución en el Presupuesto Referencial, debido a errores en cuantificación de cantidades.

b. De acuerdo a los datos obtenidos en el presente Trabajo de Grado, en base a las diferentes consideraciones determinadas en los ítems anteriores, llegamos a la conclusión de que, existe una reducción significativo del Presupuesto Referencial de los rubros de movimiento de tierras para el Proyecto: Construcción de la Presa de Tierra de la ESPOL, en aproximadamente un **49,06%** del monto final directo propuesto por la entidad Contratante, cuyos valores se detallan a continuación:

- Presupuesto referencial propuesto por la entidad Contratante, de los rubros de movimiento de tierras:

**\$ 1'694.869,39**

- Presupuesto referencial calculado en el presente Trabajo de Grado, de los rubros de movimiento de tierras:

**\$ 863,430.95**

## 7.2. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.



En base al análisis del proceso constructivo que se está empleando actualmente para la construcción de la Presa de Tierra, a continuación se detallan algunas observaciones y recomendaciones para optimizar el trabajo de la maquinaria empleada para la ejecución de los diferentes rubros involucrados en el capítulo de Movimiento de Tierras.

Para dicho trabajo, fue necesario obtener filmaciones y fotografías del equipo de maquinaria pesada que se está utilizando actualmente en obra, dicha información representa la base fundamental con la cual detallamos las siguientes observaciones y recomendaciones para la optimización de su rendimiento:

- a.** En relación al rendimiento general de los operadores, puede evidenciarse que realizan ciclos de trabajo demasiado lentos, provocando así una producción menor a la estimada en el presente trabajo.
  
- b.** Para los trabajos de excavación, se está empleando la Excavadora Hidráulica, observándose un procedimiento de trabajo poco eficiente que implica la carga de material con ángulos de giro mayores a  $90^\circ$ , provocando así pérdida de material de carga y demoras en los tiempos de ciclos. Para optimizar este procedimiento, se podría utilizar el método en el cual, la excavadora se posiciona sobre el material a extraer y lo carga a un transporte situado en un plano inferior, este método permitirá trabajar con ángulos de giro reducidos hasta  $30^\circ$ , logrando con esto, un rendimiento superior al obtenido actualmente en obra.



- c.** Para el desalojo de material, se puede observar que, se están utilizando Semiremolques Basculantes (Bañeras), los cuales no están siendo cargados a su capacidad máxima, provocando menor rendimiento del esperado en obra, además, se puede evidenciar su lentitud para desplazarse y dificultad para realizar maniobras (debido a que no posee tracción total), provocando demoras en su tiempo de ciclo y por consiguiente menor producción horaria.

Para optimizar este procedimiento, se podrían utilizar equipos de transporte que se adapten mejor a las condiciones de obra y que posean mayor facilidad para desplazarse y maniobrar, con la finalidad de obtener menor tiempo en su ciclo de trabajo y mayor producción, por lo cual, se recomienda la utilización de Dumpers Articulado, que debido a sus características de funcionamiento tendrán un rendimiento mayor al obtenido actualmente en obra con Semiremolques Basculantes; sin embargo, una segunda alternativa válida es el uso de una Motoniveladora que realice un trabajo eventual de arreglo de las vías de ingreso y salida de camiones, con la finalidad de mejorar su velocidad de operación.

- d.** La mala ubicación del equipo de transporte de material, provoca que actualmente los Semiremolques Basculantes tengan tiempos de espera demasiado grandes y por consiguiente una utilización improductiva tal, que ocasiona el incremento significativo del costo de producción.



Para optimizar este procedimiento, se propone, disponer de dos Dumpers Articulado ubicados estratégicamente en forma paralela a la Excavadora Hidráulica en un mismo plano, con la finalidad de que sean cargados inmediatamente uno tras otro, evitando así tiempo de posicionamiento del equipo y elevación en los tiempos de ciclo de trabajo; a su vez, el uso de Dumpers Articulado provocará una reducción significativa del costo de producción del material.

- e. Es importante disponer de rutas alternativas para el transporte del material de desalojo, para así evitar incrementos en su tiempo de ciclo, debidos a períodos de espera por la entrada o salida de camiones por una misma ruta. Actualmente se tiene este problema en obra, debido a que solo se cuenta con una vía de acceso para dos grupos de maquinaria de excavación, por lo tanto, se recomienda habilitar rutas de salida y entrada de camiones independientes para cada frente de trabajo.

Determinados estos resultados, es indispensable, realizar un análisis mucho más preciso de los costos unitarios directos que requieren los rubros de las diferentes obras de ingeniería, debido a que, se puede poner en riesgo, la factibilidad del proyecto por costos extremadamente altos, y más aún, cuando se trata de proyectos de interés público social.

### **7.3. ANEXOS DEL CAPÍTULO #7.**



**Foto #26: Equipo Combinado utilizada en Obra**



**Foto #27: Camión de Carga en Utilización Improductiva**

#### **7.4. BIBLIOGRAFÍA:**



- **Manual del Costo de Operación y Posesión para Equipos de Construcción.**

Autor: Ing. Federico von Buchwald de Janon

- **Manual de Rendimiento y Costos de Posesión y Operación CATERPILLAR, Edición 31, Illinois EE.UU. Octubre del 2000.**

Compañía IIASA Caterpillar

- **Cámara Peruana de la Construcción (CAPECO), El Equipo y sus Costos de Operación.**

- **Manual de Movimiento de Tierras.**

Autor: Ing. Juan Tiktin

- **Manual de Costos de Producción Pesada, Carreteras y Puentes, 1992.**

Autor: Ing. Wilfrido Merino

- **Manual de Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes MOP-001-F-2002, TOMO I**

Ministerio de Obras Públicas de la República del Ecuador



**CAPÍTULO #8**  
**ANEXOS:**  
**DESCRIPCIÓN GENERAL DEL**  
**PROYECTO**





## **CAPÍTULO #8: ANEXOS: DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO.**

### **8.1. ESTUDIO GEOLÓGICO DE LA ZONA.**

#### **8.1.1. Geología General:**

El área de estudio está incluida en la Cordillera Chongón Colonche, la cual nace en Durán, atraviesa el río Guayas, y continua en dirección Noroeste hasta Ayampe, Manabí.

La Cordillera Chongón Colonche está constituida principalmente por la formación Cayo que es de edad cretácica, se considera que está integrada por tres miembros geológicos denominados como: Cayo Calentura, Cayo SS y Guayaquil Chert.

#### **8.1.2. Geología Local:**

Tal como se constata en los estudios anteriores, en toda el área de interés aflora la formación geológica Cayo, mediante el Miembro geológico denominado Cayo SS o Cayo Senso Scripto, cuya edad geológica corresponde al Cretácico Medio.

#### **8.1.3. Descripción Litológica:**

En el sitio de la Presa, Aliviadero y Vaso, se encuentra una secuencia de estratos de areniscas de grano medio a fino, limolitas y lutitas ligeramente silicificadas. El espesor o potencia de estratos varía entre 5 a 25 cms., los más finos se presentan bien fragmentados, los más espesos que por tanto son más competentes, presentan las mejores características de resistencia.



En las partes más altas del terreno estudiado, que no son parte del área de Presa, se encuentran secuencias de estratos donde prevalecen las areniscas grawaquicas, que son más potentes, llegando a tener 1 m.

#### **8.1.4. Estructura de la Estratificación:**

Los estratos forman un homoclinal cuya dirección de buzamiento tiene un azimut promedio de  $215^\circ$ , el buzamiento tiene pequeñas variaciones que van de  $15^\circ$  a  $17^\circ$ . Una línea perpendicular al eje de Presa dirigida aguas arriba, varía muy poco con relación al azimut del buzamiento, esto significa que para efectos prácticos el buzamiento o inclinación del cuerpo de estratos está en sentido contrario de la dirección de descarga de las aguas de la quebrada que se va a represar.

#### **8.1.5. Fracturas Tectónicas:**

Se han determinado tres familias de fracturas producto de la acción de los esfuerzos generados por las placas tectónicas. Dichas fracturas son en su mayoría abiertas, con espesores que fluctúan entre 0.5mm y 1mm. El detalle de las mediciones promedio efectuadas es el siguiente:

Familia	Dirección de Buz.	Buzamiento	Espesor	Espaciamiento
F1	$115^\circ$	$90^\circ$	1.0 mm	1.00 m
F2	$30^\circ$	$80^\circ$	0.6 mm	0.80 m

**Tabla #52: Características de Fracturas Tectónicas**



## 8.2. DISEÑO DE LA PRESA.

Las condiciones topográficas y geológicas y la experiencia obtenida en la Presa 1, construida el año 1990, a 1.3 Km de distancia, determinan que el sitio disponible, debe ser construida una Presa de tierra de 21 m de altura. La longitud de la Presa es de 300 m., en la cota 45 en la que habrá una corona de 12 m de ancho. Considerando el máximo nivel de embalse en la cota 42 y la corona en la cota 45 se deduce un borde libre de 3 m.

El resumen de las características de la Presa es el siguiente:

- Tipo de presa: Presa de tierra, zonada con núcleo central de arcilla.
- Altura máxima: 21 m.
- Cota de máximo embalse: 42 m.s.n.m
- Cota de corona: 45 m.s.n.m
- Longitud: 300 m.
- Ancho de corona: 12 m.
- Talud de espaldón aguas arriba: 2:1
- Talud de espaldón aguas abajo: 2:1
- Bermas: 4 m en la cota 37.

### 8.2.1. Elección del sitio de presa:

Teniendo como antecedentes el primer diseño de la Presa efectuado el año 2002, se eligió como primer eje de Presa el que permitiría el mayor volumen de embalse, ubicado a unos 400 m aguas de la confluencia de los dos esteros principales que alimentan el embalse. Dicha elección se efectuó teniendo en cuenta el levantamiento topográfico efectuado el año 2008.



Sin embargo, para llegar a la implantación definitiva del sitio de presa fue necesario analizar adicionalmente las condiciones geológicas y geotécnicas.

Los estudios de campo realizados señalan que la estratificación de la formación geológica Cayo tiene un rumbo y buzamiento favorable para realizar un embalsamiento. También se determinó que las dos familias de fracturas tectónicas (naturales) existentes, tienen direcciones transversales al eje de Presa y cuando no están provistas de suelo residual arcilloso, son conductos, por donde el agua puede fluir con gran facilidad y en caudales importantes.

Como producto de una explotación pétreo indiscriminada, las condiciones geotécnicas del sitio de presa más conveniente, se deterioraron notablemente. Las excavaciones removieron los suelos impermeables los que a la vez se arrojaron a cualquier sitio, para así iniciar la extracción de los materiales rocosos más duros, los materiales rocosos más suaves, intercalados por suelos, se depositaron en las partes bajas. Adicionalmente se constató que existían montones de materiales transportados desde el túnel San Eduardo.

Esta situación determinó que superficialmente aparezcan promontorios que simulan empotramientos, pero que en realidad eran materiales sueltos, muy heterogéneos, que no sirven para empotrar la Presa. Por las razones antes señaladas, para determinar el eje definitivo de Presa, se fueron descartando sistemáticamente varias alternativas de ejes, en función del estudio geotécnico que se iba realizando para cada sitio, llegándose así a determinar el eje definitivo que se ubica a pocas decenas de metros de la confluencia de los esteros principales del vaso.



A pesar de que se han realizado grandes excavaciones se tienen empotramientos rocosos naturales y además, los materiales sueltos depositados en el área de cimentación, tienen el menor espesor.

### **8.2.2. Cimentación de la presa:**

El cuerpo de la Presa descansará en su totalidad sobre terreno firme, esto es, sobre roca sedimentaria resistente de formación Cayo y capas de fragmentos rocosos y suelos compactados.

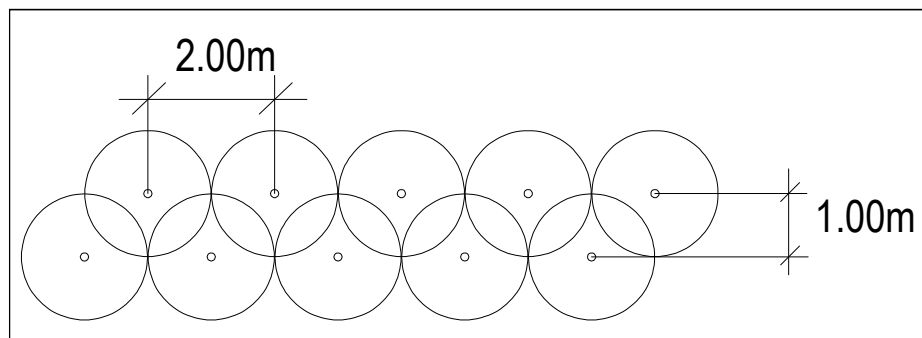
La estratificación es muy favorable para el embalsamiento y para la resistencia portante y al cortante por lo que el cuerpo de la Presa puede emplazarse en una situación muy segura. Sin embargo, debe ser controlada la posibilidad de infiltraciones a través de las fracturas geotectónicas allí existentes, ya que están orientadas en forma transversal al eje de presa.

La solución técnica que se da para bloquear las filtraciones consta de dos elementos. El primero constituye el dentellón del núcleo impermeable que se adentra en niveles rocosos; a continuación se ha diseñado una pantalla de intersección de flujo, inyectando una lechada impermeabilizante a presión, hasta lograr condiciones de estanqueidad.

La pantalla que se logrará mediante la inyección de taladros, con lechadas de cemento y bentonita tratada, tendrá un ancho mínimo de 1 m, una profundidad máxima es de 12 m. en la parte central y mínima de 3 m. en los estribos, todo lo cual se ha determinado en función de la altura de la carga hidrostática que existirá en el embalse.



Se efectuarán perforaciones con taladros de 12 m de profundidad, con un diámetro aproximado de 12.5 cm. Por experiencias previas se conoce que el mínimo radio de acción de la lechada es de 1m, por lo que se logra formar la pantalla, lo que se aprecia en la siguiente vista de planta:



**Gráfico #13: Disposición de perforaciones para inyecciones de lechada.**

### 8.2.3. Empotramientos:

Los apoyos en los costados de la Presa son de una pendiente relativamente suave y estarán constituidos íntegramente por roca, por lo que son totalmente estables.

### 8.2.4. Filtros:

Se propone construir dos tipos de filtro, uno en la cara aguas abajo del núcleo impermeable, cuyo espesor debe ser de 0.50 m y otro como base del espaldón aguas abajo, comunicado con el filtro del núcleo.



### **8.2.5. Cuerpo de la Presa:**

El terraplén de la Presa estará constituido por dos espaldones cuyos taludes simétricos a ambos lados, tienen pendiente de 2:1. Tanto aguas arriba, como aguas abajo, se tiene una berma de 4 m. de ancho, en la cota 37.

En el interior del cuerpo de la Presa se construirá un núcleo simétrico de arcilla impermeable dispuesto desde la cota 43 hacia abajo, para bloquear el flujo a través del terraplén. Tendrá un ancho de 4 m en la parte superior, llegando hasta 8 m de ancho en el dentellón.

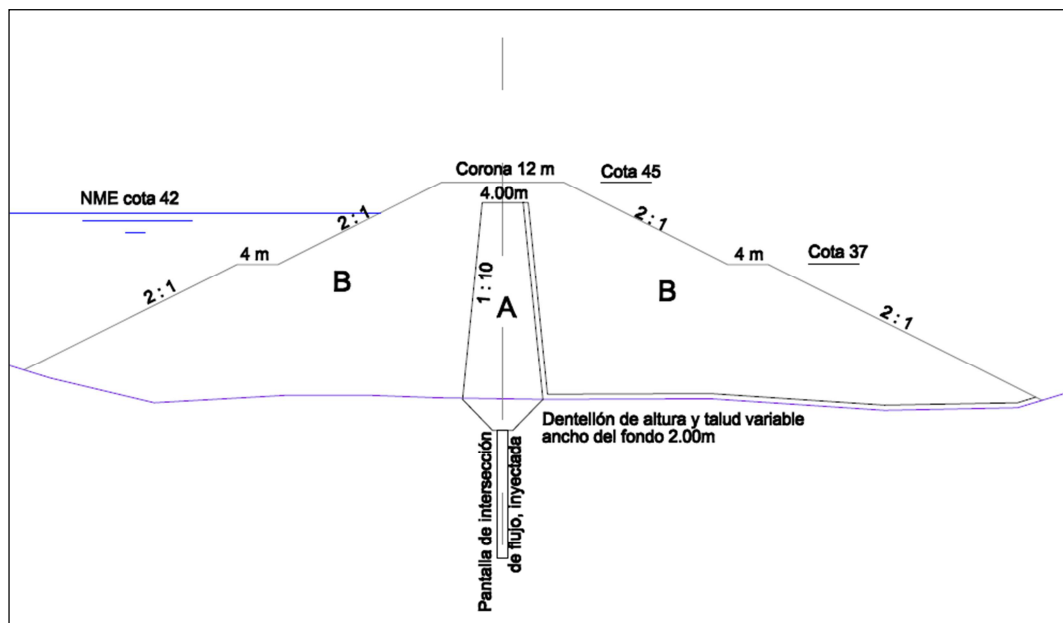
El dentellón es una trinchera excavada en la cimentación de la parte central de la Presa, cuyo objeto es que el núcleo atraviese las capas de material rocoso suelto, permeables, que estarán bajo el nivel del terraplén. Es importante señalar que la cimentación de los espaldones estará apta luego de realizar la limpia total de las capas superficiales y de eliminar los restos orgánicos descompuestos y los vegetales.

Como ya se señaló anteriormente, en la cara aguas abajo del núcleo se ha diseñado una capa de filtro de 50 cm. de espesor, capa que estará conectada al dren filtro del pie de la Presa, con la finalidad de captar las filtraciones y conducir las hacia el drenaje natural de la quebrada represada. Para el control de las filtraciones a través de la cimentación y empotramientos rocosos (con fracturas) de la Presa, se ha diseñado una pantalla de intersección de flujo la misma que será construida a partir del dentellón del núcleo.



El espaldón aguas arriba será protegido con una capa de enrocado de aproximadamente 1 m de espesor, bloques de 0.20 m a 0.30 m de diámetro, materiales rocosos que serán volteados y acomodados manualmente sobre una lámina de geotextil no tejido de 4 mm de espesor.

La sección típica de la Presa que se muestra a continuación se hace constar el material B de los espaldones, el material A del núcleo impermeable; las dos bermas de 4 m en la cota 37, los taludes 2:1 (H:V) de los paramentos y la corona de 12 m de ancho en la cota 45.



**Gráfico #14: Sección transversal típica de la Presa.**

### 8.2.6. Asentamientos:

En los estudios y diseños de la Presa ESPOL1 (en 1984) se estableció un posible asentamiento máximo de 20 cm., asumiendo un comportamiento del terraplén a partir de los ensayos de laboratorio.





Al construir el terraplén se verificó que las condiciones de compactación del material B (areniscas y limolitas de la formación Cayo), eran bastante superiores a las de los estudios, dicho material se dejó compactar a más del 100% del próctor modificado, adquiriendo gran densidad, todo lo cual ha favorecido al excelente comportamiento, durante casi 20 años.

De acuerdo a los resultados obtenidos al construir la Presa ESPOL1, en funcionamiento desde 1999, gracias al tipo de materiales que se utilizaron en dicha obra, que son los mismos que se propone utilizar en el presente proyecto, no se esperan asentamientos.

#### **8.2.7. Obras de excedencia:**

Un vertedor u obra de excedencia es la estructura hidráulica que permite el desalojo de las avenidas una vez que el embalse está lleno. Esta solución evita que el nivel de embalse se eleve y sobrepase la corona de la Presa, en cuyo caso esta sería gravemente afectada y hasta podría colapsar.

Es importante destacar que la Presa cierra una quebrada que se comunica con un canal de hormigón armado que atraviesa la Urbanización la Florida y parte de las cooperativas 29 de abril, Eugenio Cordobés, Pancho Jácome, Gallegos Lara, Unidad Nacional.

Por estas razones las dimensiones de la estructura de vertedor o aliviadero han sido determinadas a partir de las precipitaciones máximas registradas en un periodo de retorno de 25 años, lo que incluye el último fenómeno El Niño.

