

Herman Estuardo Arias Orellana

PROPUESTA DE PLAN ESTRATÉGICO PARA EL USO DE EXPLOSIVOS
INDUSTRIALES COMO ALTERNATIVA EN LA APERTURA DE
CARRETERA EN CONSTRUCTORA AGK, COBÁN, ALTA VERAPAZ



Asesor general Metodológico:
Ingeniero Ambiental José Luis Iquique Socoy

Universidad Rural de Guatemala
Facultad de Ingeniería.

Guatemala, septiembre de 2021.

Informe final de graduación.

PROPUESTA DE PLAN ESTRATÉGICO PARA EL USO DE EXPLOSIVOS
INDUSTRIALES COMO ALTERNATIVA EN LA APERTURA DE
CARRETERA EN CONSTRUCTORA AGK, COBÁN, ALTA VERAPAZ



Presentado al honorable tribunal examinador por:

Herman Estuardo Arias Orellana,

En el acto de investidura previo a su graduación como Licenciado de Ingeniería

Civil con énfasis en construcciones rurales.

Universidad Rural de Guatemala

Facultad de Ingeniería.

Guatemala, septiembre de 2021.

Informe final de graduación

PROPUESTA DE PLAN ESTRATÉGICO PARA EL USO DE EXPLOSIVOS
INDUSTRIALES COMO ALTERNATIVA EN LA APERTURA DE
CARRETERA EN CONSTRUCTORA AGK, COBÁN, ALTA VERAPAZ



Rector de la Universidad:

Doctor Fidel Reyes Lee

Secretaria de la Universidad:

Licenciada Lesbia Tevalán Castellanos

Decano de la Facultad de Ingeniería

Ingeniero Luis Adolfo Martínez Díaz

Universidad Rural de Guatemala

Facultad de Ingeniería.

Guatemala, septiembre de 2021.

Este documento fue presentado por el autor, previo a obtener el título universitario en el grado académico de Licenciado en Ingeniería Civil con énfasis en construcciones rurales.

DEDICATORIA

- Dios todo poderoso: Al Dios creador de todo lo que vemos sin el cual nada de esto sería posible, ya que en medio de su infinita misericordia me permite un logro más.
- A mis Padres: Herman Arias Álvarez y Rosa Elena Orellana Mejía, por su apoyo incondicional en todo momento, por sus consejos y su ejemplo de lucha y de perseverancia y sus valiosas oraciones ante el creador siempre.
- A mi Esposa: Gilda Beatriz Hernández Rodríguez por ser esa ayuda idónea y apoyo en las buenas y en las malas.
- A mis Hijas: Andrea Alejandra Arias Hernández, Gabriela Beatriz Arias Hernández y Katherine Adriana Arias Hernández por ser los motores de mi vida y fuerza para seguir en la lucha día con día.
- A mis hermanos: Por brindarme su apoyo incondicional todo el tiempo.
- A mi Asesor: Ing. José Luis Iquique Socoy, por el apoyo profesional invaluable durante este proceso.
- A mis catedráticos: Por su amistad, aporte profesional y conocimiento durante este tiempo de formación.

Prólogo

La justificación técnica de la investigación es un requisito previo a obtener el título de ingeniero civil, en el grado académico de Licenciado, el cual da cumplimiento a los lineamientos académicos de la Universidad Rural de Guatemala. Para el desarrollo del trabajo de investigación se utilizó la Estructura del Marco Lógico de donde se determinó la problemática que actualmente se da y que en 5 años se ha incrementado la problemática identificada.

El propósito de la investigación radica en la solución de la problemática identificada mediante la metodología del Marco Lógico, y el análisis deductivo e inductivo del problema principal.

Esta investigación puede ser usada por empresas constructoras con el fin práctico de servir como base de partida para la solución de la problemática identificada en proyectos de características topográficas semejantes a las expuestas en el documento y para el apoyo del descenso en costos al construir carreteras en áreas rocosas y que presentan tópicos similares a los aquí expuestos.

De igual manera para el uso de empresas que se encuentran en proceso de implementación de explosivos industriales como complemento de apoyo en la temática de construir carreteras en suelos rocosos en el área de Alta Verapaz; así como las técnicas y estrategias a implementar donde se aportará apoyo técnico y práctico en dicha actividad.

Presentación

La comunidad Caquipec, ubicada en el municipio de Cobán, del departamento de Alta Verapaz, con coordenadas UTM WGS84 15N 781712E – 169154N a una elevación de 2,054 msnm, un centro poblado constituido por 80 familias que lo conforman 402 habitantes, las cuales se encuentran a 4 kilómetros de distancia de una carretera transitable lo cual impide a los comunitarios tener acceso a muchos servicios básicos para el desarrollo humano en general, por lo cual es una necesidad latente crear un proyecto de carretera de conexión entre la aldea Caquipec y la comunidad más cercana.

Dado la presencia abundante de material rocoso en el área, esto eleva considerablemente el grado de dificultad de la ejecución, lo que nos lleva a pensar y planificar un plan estratégico para la implementación del uso de explosivos industriales, para hacer viable la construcción de la carretera y permitir el manejo de un presupuesto de costos coherente, con este plan se ayudará a hacer eficientes los resultados de la maquinaria pesada, por tal razón el documento que constituye la tesis: Propuesta de plan estratégico para el uso de explosivos industriales como alternativa en la apertura de carretera en constructora AGK, Cobán, Alta Verapaz.

Como medio de solución para esta problemática se propone la Propuesta de plan estratégico para el uso de explosivos industriales como alternativa en la apertura de carretera en constructora AGK, Cobán, Alta Verapaz. el cual efectúe en base a las necesidades actuales y futuras, y esto ayudan a mejorar las necesidades básicas en los habitantes de la comunidad Caquipec, del municipio de Cobán del departamento de Alta Verapaz.

Índice

Prólogo

Presentación

| | |
|--|----|
| I. INTRODUCCIÓN | 1 |
| I.1 Planteamiento del Problema | 3 |
| I.2 Hipótesis | 4 |
| I.3 Objetivos..... | 4 |
| I.3.1 Objetivo General | 4 |
| I.3.2 Objetivo Específico..... | 4 |
| I.4 Justificación..... | 5 |
| I.5 Metodología..... | 6 |
| I.5.1 Métodos..... | 6 |
| I.5.2 Técnicas..... | 8 |
| II. MARCOTEÓRICO | 11 |
| III. COMPROBACION DE LA HIPÓTESIS..... | 74 |
| IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 84 |
| IV.1 Conclusiones | 84 |
| IV.2 Recomendaciones | 85 |
| V. BIBLIOGRAFIA | |
| ANEXOS | |

Índice de cuadros

| | |
|--|----|
| Cuadro 1 Reconocimiento de rocas ígneas | 17 |
| Cuadro 2 Reconocimiento de rocas metamórficas..... | 18 |
| Cuadro 3 Reconocimiento de rocas sedimentarias detrítica | 19 |
| Cuadro 4 Reconocimiento de rocas sedimentarias no detrítica | 19 |
| Cuadro 5 Resistencia tensional y compresional de diferentes rocas..... | 21 |
| Cuadro 6 Geología de Alta Verapaz | 22 |
| Cuadro 7 Estructura interior de cordón detonante 3PE..... | 36 |
| Cuadro 8 Parámetros de control de cordón detonante 3PE..... | 37 |
| Cuadro 9 Embalaje de cordón detonante 3PE..... | 37 |
| Cuadro 10 Parámetros de control..... | 38 |
| Cuadro 11 Embalaje..... | 38 |
| Cuadro 12 Familia de pepitas..... | 40 |
| Cuadro 13 Embalaje y usos típicos | 41 |
| Cuadro 14 Propiedades valor tolerancia | 45 |
| Cuadro 15 Empaque de Emulex 1..... | 46 |
| Cuadro 16 Parámetros de control..... | 50 |
| Cuadro 17 Embalaje..... | 51 |
| Cuadro 18 Kilogramos de explosivos por metro lineal..... | 53 |
| Cuadro 19 Peso de materiales | 55 |
| Cuadro 20 Factores de carga recomendados para diferentes rocas..... | 59 |
| Cuadro 21 Incremento de los costos en la construcción de carreteras en Alta Verapaz | 75 |
| Cuadro 22 Porcentaje del costo por kilómetro..... | 76 |
| Cuadro 23 Incremento de costos en reparación de maquinaria pesada..... | 77 |
| Cuadro 24 Implementación de materiales explosivos..... | 78 |

| | |
|--|----|
| Cuadro 25 Cuenta con plan estratégico para el uso de explosivos industriales | 79 |
| Cuadro 26 Capacitación a empresas y personal que manipula explosivos | 80 |
| Cuadro 27 Necesario el uso de explosivos industriales para la construcción de carreteras | 81 |
| Cuadro 28 Explosivos con precio al alcance de la construcción | 82 |
| Cuadro 29 Cuenta con tecnología y equipo para la manipulación de explosivos para la construcción de carreteras | 83 |
| Cuadro 30 Datos y fórmula para el cálculo del coeficiente de correlación. | 1 |
| Cuadro 31 Datos para el cálculo de la proyección. | 1 |
| Cuadro 32 Fórmula para el cálculo de la proyección. | 1 |
| Cuadro 33 Comportamiento de los datos de la variable dependiente Y (Aumento de costos por año) con situación con proyecto y sin proyecto. | 5 |
| Cuadro 34 cálculo de proyección con proyecto | 6 |

Índice de graficas

| | |
|---|----|
| Gráfica 1 Incremento de los costos en la construcción de carreteras en Alta Verapaz | 75 |
| Gráfica 2 Porcentaje del costo por kilómetro..... | 76 |
| Gráfica 3 Incremento de costos en reparación de maquinaria pesada. | 77 |
| Gráfica 4 Implementación de materiales explosivos | 78 |
| Gráfica 5 Cuenta con plan estratégico para el uso de explosivos industriales..... | 79 |
| Gráfica 6 Capacitación a empresas y personal que manipulan explosivos | 80 |
| Gráfica 7 Necesario el uso de explosivos industriales para la construcción de carreteras | 81 |
| Gráfica 8 Explosivos con precio al alcance de la construcción | 82 |
| Gráfica 9 Cuenta con tecnología y equipo para la manipulación de explosivos para la construcción de carreteras..... | 83 |

Índice de imágenes

| | |
|--|----|
| Imagen 1 Mapa geológico de Alta Verapaz..... | 24 |
| Imagen 2. Empaque de Austinite 15 | 34 |
| Imagen 3 Conector MS | 34 |
| Imagen 4 Conector rápido de superficie QUICK RELAY | 35 |
| Imagen 5 Periodos de retardo del conector rápido de superficie QUICK RELAY .. | 35 |
| Imagen 6 Cordón detonante 3PE..... | 36 |
| Imagen 7 Cordón encendedor | 38 |
| Imagen 8 DC CastBoosters | 39 |
| Imagen 9 Emulex 1 | 45 |
| Imagen 10 Fulminantes Ordinarios..... | 47 |
| Imagen 11 Iniciadores de retardo de fondo y superficie Dual Delay..... | 48 |
| Imagen 12 Periodos de retardo de iniciadores de retardo de fondo y superficie Dual Delay | 48 |
| Imagen 13 Iniciadores de retardo MS | 49 |
| Imagen 14 Periodos de retardo de iniciadores de retardo MS | 49 |
| Imagen 15 Mecha De Seguridad Canuela..... | 50 |
| Imagen 16 Iniciadores de retardo LP | 52 |
| Imagen 17 Periodo de retardo de los iniciadores de retardo LP | 52 |
| Imagen 18 Terminología de explosivos usada en el campo..... | 63 |

I. INTRODUCCIÓN

Guatemala cuenta con una infraestructura de caminos rurales que no es acorde a la demanda rural, donde Alta Verapaz es uno de estos casos. Ya que cuenta con 217.52 kilómetros reportados de caminos rurales y con una población rural de 79%, la relación vial por cada 100 habitantes es de 0.04. Esto definitivamente juega un papel preponderante que impide que se dé un desarrollo rural integral.

Uno de los factores a tomar en cuenta que reflejan estos datos es la topografía y la formación geológica del departamento ya que en gran parte son áreas rocosas y montañosas lo que representa un reto muy grande, con un porcentaje de 25 a 50% según estadísticas, de presencia rocosa en los diseños de construcción vial rural.

Esto representa un grado de dificultad alto para la maquinaria pesada convencional, ya que produce daños al equipo de corte y averías en la estructura misma de la maquinaria, lo cual representa sobrecostos por mantenimiento y reparaciones, así como la prolongación de tiempos estimados lo cual afecta de sobremanera la dinámica de construir carreteras, reflejándose en el incremento de los costos constructivos.

Se dedujo que en su gran mayoría las empresas que construyen en el área, no cuentan con un plan estratégico para la implementación de explosivos industriales, el cual es este un factor determinante para el incremento en costos constructivos de caminos rurales en Alta Verapaz, y este es el caso en particular de la empresa Constructora AGK, la cual ha construido carreteras en el área de Alta Verapaz sin hacer uso de explosivos industriales donde han experimentado dificultades constructivas considerables, dada la presencia rocosa en el departamento.

Derivado de la carencia de un plan estratégico para la implementación de explosivos industriales ha sufrido un incremento en costos en los últimos 5 años. Se nos presenta el reto constructivo vial de la comunidad de Caquipec ubicada en el municipio de Cobán, departamento de Alta Verapaz, con coordenadas UTM WGS84 15N 781712E – 1699154N a una elevación de 2,054 msnm, donde esta comunidad es un vivo ejemplo de la carencia de infraestructura vial.

La comunidad cuenta con 80 familias, las cuales están a 4 kilómetros de distancia de una carretera transitable, lo cual impide a los comunitarios tener acceso a muchas cosas básicas para el desarrollo humano en general.

Esta necesidad latente da lugar a crear un proyecto de carretera de conexión entre la aldea Caquipec y la comunidad más cercana a 4 kilómetros, lo cual se llega a pensar en un plan estratégico para la implementación de explosivos industriales dados los antecedentes de presencia rocosa en el área, la implementación de un plan estratégico hará viable su construcción ya que permitirá manejar un presupuesto de costos coherentes y ayudara significativamente a eficientar los resultados de la maquinaria pesada y con ello ayudará a cumplir con los objetivos constructivos que se proyecten.

I.1 Planteamiento del Problema

En los últimos años se han presentado incrementos en los costos constructivos viales en la Constructora AGK y se corroboró que dicho incremento se debe a la falta de un plan estratégico para la implementación de explosivos industriales como apoyo a la maquinaria pesada, los costos en la empresa han oscilado en los últimos 5 años entre los Q 80.00 a los Q 106.00 el metro cúbico de roca de igual manera según estadísticas obtenidas en investigación muchas empresas más reflejan ese mismo incremento debido a la misma causa.

Se comprobó por medio de encuesta a Consejo de Desarrollo y Caminos que no se cuenta con un plan estratégico para la implementación de los explosivos industriales como sistema de apoyo a la maquinaria pesada en el tema constructivo en áreas rocosas. La comunidad de Caquipec, presenta un panorama constructivo idóneo para implementar un plan estratégico del uso de explosivos dada la presencia rocosa y cualidades topográficas que la colocan en un nivel constructivo carretero de alto grado de dificultad.

Para la comunidad la construcción de una carretera es una necesidad básica según expresan sus habitantes ya que esto les impide tener acceso a suplir las necesidades básicas humanas.

Para solucionar el problema es necesario poner en marcha un proyecto de construcción de carretera rural, donde se tome en cuenta un plan estratégico del uso de explosivos industriales dada la presencia rocosa del lugar, el área a considerar en estudio topográfico consta de un 30 a 35% de área rocosa presente en el diseño, razón por la cual es de suma importancia la implementación de un plan estratégico de uso de explosivos industriales como complemento de apoyo a la maquinaria pesada para eficientar su trabajo y así mantener estables los costos de operación considerados.

En el área considerada de alto grado de dificultad la presencia geológica es de formación de caliza masiva, con presencia uniforme en su estructura, en diferentes puntos del área de diseño.

I.2 Hipótesis

La hipótesis de la presente investigación se presenta a continuación:

“El incremento de los costos financieros en constructora AGK, Cobán Alta Verapaz, en los últimos 5 años por deficiencia en la apertura es debido a la falta de plan estratégico para el uso de explosivos industriales como alternativa de complemento en la apertura de carreteras.”

¿Sera la falta de plan estratégico para el uso de explosivos industriales como alternativa de complemento en la apertura de carretera en áreas rocosas, Cobán, Alta Verapaz y la deficiencia en la operatividad, los causantes del incremento de costos financieros en Constructora AGK, en los últimos 5 años?

I.3 Objetivos

Para el perfeccionamiento de la investigación se planteó el objetivo general, que es el fin que se debe perseguir, el proyecto en el tiempo y los objetivos específicos, que se verifican al comprobar la hipótesis y la forma de solucionar la problemática encontrada.

I.3.1 General

Disminuir los costos financieros en Constructora AGK, Cobán, Alta Verapaz.

I.3.2 Específico

Eficientar la operatividad para apertura de carretera en áreas rocosas, en Constructora AGK, Cobán, Alta Verapaz.

I.4 Justificación

Dado que la aldea Caquipec del municipio de Cobán, Alta Verapaz, no cuenta con carretera de conexión de la aldea al lugar más cercano con estructura vial, la más cercana es la de aldea de Satex; la que se encuentra localizada a 4 kilómetros de la comunidad rumbo noroeste, se pudo verificar por el método de observación directa que el lugar a considerar como viable para la construcción de la carretera presenta un porcentaje alto de roca y una topografía difícil.

Por información obtenida, por los comunitarios por medio de entrevistas directas existen antecedentes históricos de la construcción de una carretera con condiciones similares en cuanto a extensión y topografía, así como geológicamente igual a la que requiere la comunidad, según expresan los comunitarios, su construcción duró cuatro años, debido en su gran mayoría a las dificultades presentadas por la formación rocosa del área y fallas en la maquinaria debido al grado de dificultad que presenta su construcción.

Razón suficiente para considerar la implementación del uso de explosivos industriales como complemento de apoyo a la maquinaria pesada en la construcción de la carretera que conducirá de la aldea Satex a la aldea Caquipec del municipio de Cobán, Alta Verapaz.

De no implementarse la propuesta, los costos para el año 2025 se incrementarán a Q 132.00 por metro cúbico, según cálculos proyectados.

De implementarse la propuesta los costos se mantendrían estables y con muy buenas opciones de bajarlos considerablemente a Q.73.00 por metro cúbico.

I.5 Metodología

Los métodos y técnicas empleadas para la elaboración del presente trabajo de graduación se exponen a continuación:

I.5.1 Métodos

Los métodos utilizados variaron en relación a la formulación de la hipótesis y la comprobación de la misma; así: Para la formulación de la hipótesis, el método utilizado fue esencialmente el método deductivo, el que fue auxiliado por el método del marco lógico para formular la hipótesis y los objetivos de la investigación, diagramados en los árboles de problemas y objetivos, que forman parte del anexo número dos de este documento. Para la comprobación de la hipótesis, el método utilizado fue el inductivo, que contó con el auxilio de los métodos: estadístico, análisis y síntesis.

La forma del empleo de los métodos citados, se expone a continuación:

I.5.1.1 Métodos y técnicas utilizadas para la formulación de la hipótesis

Para la formulación de la hipótesis el método principal fue

Método deductivo

Permitió conocer aspectos generales el cual determina el incremento de los costos en apertura de carreteras en suelos rocosos en el departamento de Alta Verapaz en los últimos años por deficiencia en la operatividad de la maquinaria pesada es debido a la falta de un plan estratégico para el uso de explosivos industriales como alternativa de complemento en la apertura de carreteras.

Método del marco lógico

Permitió entre otros aspectos, encontrar el objetivo general y el específico de la investigación; así como nos facilitó establecer la denominación del trabajo en cuestión, permitió encontrar la variable dependiente e independiente de la hipótesis, además de definir el área de trabajo y el tiempo que se empleó para desarrollar la investigación. La grafica de la hipótesis se encuentra en al anexo número dos.

Métodos para comprobación de la hipótesis

Método inductivo

Se obtuvieron resultados específicos o particulares de la problemática identificada; lo cual sirvió para diseñar conclusiones y premisas generales, a partir de tales resultados específicos o particulares.

Método de estadístico y el método de análisis

Consistió en la interpretación de los datos absolutos y relativos, obtenidos después de la aplicación de las boletas de investigación que ostentaron como objeto la comprobación de la hipótesis previamente formulada.

Método de síntesis

Una vez interpretada la información contenida en las boletas, se utilizó este método el a efecto de obtener las conclusiones y recomendaciones del presente trabajo de investigación; el que sirvió además para hacer congruente la totalidad de la investigación, con los resultados obtenidos producto de la investigación de campo efectuada.

I.5.2 Técnicas

A este efecto, para la formulación se utilizaron las técnicas que se especifican a continuación:

Observación directa

Esta técnica se utilizó directamente en el lugar poblado objeto de estudio, a cuyo efecto, en visita preliminar a la comunidad, se observó las dificultades que presenta la movilización y el traslado de sus insumos, así como también se dedujo físicamente la presencia rocosa en la topografía del área delimitada como viable para el proyecto constructivo carretero lo cual permitió desarrollar el árbol correspondiente.

Investigación documental

Esta técnica se utilizó a efectos de determinar si se poseían documentos similares o relacionados con la problemática a investigar, a fin de no duplicar esfuerzos en cuanto al trabajo académico que se desarrolló; así como, para obtener aportes y otros puntos de vista de otros investigadores sobre la temática citada.

Los documentos consultados se especifican en el acápite de bibliografía, que fueron obtenidos a través de las fichas bibliográficas utilizadas en el transcurso de la revisión documental, donde se consulta fuentes con fundamento científico para dar sustento a la investigación bibliográfica.

Técnicas utilizadas para la comprobación de la hipótesis

Censo

Una vez formada una idea general de la problemática, se procedió a censar a las personas que laboran en a la empresa constructora AGK, así como a los Consejos de Desarrollo y Caminos de Cobán Alta Verapaz, a efectos de poseer información más precisa sobre la problemática detectada.

La hipótesis formulada de la forma indicada reza: “El incremento de los costos financieros en constructora AGK, Cobán Alta Verapaz, en los últimos 5 años por deficiencia en la apertura es debido a la falta de plan estratégico para el uso de explosivos industriales como alternativa de complemento en la apertura de carreteras.”

¿Será la falta de plan estratégico para el uso de explosivos industriales como alternativa de complemento en la apertura de carretera en áreas rocosas, Cobán, Alta Verapaz y la deficiencia en la operatividad, los causantes del incremento de costos financieros en Constructora AGK, en los últimos 5 años?

Determinación de la población a investigar

En atención a este tema, el investigador decidió no efectuar un muestreo estadístico que representara a la población a estudiar, pues la misma estaba constituida por las 26 personas que laboran en la empresa constructora AGK, Cobán, Alta Verapaz. Por tal razón, para obtener una información más confiable, se censó o investigó a la totalidad de la población; con lo que se supone que el nivel de confianza en este caso será del 100%.

Las técnicas empleadas, tanto en la formulación como en la comprobación de la hipótesis, se expusieron anteriormente; pero éstas variaron de acuerdo a la etapa de la formulación de la hipótesis y a la comprobación de la misma; así:

Como se describió en el apartado (1.5.1 Métodos), las técnicas empleadas en la formulación fueron: La observación directa, la investigación documental y las fichas bibliográficas; así como el censo a las personas relacionadas directamente con la problemática.

Por otro lado, la comprobación de la hipótesis, se utilizó el censo.

Como se puede advertir fácilmente, el censo estuvo presente en la etapa de la formulación de la hipótesis y en la etapa de la comprobación de la misma. La investigación documental, estuvo presente además de las dos etapas indicadas, en toda la investigación documental y especialmente, para conformar el marco teórico.

Correlación

Mediante esta técnica nos indica que están debidamente correlacionados en un 0.9993 la variable X y Y, (aumento en quetzales por metro cúbico al utilizar el sistema convencional).

Proyección

Al implementar esta técnica se comprueba que la propuesta será efectiva y los costos se mantendrían estables en una proyección a futuro de 5 años.

II. MARCO TEÓRICO

El presente capítulo consta de definiciones, conceptos teorías que sustentan la presente investigación, desarrollados a continuación.

II.1 Apertura de caminos y carreteras rurales

Los caminos rurales son un tipo de infraestructura que tienen la finalidad de asegurar que las comunidades rurales tengan accesos oportunos a bienes y servicios, que puedan promover prosperidad y crecimiento económico, con la finalidad de contribuir a la calidad de vida, el bienestar social, la salud y la seguridad de los habitantes rurales, sin que esto represente en afectar la calidad del medio ambiente. (IARNA-URL, 2013, pág. 3)

Países como Guatemala, la conceptualización, diseño y construcción de caminos rurales es indispensable para fomentar el desarrollo rural integral, particularmente ya que se desea promover a pequeños productores agropecuarios y otras actividades no agrícolas de pequeña escala. La construcción de caminos rurales debe planificarse de manera responsable para asegurar su inserción armónica en el paisaje y estratégica en los centros poblados. (IARNA-URL, 2013, pág. 1)

El objetivo de la construcción de carreteras es diseñar caminos que faciliten la transportación segura y rápida, según el requerimiento de la comunidad o pueblo que esta vaya a comunicar de ahí la importancia de la construcción de caminos rurales ya que estos influyen en gran manera en el crecimiento económico y social de los pueblos, muchas de las áreas remotas y poco accesibles para vehículos que se encuentran en el área de Alta Verapaz de nuestro país ya que estas constan de una topografía difícil y rocosa convirtiéndola en una área de difícil grado de construcción vial, lo cual presenta dificultades constructivas y de diseño.

Históricamente se han construido carreteras en áreas rocosas y difíciles de forma convencional donde se ha utilizado maquinaria pesada como lo son excavadoras y

tractores de oruga, así como camiones de volteo que facilitan el desalojo y acarreo de materiales necesarios, equipo que funciona eficientemente en áreas con bajo índice de presencia rocosa.

II.2 Tipos de suelos y rocas en Guatemala

“Se refiere a los tipos de relieve que existen en el país y sus principales características, así como sus derivados, que incluyen datos por región. Por su origen, hay dos grandes zonas de suelos en Guatemala: volcánicos y sedimentarios.” (Consejo Nacional de Areas Protegidas, 2008)

En general el relieve guatemalteco se ha incrementado en el curso de varios millones de años por emanaciones de material volcánico, producto de las fisuras entre las placas tectónicas. Ello explica el origen volcánico de la mayoría de los suelos de la plataforma central de Guatemala y Centroamérica, y al poco desarrollo de los suelos de las partes planas del norte, como las regiones de Petén, Belice y Yucatán. Es decir, los suelos de la plataforma central tienen varias decenas de millones de años de formación, en los que han influido principalmente, la actividad volcánica, la flora, el clima y el tiempo. (Consejo Nacional de Areas Protegidas, 2008)

Al final del período Cretácico, hace aproximadamente 80 millones de años, el movimiento de la placa del Caribe hacia el este, con respecto a la placa de norteamericana, produjo un choque frontal entre terrenos con corteza continental en el límite entre ambas placas, lo que ha originado cadenas montañosas. (Consejo Nacional de Areas Protegidas, 2008)

Las primeras áreas del territorio actual guatemalteco fueron poblándose gradualmente por seres vivos que migraron, en ambas vías, de América del Norte y América del Sur. Posteriormente, surgieron especies o ecotipos –vegetales y animales- algunos de los cuales viven únicamente en esta región, por lo que son llamados especies endémicas. Centroamérica, y así Guatemala, se constituyó en parte del corredor migratorio de ambos hemisferios. (Consejo Nacional de Areas Protegidas, 2008)

II.3 Clasificación geológica de las rocas

Una manera de describir las rocas es a través de su clasificación geológica, de las cuales pueden ser clasificadas en tres grandes grupos las cuales se detallan a continuación:

II.3.1 Rocas ígneas

Proceden del manto o del núcleo; han sido expulsadas hacia afuera, las cuales aprovechan alguna grieta o parte débil en la corteza, en forma líquida y a causa de las grandes presiones y enormes temperaturas que a esas profundidades existen. Por lo menos en la corteza terrestre, el gradiente térmico aumenta en términos generales a razón de 1 grado Celsius por cada 33 metros de profundidad. (López Ruano, 2012)

Hay dos formas primarias de estructura en las rocas ígneas: masiva o intrusiva y extrusiva.

Forma intrusiva

Comprende masas regionales, estas rocas son de grano grueso (macro granulada) debido al lento enfriamiento de grandes volúmenes de magma plástico o fundido, estas son: Granito, Sienita, Diorita, Gabro y Peridotita. Las rocas intrusivas se forman en la superficie de la tierra por corrientes de magma o por erupción volcánica. Estas corrientes pueden formar estratos uniformes que cubren grandes aéreas u ondulaciones irregulares de boleos poroso y vidriosos. Las rocas extrusivas son generalmente de grano muy fino (micro granulada) debido a su rápido enfriamiento, estas rocas son: Riolita, Traquita, Andesita, Basalto y Picrita. (López Ruano, 2012)

Formas extrusivas

Son más bien homogéneas. Las masas intrusivas más pequeñas, y las extrusiva y los límites de las grandes masas intrusivas presentan numerosas discontinuidades. Las grietas de las juntas que se forman por enfriamiento y flexión dividen las grandes masas en bloques o primas de distintos tamaños, debilitándolas. (López Ruano, 2012)

Bloques de rocas más antiguas se encuentran frecuentemente sumidos en la superficie de masas intrusivas. Al quedar estas rocas expuestas en la superficie del terreno sufren exfoliaciones o desbastes, y es ahí donde se forman toscas cubiertas en forma de cúpula de varios centímetros de espesor con pequeños vanos en la parte inferior. Las grietas de las juntas y las de fuerzas cortantes debidas a actividad tectónica, y de bolsones de gas en las masas extrusiva facilitan el paso a las filtraciones, lo cual acelera la meteorización desde el interior de la masa. (López Ruano, 2012)

II.3.2 Rocas sedimentarias

Las rocas sedimentarias son las que se formaron por la acumulación de sedimentos que se consolidaron en rocas duras, firmes, estratificadas. Los sedimentos pueden estar integrados por fragmentos de roca de diferentes tamaños, minerales resistentes, restos de organismos y productos de acción química, de evaporación o mezclas de estos. (López Ruano, 2012)

Los procesos de endurecimiento como los esfuerzos laterales causados por los movimientos tectónicos consolidan los granos para formar una estructura más densa. La presión también puede aumentar la atracción entre partículas. La cementación es el más importante mecanismo del endurecimiento. El grado de endurecimiento depende de la cantidad y tipo de cementante, así como del modo en que dicho agente haya sido precipitado. Las rocas sedimentarias suelen dividirse en silíceas, arcillosas, calizas, se incluyen en este grupo a las dolomitas y rocas salinas. (López Ruano, 2012)

Rocas sedimentarias silíceas

“Pueden ser blandas y aglomeradas, que corresponden con las arenas y se encuentran representadas especialmente por las areniscas, cuyo cemento puede ser silíceo, arcilloso o calizo.” (López Ruano, 2012)

Rocas sedimentarias arcillosas

Son de grano muy fino que contienen, al menos, un 50 por ciento de minerales arcillosos, a los que se pueden añadir varios minerales, y da como resultado composiciones muy diversas, se forman por una acumulación de láminas de partículas microscópicas, compuestas de sílice y de aluminio, elementos que vienen a su vez de la alteración de rocas ígneas y metamórficas. Se puede mencionar al caolín como un ejemplo de roca sedimentaria arcillosa, pues, está compuesta de arcilla casi pura. (López Ruano, 2012)

Rocas sedimentarias calizas y dolomitas

Pueden ser de origen químico u orgánico, se encuentran en una amplia variedad de formas y grados de endurecimiento, de acuerdo con el modo en que fueron depositadas y su historia. Las calizas y dolomíticas son depositadas frecuentemente con otros sedimentos generalmente arcillas. Estos sedimentos pueden mezclarse, como en las calizas arcillosas, o intercalarse en los estratos como vetas alteras de pizarra sedimentaria. (López Ruano, 2012)

“Las rocas debidas a depósitos químicos y que no entran en ninguna categoría anterior son llamadas rocas sedimentarias salinas y las principales son: la sal gema, el yeso y la anhidrita.” (López Ruano, 2012)

II.3.3 Rocas metamórficas

Después de su formación las rocas sufren diversas clases de alteraciones o modificaciones, tanto en su estructura como en su composición. Estas modificaciones son ocasionadas por agentes geológicos tales como la inyección de rocas ígneas o la infiltración de aguas minerales. Las rocas metamórficas son cristalinas, como las rocas ígneas; estratificadas como las rocas sedimentarias. Las principales rocas metamórficas son: gneis, mica, esquisto y leptinita. (López Ruano, 2012)

El proceso metamórfico se realiza en estado sólido, es decir, las transformaciones se producen sin que la roca llegue a fundirse. La mayoría de las rocas metamórficas se caracterizan por un aplastamiento general de sus minerales que hace que aparezcan orientados de forma plana el cual da lugar a una laminación de la roca. Este fenómeno se denomina foliación. (Instituto de Geociencias)

II.3.4 Reconocimiento de las Rocas

Para poder reconocer una roca, se debe saber a cuál de los tres grandes grupos pertenece.

Grupo A. Rocas ígneas

“Aspecto granudo, poroso o vítreo. Nunca dispuesta en láminas.” (Instituto de Geociencias)

Cuadro 1 Reconocimiento de rocas ígneas

| Roca homogénea con cristales pequeños incluidos en una pasta vítrea | | Roca heterogénea formada enteramente por cristales | | |
|---|---|---|--|---|
| Color claro | Color Oscuro | | | |
| Pumita | Obsidiana | Basalto | Granito | Gabro |
| Poco pesada Muy porosa Flota en el agua | Ligera Sin poros Aspecto brillante Con fractura típica de vidrio | Pesada A veces con pequeños cristales visibles de olivino (verde o marrón) | Granos minerales visibles a simple vista De colores claros Compuesta por cristales grises, translúcidos de cuarzo asociados a feldespatos (blanco o rosa) y mica negra | Granos minerales visibles Sólo minerales oscuros (gris, negro y verde) |

Fuente: (Instituto de Geociencias)

Grupo B. Rocas metamórficas

“Aspecto esquistoso (en láminas), en bandas de colores o rocas homogéneas de colores claros (gris o blanco), grano fino y no porosas.” (Instituto de Geociencias)

Cuadro 2 Reconocimiento de rocas metamórficas

| Con esquistosidad (láminas) | | | Sin esquistosidad | |
|---|--|---|---|--|
| Pizarra | Esquistos | Gneis | Mármol | Cuarcita |
| Roca oscura Sin brillo o brillo mate A veces puede contener fósiles | Roca brillante A veces se pueden reconocer micas | Esquistosidad menos definidas que las anteriores Alternancia de bandas claras y oscuras | Roca masiva sin estructura definida Color blanco Produce reacción con ácido clorhídrico No raya el vidrio | Roca masiva sin estructura definida Color blanco No produce reacción con ácido clorhídrico Raya el vidrio |

Fuente: (Instituto de Geociencias)

Grupo C. Rocas sedimentarias

“No cumple las condiciones anteriores” (Instituto de Geociencias)

Cuadro 3 Reconocimiento de rocas sedimentarias detrítica

| Formada por fragmentos (detrítica) | | | |
|--|---|--|--|
| Fragmentos imperceptibles | Los fragmentos se ven a simple vista | | |
| | | Conglomerados | |
| Arcilla | Arenisca | Pudingas | Brechas |
| Si se acerca a los labios húmedos se adhiere ligeramente | Formada por granos de arena de tamaño <2 mm | Fragmentos mayores de 2 mm de forma redondeada | Fragmentos mayores de 2 mm de forma angulosa |

Fuente: (Instituto de Geociencias)

Cuadro 4 Reconocimiento de rocas sedimentarias no detrítica

| No formada por fragmentos (no detrítica) | | |
|---|--|---|
| Carbonáticas | Evaporitas | Rocas Organógenas |
| Caliza | Sales | Carbón Petróleo |
| De colores claros, gris, blanco, rosados Puede contener fósiles Hace reacción en contacto con ácido clorhídrico Pueden tener origen orgánico | De color blanco, incoloro o carne Algunas tienen sabor salado, Halita Si son blancas y sin sabor son los yesos Si son de color carne y sabor amargo, Carnalita o sin sabor, silvina | De color negro con zonas brillantes a mates en donde se aprecia en ocasiones la presencia de restos vegetales Es suave y mancha de negro las superficies que toca. |

Fuente: (Instituto de Geociencias)

II.3.5 Propiedades físicas de la roca

Para poder describir las rocas se debe comparar las características específicas, medidas en ejemplares de rocas.

Resistencia compresional

Es la tensión compresional máxima que se puede aplicar a un material como la roca, bajo condiciones dadas, antes de que se quiebre, expresado en Newtons sobre metro cuadrado (N/m^2) también llamado Pascales (Pa) por el Sistema Internacional de Medidas. (López Ruano, 2012)

Resistencia tensional

Es la resistencia tensional máxima aplicada que un cuerpo puede resistir. La resistencia tensional de una roca es mucho menor que su resistencia compresional. Es más fácil romper una roca por distensión que por presión, expresado en Newtons sobre metro cuadrado (N/m^2) o Pascales (Pa) por el Sistema Internacional de Medidas. (López Ruano, 2012)

Gravedad específica

Es la razón de la masa de un volumen dado de roca. Es igual a la densidad, la densidad se da en kilogramos sobre metros cúbicos (kg/m^3) así como gramo sobre centímetro cubico (gr/cm^3) por el Sistema Internacional de Medidas. (López Ruano, 2012)

Velocidad de onda longitudinal

Es la velocidad da la cual la roca transmitirá las ondas de compresión. A mayor velocidad de la roca, mayor será la velocidad del explosivo requerido para romperla, se expresa en metros sobre segundo (m/s) por el Sistema Internacional de Medidas. (López Ruano, 2012)

Cuadro 5 Resistencia tensional y compresional de diferentes rocas

| Muestra de roca | Resistencias Compresionales | | Resistencia Tensional | |
|-----------------|-----------------------------|---------------------------------------|-----------------------|---------------------------------------|
| | Mega Pascales (MPa) | Libras sobre Pulgadas cuadradas (psi) | Mega Pascales (MPa) | Libras sobre Pulgadas cuadradas (psi) |
| Granito | 196 – 350 | 28 400 – 51 000 | 9,6 - 29,6 | 1 400 – 4 300 |
| Diabasa | 286 – 393 | 41 100 – 57 000 | 18,6 – 29,6 | 2 700 – 4 300 |
| Mármol | 147 – 186 | 21 300 – 27 000 | 14,5 – 19,3 | 2 100 – 2 800 |
| Piedra Caliza | 128 – 196 | 18 500 – 28 400 | 16,5 – 29,6 | 2 400 – 4 300 |
| Arenisca | Aprox. 293 | Aprox. 42 500 | Aprox. 29,6 | Aprox. 4 300 |

Fuente: (OLOFSSON, pág. 256)

II.3.6 Geología de Alta Verapaz

El departamento de Alta Verapaz cuenta con una geología diversa de las cuales se pueden mencionar las siguientes de las cuales se detalla de cada tipo de roca el símbolo, edad geológica y sus características:

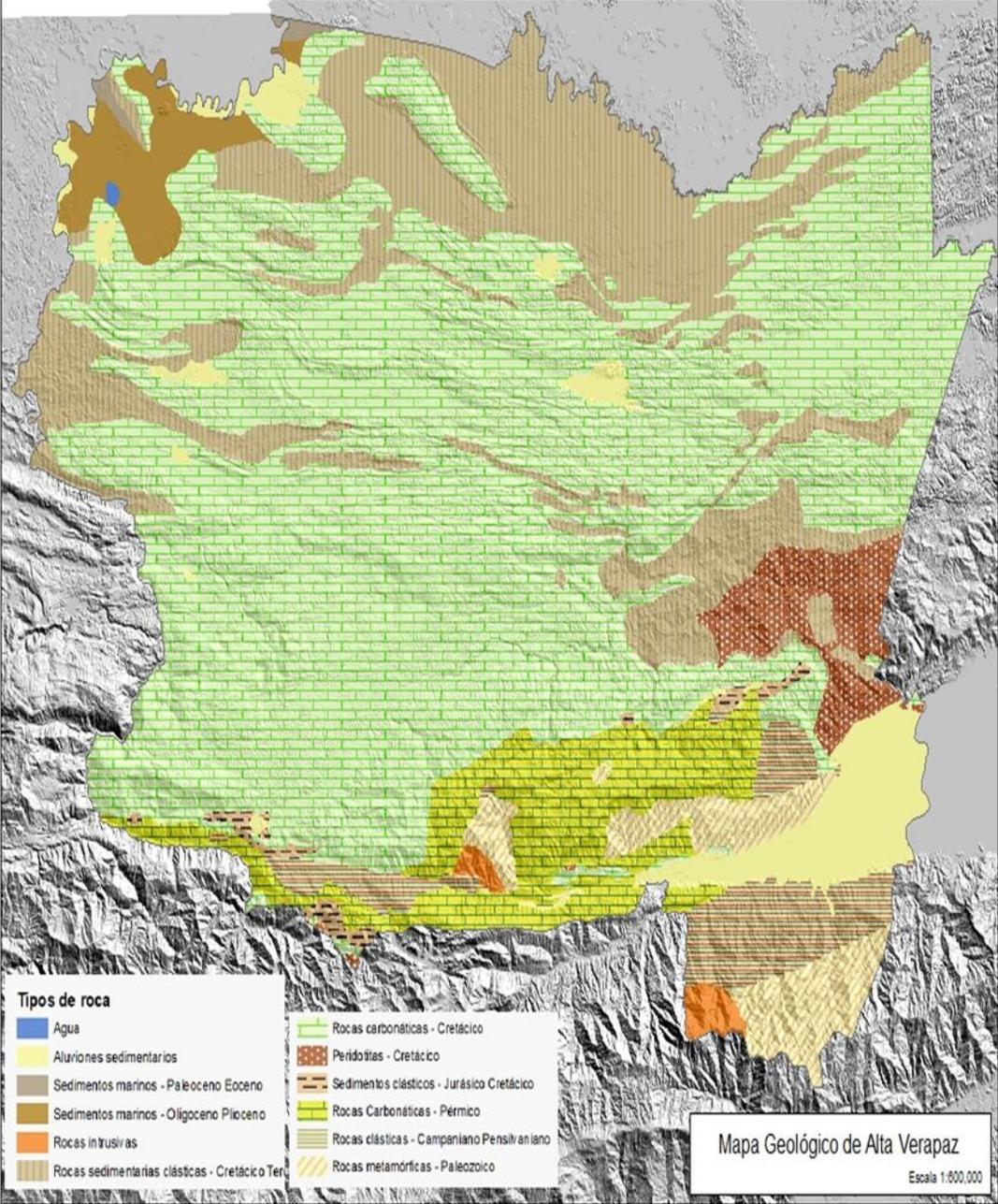
Cuadro 6 Geología de Alta Verapaz

| Símbolo | Tipo de roca | Edad Geológica | Características |
|---------|-----------------------------|---------------------------------------|---|
| Qa | Rocas Sedimentarias | Aluviones Cuaternarios | |
| Tpe | Rocas Sedimentarias | Paleoceno-Eoceno | Sedimentos marinos |
| Tsp | Rocas Sedimentarias | Terciario Superior Oligoceno-Plioceno | Predominante continental: Incluye formaciones Cayo, Armas, Herrería, Bacalar y White Marls. |
| Pi | Rocas Ígneas Y Metamórficas | Terciario | Rocas ultra básicas de edad desconocida. Predominantemente serpentinas. En parte pre-Mestrichtiano en edad. |
| I | Rocas Ígneas Y Metamórficas | Terciario | Rocas plutónicas sin dividir. Incluye granitos y dioritas de edad pre-Pérmico, Cretácico y Terciario. |
| KTs | Rocas Sedimentarias | Cretácico-Terciario | Formación Sepur, Campaniano-Eoceno. Predominantemente sedimentos clásticos marinos. |

| | | | |
|------|-----------------------------------|---------------------|--|
| | | | Incluye Formaciones Toledo, Reforma y Cambio, y Grupo Verapaz. |
| Ksd | Rocas Sedimentarias | Cretácico | Carbonatos Neocomiano-Camapanianos. Incluye Cobán, Ixcoy, Campur, Sierra Madre y Grupo Yojoa. |
| JKts | Rocas Sedimentarias | Jurásico-Cretácico | Formación Todos Santos, Juásico Superior-Neocomiano (capas rojas). Incluye Formación San Ricardo. |
| CPsr | Rocas Sedimentarias | Carbonifero-Pérmico | Grupo Santa Rosa (lutitas, areniscas, conglomerados y filitas). Formaciones Santa Rosa, Sacapulas, Tactic y Macal. |
| Pc | Rocas Sedimentarias | Pérmico | Formación Chóchal (carbonatos). |
| Pzm | Rocas Ígneas Y Metamórficas | Paleozoico | Rocas metamórficas sin dividir. Filitas, esquistos cloríticos y granatíferos, esquistos y gneises de cuarzo-mica-feldespatos, mármol y migmatitas. |

Fuente: (Instituto Geográfico Nacional, 2020)

Imagen 1 Mapa geológico de Alta Verapaz



Fuente: (IGN, 2020)

II.4 Clasificación de carreteras y caminos en Guatemala

La clasificación está en función de la importancia que esta representara para las poblaciones en conexión en Guatemala, existen carreteras de tipos: A, B, C, D, E, F. Cada una depende del número de vehículos que transitan diariamente, así como del tipo de región que atraviesan.

II.4.1 Carreteras Tipo A.

Estas son también llamadas calzadas y están diseñadas para un tráfico promedio diario de 3000 a 5000 vehículos, la capa de recubrimiento de la calzada podía ser de hormigón o concreto asfáltico, el diseño de drenajes de este tipo de carretera no contempla estructuras simples puesto que no es conveniente que la carpeta de rodadura permanezca inundada por un determinado tiempo ya que el agua la dañarían. El ancho de la calzada es de 14.40mts. El derecho de vía lo constituyen 50mts. (Miranda, 2013)

II.4.2 Carreteras Tipo B.

“Están diseñadas para un tráfico diario promedio de 1500 a 3000 vehículos. La capa de rodadura podrá ser de concreto asfáltico o de doble tratamiento. El ancho de calzada es de 7.20mts. El derecho de vía es de 25mts.” (Miranda, 2013)

II.4.3 Carretera Tipo C.

“Está diseñada para un tráfico promedio diario de 900 a 1500 vehículos, la capa de recubrimiento podrá ser de concreto asfáltico o de doble tratamiento, el ancho de calzada es de 6.50mts. El derecho de vía es de 25mts.” (Miranda, 2013)

II.4.4 Carretera Tipo D.

“Está diseñada para un tráfico promedio diario de 500 a 900 vehículos la capa de recubrimiento es de doble tratamiento el ancho de calzada es de 6mts. El derecho de vía es de 25mts.” (Miranda, 2013)

II.4.5 Carretera Tipo E.

Diseñada para un tráfico promedio diario de 100 a 500 vehículos diarios, de esto se nota que la carretera tipo E tiene menor importancia con relación al flujo de tránsito en las carreteras tipo A, a D, la capa de recubrimiento de estas carreteras son de doble tratamiento o balastro el ancho de calzada es de 5.5mts. El derecho de vía es de 15mts. (Miranda, 2013)

II.4.6 Carretera Tipo F.

