

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCABELICA

(Creado por ley N° 25265)

FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS CIVIL AMBIENTAL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL – LIRCAY



TESIS

**ESTUDIO COMPARATIVO DEL DISEÑO GEOMÉTRICO DE UNA
CARRETERA CON LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO (ESTACIÓN
TOTAL Y MODELO DIGITAL GOOGLE EARTH), EN LA PROVINCIA
DE ANGARAES - HUANCABELICA**

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

INFRAESTRUCTURA VIAL

PRESENTADO POR:

Bach. ORE HUAMAN, Maribel

Bach. QUICHCA SOTACURO, Wilmer

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

HUANCABELICA, PERÚ

2021



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS FINAL DE INVESTIGACION
CIENTIFICA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA DE CIVIL



EN LA CIUDAD DE LIRCAY DEL DIA 30 DE DICIEMBRE DEL 2021, SIENDO LAS 4:00 P.M; EN CUMPLIMIENTO A LA DIRECTIVA N° 001-VRAC-UNH, APROBADO CON RESOLUCIÓN N° 355-2020-CU-UNH (20/07/2020), MEDIANTE LA PLATAFORMA VIRTUAL MEET SE REUNIERON LOS MIEMBROS DEL JURADO DESIGNADO CON RESOLUCIÓN DE CONSEJO DE FACULTAD VIRTUAL N° 213-2021-FIMCA-UNH (20/07/2021) CONFORMADO EN LA SIGUIENTE MANERA:

PRESIDENTE : MG. MEDINA CHAMPE DEDICACION MIGUEL

SECRETARIO : ARQ. SALAS TOCASCA HUGO CAMILO

VOCAL : ING. ÑAHUI GASPAR ANDRES ZOSIMO

Y EN CUMPLIMIENTO A LA RESOLUCIÓN DE CONSEJO DE FACULTAD VIRTUAL N° 378-2021-FIMCA-UNH, DE HORA Y FECHA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS TITULADO: "ESTUDIO COMPARATIVO DEL DISEÑO GEOMÉTRICO DE UNA CARRETERA CON LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO (ESTACIÓN TOTAL Y MODELO DIGITAL GOOGLE EARTH), EN LA PROVINCIA DE ANGARAES - HUANCAMELICA".

CUYO AUTORES:

BACHILLER (S):

QUICHCA SOTACURO WILMER

ORE HUAMAN MARIBEL

A FIN DE PROCEDER CON LA SUSTENTACION DE LA TESIS FINAL DE INVESTIGACION CIENTIFICA

ACTO SEGUIDO SE INVITA A LOS SUSTENTANTES Y PÚBLICO EN GENERAL ABANDONAR LA PLATAFORMA DEL MEET POR UNOS MINUTOS PARA LA DELIBERACIÓN DE LOS RESULTADOS; LUEGO SE INVITÓ A PASAR NUEVAMENTE A LA PLATAFORMA DEL MEET A LOS SUSTENTANTES Y PÚBLICO EN GENERAL, EN LA QUE SE DA LA LECTURA DEL ACTA DE SUSTENTACIÓN, SIENDO EL RESULTADO APROBADO POR MAYORIA, CULMINANDO A LAS 6:00 P.M, Y SE DA POR CONCLUIDO EL ACTO DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS.

BACHILLER: QUICHCA SOTACURO WILMER

MIEMBROS:	RESULTADO FINAL:
PRESIDENTE	APROBADO POR MAYORIA
SECRETARIO	
VOCAL	

BACHILLER: ORE HUAMAN MARIBEL

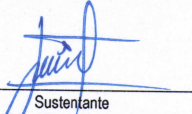
MIEMBROS:	RESULTADO FINAL:
PRESIDENTE	APROBADO POR MAYORIA
SECRETARIO	
VOCAL	

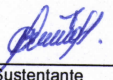
EN CONFORMIDAD A LO ACTUADO FIRMAMOS AL PIE DEL PRESENTE.