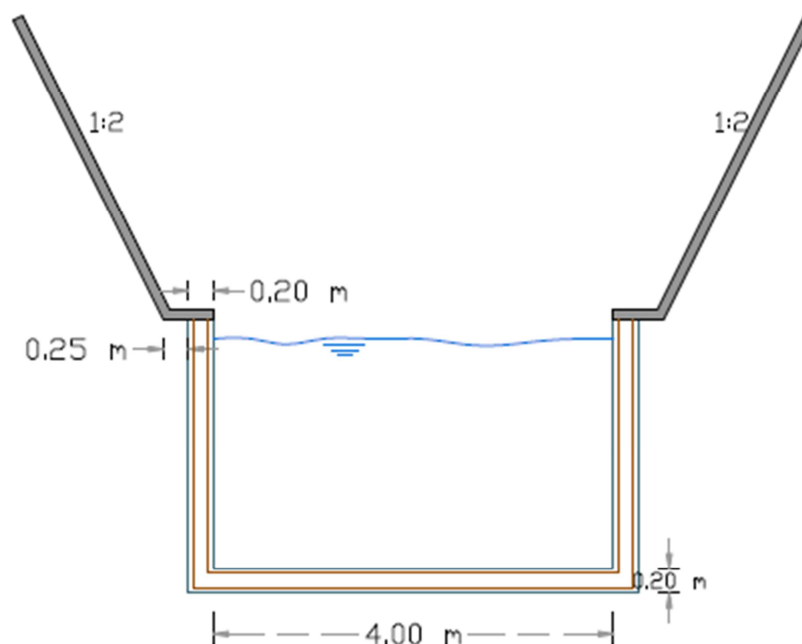


Otro parámetro que está a favor del buen funcionamiento de la Presa constituye la altura del bordo libre adoptado de 3 m, que puede permitir el funcionamiento del vertedor con un mayor tirante de agua, en el caso que se produzcan avenidas aun mayores que la extraordinaria prevista.

El vertedor está conformado por cuatro elementos: canal de aproximación, sección de control o aliviadero, rápida, estructura terminal o dissipador de energía y canal excavado en el terreno del sitio para la descarga.

#### 8.2.7.1. Canal de aproximación:

Es un canal de hormigón armado que sirve para conducir el agua del embalse hasta la obra de control, tiene el mismo ancho de la obra de control y una longitud de 40 metros.



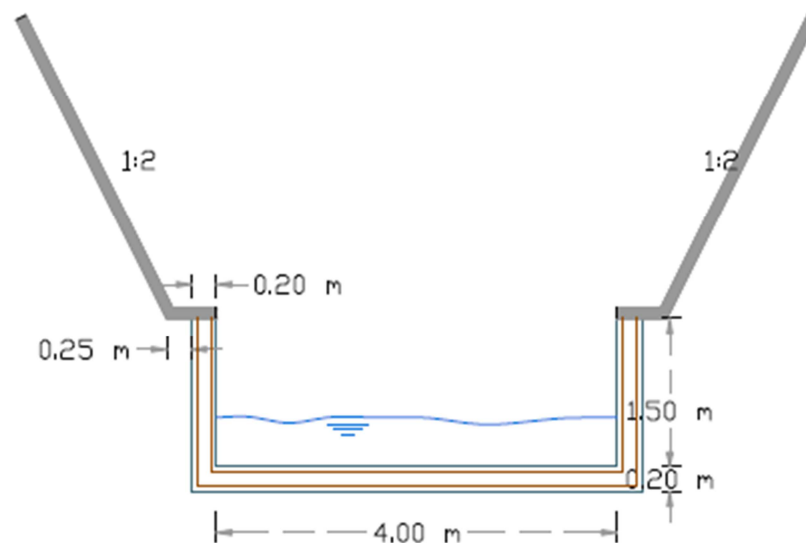
**Gráfico #15: Sección transversal Canal de Hormigón Armado**



### 8.2.7.2. Estructura de control:

Este es uno de los componentes más importantes cuya función es controlar la descarga de agua del embalse cuando el nivel sobrepasa el Nivel de Máximo Embalse (NME), protegiendo a su vez la estabilidad de la presa y evitando la descarga cuando el nivel del embalse está por debajo del NME.

### 8.2.7.3. Rápida:



**Gráfico #16: Sección transversal de la Rápida**

Es importante destacar que los taludes que deben ser excavados a lo largo de vertedor serán estabilizados mediante pernos anclados, malla electrosoldada y una capa de hormigón proyectado de 10 cm de espesor. Esta solución asegurará el buen funcionamiento de la estructura y permitirá la conducción de caudales superiores a los diseñados sin que provoquen erosión.

El único canal que no será revestido es aquel que se tiene en el tramo final de descarga hacia la quebrada natural. Por las características de los materiales por donde debe pasar el canal, para que se mantengan estables, sus taludes tienen una pendiente suave de 2:1.



### 8.3. PROCESO CONSTRUCTIVO DE LA PRESA.

El proceso constructivo de la presa, representa la descripción general de las especificaciones técnicas de los diferentes rubros de Movimiento de Tierra, involucrados dentro del presente análisis de optimización del presupuesto referencial de la Obra: Presa de Tierra de la ESPOL, ubicada en el Parque de Conocimiento (PARCON).

Para la selección de los diferentes rubros de Movimiento de Tierra, se presenta a continuación el Presupuesto Referencial propuesto para la Obra:

PRESUPUESTO REFERENCIAL						
CÓD	RUBRO	UN	CANT	COSTO UNIT	COSTO TOTAL	%
<b>A.</b>	<b>OBRAS CIVILES</b>					
<b>1</b>	<b>PRELIMINARES</b>					
1.01	Instalación Provisional de Agua	un	2.00	282.41	564.82	0.02%
1.02	Instalación Provisional de Electricidad	glb	1.00	474.64	474.64	0.02%
1.03	Caseta de Guardián	m2	8.00	36.64	293.12	0.01%
1.04	Guardianía y Seguridad	mes	4.00	243.97	975.88	0.04%
1.05	Bodega	m2	100.00	38.59	3,859.00	0.15%
1.06	Oficina	m2	40.00	46.41	1,856.40	0.07%
1.07	Baterías Sanitarias	mes	9.00	560.90	5,048.10	0.20%
<b>2</b>	<b>REPLANTEO Y DESBROCE EN GENERAL</b>					
2.01	Replanteo y Trazado	Ha	52.50	57.14	2,999.85	0.12%
2.02	Desbroce y Limpia	m2	60,000.00	2.24	134,400.00	5.40%
<b>3</b>	<b>CIMENTACIÓN DE LA PRESA</b>					
3.02	Excavación en Suelo	m3	56,236.17	3.59	201,887.85	8.11%
3.02	Excavación en Roca	m3	4,347.02	4.18	18,170.54	0.73%
<b>4</b>	<b>CUERPO DE PRESA</b>					
4.01	Núcleo	m3	33,463.95	5.64	188,736.68	7.58%
4.02	Espaldones	m3	221,344.17	4.31	953,993.37	38.31%
4.03	Geotextil (Espaldón)	m2	21,749.93	6.51	141,592.04	5.69%



<b>PRESUPUESTO REFERENCIAL</b>						
<b>CÓD</b>	<b>RUBRO</b>	<b>UN</b>	<b>CANT</b>	<b>COSTO UNIT</b>	<b>COSTO TOTAL</b>	<b>%</b>
4.04	Filtro	m3	8,368.56	16.71	139,838.64	5.62%
4.05	Tubería de Drenaje D=18"	ml	40.85	39.00	1,593.15	0.06%
4.06	Pantalla de Inyecciones	m3	9,653.56	23.38	225,700.23	9.06%
4.07	Enrocado del Sitio	m3	7,213.50	6.05	43,641.68	1.75%
4.08	Enrocado Producido	m3	4,809.00	11.95	57,467.55	2.31%
4.09	Base Clase I	m3	1,269.20	14.69	18,644.55	0.75%
4.10	Carpeta de Rodadura de Hormigón Asfáltico e=2"	m2	2,970.00	6.50	19,305.00	0.78%
<b>5</b>	<b>ALIVIADERO</b>					
5.01	Excavación en Suelo para Aliviadero	m3	13,470.13	3.59	48,357.77	1.94%
5.02	Excavación en Roca para Aliviadero	m3	5,772.91	4.18	24,130.76	0.97%
5.03	Hormigón Armado (Canal de Aliviadero)	m3	577.78	130.91	75,637.18	3.04%
5.04	Hormigón Armado (Sistema de Amortiguación)	m3	1.50	253.31	379.97	0.02%
5.05	Pernos de Anclaje	ml	1,469.57	35.86	52,698.78	2.12%
5.06	Malla electrosoldada 15x15x5.5 + Pernos de Sujeción	m2	912.78	10.78	9,839.77	0.40%
5.07	Hormigón Proyectado e=10 cm.	m2	912.78	57.01	52,037.59	2.09%
5.08	Drenes - Filtro	ml	1,469.57	33.19	48,775.03	1.96%
<b>B.</b>	<b>VARIOS</b>					
<b>6</b>	<b>ENSAYOS</b>					
6.01	Ensayos de Campo y Laboratorio	glb	1.00	12,937.50	12,937.50	0.52%
<b>7</b>	<b>ELEMENTOS DE PROTECCIÓN E INFORMACIÓN</b>					
7.01	Cinta Reflectiva	un	20.00	34.50	690.00	0.03%
7.02	Señales Luminosas	un	15.00	51.75	776.25	0.03%
7.03	Letreros Reflectivos	un	15.00	46.00	690.00	0.03%
7.04	Rótulo Informativo de la Obra	un	3.00	86.25	258.75	0.01%
7.05	Implementos de Seguridad Personal	un	30.00	73.03	2,190.90	0.09%

<b>COSTO TOTAL REFERENCIAL (\$)</b>	<b>2,490,443.34</b>	<b>100.00%</b>
-------------------------------------	---------------------	----------------

**Son:** Dos millones cuatrocientos noventa mil cuatrocientos cuarenta y tres 34/100 DÓLARES AMERICANOS.

**Tabla #53: Presupuesto Referencial Directo Total**



Debido a que se trata de una obra en la cual, los rubros de Movimiento de Tierras, representan el mayor costo del presupuesto total del proyecto, se analizarán diferentes alternativas de equipo pesado a utilizarse para cada trabajo, con la finalidad de optimizar su precio unitario y obtener una reducción en el costo total del proyecto.

A continuación se detalla el Presupuesto Referencial de los rubros correspondientes a los trabajos de Movimiento de Tierras del proyecto: Presa de Tierra de la ESPOL:

<b>PRESUPUESTO REFERENCIAL DE MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>						
<b>CÓD</b>	<b>RUBRO</b>	<b>UN</b>	<b>CANT</b>	<b>COSTO UNIT</b>	<b>COSTO TOTAL</b>	<b>%</b>
<b>3</b>	<b>CIMENTACIÓN DE LA PRESA</b>					
3.02	Excavación en Suelo	m3	56,236.17	3.59	201,887.85	8.11%
3.02	Excavación en Roca	m3	4,347.02	4.18	18,170.54	0.73%
<b>4</b>	<b>CUERPO DE PRESA</b>					
4.01	Núcleo	m3	33,463.95	5.64	188,736.68	7.58%
4.02	Espaldones	m3	221,344.17	4.31	953,993.37	38.31%
4.04	Filtro	m3	8,368.56	16.71	139,838.64	5.62%
4.07	Enrocado del Sitio	m3	7,213.50	6.05	43,641.68	1.75%
4.08	Enrocado Producido	m3	4,809.00	11.95	57,467.55	2.31%
4.09	Base Clase I	m3	1,269.20	14.69	18,644.55	0.75%
<b>5</b>	<b>ALIVIADERO</b>					
5.01	Excavación en Suelo para Aliviadero	m3	13,470.13	3.59	48,357.77	1.94%
5.02	Excavación en Roca para Aliviadero	m3	5,772.91	4.18	24,130.76	0.97%
<b>COSTO TOTAL REFERENCIAL DEL MOVIMIENTO DE TIERRAS (\$)</b>					<b>1,694,869.39</b>	<b>68.05%</b>

**Son:** Un millón seiscientos noventa y cuatro mil ochocientos sesenta y nueve 39/100 DÓLARES AMERICANOS.

**Tabla #54: Presupuesto Referencial Directo de Movimiento de Tierras**



El presupuesto de los rubros de Movimiento de Tierras, como se puede observar en la tabla mostrada, representa el 68,05% del costo total referencial del proyecto.

A continuación se describen las especificaciones técnicas de los rubros mencionados anteriormente:

### **8.3.1. Cimentación de la Presa (Código 3):**

Para cimentar el cuerpo de la Presa se requiere realizar excavaciones tanto en suelos, como en estratos rocosos meteorizados existentes a lo largo del eje de Presa, en ningún caso las excavaciones deben ser realizadas empleando métodos de voladura.

Esta especificación incluye los requisitos para la explanación en terraplén y corte necesarios para alcanzar los niveles indicados en los planos (PPC 8 y PPC 9). También se estipulan los procedimientos para el retiro, reemplazo y ubicación de materiales no aptos, el manejo de aguas, la disposición de materiales sobrantes y la remoción de derrumbes.

Lo que consta a continuación también se refiere a la ejecución de las excavaciones requeridas para la obra; así como su precio y pago constituyen la compensación total de: el suministro de mano de obra, equipos y materiales necesarios para la correcta y completa ejecución de las excavaciones de acuerdo con los alineamientos pendientes y cotas indicadas en los planos u ordenadas y aprobadas; se incluyen en este ítem, los trabajos necesarios para preparar la superficie de los taludes ya construidos que hayan de tener posteriormente tratamientos especiales.



### **8.3.1.1. Excavación en Suelo (Código 3.01):**

- **Descripción:**

Se considerará como materiales de excavación en suelos, todos aquellos materiales distintos de roca tales como tierra, cascajo, arcilla, conglomerados y roca descompuesta, dura o blanda, que puedan ser retirados con equipo manual de excavación. También quedarán incluidas en esta denominación todas las masas de roca sólida que no excedan de medio metro cúbico de volumen. Cuando se encuentre material que el Constructor considere que deba clasificarse como excavación en roca, se deberá notificar inmediatamente y obtener la aprobación y se deberá suspender la excavación hasta que se haya medido el material y aprobado la clasificación; cualquier excavación de esta naturaleza hecha por el Constructor sin cumplir con este último requisito, se clasificará como excavación en suelos.

Se considerará como excavación en tierra todo el material que se puede excavar a mano o por medios mecánicos, sin recurrir a taladros, barrenos y explosivos. Según esta definición se incluye como tierra toda excavación en gravas, arenas y la excavación de la capa superficial de la base de la presa, que serán necesarios remover para la fundación de la presa.

- **Procedimiento de trabajo:**

El Constructor excavará según las líneas, taludes y dimensiones mostradas en los planos antes citados, y las ordenanzas por el Fiscalizador. Removerá y almacenará toda la tierra y materiales similares encontrados en cortes abiertos para el dentellón y la cimentación de la Presa.





Previa a todo trabajo de excavación en tierra, el constructor debe asegurarse que se haga la remoción de la capa vegetal.

Todo material resultante de la excavación que sea adecuada y aprovechable a criterio del fiscalizador, deberá ser utilizado para la construcción de terraplenes o rellenos u otros usos, de acuerdo a lo indicado por el fiscalizador.

Para el transporte del material no utilizable proveniente de las excavaciones hasta los sitios de depósito de desechos, señalados por el Fiscalizador, el Constructor habilitará sus propios caminos de acceso cuyos trazados no interferirán con los diversos elementos de las obras y deberá ser aprobado por la Fiscalización.

- **Destino del material excavado:**

Tanto la selección del material como su empleo, sitio de uso y almacenamiento deberán constar con la aprobación del Fiscalizador. El resto del material excavado no utilizable en la obra será removido del sitio, transportado y echado en los sitios señalados en los planos e indicados por el Fiscalizador. Cuando las condiciones del trabajo permitan la remoción del material excavado consistirá sólo en empujar la tierra fuera del sitio de la obra, como parte de las operaciones de las excavaciones.

- **Entibado y apuntalamiento:**

Los cortes y excavaciones, de manera general, no requerirán de entibados, ni apuntalamientos de manera sistemática.



Sin embargo, si tal trabajo se requiriese en zonas aisladas y pequeñas debido a derrumbes, socavaciones y movimientos locales, el Constructor utilizará y apuntalará las zonas afectadas donde él lo considere necesario para la seguridad de los trabajos.

- **Bombeo y drenaje:**

El Constructor hará todo el trabajo de bombeo y drenaje requerido junto a la ejecución de las excavaciones y con la construcción de las estructuras y otros elementos.

El Constructor utilizará sistemas y programas de bombeo y drenajes apropiados para la satisfactoria ejecución del trabajo, siendo su exclusiva responsabilidad lo adecuado de tales sistemas. El Ingeniero previo a estos trabajos, presentará al Fiscalizador su plan de trabajo para la aprobación.

- **Límites, modificaciones y excavaciones no autorizadas:**

La excavación en tierra será ejecutada con las dimensiones, niveles, y taludes indicados en los planos. El Constructor podrá ejecutar las excavaciones utilizando maquinaria y equipos apropiados.

Después de que se haya terminado la excavación hasta el nivel indicado, se deberá recompactar los materiales que deberán permanecer en su lugar pero que han sido aflojados o alterados por las operaciones de excavación.

La recompactación deberá hacerse hasta obtener una condición firme y estable a una densidad igual o mayor a la del material adyacente al afectado.



En conclusión, se considerará como excavación en suelo, la que se deba realizar para llegar a los niveles de estratos rocosos, sobre los cuales se asentarán los espaldones y el cuerpo de la Presa.

#### **8.3.1.2. Excavación en Roca (Código 3.02):**

- **Descripción:**

Se considerará como material de excavación en roca, todos los materiales que no estén incluidos en el ítem anterior y que no puedan ser retirados con equipo manual de excavación, sino, por medio de maquinaria destinada a la remoción de rocas. En ningún caso se utilizará métodos de voladura.

- **Materiales:**

Estratos rocosos de la Formación Cayo existentes en el área de Presa.

- **Definición:**

Se considerará como excavación de roca todo material cuya excavación requiera a juicio del Fiscalizador al empleo sistemático y continuo de martillo neumático, puntas, taladro, y de maquinaria especial.

**Excavación en roca blanda**, incluye los dos primeros metros de las excavaciones de empotramientos, dentellón y pantalla de la presa.

**Excavación en roca semidura**, incluye parte de las excavaciones para la pantalla.



En conclusión, se considerará como excavación en roca, la que se deba realizar para construir la cimentación del núcleo o dentellón de la Presa.

- **Procedimiento de trabajo:**

El Ingeniero excavará según las líneas, taludes y dimensiones mostradas en los planos u órdenes del Fiscalización, el material rocoso encontrado en corte abierto para el dentellón y cimentación de la Presa.

Se deberán remover los estratos rocosos en la medida que sea necesario para obtener los niveles terminados, u otros límites para la excavación. Los materiales utilizables que se obtengan como resultado de la excavación se deberán utilizar para la construcción de rellenos, terraplenes y para el reemplazo de materiales no aptos.

Para la excavación del dentellón, se llegará hasta que aparezca la roca, o en su defecto a dos metros y medio de profundidad como mínimo bajo en nivel del terreno natural. Para este caso las líneas y profundidades indicadas en el plano PPC 9 son de carácter aproximado y se procederá según las indicaciones del Fiscalizador.

El Constructor deberá adoptar procedimientos de excavación, tales que en ningún momento se ponga en peligro la estabilidad de los taludes y la seguridad de su personal. El método de excavación a utilizar deberá ser aprobado previamente, pero la aprobación por parte de ésta y los procedimientos de excavación no releva en ninguna forma la responsabilidad del Contratista.



El Contratista deberá suministrar los equipos y materiales necesarios para mantener a su costo todos los sistemas temporales de drenaje y bombeo necesarios para drenar el agua superficial de las fundaciones y taludes excavados y para mantener estas superficies libres de agua y protegidos contra la erosión.

Todos los daños resultantes de las operaciones del Contratista durante la excavación, incluyendo daños a las fundaciones, a las superficies excavadas o cualquier estructura existente, deberán ser reparados por cuenta del Contratista y a entera satisfacción.

Si en cualquier parte el material del fondo de la excavación es alterado o aflojado durante las excavaciones o por cualquier otro motivo, el Contratista deberá removerlo y reemplazarlo con material seleccionado conforme a las indicaciones aprobadas. Este trabajo se deberá realizar por cuenta del Contratista; si le es imputable.