Su diseño contempla un tráfico promedio diario de 10 a 100 vehículos por día, como son poco transitadas la capa de recubrimiento se elabora simplemente con balastro. El ancho de calzada es de 5.5mts. El derecho de vía es de 15mts. (Miranda, 2013)

II.5 Clasificación de carreteras según sus conexiones

II.5.1 Rutas Centroamericanas C.A.

“Unen la capital con fronteras o desde otra ruta centroamericana. Unen puertos de importancia desde la capital o desde otra ruta centroamericana, atraviesan longitudinalmente o transversalmente la república, reúnen las mejores condiciones de diseño que la topografía les permite.” (Caminos, 2014, pág. 6)

“Derecho de vía: 25.00 metros, 12.50 de cada lado de la línea central; área de reserva: 80.00 metros, 40.00metros de cada lado d la línea central.” (Caminos, 2014, pág. 6)

II.5.2 Rutas Nacionales R.N.

“Unen las cabeceras departamentales, une rutas centroamericanas con cabeceras departamentales, conecta rutas centroamericanas, une rutas centroamericanas con puertos de importancia comercial para el país. Es una red auxiliar de las rutas centroamericanas.” (Caminos, 2014, pág. 6)

“Derecho de vía: 25.00 metros, 12.50 de cada lado de la línea central; área de reserva: 80.00 metros, 40.00metros de cada lado d la línea central.” (Caminos, 2014, pág. 7)

II.5.3 Rutas Departamentales R.D.

“Interconectan cabeceras departamentales, una cabeceras departamentales entre sí, una cabeceras municipales con rutas centroamericanas o rutas nacionales u otras departamentales, tienen longitudes mayores de 20km tienen tránsito diario mayor de 200 vehículos son de importancia turística.” (Caminos, 2014, pág. 7)

“Derecho de vía: 20.00 metros, 10.00 de cada lado de la línea central. (Caminos, 2014, pág. 7)

II.5.4 Caminos Rurales C.R.

“Interconecta a las comunidades rurales de los correspondientes municipios. Por lo general son caminos de terracería con su capa de rodadura de balastro y tuberías transversales para pasos de agua para evitar el deterioro de las mismas.” (Caminos, 2014, pág. 8)

II.6 Apertura y técnicas de carretas en suelos rocosos

El empleo de explosivos para voladuras en roca empezó a ponerse en práctica a comienzos del siglo XVII. En Alemania se introdujo la pólvora en minería, donde se había utilizado el método de rotura por contracción. Este procedimiento consistía en un calentamiento y subsiguiente riego de agua, lo cual producía tensiones en la roca con la aparición de fisuras en su estructura; con mazos, puntas y cuñas se conseguía después su rotura. Este sistema estuvo empleándose en las minas suecas hasta casi finales del siglo XIX (Rune, 1977, pág. 8)

En el momento que Alfred Nobel en 1864 comenzó la fabricación de un aceite explosivo basado en la Nitroglicerina líquida, el producto ganó rápidamente un campo de aplicación sumamente extenso, y así conquistó el mercado mundial con una velocidad que en aquella época era desacostumbrada. Este nuevo aceite explosivo empezó a elaborarse pronto en fábricas de todo el mundo. Un recuerdo de aquella época es el hecho de que el hombre de “Nobel” se encuentra en marcas comerciales

de muchos fabricantes de explosivos, sin que las empresas en la actualidad tengan intereses comunes (Rune, 1977, pág. 8).

La evolución de los sistemas de perforación ha influido en gran manera sobre el desarrollo de los explosivos y con ello en la técnica de voladuras. En Estados Unidos se han empleado, así como en muchos países del mundo, especialmente en voladuras a ciclo abierto; diámetro cada vez mayores. Estos grandes diámetros han proporcionado una premisa técnico-económica para favorecer el uso de explosivos de mezcla más baratos. (Rune, 1977, pág. 9)

Las voladuras controladas han hecho posible realizar excavaciones en zonas edificadas sin daños en su entorno. El avance en técnicas de voladuras con un conocimiento mejor de los efectos de los explosivos y una mejor calidad de los productos, permite obtener grandes voladuras de roca con un costo cada vez menor. (Rune, 1977, pág. 10)

En una época en que los problemas ecológicos y del medio ambiente son de ámbito internacional, la adaptación de la técnica de voladura con un menor factor de alteración de dichos medios es muy importante. Según (Rune, 1977) afirma que en este aspecto merece especial atención la posibilidad de realizar instalaciones y carreteras mediante voladuras en roca, donde se tiene como objetivo la mejora del medio ambiente y ser analíticos y cuidadosos con las técnicas específicas según los materiales rocosos que se nos presenten.

Los explosivos industriales los adaptamos en campo según nuestro requerimiento específico; en la construcción de carreteras en áreas identificadas como rocosas, son una herramienta de suma importancia ya que nos permite el avance de forma gradual con el rompimiento de las rocas, el cual facilita la carga y traslado de materiales excavados en brecha, y así se mejora el desempeño de la maquinaria que efectúe el corte y carga de desechos.

(DU PONT, S.A., 1983) refiere que es “importante mencionar que depende el tipo de geología y materiales rocosos que predominen en el área de construcción de la carretera se adaptara diferentes factores de carga, así como los espaciamientos en el diseño de la barrenación.”

Se toma en cuenta factores importantes observados en las áreas específicas donde se necesita hacer voladuras en roca, estos factores nos indicaras cuales explosivos pueden ser más funcionales, ya que dependerá el tipo de roca, el entorno del área a volar, la granulometría que se pretenda obtener en base al tipo de maquinaria que se posee para el desalojo y carga, así como la formación rocosa que se desea demoler, al tomar en cuenta dichos indicadores, hay tablas básicas que apoyan para cada caso en específico, siempre se debe tomar en cuenta todos los detalles del área a demoler y se adaptan los datos técnicos a cada caso en específico, esta guía es una base de partida que permitirá hacerle ciertas modificaciones según criterio para cada tópico analizado y corregido en campo.

II.7 Apertura de carreteras en suelos rocosos

Según (DU PONT, S.A., 1983) afirma que “el objetivo de la construcción de carreteras es diseñar caminos que faciliten la transportación segura y rápida.”

En la construcción de carreteras muchas veces se encuentran con suelos rocosos macizos en algunos casos la maquinaria pesada convencional puede romper las rocas y realizar el trabajo requerido aunque varias veces esto implica numerosos problemas con la maquinaria la cual sufre un desgaste excesivo y daños lo cual repercute en sobrecostos y más tiempo para realizar la obra, pero en caso que la cantidad de roca que aparece en la trayectoria de la carretera a construir es mucha y de dureza considerable es una buena opción utilizar explosivos para su demolición y a esto se le denomina excavación en roca.

Excavación en roca

(DU PONT, S.A., 1983) refiere que hay 3 tipos generales de cortes en la excavación de carreteras y estos son:

1. Corte en cajón o trinchera: Son excavaciones hechas a través de una colina que dejan un talud a ambos lados.
2. Corte en ladera: Son excavaciones que tienen un talud en uno de los lados únicamente.
3. Cortes de profundización: Son excavaciones similares a las barrenaciones de pozos pues no tienen cara libre. (DU PONT, S.A., 1983)

Para determinar el mejor método de voladura de la roca en estos cortes de excavación, debe considerarse la profundidad del corte y el área que se va a quebrar más adelante de la operación de excavación y acarreo. Es generalmente más eficiente disparar los cortes enteros a la profundidad de la rasante en un solo ciclo de perforación y voladura sin embargo esta decisión debe ser compatible con los niveles de seguridad ruido y vibración, velocidad de barrenación y el tipo de equipo de cargado que se usará para mover el material quebrado. (DU PONT, S.A., 1983, pág. 387)

II.7.1 Perforación de rocas

Su propósito es el de abrir en la roca huecos cilíndricos destinados a alojar al explosivo y sus accesorios iniciadores, denominados taladros, barrenos, hoyos o blast holes. Esta operación es necesaria para lograr el confinamiento del explosivo y aprovechar mejor las fuerzas expansivas. Se basa en principios mecánicos de percusión y rotación, cuyos efectos de golpes y fricción producen el astillamiento y trituración de la roca en un área equivalente al diámetro de la roca y hasta una profundidad dada por la longitud del barreno utilizado. La eficiencia en perforación consiste en lograr la máxima penetración al menor costo. (DÍAZ-MARTÍNEZ, 2012, pág. 16)

II.7.2 Barrenación

En carreteras se utilizan máquinas perforadoras de percusión y de tipo rotatorio los diámetros de barreno más usuales varían de 3.5 a 5 pulgadas, como regla general los barrenos de diámetro grande se han limitado a aplicaciones de proyectos de construcción especiales, donde se requiera una fragmentación relativamente fina. Los barrenos de gran diámetro generalmente no son prácticos en cortes poco profundos, sin embargo, el tamaño del barreno dependerá principalmente de las condiciones locales. Los barrenos grandes se usan generalmente en cortes profundos donde se ha desarrollado una cara libre. (DU PONT, S.A., 1983, pág. 388)

La perforación de pequeño diámetro con equipo de alta velocidad brinda costos relativamente bajos por unidad y permite espaciamiento de los barrenos bastante cercanos, ocasiona una mejor distribución de los explosivos a través de la masa de roca y un mejor quebrado. Otra ventaja de la barrenación de pequeño diámetro es la reducción en la cantidad de explosivos utilizado en cada barreno. (DU PONT, S.A., 1983, pág. 389)

Los espaciamientos para estos barrenos de 3.5 a 5 pulgadas de diámetro varían de 1.8 a 2.5 metros para una altura de 4.5 metros. Actualmente, se ha dado énfasis a las plantillas rectangulares en donde el bordo es menor que el espaciamiento. Los barrenos se perforan generalmente 10% más debajo de la rasante para asegurar el rompimiento al nivel deseado la profundidad de la sub barrenación variará con la dureza y estratificación del material que se tenga. (DU PONT, S.A., 1983, pág. 390)

II.5.3 Factor de carga

La velocidad de carga, así como la cantidad de explosivos que se requieran por metro cúbico de roca quebrada dependerá del tipo de roca, la profundidad de los barrenos y el explosivo que se utilice. También intervienen, el lugar de la voladura, el que la voladura este encajonada o tenga una cara libre el tipo de equipo de carga que se tiene en la obra y el uso que se intente dar al material quebrado. (DU PONT, S.A., 1983, pág. 390)

Bajo condiciones promedio en un corte en cajón que tenga de 3 a 10 metros en la profundidad de los barrenos con piedra caliza o arenisca de mediana dureza, un factor de carga de 1.25 a 2.10 kg por metro cúbico puede ser representativo. En roca laminada o en pizarra este factor se puede reducir a 1 kg por metro cúbico. Estas cantidades pueden ser mayores si se requiere un mayor desplazamiento en material más duro tal como el granito u otras formaciones ígneas, el factor de carga puede acercarse o aun exceder 2.5 kg por metro cúbico. (DU PONT, S.A., 1983, pág. 391)

Al efectuar voladuras con barrenos más profundos y más hileras tal como las voladuras con barrenos en filas múltiples y profundidades de 7.5 metros a 12 metros, las plantillas de disparo al ser estrechas provocarán que la cantidad de explosivos sea mayor debido a la cantidad limitada de alivio hacia donde la roca se pueda mover. Dependerá de la formación de la roca y de la fuerza de los explosivos, el éxito en los resultados requerirá cantidades mucho mayores de carga y variará de 2 a 3.3 kg por metro cúbico. (DU PONT, S.A., 1983, pág. 391)

En disparos estrechos debe reducirse considerablemente el espaciamiento entre los barrenos, o bien adoptar diámetros mayores para asegurar sacar el fondo. Generalmente se requiere una menor cantidad de explosivos en disparos que tengan una cara libre, sin embargo, la cantidad de explosivos dependerá grandemente del tipo de roca que se va a disparar. En este caso la profundidad de los barrenos no es tan crítica como en los disparos estrechos. (DU PONT, S.A., 1983, págs. 391-392)

II.7.3 Voladuras controladas

Se utilizan para minimizar el sobrerrompimiento o fractura de la roca, más allá de la línea designada para las áreas de la excavación principal. El éxito de estas técnicas, las cuales se utilizan tanto bajo tierra como en operaciones de superficie, dependerá principalmente de la geología de la formación rocosa que se explote. (DU PONT, S.A., 1983, pág. 447)

Varias técnicas de voladuras controladas se utilizan para reducir el sobrerrompimiento y tienen un objetivo en común: reducir y distribuir en mejor forma las cargas de explosivo para minimizarla fatiga y la fractura de las rocas más allá de la línea de excavación deseada. (DU PONT, S.A., 1983, pág. 447)

II.8 Fichas técnicas de explosivos comerciales de uso en Guatemala

II.8.1 Austinite 15

Es un explosivo con una gran producción de energía de gases al momento de la detonación, por lo que resulta muy económico en la mayoría de las operaciones. Agente explosivo tipo granular, en una mezcla estrictamente controlada de Nitrato de Amonio y Aceite Combustible. (EQUIPSA, 2020)

Recomendable como carga de columna ya que tiene gran efectividad, rendimiento y economía. Cuenta con excelente fluidez que permite vaciar directamente del saco al barreno. Genera un alta de energía de gases, factor básico para una buena fragmentación y un adecuado desplazamiento de la roca. Nula resistencia al agua. (EQUIPSA, 2020)

Empaque

“Se empaqueta en un saco tejido de alta resistencia con protección laminada interior de polietileno. Contiene 25kg s.” (EQUIPSA, 2020)

Iniciación

“El Austinite 15 requiere de un cebo de alto explosivo.” (EQUIPSA, 2020)

Propiedades y características

“Tiene una Densidad 0.85 g/cc y una velocidad confinada en 3 pulg. De diámetro 3,300 m/s. Resistencia al agua Nula.” (EQUIPSA, 2020)

Imagen 2. Empaque de Austinite 15



Fuente (EQUIPSA, 2020)

II.8.2 Conector MS

Los constructores MS proporcionan un tiempo de retardo en milisegundos entre barrenos de voladuras iniciados con cordón detonante y al conectar cada extremo cortado a cada uno de los bloques conectores. El conector MS tiene presentaciones de diversos periodos de retardo de 15, 25, 35, 50, 100 y 200 y su empaque es en caja con 50 unidades cada una. Especialmente diseñados a base de tubo de choque, para iniciar sistemas de Cordón Detonante. (EQUIPSA, 2020)

Imagen 3 Conector MS



Fuente: (EQUIPSA, 2020)

II.8.3 Conector rápido de superficie QUICK RELAY

Están disponibles en diversos periodos de retardo en milisegundos. Están especialmente diseñados para iniciar con otro tubo de choque, para retardo entre barrenos o líneas. El block para conectar tiene capacidad hasta 8 tubos de choque, y reduce los niveles de ruido. (EQUIPSA, 2020)

Imagen 4 Conector rápido de superficie QUICK RELAY



Fuente: (EQUIPSA, 2020)

“Disponible en diversos periodos de retardo en milisegundos y en diversas longitudes.” (EQUIPSA, 2020)

Imagen 5 Periodos de retardo del conector rápido de superficie QUICK RELAY

| Longitud | | 0 | 9 | 17 | 25 | 33 | 42 | 67 | 100 | 200 | PIEZAS |
|-----------|-------------|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|------------|
| FT. | MTS. | MS | MS | CAJAS |
| 8 | 2.4 | | | . | . | | | | | | 100 |
| 12 | 3.7 | | | . | . | | . | | | | 100 |
| 20 | 6.1 | | | . | . | . | . | | | | 100 |
| 30 | 9.2 | | | . | . | | . | | | . | 80 |
| 40 | 12.2 | | . | . | . | | . | | | | 60 |
| 50 | 15.3 | | . | . | . | | . | . | . | | 40 |
| 60 | 18.3 | | | | . | | . | | | | 40 |

Fuente: (EQUIPSA, 2020)

II.8.4 Cordón detonante 3 PE

Son hilos blancos trenzados y rojos alternos trenzados y adheridos con una mezcla de resina parafinada de color anaranjado con una longitud de 800 metros por rollo embobinado en carretera plástica. La caja contiene 1 carrete plástico en cuyo interior esta embobinado el cordón Detonante. Contiene la cartilla de seguridad siempre/nunca. El carrete plástico está hecho de un material de polietileno de color amarillo con un diámetro d 317mm y una altura de 200mm. (EQUIPSA, 2020)

Imagen 6 Cordón detonante 3PE



Fuente: (EQUIPSA, 2020)

Cuadro 7 Estructura interior de cordón detonante 3PE

| | |
|------------------------------|------------------|
| Peso PETN | 4g/m (20 gr/pie) |
| Materiales de cinta trenzado | Polipropileno |

Fuente: (EQUIPSA, 2020)

Cuadro 8 Parámetros de control de cordón detonante 3PE

| | |
|--|-----------------|
| Velocidad de detonación | 7,000 m/s |
| Impermeabilidad | 20Psi x 2 horas |
| Diámetro exterior | 3.9 mm |
| Resistencia a la tracción | 55 Kg máximo |
| Transmisión de detonación en línea troncal Nudo cuadrado | Total |
| Transmisión de detonación en línea troncal a derivada (nudo doble) | Total |

Fuente: (EQUIPSA, 2020)

Cuadro 9 Embalaje de cordón detonante 3PE

| | |
|-------------------------------|-------------------------|
| Clasificación para transporte | 1.1D |
| Dimensión de caja | 33cm x 33cm x 22.5cm |
| Material de la caja | Cartón simple corrugado |
| Contenido | 1 rollo de 800 m |
| Número de empalmes | 1 rollo como máximo |
| Peso | 12.5 Kg |

Fuente: (EQUIPSA, 2020)

II.8.5 Cordón encendedor

“La Cobertura exterior son plásticos polietilenos de color verde con una longitud por rollo de 30 metros y su estructura interior tiene un peso de masa pirotécnica de 3.4g/m, alambre central es de cobre y alambre acompañante es fierro.” (EQUIPSA, 2020)

“La presentación del cordón encendedor es un rollo de 30m embobinado en carrete plástico. Carrete Plástico el de polietileno de color rojo con un diámetro de 71mm y con una altura de 58mm.” (EQUIPSA, 2020)

“Consta de 4 niveles con 25 carretes cada nivel. Distribución 5 carretes por cada lado, y entre cada carrete existe un separador de cartón. Contiene la cartilla de seguridad siempre/nunca.” (EQUIPSA, 2020)

Imagen 7 Cordón encendedor



Fuente: (EQUIPSA, 2020)

Cuadro 10 Parámetros de control

| | |
|--------------------------------------|-------------------------------------|
| Tiempo de combustión a nivel del mar | de 25 s/m a 29 s/m |
| Diámetro exterior promedio | 1.9 mm |
| Longitud por rollo | 30 m |
| Impermeabilidad | 10 cm de agua por 1 hora |
| Funcionamiento | Con conector para cordón encendedor |

Fuente: (EQUIPSA, 2020)

Cuadro 11 Embalaje

| | |
|-------------------------------|------------------------------|
| Clasificación para transporte | 1.4G |
| Dimensión de caja | 38.5cm x 38.5cm x 27.5cm |
| Material de la caja | Cartón simple corrugado |
| Separadores | Cartón simple corrugado |
| Contenido | 100 carretes de 30m cada uno |
| Peso | 24.5 Kg |

Fuente: (EQUIPSA, 2020)

II.8.6 DC CastBoosters

Austin DC CastBoosters son explosivos moleculares de alta densidad diseñados para producir altas presiones de detonación para una iniciación óptima de los agentes de voladura. Austin CastBoosters se puede equipar con una tapa y un canal de cable que facilitan el montaje del cebador. La familia DC de CastBoosters es sensible a un detonador de carga base de fuerza # 8 (450 mg de PETN), o 15 granos por pie o un cordón detonante mayor. (EQUIPSA, 2020)

El beneficio que brinda el Austin DC CastBoosters es que detona a más de 24,000 pies / seg. (7,380 m / seg). Más de 200 kb de presión de detonación aseguran una velocidad de estado estable óptima para agentes de granallado. Cuenta con excelente vida útil, altamente resistente al agua y al aceite. (EQUIPSA, 2020)

Imagen 8 DC CastBoosters



Fuente: (EQUIPSA, 2020)

Cuadro 12 Familia de pepitas

| Nombre del producto | Peso (g) | Diámetro exterior | | Longitud | | Conteo de casos | | | Usos típicos |
|----------------------|----------|-------------------|------|----------|------|-----------------|----------------|----------------|--|
| | | (in) | (mm) | (in) | (mm) | Bolsa interior | Cartón interno | Total de casos | |
| Pepita de Oro ® | 8 | 0.69 | 18 | 1.71 | 43 | 20 | 200 | 2,000 | Para cebar todos los agentes de granallado de diámetro pequeño bajo tierra. Use un detonador de al menos una fuerza # 8. |
| Pepita de Diamante ® | 20 | 0.69 | 18 | 3.00 | 76 | 10 | 100 | 1,000 | |

Fuente: (EQUIPSA, 2020)

Los Austin PowderCastBoosters están fabricados con explosivos moleculares que consisten en PETN, RDX, HMX y TNT, todos los cuales son sensibles a impactos severos, calor o fricción. Como con todos los explosivos, los Boosters de fundición deben transportarse, almacenarse y manipularse con cuidado. Evite cualquier impacto con superficies sólidas u otros refuerzos de fundición, ya que es posible la detonación prematura o el fallo de encendido. (EQUIPSA, 2020)

Cuadro 13 Embalaje y usos típicos

| Nombre del Producto | Peso | | Diámetro exterior | | Longitud | | Conteo de casos | Usos Típicos |
|---------------------|------|-----|-------------------|------|----------|------|-----------------|--|
| | (oz) | (g) | (in) | (mm) | (in) | (mm) | | |
| 90 Grs. | 3.2 | 90 | 1.06 | 27 | 4.50 | 114 | 260 | Cebado de cargas sísmicas. También refuerzos secundarios de orificio ascendente en orificios de diámetro pequeño. Detonador e iniciación del cordón. Use al menos un cordón detonante de 50 granos. * * |
| Cap DC Verde | 5.3 | 151 | 1.43 | 36 | 4.50 | 114 | 64 | Imprimación de agentes de granallado en agujeros de 2" de diámetro o mayores. Detonador e iniciación del cordón. Use cordón detonante de 15 granos o mayor. (Embalaje - 4 x 40 unidades) * |
| Cap DC Café | 8 | 227 | 1.70 | 43 | 4.50 | 114 | 64 | Imprimación de agentes de granallado en agujeros de 2 1/2" de diámetro o |

| | | | | | | | | |
|--------------|----|---------|------|----|------|---------|----|---|
| | | | | | | | | mayores Detonador e iniciación del cordón. Use al menos un cordón detonante de 15 granos o más. (Embalaje - 2 x 50 unidades) * |
| Cap Roja | 12 | 34 0 | 3.00 | 76 | 2.10 | 53 | 60 | Imprimación de agentes de granallado en agujeros de 4" de diámetro o mayores. Use cordón detonante de 15 granos o mayor. |
| Cap DC Negra | 12 | 34 0 | 2.05 | 52 | 4.60 | 11 7 | 49 | Imprimación de agentes de granallado en agujeros de 3" de diámetro o mayores Detonador e iniciación del cordón. |
| Cap Morado | 16 | 45 4 | 3.06 | 78 | 2.60 | 66 | 60 | Imprimación de agentes de granallado en agujeros de 4" de diámetro o mayores. Use al menos un cordón detonante de 15 granos. |
| Cap Naranja | 16 | 45 4 | 2.33 | 59 | 4.50 | 11 4 | 36 | Refuerzo más pesado para cebar agentes de granallado en orificios de 3" de diámetro o mayores. Detonador e iniciación del cordón. Use al menos un |

| | | | | | | | | |
|-------------------------|----|---------|------|---------|------|----------|----|--|
| | | | | | | | | cordón detonante de 15 granos o más. |
| Cap DC Blanco | 32 | 90 0 | 3.06 | 78 | 5.10 | 13 0 | 25 | Refuerzo más pesado para cebar agentes de granallado en orificios de 4" de diámetro o mayores. Detonador e iniciación del cordón. Use al menos un cordón detonante de 15 granos o más. |
| Trituradora de rocas #1 | 16 | 45 4 | 5.00 | 12 7 | 2.50 | 63. 5 | 16 | Uso en aplicaciones de voladuras secundarias para reducir el sobredimensionamiento Para usar con al menos un cordón detonante de 25 granos o sensible al detonador |
| Trituradora de rocas #2 | 32 | 90 0 | 6.25 | 15 9 | 3.00 | 76 | 12 | (asegurado a la cola del cordón detonante de 50 granos), las trituradoras de roca se pueden pedir como "CW" para usarlas solo como detonador. |

Fuente: (EQUIPSA, 2020)

* El cartón interno se puede usar como D.O.T. contenedor de envío.

Almacenamiento

“Almacenar de acuerdo con todas las leyes locales, estatales, provinciales y federales aplicables.” (EQUIPSA, 2020)

Vida Útil

“Cinco años a partir de la fecha de fabricación en buenas condiciones de almacenamiento.” (EQUIPSA, 2020)

II.8.7 Emulex 1

“Emulsión sensible al detonador con una excelente combinación de velocidad y buena generación de gases. Ampliamente usada en voladuras de minería de superficie, minería subterránea, canteras y trabajos de construcción. Funciona bien como carga de columna o carga de fondo.” (EQUIPSA, 2020)

“Las ventajas del Emulex 1 es su alta energía permite ampliar el patrón de barrenación para voladuras más económicas. Excelente desarrollo de volumen de gases que mejora el desplazamiento de la roca fragmentada.” (EQUIPSA, 2020)

“Tiene excelentes características de acoplamiento en el barreno dado que se aplica el diámetro de producto apropiado para las dimensiones del barreno. Y excelente resistencia al agua.” (EQUIPSA, 2020)

Se debe almacenar en lugar seco, bien ventilado, y que cumpla con las regulaciones SEDENA. Lejos de agentes oxidantes, no exponer a fuentes de calor y a luz solar directa. El límite mínimo de temperatura - 10 °C, y el límite máximo de temperatura + 50 °C. Mantener alejadas fuentes de ignición – No fumar. (EQUIPSA, 2020)

Como mínimo iniciador se debe usar 640 mg de PETN. Se puede utilizar tanto en minería subterránea como en minería de superficie, canteras y trabajo de construcción. La vida útil del producto es de doce meses a partir de la fecha de fabricación bajo condiciones adecuadas de almacenamiento. (EQUIPSA, 2020)

Imagen 9 Emulex 1



Fuente: (EQUIPSA, 2020)

Cuadro 14 Propiedades valor tolerancia

| Propiedades | Valor | Tolerancia |
|-----------------------------------|--------|--|
| Densidad (gr/cc) | 1.12 | ± 0.03 ($\varnothing < 50$ mm) |
| | 1.16 | ± 0.03 ($\varnothing \geq 50$ mm) |
| Velocidad de detonación VOD (m/s) | 5,000* | 5,000 * $\pm 15\%$ |

Fuente: (EQUIPSA, 2020)

*No confinado en diámetro de 50 mm.

Emulex 1 viene empacado en “cartuchos empacados en cajas de cartón de 25 kilogramos.” (EQUIPSA, 2020)

Cuadro 15 Empaque de Emulex 1

| Tamaño de cartucho | | Conteo de cartuchos |
|--------------------|----------|---------------------|
| Mm | Pulgadas | |
| 25 x 200 | 1 x 8 | 203 - 215 |
| 25 x 300 | 1 x 12 | 135 -143 |
| 25 x 400 | 1 x 16 | 102 -108 |
| 25 x1000 | 1 x 39 | 42 - 44 |
| 32 x 400 | 1 ¼ x 16 | 66 – 70 |
| 32 x 1000 | 1 ¼ x 39 | 28 - 30 |
| 38 x 200 | 1 ½ x 8 | 92 – 98 |
| 38 x 400 | 1 ½ x 16 | 46 – 48 |
| 38 x 1000 | 1 ½ x 39 | 18 - 20 |
| 50 x 200 | 2 x 8 | 50 |
| 50 x 400 | 2 x 16 | 25 |
| 65 x 400 | 2 ½ x 16 | 16 |
| 75 x 200 | 3 x 8 | 25 |
| 75 x 400 | 3 x 16 | 11 |
| 90 x 400 | 3 ½ x 16 | 8 |
| 100 x 200 | 4 x 8 | 12 |
| 100 x 400 | 4 x 16 | 6 |
| 100 x 600 | 4 x 24 | 4 |

Fuente: (EQUIPSA, 2020)

II.8.8 Fulminantes Ordinarios

Dispositivos no eléctricos que detonan por la flama de una mecha de seguridad y que se utilizan en combinaciones con esta, para la iniciación de cargas explosivas. La potencia es No. 8, son casquillos de aluminio de 6.3mm de diámetro exterior y 45mm de largo, los cuales vienen empacados en cajas con 100 unidades cada una. (EQUIPSA, 2020)

Imagen 10 Fulminantes Ordinarios



Fuente: (EQUIPSA, 2020)

II.8.9 Iniciadores de retardo de fondo y superficie Dual Delay

El sistema combina un periodo de retardo en el fondo del barreno y otro en superficie. Reduce el nivel del ruido, reduce los inventarios. Disponible en diversas combinaciones de retardo para el fondo del barreno y superficie y en una amplia gama de longitudes. (EQUIPSA, 2020)

Imagen 11 Iniciadores de retardo de fondo y superficie Dual Delay



Fuente: (EQUIPSA, 2020)

Imagen 12 Periodos de retardo de iniciadores de retardo de fondo y superficie Dual Delay

| Longitud | | 12056 | 12075 | 12094 | 25056 | 25075 | 25094 | 40056 | 200056 | PIEZAS CAJAS |
|----------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------------|
| FT. | MTS. | MS | |
| 8 | 2.4 | | | | * | | | | | 150 |
| 12 | 3.7 | * | | | * | | * | | * | 70 |
| 16 | 4.9 | * | | * | * | | * | | * | 70 |
| 20 | 6.1 | | | | * | | | | | 60 |
| 24 | 7.3 | * | | * | * | | * | | * | 60 |
| 30 | 9.2 | * | * | * | * | * | * | * | | 60 |
| 40 | 12.2 | * | * | * | * | * | * | | | 50 |
| 50 | 15.3 | * | | | * | | * | | | 40 |
| 60 | 18.3 | | | | * | | * | | | 40 |
| 80 | 24.4 | | | | * | | * | | | 30 |
| 100 | 30.5 | | | | * | | | | | 20 |
| 200 | 36.6 | | | | | | | | | 20 |

Fuente: (EQUIPSA, 2020)

II.8.10 Iniciadores de retardo MS

Las series MS de los iniciadores no eléctricos, están disponibles en 15 periodos de retardo en una amplia gama de longitudes. Están diseñados para ser usados en el fondo del barreno e iniciar cargas de alto explosivo. Su conector T permite la rápida conexión al cordón detonante. (EQUIPSA, 2020)

Imagen 13 Iniciadores de retardo MS



Fuente: (EQUIPSA, 2020)

Imagen 14 Periodos de retardo de iniciadores de retardo MS

| NO. PERIODO | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | EMPAQUE |
|-------------|------|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----------|
| MS | | 25 | 50 | 75 | 100 | 125 | 150 | 175 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 | 600 | PZS/ CAJA |
| Longitud | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FT. | MTS. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | 3.7 | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | 200 |
| 16 | 4.9 | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | 150 |
| 40 | 12.2 | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | 50 |
| 60 | 18.3 | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | 35 |
| 100 | 30.5 | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | 25 |
| 120 | 36.6 | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | 20 |

Fuente: (EQUIPSA, 2020)

II.8.11 Mecha de seguridad Canuela 500 Mts

Su cobertura exterior está hecha por material plástico PVC de color blanco el cual tiene una longitud de 50m. y su estructura interior cuenta con peso de pólvora de 5.4g/m el cual usa materiales de hilo de algodón 6/1 y están trenzados con un número de 38 hilos. La presentación es de un rollo de 50m embobinado en tubo de cartón. Consta de 5 niveles. En cada nivel se encuentra un rollo de 500m. Contiene la cartilla de seguridad siempre/nunca. (EQUIPSA, 2020)

Imagen 15 Mecha De Seguridad Canuela



Fuente: (EQUIPSA, 2020)

Cuadro 16 Parámetros de control

| | |
|--------------------------------------|---|
| Tiempo de Combustión a nivel del mar | 135s/m+ - 10% |
| Impermeabilidad | 1 m de agua por 1 hora |
| Diámetro exterior promedio | 5,2mm + - 0,1mm |
| Longitud de Chispa | 50mm |
| Número de empalmes por rollo | Ninguno |
| Volumen de gases de combustión | 350cm-450cm por cada 20cm de mecha de seguridad |

Fuente: (EQUIPSA, 2020)

Cuadro 17 Embalaje

| | |
|-------------------------------|---------------------------|
| Clasificación para transporte | 1.4 S |
| Dimensión de caja | 37cm x 29,5cm x 16cm |
| Material de la caja | Cartón simple corrugado |
| Contenido | 10 rollos de 50m cada uno |
| Peso | 12 Kg |

Fuente: (EQUIPSA, 2020)

II.8.12 Iniciadores eléctricos Rock Star

“Los iniciadores eléctricos Rock Star están diseñados para proporcionar el control necesario para obtener resultados consistentes y homogéneos en las voladuras en una gran variedad de aplicaciones en áreas como la minería, canteras y construcciones.” (EQUIPSA, 2020)

Los beneficios son Carga base de 750 mg de PETN que excede el estándar de potencia usado en los detonadores N° 8. Cuenta con el casquillo de aluminio más resistente del mercado. Aislante anti estático de PVC que brinda protección extra en caso de corrientes extrañas. Una Gama amplia de tiempos de retardo que proporciona gran flexibilidad en el diseño de voladuras. (EQUIPSA, 2020)

II.8.13 Iniciadores de retardo LP

Las series LP de iniciadores no eléctricos están disponibles en 15 periodos de retardo y en una amplia gama de longitudes. Están diseñados para ser usados en el fondo del barreno e iniciar cargas de alto explosivo. Su conector en T permite la rápida conexión al cordón detonante. (EQUIPSA, 2020)

Imagen 16 Iniciadores de retardo LP



Fuente: (EQUIPSA, 2020)

Imagen 17 Periodo de retardo de los iniciadores de retardo LP

| NO. PERIODO | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | EMPAQUE |
|-------------|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----------|
| MS | 200 | 400 | 600 | 1000 | 1400 | 1800 | 2400 | 3000 | 3800 | 4600 | 5500 | 6400 | 7400 | 8500 | 9600 | PZS/ CAJA |
| Longitud | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FT. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MTS. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | 3.7 | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | 200 |
| 16 | 4.9 | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | 150 |

Fuente: (EQUIPSA, 2020)

Cuadro 18 Kilogramos de explosivos por metro lineal

| DIAMETRO DE BARRENACIÓN | | DENSIDAD | | | | | | | | | | |
|-------------------------|-------|----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Pulgadas | Mm | 0.5 | 0.8 | 0.85 | .09 | 1 | 1.1 | 1.14 | 1.18 | 1.2 | 1.25 | 1.3 |
| 1 | 25.40 | 0.26 | 0.41 | 0.43 | 0.46 | 0.51 | 0.56 | 0.58 | 0.60 | 0.61 | 0.64 | 0.66 |
| 1 1/8 | 28.58 | 0.32 | 0.51 | 0.54 | 0.58 | 0.64 | 0.70 | 0.7 | 0.76 | 0.77 | 0.80 | 0.83 |
| 1 1/4 | 31.75 | 0.40 | 0.63 | 0.67 | 0.71 | 0.79 | 0.87 | 0.90 | 0.93 | 0.95 | 0.99 | 1.03 |
| 1 3/8 | 34.93 | 0.48 | 0.76 | 0.81 | 0.86 | 0.95 | 1.05 | 1.08 | 1.12 | 1.14 | 1.19 | 1.24 |
| 1 1/2 | 38.10 | 0.58 | 0.92 | 0.98 | 1.04 | 1.15 | 1.27 | 1.31 | 1.36 | 1.38 | 1.44 | 1.50 |
| 1 5/8 | 41.28 | 0.67 | 1.07 | 1.14 | 1.21 | 1.34 | 1.47 | 1.53 | 1.58 | 1.61 | 1.68 | 1.74 |
| 1 3/4 | 44.45 | 0.78 | 1.24 | 1.32 | 1.40 | 1.55 | 1.71 | 1.77 | 1.83 | 1.86 | 1.94 | 2.02 |

| | | | | | | | | | | | | |
|-------|--------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 7/8 | 47.63 | 0.90 | 1.43 | 1.52 | 1.61 | 1.79 | 1.97 | 2.04 | 2.11 | 2.15 | 2.24 | 2.33 |
| 2 | 50.80 | 1.01 | 1.62 | 1.72 | 1.82 | 2.02 | 2.22 | 2.30 | 2.38 | 2.42 | 2.53 | 2.63 |
| 2 1/2 | 63.50 | 1.59 | 2.54 | 2.69 | 2.85 | 3.17 | 3.49 | 3.61 | 3.74 | 3.80 | 3.96 | 4.12 |
| 2 3/4 | 69.85 | 1.91 | 3.06 | 3.25 | 3.44 | 3.82 | 4.20 | 4.35 | 4.51 | 4.58 | 4.78 | 4.97 |
| 3 | 76.20 | 2.28 | 3.64 | 3.87 | 4.10 | 4.55 | 5.01 | 5.19 | 5.37 | 5.46 | 5.69 | 5.92 |
| 3 1/2 | 88.90 | 3.11 | 4.97 | 5.28 | 5.59 | 6.21 | 6.83 | 7.08 | 7.33 | 7.45 | 7.76 | 8.07 |
| 4 | 101.60 | 4.06 | 6.49 | 6.89 | 7.30 | 8.11 | 8.92 | 9.25 | 9.57 | 9.73 | 10.14 | 10.54 |
| 4 1/2 | 114.30 | 5.13 | 8.20 | 8.71 | 9.23 | 10.25 | 11.28 | 11.69 | 12.10 | 12.30 | 12.81 | 13.33 |
| 5 | 127.00 | 6.33 | 10.13 | 10.76 | 11.39 | 12.66 | 13.93 | 14.43 | 14.94 | 15.19 | 15.83 | 16.46 |

Fuente: (ASA Organización Industrial, S.A., 2004, págs. 7-8)

NOTA: Los valores anteriores están redondeados a dos decimales después del punto.

Cuadro 19 Peso de materiales

| MATERIAL | PESO ESPECIFICO gr/cc | PESO DE MATERIAL Kg/m ³ | PORCENTAJE DE ABUNDAMIENTO | FACTOR DE ABUNDAMIENTO (b) | PESO DE MATERIAL SUELTO Kg/ m ³ |
|-------------------------|-----------------------|------------------------------------|----------------------------|----------------------------|--|
| Cenizas, Carbón | 0.64 - 0.72 | 640 – 720 | 8 | .93 | 593 – 670 |
| Basalto | 2.80 – 3.00 | 2882 – 3000 | - | - | - |
| Bauxita | 1.60 – 2.50 | 601 – 2564 | 33 | .75 | 1198 – 1921 |
| Arcilla, densa y húmeda | 1.7 | 1779 | 33 | .75 | 1334 |
| Antracita (Carbón) | 1.3 | 1304 | 35 | .74 | 966 |
| Carbón bituminoso | 1.1 | 1127 | 35 | .74 | 830 |
| Mineral de cobre | 2.2 | 2253 | 35 | .74 | 1660 |
| Diabasa | 2.60 – 3.00 | 2490 – 3009 | - | - | - |
| Diorita | 2.80 – 3.00 | 2882 – 3009 | - | - | - |

| | | | | | |
|---------------------------|-------------|-------------|--------|----------|-------------|
| Dolomita | 2.80 – 2.90 | 2802 – 2882 | - | - | - |
| Tierra seca | 1.6 | 1660 | 25 | .80 | 1328 |
| Tierra húmeda | 2.0 | 1998 | 25 | .80 | 1601 |
| Tierra con arena y grava | 1.8 | 1838 | 18 | .85 | 1565 |
| Tierra con roca mixta | 1.40 – 1.70 | 1482 – 1779 | 30 | .77 | 1138 – 1370 |
| Gneiss | 2.60 – 2.90 | 2562 – 2882 | - | - | - |
| Granito | 2.7 | 2668 | 50 -80 | .67 – 56 | 1779 – 1494 |
| Grava seca | 1.9 | 1927 | 12 | .89 | 1720 |
| Grava húmeda | 2.1 | 2135 | 14 | .88 | 1898 |
| Yeso | 2.30 – 3.30 | 2322 – 3282 | - | - | - |
| Hematita (min. De hierro) | 4.50 – 5.30 | 4483 – 5218 | - | 45 | 2016 – 2476 |

| | | | | | |
|----------------------------|-------------|-------------|---------|-----------|-------------|
| Limonita (min. De hierro) | 3.60 – 4.00 | 3602 - 4000 | - | - | - |
| Magnetita (min. De hierro) | 4.90 – 5.20 | 4898 – 5203 | - | - | - |
| Galena (min. De plomo) | 7.5 | 7442 | - | - | - |
| Caliza | 2.6 | 2490 | 67 – 75 | .60 - .57 | 1423 - 1494 |
| Mármol | 2.7 | 2728 | 67 – 75 | .60 - .57 | 1554 – 1638 |
| Marga | 1.6 | 1601 | 20 | .83 | 1328 |
| Mica esquisito | 2.50 – 2.90 | 2482 - 2882 | - | - | - |
| Roca Fosfórica | 3.2 | 3202 | - | - | - |
| Cuarcita | 2.00 – 2.80 | 1998 – 3009 | - | - | - |
| Roca dura, barreno tronado | 2.4 | 2372 | 50 | .67 | 1589 |
| Conglomerado | 1.90 – 2.10 | 1921 – 2324 | 35 | .74 | 1423 – 1720 |

| | | | | | |
|--------------|-------------|-------------|---------|-----------|-------------|
| Halita | 2.10 – 2.60 | 2081 – 2562 | - | - | - |
| Arena seca | 1.9 | 1927 | 12 | .89 | 1720 |
| Arena húmeda | 2.2 | 2135 | - | - | - |
| Arenisca | 2.5 | 2455 | 40 – 60 | .72 - .63 | 1767 – 1548 |
| Pizarra | 2.40 – 2.80 | 2401 – 2802 | 33 | .75 | - |
| Pizarra | 2.70 – 2.80 | 2722 – 2882 | 30 | .77 | 2593 – 2218 |
| Talco | 2.60 – 2.80 | 2562 – 3009 | - | - | - |
| Roca Ignea | 3.0 | 3009 | 50 | .67 | 2016 |

Fuente: (ASA Organización Industrial, S.A., 2004, págs. 9-10)

- a) Estos valores son aproximados y son presentados sólo como información general. Los usuarios deben ajustarse a estos pesos para usar el equipo adecuado en aplicaciones de campo.
- b) En el momento que se carga con fainero aumentamos el factor aproximadamente 10% más que el presentado, debido a carga más compacta. (ASA Organización Industrial, S.A., 2004)

Cuadro 20 Factores de carga recomendados para diferentes rocas

| TIPOS DE ROCAS | FACTOR DE CARGA Kg/ m ³ |
|---------------------------|---------------------------------------|
| VOLCANICAS | |
| Riolita – Dacita | 0.530 – 0.715 |
| Granodiorita | 0.590 – 0.800 |
| Andesita | 0.530 – 0.715 |
| Diorita | 0.530 – 0.770 |
| Basalto | 0.590 – 0.770 |
| Gabro, Dolerita o Diabasa | 0.530 – 0.715 |
| METAMORFICAS | |
| Mármol | 0.475 – 0.770 |
| Hornfles | 0.475 – 0.715 |
| Taconita | 0.475 – 0.770 |
| Gneiss | 0.475 – 0.715 |
| Pizarra | 0.290 – 0.475 |
| Esquisito | 0.350 – 0.600 |
| SEDIMENTARIAS | |
| Conglomerado | 0.350 – 0.660 |
| Brecha | 0.350 – 0.660 |
| Arenisca | 0.475 – 0.770 |
| Caliza | 0.230 – 0.475 |
| Dolomita | 0.290 – 0.475 |

Fuente: (ASA Organización Industrial, S.A., 2004, pág. 15)

NOTA

Los factores de carga están expresados en términos generales; por lo que solo proporcionan una idea aproximada a la energía requerida por tipo de roca. Esto es debido a que cada banco tiene una geología particular, altura de banco, diámetro de barrenación, etc. Es importante mencionar que el factor de carga también está en función del tamaño de la fragmentación deseada. (ASA Organización Industrial, S.A., 2004, pág. 15)

Cálculo del factor de carga

Se define como la cantidad de explosivo utilizado por cada metro cúbico o por cada tonelada de roca. Comúnmente el factor de carga es expresado en gramos por toneladas en la industria minera y en gramos por metro cúbico en la industria de la construcción. (ASA Organización Industrial, S.A., 2004, pág. 19)

El factor de carga que se utiliza va a variar ya que dependerá del tipo de roca. Pero aun en el momento que se trata de una misma roca puede variar ya que depende de: el grado de intemperismo, la geología del yacimiento o el tamaño del equipo utilizado en la operación de carga, acarreo y el tamaño de la trituradora. (ASA Organización Industrial, S.A., 2004, pág. 19)

$$\begin{aligned}\text{Factor de carga} &= A/B = \text{Peso total de explosivo (Kg)}/\text{Peso total de la roca (Ton)} \\ &= A/B \text{ (Kg/m}^3 \text{ ó Kg/Ton)}\end{aligned}$$

A = “Se obtiene al multiplicar la densidad del explosivo a utilizar por la carga por metro de un explosivo de densidad 1.0 gr/cc (Tabla #1) por la altura de columna de explosivo a llenar.” (ASA Organización Industrial, S.A., 2004, pág. 19)

B = “El volumen de roca o peso de la roca (Tabla #2)” (ASA Organización Industrial, S.A., 2004, pág. 19)

Ejemplo

Se tiene un banco de 12mts. de altura, con una plantilla de 2.0 x 2.0mts. y un diámetro de barrenación de 3", con una subarrenación de 0.5mts. el taco es de 3.0mts. vamos a suponer que la altura de la carga de fondo por barreno es de 2.93mts. (Alto Explosivo, emulsión ASA 2 x 16"), y en la diferencia de la altura de la barrenación se carga con ANFO-ASA como carga de columna (Agente Explosivo). (ASA Organización Industrial, S.A., 2004, pág. 19)

A= Carga total de Explosivo por barreno (Kg.)

Densidad de emulsión ASA 2 x16" = 1.18 gr/cc carga de explosivo de densidad 1.0gr/cc = 4.55 Kg/mt en un diámetro de 3"

$1.18 \times 4.55 \times 2.93 = 15.73$ Kg. De Alto Explosivo. (ASA Organización Industrial, S.A., 2004, pág. 20)

Mismo procedimiento para el ANFO-ASA

Densidad = 0.85 gr/cc

ANFO-ASA

$0.85 \times 4.55 \times 6.57 = 25.41$ Kg. Agente Explosivo.

Total de explosivo por barreno= $15.73 + 25.41 = 41.14$ Kg. (ASA Organización Industrial, S.A., 2004, pág. 20)

B = Volumen de roca (m^3)

Plantilla 2.0 x 2.0 mts.

Altura Banco = 12.0 mts.