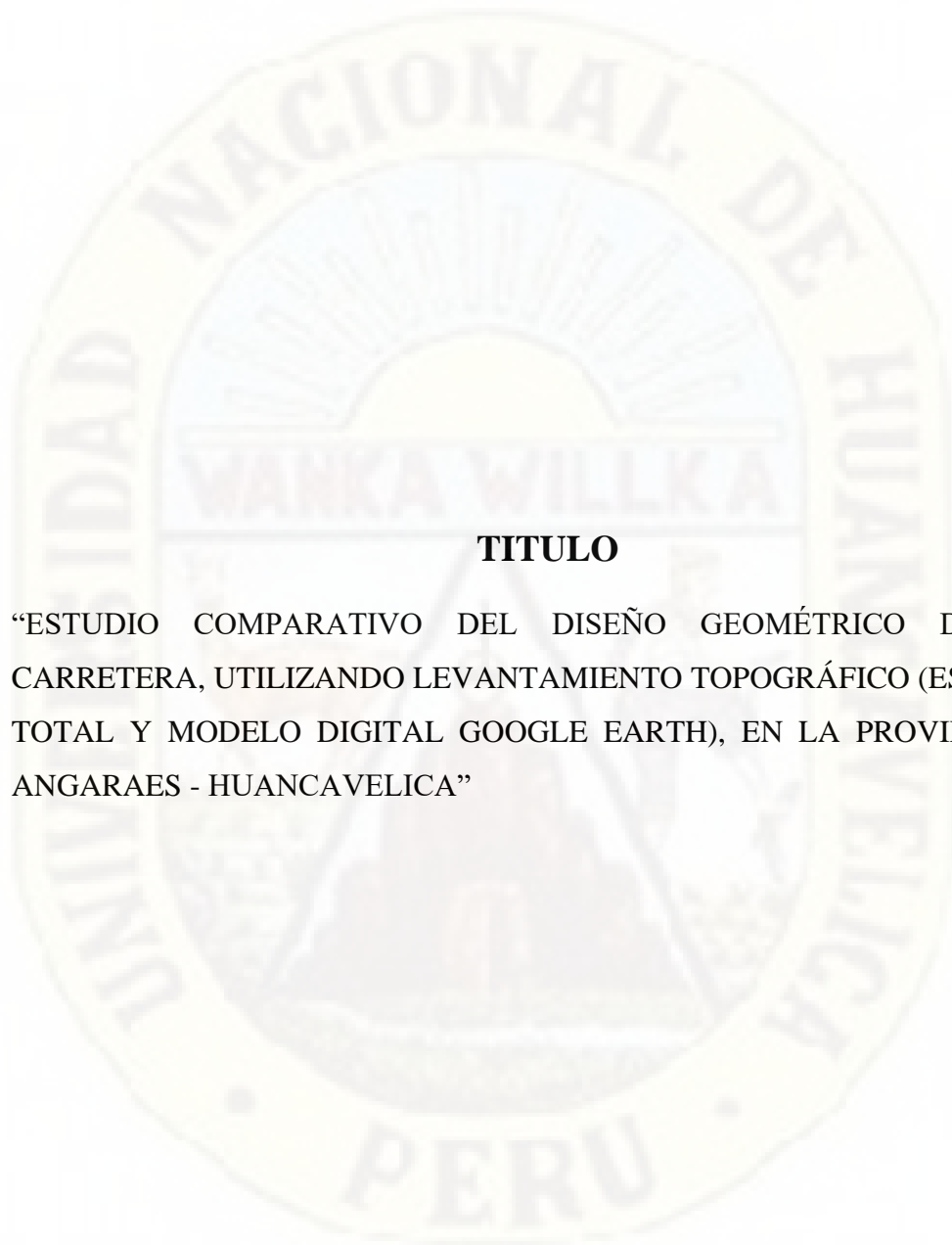

Presidente
MG. MEDINA CHAMPE DEDICACION MIGUEL


Secretario
ARQ. SALAS TOCASCA HUGO CAMILO


Vocal