Si durante el proceso de excavaciones aparece material suelto o algún otro material no previsto, y se encuentra necesario modificar en algún sitio la forma de excavación incluyendo ir a mayor profundidad, modificar los taludes laterales, alisamientos o terminado adicional de los taludes, o cualquier otro trabajo no previsto, el Constructor hará los trabajos previo a la autorización escrita del Fiscalizador. En general, cualquier excavación adicional fuera de los límites especificados en los planos será previamente ordenada por el Fiscalizador.



El Constructor deberá corregir las condiciones resultantes de una excavación no autorizada con concreto adicional, enrocado, material de terraplén compactado, etc., o cualquier otro material que exija el Fiscalizador. Transportará y botará el material no utilizable proveniente de las excavaciones en rocas a juicio del Fiscalizador. El material calificado será depositado en los sitios para la construcción del enrocado en los sitios señalados en planos e indicados por el Fiscalizador.

- **Límites, modificaciones y excavaciones no autorizadas:**

La roca se excavará hasta las líneas y niveles mostrados en los planos u órdenes del Fiscalizador.

Si durante el proceso de la obra se encuentra necesario modificar en algún sitio la forma de la excavación, incluyendo ir a mayor profundidad, modificar los taludes laterales o cualquier otro similar, el Ingeniero hará los trabajos previa autorización escrita del Fiscalizador.

### **8.3.2. Cuerpo de la Presa (Código 4):**

#### **8.3.2.1. Núcleo (Código 4.01):**

- **Descripción:**

El núcleo constituye la barrera impermeable en el interior del cuerpo de la Presa, para lo cual se utiliza suelo arcillosos compactados, denominados en la Memoria Técnica como material tipo A.



- **Materiales:**

Arcillas y suelos arcillo limosos extraídos de los préstamos que se encuentran a 1.2 Km. de distancia del sitio de Presa.

- **Procedimiento de trabajo:**

Para su construcción el núcleo debe partir de un dentellón de la cimentación del terraplén que está aproximadamente en la cota 20, desde donde mediante capas de 0.30 m de espesor se debe ir elevando, hasta el nivel de los espaldones y continuar conforme estos van desarrollándose. El núcleo está dispuesto simétricamente con taludes 1:10 en el centro del terraplén y llega a la cota 40, conforme se indica en los planos de diseño (ver plano PPC 8).

El material arcilloso debe ser compactado en capas continuas, homogéneas y regulares, como mínimo al 96% del próctor estándar. Dependiendo del grado de humedad, el suelo arcilloso puede requerir de humidificación, lo cual preferentemente debe ser logrado en el préstamo.

El núcleo estará protegido, en el paramento aguas abajo, por una capa de filtro el cual debe ser compactado al mismo tiempo.

### **8.3.2.2. Espaldones (Código 4.02):**

- **Descripción:**



Constituyen los paramentos de la Presa, lo mismo que permite que esta sea estable, inclusive en condiciones críticas, que para el caso presente constituye la ocurrencia de sismos de alta intensidad con la máxima carga de embalse, ya que no se admiten posibilidades de desembalse rápido.

Los espaldones serán conformados por suelos limo-areno arcillosos con clastos y/o fragmentos de roca (material tipo B)

El espaldón aguas arriba será protegido por un enrocado de 1 m. de ancho, colocado por volteo y a mano sobre una lámina de geotextil. En el espaldón aguas abajo se ha previsto colocar suelos limo arcillosos ricos en nutrientes, con taludes no menores que 2.5:1.

- **Materiales:**

Suelos areno limosos arcillosos con clastos provenientes de la areniscas y limolitas meteorizadas de la formación Cayo, que se encuentran en el vaso y sectores adyacentes al sitio de Presa.

- **Procedimiento de trabajo:**

Los espaldones que son simétricos con taludes de pendiente 2:1 estarán compuestos de material procedente de las excavaciones, que actualmente constituye material removido del Miembro Cayo SS (material tipo B) y del que se puede extraer del vaso. Se tienen dos bermas simétricas de 4 m. de ancho, en ambos taludes y en la cota 37 (ver plano PPC 8).





Esta parte del cuerpo de la Presa se realizará al mismo tiempo que el núcleo y el filtro del paramento aguas abajo. La compactación se efectuará en capas regulares y continuas de 0.30 m, con el correspondiente humedecimiento para lograr un próctor estándar no menor que el 96 %.

### **8.3.2.3. Filtro (Código 4.04):**

- **Descripción:**

Constituye la solución para controlar las filtraciones de la Presa que con el tiempo se van a dar a través del núcleo, por estas razones el filtro será colocado en la cara del núcleo que está en el paramento aguas abajo que a la vez está comunicado con otra capa del mismo material que será colocada en la cimentación de ese mismo paramento. El destino final de las filtraciones será una tubería que conducirá las aguas hacia la quebrada de drenaje.

De lo anteriormente señalado, se concluye, que el volumen de material de filtro total, será la suma del volumen de filtro vertical y horizontal, colocado aguas debajo de la Presa.

- **Materiales:**

Arena media del Río Chimbo en Yaguachi y Piedra Chispa # 9.

- **Procedimiento de trabajo:**

El filtro se colocará al mismo tiempo que los espaldones y el núcleo en el paramento aguas abajo.



La compactación se efectuará en capas regulares y continuas de 0.30 m, con el correspondiente humedecimiento para lograr un próctor estándar no menor que el 96 % (plano PPC 8).

#### **8.3.2.4. Enrocado del Sitio (Código 4.07):**

- **Descripción:**

Son los bloques de roca actualmente disponibles en el sitio de Presa, cuyo objetivo es proteger el terraplén del paramento aguas arriba de la Presa.

Se estima que el 60% del volumen total requerido de enrocado, será de este tipo, es decir, de rocas que se encuentran disponibles en el sitio de Presa.

- **Materiales:**

Constituyen los bloques remanentes de la explotación pétreo, en forma de canteras, del lugar. Se deben seleccionar los bloques de roca con un contenido silicio que permita su cohesión y resistencia, preferentemente que tengan diámetros comprendidos entre 20 y 40 cm. pudiendo ser mayores.

- **Procedimiento de trabajo:**

El espaldón aguas arriba será protegido por un enrocado de un espesor aproximado de 1 m, pudiendo ser mayor, colocado por volteo y manualmente sobre el geotextil antes mencionado (plano PPC 8). Se recomienda el uso de un equipo compactador para lograr mayor acople de las rocas entre sí.



### **8.3.2.5. Enrocado Producido (Código 4.08):**

- **Descripción:**

Son los bloques de roca que deben ser eventualmente producido en las cercanías al sitio de Presa, cuyo objetivo es proteger el terraplén del paramento aguas arriba de la Presa.

Se estima que el 40% del volumen total requerido de enrocado, será de este tipo, producido en las cercanías al sitio de Presa.

- **Materiales:**

Constituyen los bloques de roca con un contenido silicio que permita su mejor cohesión y resistencia, preferentemente que tengan diámetros comprendidos entre 20 y 40 cm., pudiendo ser mayores.

- **Procedimiento de trabajo:**

Se deben seleccionar frentes de explotación fuera del sitio de Presa, concretamente el área de emplazamiento de la Presa y sus empotramientos. Se recomienda el uso de un equipo compactador para lograr mayor acople de las rocas entre sí.

### **8.3.2.6. Base Clase I (Código 4.09):**

- **Descripción:**



Este trabajo consistirá en la construcción de una capa de Base e = 0.30 m., compuesta por agregados triturados total o parcialmente o cribados, estabilizados con agregados finos procedentes de la trituración, o suelos finos seleccionados, o ambos.

La capa de base se colocará sobre la corona de la presa previamente preparada y aprobada, y de acuerdo con los alineamientos, pendientes y sección transversal establecida en los planos o en las disposiciones especiales.

- **Materiales:**

La base de agregados clase I está constituida por agregados gruesos y finos, triturados en un 100% y tendrá como especificaciones, el límite líquido de la fracción que pasa el tamiz # 40 deberá ser menor de 25 y el índice de plasticidad menor de 6. El porcentaje de desgastes por abrasión de los agregados será menor del 40% y el valor de soporte de CBR deberá ser igual o mayor al 80%.

- **Sección y Mezclado:**

Los agregados preparados para base, deberán cumplir la granulometría y más condiciones de la clase de base especificada en el contrato.

Durante el proceso de explotación, trituración o cribado, el contratista efectuará la selección y mezcla de los agregados en planta, a fin de lograr la granulometría apropiada en el material que será transportado a la obra.



- **Tendido y conformación:**

Una vez mezclado e hidratado en planta el material de base, deberá cargarse directamente en algún equipo de transportación, evitándose la segregación, y transportado al sitio para ser esparcido por medio de distribuidoras apropiadas, en franjas de espesor uniformes que cubran el ancho determinado en la sección transversal especificada.

De inmediato se procederá a la conformación y compactación de tal manera que la base determinada avance a una distancia conveniente de la distribución.

En ningún punto de la capa de base terminada, el espesor deberá variar en más de 1 cm. con el espesor indicado en los planos.

### **8.3.3. Aliviadero (Código 5):**

Es la estructura hidráulica que permite el control de las avenidas o crecida que ingresan al vaso o reservorio, para evitar que el cuerpo de la Presa sea desbordado.

El aliviadero o vertedor ha sido diseñado cerca al empotramiento izquierdo de la Presa, será un conducto de canal con secciones especialmente diseñadas bajo conceptos hidráulicos.



Esta estructura incluirá: canal de aproximación en la cota 41, cimacio tipo Creager en la cota 41.80, rápida, sistema de amortiguación y canal de descarga en el cual avanzará hasta la quebrada, que por estar rellena, deberá ser acondicionada mediante excavaciones formando un canal de taludes tendidos que permitan el rápido y seguro desalojo de las aguas hasta la quebrada natural.

El aliviadero tendrá una longitud total de 410 m, con una capacidad de descarga de  $9.4 \text{ m}^3/\text{seg.}$ , en condiciones de precipitaciones severas.

#### **8.3.3.1. Excavación en Suelo para Aliviadero (Código 5.01):**

- **Descripción:**

Para construir el canal aliviadero y hasta profundidades variable entre 1 y 3 metros se deberá excavar en suelos residuales, suelos coluviales y roca muy meteorizada.

Se estima que el 70% del volumen total de excavación para la construcción del aliviadero, será de este tipo, es decir, de excavación en suelos residuales, suelos coluviales y roca muy meteorizada.

- **Materiales:**

Suelos residuales, suelos coluviales y roca muy meteorizada.



- **Procedimiento de trabajo:**

Partiendo del replanteo, el desbroce y limpia de la franja de terreno que tenga 2 m. más a los lados de las trazas horizontales de los taludes, se procederá primero a excavar la capa de suelos húmicos, debiendo este material ser transportado y amontonado para ser utilizado en la re vegetación de áreas. Las capas de arcilla limosa

que se encuentra a continuación serán transportadas al sitio de Presa para ser utilizadas como material A. La excavación continuará hasta llegar a la roca muy meteorizada y el material producido será almacenado cerca al sitio de Presa (plano PPC 10).

### **8.3.3.2. Excavación en Roca para Aliviadero (Código 5.02):**

- **Descripción:**

Se trata de excavar estratos rocosos duros de la Formación Cayo que pueden encontrarse a más de 1 a 3 metros medidos desde la superficie del terreno.

Se estima que el 30% del volumen total de excavación para la construcción del aliviadero, será de este tipo, es decir, de excavación de estratos de areniscas y limolitas de la formación Cayo.

- **Materiales:**

Estratos de areniscas y limolitas algo silicificadas de la formación Cayo.



- **Procedimiento de trabajo:**

Después del nivel de roca muy meteorizada se deberá avanzar con la excavación hasta llegar a los perfiles establecidos en el diseño, siendo posible que el brazo de la excavadora de oruga no sea capaz de realizar la excavación, de ser este el caso, se requerirá emplear técnicas voladura controlada, con micro retardo, para evitar afectaciones a la estructura de los estratos rocosos (ver plano PPC 10).

El Constructor excavará según las líneas, taludes y dimensiones mostradas en los planos u ordenadas por Fiscalización.