$V = 2.0 \times 2.0 \times 12.0 = 48$ m^3

Por lo que:

Factor de carga igual $A = A/B = 41.14 \text{ Kg}/48 \text{ m}^3 = 0.857 \text{ Kg}/\text{m}^3 = 857 \text{ gr}/\text{m}^3$. (ASA Organización Industrial, S.A., 2004, pág. 20)

Cálculo del factor de energía

El factor de energía depende del tipo de explosivo que se utilice, es importante darnos cuenta de que, aunque se tiene el mismo factor de carga podemos tener factores de energía diferentes. Esto obedece a la energía que proporciona cada explosivo. Este factor se mide en unidades de energía por metro cúbico (U.E.m³) o unidades de energía por tonelada (U.E./Ton). El factor de energía es calculado mediante la multiplicación del peso de un explosivo en kilogramos, por el RWS del mismo dividido por el volumen de roca en metros cúbicos. (ASA Organización Industrial, S.A., 2004, pág. 21)

Por lo tanto:

Energía del explosivo = 15.73 Kg. Emulsión ASA 62 x 102 (RWS)

= 25.41 Kg. ANFO-ASA X100 (RWS) (por definición).

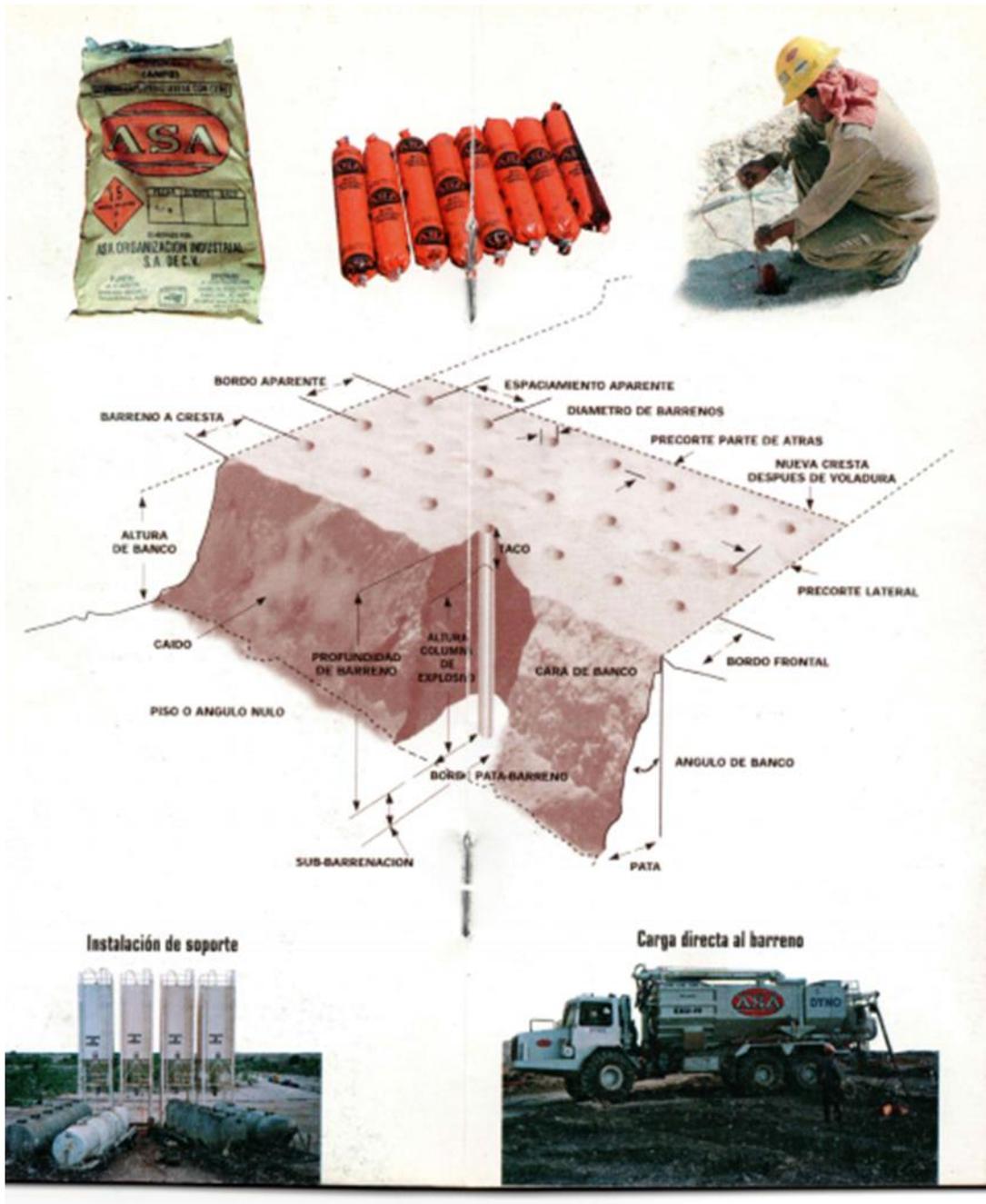
= 1604.46 + 2,541

= 4,145.46 Unidades de energía.

Factor de energía = $4,145.46 / 2 \times 2 \times 12 = 86.36$

Unidades de energía/m³. (ASA Organización Industrial, S.A., 2004, pág. 22)

Imagen 18 Terminología de explosivos usada en el campo



Fuente: (ASA Organización Industrial, S.A., 2004)

II.9 Importación, almacenaje, transporte y uso de explosivos para fines industriales

El fundamento legal que permite el desarrollo de las actividades relacionadas con explosivos industriales, especies estancadas y pirotecnia, están reguladas en el Decreto Ley No. 123-85 “Ley de Especies Estancadas”, Acuerdo Gubernativo No. M. de la D.N. 14-74 “Reglamento para la importación, almacenaje, transporte y uso de explosivos para fines industriales y de los artefactos para hacerlos estallar”. (MINDEF, 2020)

La utilización de explosivos para fines industriales debe sujetarse a los reglamentos respectivos, para establecer normas es por ello que el REGLAMENTO PARA LA IMPORTACION, ALMACENAJE, TRANSPORTE Y USO DE EXPLOSIVOS PARA FINES INDUSTRIALES Y DE LOS ARTEFACTOS PARA HACERLOS ESTALLAR, tiene como objeto en los siguientes artículos. (Acuerdo Gubernativo. 14-74, 1974)

Artículo 1.

“El presente Reglamento tiene por objeto establecer las normas a seguirse en todo lo relacionado con la importación, almacenaje, transporte y uso de explosivos para fines industriales y los artefactos para hacerlos estallar.”(Acuerdo Gubernativo. 14-74, 1974)

Artículo 2.

Se consideran como explosivos para fines industriales, todos aquellos que no sean de uso exclusivo del Ejército de Guatemala y cuya utilización sea autorizada por el Ministerio de la Defensa Nacional previo dictamen favorable del Estado Mayor General del Ejército, de acuerdo con las características de los mismos y los fines de su empleo. (Acuerdo Gubernativo. 14-74, 1974)

Para la importación se fundamentan los siguientes artículos:

Artículo 3.

“Solamente las personas individuales y jurídicas de reconocida solvencia moral y económica pueden importar explosivos para uso industrial y artefactos para hacerlos estallar, previo permiso expreso y por escrito del Ministerio de la Defensa Nacional.”
(Acuerdo Gubernativo. 14-74, 1974)

Artículo 4.

Para los efectos del artículo que antecede, los interesados deben presentar sus solicitudes al Ministerio de Comunicaciones y Obras públicas, para que disponga las inspecciones oculares pertinentes en los lugares donde vayan a ser usados el expediente pasará luego al Ministerio de Economía, para que fije la fianza adecuada para responder a los daños y perjuicios que se causaren. Llenados los requisitos anteriores y se acompañan con la póliza de fianza correspondiente se cursará finalmente al Ministerio de la Defensa Nacional, quien concederá o denegará el permiso solicitado. (Acuerdo Gubernativo. 14-74, 1974)

Los siguientes artículos se rigen para el almacenaje de los explosivos:

Artículo 7.

Todo explosivo para uso industrial deberá ser almacenado exclusivamente en alguno de los lugares siguientes:

- a) Polvorín Nacional;
- b) Almacenes de las dependencias del ejército; y
- c) Previa autorización escrita del Ministerio de la Defensa Nacional, en los almacenes de otras dependencias del Estado, dependencias municipales; entidades autónomas, semiautónomas o descentralizadas; o de particulares, siempre deberán estar instalados en los lugares donde su uso vaya a ser inmediato. (Acuerdo Gubernativo. 14-74, 1974)

Artículo 9.

“Los almacenes y depósitos para explosivos de uso industrial, deberán estar bajo el control y vigilancia de una custodia militar, nombrado por los comandantes de las Zonas o Bases Militares o por los jefes de las dependencias militares correspondientes.” (Acuerdo Gubernativo. 14-74, 1974)

Los artículos que rigen el transporte de los explosivos son:

Artículo 12.

El transporte de explosivos para uso industrial y de los artefactos para hacerlos estallar, se podrá efectuar dentro del territorio de la República, solamente con previa autorización por escrito del Ministerio de la Defensa Nacional y siempre que los interesados cumplan con los requisitos siguientes: (Acuerdo Gubernativo. 14-74, 1974)

- a) Que los medios de transporte sean adecuados y presten las máximas seguridades para el efecto.
- b) Que los explosivos se encuentren debidamente empacados y acondicionados en el vehículo en que se transporten.
- c) Que los vehículos que se empleen para el transporte, reúnan los requisitos que se determinan en la literal m) de las reglas señaladas EN EL TRANSPORTE, en el artículo 21 del presente Reglamento. (Acuerdo Gubernativo. 14-74, 1974)

Artículo 13.

“Todo transporte de explosivos se debe efectuar bajo el control y vigilancia de una custodia militar, que será nombrada conforme lo dispuesto en el artículo 9.- de este mismo Reglamento.” (Acuerdo Gubernativo. 14-74, 1974)

Para el uso de los explosivos debemos basarnos en los siguientes artículos:

Artículo 14.

Las licencias para el uso de explosivos para fines industriales, serán otorgados por el Ministerio de la Defensa Nacional, únicamente a personas que tengan las mismas calidades que las indicadas en el artículo 3.- de estas disposiciones; por el término de seis meses, renovables por períodos iguales, a solicitud de parte interesada, previa audiencia a los Ministros de Comunicaciones y Obras Públicas y de Economía. Estas licencias no autorizan a su titular para efectuar por sí mismo, el manipuleo y quema de los explosivos, lo cual deberá hacerlo un experto debidamente autorizado por el Ministerio de la Defensa Nacional. (Acuerdo Gubernativo. 14-74, 1974)

Artículo 15.

“La solicitud para el uso de explosivos para fines industriales, se presentará al Ministerio de Comunicaciones y Obras Públicas en el papel sellado de ley y deberán cumplirse los trámites indicados en el artículo 4.- de este Reglamento” (Acuerdo Gubernativo. 14-74, 1974)

Artículo 16.

Las personas individuales o jurídicas autorizadas para hacer uso de explosivos para fines industriales, quedan obligadas a solicitar al Ministerio de la Defensa Nacional autorización cada vez que vayan a usarlos, para que nombre la custodia militar que debe presenciar las operaciones correspondientes. (Acuerdo Gubernativo. 14-74, 1974)

Artículo 17.

Toda dependencia estatal, municipal, de las entidades autónomas, semiautónomas o descentralizadas; así como las empresas y personas particulares que sean propietarias y tengan en depósito en el Polvorín Nacional, materias explosivas e inflamables para fines industriales y que por sus necesidades internas los requieran, los deberán solicitar por escrito al Ministro de la Defensa Nacional, en las cantidades que indispensablemente necesiten para trabajo o trabajos en un mismo lugar y siempre que el tiempo para usarlo no exceda de cinco días hábiles fuera de la jurisdicción de la Zona Militar Central “General Gusto Rufino Barrios” y en ésta únicamente para operaciones a efectuarse diariamente. (Acuerdo Gubernativo. 14-74, 1974)

En las Zonas y Bases Militares del interior de la República donde el Ministro de la Defensa Nacional haya autorizado la instalación de los depósitos para explosivos de uso industrial a que se refiere el inciso c) del artículo 7.- de este Reglamento, las solicitudes se presentarán los Comandantes respectivos a cuyo cargo se encuentre el control del depósito y quien resolverá lo pertinente en representación y con autorización del Ministro de la Defensa Nacional. Se excluye de tales términos el clorato de potasio, cuyas entregas se regularán conforme el artículo 49 de esta reglamentación. (Acuerdo Gubernativo. 14-74, 1974)

Par a las custodias de los explosivos debemos basarnos en los siguientes artículos:

Artículo 20.

Todas las operaciones relacionadas con el almacenaje, depósitos, transporte y uso de explosivos para fines industriales, deberán estar bajo el control y vigilancia de una custodia militar, nombrada por los Comandantes de Zonas Bases o por los jefes de las Dependencias Militares que corresponda. (Acuerdo Gubernativo. 14-74, 1974)

II.10 Ley de Especies Estancadas

El ministerio de la Defensa Nacional tiene como misión dirigir, coordinar, supervisar las funciones y procedimientos para regular la fabricación, importación, almacenamiento, traslado, transformación, enajenación y adquisición de explosivos industriales y sus accesorios, así como especies estancadas, se asesorará al señor Ministro de la Defensa Nacional en la toma de decisiones, conforme a lo establecido en el Decreto Ley Número 123-85 y Acuerdo Gubernativo Número 14-74. (MINDEF, 2020)

Acuerdo Gubernativo no. 123-85, Ley de especies Estancadas, publicado el 21 de junio de 1985 el cual fue creado con el objetivo de transferir al Ministerio de la Defensa Nacional algunas atribuciones que desempeñaba la Dirección General de Rentas Internas, dependencia del Ministerio de Finanzas Públicas. (Decreto Ley No. 123-85, 1985)

“En los Artículos 1 y 2 de la Ley de Especies Estancadas, se da la facultad al Ministerio de la Defensa Nacional para que regule dicha actividad.” (MINDEF, 2020)

Artículo 1.

Son Especies Estancadas, para los efectos de esta ley, los cloratos, los nitratos, los explosivos, los cartuchos, los fulminantes, las municiones, la pólvora y otros materiales susceptibles de ser utilizados para la fabricación de artefactos explosivos siempre que por acuerdo del Ministerio de la Defensa Nacional se califiquen como Especies Estancadas. (Decreto Ley No. 123-85, 1985)

Artículo 2.

Corresponde al Estado, por conducto del Ministerio de la Defensa Nacional, regular y supervisar la fabricación, importación, almacenamiento, traslado, préstamo, transformación, transporte, uso, enajenación, adquisición, tenencia, conservación y portación de las especies estancadas a que se refiere el artículo anterior. (Decreto Ley No. 123-85, 1985)

Artículo 3.

“El Ministerio de la Defensa Nacional queda exento de la obligación de licitación o cotización en el interior y exterior de la República, para la compra o adquisición de los bienes a que se refiere el artículo anterior.” (Decreto Ley No. 123-85, 1985)

Artículo 4.

El Ministerio de la Defensa Nacional queda autorizado para que previo el trámite y de acuerdo a las restricciones establecidas en esta Ley, sus reglamentos y a su discreción, otorgue licencias a personas individuales o jurídicas para que realicen los actos a que se refiere el artículo segundo de la presente Ley. (Decreto Ley No. 123-85, 1985)

Artículo 5.

Si el solicitante fuere persona individual deberá tener la calidad de guatemalteco natural, conforme el artículo 9o. del Estatuto Fundamental de Gobierno y, si fuere persona jurídica deberá estar constituida como sociedad mercantil guatemalteca que funcione de acuerdo con las prescripciones del Código de Comercio de Guatemala, el capital social autorizado debe pertenecer, por lo menos, en un sesenta por ciento (60%) a socios guatemaltecos naturales. Si se tratare de sociedad anónima, las acciones deberán ser nominativas, no puede emitirse acciones al portador. (Decreto Ley No. 123-85, 1985)

De la importación, comercialización y transportación de los explosivos se debe basar en los siguientes artículos:

Artículo 9.

El Ministerio de la Defensa Nacional podrá autorizar la importación de cloratos directamente y por cuenta de las personas individuales o jurídicas que efectúen las actividades que a continuación indican, para utilizarlos exclusivamente en la fabricación de sus productos: a) Fabricantes de fósforos y cerillos; y, b) Fabricantes de pulpa para papel. Cada importación por parte de las personas individuales o jurídicas antes mencionadas, requerirá en cada caso la previa autorización del Ministerio de la Defensa Nacional; quedándoles prohibida su venta. (Decreto Ley No. 123-85, 1985)

Artículo 10.

“Los cloratos, los nitratos y pólvora negra importados conformes el artículo anterior y los explosivos para fines industriales, deberán almacenarse en los lugares debidamente autorizados por el Ministerio de la Defensa Nacional.” (Decreto Ley No. 123-85, 1985)

Artículo 15.

Se prohíbe:

- a) Importar cohetillos y vender en el país los de manufactura extranjera; y
- b) Importar otros artificios pirotécnicos de la misma clase o variedad de los producidos por la industria nacional.
- c) Importar, producir, fabricar, almacenar, depositar, distribuir y comercializar silbadores y canchinflines. Para la importación de los artificios pirotécnicos que no se fabriquen en la República, el Ministerio de Economía concederá las licencias correspondientes, previa audiencia al Ministerio de la Defensa Nacional.

*Adicionada la literal c) por el Artículo 1, del Decreto Del Congreso Número 73-2007 el 22-12-2007 (Decreto Ley No. 123-85, 1985)

Artículo 22.

“Queda prohibido transportar especies estancadas y productos pirotécnicos en vehículos de pasajeros o mixtos.” (Decreto Ley No. 123-85, 1985)

Artículo 23.

El tránsito de las especies estancadas con destino a las personas a quienes sea aplicable esta Ley, debe estar amparado con la autorización correspondiente del Ministerio de la Defensa Nacional; y en el caso de venta de especies estancadas de parte de las personas autorizadas, destinadas al consumo de los particulares, con factura. (Decreto Ley No. 123-85, 1985)

Para sanciones regulatorias con relación a la Ley de las Especies Estancadas las rigen los siguientes artículos:

Artículo 27.

Las personas individuales o jurídicas que violen las disposiciones de la presente ley, serán sancionadas por el Ministerio de la Defensa Nacional, según la gravedad de la infracción, con la cancelación de la licencia, el decomiso de la especie estancada y multa, la cual será de diez mil quetzales (Q. 10,000.00) hasta cincuenta mil quetzales (Q.50,000.00). (Decreto Ley No. 123-85, 1985)

En el caso de violación de la literal c) del artículo 15 de la presente ley, se impondrán sanciones de:

- a) Cancelación de la licencia.
- b) Decomiso de la especie estancada.
- c) Multa de cincuenta mil quetzales (Q. 50,000.00). (Decreto Ley No. 123-85, 1985)

Todo lo anterior, sin perjuicio de las responsabilidades penales y civiles que se deriven de los actos y omisiones en que incurran dichas personas, lo cual será competencia de los tribunales ordinarios. *Reformado por el Artículo 2, del Decreto Del Congreso Número 73-2007 el 22-12-2007 (Decreto Ley No. 123-85, 1985)

Artículo 29.

Para la ejecución de la presente Ley, se emitirán los reglamentos correspondientes, en los que deberán satisfacer y cumplir las personas jurídicas o individuales para los actos a que se refiere el artículo segundo de esta Ley. Si existiere Ley específica, ésta se aplicará. (Decreto Ley No. 123-85, 1985)

Artículo 30.

“Las especies estancadas que actualmente estén inventariadas a nombre de la Dirección General de Rentas Internas, quedarán bajo el control del Ministerio de la Defensa Nacional.” (Decreto Ley No. 123-85, 1985)

Artículo 31.

El Ministerio de la Defensa Nacional dispondrá lo que corresponda respecto al almacenamiento de las especies estancadas que reciba conforme el artículo anterior; que podrá enajenarlas a las personas individuales o jurídicas autorizadas por el precio y condiciones establecidas por el Ministerio de Finanzas Públicas. (Decreto Ley No. 123-85, 1985)

El Ministerio de la Defensa Nacional reintegrará al Ministerio de Finanzas Públicas, por medio de la Dirección General de Rentas Internas, el precio que la Contabilidad del Estado tenga registrado como otros activos corrientes. (Decreto Ley No. 123-85, 1985)

III. COMPROBACION DE LA HIPÓTESIS

Se presenta a continuación los cuadros y las gráficas obtenidas en el trabajo de campo realizado por el investigador; las que se clasifican de la manera siguiente:

Del cuadro 21 al 24 y gráfica del 1 al 4, se refiere a la comprobación de la variable dependiente; del cuadro 25 al 29 y gráfica 5 a la 9; se obtienen los datos para comprobar la variable independiente o causa principal.

Se hace la observación que con el cuadro 21 y gráfica 1, se comprueba la variable dependiente; y, con el cuadro y gráfica, se comprueba la variable independiente, contenidas en la hipótesis de trabajo formulada.

Los resultados que se presentan a continuación, fueron obtenidos de la investigación de campo realizada acorde a las boletas de investigación, las cuales fueron dirigidas de la siguiente manera:

Las preguntas para comprobar el efecto fueron dirigidas al personal que labora en la Empresa Constructora AGK, en Cobán, Alta Verapaz, quienes son los principales afectados por la problemática que se estudia.

Para comprobar el efecto se realizó un censo a las 26 personas que laboran en la Empresa Constructora AGK, donde el nivel de confiabilidad de las respuestas es de un 100%.

Las preguntas para comprobar la causa fueron dirigidas al director de Caminos y a supervisores del Consejo de Desarrollo del departamento de Alta Verapaz.

Para poder comprobar la causa se realizó un censo al director de Caminos y a los 4 supervisores del Consejo de Desarrollo del departamento de Alta Verapaz, donde el nivel de confiabilidad de las respuestas es de un 100%.

Cuadros y gráficas para la comprobación de la variable dependiente Y

Cuadro 21

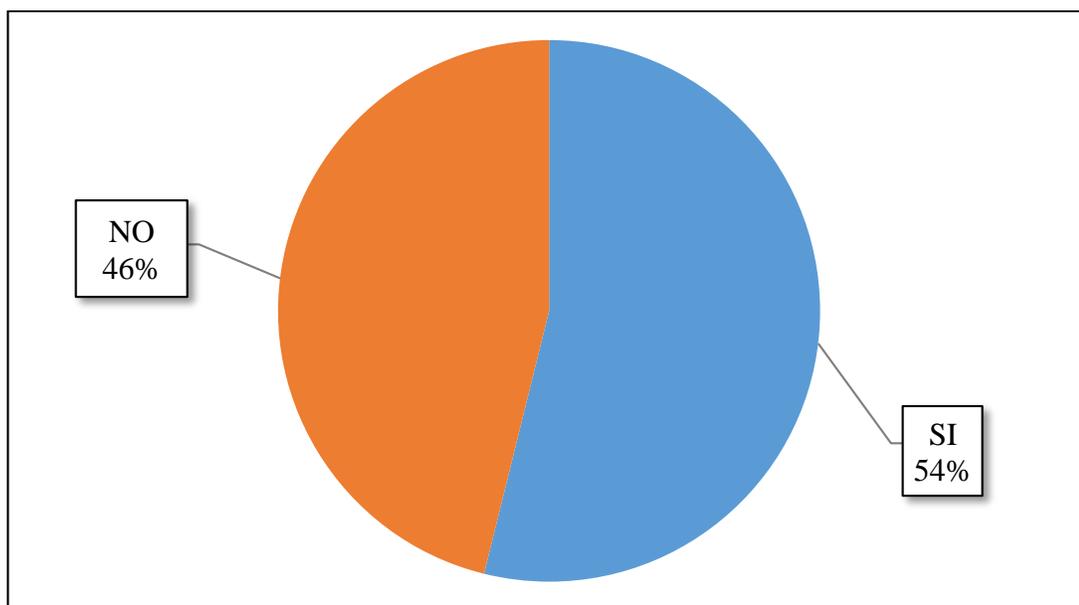
Incremento de los costos en la construcción de carreteras en Alta Verapaz.

| Respuesta | Valor absoluto | Valor relativo (%) |
|-----------|----------------|--------------------|
| Si | 15 | 54 |
| No | 12 | 46 |
| Totales | 26 | 100 |

Fuente: Censo realizado a personal de Empresa Constructora AGK, Cobán, Alta Verapaz, septiembre 2020.

Gráfica 1

Incremento de los costos en la construcción de carreteras en Alta Verapaz.



Fuente: Censo realizado al personal de Empresa Constructora AGK, Cobán, Alta Verapaz, septiembre 2020.

Análisis: Como se puede apreciar en el cuadro y gráfica anteriores la mayoría de los censados indica que, si ha incrementado los costos por la construcción de carreteras en suelos rocosos. Esto comprueba la variable dependiente de la hipótesis.

Cuadro 22

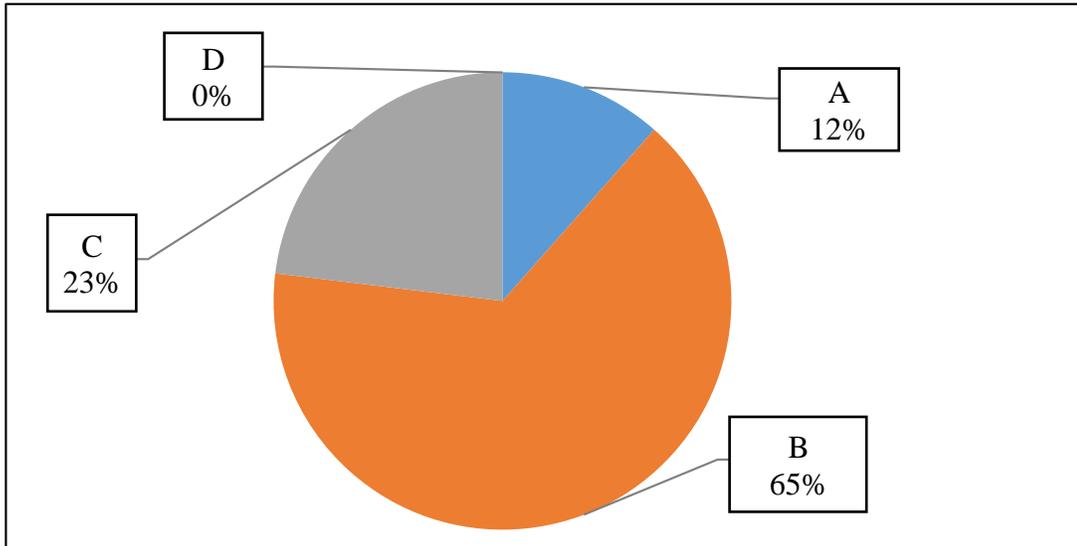
Porcentaje del costo por kilómetro.

| Respuesta | Valor absoluto | Valor relativo (%) |
|-------------|----------------|--------------------|
| A 10 al 25 | 3 | 12 |
| B 26 al 50 | 17 | 65 |
| C 51 al 75 | 6 | 23 |
| D 76 al 100 | 0 | 0 |
| Totales | 26 | 100 |

Fuente: Censo realizado al personal de Empresa Constructora AGK, Cobán, Alta Verapaz, septiembre 2020.

Gráfica 2

Porcentaje del costo por kilómetro.



Fuente: Censo realizado al personal de Empresa Constructora AGK, Cobán, Alta Verapaz, septiembre 2020.

Análisis: Como se puede apreciar en el cuadro y gráfica anteriores, la minoría de personas optó por la opción A, que indica que el costo representativo por kilómetro construido en una carretera el área rocosa de alta Verapaz es del 10 al 25 por ciento del costo, mientras que la mayoría opina que el costo por kilómetro es representativo al 26 al 50 por ciento del costo constructivo por kilómetro, y un grupo opina que el costo es mayor el equivalente entre el 51 al 75 por ciento del costo constructivo por kilómetro.

Cuadro 23

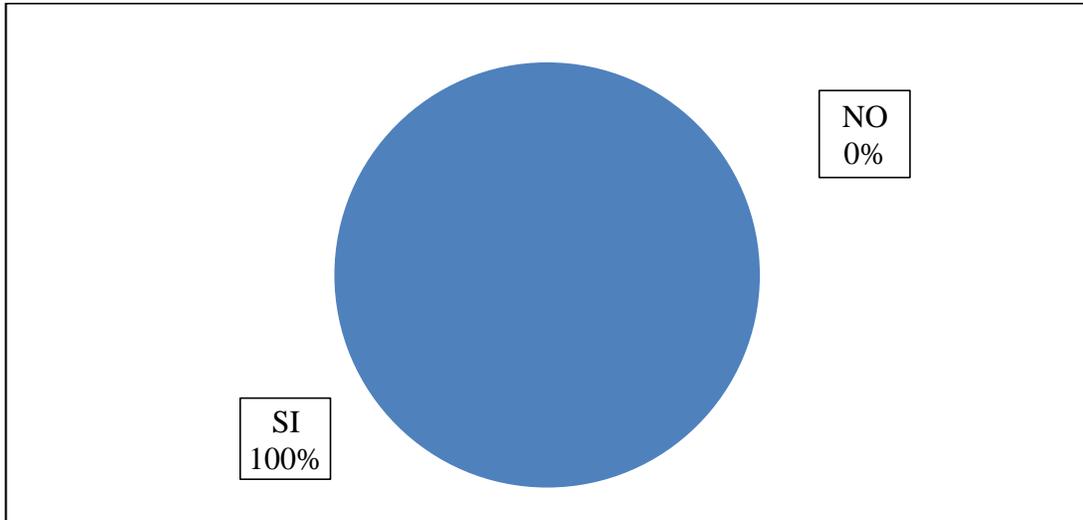
Incremento de costos en reparación de maquinaria pesada.

| Respuesta | Valor absoluto | Valor relativo (%) |
|-----------|----------------|--------------------|
| SI | 26 | 100 |
| NO | 0 | 0 |
| Totales | 26 | 100 |

Fuente: Censo realizado al personal de Empresa Constructora AGK, Cobán, Alta Verapaz, septiembre 2020.

Gráfica 3

Incremento de costos en reparación de maquinaria pesada.



Fuente: Censo realizado al personal de Empresa Constructora AGK, Cobán, Alta Verapaz, septiembre 2020.

Análisis: La totalidad de las personas censadas afirma que existe incremento en los costos de reparaciones y mantenimiento de la maquinaria pesada derivado de la construcción de carreteras en áreas rocosas del departamento de Alta Verapaz en los últimos 5 años.

Cuadro 24

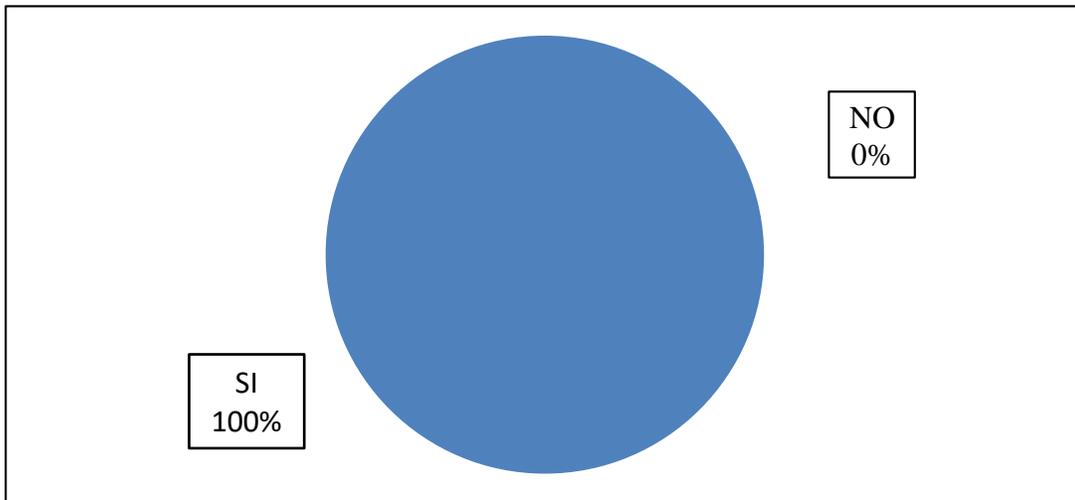
Implementación de materiales explosivos.

| Respuesta | Valor absoluto | Valor relativo (%) |
|-----------|----------------|--------------------|
| SI | 26 | 100 |
| NO | 0 | 0 |
| Totales | 26 | 100 |

Fuente: Censo realizado al personal de Empresa Constructora AGK, Cobán, Alta Verapaz, septiembre 2020.

Gráfica 4

Implementación de materiales explosivos.



Fuente: Censo realizado al personal de Empresa Constructora AGK, Cobán, Alta Verapaz, septiembre 2020.

Análisis: Como se puede apreciar en el cuadro y gráfica anteriores, la totalidad de los censados indican que es correcta la implementación de materiales explosivos como apoyo a la maquinaria pesada en construcción de carreteras en áreas rocosas y que si es recomendable su uso para mejorar la eficiencia de la maquinaria pesada.

Cuadros y gráficas para la comprobación de la variable independiente

Cuadro 25

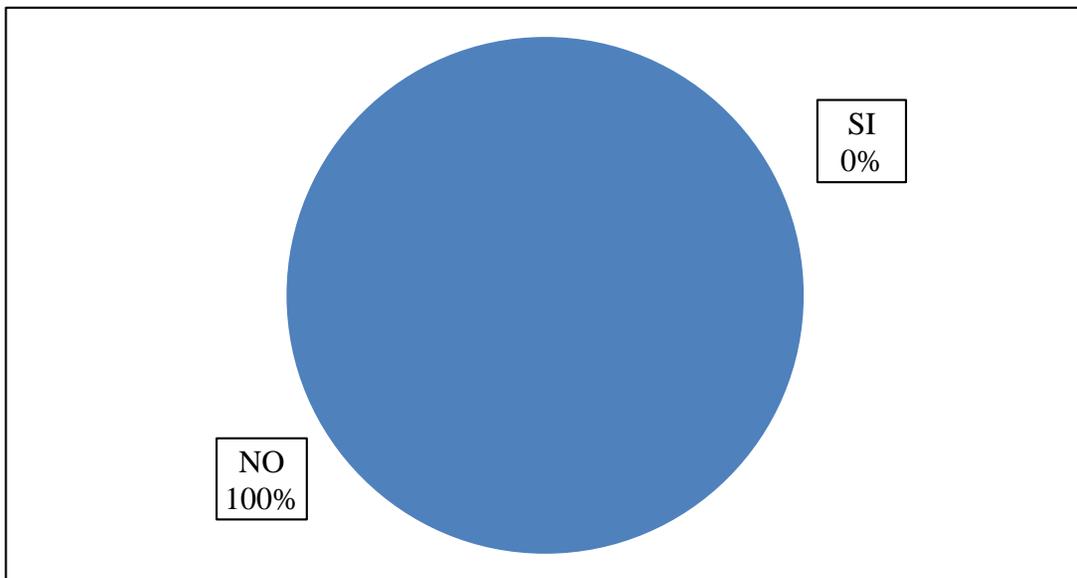
Cuenta con plan estratégico para el uso de explosivos industriales.

| Respuesta | Valor absoluto | Valor relativo (%) |
|-----------|----------------|--------------------|
| SI | 0 | 0 |
| NO | 5 | 100 |
| Totales | 5 | 100 |

Fuente: Censo realizado al director de Caminos y a supervisores de Consejos de Desarrollo del departamento de Alta Verapaz.

Gráfica 5

Cuenta con plan estratégico para el uso de explosivos industriales.



Fuente: Censo realizado al director de Caminos y a supervisores de Consejos de Desarrollo del departamento de Alta Verapaz.

Análisis: Como se puede apreciar en el cuadro y la gráfica indica que la totalidad de las personas censadas opina que no cuentan con un plan estratégico para el uso de explosivos industriales como alternativa de complemento para apertura de carreteras en áreas rocosas.

Cuadro 26

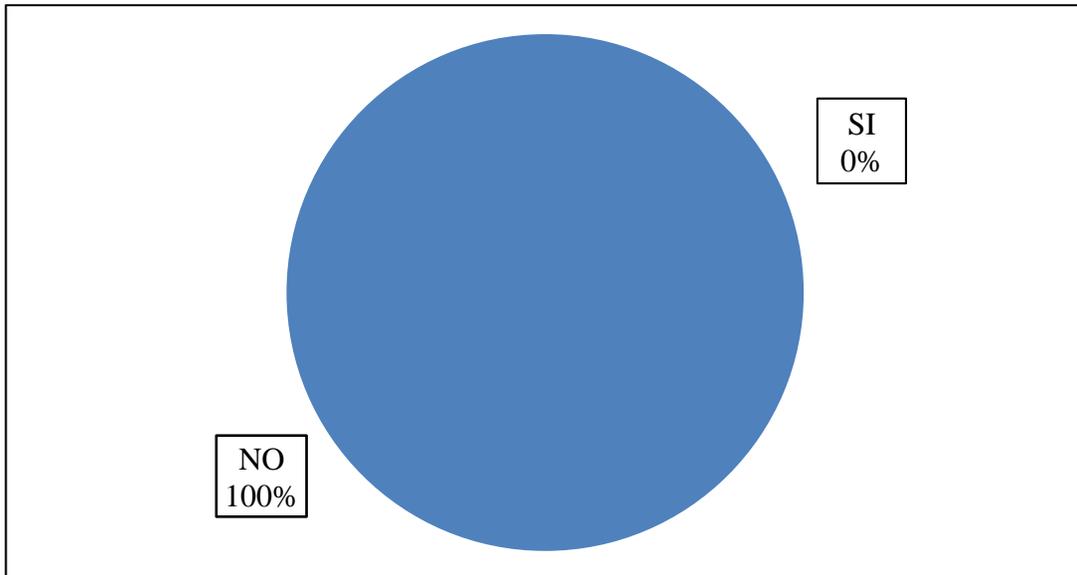
Capacitación a empresas y personal que manipula explosivos.

| Respuesta | Valor absoluto | Valor relativo (%) |
|-----------|----------------|--------------------|
| Si | 0 | 0 |
| No | 5 | 100 |
| Totales | 5 | 100 |

Fuente: Censo realizado al director de Caminos y a supervisores de Consejos de Desarrollo del departamento de Alta Verapaz.

Gráfica 6

Capacitación a empresas y personal que manipulan explosivos.



Fuente: Censo realizado al director de Caminos y a supervisores de Consejos de Desarrollo del departamento de Alta Verapaz.

Análisis: Como se puede apreciar en el cuadro y gráfica anterior la totalidad de las personas censadas coincide que se debe capacitar a las empresas y al personal que manipula materiales explosivos.

Cuadro 27

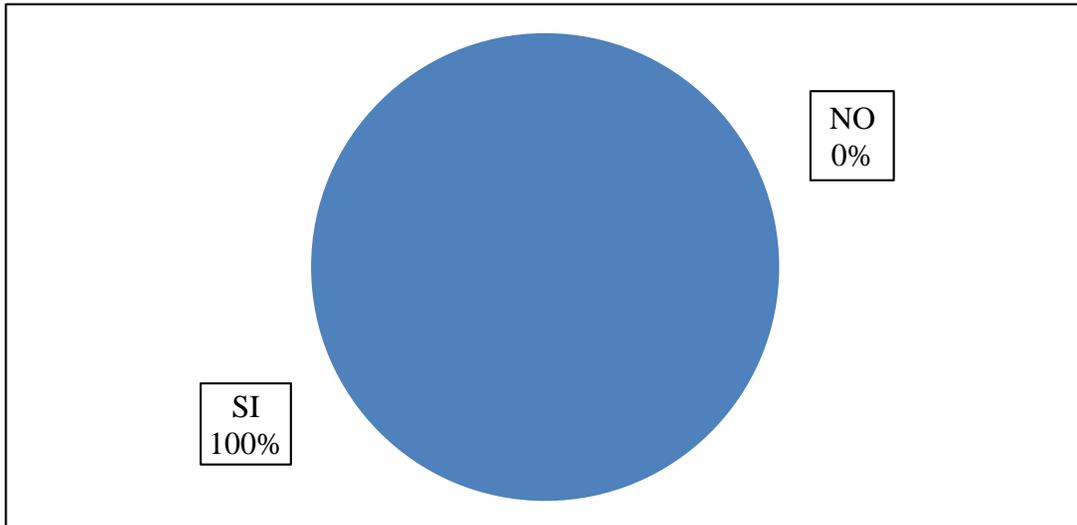
Necesario el uso de explosivos industriales para la construcción de carreteras.

| Respuesta | Valor absoluto | Valor relativo (%) |
|-----------|----------------|--------------------|
| SI | 5 | 100 |
| NO | 0 | 0 |
| TOTAL | 5 | 100 |

Fuente: Censo realizado al director de Caminos y a supervisores de Consejos de Desarrollo del departamento de Alta Verapaz.

Gráfica 7

Necesario el uso de explosivos industriales para la construcción de carreteras.



Fuente: Censo realizado al director de Caminos y a supervisores del Consejo de Desarrollo del departamento de Alta Verapaz.

Análisis: Como se puede apreciar en el cuadro y la gráfica anterior que el personal en su totalidad considera necesario el uso de materiales explosivos industriales para la construcción de carreteras en el área rocosa del departamento de Alta Verapaz.

Cuadro 28

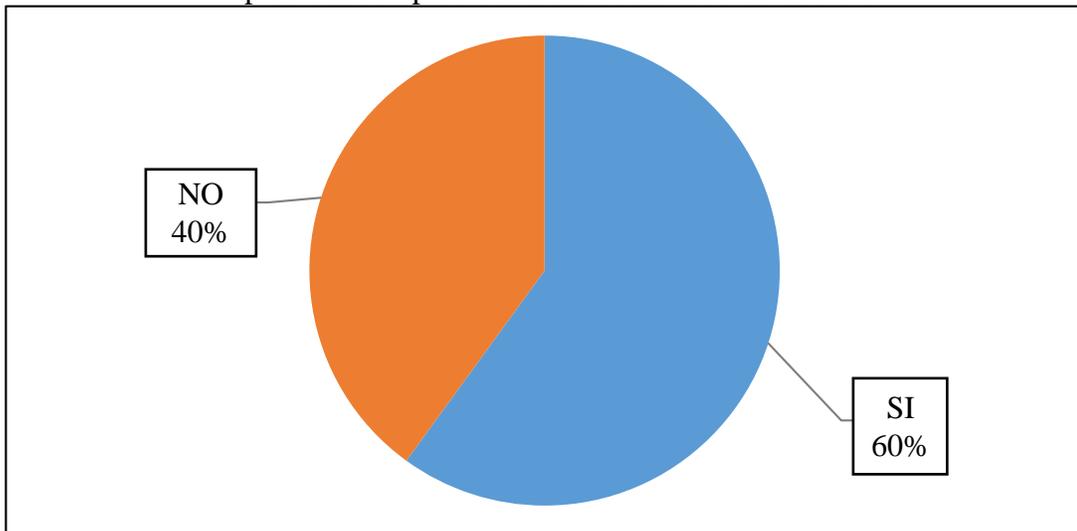
Explosivos con precio al alcance de la construcción.

| Respuesta | Valor absoluto | Valor relativo (%) |
|-----------|----------------|--------------------|
| Si | 3 | 60 |
| No | 2 | 40 |
| Totales | 5 | 100 |

Fuente: Censo realizado al director de Caminos y a supervisores de Consejos de Desarrollo del departamento de Alta Verapaz.

Gráfica 8

Explosivos con precio al alcance de la construcción.



Fuente: Censo realizado al director de Caminos y a supervisores de Consejos de Desarrollo del departamento de Alta Verapaz.

Análisis: Como se puede apreciar en el cuadro y gráfica anterior, la mayoría de personas censadas opina que, si existen explosivos seguros para ser utilizados de forma eficiente y que tienen un precio económico, mientras que la minoría de los censados opina que no hay explosivos seguros para utilizarse de forma eficiente que cuenten con un rango de precio económico.

Cuadro 29

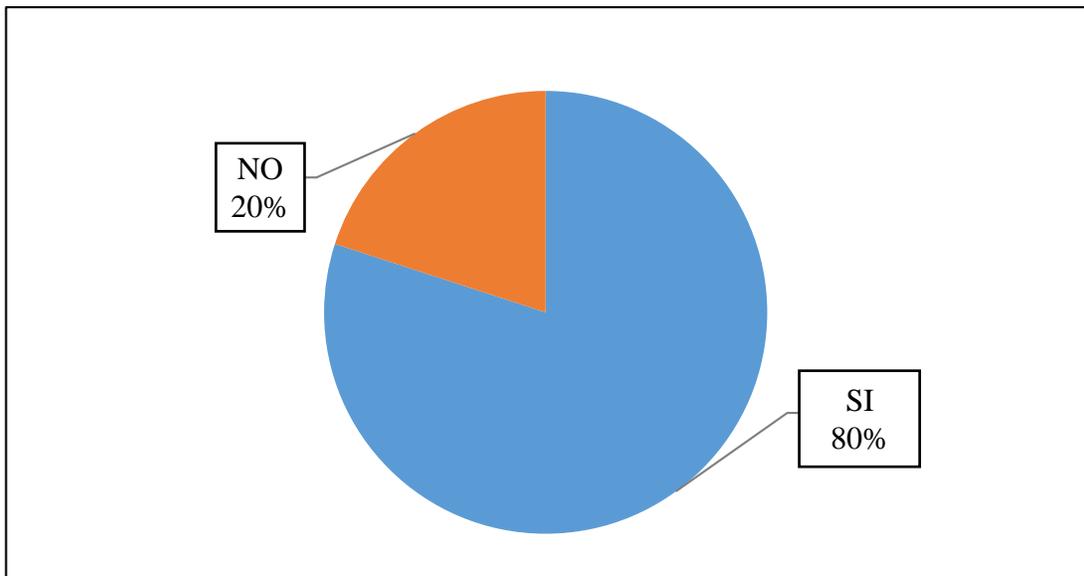
Cuenta con tecnología y equipo para la manipulación de explosivos para la construcción de carreteras.

| Respuesta | Valor absoluto | Valor relativo (%) |
|-----------|----------------|--------------------|
| SI | 4 | 80 |
| NO | 1 | 20 |
| Totales | 5 | 100 |

Fuente: Censo realizado al director de Caminos y a supervisores de Consejos de Desarrollo del departamento de Alta Verapaz.

Gráfica 9

Cuenta con tecnología y equipo para la manipulación de explosivos para la construcción de carreteras.



Fuente: Censo realizado al director de Caminos y a supervisores de Consejos de Desarrollo del departamento de Alta Verapaz.

Análisis: Como se puede apreciar en el cuadro y gráfica anteriores, la mayoría de las personas censadas opina que se cuenta con tecnologías, así como equipo para la manipulación de explosivos para la construcción de carreteras en el departamento de Alta Verapaz, mientras que la minoría opina todo lo contrario.

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

IV.1.1 Conclusiones

1. Se comprueba la hipótesis planteada”: El incremento de los costos en Constructora AGK, Cobán, Alta Verapaz en los últimos 5 años por deficiencia en la operatividad es debido a: la falta de plan estratégico para el uso de explosivos industriales como alternativa de complemento en la apertura de carreteras.
2. El costo en construcción de carreteras en suelos rocosos en Alta Verapaz es elevado, ya que el kilómetro utiliza el 26% a un 50% de sus costos para la demolición de roca en la apertura de carreteras.
3. Se considera un apoyo eficiente el uso de material explosivos en áreas rocosas, ya que se logra mayor eficiencia en la maquinaria pesada y el avance físico mejora de manera considerable, y esto representa eficacia en cuanto a tiempo de entrega del proyecto y reduce costos de reparaciones en maquinaria pesada ya que reduce el esfuerzo excesivo de las capacidades operativas de la maquinaria en uso.
4. La empresa carece de un plan estratégico para el uso de explosivos industriales, por lo que no lo emplean y se decantan por utilizar sistemas convencionales o sobre exigir rendimiento a la maquinaria pesada y con esto recae en un incremento de costos por reparaciones y atrasos en tiempos e incumplimiento con el presupuesto de la obra.