#### **8.4. ESQUEMA GRÁFICO DE LA PRESA Y ALIVIADERO.**





PERFIL TÍPICO DE LA PRESA

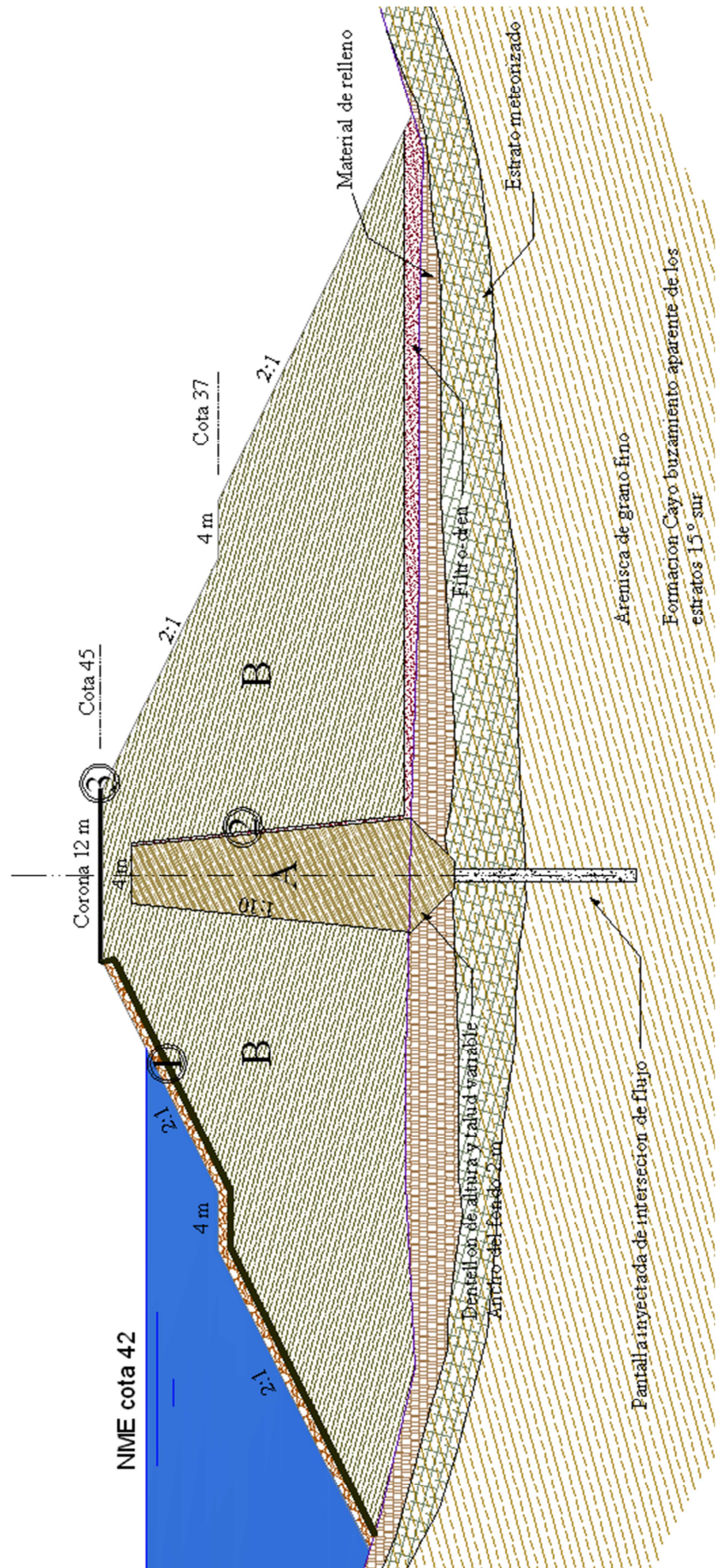


Gráfico #17: Estratigrafía típica de la Presa

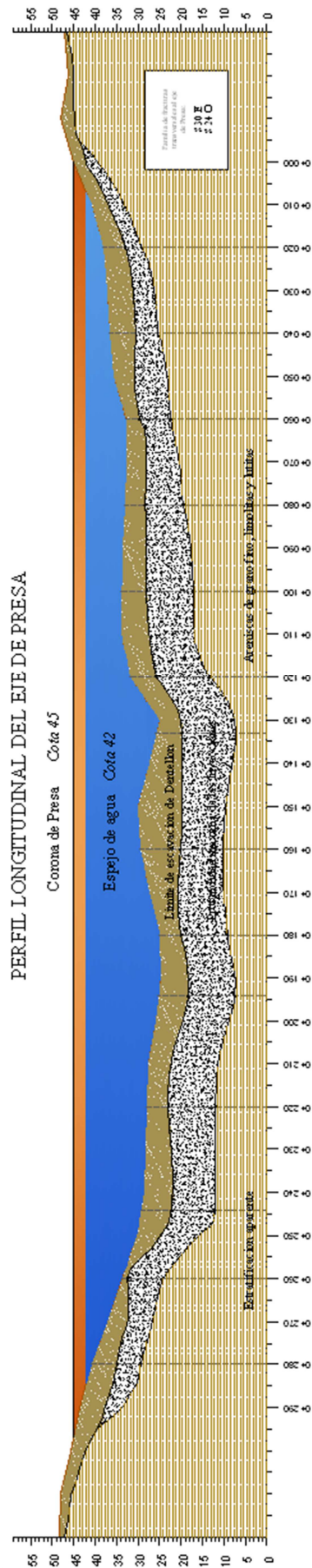


Gráfico #18: Perfil longitudinal del eje de Presa



PERFIL LONGITUDINAL DEL EJE DEL VERTEDOR

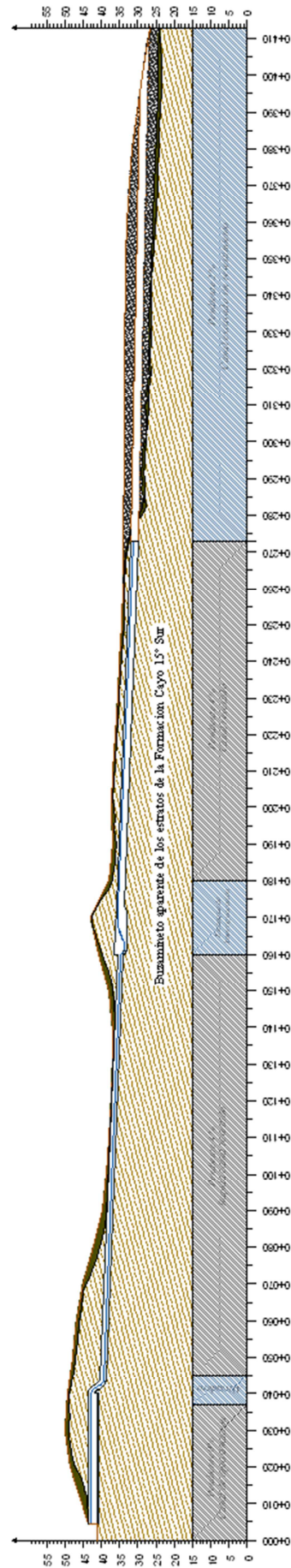


Gráfico #19: Perfil longitudinal del eje del Vertedor

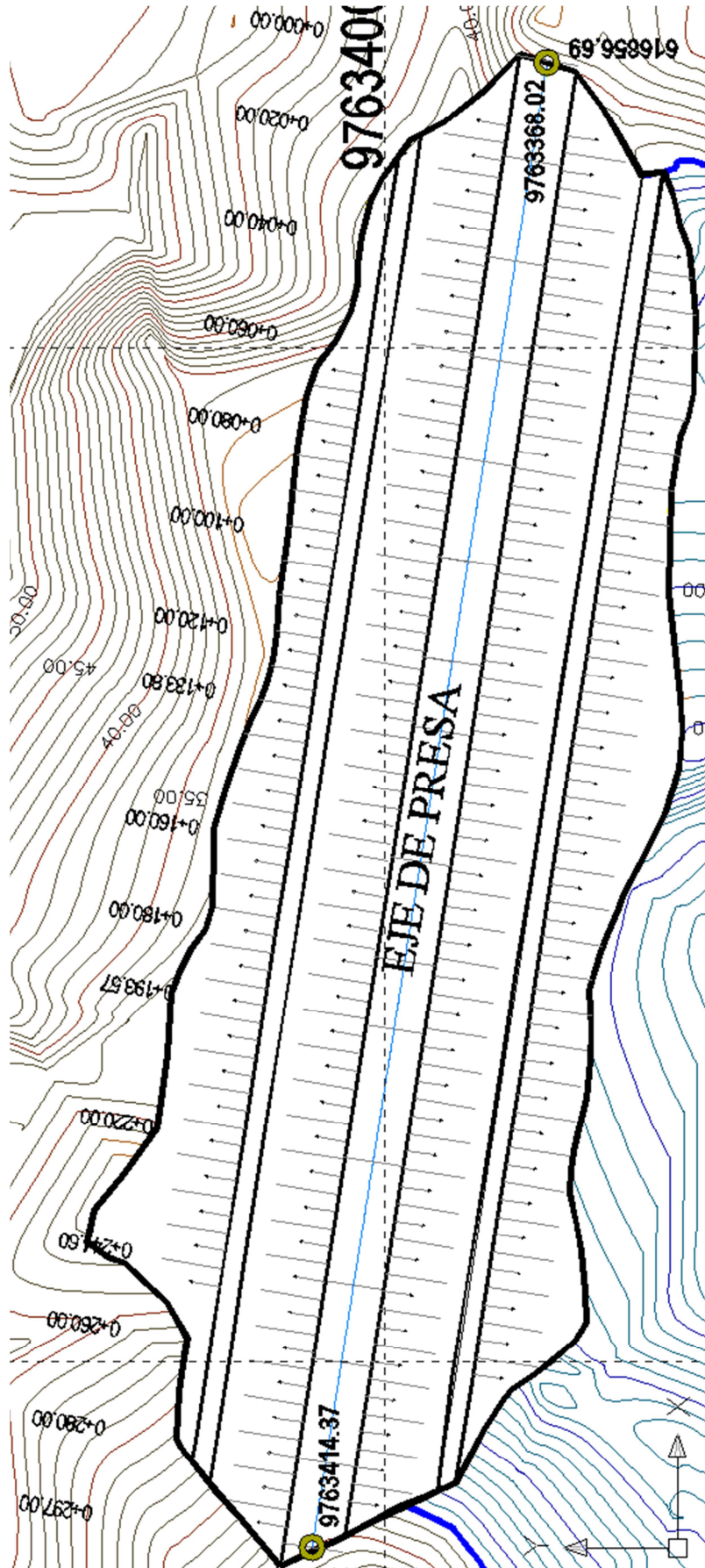


Gráfico #20: Implantación del Eje de la Presa

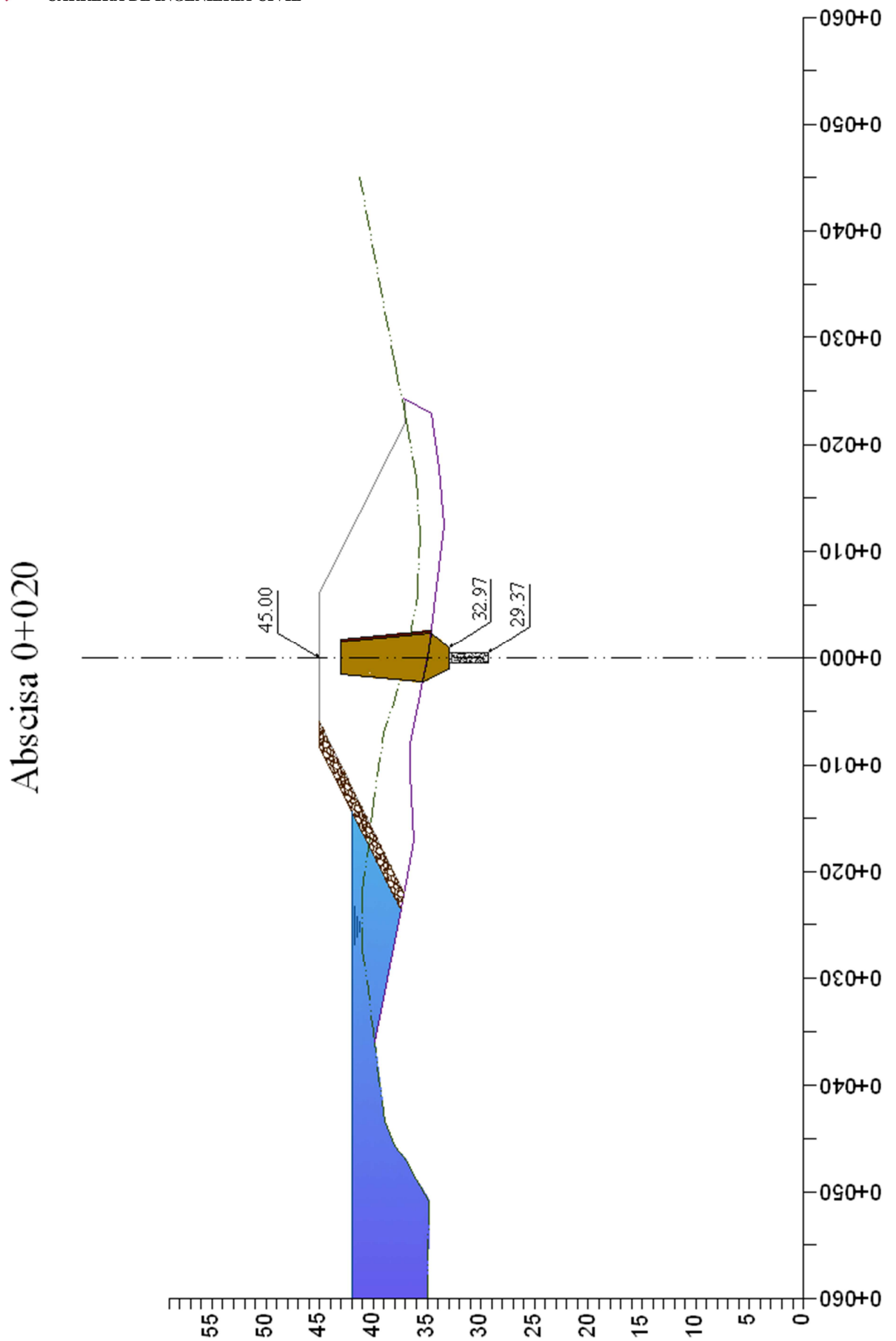


Gráfico #21: Perfil transversal de eje de Presa abscisa 0+20

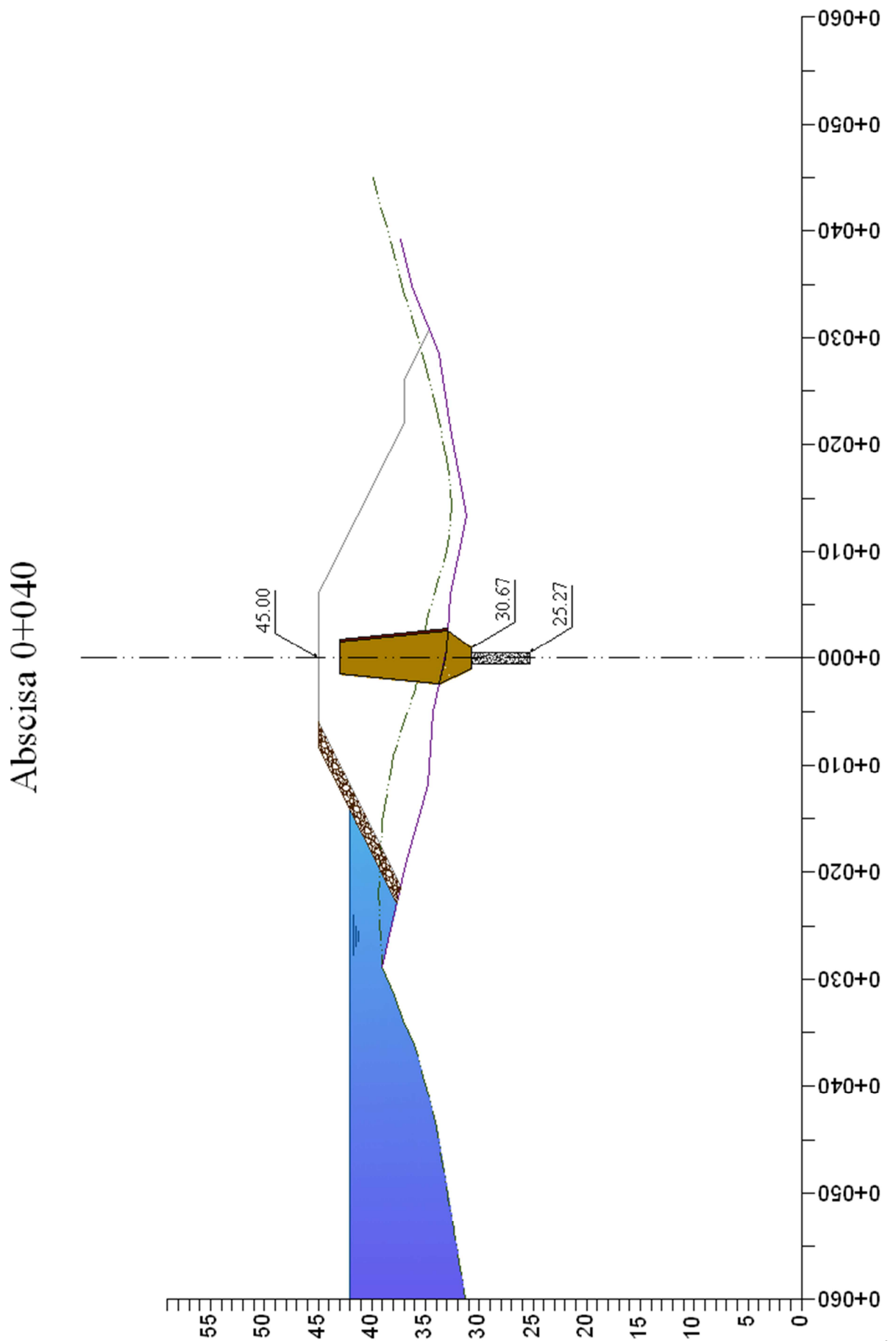


Gráfico #22: Perfil transversal del eje de Presa abscisa 0+040

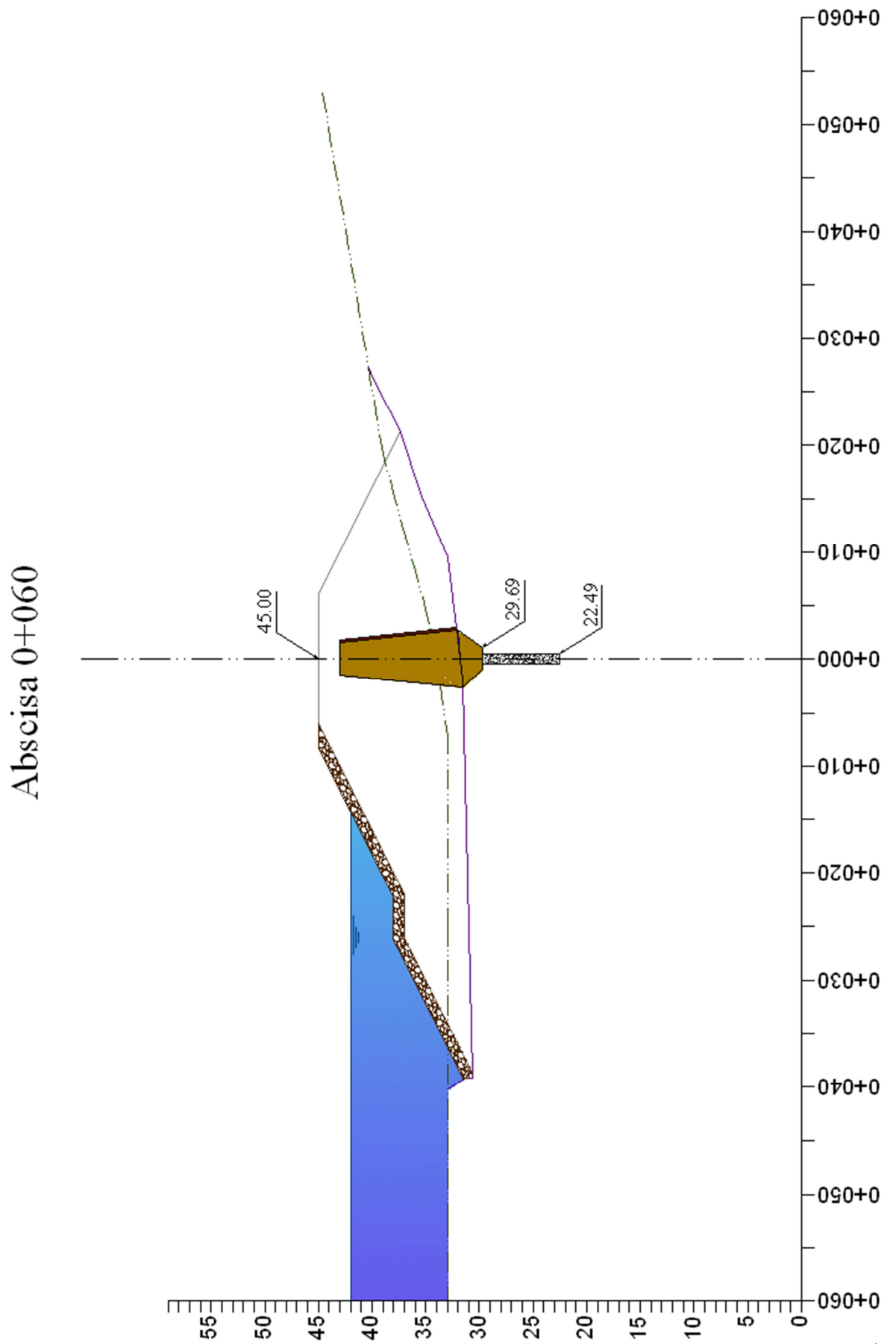


Gráfico #23: Perfil transversal del eje de la Presa abscisa 0+60

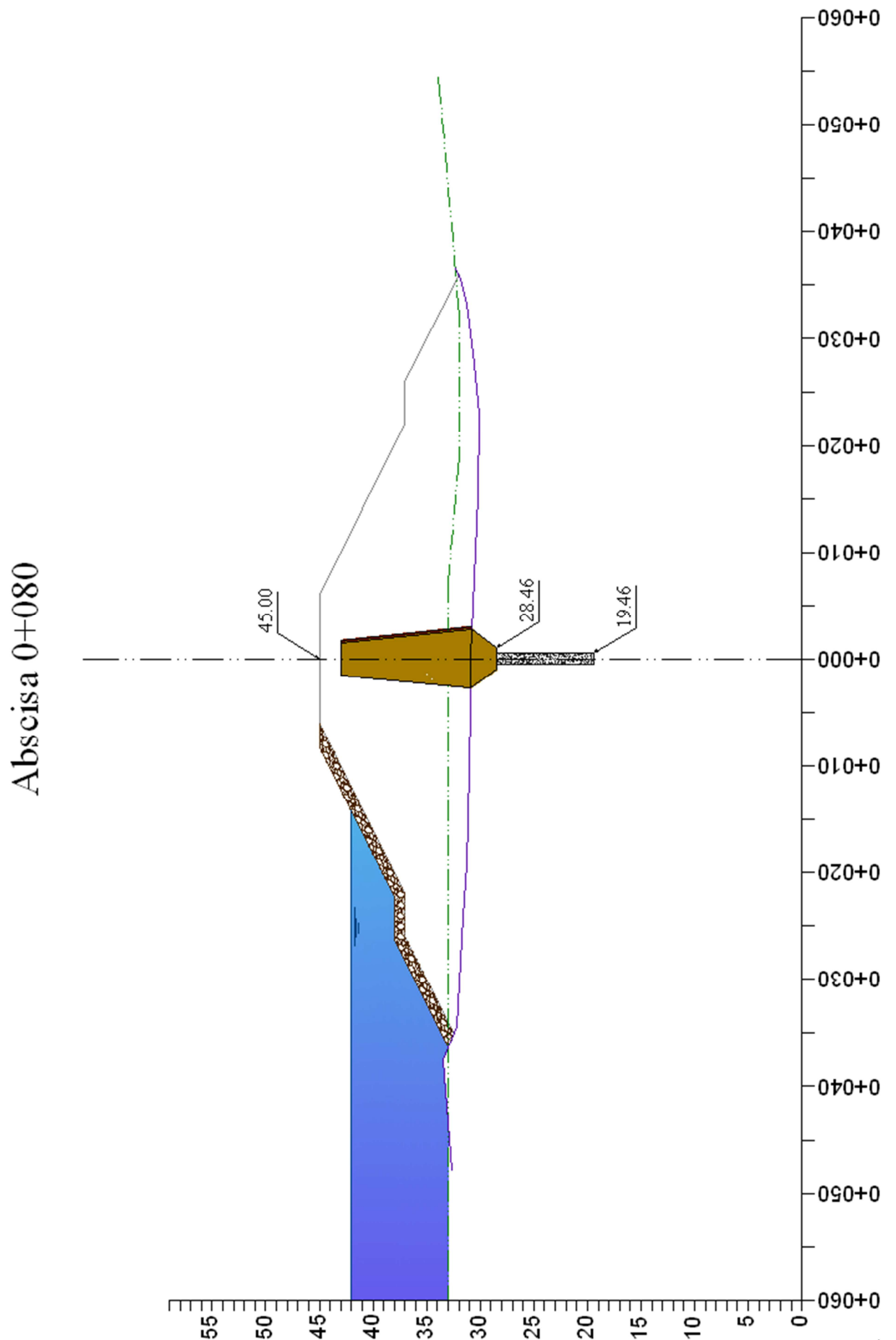


Gráfico #24: Perfil transversal del eje de la Presa abscisa 0+80





Abscisa 0+100

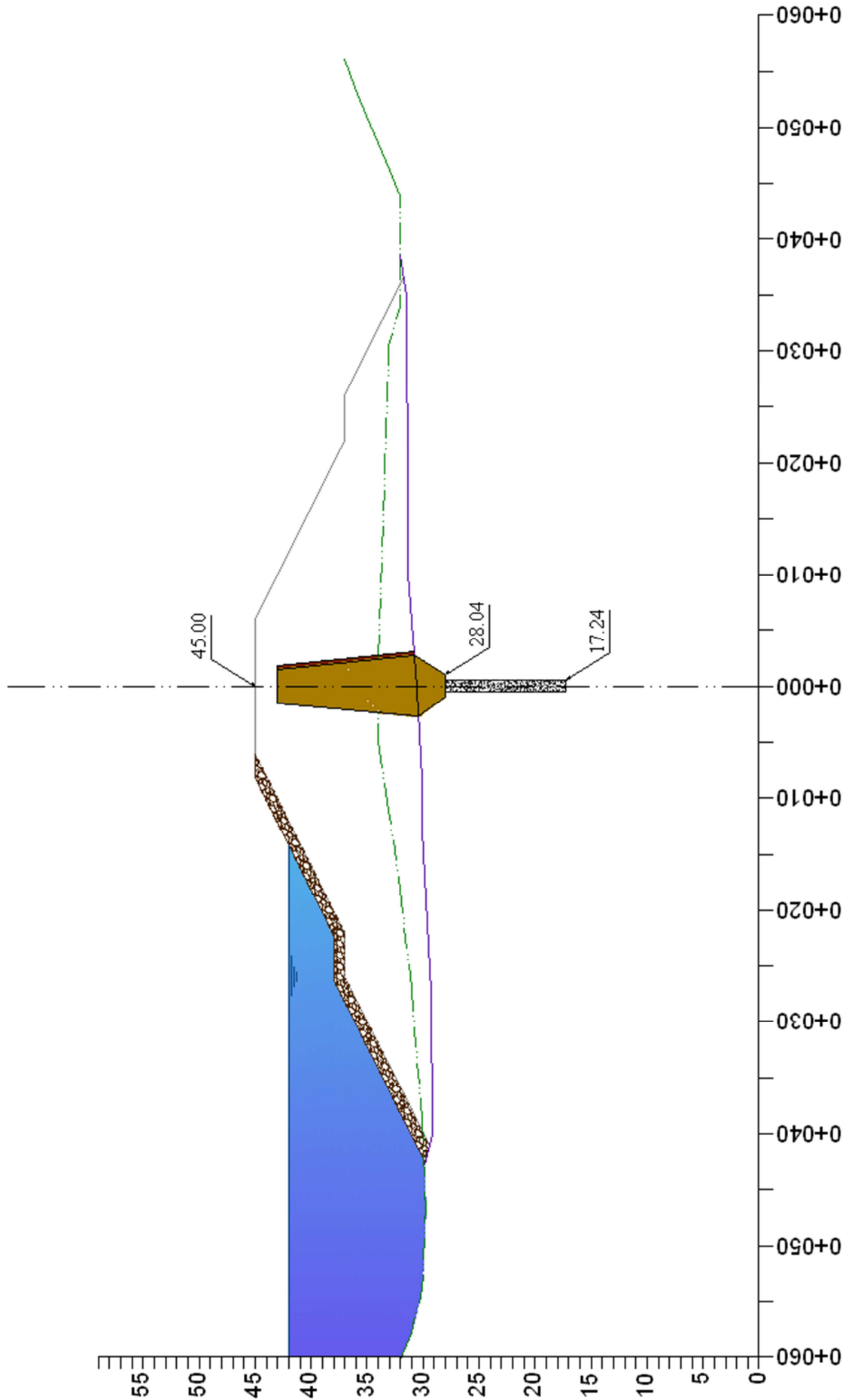


Gráfico #25: Perfil transversal del eje de Presa abscisa 0+100

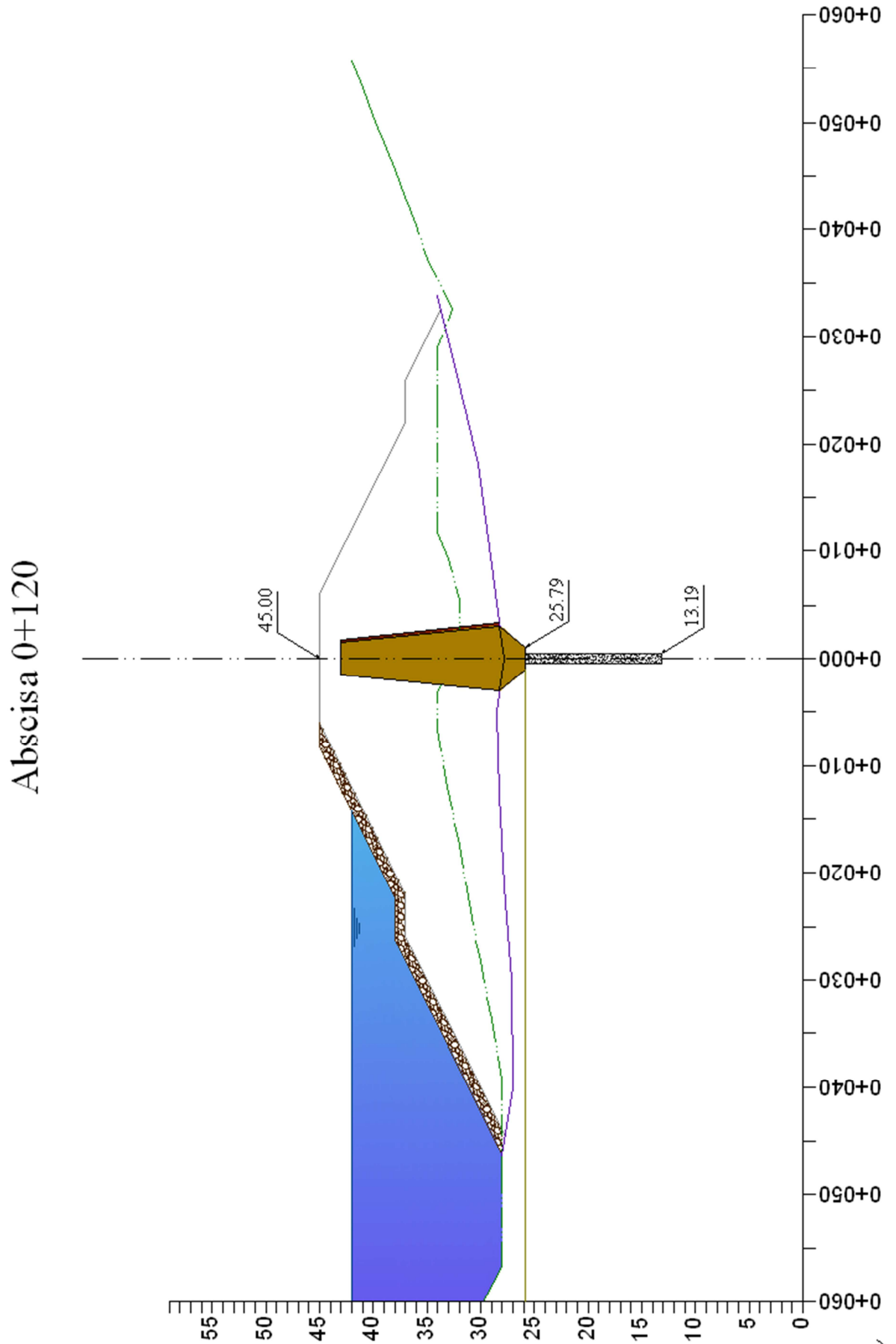


Gráfico #26: Perfil transversal del eje de la Presa abscisa 0+120



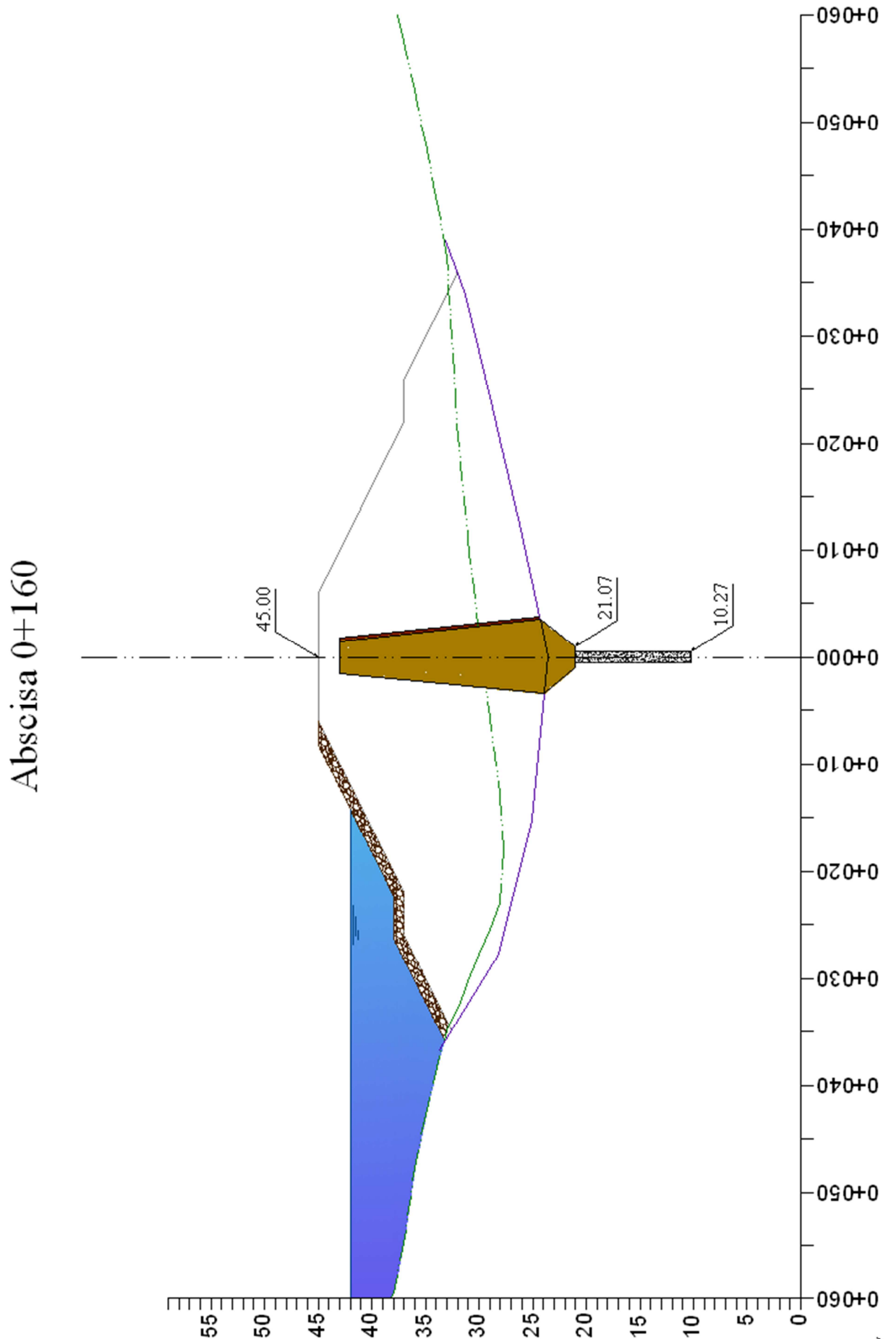


Gráfico #28: Perfil transversal del eje de la Presa abscisa 0+160



Abscisa 0+180

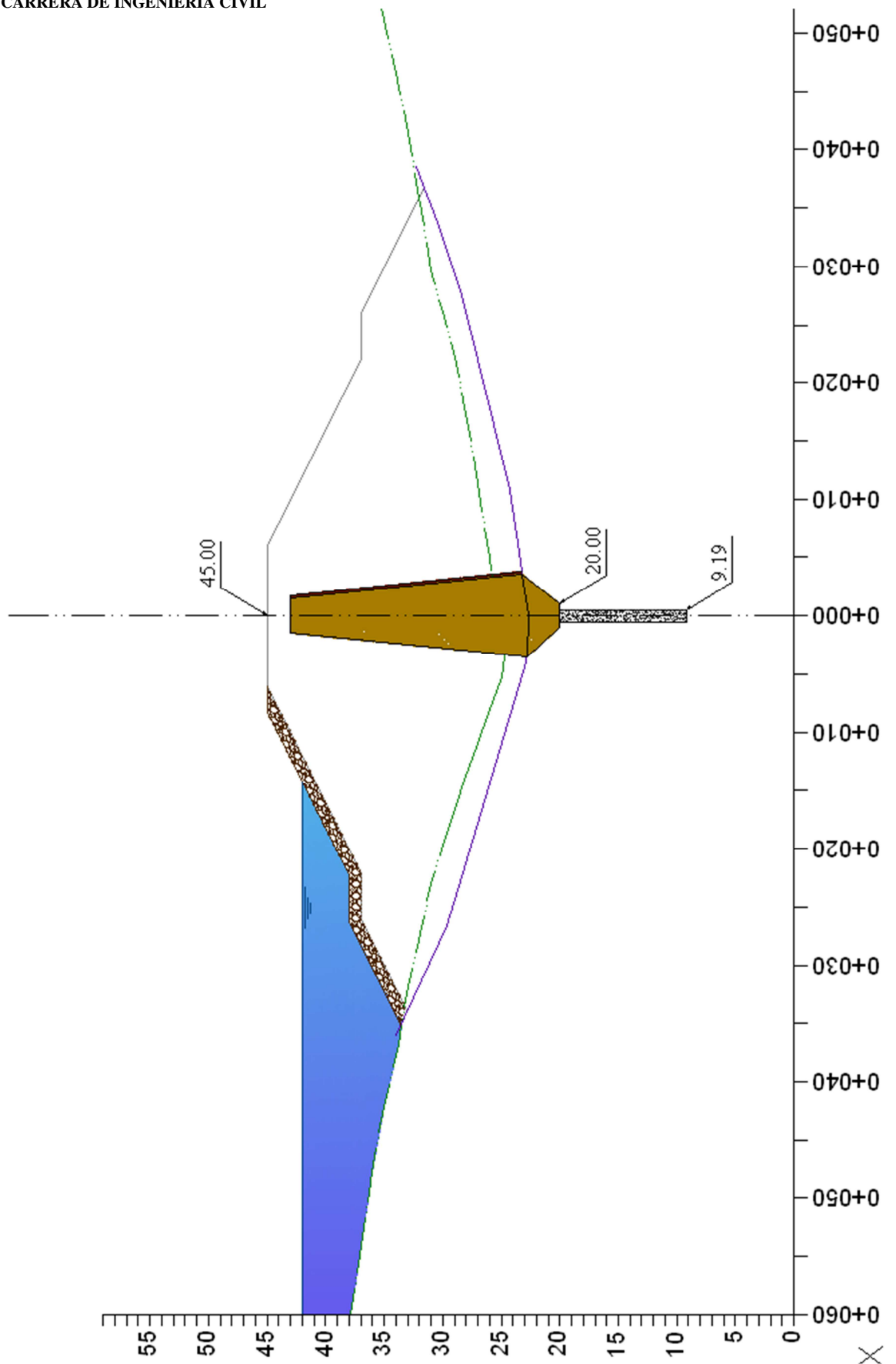


Gráfico #29: Perfil transversal del eje de la Presa abscisas 0+180

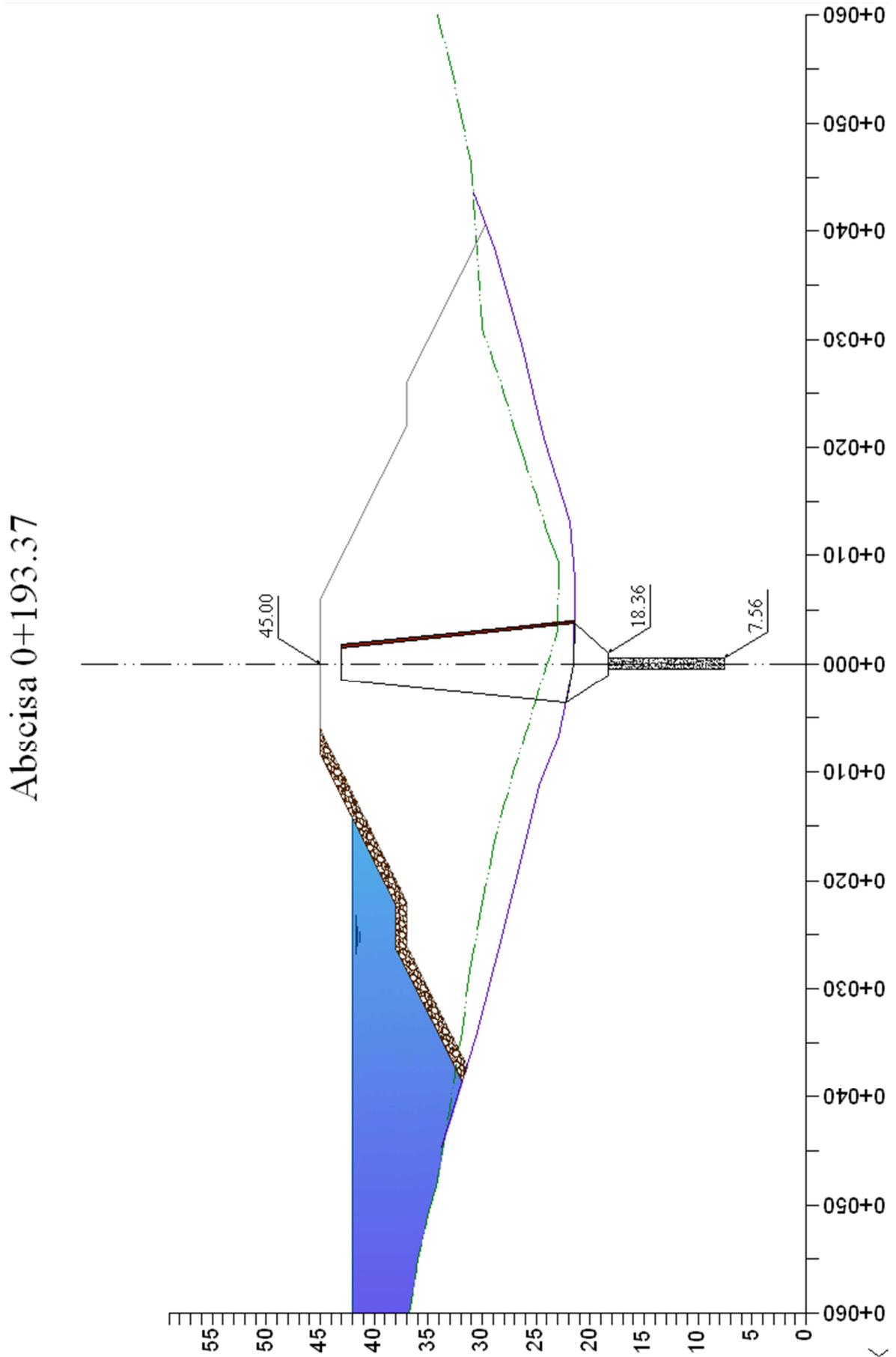