IV.2 Recomendaciones

1. Implementar la presente propuesta: Plan estratégico para el uso de explosivos industriales como alternativa de complemento para la construcción de carreteras como apoyo a la maquinaria pesada para optimizar de esta manera su operatividad y disminuir el esfuerzo operativo y los incrementos de los costos que conlleva la demolición y apertura de las carreteras.
2. Controlar y optimizar los costos de este renglón, para optimizar el presupuesto asignado a construcción de carreteras en el área de Alta Verapaz.
3. Considerar detalles específicos de la roca para diseñar patrones específicos para cada área en particular, lo cual permite un mejor desempeño de los materiales explosivos, al obtener una voladura de buenos resultados con material demolido uniformemente, en tamaños adecuados al tipo de maquinaria a utilizar en el desalojo, ya que con esto se colabora a evitar sobre esfuerzo de la maquinaria pesada en su operatividad lo que ayuda a ahorrar tiempo en el desalojo y el ahorro en reparaciones por el sobre esfuerzo de la maquinaria, en lo cual se ve reflejado el ahorro y disminución de costos operativos por metro cúbico de material rocoso.
4. Velar por que se implemente adecuada y eficientemente el plan estratégico de uso de explosivos, para obtener los beneficios proyectados, lo cual nos representara en gran medida el poder cumplir en tiempos estimados; ya que al implementar dicho plan se mejora la calidad operativa de la empresa y eficientar el manejo de los recursos económicos.

V. BIBLIOGRAFIA

1. Acuerdo Gubernativo. 14-74. (1974). *Reglamento para la importación, almacenaje, transporte y uso de explosivos para fines industriales y de los artefactos para hacerlos estallar*. Guatemala.
2. ASA Organización Industrial, S.A. (2004). *Manual de Explosivos*. Guadalajara: Asa Organización Industrial, S.A. de C.V.
3. Caminos. (2014). Clasificación de Rutas. *Red Vial de Guatemala año 2014*, 6-8. Recuperado el 28 de 10 de 2020, de Red Vial de Guatemala 2014: <https://www.caminos.gob.gt/Descargas/Red%20Vial%20Registrada%202014.pdf>
4. Consejo Nacional de Areas Protegidas. (2008). *Guatemala y su biodiversidad*. Guatemala: Editorial: Serviprensa, S.A.
5. Decreto Ley No. 123-85. (1985). *Ley de Especies Estancadas*. Guatemala.
6. DIAZ-MARTÍNEZ, J. C.-A.-B. (2012). PERFORACIÓN Y VOLADURAS EN MINERÍA DE SUPERFICIE EMPLEANDO EL ENFOQUE DE LA PROGRAMACIÓN ESTRUCTURADA. (Redalyc, Ed.) *Boletín de Ciencias de la Tierra*(32), 16. Recuperado el 09 de Noviembre de 2020, de Boletín : <https://www.redalyc.org/pdf/1695/169525406003.pdf>
7. DU PONT, S.A. (1983). *Manual para el uso de Explosivos* (16a. ed.). (I. E.I. DU PONT DE NEMOURS AAND COMPANY, Ed.) Mexico D.F.: Talleres de Editorial y Litografía Regina de los Angeles.
8. EQUIPSA. (2020). *Productos Explosivos* . Obtenido de Fichas Técnicas de productos: <https://equipsa.com.gt/>

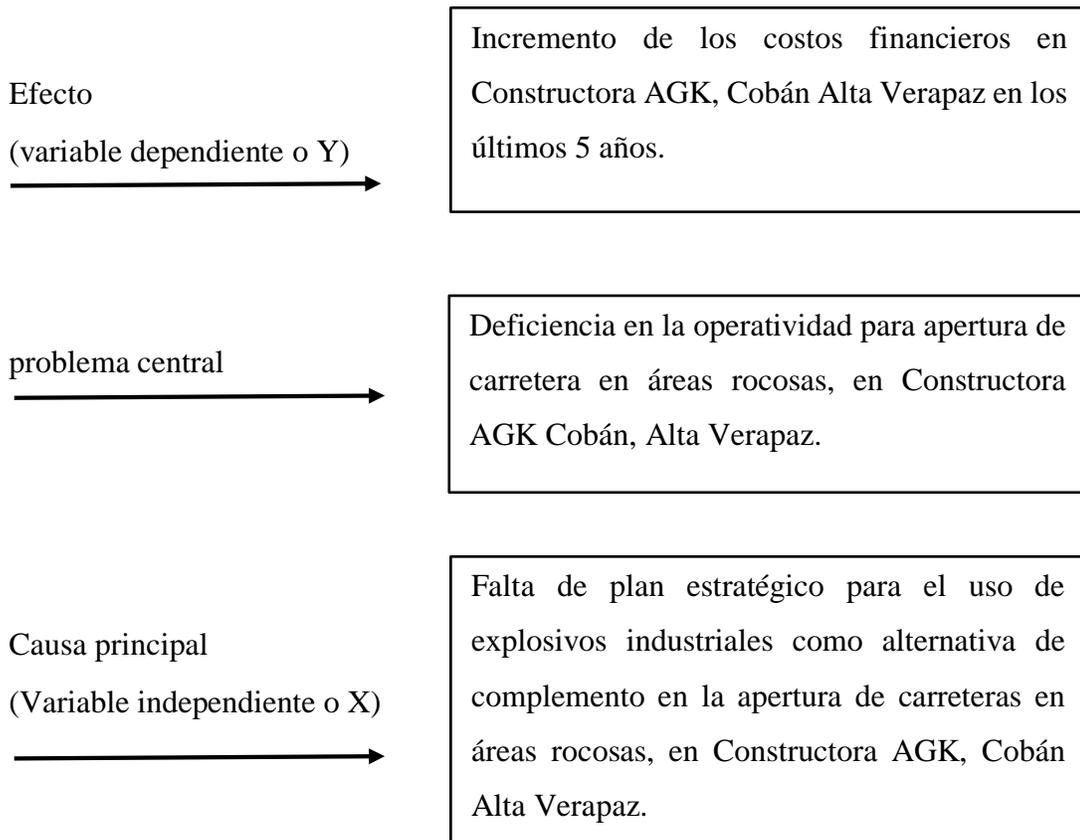
9. IARNA-URL. (Junio de 2013). Importancia de los caminos rurales en Guatemala. *Manual para la Planificación, diseño, construcción y mantenimiento de caminos rurales con enfoque de gestión y adaptación a la variabilidad y al cambio climático*(53), 1-3. Recuperado el 28 de 10 de 2020, de Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente de la Universidad Rafael Landívar: <http://www.infoiarna.org.gt/rediarna/USAID/Finales%20PRS/Manual%20de%20caminos%20rurales.pdf>
10. IGN. (2020). *Mapa Geológico Alta Verapaz*. Obtenido de Instituto Geográfico Nacional: <http://www.ign.gob.gt/>
11. Instituto de Geociencias. (s.f.). *Clasificación de las rocas*. Recuperado el 09 de Noviembre de 2020, de Ciudad Ciencia: https://www.ciudadciencia.es/doc/files/FICHA_CLASIFICACION%20DE%20ROCAS_CC.pdf
12. Instituto Geográfico Nacional. (2020). *Geología de Alta Verapaz*. Obtenido de Instituto Geográfico Nacional de Guatemala: <http://www.ign.gob.gt/>
13. López Ruano, C. R. (Octubre de 2012). *Apertura y Aplicación de carreteras con el uso y manejo de explosivos para la voladura de roca*. Recuperado el 03 de Noviembre de 2020, de Tesis de Licenciatura, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_3459_C.pdf
14. MINDEF. (2020). Obtenido de https://www.mindef.mil.gt/Organizacion/1mdn/2funciones_control/5direccion_especies_explosivos/5direccion_especies_explosivos_historia.html

15. Miranda, A. (13 de Octubre de 2013). *Clasificación de las carreteras en Guatemala*. Recuperado el 28 de octubre de 2020, de SCRIBD: <https://es.scribd.com/document/175761829/Clasificacion-de-las-carreteras-en-Guatemala>
16. OLOFSSON, S. O. (s.f.). *Tecnología de los Explosivos Aplicada a la Construcción y Minería*.
17. Rune, G. (1977). *Técnica Sueca de Voladuras*. Suecia: Nora Boktryckeri AB.

ANEXOS

Anexo 1. Árbol de problemas, hipótesis y árbol de objetivos

Árbol de Problemas

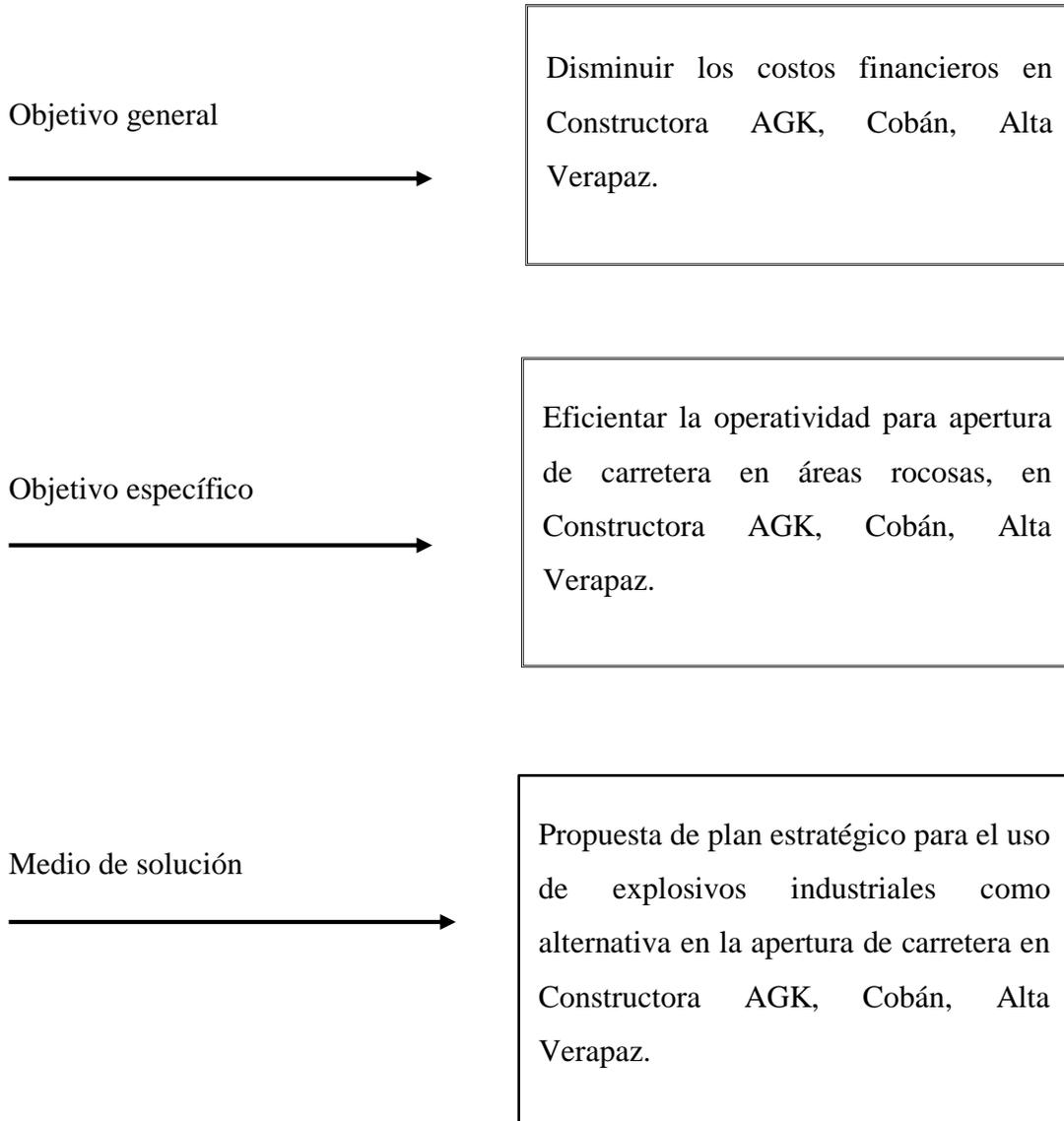


Hipótesis

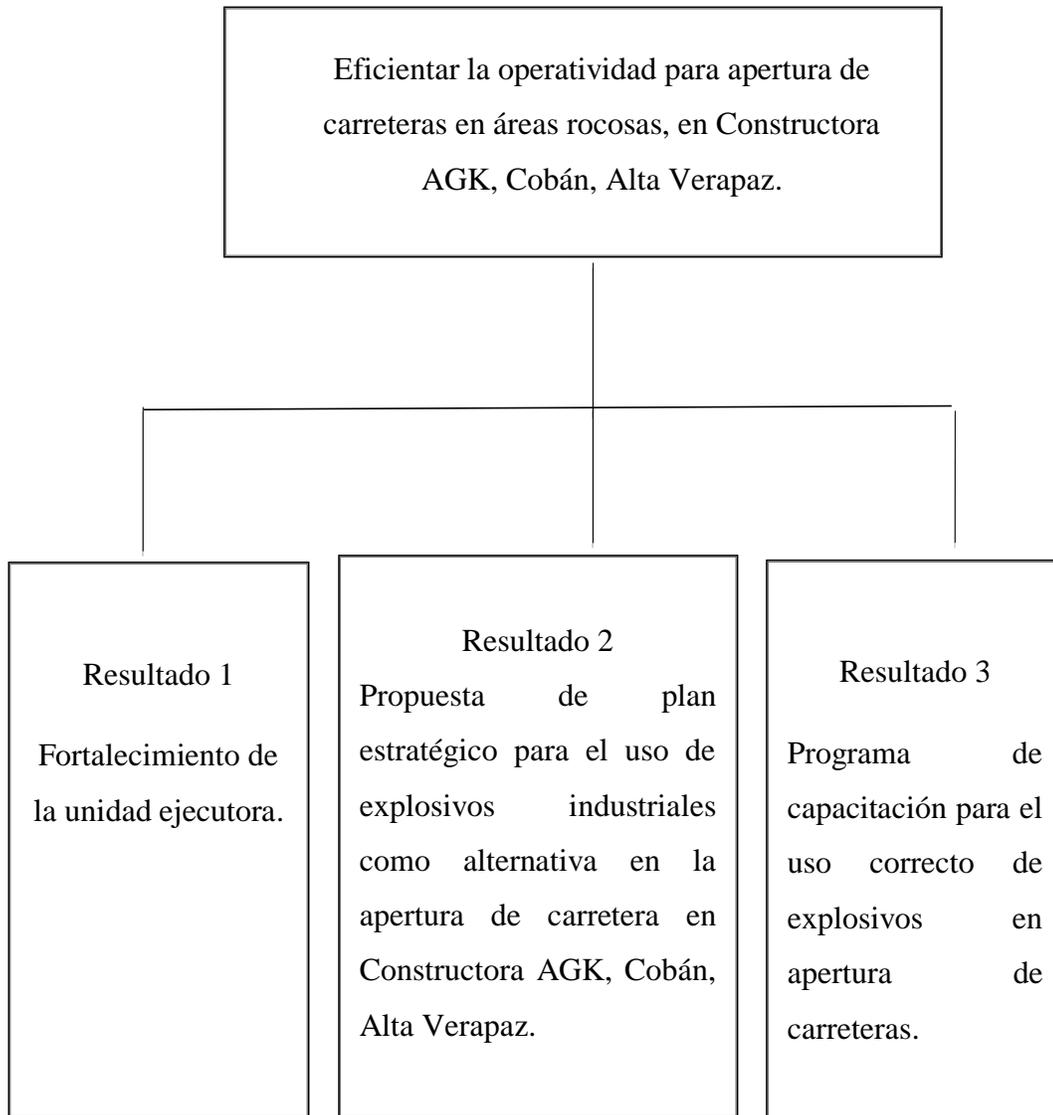
“El incremento de los costos financieros en constructora AGK, Cobán Alta Verapaz, en los últimos 5 años por deficiencia en la apertura es debido a la falta de plan estratégico para el uso de explosivos industriales como alternativa de complemento en la apertura de carreteras.”

¿Será la falta de plan estratégico para el uso de explosivos industriales como alternativa de complemento en la apertura de carretera en áreas rocosas, Cobán, Alta Verapaz y la deficiencia en la operatividad, los causantes del incremento de costos financieros en Constructora AGK, en los últimos 5 años?

Árbol de Objetivos y medio de solución de la problemática



Anexo2. Diagrama del medio de solución de la problemática



Anexo 3. Boleta de investigación para la comprobación del efecto general

Universidad Rural de Guatemala
Programa de Graduación
Boleta de Investigación
Variable Dependiente

Objetivo: Esta boleta de investigación tiene por objetivo comprobar la variable dependiente siguiente: Incremento en los costos en la construcción y apertura de carreteras en suelos rocosos en el departamento de Alta Verapaz, durante los últimos cinco años.

Esta boleta está dirigida a personal operativo y administrativo de empresa constructora AGK, Cobán, Alta Verapaz, mediante censo.

Instrucciones: A continuación, se le presentan varios cuestionamientos, a los que deberá responder y marcar con una “X” la respuesta que considere correcta y razónela en el caso que se le indique.

1. ¿Considera que se ha incrementado los costos en la construcción de carreteras en Alta Verapaz?
 - a. SI _____
 - b. NO _____
 - Por qué _____

2. ¿Cuánto es el porcentaje del costo en la construcción de carretera designado para roca por kilómetro en el departamento de Alta Verapaz?
 - a. 10 al 25% _____
 - b. 26 al 50% _____
 - c. 51 al 75% _____
 - d. 76 al 100% _____
 - Por qué _____

3. ¿Considera que se han incrementado los costos en reparación de maquinaria pesada derivado de la construcción de carreteras en suelos rocosos en los últimos años en el departamento de Alta Verapaz?

a. SI _____

b. NO _____

Por qué _____

4. ¿Considera necesaria la implementación de materiales explosivos como apoyo a la maquinaria pesada en construcción de carreteras en áreas rocosas y recomendable su uso para la eficiencia de la maquinaria pesada?

a. SI _____

b. NO _____

Por qué _____

Anexo 4. Boleta de investigación para la comprobación de la causa principal

Universidad Rural de Guatemala

Programa de Graduación

Boleta de Investigación

Causa Principal

Objetivo: Esta boleta de investigación tiene por objetivo comprobar la variable independiente siguiente: Falta de plan estratégico para el uso de explosivos industriales como alternativa de complemento para apertura de carreteras en áreas rocosas.

Esta boleta censal está dirigida a Director de Caminos en el departamento de Alta Verapaz, Supervisión de Consejos de Desarrollo del departamento de Alta Verapaz.

Instrucciones: A continuación, se le presentan varios cuestionamientos, a los que deberá responder y marcar con una “X” la respuesta que considere correcta y razónela en el caso que se le indique.

1. ¿Cuenta con plan estratégico para el uso de explosivos industriales como alternativa de complemento para apertura de carreteras en áreas rocosas?

SI _____

NO _____

Por qué _____

2. ¿Cuenta con programa de capacitación a empresas y personal que manipula explosivo en la construcción de carreteras en Alta Verapaz?

SI _____

NO _____ Por qué _____

3. ¿Considera necesario el uso de explosivos industriales para la construcción de carreteras en el departamento de Alta Verapaz?

SI_____

NO_____

Por qué_____

4. ¿Considera que en la actualidad se cuenta con explosivos con precio al alcance de las constructoras?

SI_____

NO_____

Por qué_____

5. ¿Se cuenta con tecnología y equipo para la manipulación segura de explosivos para la construcción de carreteras en el departamento de Alta Verapaz?

SI_____

NO_____

Por qué_____

Anexo 5. Anexo metodológico comentado sobre el cálculo de la muestra

Este coeficiente es un indicador estadístico que indica el grado de correlación de dos variables; es decir el comportamiento gráfico de las mismas, para trazar la ruta para proyectar dichas variables. En este caso el coeficiente de correlación es igual a 0.9993, lo que indica que el comportamiento de estas variables obedece a la ecuación de la línea recta; cuya fórmula simplificada es la siguiente: $y = a+bx$.

Es importante destacar que para que se considere el comportamiento lineal de dos variables, el coeficiente de correlación debe oscilar de $+ - 0.80$ a $+ - 1$.

Para la comprobación y/o rechazo de la hipótesis planteada y obtener información se utilizó un censo a las 26 personas que laboran en la empresa Constructora AGK, ubicada en el municipio de Cobán, del departamento de Alta Verapaz, para la variable dependiente.

Para la variable independiente se realizó un censo dirigido al Director de Caminos en el departamento de Alta Verapaz y a Supervisores de Consejos de Desarrollo del departamento de Alta Verapaz.

Anexo 6. Anexo metodológico comentado sobre el cálculo del coeficiente de correlación

Se realiza con la finalidad de determinar la correlación existente entre las variables intervinientes en la problemática descrita en el árbol de problemas y poder validarla; así como determinar si es posible la proyección de su comportamiento mediante el cálculo de la ecuación de la línea recta.

De acuerdo al resultado obtenido se dio a conocer que la variable “X” la cantidad de tiempo contemplado en los últimos 5 años (de 2016 a 2020), y la variable “Y” aumento de costos en quetzales por metro cúbico al utilizar el sistema convencional, están debidamente correlacionados en 0.9993 por lo que se puede aplicar al método de la Línea Recta.

Requisito: Coeficiente de correlación $>+0.80 \leq 1$

Cuadro 30 Datos y fórmula para el cálculo del coeficiente de correlación.

| Año | X (años) | Y (Aumento de costos en quetzales por m ³) | XY | X ² | Y ² |
|---------|----------|---|---------|----------------|----------------|
| 2016 | 1 | 85.6 | 85.60 | 1 | 7327.36 |
| 2017 | 2 | 90 | 180.00 | 4 | 8100.00 |
| 2018 | 3 | 95.85 | 287.55 | 9 | 9187.22 |
| 2019 | 4 | 100.95 | 403.80 | 16 | 10190.90 |
| 2020 | 5 | 106 | 530.00 | 25 | 11236.00 |
| Totales | 15 | 478 | 1486.95 | 55 | 46041.49 |

Fuente: Empresa Constructora AGK, Cobán, Alta Verapaz

| | |
|------------------|----------|
| n= | 5 |
| $\sum X=$ | 15 |
| $\sum XY=$ | 1486.95 |
| $\sum X^2=$ | 55 |
| $\sum Y^2=$ | 46041.49 |
| $\sum Y=$ | 478.4 |
| $n\sum XY=$ | 7434.75 |
| $\sum X*\sum Y=$ | 7176 |
| Numerador= | 258.75 |

Fórmula:

$$r = \frac{n\sum XY - \sum X * \sum Y}{\sqrt{(n\sum X^2 - (\sum X)^2) * (n\sum Y^2 - (\sum Y)^2)}}$$

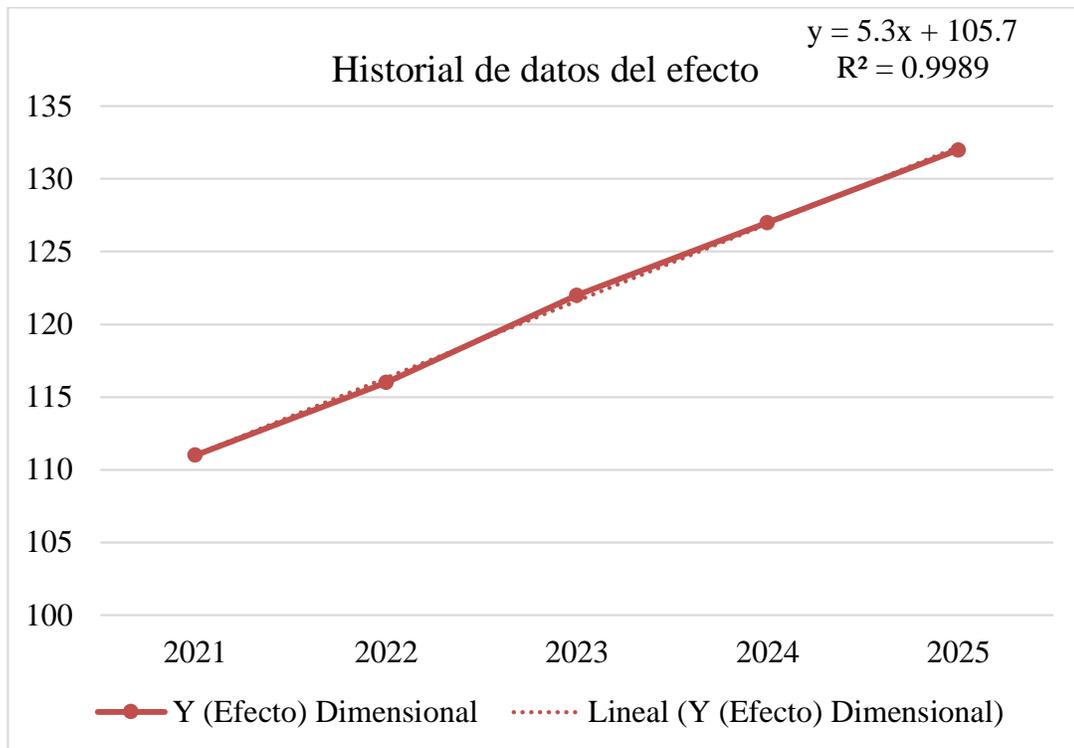
| | |
|--|-------------|
| $n\sum X^2=$ | 275 |
| $(\sum X)^2=$ | 225 |
| $n\sum Y^2=$ | 230207.43 |
| $(\sum Y)^2=$ | 228866.56 |
| $n\sum X^2 - (\sum X)^2=$ | 50 |
| $n\sum Y^2 - (\sum Y)^2=$ | 1340.865 |
| $(n\sum X^2 - (\sum X)^2) * (n\sum Y^2 - (\sum Y)^2)=$ | 67043.25 |
| Denominador: | 258.9271133 |

r= 0.999315972

Fuente: Empresa Constructora AGK, Cobán, Alta Verapaz

Análisis: Debido a que el coeficiente de correlación $r = 0.9993$ se encuentra dentro del rango establecido, se indica que las variables están debidamente correlacionadas, se valida la problemática y se procede a la proyección mediante la línea recta.

Aumento de costos en quetzales por metro cúbico



Fuente: Empresa Constructora AGK, Cobán, Alta Verapaz

Anexo 7. Anexo comentado sobre la proyección del comportamiento de la problemática mediante la línea recta.

La presente ecuación, sirve para calcular la proyección por el método de la línea recta ($Y = a + bx$), el aumento de los costos en quetzales por metro cúbico al utilizar el sistema convencional.

Proyección lineal: $Y = a + bx$

Cuadro 31 Datos para el cálculo de la proyección.

| Año | X (años) | Y (Aumento de costos en quetzales por m ³) | XY | X ² | Y ² |
|---------|----------|---|---------|----------------|----------------|
| 2016 | 1 | 85.6 | 85.6 | 1 | 7327.36 |
| 2017 | 2 | 90 | 180 | 4 | 8100.00 |
| 2018 | 3 | 95.85 | 287.55 | 9 | 9187.22 |
| 2019 | 4 | 100.95 | 403.8 | 16 | 10190.90 |
| 2020 | 5 | 106 | 530 | 25 | 11236.00 |
| Totales | 15 | 478.4 | 1486.95 | 55 | 46041.49 |

Fuente: Empresa Constructora AGK, Cobán, Alta Verapaz

Cuadro 32 Fórmula para el cálculo de la proyección.

| | |
|---------------------|----------|
| n= | 5 |
| $\sum X =$ | 15 |
| $\sum XY =$ | 1486.95 |
| $\sum X^2 =$ | 55 |
| $\sum Y^2 =$ | 46041.49 |
| $\sum Y =$ | 478.4 |
| $n \sum XY =$ | 7434.75 |
| $\sum X * \sum Y =$ | 7176 |
| Numerador de b: | 258.75 |
| Denominador de b: | |

Fórmulas:

$$b = \frac{n \sum XY - \sum X * \sum Y}{n \sum X^2 - (\sum X)^2}$$

| | | | |
|-----------------|----------------|-------|------------------------------|
| $n\sum X^2 =$ | 275 | | |
| $(\sum X)^2 =$ | 225 | | Fórmulas: |
| $n\sum X^2 -$ | | | |
| $(\sum X)^2 =$ | 50 | | |
| $b =$ | 5.175 | | $\frac{\sum y - b\sum x}{n}$ |
| Numerador de a: | | $a =$ | |
| $\sum Y =$ | 478.4 | | |
| $b * \sum X =$ | 77.625 | | |
| Numerador de a: | 400.775 | | |
| $a =$ | 80.155 | | |

Fuente: Empresa Constructora AGK, Cobán, Alta Verapaz

Proyección sin proyecto, mediante la línea recta por año.

| Ecuación de la línea recta $Y = a + (b * X)$ | | | |
|--|---|---|---------|
| $Y(2021) =$ | a | + | (b * X) |
| $Y(2021) =$ | 80.155 | + | 5.175 X |
| $Y(2021) =$ | 80.155 | + | 5.175 6 |
| $Y(2021) =$ | 111.205 | | |
| $Y(2021) =$ | 111.205 Aumento de costos en quetzales por m ³ | | |

Fuente: Empresa Constructora AGK, Cobán, Alta Verapaz

| Ecuación de la línea recta $Y = a + (b * X)$ | | | |
|--|--|---|---------|
| $Y(2022) =$ | a | + | (b * X) |
| $Y(2022) =$ | 80.155 | + | 5.175 X |
| $Y(2022) =$ | 80.155 | + | 5.175 7 |
| $Y(2022) =$ | 116.38 | | |
| $Y(2022) =$ | 116.38 Aumento de costos en quetzales por m ³ | | |

Fuente: Empresa Constructora AGK, Cobán, Alta Verapaz

| Ecuación de la línea recta $Y = a + (b * X)$ | | | | |
|--|---|---|---------|---|
| Y(2023)= | a | + | (b * X) | |
| Y(2023)= | 80.155 | + | 5.175 | X |
| Y(2023)= | 80.155 | + | 5.175 | 8 |
| Y(2023)= | 121.555 | | | |
| Y(2023)= | 121.555 Aumento de costos en quetzales por m3 | | | |

Fuente: Empresa Constructora AGK, Cobán, Alta Verapaz

| Ecuación de la línea recta $Y = a + (b * X)$ | | | | |
|--|--|---|---------|---|
| Y(2024)= | a | + | (b * X) | |
| Y(2024)= | 80.155 | + | 5.175 | X |
| Y(2024)= | 80.155 | + | 5.175 | 9 |
| Y(2024)= | 126.73 | | | |
| Y(2024)= | 126.73 Aumento de costos en quetzales por m3 | | | |

Fuente: Empresa Constructora AGK, Cobán, Alta Verapaz

| Ecuación de la línea recta $Y = a + (b * X)$ | | | | |
|--|---|---|---------|----|
| Y(2025)= | a | + | (b * X) | |
| Y(2025)= | 80.155 | + | 5.175 | X |
| Y(2025)= | 80.155 | + | 5.175 | 10 |
| Y(2025)= | 131.905 | | | |
| Y(2025)= | 131.905 Aumento de costos en quetzales por m3 | | | |

Fuente: Empresa Constructora AGK, Cobán, Alta Verapaz

Proyección con proyecto por año.

| Año a proyectar | = | Año anterior | más o - dep la solución propuesta | Porcentaje propuesto | |
|-----------------|---|--------------|-------------------------------------|----------------------|-------|
| Y (2021) | = | Y(2020) | - | 25% | = |
| Y (2021) | = | 111.00 | - | 27.75 | 83.25 |
| Y (2021) | = | 83.25 | Costos financieros por metro cúbico | | |

| | | | | | |
|----------|---|---------|-------------------------------------|-------|-------|
| Y (2022) | = | Y(2021) | - | 30% | = |
| Y (2022) | = | 116.00 | - | 34.80 | 81.20 |
| Y (2022) | = | 81.20 | Costos financieros por metro cúbico | | |

| | | | | | |
|----------|---|---------|-------------------------------------|-------|-------|
| Y (2023) | = | Y(2022) | - | 35% | = |
| Y (2023) | = | 122.00 | - | 42.70 | 79.30 |
| Y (2023) | = | 79.30 | Costos financieros por metro cúbico | | |

| | | | | | |
|----------|---|---------|-------------------------------------|-------|-------|
| Y (2024) | = | Y(2023) | - | 40% | = |
| Y (2024) | = | 127.00 | - | 50.80 | 76.20 |
| Y (2024) | = | 76.20 | Costos financieros por metro cúbico | | |

| | | | | | |
|----------|---|---------|-------------------------------------|-------|-------|
| Y (2025) | = | Y(2024) | - | 45% | = |
| Y (2025) | = | 132.00 | - | 59.40 | 72.60 |
| Y (2025) | = | 72.60 | Costos financieros por metro cúbico | | |

| X Número de años | Año | Aumento de costos en quetzales por m3 |
|---------------------|------|---------------------------------------|
| 6 | 2021 | 111 |
| 7 | 2022 | 116 |
| 8 | 2023 | 122 |
| 9 | 2024 | 127 |
| 10 | 2025 | 132 |

Fuente: Empresa Constructora AGK, Cobán, Alta Verapaz

Cuadro comparativo sin y con proyecto

Cuadro 33 Comportamiento de los datos de la variable dependiente Y (Aumento de costos por año) con situación con proyecto y sin proyecto.

Análisis comparativo con y sin proyecto.

| Año | Proyección sin proyecto | Proyección con proyecto | Diferencial |
|-----------|-------------------------|-------------------------|-------------|
| 2021 | 111 | 83 | 28 |
| 2022 | 116 | 81 | 35 |
| 2023 | 122 | 79 | 43 |
| 2024 | 127 | 76 | 51 |
| 2025 | 132 | 73 | 59 |
| Sumatoria | 608 | 382 | 215 |

Fuente: Empresa Constructora AGK, Cobán, Alta Verapaz

Cálculo de proyección con proyecto

Al realizar el cálculo de la proyección del proyecto es evidente la reducción de costos financieros por metro cúbico que se obtiene al implementar el proyecto.

Cuadro 34 cálculo de proyección con proyecto

| Secuencial | Año | Proyección sin proyecto | Porcentaje propuesto | Proyección con proyecto |
|------------|------|-------------------------|----------------------|-------------------------|
| 6 | 2021 | Q111.00 | Q27.75 | Q83.25 |
| 7 | 2022 | Q116.00 | Q7.05 | Q81.20 |
| 8 | 2023 | Q122.00 | Q7.89 | Q79.30 |
| 9 | 2024 | Q127.00 | Q8.10 | Q76.20 |
| 10 | 2025 | Q132.00 | Q8.71 | Q72.50 |

Fuente: Empresa Constructora AGK, Cobán, Alta Verapaz

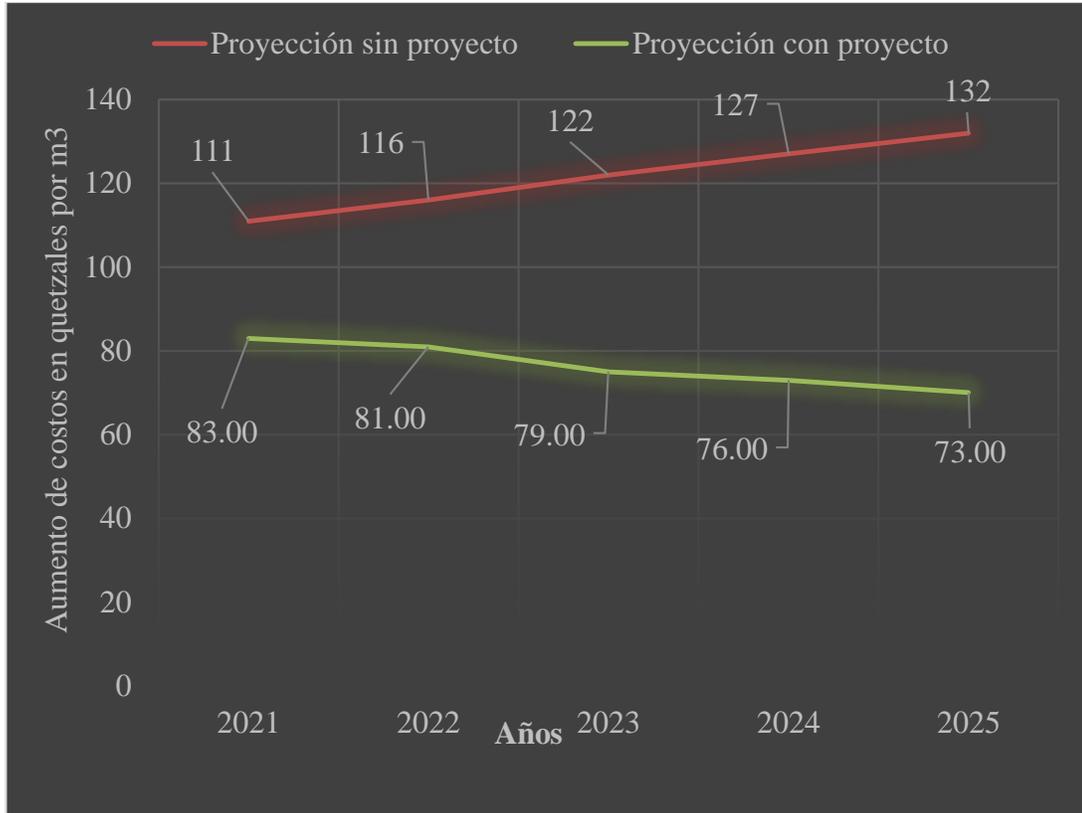
Porcentajes propuestos para la situación con propuesta

| Año | 6 (2021) | 7 (2022) | 8 (2023) | 9 (2024) | 10 (2025) | |
|--|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-----------------|
| Resultado | | | | | | |
| Resultado 1 Fortalecimiento de la Unidad Ejecutora | | | | | | |
| Presentación de la propuesta de implementación de plan estratégico para el uso explosivos industriales Solicitud de apertura de una oficina para actividades relacionadas con el tema de los explosivos. | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | Solución |
| Fortalecimiento con documentos, equipo de perforación y accesorios para equipos de perforación. | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | |

| | | | | | | |
|---|----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
| Crear una oficina para el control específico de explosivos y contratación de personal. | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | |
| Resultado 2 Se dispone de una propuesta de plan estratégico para el uso de explosivos industriales como alternativa en la apertura de carreteras | | | | | | |
| Trabajos preliminares y topografía | 3.0% | 0.5% | 0.5% | 0.7% | 0.0% | |
| Excavación no clasificada de desperdicio | 2.0% | 0.6% | 1.0% | 0.7% | 1.0% | |
| Plan estratégico para el uso de explosivos industriales | 20.0% | 5.0% | 5.0% | 5.0% | 5.0% | |
| Resultado 3 Programa de capacitación para el uso correcto de explosivos en apertura de carreteras | | | | | | |
| Identificación de temas de acuerdo a la formación geológica de Alta Verapaz | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | |
| Selección de metodología de capacitación | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | |
| Definir el cronograma de capacitación | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | |
| Evaluación de forma oral y escrita a cada participante. | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | |
| Total | 25.00 % | 6.08% | 6.47% | 6.38% | 6.60% | 50.53% |

Fuente: Empresa Constructora AGK, Cobán, Alta Verapaz

Gráfica 2. Comparación del comportamiento de la problemática con y sin proyecto



Fuente: Empresa Constructora AGK, Cobán, Alta Verapaz

Análisis: Como se puede observar en el cuadro número 4 (situación con y sin proyecto) y en la gráfica número 2 (comparación de la situación con y sin proyecto), de no implementarse el proyecto, la tendencia es el incremento de costos en quetzales por cada metro cúbico que se trabaje con sistema convencional.

Al implementarse el uso de los explosivos comerciales, se tendrá una reducción del efecto estimado en un 25% en el primer año, y consecutivamente aumentara un 5%, el cual se ve reflejado que en el año 2025 se logra reducir el efecto a Q.73.00 por metro cúbico y así mejorar el presupuesto y se vuelvan eficientes los trabajos con la implementación de un plan estratégico para el uso de explosivos como apoyo al sistema operativo de maquinaria pesada en los proyectos que se presenten en el futuro.

Herman Estuardo Arias Orellana

TOMO II

PROPUESTA DE PLAN ESTRATÉGICO PARA EL USO DE EXPLOSIVOS
INDUSTRIALES COMO ALTERNATIVA EN LA APERTURA DE
CARRETERA EN CONSTRUCTORA AGK, COBÁN, ALTA VERAPAZ



Asesor general Metodológico:

Ingeniero Ambiental José Luis Iquique Socoy

Universidad Rural de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Guatemala, septiembre de 2021.

Este documento fue presentado por el autor, previo a obtener el título universitario en el grado académico de Licenciado en Ingeniería Civil con énfasis en construcciones rurales.

Prólogo

La justificación técnica de la investigación es un requisito previo a obtener el título de ingeniero civil, en el grado académico de Licenciado, el cual da cumplimiento a los lineamientos académicos de la Universidad Rural de Guatemala. Para el desarrollo del trabajo de investigación se utilizó la Estructura del Marco Lógico de donde se determinó la problemática que actualmente se da y que en 5 años se ha incrementado la problemática identificada.

El propósito de la investigación radica en la solución de la problemática identificada mediante la metodología del Marco Lógico, y el análisis deductivo e inductivo del problema principal.

Esta investigación puede ser usada por empresas constructoras con el fin práctico de servir como base de partida para la solución de la problemática identificada en proyectos de características topográficas semejantes a las expuestas en el documento y para el apoyo del descenso en costos al construir carreteras en áreas rocosas y que presentan tópicos similares a los aquí expuestos.

De igual manera para el uso de empresas que se encuentran en proceso de implementación de explosivos industriales como complemento de apoyo en la temática de construir carreteras en suelos rocosos en el área de Alta Verapaz; así como las técnicas y estrategias a implementar donde se aportará apoyo técnico y práctico en dicha actividad.

Presentación

La comunidad Caquipec, ubicada en el municipio de Cobán, del departamento de Alta Verapaz, con coordenadas UTM WGS84 15N 781712E – 169154N a una elevación de 2,054 msnm, un centro poblado constituido por 80 familias que lo conforman 402 habitantes, las cuales se encuentran a 4 kilómetros de distancia de una carretera transitable lo cual impide a los comunitarios tener acceso a muchos servicios básicos para el desarrollo humano en general, por lo cual es una necesidad latente crear un proyecto de carretera de conexión entre la aldea Caquipec y la comunidad más cercana.

Dado la presencia abundante de material rocoso en el área, esto eleva considerablemente el grado de dificultad de la ejecución, lo que nos lleva a pensar y planificar un plan estratégico para la implementación del uso de explosivos industriales, para hacer viable la construcción de la carretera y permitir el manejo de un presupuesto de costos coherente, con este plan se ayudará a hacer eficientes los resultados de la maquinaria pesada, por tal razón el documento que constituye la tesis: Propuesta de plan estratégico para el uso de explosivos industriales como alternativa en la apertura de carretera en constructora AGK, Cobán, Alta Verapaz.

Como medio de solución para esta problemática se propone la Propuesta de plan estratégico para el uso de explosivos industriales como alternativa en la apertura de carretera en constructora AGK, Cobán, Alta Verapaz. el cual efectúe en base a las necesidades actuales y futuras, y esto ayudan a mejorar las necesidades básicas en los habitantes de la comunidad Caquipec, del municipio de Cobán del departamento de Alta Verapaz.

Índice

Prólogo

Presentación

I. RESUMEN 1

II. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 11

II.1 Conclusión.....11

II. 2 Recomendación.....11

ANEXOS

I. RESUMEN

El documento contiene el resumen del trabajo de investigación del proyecto de tesis denominado Propuesta de plan estratégico para el uso de explosivos industriales como alternativa en la apertura de carretera en constructora AGK, Cobán, Alta Verapaz, desarrollado con la finalidad de resolver la problemática con referencia al incremento de costos en quetzales por metro cúbico al utilizar sistema convencional relacionados íntimamente con la inexistencia de un plan estratégico para el uso de explosivos industriales como alternativa de complemento para apertura de carreteras en áreas rocosas en Alta Verapaz.

La comunidad Caquipec, ubicada en el municipio de Cobán, del departamento de Alta Verapaz, es un centro poblado constituido por 80 familias que lo conforman 402 habitantes, las cuales se encuentran a 4 kilómetros de distancia de una carretera transitable lo cual impide a los comunitarios tener acceso a muchos servicios básicos para el desarrollo humano en general, por lo cual es una necesidad latente crear un proyecto de carretera de conexión entre la aldea Caquipec y la comunidad más cercana.

El trabajo de graduación denominado Propuesta de plan estratégico para el uso de explosivos industriales como alternativa en la apertura de carretera en constructora AGK, Cobán, Alta Verapaz, en respuesta a las diferentes circunstancias ostentadas en los párrafos anteriores.

Planteamiento del Problema

En los últimos años se han presentado incrementos en los costos constructivos viales en la Constructora AGK y se corrobora que dicho incremento se debe a la falta de un plan estratégico para la implementación de explosivos industriales como apoyo a la maquinaria pesada los costos en la empresa han oscilado en los últimos 5 años entre los Q 80.00 a los Q 106.00 el metro cubico de roca de igual manera según estadísticas obtenidas en investigación muchas empresas más reflejan ese mismo incremento debido a la misma causa.

Se comprobó por medio de encuesta a Consejo de Desarrollo y Caminos que no se cuenta con un plan estratégico para la implementación de los explosivos industriales como sistema de apoyo a la maquinaria pesada en el tema constructivo en áreas rocosas. La comunidad de Caquipec, presenta un panorama constructivo idóneo para implementar un plan estratégico del uso de explosivos dada la presencia rocosa y cualidades topográficas que la colocan en un nivel constructivo carretero de alto grado de dificultad.

Para la comunidad la construcción de una carretera es una necesidad básica según expresan sus habitantes ya que esto les impide tener acceso a suplir las necesidades básicas humanas.

Hipótesis

“El incremento de los costos financieros en constructora AGK, Cobán Alta Verapaz, en los últimos 5 años por deficiencia en la apertura es debido a la falta de plan estratégico para el uso de explosivos industriales como alternativa de complemento en la apertura de carreteras.”

¿Será la falta de plan estratégico para el uso de explosivos industriales como alternativa de complemento en la apertura de carretera en áreas rocosas, Cobán, Alta Verapaz y la deficiencia en la operatividad, los causantes del incremento de costos financieros en Constructora AGK, en los últimos 5 años?

Objetivos

General

Disminuir los costos financieros en Constructora AGK, Cobán, Alta Verapaz.

Específico

Eficientar la operatividad para apertura de carretera en áreas rocosas, en Constructora AGK, Cobán, Alta Verapaz.

Justificación

Dado que la aldea Caquipec del municipio de Cobán, Alta Verapaz, no cuenta con carretera de conexión de la aldea al lugar más cercano con estructura vial, la más cercana es la de aldea de Satex; la que se encuentra localizada a 4 kilómetros de la comunidad rumbo noroeste, se pudo verificar por el método de observación directa que el lugar a considerar como viable para la construcción de la carretera presenta un porcentaje alto de roca y una topografía difícil.

Por información obtenida por los comunitarios por medio de entrevistas directas existen antecedentes históricos de la construcción de una carretera con condiciones similares en cuanto a extensión y topografía, así como geológicamente igual a la que requiere la comunidad, según expresan los comunitarios, su construcción duró cuatro años, debido en su gran mayoría a las dificultades presentadas por la formación rocosa del área y fallas en la maquinaria debido al grado de dificultad que presenta su construcción.

Razón suficiente para considerar la implementación del uso de explosivos industriales como complemento de apoyo a la maquinaria pesada en la construcción de la carretera que conducirá de la aldea Satex a la aldea Caquipec del municipio de Cobán, Alta Verapaz.

De no implementarse la propuesta, los costos para el año 2025 se incrementarán a Q 132.00 por metro cúbico, según cálculos proyectados.

De implementarse la propuesta los costos se mantendrían estables y con muy buenas opciones de bajarlos considerablemente a Q.73.00 por metro cúbico.

Metodología

Los métodos y técnicas empleadas para la elaboración del presente trabajo de graduación se exponen a continuación:

Métodos

Los métodos utilizados variaron en relación a la formulación de la hipótesis y la comprobación de la misma; así: Para la formulación de la hipótesis, el método utilizado fue esencialmente el método deductivo, el que fue auxiliado por el método del marco lógico para formular la hipótesis y los objetivos de la investigación, diagramados en los árboles de problemas y objetivos, que forman parte del anexo número dos de este documento. Para la comprobación de la hipótesis, el método utilizado fue el inductivo, que contó con el auxilio de los métodos: estadístico, análisis y síntesis.

La forma del empleo de los métodos citados, se expone a continuación:

Métodos y técnicas utilizadas para la formulación de la hipótesis

Para la formulación de la hipótesis el método principal fue

Método deductivo

Permitió conocer aspectos generales el cual determina el incremento de los costos en apertura de carreteras en suelos rocosos en el departamento de Alta Verapaz en los últimos años por deficiencia en la operatividad de la maquinaria pesada es debido a la falta de un plan estratégico para el uso de explosivos industriales como alternativa de complemento en la apertura de carreteras.

Método del marco lógico

Permitió entre otros aspectos, encontrar el objetivo general y el específico de la investigación; así como nos facilitó establecer la denominación del trabajo en cuestión, permitió encontrar la variable dependiente e independiente de la hipótesis, además de definir el área de trabajo y el tiempo que se empleó para desarrollar la investigación. La grafica de la hipótesis se encuentra en al anexo número dos.

Métodos para comprobación de la hipótesis

Método inductivo

Se obtuvieron resultados específicos o particulares de la problemática identificada; lo cual sirvió para diseñar conclusiones y premisas generales, a partir de tales resultados específicos o particulares.

Método de estadístico y el método de análisis

Consistió en la interpretación de los datos absolutos y relativos, obtenidos después de la aplicación de las boletas de investigación que ostentaron como objeto la comprobación de la hipótesis previamente formulada.

Método de síntesis

Una vez interpretada la información contenida en las boletas, se utilizó este método el a efecto de obtener las conclusiones y recomendaciones del presente trabajo de investigación; el que sirvió además para hacer congruente la totalidad de la investigación, con los resultados obtenidos producto de la investigación de campo efectuada.

Técnicas

A este efecto, para la formulación se utilizaron las técnicas que se especifican a continuación:

Observación directa

Esta técnica se utilizó directamente en el lugar poblado objeto de estudio, a cuyo efecto, en visita preliminar a la comunidad, se observó las dificultades que presenta la movilización y el traslado de sus insumos, así como también se dedujo físicamente la presencia rocosa en la topografía del área delimitada como viable para el proyecto constructivo carretero lo cual permitió desarrollar el árbol correspondiente.

Investigación documental

Esta técnica se utilizó a efectos de determinar si se poseían documentos similares o relacionados con la problemática a investigar, a fin de no duplicar esfuerzos en cuanto al trabajo académico que se desarrolló; así como, para obtener aportes y otros puntos de vista de otros investigadores sobre la temática citada.

Los documentos consultados se especifican en el acápite de bibliografía, que fueron obtenidos a través de las fichas bibliográficas utilizadas en el transcurso de la revisión documental, donde se consulta fuentes con fundamento científico para dar sustento a la investigación bibliográfica.

Técnicas utilizadas para la comprobación de la hipótesis

Censo

Una vez formada una idea general de la problemática, se procedió a censar a las personas que laboran en a la empresa constructora AGK, así como a los Consejos de Desarrollo y Caminos de Cobán Alta Verapaz, a efectos de poseer información más precisa sobre la problemática detectada.

La hipótesis formulada de la forma indicada reza: “El incremento de los costos financieros en constructora AGK, Cobán Alta Verapaz, en los últimos 5 años por deficiencia en la apertura es debido a la falta de plan estratégico para el uso de explosivos industriales como alternativa de complemento en la apertura de carreteras.”

¿Sera la falta de plan estratégico para el uso de explosivos industriales como alternativa de complemento en la apertura de carretera en áreas rocosas, Cobán, Alta Verapaz y la deficiencia en la operatividad, los causantes del incremento de costos financieros en Constructora AGK, en los últimos 5 años?

Determinación de la población a investigar

En atención a este tema, la investigadora decidió no efectuar un muestreo estadístico que representara a la población a estudiar, pues la misma estaba constituida por las 26 personas que laboran en la empresa constructora AGK, Cobán, Alta Verapaz. Por tal razón, para obtener una información más confiable, se censó o investigó a la totalidad de la población; con lo que se supone que el nivel de confianza en este caso será del 100%.

Las técnicas empleadas, tanto en la formulación como en la comprobación de la hipótesis, se expusieron anteriormente; pero éstas variaron de acuerdo a la etapa de la formulación de la hipótesis y a la comprobación de la misma; así:

Como se describió en el apartado (1.5.1 Métodos), las técnicas empleadas en la formulación fueron: La observación directa, la investigación documental y las fichas bibliográficas; así como el censo a las personas relacionadas directamente con la problemática.

Por otro lado, la comprobación de la hipótesis, se utilizó el censo.

Como se puede advertir fácilmente, el censo estuvo presente en la etapa de la formulación de la hipótesis y en la etapa de la comprobación de la misma. La investigación documental, estuvo presente además de las dos etapas indicadas, en toda la investigación documental y especialmente, para conformar el marco teórico.

Correlación

Mediante esta técnica nos indica que están debidamente correlacionados en un 0.9993 la variable X y Y, (aumento en quetzales por metro cúbico al utilizar el sistema convencional).

Proyección

Al implementar esta técnica se comprueba que la propuesta será efectiva y los costos se mantendrían estables en una proyección a futuro de 5 años.

Propuesta para solucionar la problemática

Diagrama del medio de solución de la problemática

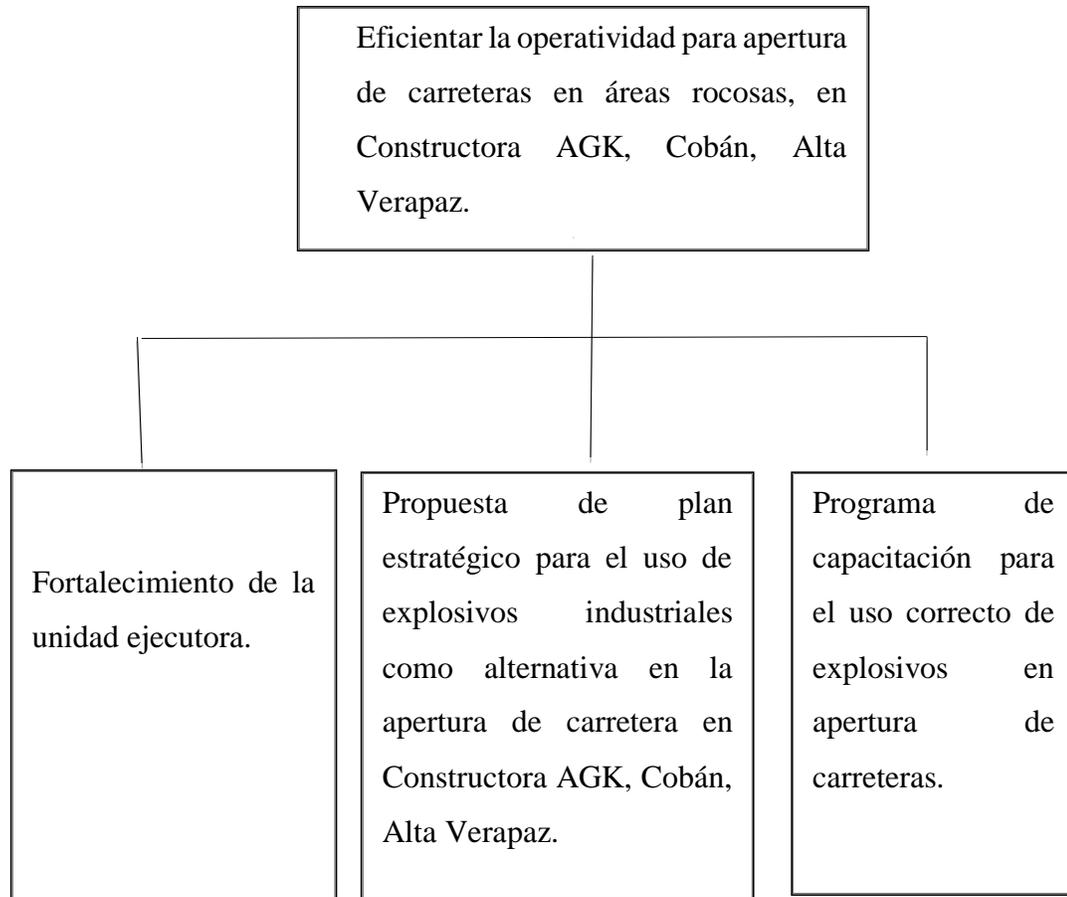
La propuesta de solución planteada y que tiene como objetivo Eficientar la operatividad para apertura de carreteras en áreas rocosas, en Constructora AGK, Cobán, Alta Verapaz, está constituido de la siguiente manera:

Resultado No. 1. Fortalecimiento de la unidad ejecutora

Resultado No. 2. Propuesta de plan estratégico para el uso de explosivos industriales como alternativa en la apertura de carretera en Constructora AGK, Cobán, Alta Verapaz.

Resultado No. 3. Programa de capacitación para el uso correcto de explosivos en apertura de carreteras.

Diagrama del medio de solución de la problemática



La principal conclusión de la investigación radica en la comprobación de la hipótesis: El incremento de los costos financieros en constructora AGK, Cobán Alta Verapaz, en los últimos 5 años por deficiencia en la apertura es debido a la falta de plan estratégico para el uso de explosivos industriales como alternativa de complemento en la apertura de carreteras.

Al considerar la conclusión planteada destaca la siguiente recomendación:

Implementar un plan estratégico para el uso de explosivos industriales como alternativa de complemento para la construcción de carreteras como apoyo a la maquinaria pesada para optimizar de esta manera su operatividad y disminuir el esfuerzo operativo y los incrementos de los costos que conlleva la demolición y apertura de las carreteras.

En el anexo se esboza la propuesta de solución de la problemática investigada la cual incluye la Matriz de la Estructura Lógica para evaluar el trabajo después del desarrollo de la propuesta.

II. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se comprueba la hipótesis “El incremento de los costos financieros en constructora AGK, Cobán Alta Verapaz, en los últimos 5 años por deficiencia en la apertura es debido a la falta de plan estratégico para el uso de explosivos industriales como alternativa de complemento en la apertura de carreteras.” con el 100% del nivel de confianza y 0% de error para la variable Y incremento de los costos financieros en Constructora AGK, Cobán Alta Verapaz en los últimos 5 años; y con el 100% del nivel de confianza y 0% de error, para las variables Y falta de plan estratégico para el uso de explosivos industriales como alternativa de complemento en la apertura de carreteras en áreas rocosas, en Constructora AGK, Cobán Alta Verapaz, así como la variable interviniente diagnóstico de la problemática.

Por lo anterior se recomienda operativizar la solución de la problemática mediante la implementación del plan de propuesta de plan estratégico para el uso de explosivos industriales como alternativa en la apertura de carretera en constructora AGK, Cobán, Alta Verapaz, como apoyo a la maquinaria pesada para optimizar de esta manera su operatividad y disminuir el esfuerzo operativo y los incrementos de los costos que conlleva la demolición y apertura de las carreteras.

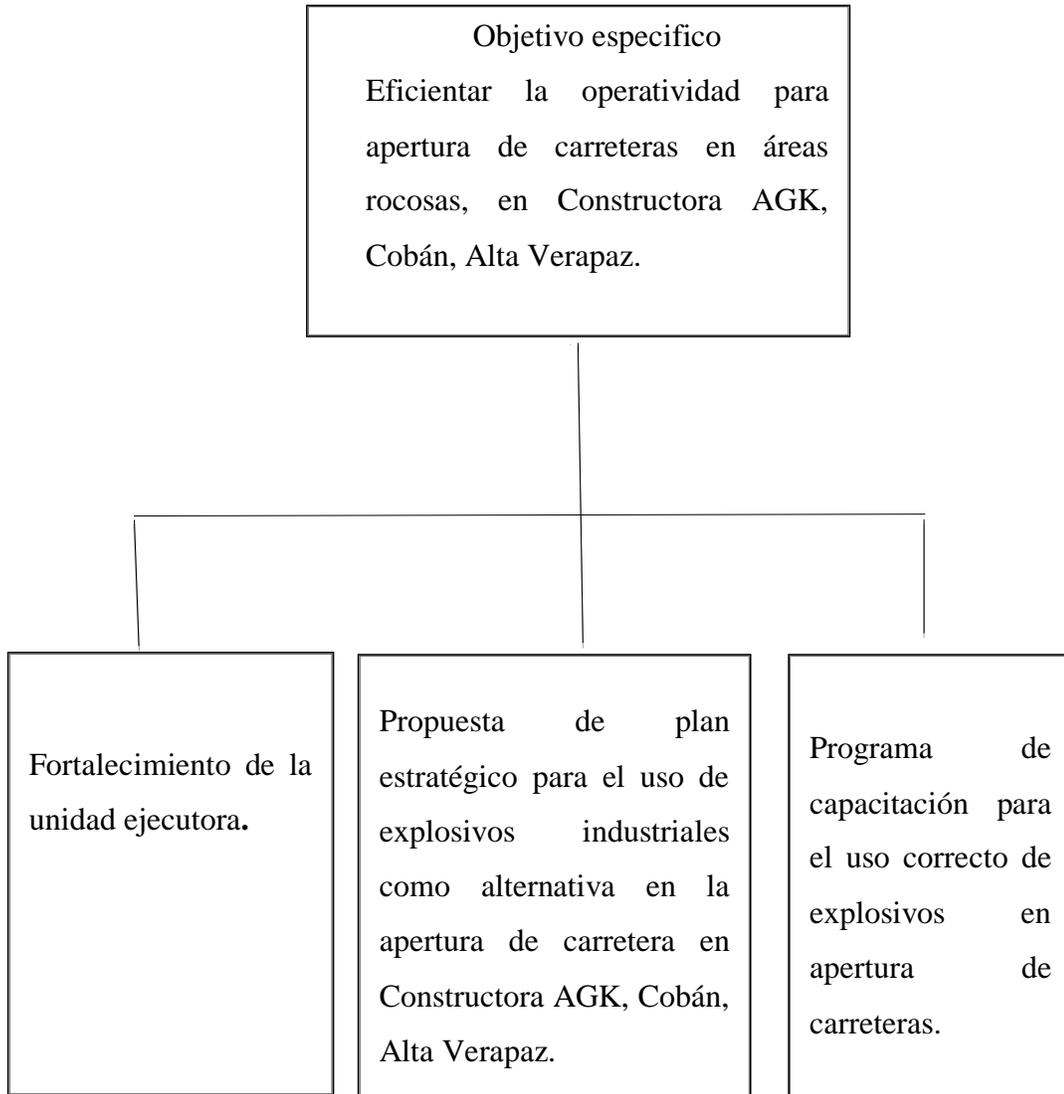
ANEXOS

Anexo 1. Propuesta para solucionar la problemática

Para el desarrollo del trabajo de investigación se utilizó la Estructura del Marco Lógico, el cual determina la problemática que actualmente hay en la constructora AGK, en Alta Verapaz, donde se considera que en los últimos 5 años se ha incrementado los costos financieros en la constructora ligados a la deficiencia de la operatividad de la apertura de carreteras en suelos rocosos en Alta Verapaz, esto es por la falta de un plan estratégico para el uso de explosivos industriales como alternativa de complemento en la apertura de carreteras, lo que conlleva a limitaciones en el desarrollo económico y social de los habitantes del área en influencia.

Como medio de solución para dicha problemática se propone la Propuesta de plan estratégico para el uso de explosivos industriales como alternativa en la apertura de carretera en constructora AGK, Cobán, Alta Verapaz, que cumpla con las necesidades actuales y futuras, el cual ayudará al cumplimiento con normas de construcción, como se describe a continuación:

Diagrama del medio de solución de la problemática



La propuesta de solución planteada y que tiene como objetivo reducir los incrementos de los costos financieros, está constituida de la siguiente manera:

Resultado 1. Fortalecimiento de la unidad ejecutora Empresa Constructora AGK

Actividad 1: Diagnóstico de las capacidades de la empresa

Presentación de la propuesta de implementación de plan estratégico para el uso explosivos industriales como alternativa en la apertura de carreteras a la empresa constructora AGK y solicitud de apertura de una oficina para actividades específicas relacionadas con el tema de los explosivos.

Verificar que se implemente la propuesta y sea aprobada por la constructora AGK y así mismo se ponga en marcha dicha propuesta.

Actividad 2: Material y equipo

1 escritorio tradicional para oficina metálico color negro

3 sillas para oficina

2 archiveros con 3 gavetas de 60 x 50 cm con llave de color negro.

1 computadora portátil HP Pavilion 15-n006ss con las características siguientes: memoria DDR3L de 4GB, disco duro de SATA de 500 GB 5400 rpm, con sistema operativo Windows 8 (64 bits) y Office 2016.

Fortalecimiento con documentos de información sobre el uso y manejo de los explosivos

1 equipo de perforación (Compresor y Track Drill)

Accesorios para equipo de perforación (barreno y coronas para perforación).

Actividad 3: Espacio físico

Es necesario contar con una oficina de 9 metros cuadrados la cual estará ubicada en el campamento base del proyecto para el control específico de explosivos y para poder instalar ampliamente al personal asignado.

Actividad 4: Personal técnico

Contratar personal para operar equipo de perforación.

Contratar una persona que sea experto en explosivos.

Un auxiliar de experto en explosivos.

Una secretaria con perfil de Secretariado Oficinista

Resultado 2. Propuesta de plan estratégico para el uso de explosivos industriales como alternativa en la apertura de carretera en constructora AGK, Cobán, Alta Verapaz.

Actividad 1. Trabajos preliminares y topografía:

Para el desarrollo del plan es indispensable iniciar con los trabajos preliminares y topografía para la apertura y construcción de carreteras con el objeto de eliminar toda clase de vegetación existente, de los cuales se detallan a continuación:

Acción 1. Limpieza, chapeo y destronque.

Este trabajo consiste en el chapeo, tala, destronque, remoción y eliminación de toda clase de vegetación y desechos que están dentro de los límites del derecho de vía y en las áreas de bancos de préstamo, excepto la vegetación que sea designada para que permanezca en su lugar.

Acción 2. Levantamiento topográfico.

Este trabajo consiste en el suministro de personal calificado, del equipo necesario y del material para efectuar levantamientos y replanteos topográficos, cálculos y registros de datos para el control del trabajo.

Acción 3. Replanteo de la línea central

Colocar las referencias de los puntos de control horizontal y vertical establecidos en los planos, consistentes en monumentos de concreto y corresponderá al contratista hacer el replanteo en detalle a cada 20 metros de la línea central.

Acción 4. Levantamientos topográficos de construcción

El contratista con las referencias entregadas por la supervisora y la información suministrada en los planos y/o programas o archivos computarizados del diseño geométrico, colocará las estacas de construcción.

Actividad 2. Realizar los trabajos de excavación de materiales, cortar y remover cualquier clase de material independiente de su naturaleza o de sus características, dentro o fuera de los límites de construcción entre ellos se trabajará:

1. Excavación materiales no clasificados
2. Excavación no clasificada de desperdicio
3. Excavación no clasificada para préstamo
4. Límites de construcción
5. Remoción de derrumbes
6. Sub excavación

Actividad 3.

Excavación en roca para la implementación del Plan estratégico para el uso de explosivos industriales

- 3.1 Verificación visual y física del área rocosa con el propósito de identificar inconsistencias en la misma, se debe colocar marcas con pintura sobre el área identificada con presencia de fisuras y siguanes, con el propósito de corregir los patrones o plantillas de barrenación en esas áreas específicas.
- 3.2 Elaborar patrones o plantillas de perforación específicos para cada área en particular con longitudes no mayores a 100 metros lineales, se debe tomar en cuenta la calidad de la roca en cada área específica y calcular la densidad de carga apropiada a cada situación en específico y así mismo se debe tomar en cuenta el tipo de roca y su formación.
- 3.3 Elaboración de croquis del área donde se efectuará la voladura, hacer una verificación física de campo para tomar en cuenta las medidas de seguridad y las posibles áreas de peligro; tales como viviendas próximas al área a dinamitar, caminos o senderos peatonales y realizar anotaciones de medidas de seguridad a tomar.
- 3.4 Identificar áreas seguras para el alojamiento de la maquinaria pesada al momento de realizar las voladuras; así como para el personal operativo.
- 3.5 Elaborar plantillas de perforación y cálculo de densidad de carga, se debe tomar en cuenta la capacidad y tamaño de la maquinaria que se usará para el desalojo de desechos producto de la voladura.
- 3.6 Tomar en consideración en la planificación de las voladuras los días de mercado en las comunidades cercanas al proyecto y evitar realizar voladuras en los días designados como medida de seguridad.
- 3.7 Considerar en la planificación de perforación y voladuras la temporada de invierno en la zona ya que esta representa dificultades con la perforación y con el uso de los explosivos, tomar en cuenta los explosivos recomendados (ANFO) son

de baja permeabilidad, proyectar los trabajos de perforación y dinamitaje en tiempo de verano.

3.8 Para el cálculo del explosivo se toma como base las perforaciones de 3" de diámetro y un espaciamiento de 2.5m a 3m con una densidad de carga de 0.450 kg/m³; el factor de carga esta expresado en términos generales para caliza sana por lo que se recomienda tomar en consideración algunas características especiales de la zona en particular, se debe tomar en cuenta su geología y realizar las correcciones pertinentes, para mantener el tamaño de la fragmentación deseada en base al equipo con que se cuenta para realizar el desalojo, y se debe tomar especial cuidado a las recomendaciones del experto en explosivos .

3.9 El explosivo que se recomienda en este caso en particular es explosión de 1x8, Emulex y cordón detonante de 4g/m. Estos materiales son iniciadores a la carga de columna, se debe tomar en cuenta que las perforaciones no exceden los 9m. de profundidad, los que se consideran que pueden iniciar de forma estable ese volumen de carga de columna; como material de carga de columna se recomienda ANFO, que es un agente explosivo rico en gases el cual resulta muy efectivo en cuanto a la fragmentación de la roca, con la ventaja de ser explosivos comerciales muy económicos y existentes en el mercado.

Se recomienda tomar en cuenta con el ANFO la recomendación dada en el inciso 3.7, dada su baja permeabilidad; como detonante de iniciación se recomienda iniciadores ordinarios no eléctricos No. 8 y mecha lenta, estos explosivos recomendados son muy seguros en cuanto a su uso y manipulación y relativamente económicos donde se toma en cuenta que el área a trabajar presenta condiciones adecuadas, ya que en las áreas identificadas no hay presencia de viviendas, ni áreas de cultivos, ni de crianza de animales de corral por lo que se cuenta con áreas despejadas y seguras.

Resultado 3. Programa de capacitación para el uso correcto de explosivos en apertura de carreteras.

Actividad 1. Identificación de temas a impartirle a los participantes.

1. Análisis de tipología de la roca identificada en un área específica no mayor de 100 metros lineales.
2. Evaluar características específicas según la formación rocosa identificada.
3. Evaluar los explosivos comerciales disponibles que se adapten en eficiencia a la formación geológica determinada en cada área específica en estudio.

Actividad 2. Selección de metodología de capacitación.

1. Proporcionar cartillas informativas con especificaciones técnicas de los explosivos industriales disponibles a utilizar en la obra.
2. Utilizar material audiovisual con grabaciones de voladuras realizadas en áreas similares a las de la obra en proceso.
3. Realizar un análisis de lo observado en los videos y compartir comentarios y análisis de las mismas con la finalidad de enriquecer el criterio técnico del uso de los explosivos industriales.

Actividad 3. Cronograma de capacitación.

Organizar dos grupos con el personal involucrado en las actividades de los temas de los explosivos industriales.

Trabajar los temas de capacitación con el grupo número 1, los días martes, en horarios matutinos de 8:00 a.m. a 12:00 p.m. y con el grupo número 2 los días jueves siempre en horarios matutinos de 8:00 a.m. a 12:00 p.m.

Actividades 4. Evaluaciones

Evaluación de forma oral y practica a cada participante de las de las actividades realizada durante la actividad.

Evaluar de forma escrita al participante, cada evaluación deberá constar de un mínimo de 20 preguntas.

Anexo 2. Matriz de la Estructura Lógica

| COMPONENTES DEL PLAN | INDICADORES | MEDIOS DE VERIFICACION | SUPUESTOS |
|---|---|---|---|
| Objetivo general. Disminuir los costos financieros en Constructora AGK, Cobán, Alta Verapaz. | En un año de ejecutado el proyecto se disminuyen en un 25% los costos financieros. | Contabilidad financiera de la Constructora AGK. | Se mejorará el estado financiero de la Constructora AGK. |
| Objetivo específico. Eficientar la operatividad para apertura de carretera en áreas rocosas, en Constructora AGK, Cobán, Alta Verapaz. | En el primer año de ejecutado el proyecto se eficientará la operatividad para la apertura de carreteras en áreas rocosas en un 50% | Encuesta al personal de la Constructora AGK. | Se eficientará la operatividad en la construcción de carreteras construidas por Constructora AGK. |
| Resultado1. Fortalecimiento de la unidad ejecutora | Se cuenta con el fortalecimiento de la unidad ejecutora al contratar expertos en explosivos y al comprar equipo y accesorios para la perforación. | Constructora AGK | |

| | | | |
|---|---|---|--|
| <p>Resultado 2. Propuesta de plan estratégico para el uso de explosivos industriales como alternativa en la apertura de carretera en Constructora AGK, Cobán, Alta Verapaz.</p> | <p>Se cuenta con un plan estratégico para el uso de explosivos industriales.</p> | <p>Proyecto presupuestado de Constructora AGK</p> | |
| <p>Resultado 3. Programa de capacitación para el uso correcto de explosivos en apertura de carreteras.</p> | <p>Se cuenta con conocimientos básicos para el uso correcto de explosivos industriales.</p> | <p>Personal de la Constructora AGK.</p> | |

Anexo 3. Presupuesto

Como se puede percibir en el anexo que a continuación se presenta, se enlistan los resultados y al mismo tiempo el costo unitario por cada uno de ellos, finalmente se detalla también el costo total de la propuesta para solucionar la problemática identificada en el árbol de problemas.

| Presupuesto | | |
|---------------|---|----------------|
| No. Resultado | Descripción | Costo unitario |
| 1 | Fortalecimiento de la unidad ejecutora | Q50,000.00 |
| 2 | Propuesta de plan estratégico para el uso de explosivos industriales como alternativa en la apertura de carretera en Constructora AGK, Cobán, Alta Verapaz. | Q2,243,983.81 |
| 3 | Programa de capacitación para el uso correcto de explosivos en apertura de carreteras. | Q10,000.00 |
| Total | | Q2,303,983.81 |

Anexo 4. Otros anexos

Plan de Trabajo

| AÑO/TRIMESTRE | AÑO 1 | | | | AÑO 2 | | | | AÑO 3 | | | | AÑO 4 | | | | AÑO 5 | | | |
|--|-------|----|----|----|-------|----|----|----|-------|----|----|----|-------|----|----|----|-------|----|----|----|
| RESULTADOS | T1 | T2 | T3 | T4 |
| Resultado 1. Fortalecimiento de la unidad ejecutora. | X | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Resultado 2. Propuesta de plan estratégico para el uso de explosivos industriales como alternativa en la apertura de carretera en Constructora AGK, Cobán, Alta Verapaz. | | X | X | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| <p>Resultado 3. Programa de capacitación para el uso correcto de explosivos en apertura de carreteras</p> | | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
|---|--|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

Anexo 5. Presupuesto de trabajo en la construcción de la carretera.

| PRESUPUESTO DE TRABAJO | | | | | | |
|--|---|--|--------------------|-----------------|---------------------|-----------------------|
| | PROYECTO: | CONSTRUCCION CAMINO RURAL, CASERIO SATEX I A CASERIO CAQUIPEC SATEX | | | | |
| | MUNICIPIO: | COBAN | | | | |
| | DEPARTAMENTO: | ALTA VERAPAZ | | | | |
| No | DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | UNIDAD DE MEDIDA | PRECIO UNITARIO | TOTAL PARCIAL | |
| TRABAJOS PRELIMNARES Y TOPOGRAFIA | | | | | | |
| 1 | LIMPIA, CHAPEO Y DESTRONQUE | 24,415.60 | m ² | Q 1.38 | Q | 33,693.53 |
| 2 | TOPOGRAFIA | 3,938.00 | m | Q 2.65 | Q | 10,435.70 |
| CORTE Y MOVIMIENTO DE TIERRAS | | | | | | |
| 3 | EXCAVACION NO CLASIFICADA DESPERDICIO | 15,500.00 | m ³ | Q 41.89 | Q | 649,295.00 |
| 4 | EXCAVACION EN ROCA | 6,000.00 | m ³ | Q 88.00 | Q | 406,120.00 |
| 5 | EXCAVACION ESTRUCTURAL DE ALCANTARILLA | 158.40 | m ³ | Q 117.26 | Q | 18,573.98 |
| 6 | RELLENO ESTRUCTURAL DE ALCANTARILLA | 88.69 | m ³ | Q 190.00 | Q | 16,851.18 |
| CONFORMACION DE SUB-RASANTE | | | | | | |
| 7 | CONFORMACION Y COMPACTACIÓN DE LA SUB-RASANTE | 24,415.60 | m ² | Q 5.53 | Q | 135,018.27 |
| DRENAJES | | | | | | |
| 8 | TRANSVERSAL CORRUGADO DIÁMETRO 36" | 66.00 | m | Q 2,557.65 | Q | 168,804.90 |
| 9 | CABEZAL Y CAJAS | 63.60 | m ³ | Q 2,162.25 | Q | 137,519.10 |
| 10 | CUNETA NATURAL | 7,876.00 | m | Q 5.50 | Q | 43,318.00 |
| REVESTIMIENTO | | | | | | |
| 11 | CORTE Y CARGA DE MATERIALES BALASTO | 4,883.12 | m ³ | Q 38.40 | Q | 187,511.81 |
| 12 | ACARREO DE BALASTO | 14,649.36 | m ³ /km | Q 14.00 | Q | 205,091.04 |
| 13 | TENDIDO, AFINADO Y COMPACTADO DE BALASTO | 19,690.00 | m ² | Q 11.77 | Q | 231,751.30 |
| | | | | | PRECIO TOTAL | Q 2,243,983.81 |

Cuadro 4. Excavación en roca. Ver referencias en otros anexos en inciso 3 en Especificaciones Técnicas

| INTEGRACION DE PRECIOS UNITARIOS | | | | | |
|-------------------------------------|---|----------|----------|-----------------|---------------|
| Proyecto: | CONSTRUCCION CAMINO RURAL, CASERIO SATX I A CASERIO CAQUIPEC SATX | | | | |
| Localización: | COBAN, ALTA VERAPAZ | | | | |
| Fecha | Octubre 2020 | | | | |
| Renglón: | | Unidad | Cantidad | | |
| | EXCAVACION EN ROCA | m3 | 6,000.00 | | |
| Materiales, Maquinaria y Equipo | | Cantidad | Unidad | Precio Unitario | Costo Directo |
| track drill Ingersoll Rand ECM 350 | | 176.00 | hora | Q 600.00 | Q 105,600.00 |
| compresor Sullair 750 | | 176.00 | hora | Q 600.00 | Q 105,600.00 |
| Camion de Volteo (4) | | 25.00 | día | Q 1,400.00 | Q 35,000.00 |
| cordon detonante | | 20.00 | rollos | Q 3,800.00 | Q 76,000.00 |
| exploemulsion | | 8.00 | cajas | Q 1,800.00 | Q 14,400.00 |
| anfo | | 100.00 | sacos | Q 110.00 | Q 11,000.00 |
| SUBTOTAL DE MAQUINARIA | | | | Q | 347,600.00 |
| Mano de obra | | Cantidad | Unidad | Precio Unitario | Costo Directo |
| experto en explosivos | | 60.00 | dias | Q 300.00 | Q 18,000.00 |
| operador de track drill | | 60.00 | dias | Q 150.00 | Q 9,000.00 |
| ayudante de operador de track drill | | 60.00 | dias | Q 75.00 | Q 4,500.00 |
| Chofer de camion (4) | | 60.00 | dias | Q 125.00 | Q 7,500.00 |
| SUBTOTAL DE MANO DE OBRA | | | | Q | 39,000.00 |
| FACTOR AYUDANTE | | | | Q | 7,800.00 |
| PRESTACIONES LABORALES | | | | Q | 11,720.00 |
| TOTAL COSTO DIRECTO | | | | | Q 406,120.00 |
| COSTO UNITARIO | | | | | Q 67.69 |
| FACTOR DE COSTO INDIRECTO | | | | | Q 20.31 |
| PRECIO UNITARIO | | | | | Q 88.00 |

Cuadro 14 . Cronograma Financiero

| PROYECTO: | CONSTRUCCION CAMINO RURAL, CASERIO SATEX I A CASERIO CAQUIPEC SATEX | | | | | | | | | |
|---|---|--------------------|-----------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|----------------|
| MUNICIPIO: | COBAN | | | | | | | | | |
| DEPARTAMENTO: | ALTA VERAPAZ | | | | | | | | | |
| CRONOGRAMA FINANCIERO | | | | | | | | | | |
| No | DESCRIPCIÓN | UNIDAD DE MEDIDA | CANTIDAD | MES 1 | MES 2 | MES 3 | MES 4 | MES 5 | MES 6 | TOTAL PARCIAL |
| TRABAJOS PRELIMINARES Y TOPOGRAFIA | | | | | | | | | | |
| 1 | LIMPIA CHAPEO Y DESTRONQUE | m ² | 24,415.60 | ■ | | | | | | Q 33,693.53 |
| 2 | TOPOGRAFIA | m | 3,938.00 | ■ | | | | | | Q 10,435.70 |
| CORTE Y MOVIMIENTO DE TIERRAS | | | | | | | | | | |
| 3 | EXCAVACION NO CLASIFICADA DESPERDICIO | m ³ | 15,500.00 | ■ | ■ | ■ | | | | Q 649,295.00 |
| 4 | EXCAVACION EN ROCA | m ³ | 6,000.00 | | ■ | ■ | ■ | | | Q 406,120.00 |
| 5 | EXCAVACION ESTRUCTURAL DE ALCANTARILLA | m ³ | 158.40 | | | | ■ | | | Q 18,573.98 |
| 6 | RELLENO ESTRUCTURAL DE ALCANTARILLA | m ³ | 88.69 | | | | ■ | | | Q 16,851.18 |
| CONFORMACION DE SUB-RASANTE | | | | | | | | | | |
| 7 | CONFORMACION Y COMPACTACIÓN DE LA SUB-RASANTE | m ² | 24,415.60 | | ■ | ■ | ■ | | | Q 135,018.27 |
| DRENAJES | | | | | | | | | | |
| 8 | TRANSVERSAL CORRUGADO DIÁMETRO 36" | m | 66.00 | | | | ■ | | | Q 168,804.90 |
| 9 | CABEZAL Y CAJAS | m ³ | 63.60 | | | | | ■ | | Q 137,519.10 |
| 10 | CUNETA NATURAL | m | 7,876.00 | | | | | ■ | | Q 43,318.00 |
| REVESTIMIENTO | | | | | | | | | | |
| 11 | CORTE Y CARGA DE MATERIALES BALASTO | m ³ | 4,883.12 | | | | | ■ | | Q 187,511.81 |
| 12 | ACARREO DE BALASTO | m ³ /km | 14,649.36 | | | | | ■ | ■ | Q 205,091.04 |
| 13 | TENDIDO, AFINADO Y COMPACTADO DE BALASTO | m ² | 19,690.00 | | | | | ■ | ■ | Q 231,751.30 |
| AVANCE FINANCIERO | | | | Q 260,560.90 | Q 396,811.09 | Q 396,811.09 | Q 384,609.48 | Q 586,770.08 | Q 218,421.17 | Q 2,243,983.81 |
| AVANCE PORCENTUAL | | | | 11.61% | 17.68% | 17.68% | 17.14% | 26.15% | 9.73% | 100.00% |
| AVANCE PORCENTUAL ACUMULADO | | | | 11.61% | 29.29% | 46.98% | 64.12% | 90.27% | 100.00% | |

Cuadro 15. Cronograma de avance físico

| PROYECTO: | CONSTRUCCION CAMINO RURAL, CASERIO SATEX I A CASERIO CAQUIPEC SATEX | | | | | | | | | |
|------------------------------------|---|--------------------|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---|
| MUNICIPIO: | COBAN | | | | | | | | | |
| DEPARTAMENTO: | ALTA VERAPAZ | | | | | | | | | |
| CRONOGRAMA FISICO | | | | | | | | | | |
| No | DESCRIPCIÓN | UNIDAD DE MEDIDA | CANTIDAD | MES 1 | MES 2 | MES 3 | MES 4 | MES 5 | MES 6 | |
| TRABAJOS PRELIMINARES Y TOPOGRAFIA | | | | | | | | | | |
| 1 | LIMPIA, CHAPEO Y DESTRONQUE | m ² | 24,415.60 | ■ | | | | | | |
| 2 | TOPOGRAFIA | m | 3,938.00 | ■ | | | | | | |
| CORTE Y MOVIMIENTO DE TIERRAS | | | | | | | | | | |
| 3 | EXCAVACION NO CLASIFICADA DESPERDICIO | m ³ | 15,500.00 | ■ | ■ | ■ | ■ | | | |
| 4 | EXCAVACION EN ROCA | m ³ | 6,000.00 | | ■ | ■ | ■ | ■ | | |
| 5 | EXCAVACION ESTRUCTURAL DE ALCANTARILLA | m ³ | 158.40 | | | | ■ | ■ | | |
| 6 | RELLENO ESTRUCTURAL DE ALCANTARILLA | m ³ | 88.69 | | | | ■ | ■ | | |
| CONFORMACION DE SUB-RASANTE | | | | | | | | | | |
| 7 | CONFORMACION Y COMPACTACIÓN DE LA SUB-RASANTE | m ² | 24,415.60 | | ■ | ■ | ■ | ■ | | |
| DRENAJES | | | | | | | | | | |
| 8 | TRANSVERSAL CORRUGADO DIÁMETRO 36" | m | 66.00 | | | | ■ | ■ | | |
| 9 | CABEZAL Y CAJAS | m ³ | 63.60 | | | | | ■ | ■ | |
| 10 | CUNETA NATURAL | m | 7,876.00 | | | | | ■ | ■ | |
| REVESTIMIENTO | | | | | | | | | | |
| 11 | CORTE Y CARGA DE MATERIALES BALASTO | m ³ | 4,883.12 | | | | | ■ | ■ | |
| 12 | ACARREO DE BALASTO | m ³ /km | 14,649.36 | | | | | ■ | ■ | ■ |
| 13 | TENDIDO, AFINADO Y COMPACTADO DE BALASTO | m ² | 19,690.00 | | | | | ■ | ■ | ■ |

Anexo 7 Especificaciones Generales

Especificaciones Generales

Propuesta de plan estratégico para el uso de explosivos industriales como alternativa en la apertura de carretera en Constructora AGK, Construcción Camino Rural, Caserío Satex I A Caserío Caquipec Satex, Cobán, A.V.

Concreto:

Descripción: El contratista deberá suministrar y colocar el concreto correspondiente a la ejecución de la obra.

Cemento Portland: Será del tipo Portland I, de acuerdo con la norma ASTM C150, suministrado en bolsas, debe ser preservado de cualquier humedad que pudiere fraguarlo parcialmente o producirle grumos. De ocurrir esta contingencia, se rechazará todo el cemento afectado. No se permitirá el uso de cemento de diversas procedencias en una misma operación de fundición.

Agua: Deberá ser limpia y libre de ácidos, aceites, álcalis y sustancias orgánicas o perjudiciales.

Almacenamiento de materiales: No se permitirá que los agregados o el cemento procedente de distintas fuentes se mezclen entre sí. El Ejecutor deberá de acondicionar los agregados a manera de evitar que se contaminen o desintegren en detrimento de su pureza y granulometría.

El almacenamiento del cemento deberá efectuarse en sitios secos, ventilados y al abrigo de la intemperie y del contacto directo con el suelo.

Transversal Metálico De 36”:

Materiales Planchas Estructurales De Metal Corrugado

Las planchas para estos elementos deben ser de las clases siguientes:

- a) Planchas Estructurales de Acero Galvanizado. Deben cumplir con los requisitos de AASHTO M 167M.
- b) Pernos De Acero Para Planchas Estructurales. Los Pernos de Acero para Planchas Estructurales de Acero o de Aleación de Aluminio deben cumplir con lo estipulado en AASHTOM 164M (ASTM A 325).

Requisitos de Fabricación

a) Acabado: Además de cumplir con todos los detalles de fabricación especificados anteriormente, la alcantarilla completa debe mostrar un acabado cuidadoso en todos los aspectos. Se rechazarán las alcantarillas en las cuales el revestimiento galvanizado haya sido dañado en la fábrica o durante el transporte o que muestre una fabricación defectuosa. Como tal, puede ser causa de rechazo, de no corregirse, la alcantarilla que tenga, entre otros, los siguientes defectos:

- 1) Traslapes desnivelados.
- 2) Forma defectuosa.
- 3) Variación de la línea recta central.
- 4) Bordes dañados.
- 5) Pernos flojos o pernos y agujeros mal alineados o mal espaciados.
- 6) Marcas ilegibles.
- 7) Láminas o planchas de metal doblado o abollado.

Manejo, transporte, entrega y almacenamiento:

Los tubos o planchas para alcantarillas se deben manejar, transportar y almacenar con métodos que no los dañen. Los tubos averiados, a menos que se reparen a satisfacción del Supervisor, deben ser rechazados, aun así, hayan sido previamente inspeccionados en la fábrica y encontrados satisfactorios.

Inspección en el campo y aceptación:

La inspección de campo se debe hacer por el Supervisor, a quien el Contratista le debe suministrar un informe detallado de las clases, de los tamaños, calibres o espesores, de las alcantarillas de cada embarque. Esta inspección debe incluir un examen para determinar deficiencias en las medidas especificadas, deficiencias de fabricación, la obtención de muestras para análisis químico, pruebas físicas y determinación del peso del galvanizado. Las alcantarillas contenidas en un embarque, se deben ajustar completamente a los requisitos de estas Especificaciones.

Cajas y cabezales de concreto ciclópeo cajas y cabezales de mampostería de piedra

La profundidad de cimentación debe ser la indicada en los planos.

Las superficies de las cajas y cabezales de mampostería de piedra no se deben repellar, si los planos no indican lo contrario. El concreto ciclópeo es una combinación de concreto de cemento a baja resistencia y piedras grandes de tamaño no mayor de 20 centímetros.

Piedra: La piedra puede ser canto rodado o material de cantera labrado o no labrado, exentas de tierra, arcilla o cualquier materia extraña, que puede obstaculizar la perfecta adherencia del mortero.

Mortero: El mortero debe estar formado por una parte de cemento y por tres partes de agregado fino.

Control de los materiales

- a) Todos los materiales que se emplearán en la construcción de la obra deberán cumplir con las especificaciones establecidas en el proyecto.
- b) Los materiales especificados por referencia a un número o símbolo de una norma específica, tales como: LIBRO AZUL, A.S.T.M., A.A.S.H.O., u otras normas similares, deberán cumplir con los requisitos de la última revisión y con cualquier modificación o suplemento de las mismas que estuviese en vigor en la fecha que se presenten las ofertas, excepto cuando se hallasen limitados por tipo, clase o grado, o estuviesen modificados en la propia referencia.
- c) El Contratista estará obligado a presentar certificación de informes de las pruebas llevadas a cabo en laboratorio o constancia certificada que garantice la calidad de todo material a usar en la obra.
- d) Pruebas o ensayos se harán en el Centro de Investigaciones de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala u otra institución acreditada en la materia.
- e) Si existiese duda en la prueba de un material, el Supervisor ordenará o procederá por sí mismo, a repartirla. El costo de cada ensayo será por cuenta del Contratista. Los materiales que no cumplan con las condiciones mínimas específicas, que se encuentren incorrectamente almacenados o que hubiesen perdido su calidad específica serán totalmente rechazados y el Contratista deberá removerlos de la obra.
- f) En cualquier caso, el Contratista dará las facilidades indispensables para la recolección y despacho de las muestras.

De no tener el informe respectivo de calidad de los materiales a usar en la obra, éstos no podrán incorporarse a la misma

Anexo 8 Especificaciones Especiales

8.1 Excavación para alcantarillas y cabezales

La excavación estructural para alcantarillas debe efectuarse de conformidad con el alineamiento, dimensiones, pendientes y detalles mostrados en los planos respectivos e instrucciones escritas del Supervisor. Ya que se vaya a colocar una alcantarilla debajo de la línea del terreno original, se debe excavar una zanja a la profundidad requerida, conformándose el fondo de la misma, de manera que se asegure un lecho firme en toda la longitud de la alcantarilla.

El ancho de la zanja debe ser el mínimo que permita trabajar con la libertad a los lados de la alcantarilla y para la compactación completa del relleno debajo y alrededor de la misma.

Las paredes de la zanja deben quedar lo más verticales que sea posible, desde la cimentación hasta por lo menos la corona de la alcantarilla.

Para efecto de la excavación, el fondo de la zanja debe ser conformada de tal manera que por lo menos el 10% de la altura total o de su diámetro vertical exterior de la alcantarilla, quede en contacto con el fondo de la zanja.

Cuando el coronamiento de la alcantarilla esté a un nivel superior al de la superficie del terreno original, el Contratista debe construir un terraplén que cumpla con lo especificado, hasta una elevación de 60 centímetros arriba de la cota de diseño del coronamiento de la alcantarilla y enseguida, excavar y colocar esta. Si el Contratista elige construir un terraplén hasta una elevación mayor de 60 centímetros sobre la cota de diseño del citado coronamiento, no se le pagará por la excavación estructural del terraplén adicional.

Previamente a la colocación de alcantarillas, en todo drenaje, deben excavar los canales de entrada y salida de estas.

Se deben excavar cajuelas para dar cabida a las juntas de campana u otras partes que se extiendan debajo del perímetro de la alcantarilla.

Cuando se encuentre roca, ya sea en estratos o en forma suelta, o cualquier otro material que no permita por su dureza conformar un lecho apropiado para colocar la tubería, este material debe ser removido hasta más debajo de la cota de cimentación y reemplazarse por una cama de arena u otro material compactado, que tenga un espesor mínimo de 30 centímetros.