Gráfico #30: Perfil transversal del eje de la Presa abscisa 0+193.37

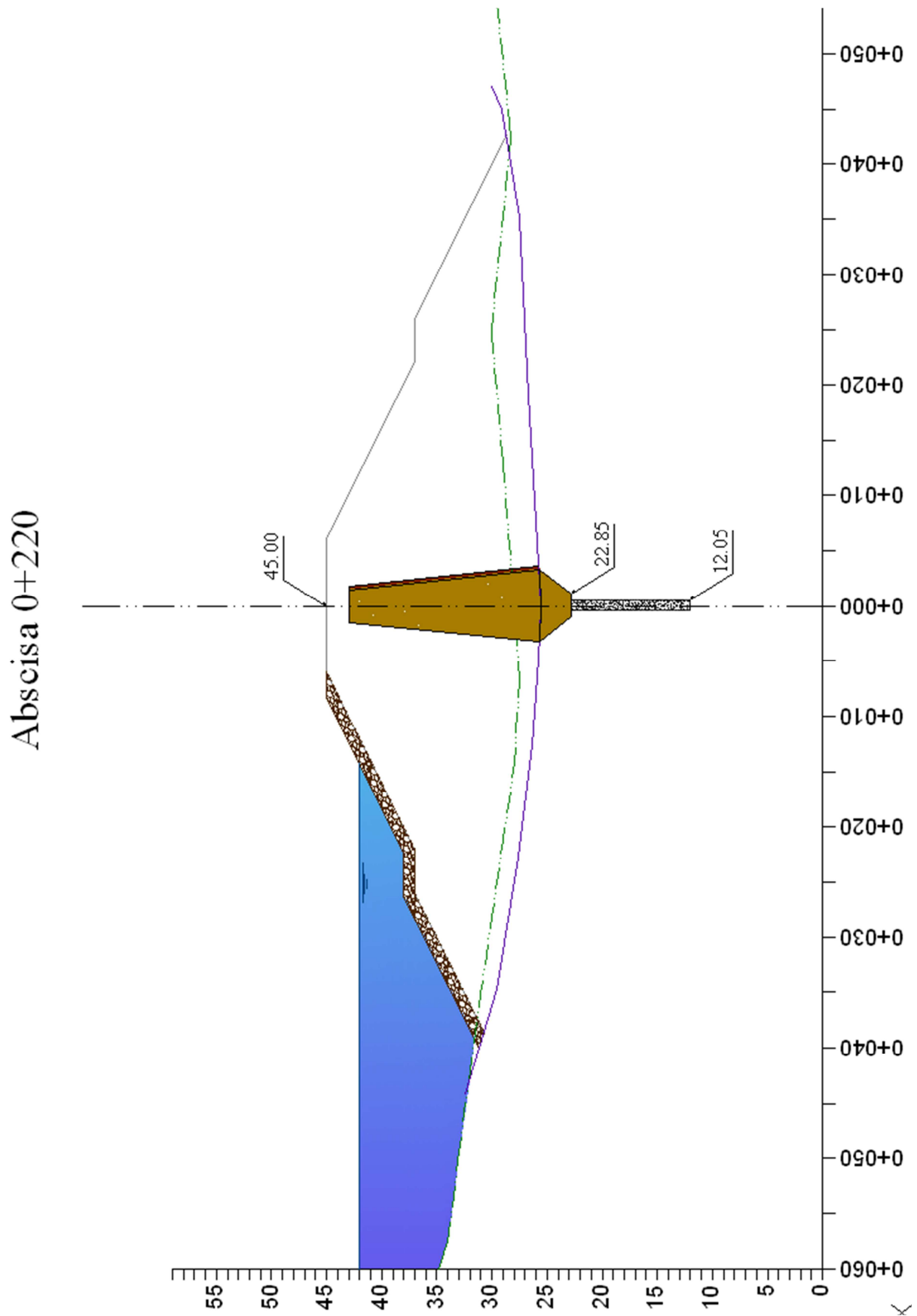


Gráfico #31: Perfil transversal del eje de la Presa abscisa 0+220



Abscisa 0+244.60

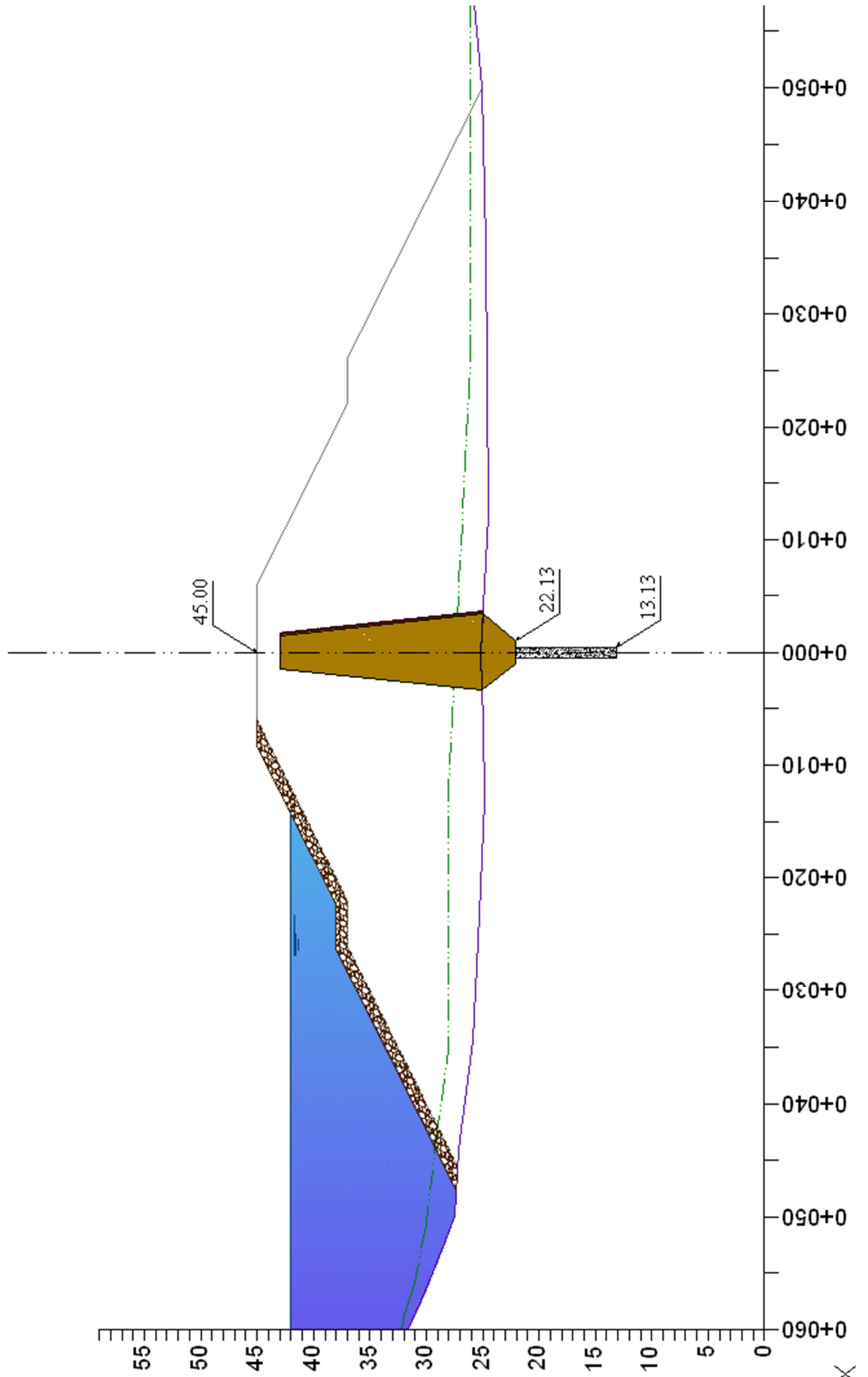


Gráfico #32: Perfil transversal del eje de la Presa abscisa +244.60



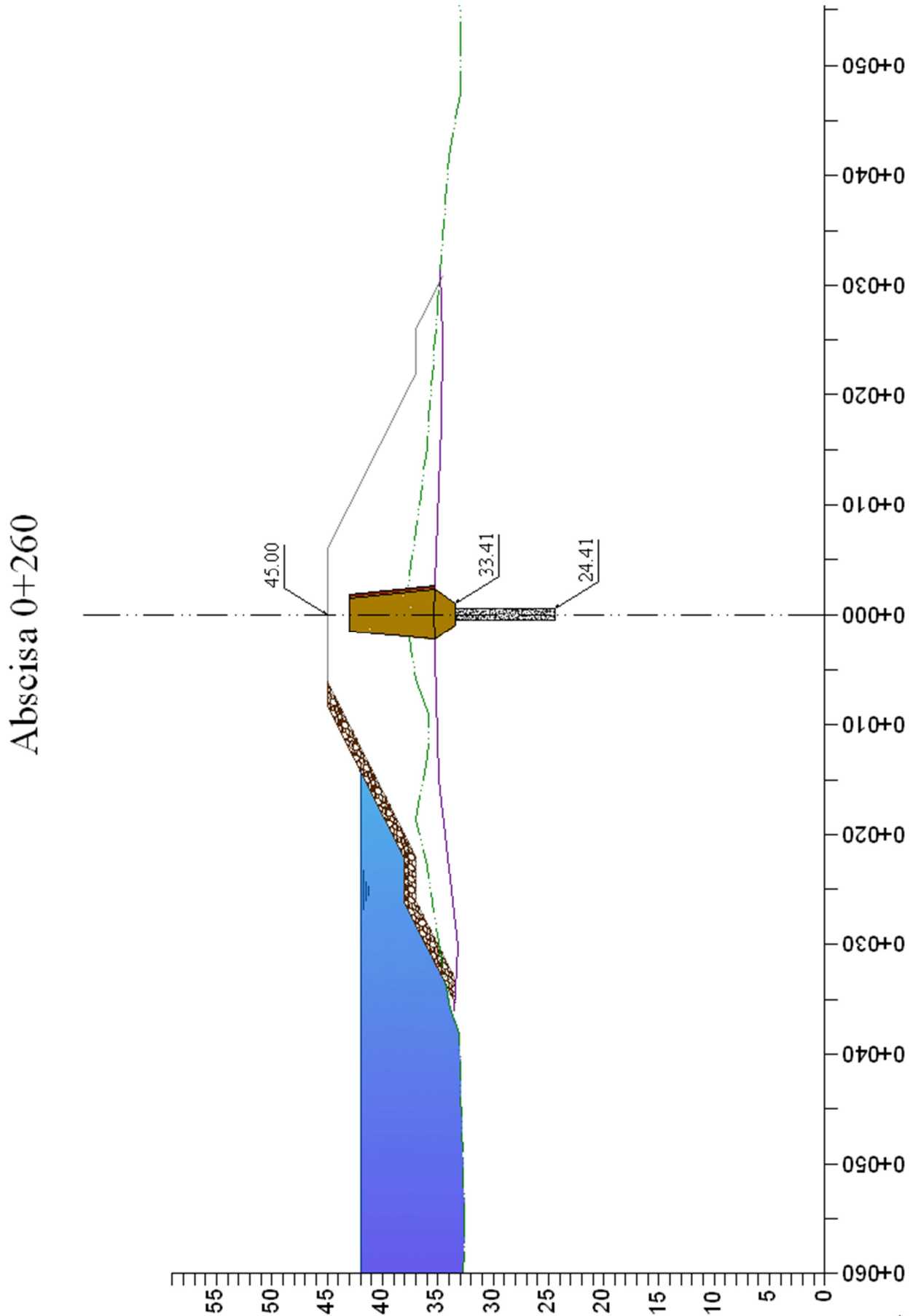


Gráfico #33: Perfil transversal del eje de la Presa abscisa 0+260

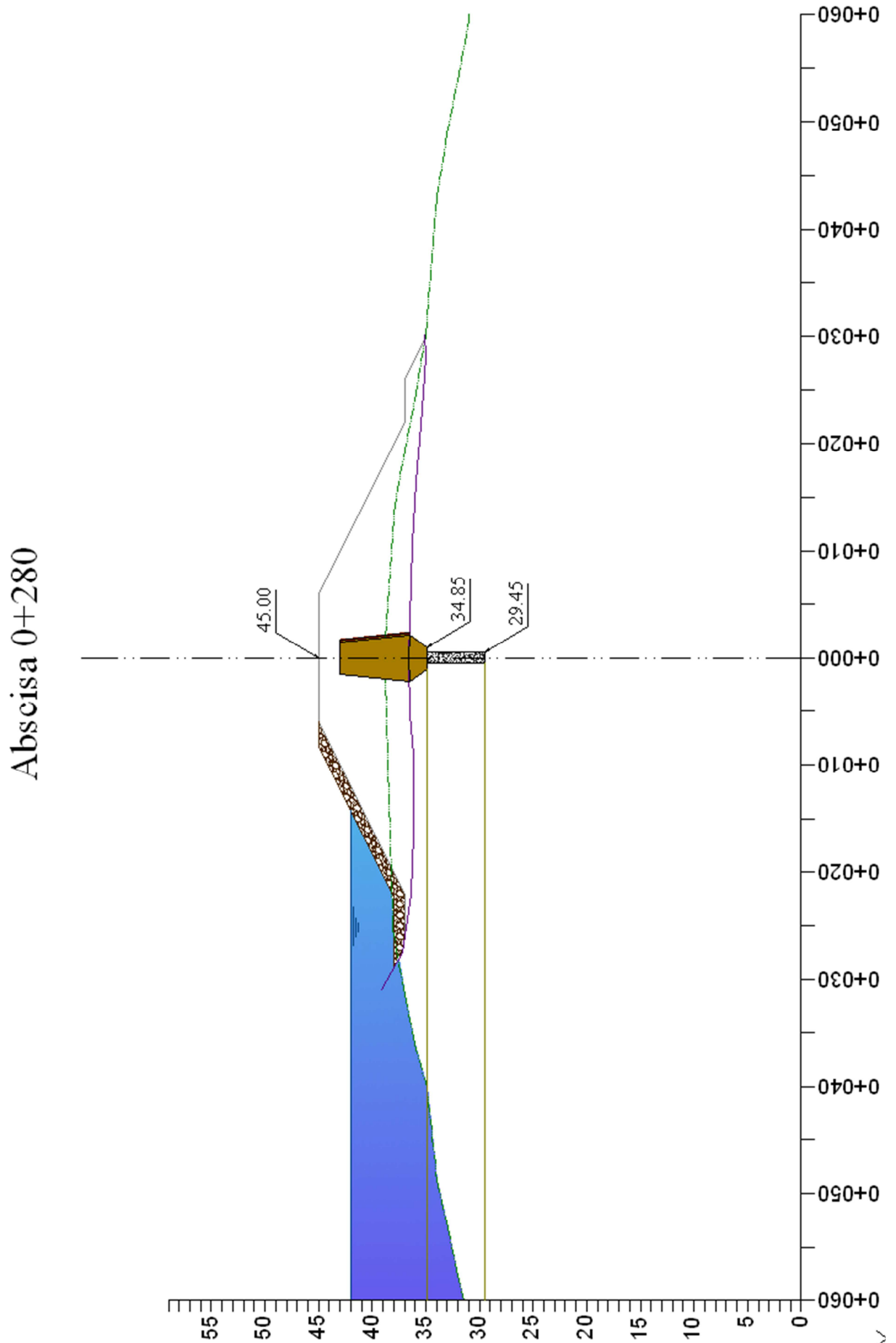


Gráfico #34: Perfil transversal del eje de la Presa abscisa 0+280

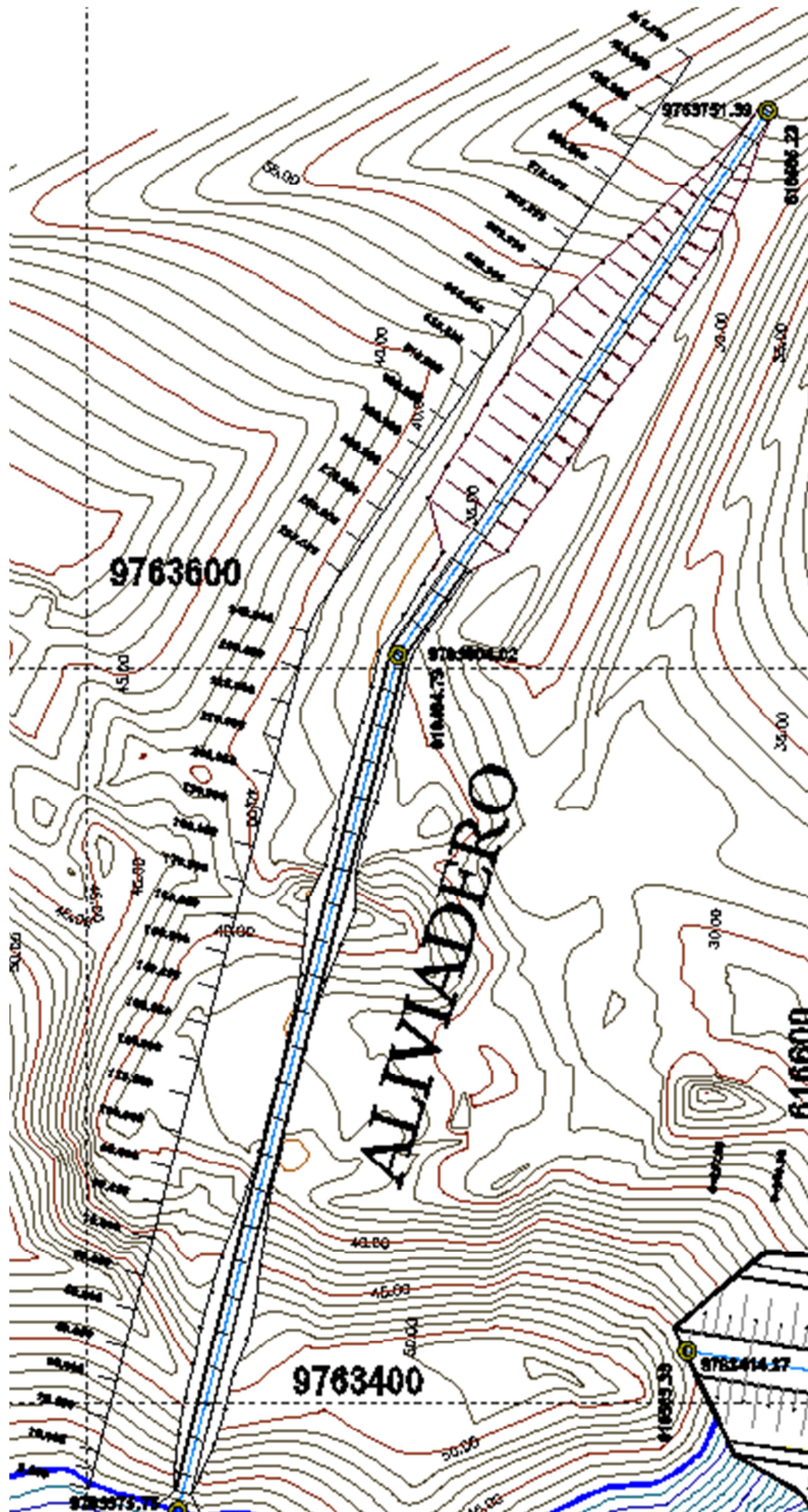


Gráfico #35: Implantación del Aliviadero

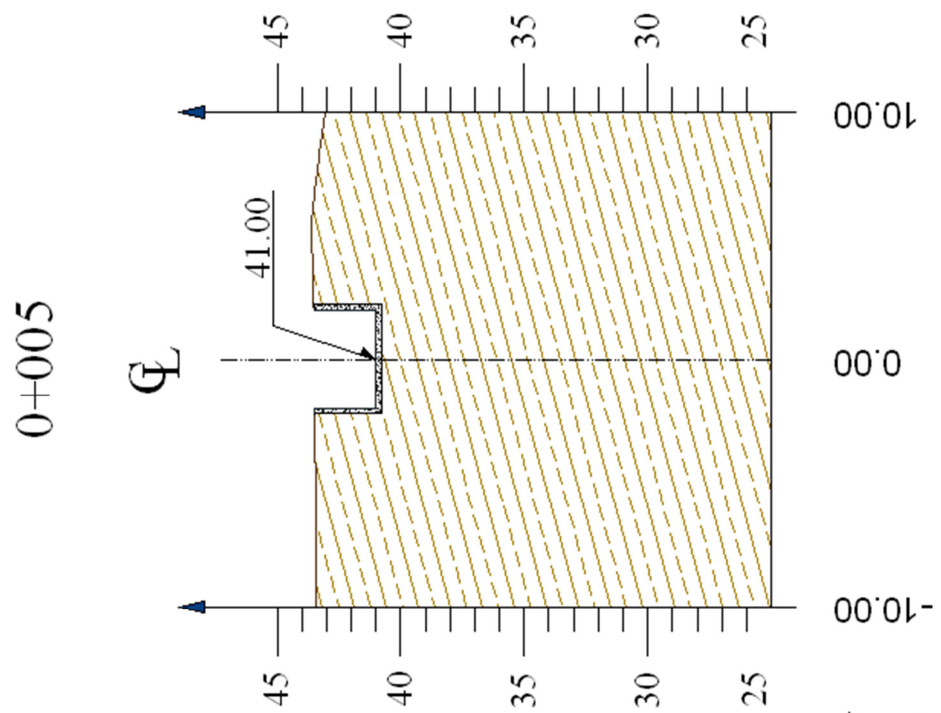
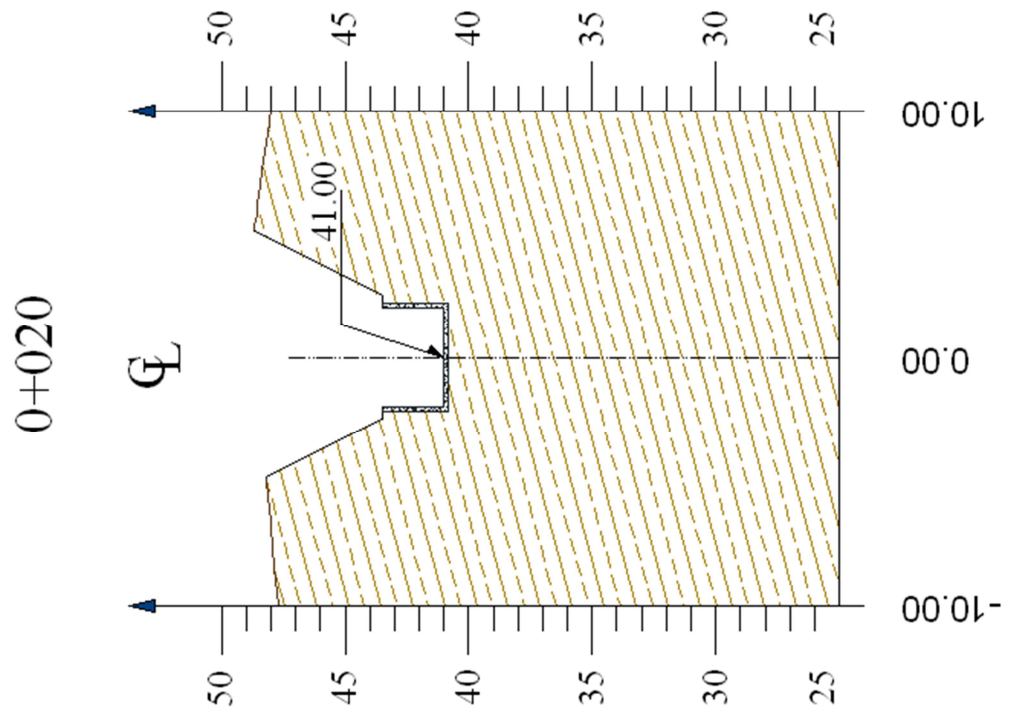