Cuando debido a la presencia de materiales suaves, esponjosos o inestables no se encuentre una base firme para la cimentación de la alcantarilla, estos materiales se deben remover en un ancho igual al de la excavación de que se trate y se debe rellenar con grava u otro material apropiado, debidamente compactado. Para obtener un lecho adecuado, salvo que se indiquen otros métodos en los planos.

El Contratista debe tomar las precauciones necesarias para desviar temporalmente cualquier corriente de agua que se pueda encontrar.

La alcantarilla debe colocarse, hasta que el lecho de cimentación haya sido aprobado por el Supervisor.

8.2 Colocación de la tubería metálica de 30”.

Después de realizar la excavación, nivelación y la debida compactación de la subrasante, se procederá al tendido o revestimiento de material selecto (balasto) con un espesor de 15 centímetros debidamente compactados, con el fin de evitar hundimientos de las mismas. Todas las tuberías se colocarán al comenzar en el extremo aguas abajo de la alcantarilla con la parte en dirección aguas arriba y con fondo del tubo de acuerdo a la pendiente indicada por el supervisor, antes de colocar el siguiente tubo, se alineará de modo que las superficies interiores de los tubos continuos queden al ras y uniformes.

La unión deberá ser tal que quede de acuerdo a su respectiva especificación. Después de colocado el tubo se rellenará con selecto, a fin de no causarle deformaciones a su alrededor y provocar con eso el deterioro más rápido del mismo. Este relleno se debe realizar con equipo especial de compactación (bailarina o pata de cabra). Cuando se construya la tubería con cabezales o se conecte con estructuras de desagüe, los extremos expuestos de la tubería se deberán colocar o recortar al ras de la cara de la estructura.

El precio incluirá toda la provisión, acarreo y colocación de material necesario, el retiro de materiales sobrantes y la instalación de alcantarillas de tubo provisionales que se requieran como desagüe al ser construido el terraplén. Para realizar el trabajo de excavación (zanjeo para tubería) deberá contemplarse una máquina retroexcavadora para realizar dicha excavación, cuyos costos deberán estar incluidos en el costo de ML de tubería.

8.3 Relleno estructural para alcantarillas

En general, las zanjas y las excavaciones se deben rellenar inmediatamente después que el mortero de la junta haya endurecido lo suficiente para no ocasionarle ningún daño y hasta una altura no menor de 800 milímetros sobre la corona de la alcantarilla o hasta la altura del terreno natural, según el caso.

El material de relleno que se coloque hasta el nivel de la corona de la alcantarilla, debe cumplir con lo indicado en sección 205.03 de la DGC. Si el material resultante de la excavación no cumple con estos requisitos, el Delegado Residente puede ordenar que el material a utilizar para el relleno sea obtenido de una fuente completamente diferente al de la excavación. El material de relleno se debe compactar en capas que no excedan de 150 milímetros de espesor, debe ser colocadas simultáneamente a ambos lados de la alcantarilla para que no se produzcan presiones desiguales.

La compactación se puede hacer por medio de compactadoras mecánicas, o de mano, apropiadas.

No se permitirá que se opere equipo pesado sobre una alcantarilla, sino hasta que haya sido hecho correctamente el relleno y ésta se haya cubierto, a partir de la corona, con material de por lo menos 600 milímetros de altura.

Al usar arena de río como material de relleno y el Delegado Residente autorice el uso de agua para la consolidación del relleno, el Contratista será responsable de no hacer flotar la alcantarilla.

8.4 Mampostería de piedra

Este trabajo consistirá en la construcción de cabezales, muros de contención y demás estructuras de mampostería. La piedra deberá ser un material de cantera labrada o no labrada. La piedra debe ser dura, sana, libre de grietas u otros defectos que tiendan a reducir su resistencia por la intemperie. Además, la superficie de las piedras debe de estar libre de tierra, arcilla o cualquier materia extraña que puedan obstaculizar la perfecta adherencia del mortero. Las piedras pueden ser de forma cualquiera y sus dimensiones pueden variar entre 10 a 25 centímetros.

La arena será la porción de agregado que puede ser triturada o natural, los granos serán densos, limpios y duros, libre de terrones de arcilla y cualquier material que pueda impedir la adhesión de estos con el cemento. El cemento deberá ser Pórtland 4000 libras por pulgada cuadrada.

Preparación y colocación de la piedra. Las superficies de las piedras se deben humedecer antes de colocarlas para quitar la tierra, arcilla o cualquier materia extraña. Deben ser rechazadas las piedras cuyos defectos no se pueden eliminar por medio de agua y cepillo. Las piedras limpias se deben ir colocando cuidadosamente en su lugar, de tal manera de formar en lo posible hiladas regulares.

La separación entre piedra y piedra no debe ser menor de 1,50 ni mayor de 3,00 centímetros.

Cada piedra debe ir completamente cubierta por el mortero. La mampostería se debe mantener húmeda durante tres días después de haber sido terminada. No se debe de aplicar ninguna carga exterior contra o sobre la mampostería de piedra terminada, por lo menos durante 14 días, después de haber terminado el trabajo. No se reconocerá pago por mayor volumen resultante de la construcción con mayores dimensiones a las indicadas, salvo que las modificaciones hayan sido ordenadas por el supervisor del contratante.

8.5 Cabezales de salida

En la construcción de cabezales de salida en drenajes transversales, se especifica una caja de entrada y un cabezal de salida en cada tramo de tubería con diámetro como se indica en los planos, para el drenado de la carretera; en ambos casos para evitar la erosión de la rodadura y proporcionar facilidad de limpieza. En los planos se indica su geometría, se debe hacer énfasis que el tipo de construcción a utilizar es de mampostería, queda totalmente prohibido el empleo de cualquier tipo de block; en todo caso la superficie interior de la caja y el cabezal tendrá un acabado liso, y en el exterior un acabado blanco para que pueda ser distinguido por los conductores, debe quedar sobre estas un bordillo de veinte (20) centímetros de altura para facilitar la advertencia de esta obra de arte. Se debe considerar las dimensiones, de acuerdo a los diámetros de la tubería a utilizar, ver garabito de cabezales de salida en los planos de planta-perfil para las medidas y especificaciones de las mismas. Sera concreto clase 3000.

8.6 Conformación de cuneta natural

La conformación de la cuneta natural se ejecutará con motoniveladora, se debe dejar en la pendiente lateral superior al 10 por ciento (bombeo) se procede a compactar toda el área con rodillo vibro compactador para estabilizar el fondo y la pared del lado de la subrasante. El ancho de las cunetas terminadas será de 1,25 metros por 0,28 metros de profundidad sobre la extensión total de la carretera ubicada a ambos lados de la misma.

Anexo 9 Disposiciones Especiales

Propuesta de plan estratégico para el uso de explosivos industriales como alternativa en la apertura de carretera en Constructora AGK, Construcción Camino Rural, Caserío Satex I A Caserío Caquipec Satex, Cobán, A.V.

Disposiciones Especiales

La empresa ejecutora deberá realizar los trabajos de replanteo topográfico, correspondiente para la correcta ejecución del proyecto. Antes de iniciar el proyecto se deberá marcar para hacer un cercado con señalizador tubular plástico de 1,00 metro de altura con dos líneas de cinta de demarcación reflexiva a fin de proteger la zona demarcada y para evitar accidentes.

No se hará ninguna medida por la limpia, chapeo y destronque que sean requeridos en la construcción de campamento y caminos de acceso.

Una vez contempladas las actividades para el mejoramiento y apertura de la carretera, se deberá proceder al retiro de todo el material sobrante o desperdicio. Es importante que las cunetas queden bien definidas, tal y como se indica en el plano (detalles) y especificaciones técnicas.

El compactado del balasto que se colocará, debe ser con la maquinaria indicada en las especificaciones técnicas, para que el balasto no quede suelto o esponjoso y esto tienda a deteriorarse fácilmente. La empresa constructora o contratista que ejecute este proyecto, será el responsable de brindarle la seguridad adecuada a sus trabajadores, vecinos que transiten por el proyecto, maquinaria y equipo. El proyecto deberá entregarse en perfectas condiciones a esta municipalidad y el personal nombrado para su recepción deberá de estar a su entera satisfacción, caso contrario reportará cualquier inconformidad para realizar las reparaciones necesarias.

Al constructor, se le recomienda tener el libro de bitácora en el área del proyecto en un lugar visible donde tenga acceso el supervisor. La bitácora deberá de permanecer desde el inicio hasta la finalización de la construcción del proyecto. Se deberá de limpiar el banco de préstamo y después de su explotación, se deberá garantizar el buen drenaje del área explotada, y evitar el estancamiento de agua en el sitio del banco. Los materiales que no sean utilizados, tales como material vegetal o desperdicios de la clasificación, deberán ser acumulados en sitios apropiados, donde no se tienda a la dispersión.

9.1 Explotación de materiales

Las fuentes de materiales (bancos de préstamo), deben ser aprobados por la supervisión. La aprobación de un banco de préstamo no es definitiva, si durante la explotación surgiese un material similar al aprobado originalmente. Los procedimientos, equipos de explotación y el sistema de almacenamientos; deben permitir el suministro de un producto de características uniformes.

Si el contratista no cumple con estos requisitos, el supervisor podrá exigir los cambios que considere necesarios.

La separación de las partículas de tamaño mayor que el máximo especificado, se debe de efectuar preferentemente en el sitio de la explotación. Al no reunir individualmente las características requeridas los materiales de los bancos de préstamo será necesario hacer la mezcla o combinación de (2) dos o más bancos para lograr la calidad deseada del material, una vez que el supervisor ha definido la proporción en que serán mezclados los materiales a usarse, el contratista procederá a colocar a lo largo de la calzada los bultos de cada material en el mismo orden en que fue definida dicha proporción.

Una vez terminada la colocación se procederá con la moto niveladora a formar camellones de material de balasto a lo largo del tramo, se deben mezclar los materiales pasándolos de un lado a otro de la superficie de rodadura con la moto niveladora, hasta que el material mezclado presente una apariencia homogénea. La mezcla deberá hacerse en seco, a menos que el supervisor apruebe u ordene otra forma.

El contratista deberá de limpiar el banco de préstamo y después de su explotación, deberá garantizar el buen drenaje del área explotada, y evitar el estancamiento de agua en el sitio del banco. Los materiales que no sean utilizados, tales como material vegetal o desperdicios de la clasificación, deberán ser acumulados en sitios apropiados, donde no se tienda a la dispersión.

Anexo 10. Especificaciones Técnicas

Propuesta de plan estratégico para el uso de explosivos industriales como alternativa en la apertura de carretera en Constructora AGK, Construcción Camino Rural, Caserío Satex I A Caserío Caquipec Satex, Cobán, A.V.

Las especificaciones técnicas utilizadas en el diseño son proporcionadas por las Especificaciones Generales para Construcción de Carreteras de la Dirección General de Caminos.

10.1 Limpia chapeo y destronque

Son las operaciones previas a la iniciación de los trabajos de terracería y otros, con el objeto de eliminar toda clase de vegetación existente. Este trabajo consiste en el chapeo, tala, destronque, remoción y eliminación de toda clase de vegetación y desechos que están dentro de los límites del derecho de vía y en las áreas de bancos de préstamo, excepto la vegetación que sea designada para que permanezca en su lugar. El trabajo también incluye la debida preservación de la vegetación que se deba conservar, a efecto de evitar cualquier daño que se pueda ocasionar a la carretera o a cualquier propiedad.

Antes de efectuar la tala de árboles, el contratista deberá cumplir con los requisitos correspondientes del INAB y del CONAP. Al efectuar la tala de árboles, estos se deben botar hacia el centro del área que deba limpiarse, de tal manera que no se dañen las propiedades adyacentes o los árboles que deban permanecer en su lugar.

En áreas donde se deba efectuar la excavación no clasificada, todos los troncos, raíces y otros materiales inconvenientes, deben ser removidos hasta una profundidad no menor de 0,60 metros debajo de la superficie de la sub-rasante; y el área total debe ser limpiada de matorrales, troncos carcomidos, raíces y otras materias vegetales u orgánicas susceptibles a descomposición.

Las áreas que se deban cubrir con terraplenes, se deben desraizar a una profundidad no menor de 0,30 o a 0,60 metros cuando los troncos estén deteriorados, en ambos casos debajo del terreno original. Los troncos en buen estado se pueden dejar en su lugar, siempre que se corten por lo menos a 1,00 metro debajo de la sub-rasante terminada, o a no más de 0,15 metros sobre el terreno original.

Son los trabajos preliminares a la apertura y/o ampliación de brecha, con el objeto de eliminar toda clase de vegetación existente.

Este trabajo consiste en el chapeo, tala, destronque, remoción y eliminación de toda clase de vegetación y desechos que estén dentro de los límites del derecho de vía y en las áreas de bancos de préstamos, excepto la vegetación que sea designada para que permanezca en su lugar, o que tenga que ser quitada de acuerdo con otras secciones de estas Especificaciones Generales. El trabajo también incluye la debida preservación de la vegetación que deba conservarse, a efecto de evitar cualquier daño que se pueda ocasionar a la carretera o a cualquier propiedad.

La superficie del terreno debe quedar limpia de vegetación viva o muerta o de cualquier otro material que obstaculice la ejecución de los trabajos considerados.

Con el objeto de evitar la erosión, el Supervisor ordenara, que vegetación deba permanecer en su lugar, de la que este dentro de los límites del derecho de vía, pero fuera del área de construcción.

Las ramas de los árboles que se extiendan sobre la carretera, deben cortarse para dejar un claro de 6 metros a partir de la superficie de la misma.

En áreas donde se deba efectuar la excavación no clasificada, todos los troncos, raíces y otros materiales inconvenientes, deben ser removidos hasta una profundidad no menor de 60 centímetros debajo de la superficie de la sub-rasante; y el área total debe ser limpiada de matorrales, troncos carcomidos, raíces y otras materias vegetales u orgánicas susceptibles de descomposición.

El Contratista debe tomar en cuenta, que la Municipalidad puede permitir a los propietarios que retiren la madera utilizable, con anticipación a las operaciones de limpia, chapeo y destronque.

Las operaciones de limpia, chapeo y destronque, se deben efectuar previamente a la iniciación de los trabajos de apertura y/o ampliación de la brecha.

El mismo procedimiento se aplicará cuando se trate de bancos de préstamos.

Antes de entregar la obra, se debe volver a efectuar la limpia y chapeo, con el objeto de eliminar la vegetación que haya crecido durante la construcción.

No se podrá comenzar los trabajos de excavación y relleno hasta no estar satisfechos todos los requerimientos de limpia, chapeo y destronque.

No se hará ninguna medida por la limpia, chapeo y destronque, que sean requeridos en la construcción de campamento y caminos de acceso.

10.2 Topografía

Este trabajo consiste en el suministro de personal calificado, del equipo necesario y del material para efectuar levantamientos y replanteos topográficos, cálculos y registros de datos para el control del trabajo. El personal, equipo y material deberá cumplir con lo siguiente: el contratista debe suministrar cuadrillas de topografía técnicamente calificadas, capaces de ejecutar el trabajo en tiempo y con la exactitud requerida. Siempre que se estén realizando trabajos topográficos de replanteo, deberá estar presente en el proyecto un supervisor calificado para la cuadrilla.

El contratista debe suministrar instrumentos de topografía y equipo de soporte capaces de alcanzar las tolerancias especificadas.

El contratista debe suministrar herramientas e insumos aceptables del tipo y de la calidad utilizada normalmente en los trabajos de levantamientos topográficos

efectuados en carreteras y adecuados para el uso indicado. Debe suministrar estacas y mojones de una longitud, tal que provean un empotramiento sólido en el terreno y con un área superficial afuera del terreno, suficiente para colocar las marcas legibles necesarias.

10.2.1 Replanteo de la línea central

El personal de la supervisora colocará las referencias de los puntos de control horizontal y vertical establecidos en los planos, consistentes en monumentos de concreto y corresponderá al contratista hacer el replanteo en detalle a cada 20 metros de la línea central. El personal de la supervisora también suministrará los datos a utilizarse en el establecimiento de controles de los principales elementos del proyecto. Para el trazo de curvas horizontales se debe usar la definición arco (grado de curva horizontal: es el ángulo en el centro que subtiende un arco de 20 metros).

En el lugar de construcción de cada puente o bóveda, el personal de la supervisora deberá colocar como mínimo dos monumentos de concreto debidamente referenciados y ubicados convenientemente, los que indicarán la exacta localización de la estructura y su elevación (BM).

En adición a la información dada en los planos, el personal de la supervisora entregará los datos de rasante, pendientes, entre otros. El contratista debe realizar los cálculos adicionales para el uso conveniente de los datos suministrados por el personal de la supervisora. El contratista debe dar aviso al personal de la supervisora inmediatamente al notar discrepancias o errores encontrados, así como error o discrepancia en los planos y disposiciones especiales para que se resuelva lo procedente.

10.2.2 Levantamientos topográficos de construcción

El contratista con las referencias entregadas por la supervisora y la información suministrada en los planos y/o programas o archivos computarizados del diseño geométrico, colocará las estacas de construcción. Antes de efectuar un levantamiento topográfico para construcción, el contratista deberá discutir y coordinar con el delegado residente lo siguiente:

1. Métodos a utilizar para el levantamiento topográfico
2. Referencias para el replanteo o Control de niveles para capas de materiales
3. Control de estructuras
4. Cualquier otro procedimiento y control necesarios para ejecutar el trabajo

Antes de iniciar los trabajos de construcción, el contratista deberá notificar al delegado residente la falta de puntos de control o referencias. El delegado residente restablecerá dichos puntos de control y referencias antes de que inicie los trabajos de construcción. El contratista deberá conservar todas las referencias iniciales y los puntos de control. Después de iniciar los trabajos de construcción, deberá reponer todas las referencias o puntos de control iniciales que hayan sido destruidas o perturbadas y que sean necesarias para la ejecución del trabajo.

Las notas de campo deberán ser presentadas por el delegado residente en un formato aprobado. Se deberá suministrar todas las anotaciones topográficas. Se deberán suministrar los cálculos que respalden las cantidades de pago. Todas las anotaciones de campo y los documentos de soporte pasarán a ser propiedad del Estado. Cuando el replanteo haya sido aceptado, se podrá iniciar la construcción.

10.3 Excavación

Es la operación de cortar y remover cualquier clase de material independiente de su naturaleza o de sus características, dentro o fuera de los límites de construcción, para incorporarlo en la construcción de rellenos, terraplenes y cualquier elemento que implique la construcción de la carretera. Al estar ya completado todos los rellenos y demás elementos, con el material proveniente del corte y exista material sobrante, este tendrá que desperdiciarse cuando así haya sido contemplado en el diseño o por que el material es inadecuado. Para efectos de pago, toda la excavación será no clasificada.

Excavación no clasificada de desperdicio es el material resultante de la excavación que de acuerdo con los planos constituye sobrante o que sea material inadecuado para la construcción de la obra.

10.3.1 Excavación no clasificada para préstamo

Cuando todo el material proveniente del corte sea insuficiente para completar los rellenos y terraplenes de conformidad con los planos, tendrá que recurrirse a obtener materiales provenientes de áreas ubicadas fuera de los límites de construcción o bancos de préstamo.

10.3.2 Límites de construcción

Es el área de terreno comprendida entre las intersecciones de los planos de los taludes con el terreno original. En algunos casos, estos límites se extienden más allá de los correspondientes al derecho de vía.

10.3.3 Remoción de derrumbes

Es la operación de remover el derrumbe o deslizamiento del talud original que caiga sobre la carretera. La prevención de derrumbes es la previsión necesaria, ya sea indicada en los planos o establecida por el delegado residente, para evitar que tal derrumbe o deslizamiento pueda ocurrir.

10.3.4 Sub excavación

Es la operación de remover el material inadecuado que se encuentre debajo del nivel de la sub rasante en las secciones de corte o debajo del nivel del terreno natural en secciones de terraplén o relleno.

10.4 Relleno y compactación

Es la estructura que se construye con los materiales que se especifican en esta sección y en capas sucesivas hasta la elevación indicada en los planos. El relleno debe ser construido en capas sucesivas horizontales y de tal espesor que permita la compactación especificada. En los rellenos cada capa se debe compactar como mínimo al 90 por ciento de la densidad máxima, determinada según el Método AASHTO T-180; y los 0,30 metros superiores deben compactarse como mínimo al 95 por ciento de la densidad máxima determinada.

Esta numeral norma las actividades de relleno y compactación que deben realizarse para alcanzar las alturas requeridas en los planos.

El Relleno: consiste en la excavación, remoción y transporte de material apropiado, para elevar los puntos bajos a los niveles de diseño, que indique las secciones del proyecto. Este material apropiado debe conformarse en capas compactadas a densidad especificada que en ningún caso debe quedar DIEZ CENTIMETROS (10 cm) menos de la cota, correspondiente a la de la rasante.

Compactación: se entiende al conjunto de operaciones necesarias para lograr una reducción de volumen de los espacios entre las partículas sólidas de un material, con el objeto de aumentar su peso volumétrico y su capacidad de carga.

Los trabajos de relleno y compactación se ejecutarán de acuerdo a lo siguiente:

- a) Los rellenos serán hechos, según los lineamientos del Proyecto y / o las instrucciones expresas del SUPERVISOR DEL CONTRATANTE. Los rellenos podrán ser efectuados con tierra, grava, arena o rocas, según sea el caso. El material a utilizar podrá ser producto de las excavaciones efectuadas en otra parte de la obra, o bien de bancos de préstamos, procurándose, sin embargo, que hasta donde lo permita la cantidad y calidad del material excavando en la propia obra, sea éste el utilizado para el relleno.
- b) Previamente a la construcción de un relleno, el terreno deberá estar libre de escombros, basura, desechos y de todo material que sea perjudicial para el relleno. El material a utilizarse para la formación de los rellenos deberá estar libre de vegetales y en general, de toda materia orgánica. Para el efecto, el SUPERVISOR DEL CONTRATANTE aprobará previamente el material que se empleará, ya sea que provenga de excavaciones o de la explotación de bancos de préstamos.
- c) El relleno se efectuará al tener capas de espesor uniforme del material seleccionado para el efecto, dotándolo de la humedad necesaria para alcanzar el grado de compactación que se requiere.
- d) Todos los agujeros resultantes de la extracción de raíces serán rellenados y compactados en igual forma hasta alcanzar las cotas requeridas de la rasante.
- e) La compactación deberá realizarse con compactadores mecánicos en donde sea posible o vibro compactadores en espacios muy estrechos.

f) A efecto de comprobar la compactación, el Contratista deberá obtener las densidades cada veinte metros lineales (20.00 m.l.) siguiendo el alineamiento del eje longitudinal en la siguiente forma: borde derecho, centro, borde izquierdo.

g) En cualquier caso donde el SUPERVISOR DEL CONTRATANTE considere que a su juicio exista deficiencia en la compactación, el CONTRATISTA deberá obtener densidades de campo, en los puntos señalados por el SUPERVISOR DEL CONTRATANTE.

h) Una vez contempladas las actividades de corte, relleno y compactación de cada área, el Contratista deberá proceder al retiro de todo el material sobrante o de desperdicio, producto de las actividades anteriores.

10.5 Conformación y estabilización de subrasante

Este trabajo consiste en la eliminación de toda la vegetación y materia orgánica o cualquier otro material existente sobre el área de subrasante a reacondicionar, así como la escarificación, mezcla, homogenización, humedecimiento, conformación y compactación del suelo de la subrasante, debe efectuar cortes y rellenos en un espesor no mayor de 0,20 metros.

Subrasante es la capa de terreno de una carretera, que soporta la estructura del pavimento y que se extiende hasta una profundidad tal que no le afecte la carga de diseño que corresponde al tránsito previsto. Son materiales inadecuados para la construcción de la subrasante, los siguientes:

Los clasificados en el grupo A-8, AASHTO M 145, que son suelos altamente orgánicos, constituidos por materias vegetales parcialmente carbonizadas o fangosas. Su clasificación está basada en una inspección visual y no depende del porcentaje que pasa el tamiz 0,075 milímetros (No. 200), del límite líquido, ni del índice de plasticidad. Están compuestos principalmente de materia orgánica parcialmente podrida y generalmente tienen una textura fibrosa, de color café oscuro o negro y olor

a podredumbre. Son altamente compresibles y tienen baja resistencia. Además, basuras o impurezas que puedan ser perjudiciales para la cimentación del pavimento.

Las rocas aisladas mayores de 0,10 metros que se encuentran incorporadas en los 0,30 metros superiores de la capa de suelo de subrasante.

La escarificación se hará hasta una profundidad de quince centímetros (20 cm), se debe tener en cuenta que la escarificación no se hará en los tramos donde las condiciones de la superficie de rodadura o del terreno sean óptimas.

Una vez realizada la escarificación, todas las partículas mayores de tres pulgadas (3") existentes en el material suelto, deberán ser retiradas. De existir zonas inestables en la superficie de rodadura producidos por materiales no adecuados deberán estabilizarse y substituir dichos materiales por un material de mejor calidad aprobado por el supervisor.

Conformación: Este trabajo consiste en conformar la superficie de rodadura mantener el perfil longitudinal y la sección transversal del camino en condiciones adecuadas de transitabilidad y comprende los trabajos que se describen a continuación.

La conformación de la superficie de rodadura, se ejecutará acomodándose a las dimensiones de la sección típica del camino, en algunos casos se podrán tener modificaciones en el bombeo si ello fuera conveniente por las condiciones del proyecto.

Deberá de conformarse con una motoniveladora, y dejar una pendiente mínima del 3.00% de bombeo lateral (LOMO DE TORTUGA) a partir de la Línea central hasta la cuneta natural, se debe eliminar toda materia contaminante y material orgánico húmedo. Luego se procederá a compactar con el equipo apropiado la Subrasante ya conformada, debe quedar totalmente libre de baches y deflexiones.

Para mantener el perfil del camino, la subrasante debe quedar veinte centímetros (20 cm) promedio por debajo del nivel de la capa de rodadura, el relleno se hará con el mismo material con que se haga un corte, el cual debe ser siempre apropiado para el mismo, caso contrario deberá procederse al acarreo desde un banco con material calificado.

El balasto se aplicará al autorizar la Dirección Técnica que es procedente hacerlo, tal es el caso de existir deflexiones en la Subrasante, o la falta de drenajes longitudinales, no se autorizará la aplicación de balasto mientras no se efectúe dicha corrección.

Retiro del material sobrante de la conformación: El retiro del material sobrante de la conformación de la superficie de rodadura y de las cunetas, consiste en la remoción de todos los residuos resultantes de la ejecución de dichos trabajos.

Incluye además la remoción de todo el material que se halla derramado en las entradas o salidas de las alcantarillas por efecto de la ejecución de los trabajos de conformación.

Estos desechos deberán ser removidos y depositados en los sitios que indique EL SUPERVISOR DEL CONTRATANTE donde no permitan contaminación de la superficie de rodadura existente ni cerca de corredores que causen que este material se deposite en las estructuras del drenaje, ni en sitios que causen daño de contaminación ambiental.

No se llevará a cabo ninguna recepción parcial o total del proyecto hasta que se haya cumplido con este requisito, el que será constatado por EL SUPERVISOR DEL CONTRATANTE.

Materiales adecuados para subrasante

Son suelos de preferencia granulares, con menos de 3 por ciento de hinchamiento, que no tengan características inferiores a los suelos que se encuentren en el tramo o sección que se debe reacondicionar.

Operaciones de construcción

El contratista debe proceder a limpiar la vegetación pequeña existente en toda la superficie de la subrasante a reacondicionar. El delegado residente debe delimitar los tramos que el contratista tiene que reacondicionar, quien debe indicar claramente por escrito las estaciones inicial y final de cada tramo. Al aparecer en la subrasante áreas con material inadecuado, el delegado residente debe delimitarlas y notificarlo por escrito al contratista, quien debe proceder a efectuar la remoción del material inadecuado. Durante estas operaciones el contratista debe señalar dichas áreas para evitar accidentes.

En las áreas que necesiten reacondicionamiento, el contratista debe proceder a escarificar el suelo de subrasante hasta una profundidad de 0,20 metros, debe eliminar las rocas mayores de 0,10 metros, acondicionándolas fuera del lecho del camino; seguidamente debe proceder a ajustar y conformar la superficie efectuando cortes y rellenos en un espesor no mayor de 0,20 metros. El suelo de subrasante en toda el área a reacondicionarse, debe humedecerse adecuadamente antes de la compactación.

La subrasante reacondicionada debe ser compactada en su totalidad con un contenido de humedad dentro de más menos 3 por ciento de la humedad óptima, hasta lograr el 95 por ciento de compactación respecto a la densidad máxima, AASHTO T-180. La compactación en el campo se debe comprobar de preferencia según AASHTO T-191; con la aprobación escrita del ingeniero, se pueden usar otros métodos técnicos, debe incluir los no destructivos.

Para el caso de subrasantes arcillosas con un límite líquido superior al 45 por ciento y un índice plástico superior al 15 por ciento, se requerirá su compactación a una densidad del 90 por ciento respecto a la densidad máxima, AASHTO T 180 y con un contenido de humedad mayor, por lo menos en un 3 por ciento, que su correspondiente humedad óptima siempre que no exceda en más de un 4 por ciento al valor correspondiente a su límite plástico.

10.6 Construcción, conformación y/o reconstrucción de cunetas naturales

El proceso a seguir para la conformación, construcción o reconstrucción de cunetas, deberá hacerse de acuerdo al diseño y las dimensiones de la sección típica especificada, según el detalle facilitado dentro de los planos. Deberán conformarse y limpiarse las cunetas para permitir el libre paso de las aguas. Donde existan las cunetas erosionadas que no cumplan con la profundidad que aparecen indicadas en la sección típica seleccionada, se deberá reconstruir con el equipo adecuado.

La construcción o reconstrucción de las cunetas erosionadas deberá hacerse en forma coordinada con la construcción o mejoramiento del resto de la superficie de rodadura, debe considerarse ambas como un solo cuerpo para la definición correcta de la sección típica especificada. Donde existan cunetas azolvadas por pequeños desprendimientos de material proveniente de taludes de corte y por materiales depositados en ellas por otras causas, siempre y cuando dichos materiales se encuentren dentro de los límites de ancho de la cuneta especificada, dicha remoción será realizada como parte de la actividad de conformación de la subrasante.

Todas las cunetas se conformarán sobre el terreno natural, con una pendiente lateral del 10 por ciento como mínimo, hasta llegar al pie de talud, debe conformar la cuneta con el apoyo de una moto niveladora, y compactar a partir del punto de unión con la capa de rodadura.

10.7 Colocación de la capa de Balasto

Este trabajo consiste en el suministro, transporte y colocación del material con la humedad requerida; conformación y compactación de la capa de balasto, de acuerdo con el espesor total mostrado en los planos.

Conforme se vaya a terminar de construir la subrasante, se debe colocar la capa de balasto. No se debe dejar sin cubrir la subrasante en una longitud mayor de 2 kilómetros. El espesor total de la capa de balasto no debe ser menor de 100 milímetros ni mayor de 250 milímetros.

La capa de balasto se debe colocar sobre una subrasante existente, esta debe ser previamente conformada, escarificada y compactada superficialmente, respetando las líneas, pendientes y sección típica establecidas en los planos y especificaciones. En los lugares donde se encuentre material inadecuado, según lo definido en 203.01 del Libro Azul de Caminos, estos deben ser removidos hasta una profundidad de por lo menos 300 milímetros y reemplazados con material apropiado.

Todas las rocas o piedras grandes que se encuentren en el lecho de la carretera, se deben excavar hasta los límites laterales de la misma, mostrados en los planos y a una profundidad por lo menos de 300 milímetros debajo de la subrasante. Las capas de balasto se deben compactar como mínimo al 95 por ciento de la densidad máxima determinada por el Método AASHTO T 180. El contratista debe controlar el contenido de humedad adecuado del material, por medio de ensayos de laboratorio y campo, se debe secar el material y determinar la humedad a peso constante a efecto de obtener la compactación especificada.

La capa debe ser nivelada con equipo apropiado para asegurar una compactación uniforme y no se aprobará la compactación hasta que se llenen los requisitos correspondientes especificados. La medida se debe hacer por el número de metros cúbicos de capa de balasto con aproximación de dos decimales, debidamente

construidos por el 169 contratista y aceptados por el delegado residente. El volumen debe ser el del material compactado en su posición final calculado por procedimientos analíticos.

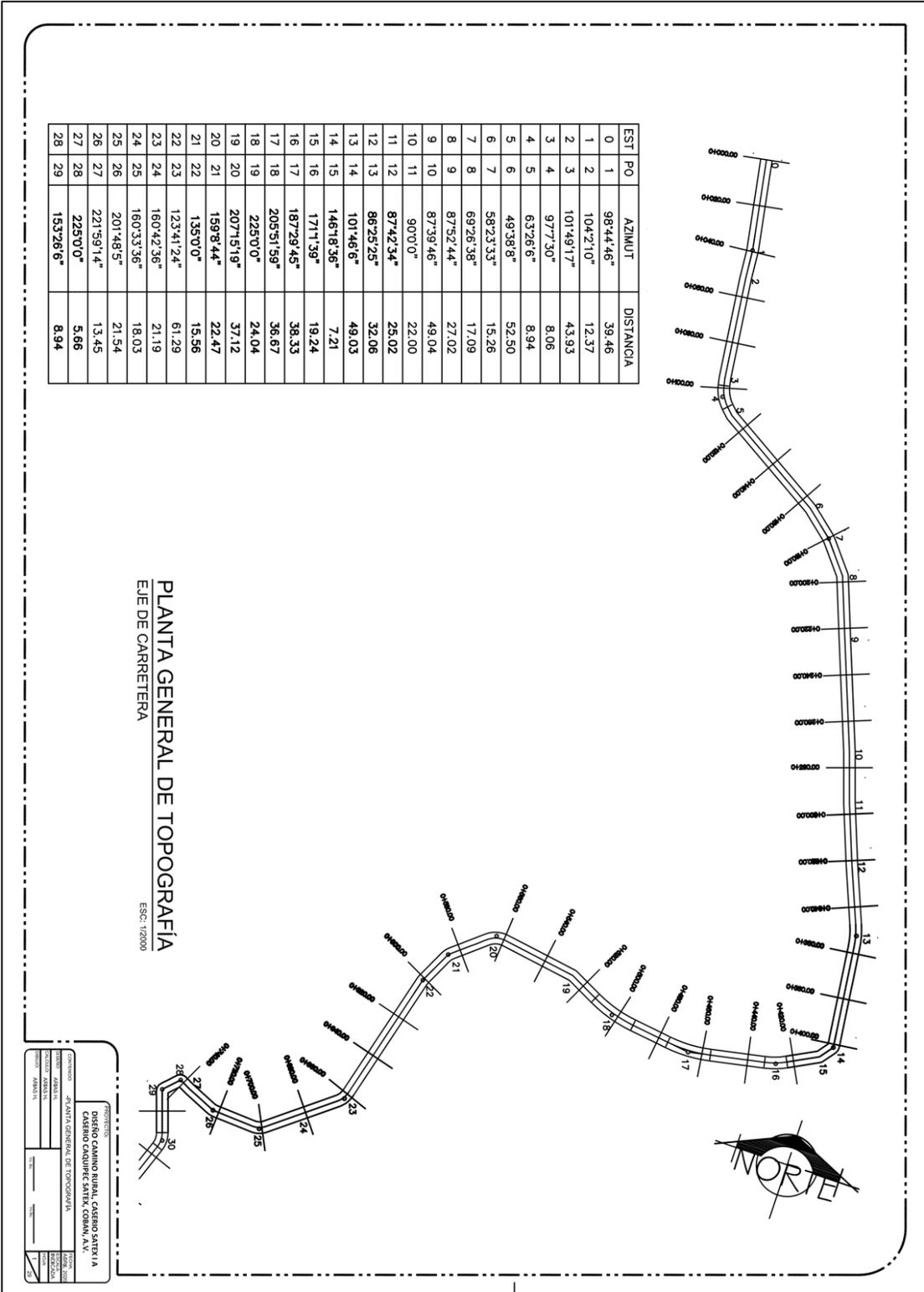
Para el cálculo la dimensión longitudinal debe ser la realmente cubierta por la capa medida en proyección horizontal; la dimensión transversal debe ser el ancho también en proyección horizontal, mostrado en los planos u ordenado por escrito por el delegado residente y realmente cubierto por el contratista; y el espesor será el mostrado en los planos.

Balasto

Es un material clasificado que se coloca sobre la subrasante terminada de una carretera, con el objeto de protegerla y de que sirva de superficie de rodadura. Debe ser de calidad uniforme y estar exento de residuos de madera, raíces o cualquier material perjudicial o extraño. El material de balasto debe tener un peso unitario suelto no menor de 1 450 kilogramos por metro cúbico (90 lb/pie³). El tamaño máximo del agregado grueso del balasto, no debe exceder de $\frac{2}{3}$ del espesor de la capa y en ningún caso debe ser mayor de 100 milímetros.

El que sea mayor debe ser separado, ya sea por tamizado en el banco de material o según lo autorice el delegado residente. La porción del balasto retenida en el tamiz 4,75 milímetros (N°4), debe estar comprendida entre el 60 y el 40 por ciento en peso y debe tener un porcentaje de abrasión no mayor de 60. La porción que pase el tamiz 0,425 milímetros (N°40), debe tener un límite líquido no mayor de 35, y un índice de plasticidad entre 5 y 11. La porción que pase el tamiz 170 0,075 milímetros (N° 200), no debe exceder de 15 por ciento en peso.

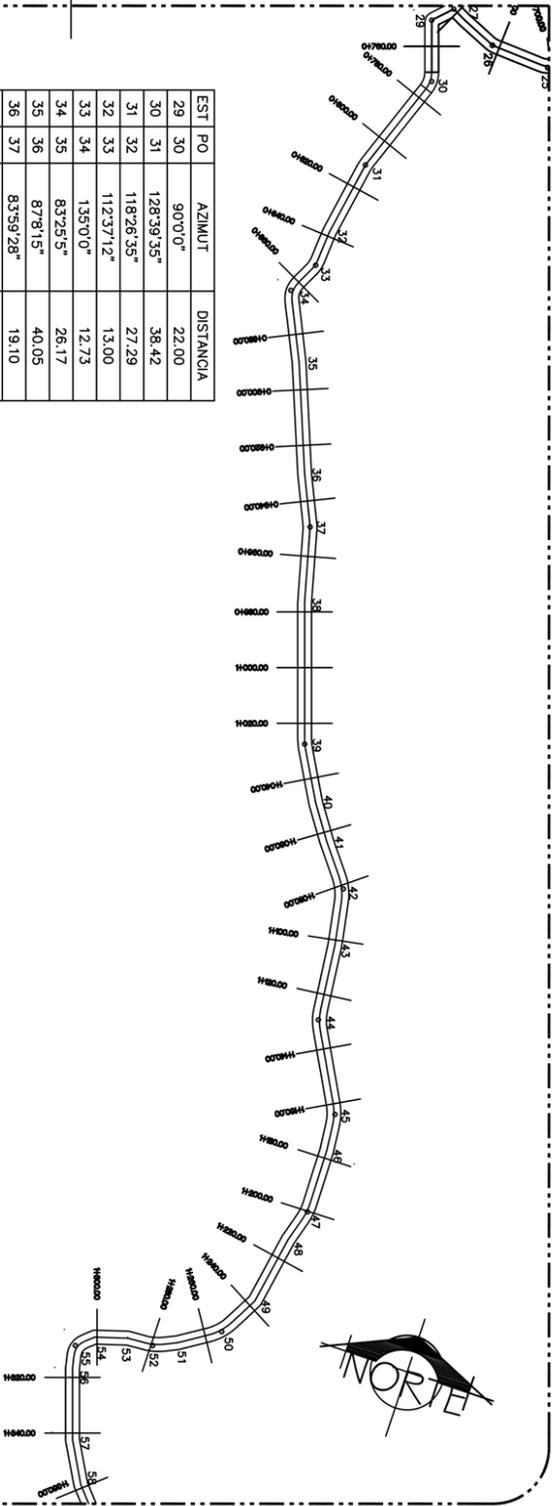
Anexo 11. Planos en planta general de carretera Satex a Caquipec



| EST | PO | AZIMUT | DISTANCIA |
|-----|----|------------|-----------|
| 29 | 30 | 90°0'0" | 22.00 |
| 30 | 31 | 128°39'35" | 38.42 |
| 31 | 32 | 118°26'35" | 27.29 |
| 32 | 33 | 112°37'12" | 13.00 |
| 33 | 34 | 135°0'0" | 12.73 |
| 34 | 35 | 83°25'5" | 28.17 |
| 35 | 36 | 87°8'15" | 40.05 |
| 36 | 37 | 83°58'28" | 19.10 |
| 37 | 38 | 94°14'11" | 27.07 |
| 38 | 39 | 90°0'0" | 51.00 |
| 39 | 40 | 79°12'57" | 21.38 |
| 40 | 41 | 74°3'17" | 14.56 |
| 41 | 42 | 70°33'36" | 18.03 |
| 42 | 43 | 98°31'51" | 20.22 |
| 43 | 44 | 102°31'44" | 27.66 |
| 44 | 45 | 79°59'31" | 34.53 |
| 45 | 46 | 102°59'41" | 13.34 |
| 46 | 47 | 107°39'0" | 23.09 |
| 47 | 48 | 124°59'31" | 12.21 |
| 48 | 49 | 118°36'38" | 25.06 |
| 49 | 50 | 137°29'22" | 16.28 |
| 50 | 51 | 165°57'50" | 16.49 |
| 51 | 52 | 173°39'35" | 9.06 |
| 52 | 53 | 198°26'6" | 9.49 |
| 53 | 54 | 180°0'0" | 12.00 |
| 54 | 55 | 156°48'5" | 7.62 |
| 55 | 56 | 97°7'30" | 8.06 |
| 56 | 57 | 90°0'0" | 28.00 |
| 57 | 58 | 79°22'49" | 16.28 |

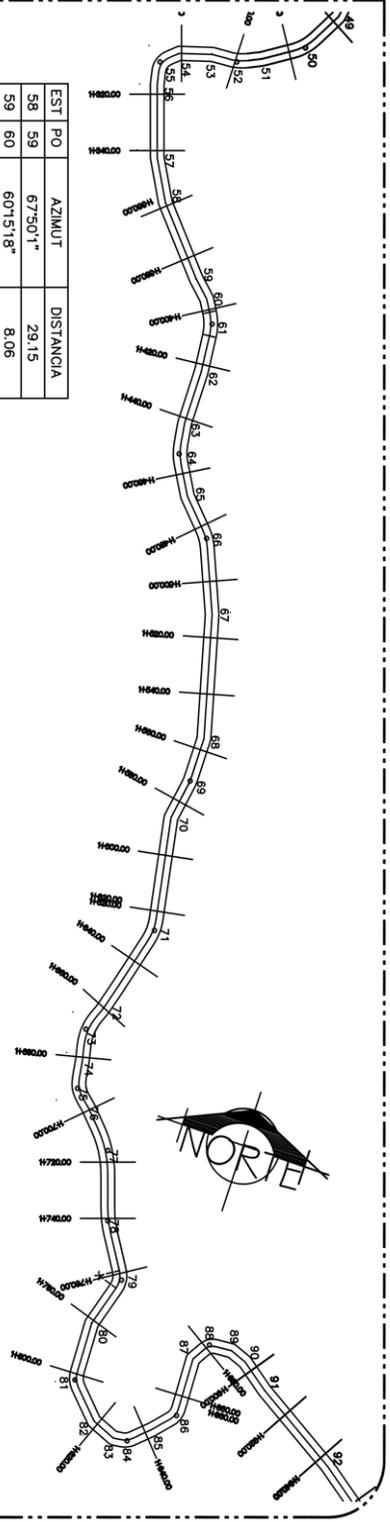
PLANTA GENERAL DE TOPOGRAFIA
EJE DE CARRETERA

ESC: 1/2000



| | |
|--|------------------------------|
| PROYECTO: CAMINO RURAL CASERIO ATREYA LA CASERIO CAQUIPE SATEX, COBANA, A.V. | |
| CLIENTE: MUNICIPIO DE CAQUIPE | FECHA: 2018 |
| PROYECTISTA: INGENIERO CIVIL | ESCALA: 1/2000 |
| PROYECTISTA: INGENIERO CIVIL | PROYECTISTA: INGENIERO CIVIL |
| PROYECTISTA: INGENIERO CIVIL | PROYECTISTA: INGENIERO CIVIL |

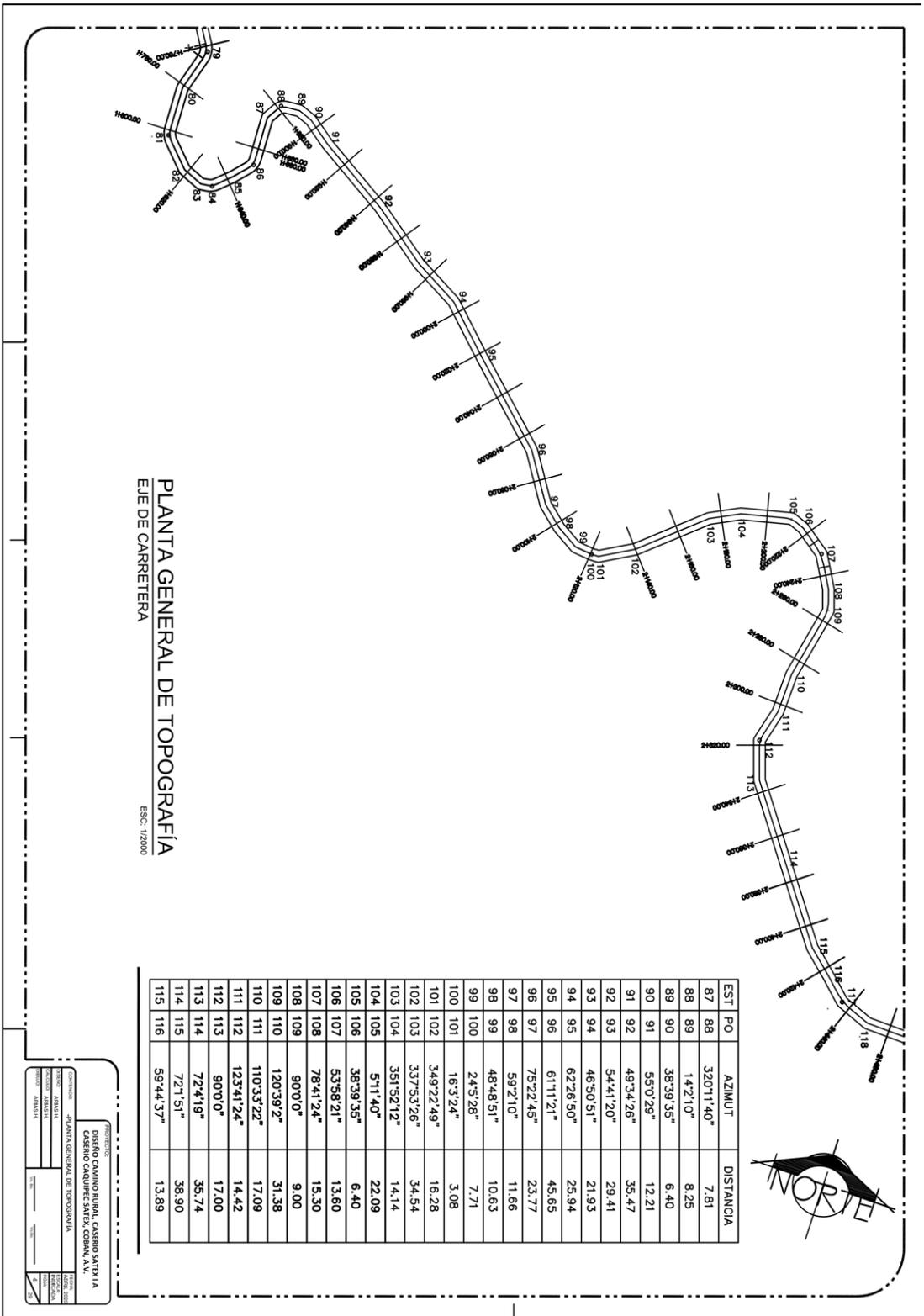
| EST | PO | AZIMUT | DISTANCIA |
|-----|----|------------|-----------|
| 58 | 59 | 67°50'1" | 29.15 |
| 59 | 60 | 60°15'18" | 8.06 |
| 60 | 61 | 77°28'16" | 9.22 |
| 61 | 62 | 103°14'26" | 17.46 |
| 62 | 63 | 108°26'6" | 18.97 |
| 63 | 64 | 100°18'17" | 11.18 |
| 64 | 65 | 78°41'24" | 15.30 |
| 65 | 66 | 64°58'59" | 16.55 |
| 66 | 67 | 85°45'49" | 27.07 |
| 67 | 68 | 93°54'2" | 44.10 |
| 68 | 69 | 108°26'6" | 15.81 |
| 69 | 70 | 118°18'3" | 14.76 |
| 70 | 71 | 98°31'51" | 40.45 |
| 71 | 72 | 123°41'24" | 32.45 |
| 72 | 73 | 131°11'9" | 10.63 |
| 73 | 74 | 95°11'40" | 11.05 |
| 74 | 75 | 101°18'36" | 10.20 |
| 75 | 76 | 60°15'18" | 8.06 |
| 76 | 77 | 64°58'59" | 16.55 |
| 77 | 78 | 90°0'0" | 25.00 |
| 78 | 79 | 76°36'27" | 21.59 |
| 79 | 80 | 125°28'20" | 18.70 |
| 80 | 81 | 106°54'51" | 21.06 |
| 81 | 82 | 64°27'46" | 16.20 |
| 82 | 83 | 40°36'5" | 9.22 |
| 83 | 84 | 11°18'36" | 5.10 |
| 84 | 85 | 336°2'15" | 9.85 |
| 85 | 86 | 330°56'43" | 10.30 |
| 86 | 87 | 286°41'57" | 20.88 |

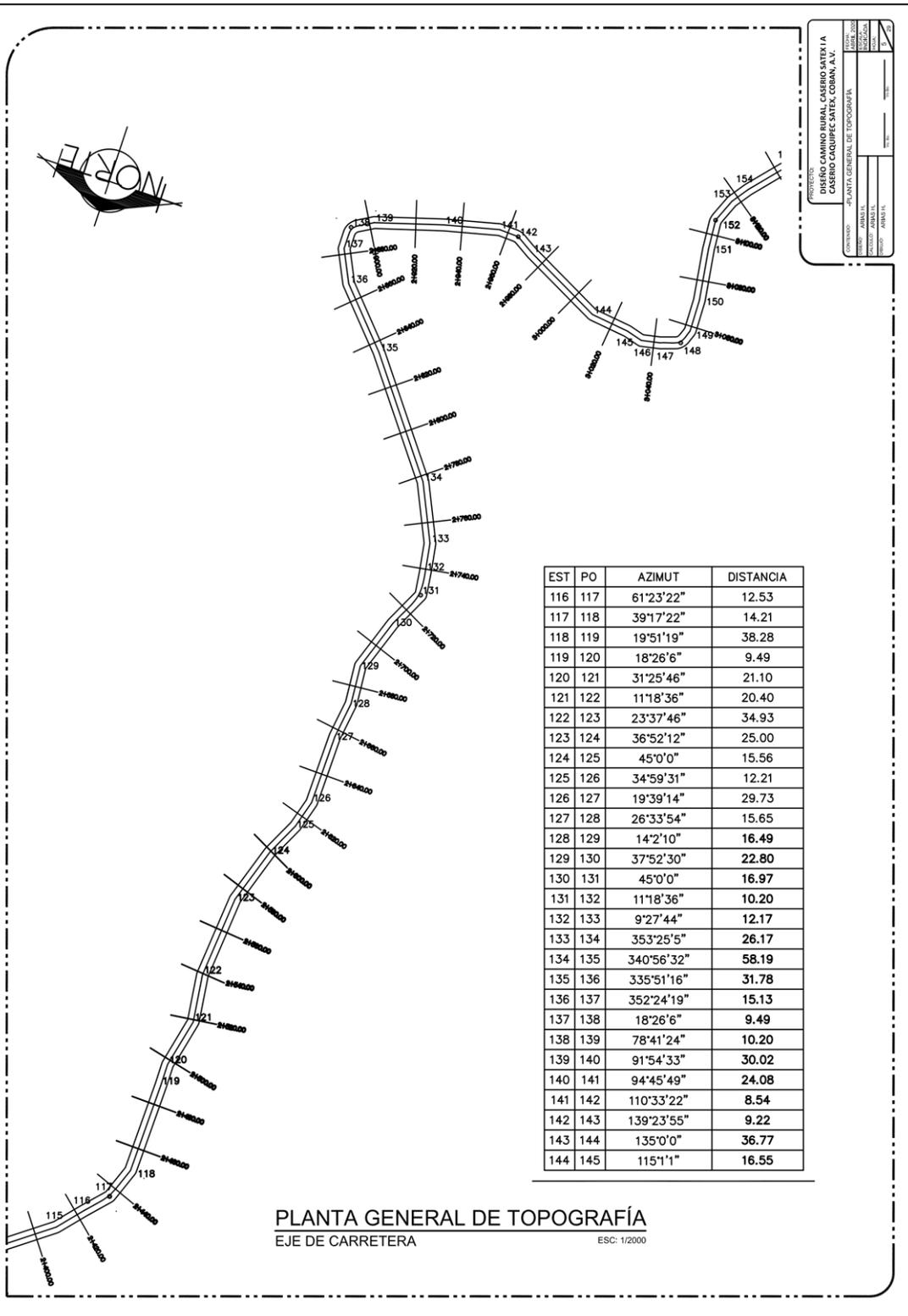


PLANTA GENERAL DE TOPOGRAFIA
EJE DE CARRETERA

ESC: 1/2000

| | | | |
|---------------------------------------|-------|----------|-------|
| CONTENIDO | | FECHA | |
| - PLANTA GENERAL DE TOPOGRAFIA | | | |
| DISEÑO CAMINO RURAL CASERIO SATEX I A | | | |
| CASERIO CAQUIPEC SATEX, COBAN, A.Y. | | | |
| PROYECTO | FECHA | PROYECTO | FECHA |
| PROYECTO | FECHA | PROYECTO | FECHA |
| PROYECTO | FECHA | PROYECTO | FECHA |





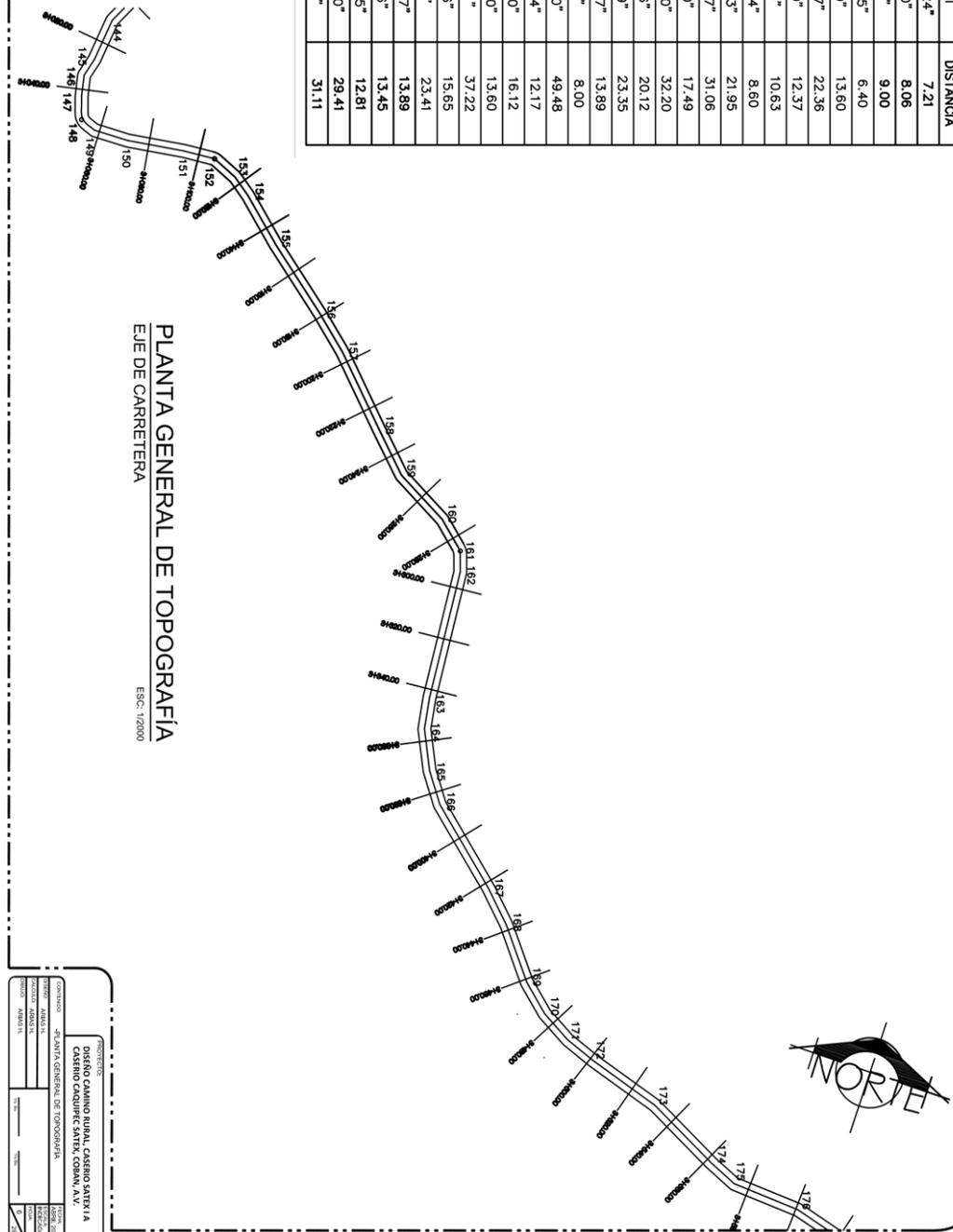
PROYECTO: DISEÑO CAMINO RURAL CASERIO SATEKI A CASERIO CAQUIPEC SATEK, COBÁN, A. V.
 PLAN: PLANTA GENERAL DE TOPOGRAFÍA
 GOBIERNO: ARBITRAL
 CANTÓN: ARBITRAL
 MUNICIPIO: ARBITRAL

| EST | PO | AZIMUT | DISTANCIA |
|-----|-----|------------|-----------|
| 116 | 117 | 61°23'22" | 12.53 |
| 117 | 118 | 39°17'22" | 14.21 |
| 118 | 119 | 19°51'19" | 38.28 |
| 119 | 120 | 18°26'6" | 9.49 |
| 120 | 121 | 31°25'46" | 21.10 |
| 121 | 122 | 11°18'36" | 20.40 |
| 122 | 123 | 23°37'46" | 34.93 |
| 123 | 124 | 36°52'12" | 25.00 |
| 124 | 125 | 45°0'0" | 15.56 |
| 125 | 126 | 34°59'31" | 12.21 |
| 126 | 127 | 19°39'14" | 29.73 |
| 127 | 128 | 26°33'54" | 15.65 |
| 128 | 129 | 14°2'10" | 16.49 |
| 129 | 130 | 37°52'30" | 22.80 |
| 130 | 131 | 45°0'0" | 16.97 |
| 131 | 132 | 11°18'36" | 10.20 |
| 132 | 133 | 9°27'44" | 12.17 |
| 133 | 134 | 353°25'5" | 26.17 |
| 134 | 135 | 340°56'32" | 58.19 |
| 135 | 136 | 335°51'16" | 31.78 |
| 136 | 137 | 352°24'19" | 15.13 |
| 137 | 138 | 18°26'6" | 9.49 |
| 138 | 139 | 78°41'24" | 10.20 |
| 139 | 140 | 91°54'33" | 30.02 |
| 140 | 141 | 94°45'49" | 24.08 |
| 141 | 142 | 110°33'22" | 8.54 |
| 142 | 143 | 139°23'55" | 9.22 |
| 143 | 144 | 135°0'0" | 36.77 |
| 144 | 145 | 115°1'1" | 16.55 |

PLANTA GENERAL DE TOPOGRAFÍA
 EJE DE CARRETERA

ESC. 1/2000

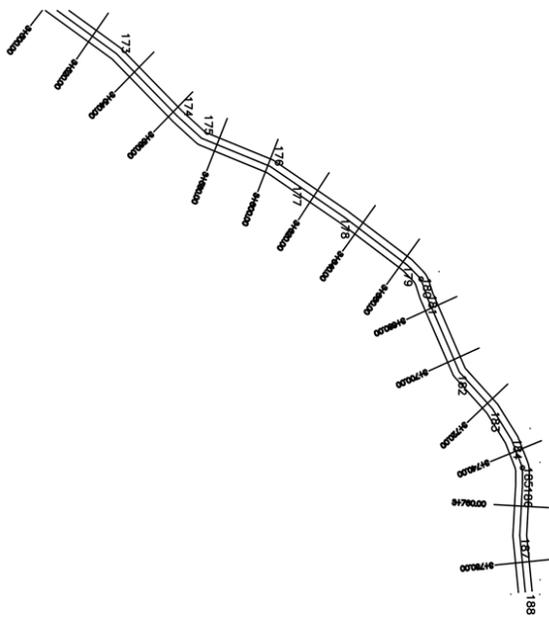
| EST | PO | AZIMUT | DISTANCIA |
|-----|-----|------------|-----------|
| 145 | 146 | 123°41'24" | 7.21 |
| 146 | 147 | 97°7'30" | 8.06 |
| 147 | 148 | 90°0'0" | 9.00 |
| 148 | 149 | 38°39'35" | 6.40 |
| 149 | 150 | 17°6'10" | 13.60 |
| 150 | 151 | 10°18'17" | 22.36 |
| 151 | 152 | 14°2'10" | 12.37 |
| 152 | 153 | 41°11'9" | 10.63 |
| 153 | 154 | 54°27'44" | 8.60 |
| 154 | 155 | 59°55'53" | 21.95 |
| 155 | 156 | 56°49'17" | 31.06 |
| 156 | 157 | 59°2'10" | 17.49 |
| 157 | 158 | 64°13'50" | 32.20 |
| 158 | 159 | 63°28'6" | 20.12 |
| 159 | 160 | 46°44'9" | 23.35 |
| 160 | 161 | 59°44'37" | 13.89 |
| 161 | 162 | 90°0'0" | 8.00 |
| 162 | 163 | 104°2'10" | 49.48 |
| 163 | 164 | 99°27'44" | 12.17 |
| 164 | 165 | 82°52'30" | 16.12 |
| 165 | 166 | 72°53'50" | 13.60 |
| 166 | 167 | 59°18'1" | 37.22 |
| 167 | 168 | 63°28'6" | 15.65 |
| 168 | 169 | 70°1'1" | 23.41 |
| 169 | 170 | 59°44'37" | 13.89 |
| 170 | 171 | 48°0'46" | 13.45 |
| 171 | 172 | 38°39'35" | 12.81 |
| 172 | 173 | 35°18'40" | 29.41 |
| 173 | 174 | 45°0'0" | 31.11 |



PLANTA GENERAL DE TOPOGRAFIA
EJE DE CARRETERA
 ESC: 1/2000

| | |
|-------------|---------------------------------------|
| PROYECTO: | DISENO CAMINO RURAL CASERIO SANTA IJA |
| CLIENTE: | CASERIO CAQUIPEC SATEX, COBAN, A.V. |
| COMUNIDAD: | SANTA GENERAL DE TOPOGRAFIA |
| PROYECTO: | PLANTA GENERAL DE TOPOGRAFIA |
| PROYECTADO: | MANUEL |
| REVISADO: | MANUEL |
| FECHA: | 17/07/2011 |
| ESCALA: | 1/2000 |

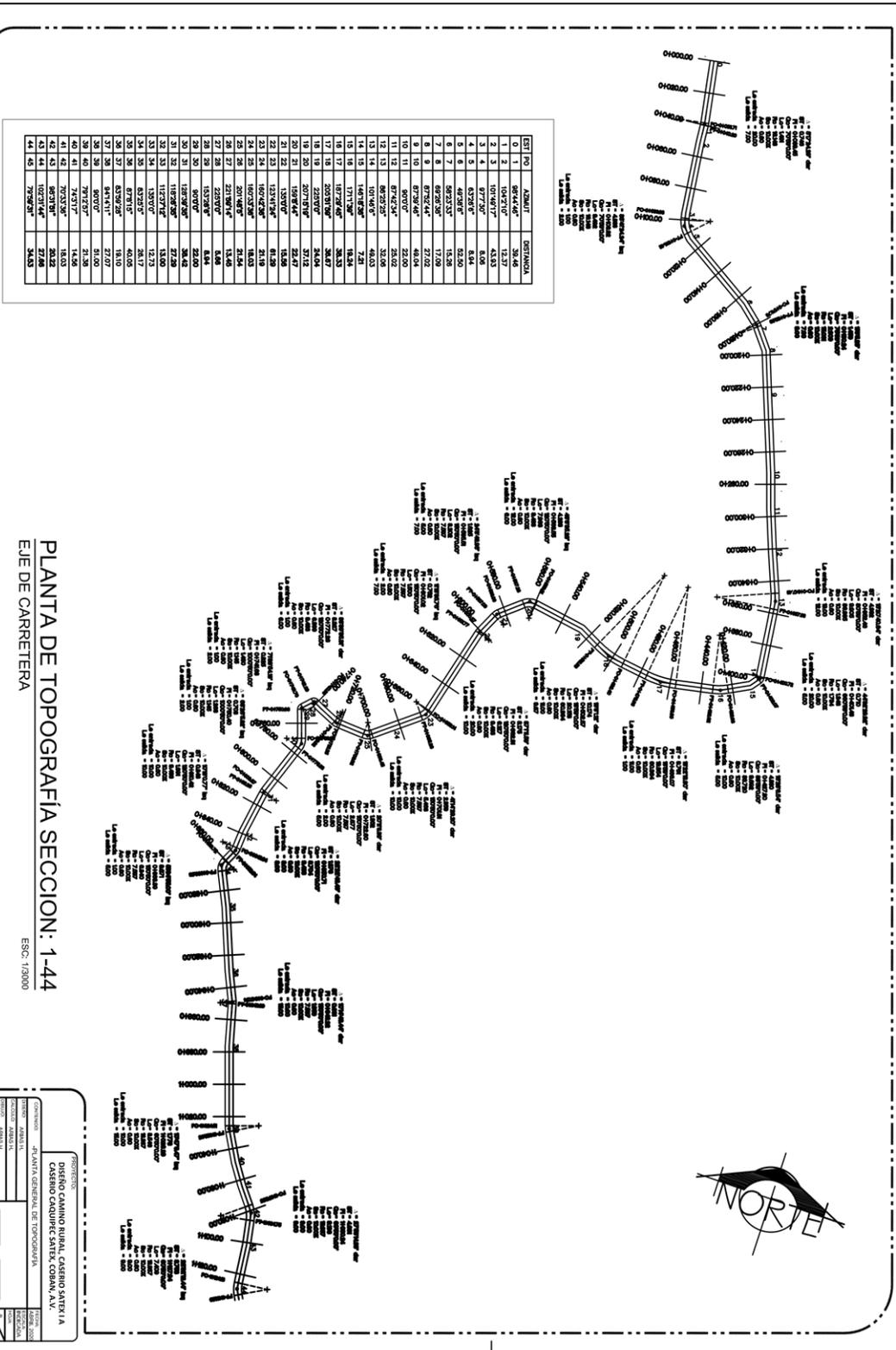
| EST | PO | AZIMUT | DISTANCIA |
|-----|-----|-----------|-----------|
| 174 | 175 | 41°38'1" | 12.04 |
| 175 | 176 | 21°48'5" | 26.93 |
| 176 | 177 | 33°41'24" | 10.82 |
| 177 | 178 | 33°41'24" | 21.63 |
| 178 | 179 | 36°28'9" | 28.60 |
| 179 | 180 | 45°0'0" | 7.07 |
| 180 | 181 | 71°33'54" | 6.32 |
| 181 | 182 | 66°2'15" | 29.55 |
| 182 | 183 | 47°17'26" | 17.69 |
| 183 | 184 | 57°31'44" | 13.04 |
| 184 | 185 | 68°11'55" | 10.77 |
| 185 | 186 | 90°0'0" | 6.00 |
| 186 | 187 | 93°10'47" | 18.03 |
| 187 | 188 | 84°17'22" | 20.10 |



PLANTA GENERAL DE TOPOGRAFÍA
EJE DE CARRETERA

ESC. 1:2000

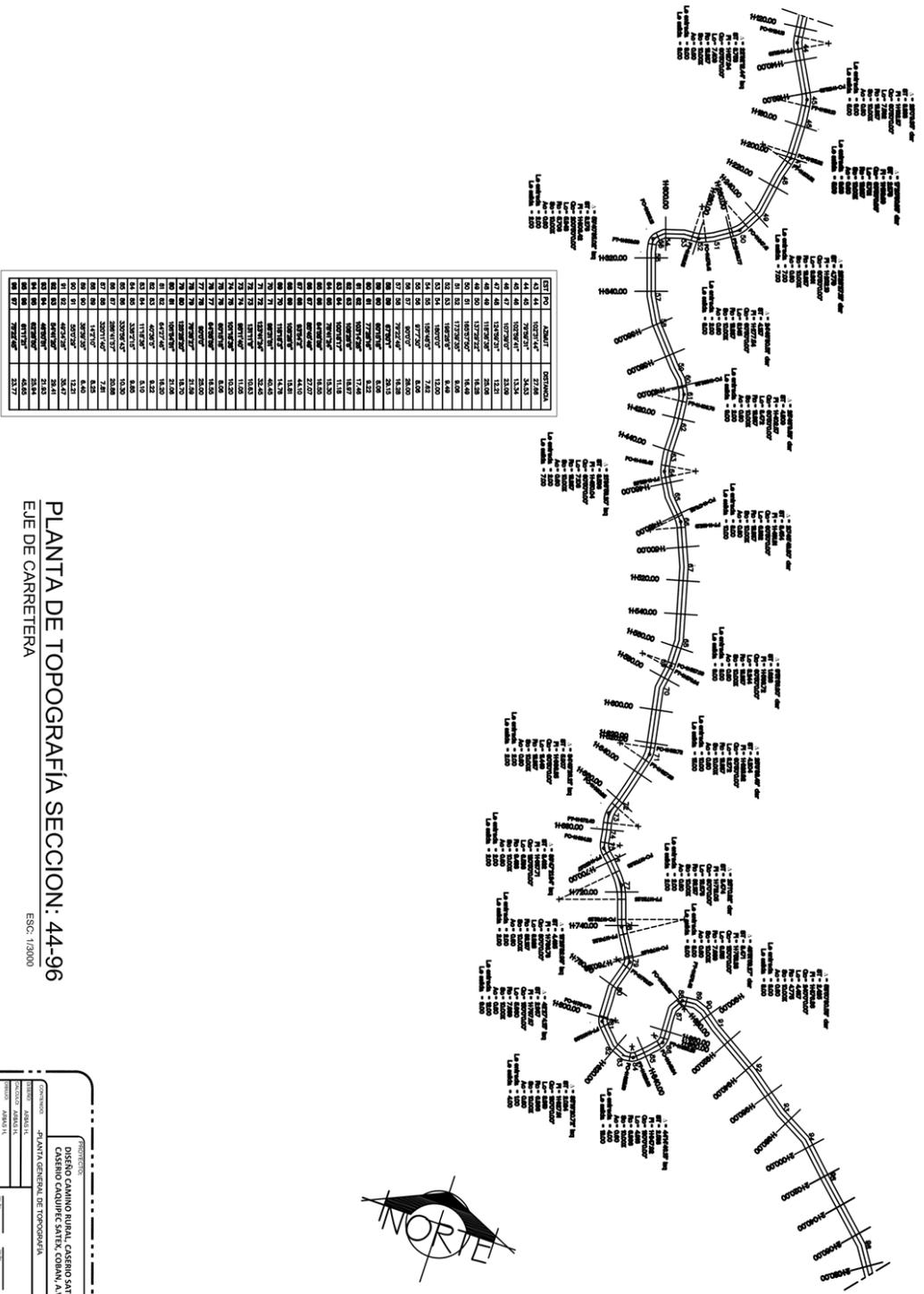
| | |
|--|-------------------------------|
| DISEÑO CAMINO RURAL, CASERIO SATEX I/A CASERIO CACUPECATEX, COMAL, A.P. | |
| AUTOR: ADRIÁN S. GARCÍA PROYECTO: CARRETERA RURAL | ESCALA: 1:2000 FECHA: 2010 |



| EST. PO | ABRUT | DIRECCION |
|---------|--------------|-----------|
| 0 | 105°21'00" S | 18.32 |
| 1 | 101°46'17" W | 43.83 |
| 2 | 97°29'30" W | 1.04 |
| 3 | 83°28'55" S | 8.94 |
| 4 | 86°30'30" S | 15.20 |
| 5 | 86°30'30" S | 15.20 |
| 6 | 86°30'30" S | 15.20 |
| 7 | 86°30'30" S | 15.20 |
| 8 | 86°30'30" S | 15.20 |
| 9 | 86°30'30" S | 15.20 |
| 10 | 86°30'30" S | 15.20 |
| 11 | 86°30'30" S | 15.20 |
| 12 | 86°30'30" S | 15.20 |
| 13 | 86°30'30" S | 15.20 |
| 14 | 86°30'30" S | 15.20 |
| 15 | 86°30'30" S | 15.20 |
| 16 | 86°30'30" S | 15.20 |
| 17 | 86°30'30" S | 15.20 |
| 18 | 86°30'30" S | 15.20 |
| 19 | 86°30'30" S | 15.20 |
| 20 | 86°30'30" S | 15.20 |
| 21 | 86°30'30" S | 15.20 |
| 22 | 86°30'30" S | 15.20 |
| 23 | 86°30'30" S | 15.20 |
| 24 | 86°30'30" S | 15.20 |
| 25 | 86°30'30" S | 15.20 |
| 26 | 86°30'30" S | 15.20 |
| 27 | 86°30'30" S | 15.20 |
| 28 | 86°30'30" S | 15.20 |
| 29 | 86°30'30" S | 15.20 |
| 30 | 86°30'30" S | 15.20 |
| 31 | 86°30'30" S | 15.20 |
| 32 | 86°30'30" S | 15.20 |
| 33 | 86°30'30" S | 15.20 |
| 34 | 86°30'30" S | 15.20 |
| 35 | 86°30'30" S | 15.20 |
| 36 | 86°30'30" S | 15.20 |
| 37 | 86°30'30" S | 15.20 |
| 38 | 86°30'30" S | 15.20 |
| 39 | 86°30'30" S | 15.20 |
| 40 | 86°30'30" S | 15.20 |
| 41 | 86°30'30" S | 15.20 |
| 42 | 86°30'30" S | 15.20 |
| 43 | 86°30'30" S | 15.20 |
| 44 | 86°30'30" S | 15.20 |

PLANTA DE TOPOGRAFIA SECCION: 1-44
 EJE DE CARRETERA
 ESC: 1/2000

PROYECTO: PLANING RURAL - CASERIO GUATELA
 CASERIO CAQUIRECAITES, COMUNA ALV
 CONSULTOR: PLANING GENERAL DE INGENIERIA
 INGENIERO: MANUEL
 TECNICO: MANUEL
 ESCALA: 1/2000
 FECHA: 2010



| ESTACION | ALMATE | VERTICAL |
|----------|---------|----------|
| 0+00 | 1027.47 | 21.43 |
| 0+05 | 1027.47 | 21.43 |
| 0+10 | 1027.47 | 21.43 |
| 0+15 | 1027.47 | 21.43 |
| 0+20 | 1027.47 | 21.43 |
| 0+25 | 1027.47 | 21.43 |
| 0+30 | 1027.47 | 21.43 |
| 0+35 | 1027.47 | 21.43 |
| 0+40 | 1027.47 | 21.43 |
| 0+45 | 1027.47 | 21.43 |
| 0+50 | 1027.47 | 21.43 |
| 0+55 | 1027.47 | 21.43 |
| 0+60 | 1027.47 | 21.43 |
| 0+65 | 1027.47 | 21.43 |
| 0+70 | 1027.47 | 21.43 |
| 0+75 | 1027.47 | 21.43 |
| 0+80 | 1027.47 | 21.43 |
| 0+85 | 1027.47 | 21.43 |
| 0+90 | 1027.47 | 21.43 |
| 0+95 | 1027.47 | 21.43 |
| 1+00 | 1027.47 | 21.43 |

PLANTA DE TOPOGRAFIA SECCION: 44-96
EJE DE CARRETERA

ESCALA: 1/1000

PROYECTO: CAMINO RURAL CASERIO SANTA ANA
CASERIO CASQUIRECAITEK, COMUNA, A.V.

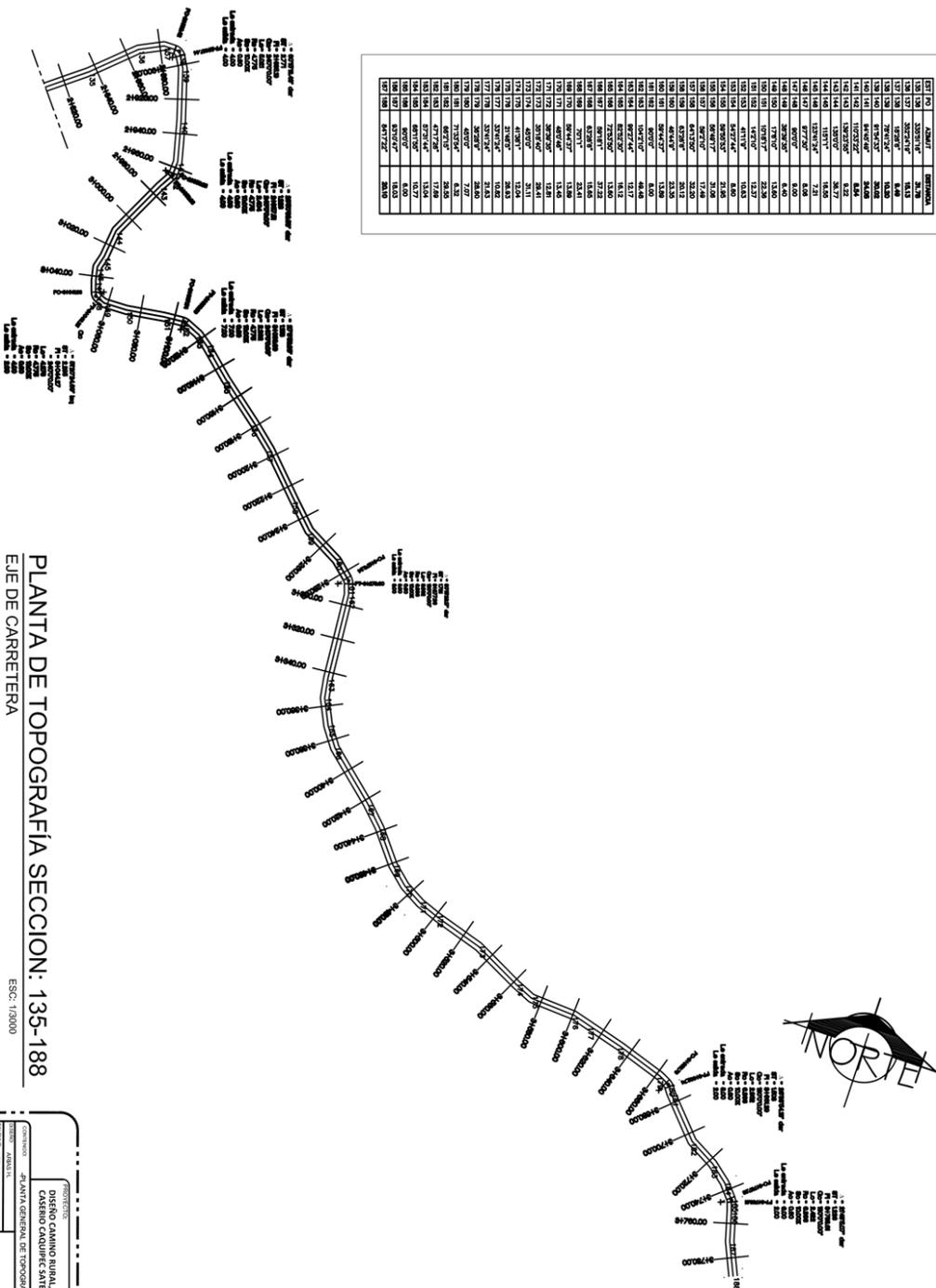
CONDOMINIO: PLANTA GENERAL DE TOPOGRAFIA

ENCARGADO GENERAL: []
ENCARGADO ESPECIAL: []
ENCARGADO AUXILIAR: []

FECHA: []

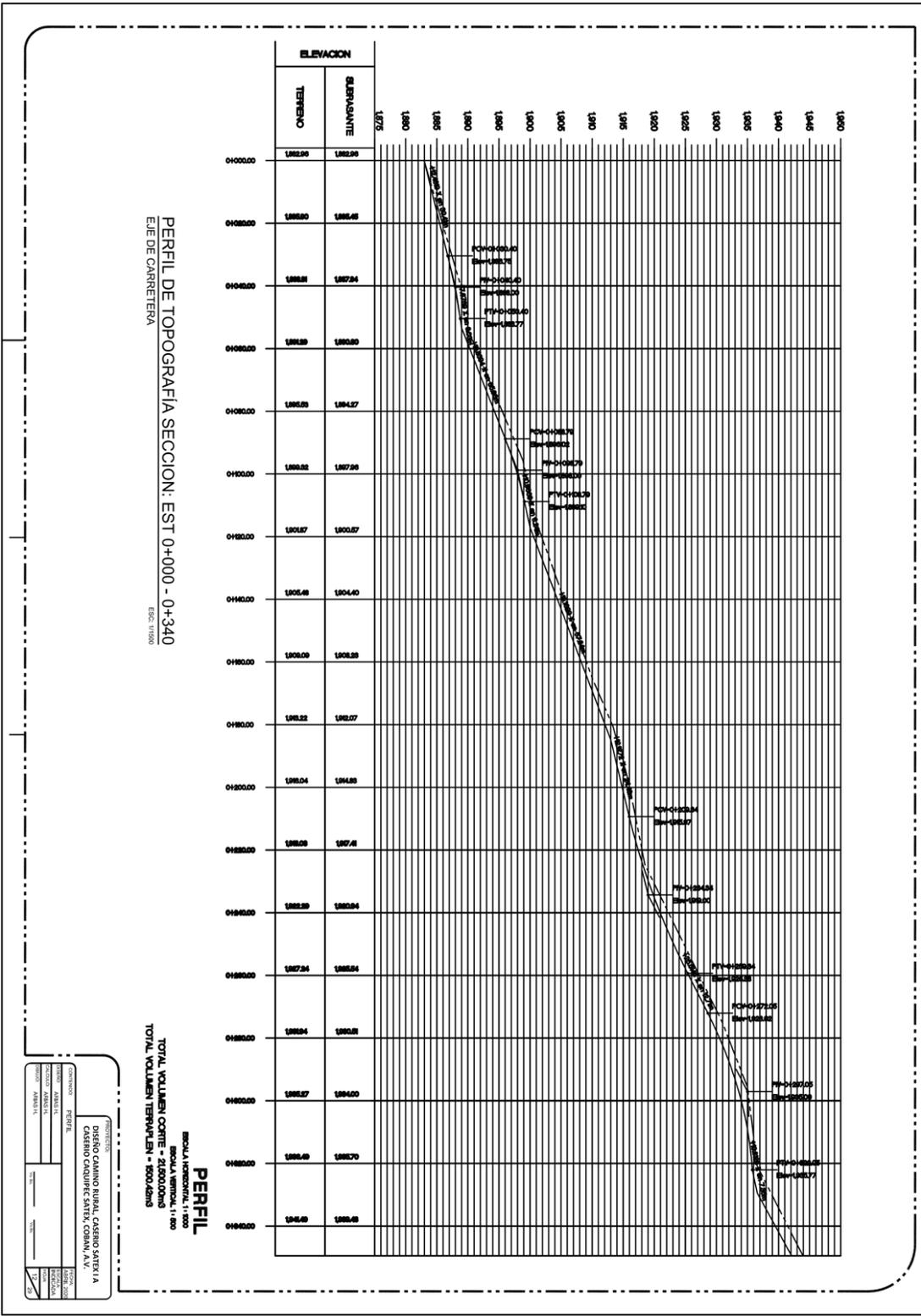
ESCALA: []

| EST. PUNTO | ALTIMETRIA | SEMIANCHO | |
|------------|------------|------------|-------|
| 121 | 1238 | 320°31'14" | 36.78 |
| 122 | 1239 | 320°24'14" | 36.83 |
| 123 | 1240 | 320°17'14" | 36.88 |
| 124 | 1241 | 320°10'14" | 36.93 |
| 125 | 1242 | 320°03'14" | 36.98 |
| 126 | 1243 | 319°56'14" | 37.03 |
| 127 | 1244 | 319°49'14" | 37.08 |
| 128 | 1245 | 319°42'14" | 37.13 |
| 129 | 1246 | 319°35'14" | 37.18 |
| 130 | 1247 | 319°28'14" | 37.23 |
| 131 | 1248 | 319°21'14" | 37.28 |
| 132 | 1249 | 319°14'14" | 37.33 |
| 133 | 1250 | 319°07'14" | 37.38 |
| 134 | 1251 | 319°00'14" | 37.43 |
| 135 | 1252 | 318°53'14" | 37.48 |
| 136 | 1253 | 318°46'14" | 37.53 |
| 137 | 1254 | 318°39'14" | 37.58 |
| 138 | 1255 | 318°32'14" | 37.63 |
| 139 | 1256 | 318°25'14" | 37.68 |
| 140 | 1257 | 318°18'14" | 37.73 |
| 141 | 1258 | 318°11'14" | 37.78 |
| 142 | 1259 | 318°04'14" | 37.83 |
| 143 | 1260 | 317°57'14" | 37.88 |
| 144 | 1261 | 317°50'14" | 37.93 |
| 145 | 1262 | 317°43'14" | 37.98 |
| 146 | 1263 | 317°36'14" | 38.03 |
| 147 | 1264 | 317°29'14" | 38.08 |
| 148 | 1265 | 317°22'14" | 38.13 |
| 149 | 1266 | 317°15'14" | 38.18 |
| 150 | 1267 | 317°08'14" | 38.23 |
| 151 | 1268 | 317°01'14" | 38.28 |
| 152 | 1269 | 316°54'14" | 38.33 |
| 153 | 1270 | 316°47'14" | 38.38 |
| 154 | 1271 | 316°40'14" | 38.43 |
| 155 | 1272 | 316°33'14" | 38.48 |
| 156 | 1273 | 316°26'14" | 38.53 |
| 157 | 1274 | 316°19'14" | 38.58 |
| 158 | 1275 | 316°12'14" | 38.63 |
| 159 | 1276 | 316°05'14" | 38.68 |
| 160 | 1277 | 315°58'14" | 38.73 |
| 161 | 1278 | 315°51'14" | 38.78 |
| 162 | 1279 | 315°44'14" | 38.83 |
| 163 | 1280 | 315°37'14" | 38.88 |
| 164 | 1281 | 315°30'14" | 38.93 |
| 165 | 1282 | 315°23'14" | 38.98 |
| 166 | 1283 | 315°16'14" | 39.03 |
| 167 | 1284 | 315°09'14" | 39.08 |
| 168 | 1285 | 315°02'14" | 39.13 |
| 169 | 1286 | 314°55'14" | 39.18 |
| 170 | 1287 | 314°48'14" | 39.23 |
| 171 | 1288 | 314°41'14" | 39.28 |
| 172 | 1289 | 314°34'14" | 39.33 |
| 173 | 1290 | 314°27'14" | 39.38 |
| 174 | 1291 | 314°20'14" | 39.43 |
| 175 | 1292 | 314°13'14" | 39.48 |
| 176 | 1293 | 314°06'14" | 39.53 |
| 177 | 1294 | 313°59'14" | 39.58 |
| 178 | 1295 | 313°52'14" | 39.63 |
| 179 | 1296 | 313°45'14" | 39.68 |
| 180 | 1297 | 313°38'14" | 39.73 |
| 181 | 1298 | 313°31'14" | 39.78 |
| 182 | 1299 | 313°24'14" | 39.83 |
| 183 | 1300 | 313°17'14" | 39.88 |
| 184 | 1301 | 313°10'14" | 39.93 |
| 185 | 1302 | 313°03'14" | 39.98 |
| 186 | 1303 | 312°56'14" | 40.03 |
| 187 | 1304 | 312°49'14" | 40.08 |
| 188 | 1305 | 312°42'14" | 40.13 |
| 189 | 1306 | 312°35'14" | 40.18 |
| 190 | 1307 | 312°28'14" | 40.23 |
| 191 | 1308 | 312°21'14" | 40.28 |
| 192 | 1309 | 312°14'14" | 40.33 |
| 193 | 1310 | 312°07'14" | 40.38 |
| 194 | 1311 | 312°00'14" | 40.43 |
| 195 | 1312 | 311°53'14" | 40.48 |
| 196 | 1313 | 311°46'14" | 40.53 |
| 197 | 1314 | 311°39'14" | 40.58 |
| 198 | 1315 | 311°32'14" | 40.63 |
| 199 | 1316 | 311°25'14" | 40.68 |
| 200 | 1317 | 311°18'14" | 40.73 |
| 201 | 1318 | 311°11'14" | 40.78 |
| 202 | 1319 | 311°04'14" | 40.83 |
| 203 | 1320 | 310°57'14" | 40.88 |
| 204 | 1321 | 310°50'14" | 40.93 |
| 205 | 1322 | 310°43'14" | 40.98 |
| 206 | 1323 | 310°36'14" | 41.03 |
| 207 | 1324 | 310°29'14" | 41.08 |
| 208 | 1325 | 310°22'14" | 41.13 |
| 209 | 1326 | 310°15'14" | 41.18 |
| 210 | 1327 | 310°08'14" | 41.23 |
| 211 | 1328 | 310°01'14" | 41.28 |
| 212 | 1329 | 309°54'14" | 41.33 |
| 213 | 1330 | 309°47'14" | 41.38 |
| 214 | 1331 | 309°40'14" | 41.43 |
| 215 | 1332 | 309°33'14" | 41.48 |
| 216 | 1333 | 309°26'14" | 41.53 |
| 217 | 1334 | 309°19'14" | 41.58 |
| 218 | 1335 | 309°12'14" | 41.63 |
| 219 | 1336 | 309°05'14" | 41.68 |
| 220 | 1337 | 308°58'14" | 41.73 |
| 221 | 1338 | 308°51'14" | 41.78 |
| 222 | 1339 | 308°44'14" | 41.83 |
| 223 | 1340 | 308°37'14" | 41.88 |
| 224 | 1341 | 308°30'14" | 41.93 |
| 225 | 1342 | 308°23'14" | 41.98 |
| 226 | 1343 | 308°16'14" | 42.03 |
| 227 | 1344 | 308°09'14" | 42.08 |
| 228 | 1345 | 308°02'14" | 42.13 |
| 229 | 1346 | 307°55'14" | 42.18 |
| 230 | 1347 | 307°48'14" | 42.23 |
| 231 | 1348 | 307°41'14" | 42.28 |
| 232 | 1349 | 307°34'14" | 42.33 |
| 233 | 1350 | 307°27'14" | 42.38 |
| 234 | 1351 | 307°20'14" | 42.43 |
| 235 | 1352 | 307°13'14" | 42.48 |
| 236 | 1353 | 307°06'14" | 42.53 |
| 237 | 1354 | 306°59'14" | 42.58 |
| 238 | 1355 | 306°52'14" | 42.63 |
| 239 | 1356 | 306°45'14" | 42.68 |
| 240 | 1357 | 306°38'14" | 42.73 |
| 241 | 1358 | 306°31'14" | 42.78 |
| 242 | 1359 | 306°24'14" | 42.83 |
| 243 | 1360 | 306°17'14" | 42.88 |
| 244 | 1361 | 306°10'14" | 42.93 |
| 245 | 1362 | 306°03'14" | 42.98 |
| 246 | 1363 | 305°56'14" | 43.03 |
| 247 | 1364 | 305°49'14" | 43.08 |
| 248 | 1365 | 305°42'14" | 43.13 |
| 249 | 1366 | 305°35'14" | 43.18 |
| 250 | 1367 | 305°28'14" | 43.23 |
| 251 | 1368 | 305°21'14" | 43.28 |
| 252 | 1369 | 305°14'14" | 43.33 |
| 253 | 1370 | 305°07'14" | 43.38 |
| 254 | 1371 | 305°00'14" | 43.43 |
| 255 | 1372 | 304°53'14" | 43.48 |
| 256 | 1373 | 304°46'14" | 43.53 |
| 257 | 1374 | 304°39'14" | 43.58 |
| 258 | 1375 | 304°32'14" | 43.63 |
| 259 | 1376 | 304°25'14" | 43.68 |
| 260 | 1377 | 304°18'14" | 43.73 |
| 261 | 1378 | 304°11'14" | 43.78 |
| 262 | 1379 | 304°04'14" | 43.83 |
| 263 | 1380 | 303°57'14" | 43.88 |
| 264 | 1381 | 303°50'14" | 43.93 |
| 265 | 1382 | 303°43'14" | 43.98 |
| 266 | 1383 | 303°36'14" | 44.03 |
| 267 | 1384 | 303°29'14" | 44.08 |
| 268 | 1385 | 303°22'14" | 44.13 |
| 269 | 1386 | 303°15'14" | 44.18 |
| 270 | 1387 | 303°08'14" | 44.23 |
| 271 | 1388 | 303°01'14" | 44.28 |
| 272 | 1389 | 302°54'14" | 44.33 |
| 273 | 1390 | 302°47'14" | 44.38 |
| 274 | 1391 | 302°40'14" | 44.43 |
| 275 | 1392 | 302°33'14" | 44.48 |
| 276 | 1393 | 302°26'14" | 44.53 |
| 277 | 1394 | 302°19'14" | 44.58 |
| 278 | 1395 | 302°12'14" | 44.63 |
| 279 | 1396 | 302°05'14" | 44.68 |
| 280 | 1397 | 301°58'14" | 44.73 |
| 281 | 1398 | 301°51'14" | 44.78 |
| 282 | 1399 | 301°44'14" | 44.83 |
| 283 | 1400 | 301°37'14" | 44.88 |
| 284 | 1401 | 301°30'14" | 44.93 |
| 285 | 1402 | 301°23'14" | 44.98 |
| 286 | 1403 | 301°16'14" | 45.03 |
| 287 | 1404 | 301°09'14" | 45.08 |
| 288 | 1405 | 301°02'14" | 45.13 |
| 289 | 1406 | 300°55'14" | 45.18 |
| 290 | 1407 | 300°48'14" | 45.23 |
| 291 | 1408 | 300°41'14" | 45.28 |
| 292 | 1409 | 300°34'14" | 45.33 |
| 293 | 1410 | 300°27'14" | 45.38 |
| 294 | 1411 | 300°20'14" | 45.43 |
| 295 | 1412 | 300°13'14" | 45.48 |
| 296 | 1413 | 300°06'14" | 45.53 |
| 297 | 1414 | 300°00'00" | 45.58 |