Gráfico #36: Secciones 0+005 y 0+0020 del Aliviadero

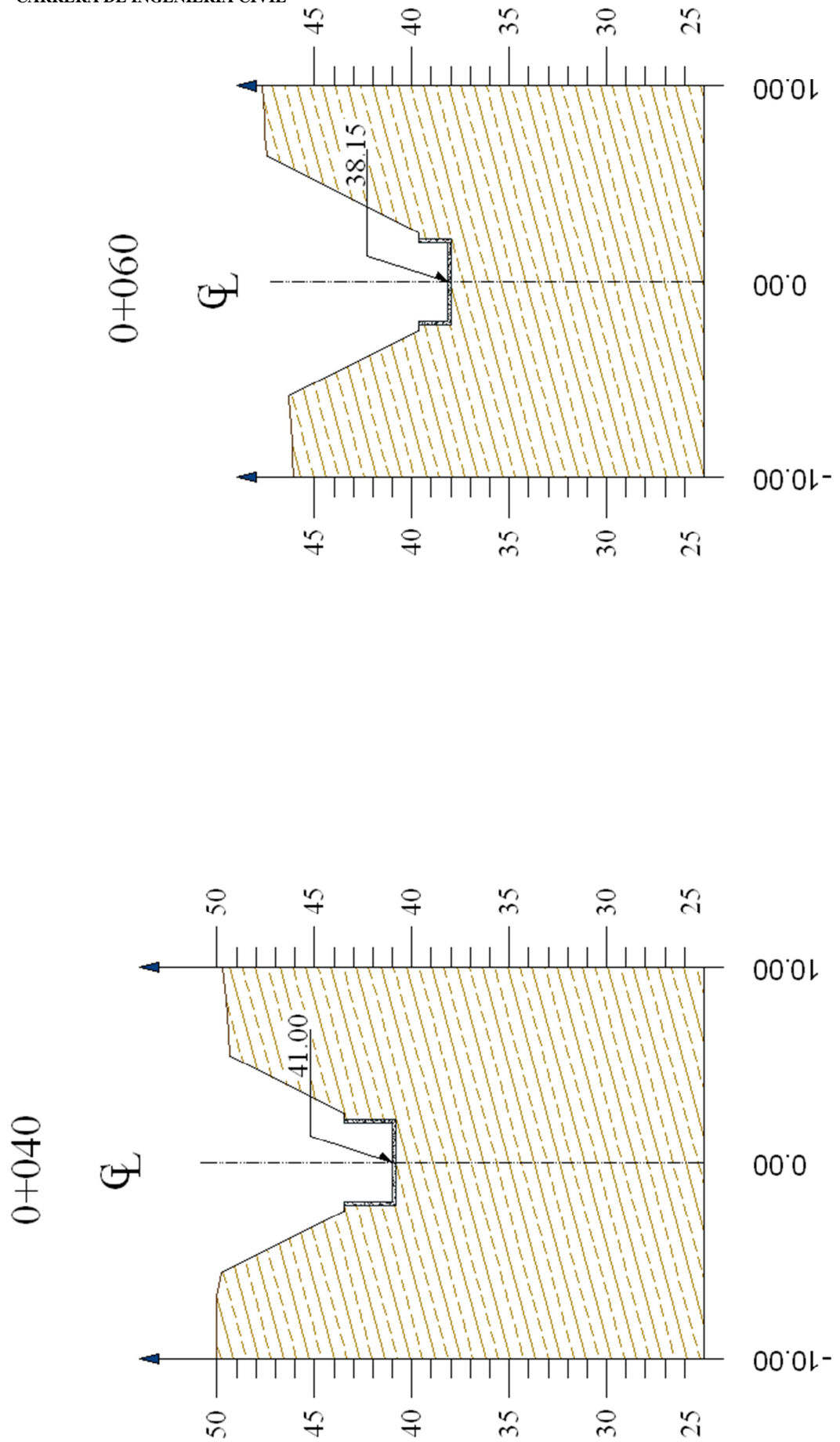
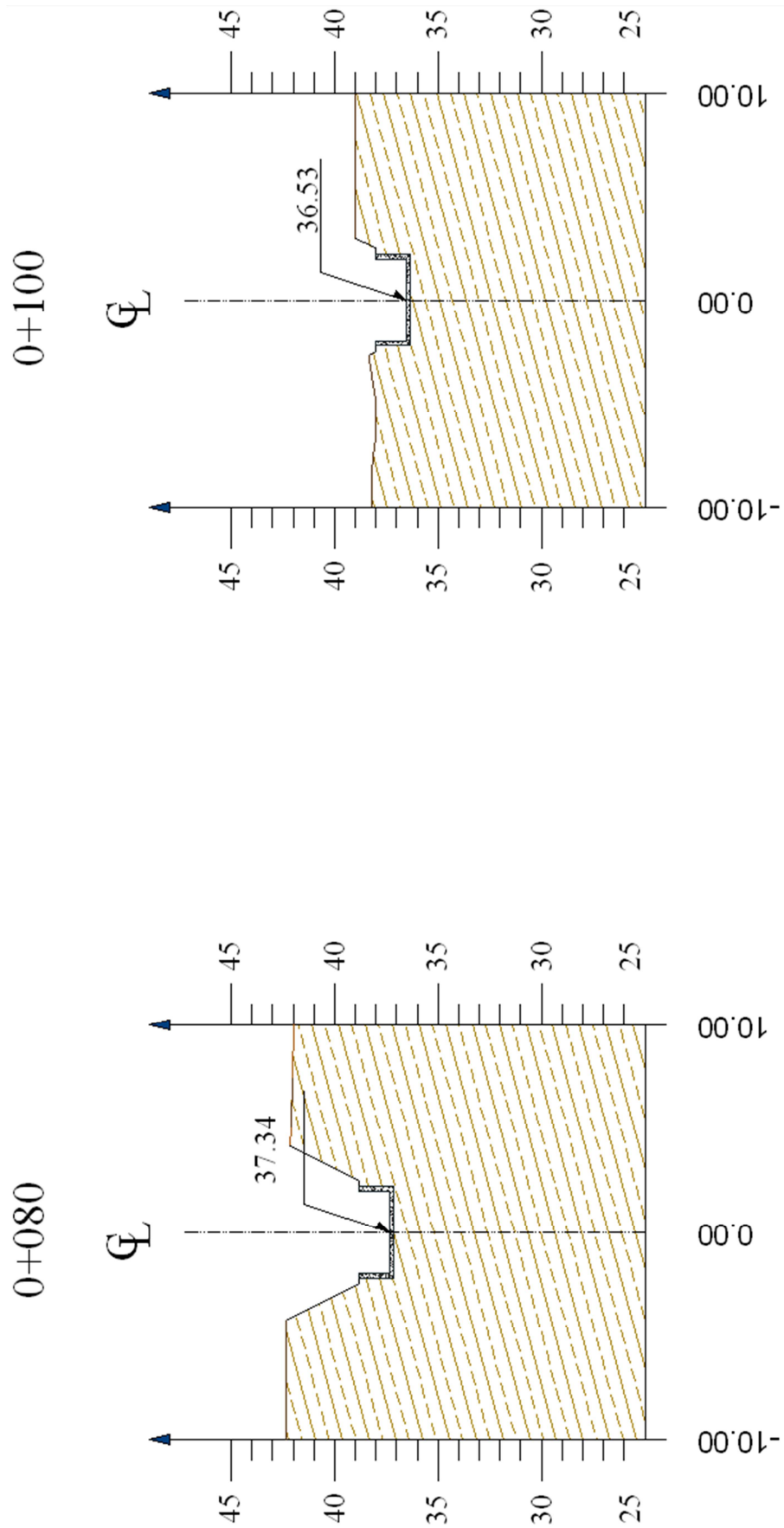
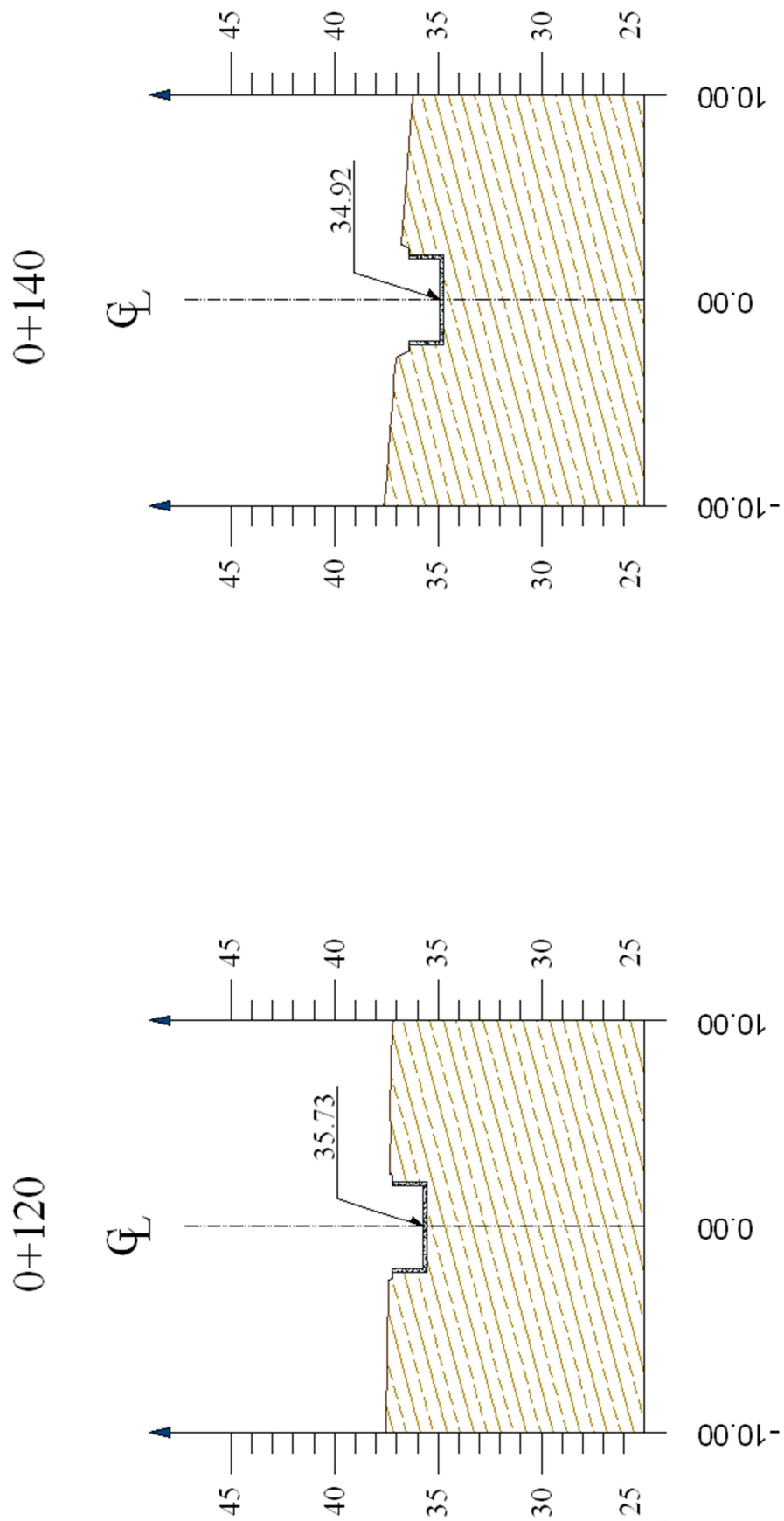