PLANTA DE TOPOGRAFIA SECCION: 135-188
 EJE DE CARRETERA
 ESC: 1/1000

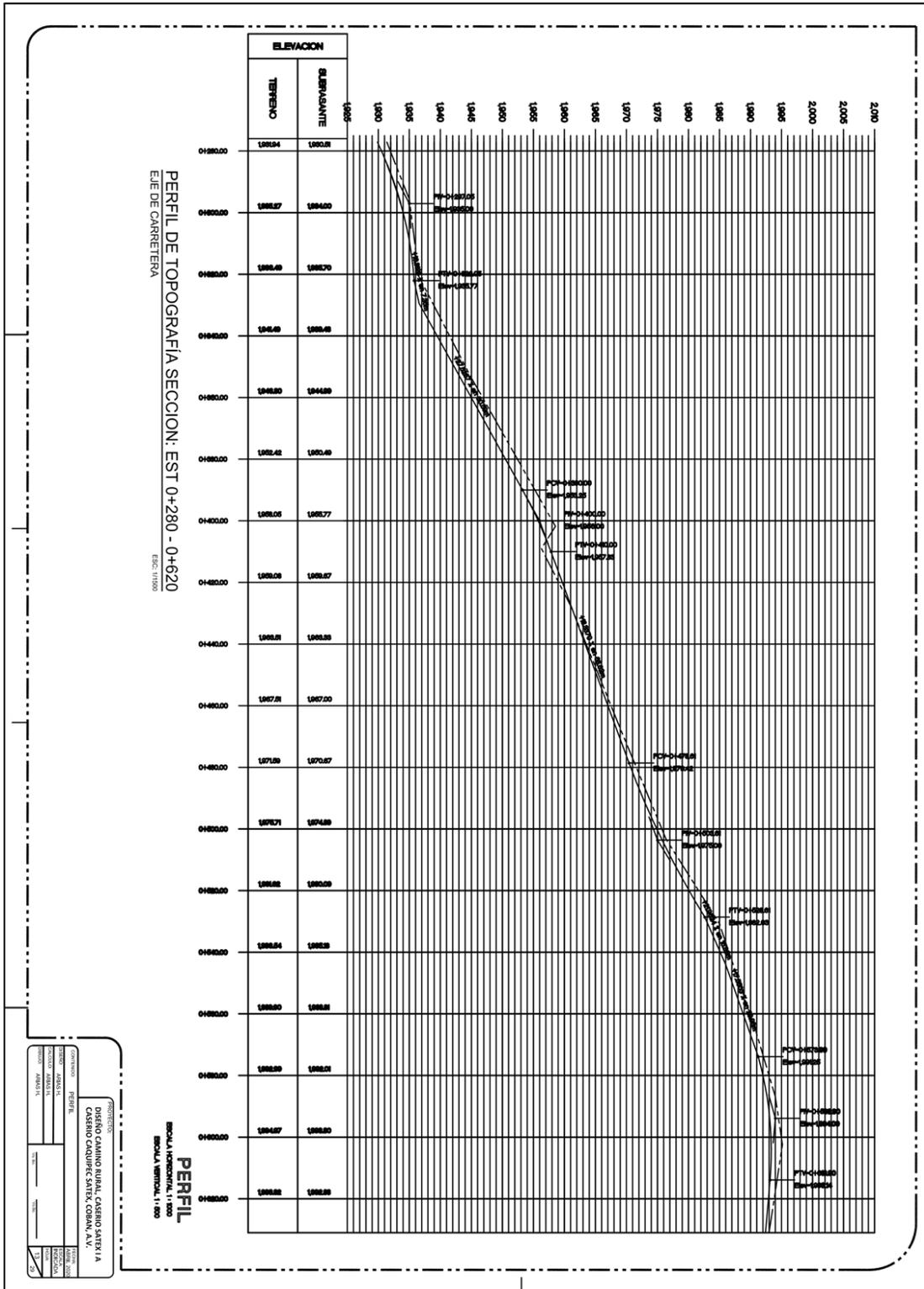
| | |
|--|---------------------|
| PROYECTO: CAMINO RURAL CASERIO ATRETA LA CASERIO CAQUIRECAITEK, COBANA, A.V. | |
| CLIENTE: MANAGERIA GENERAL DE TOPOGRAFIA | FECHA: 2010 |
| ELABORADO: MANAGERIA | REVISADO: MANAGERIA |
| APROBADO: MANAGERIA | FECHA: 2010 |

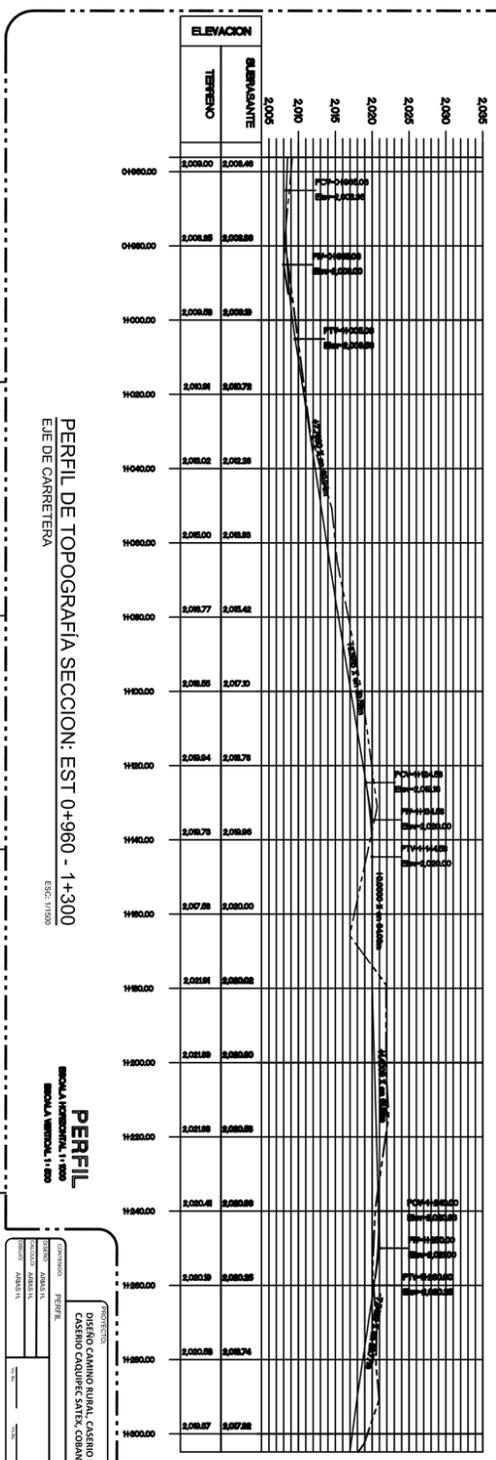
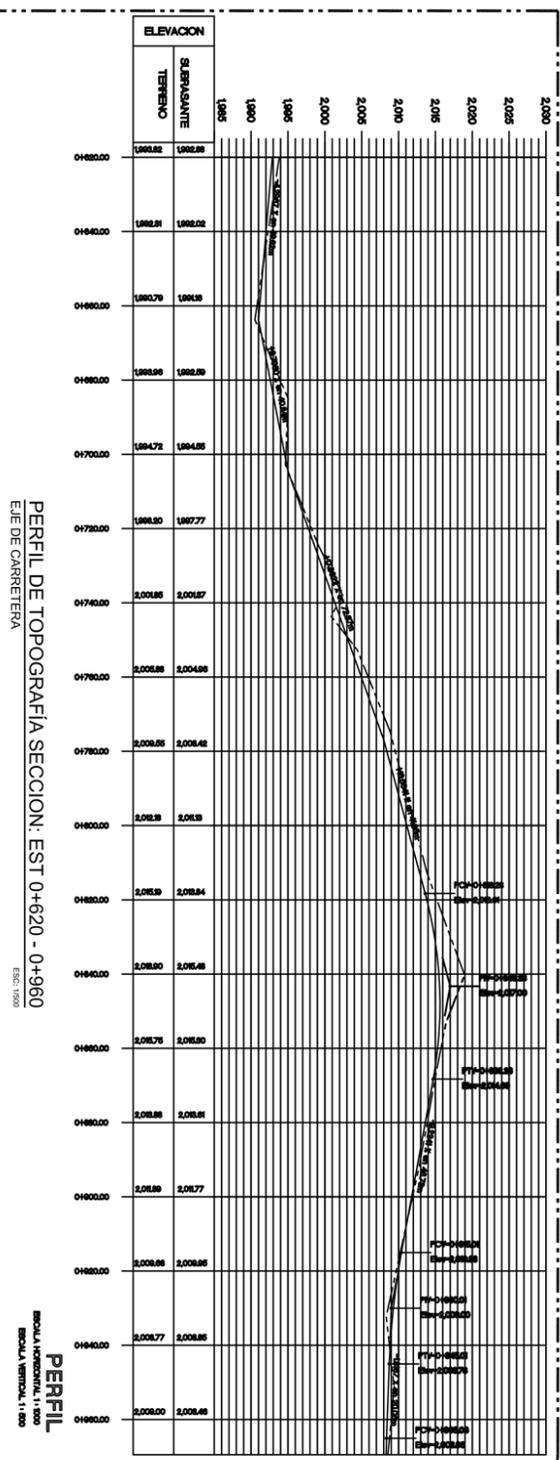


PERFIL DE TOPOGRAFIA SECCION: EST 0+000 - 0+340
 EJE DE CARRETERA

PERFIL
 ESCALA HORIZONTAL: 1:500
 ESCALA VERTICAL: 1:500
 TOTAL VOLUMEN CORTA = 2120.00m³
 TOTAL VOLUMEN TERRAPLEN = 850.00m³

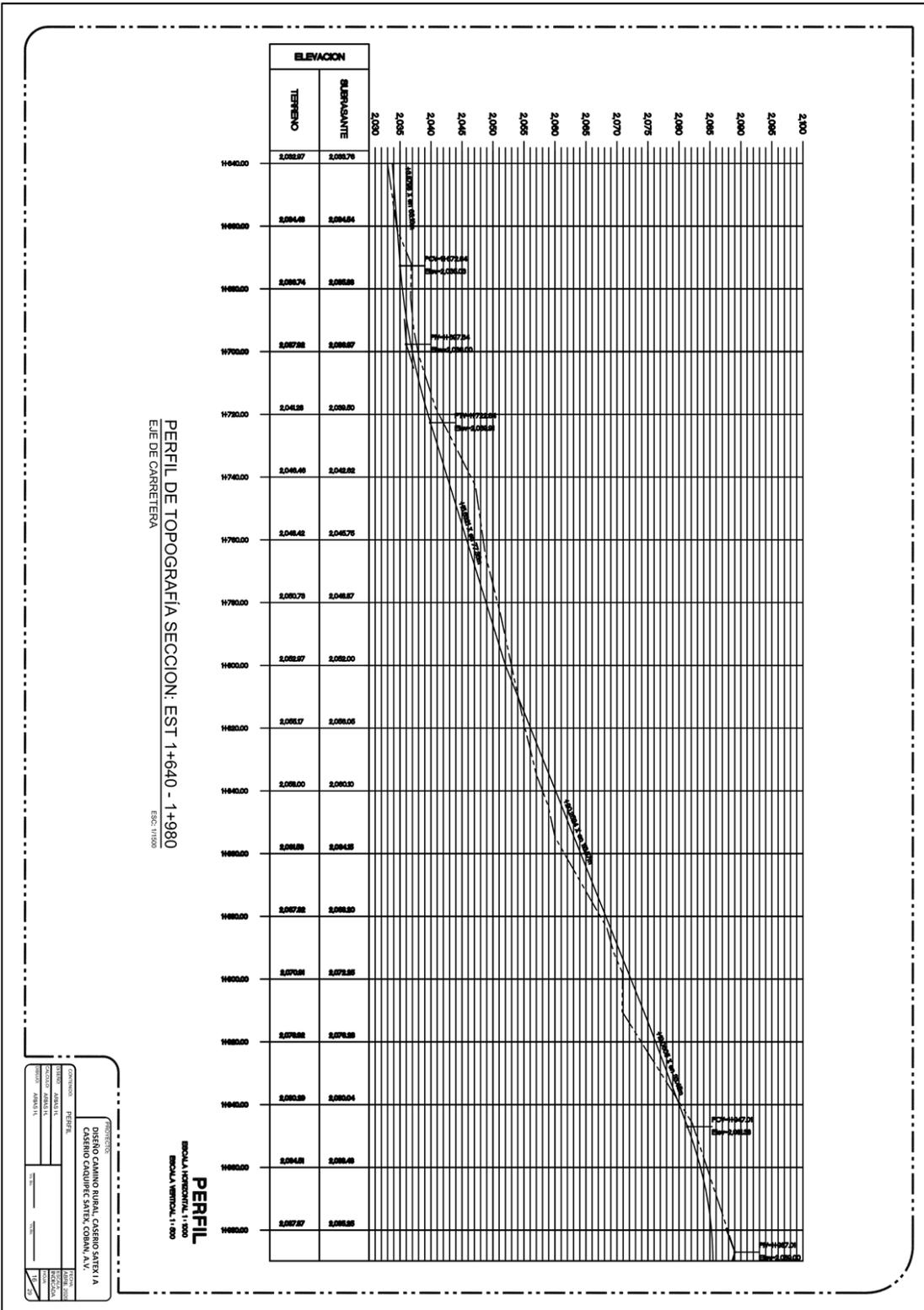
| | |
|------------|---|
| PROYECTO | RECONSTRUCCION DEL CAMINO RURAL CASERIO CAZUELA |
| CLIENTE | CASERIO EQUIPAC SATELIT COBAM, S.A.S |
| CONDOMINIO | PERIFERICO |
| PROYECTO | PERIFERICO |
| ESTADO | CAJAMARCA |
| MUNICIPIO | PERIFERICO |
| FECHA | 15/07/2023 |
| HOJA | 01 DE 01 |





PROYECTO: CAMINO RURAL CASERIO ATRETA LA CASERIO CAQUIRE SATEK, COBANA, A.V.

| | | |
|-------------|-------|----------|
| CONVENIO | FECHA | PROYECTO |
| INSTRUMENTO | FECHA | PROYECTO |
| CONVENIO | FECHA | PROYECTO |
| CONVENIO | FECHA | PROYECTO |

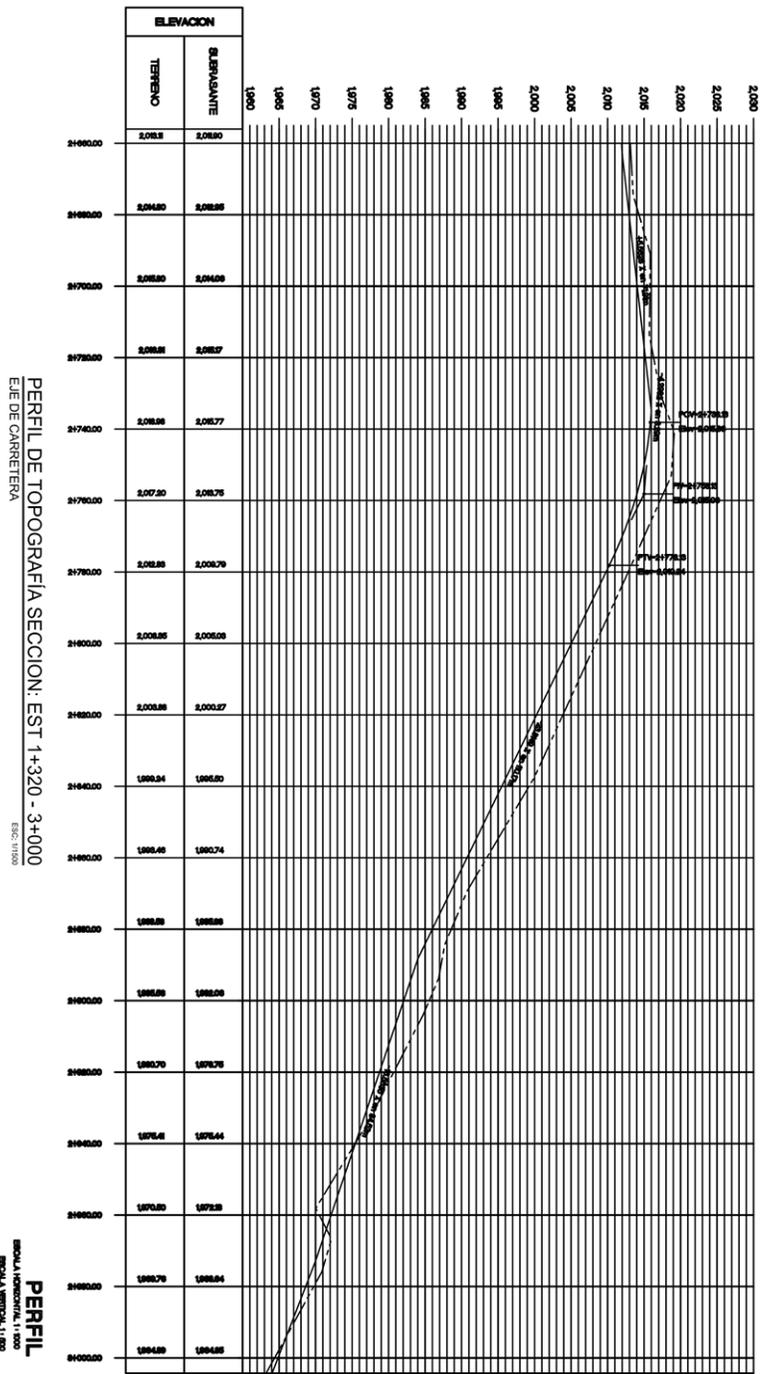


PERFIL DE TOPOGRAFIA SECCION: EST 1+640 - 1+980
EJE DE CARRETERA

ESQ. 11008

PERFIL
ESCALA HORIZONTAL, 1:500
ESCALA VERTICAL, 1:100

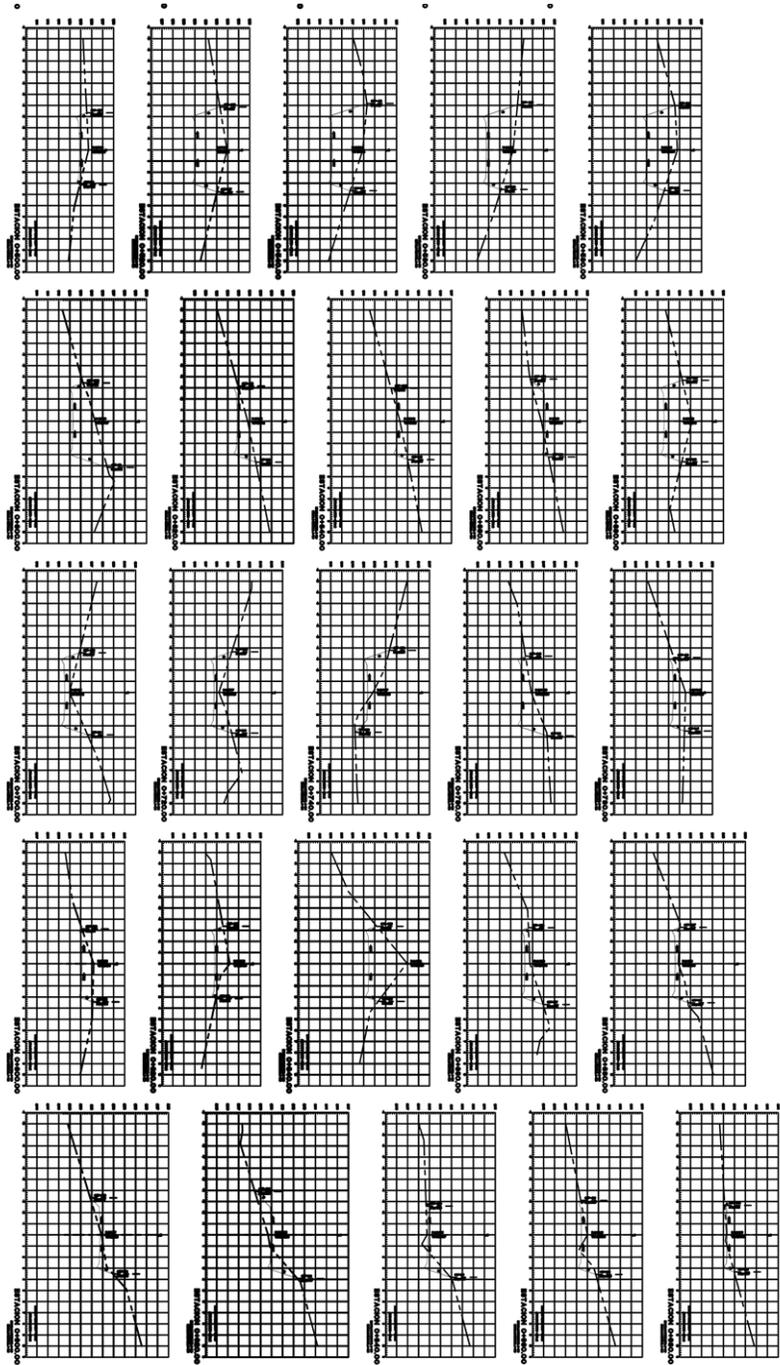
| | |
|-------------|--|
| PROYECTO | RECONSTRUCCION DEL CAMINO RURAL, CANTON CATAYA, CASERIO CAQUIPEC SATIE, COMA, A.V. |
| CLIENTE | INSTITUTO VECINAL CAQUIPEC SATIE |
| FECHA | 15/05/2011 |
| HOJA | 10 DE 10 |
| ESCALA | 1:500 |
| PROYECTANTE | ING. JUAN CARLOS GONZALEZ |
| REVISOR | ING. JUAN CARLOS GONZALEZ |
| APROBADO | ING. JUAN CARLOS GONZALEZ |



PERFIL DE TOPOGRAFIA SECCION: EST 1+320 - 3+000
EJE DE CARRETERA

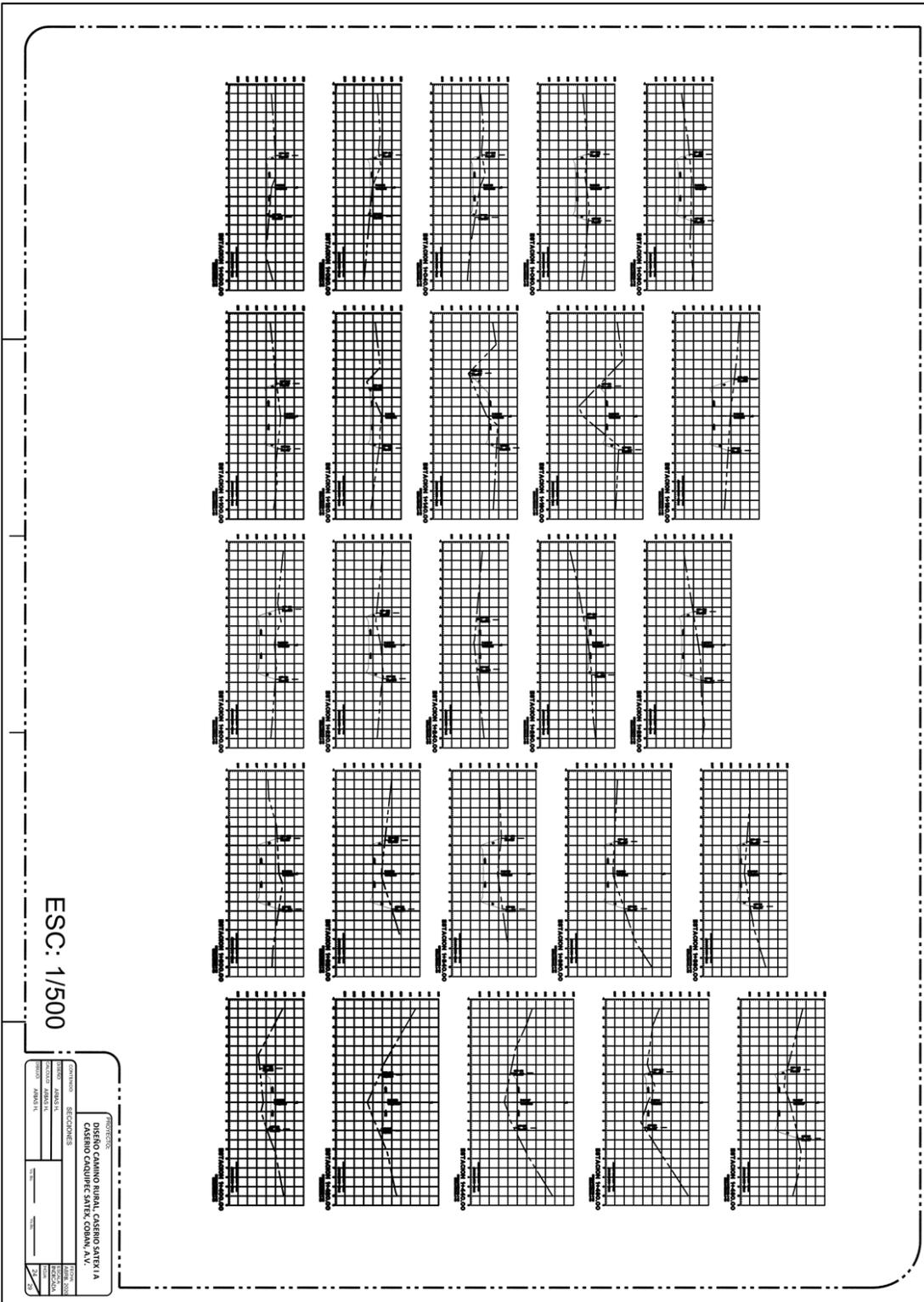
PERFIL
ESCALA HORIZONTAL 1:100
ESCALA VERTICAL 1:100

| | | | |
|-------------------------------------|--|------------|--|
| PROYECTO | | REVISION | |
| CARRERA NACIONAL, CASERIO SANTA IJA | | 1 | |
| CASERIO CAQUIPECATEIX, COBAN, A.T. | | 1 | |
| DISEÑADO | | FECHA | |
| REVISADO | | 15/05/2005 | |
| AUTORIZADO | | 15/05/2005 | |
| APROBADO | | 15/05/2005 | |



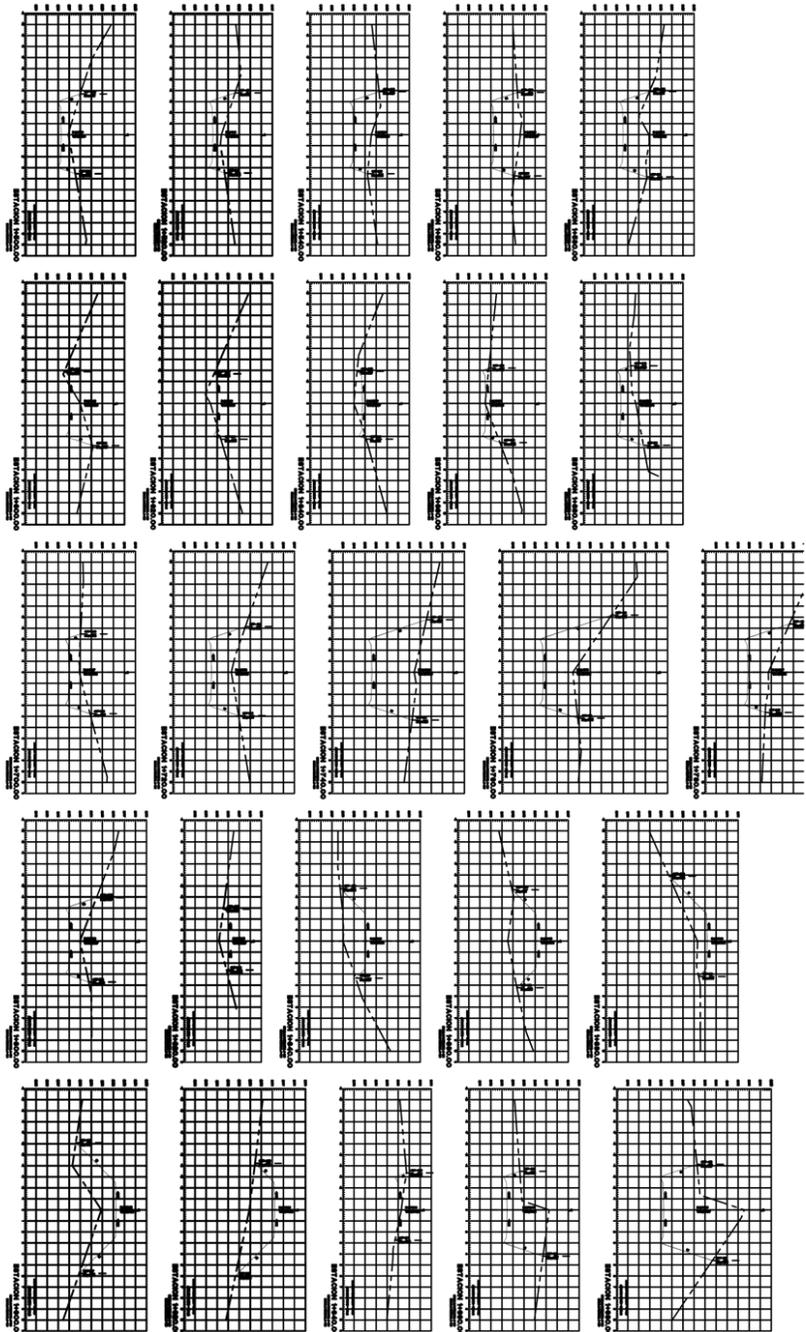
ESC: 1/500

| | | | |
|--------------|--------|--------------------------------------|--------|
| PROJECT: | | COLUMBIAN MOUNTAIN CASINO CENTER / A | |
| CONTRACT: | | CASINO EQUIPMENT CENTER, A/V | |
| DATE: | SCALE: | DATE: | SCALE: |
| 10/15/11 | 1/500 | 10/15/11 | 1/500 |
| DRAWN BY: | | CHECKED BY: | |
| M. J. MURPHY | | M. J. MURPHY | |



ESC: 1/500

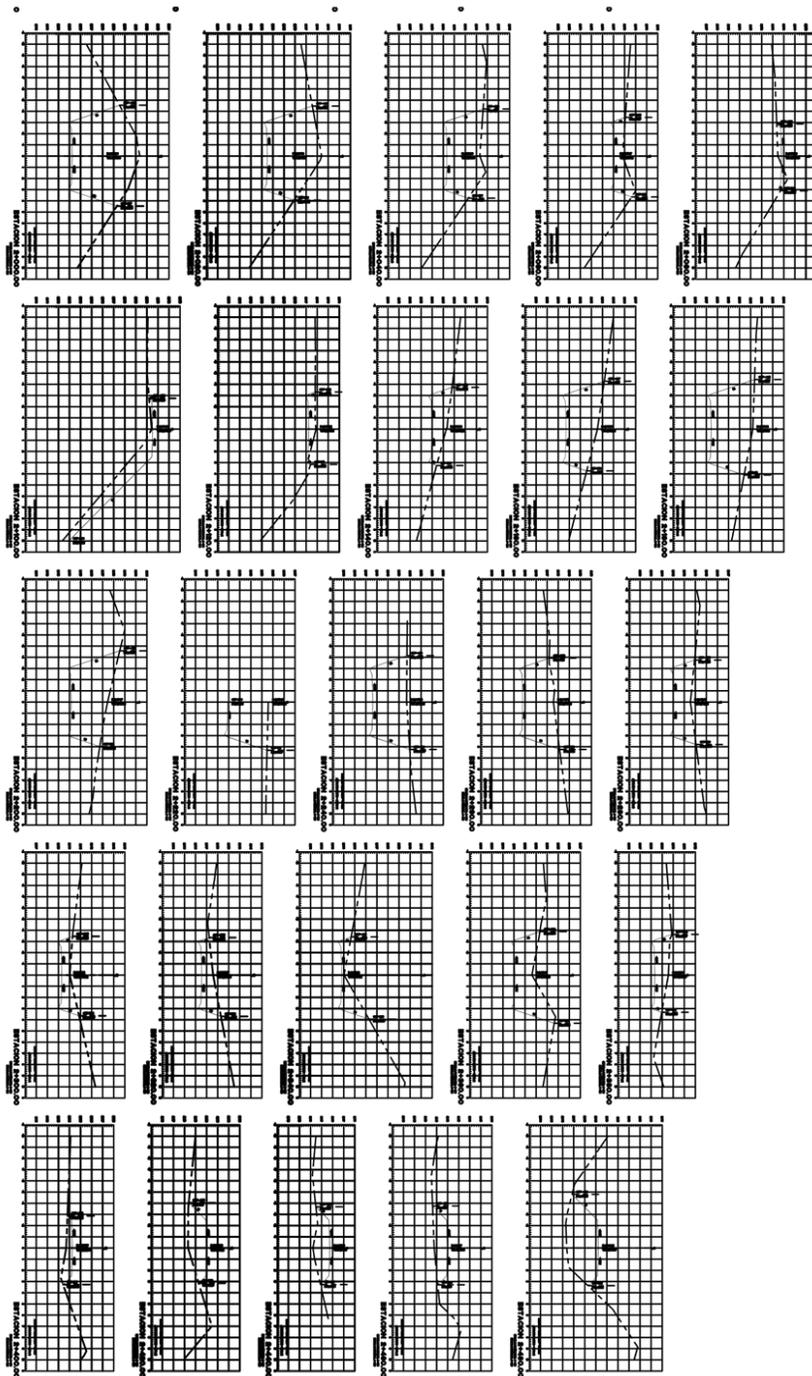
| | | | |
|-------------------------------------|------------------|------------------------------------|------------------|
| PROYECTO CASINO PUNAL CASINO SATRÚA | | CASINO CAQUIPE SATRÚA, CHINA, A.V. | |
| ESCALA: | 1/500 | FECHA: | 20/05/2017 |
| PROYECTISTA: | ING. JUAN CARLOS | PROYECTISTA: | ING. JUAN CARLOS |
| PROYECTISTA: | ING. JUAN CARLOS | PROYECTISTA: | ING. JUAN CARLOS |
| PROYECTISTA: | ING. JUAN CARLOS | PROYECTISTA: | ING. JUAN CARLOS |



ESC: 1/500

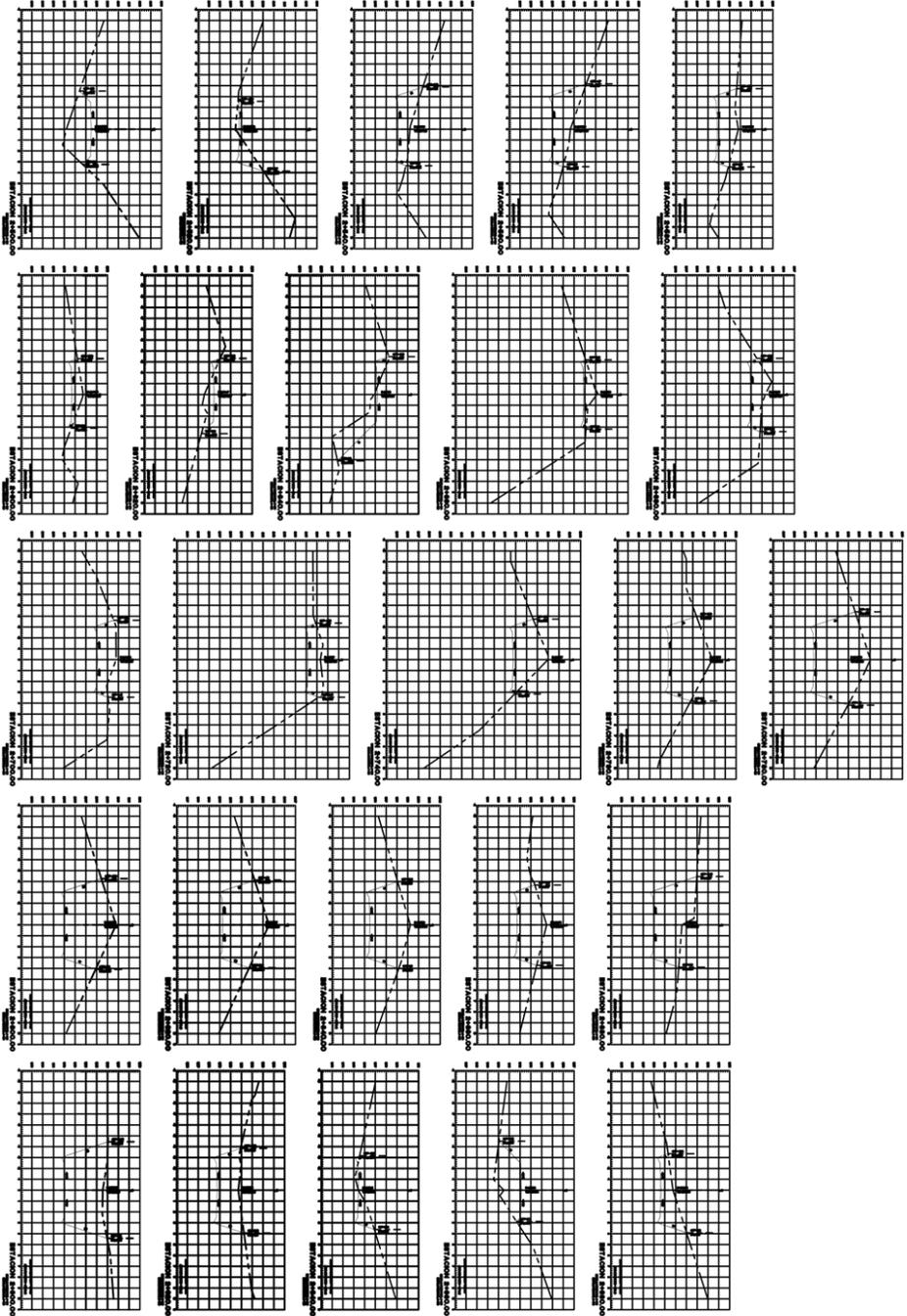
PROYECTO: CASINO RURAL CASINO ARTX I A
 CASINO CASQUEP SATEX, COBIMA, AV

| | | | |
|------------|----------------------------------|--------|--------|
| CONDOMINIO | SECCIONES | FECHA | 20 |
| PROYECTO | ARTX I A | ESTADO | COBIMA |
| PROYECTO | CASINO RURAL | ESTADO | COBIMA |
| PROYECTO | CASINO CASQUEP SATEX | ESTADO | COBIMA |
| PROYECTO | CASINO CASQUEP SATEX, COBIMA, AV | ESTADO | COBIMA |



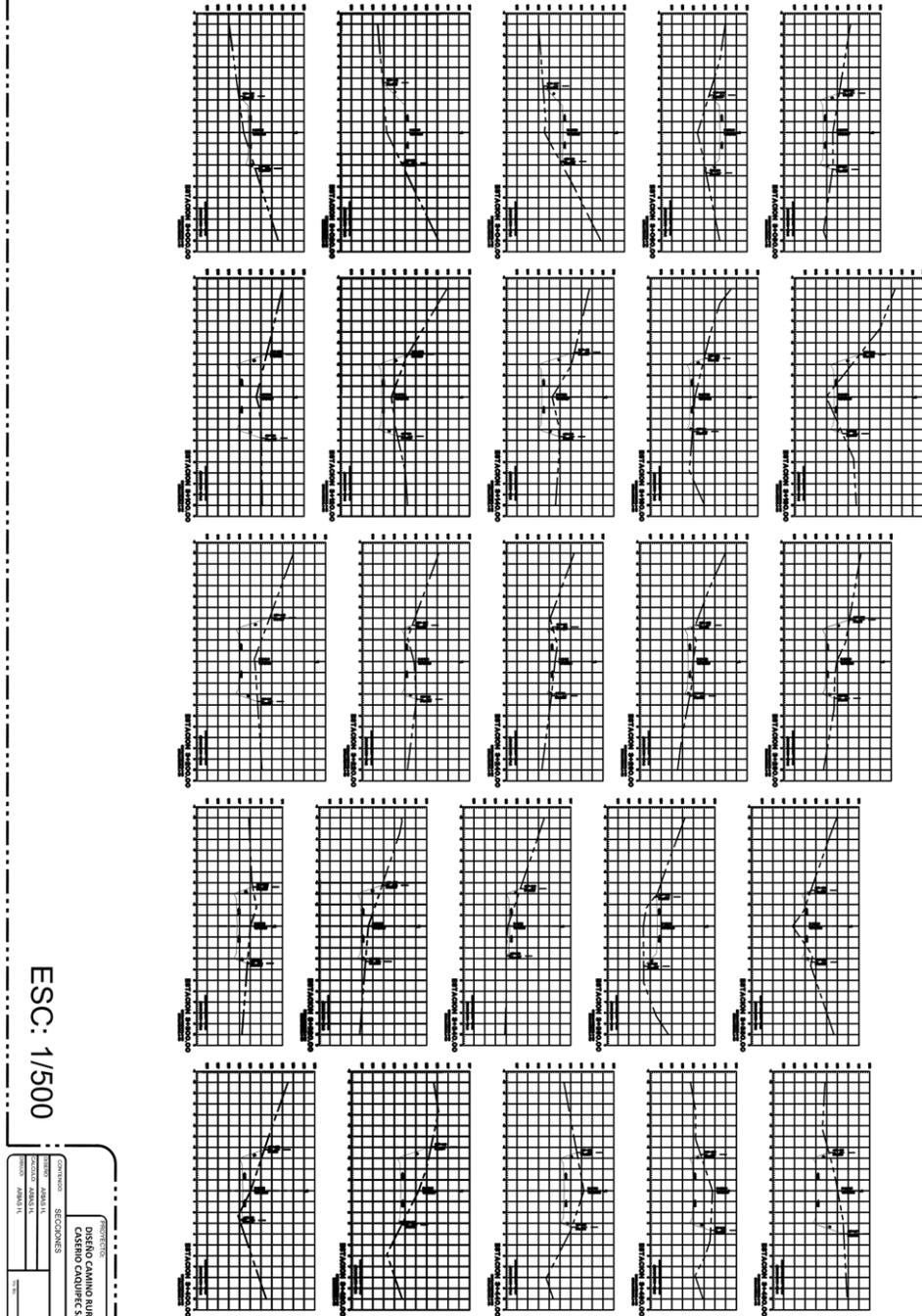
ESC: 1/500

| | | | |
|----------|--|-------------------------------------|--|
| PROYECTO | | CANTINO RURAL, CASERIO ESTERIA | |
| CLIENTE | | CASERIO CAQUIPEC SANTA, COBAN, A.T. | |
| FECHA | | 2007 | |
| AUTOR | | J. J. J. | |
| REVISOR | | J. J. J. | |
| APROBADO | | J. J. J. | |
| Escala | | 1/500 | |



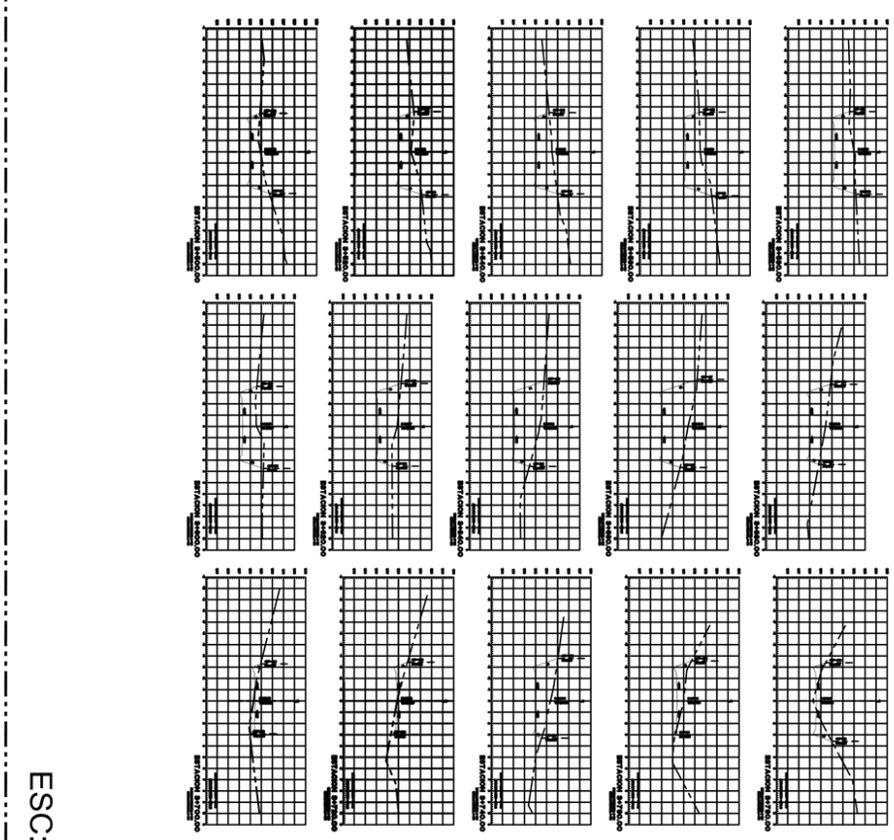
ESC: 1/500

| | | | |
|------------------------------------|-----------|------------|----------|
| PROYECTO | | FECHA | |
| CAMINO PUERTA CASERIO CAZUYA | | 27/02/2010 | |
| CASERIO EQUIPES MATEX, COBAM, A.P. | | PROYECTO | |
| CONDOMINIO | SECCIONES | PROYECTO | FECHA |
| PROYECTO | PROYECTO | PROYECTO | PROYECTO |
| PROYECTO | PROYECTO | PROYECTO | PROYECTO |
| PROYECTO | PROYECTO | PROYECTO | PROYECTO |



ESC: 1/500

| | | | |
|--|-----------------|--------------------|-----------------|
| PROYECTO | | SECCIONES | |
| DISEÑO CAMINO RURAL CASERIO SATENA I A | | | |
| CASERIO CAQUIPEC SATENA, COBÁN, A.T. | | | |
| ESTACION MONITOREO | ESTACION BARRIO | ESTACION MONITOREO | ESTACION BARRIO |
| ESTACION MONITOREO | ESTACION BARRIO | ESTACION MONITOREO | ESTACION BARRIO |
| ESTACION MONITOREO | ESTACION BARRIO | ESTACION MONITOREO | ESTACION BARRIO |
| ESTACION MONITOREO | ESTACION BARRIO | ESTACION MONITOREO | ESTACION BARRIO |
| ESTACION MONITOREO | ESTACION BARRIO | ESTACION MONITOREO | ESTACION BARRIO |



ESC: 1/500

| | |
|---|--|
| PROYECTO: CAMINO RURAL CASINO SANTA I.A. CASINO CASQUIC SATEX COBAM, AV. | |
| CONSULTOR: SERVICIOS TECNOLÓGICOS S.A.S. | FECHA: 2023 |
| CLIENTE: CASINO CASQUIC SATEX COBAM, AV. | ESCALA: 1/500 |
| DISEÑADO POR: JUAN CARLOS GONZALEZ | APROBADO POR: JUAN CARLOS GONZALEZ |