Gráfico #37: Secciones 0+040 y 0+060 del Aliviadero



**Gráfico #38: Secciones 0+080 y 0+0100 del Aliviadero**



**Gráfico #39: Secciones 0+120 y 0+140 del Aliviadero**

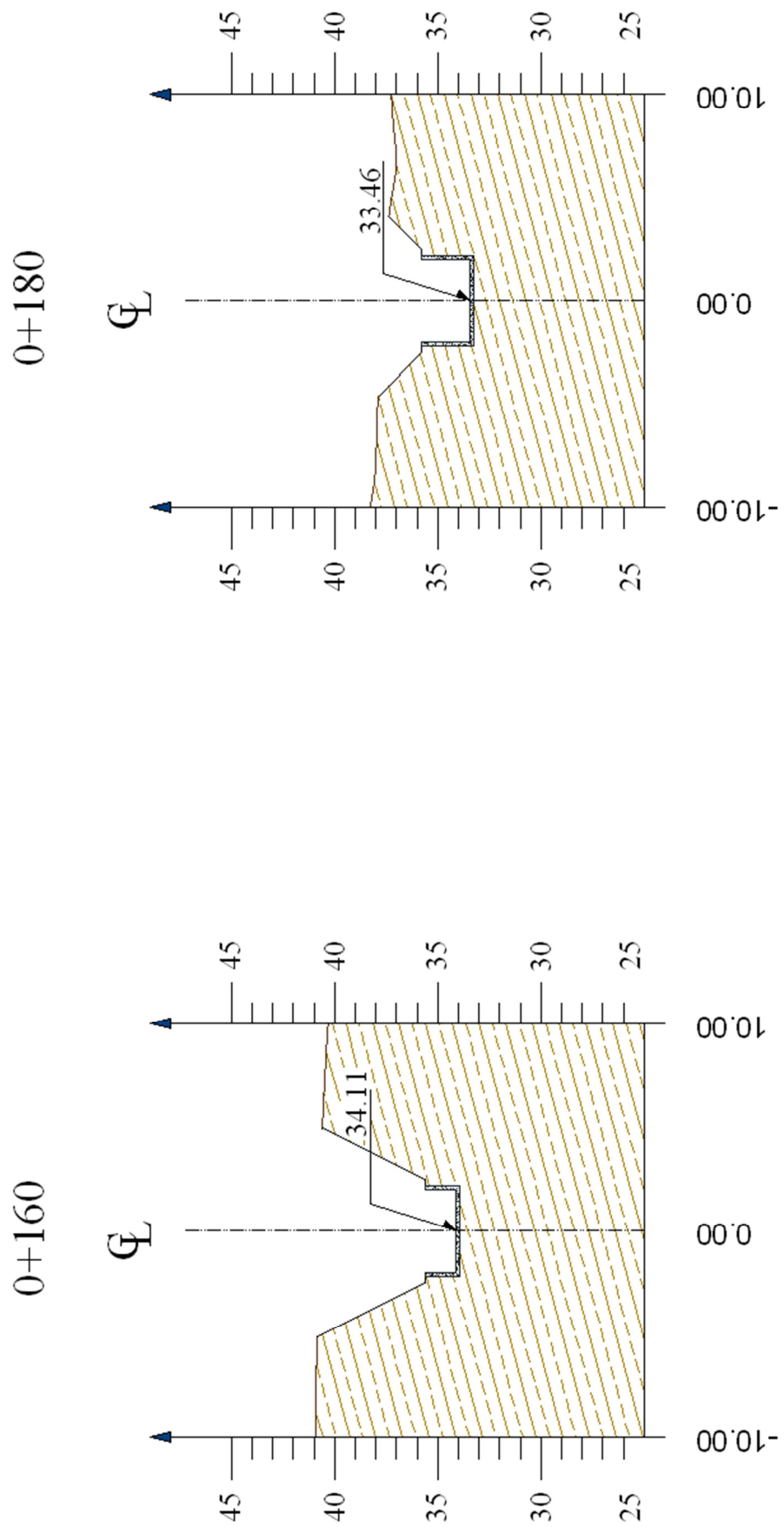


Gráfico # 40: Secciones 0+160 y 0+180 del Aliviadero



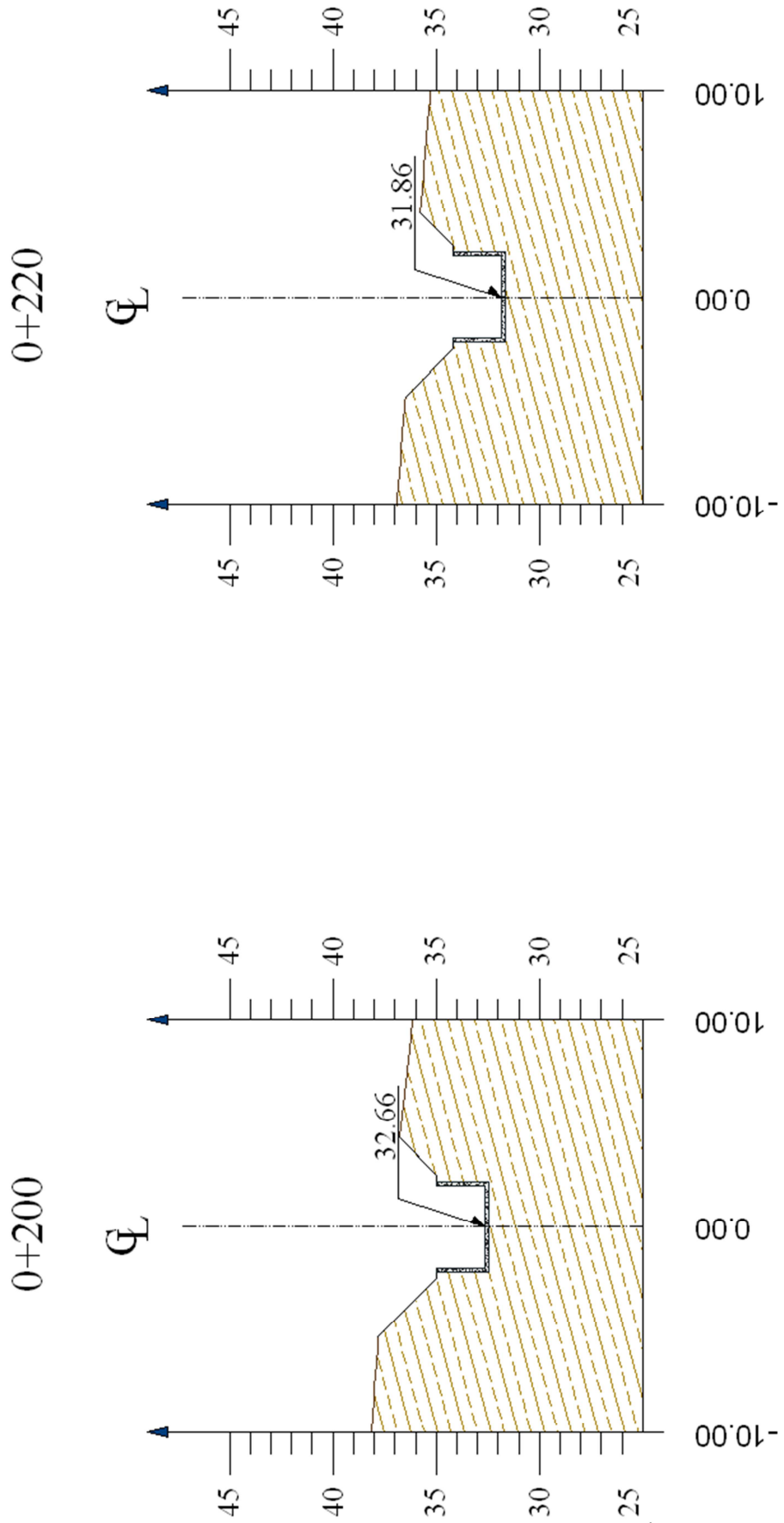


Gráfico #41: Secciones 0+200 y 0+220 del Aliviadero

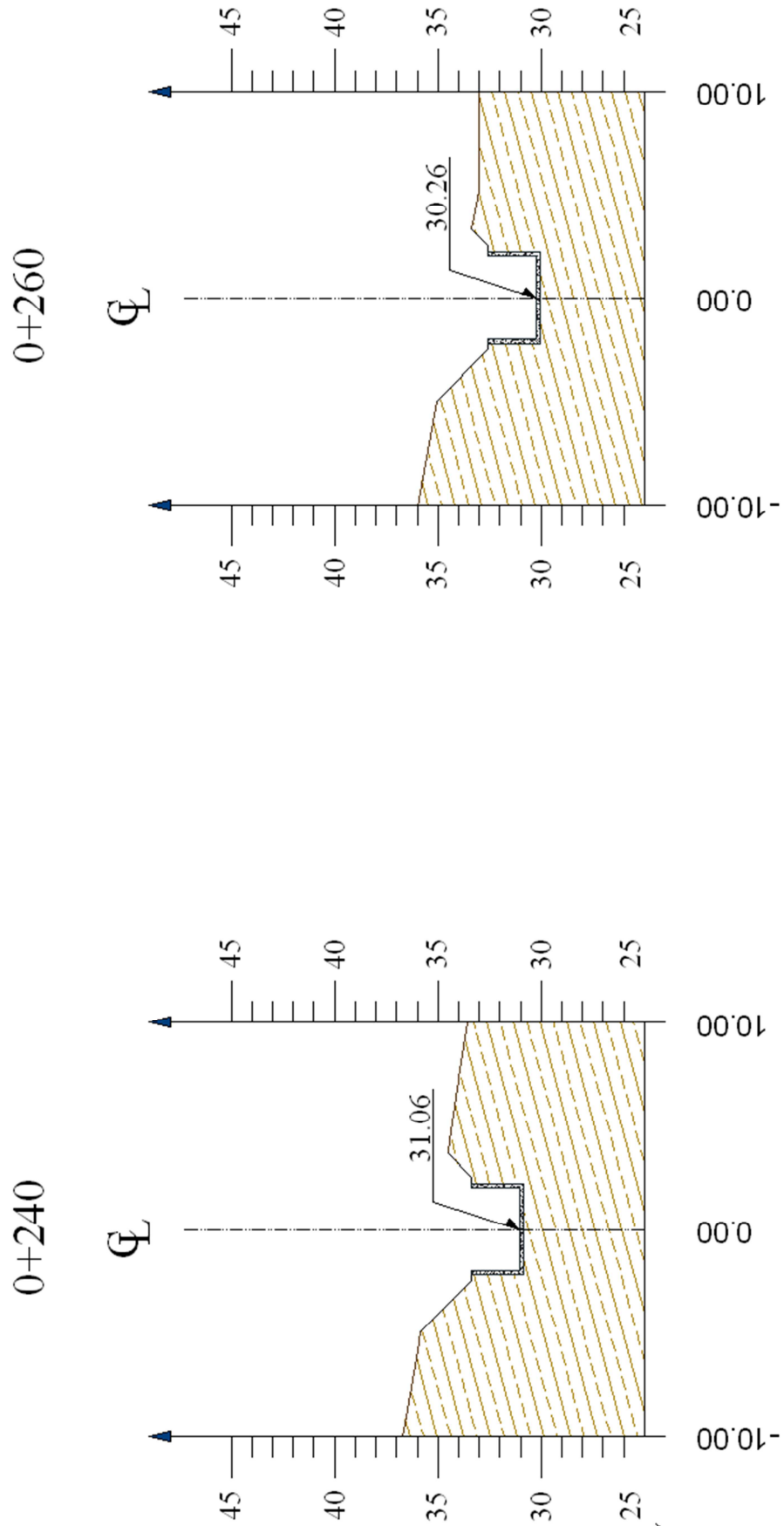


Gráfico #42: Secciones 0+240 y 0+260 del Aliviadero

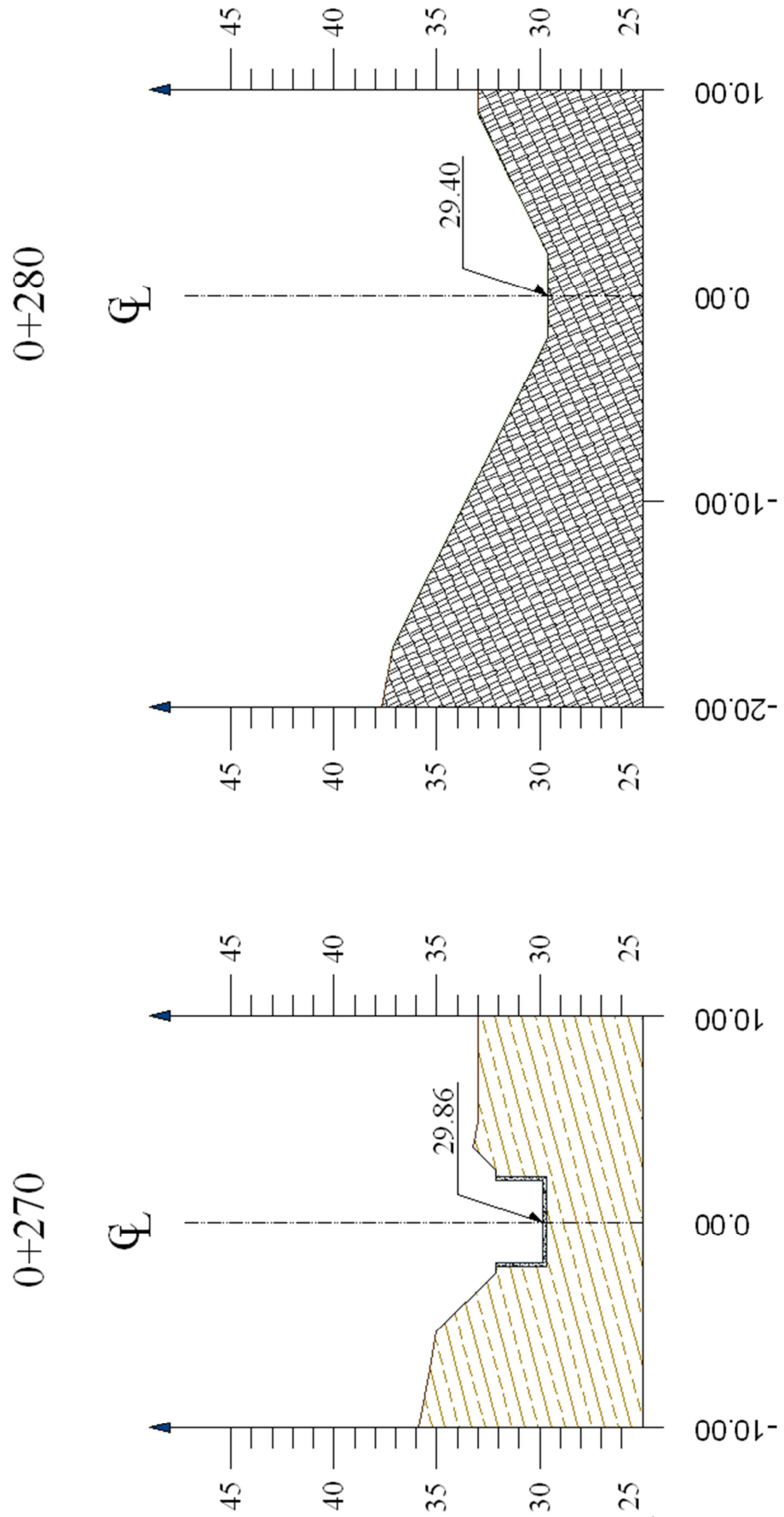


Gráfico #43: Secciones 0+270 y 0+280 del Aliviadero

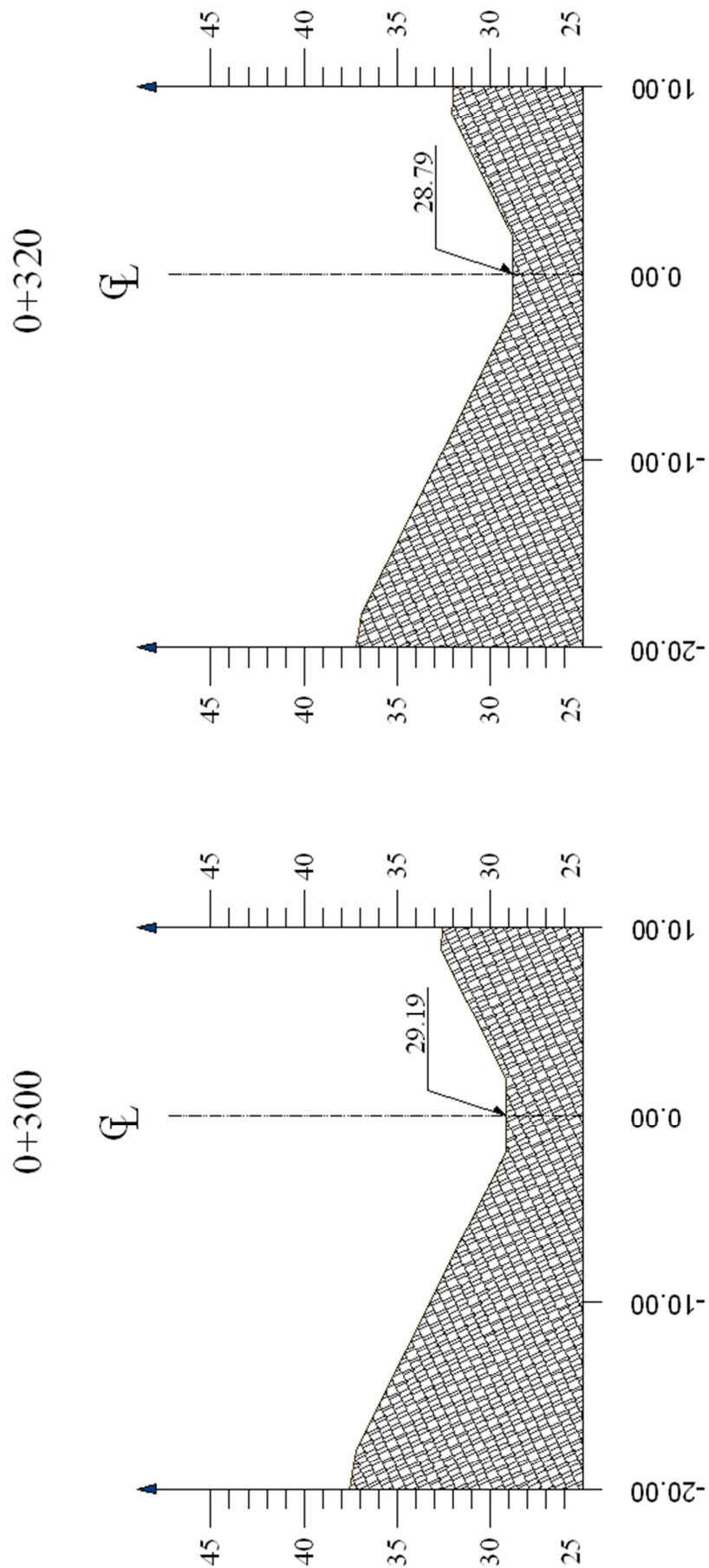


Gráfico #44: Secciones 0+300 y 0+320 del Aliviadero

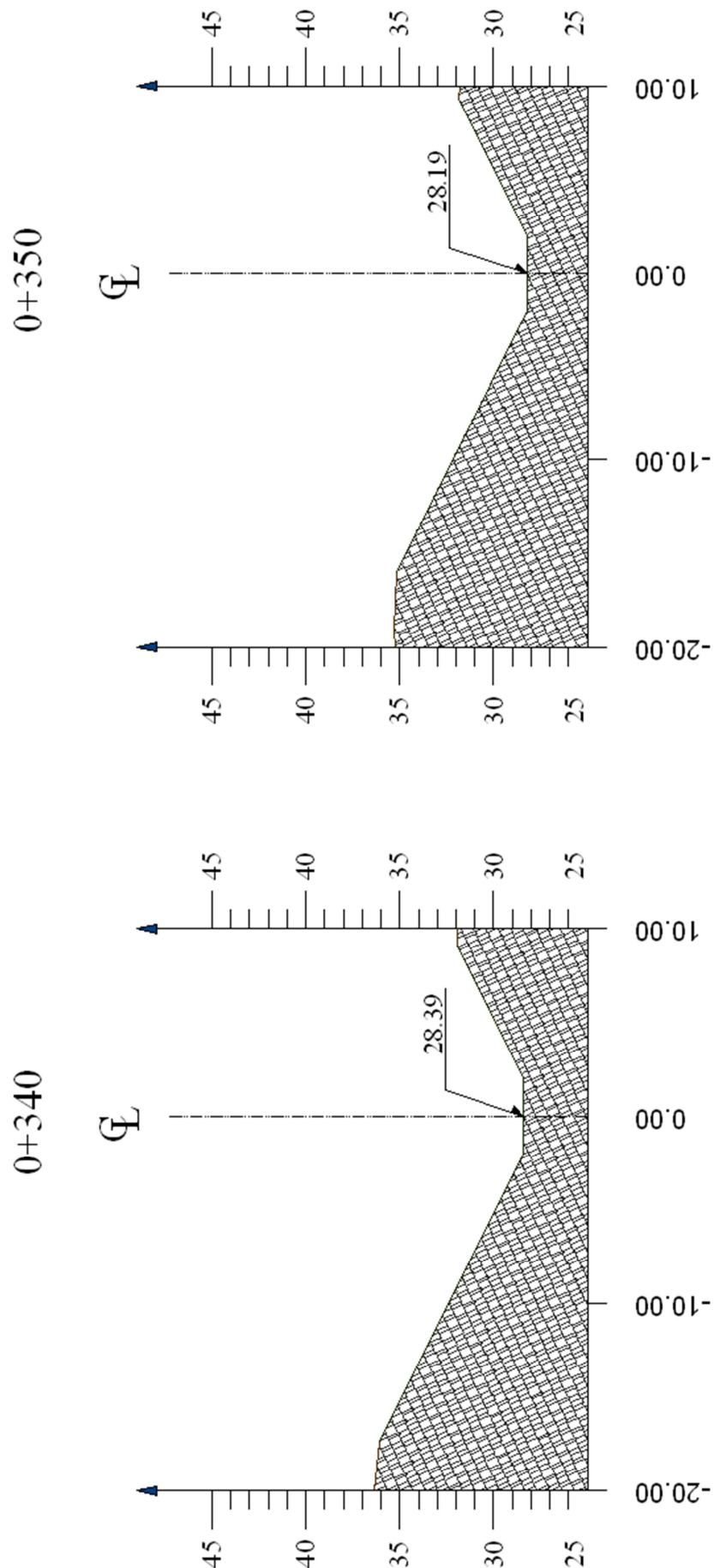
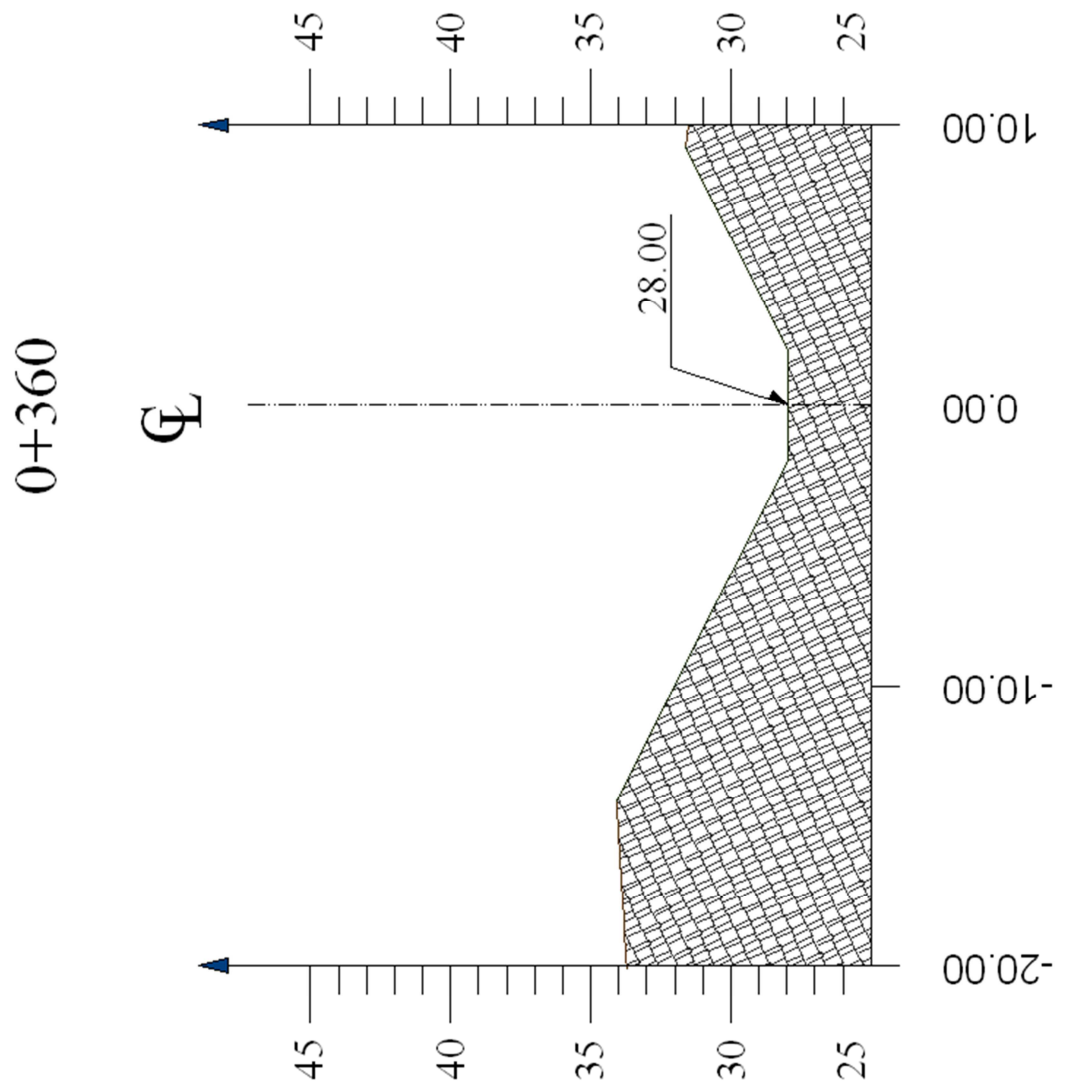


Gráfico #45: Secciones 0+340 y 0+350 del Aliviadero



**Gráfico #46: Sección 0+360 del Aliviadero**

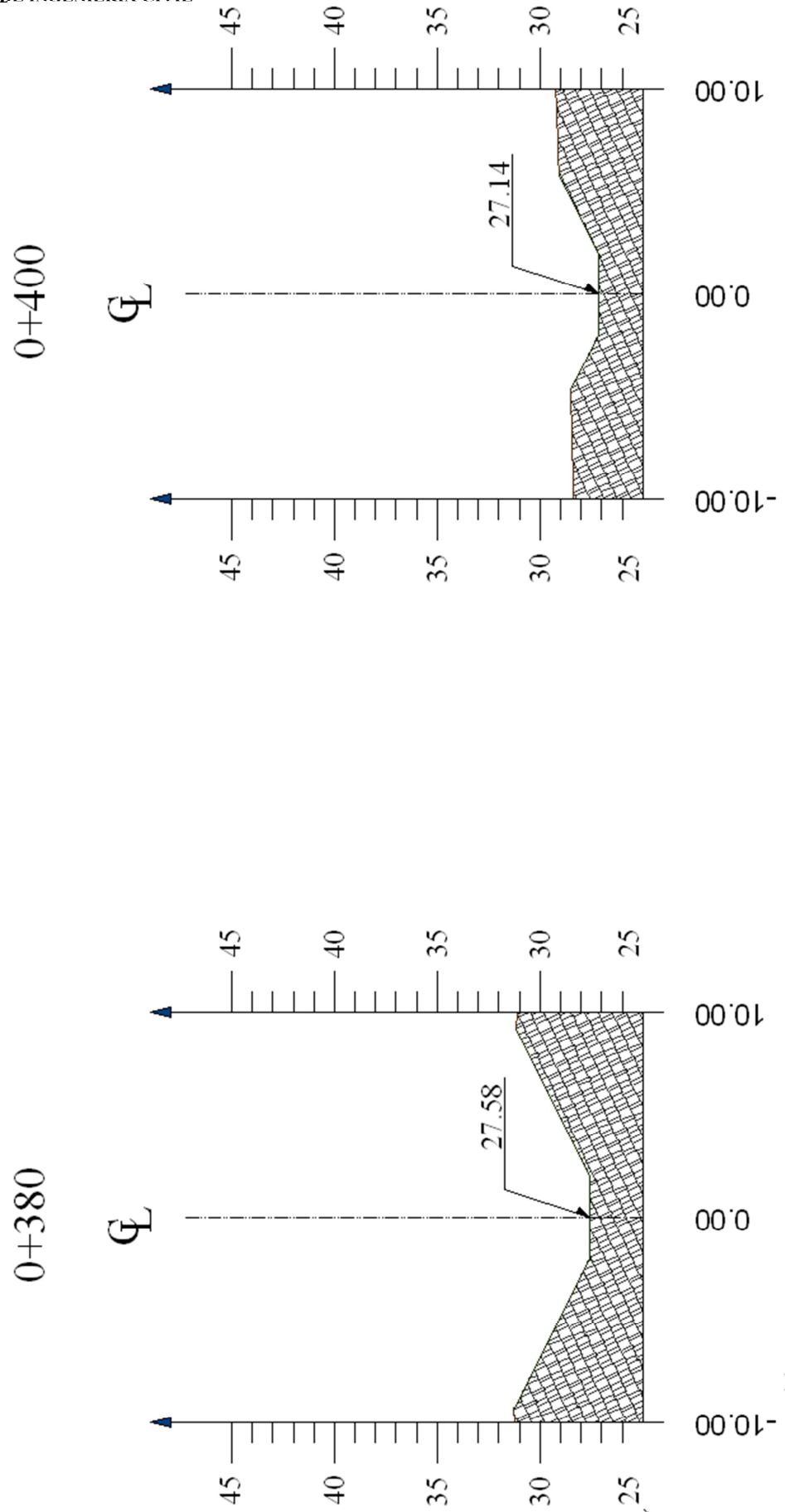


Gráfico #47: Secciones 0+380 y 0+400 del Aliviadero