ING. ÑAHUI GASPAR ANDRES ZOSIMO

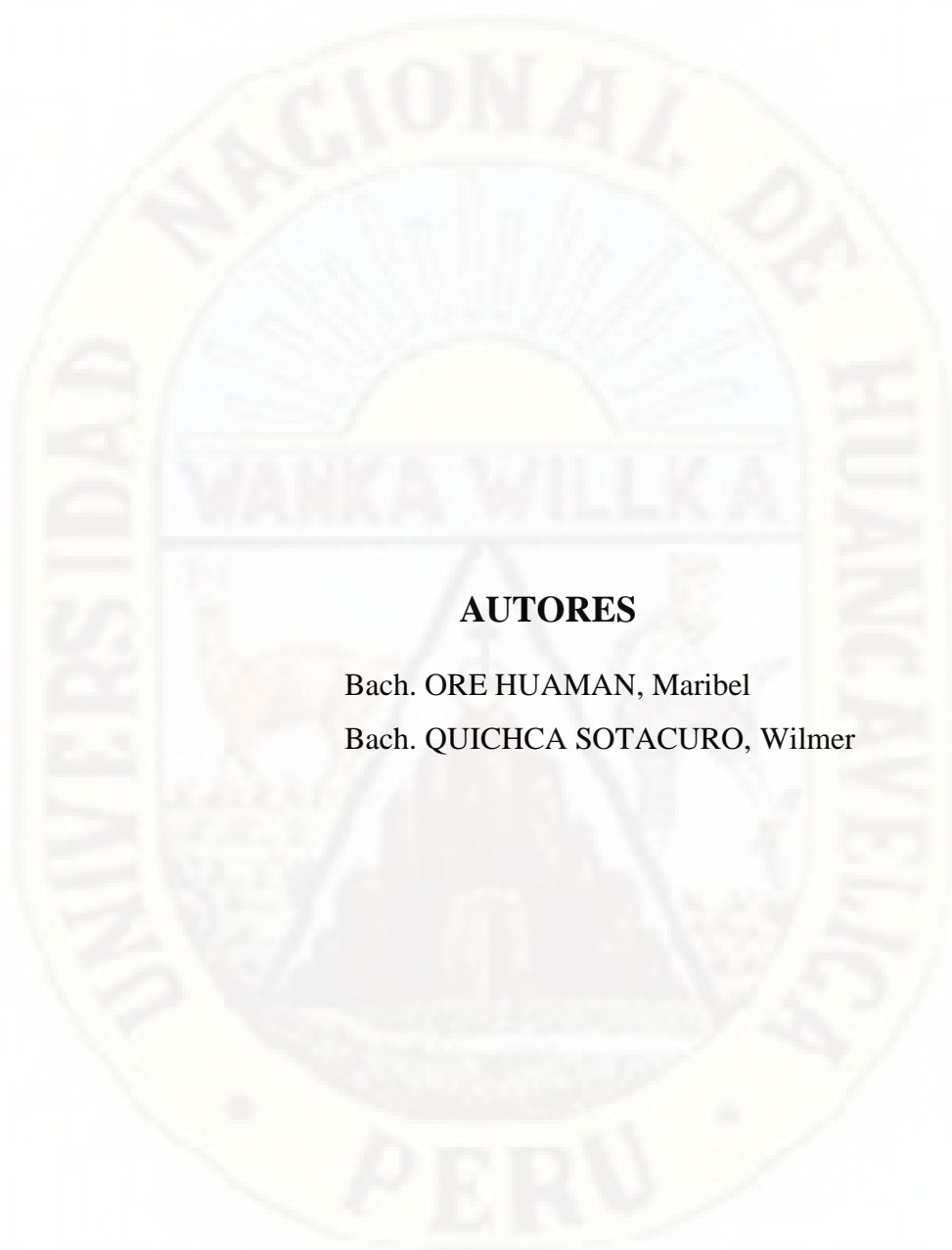

Sustentante
QUICHCA SOTACURO WILMER


Sustentante
ORE HUAMAN MARIBEL



TITULO

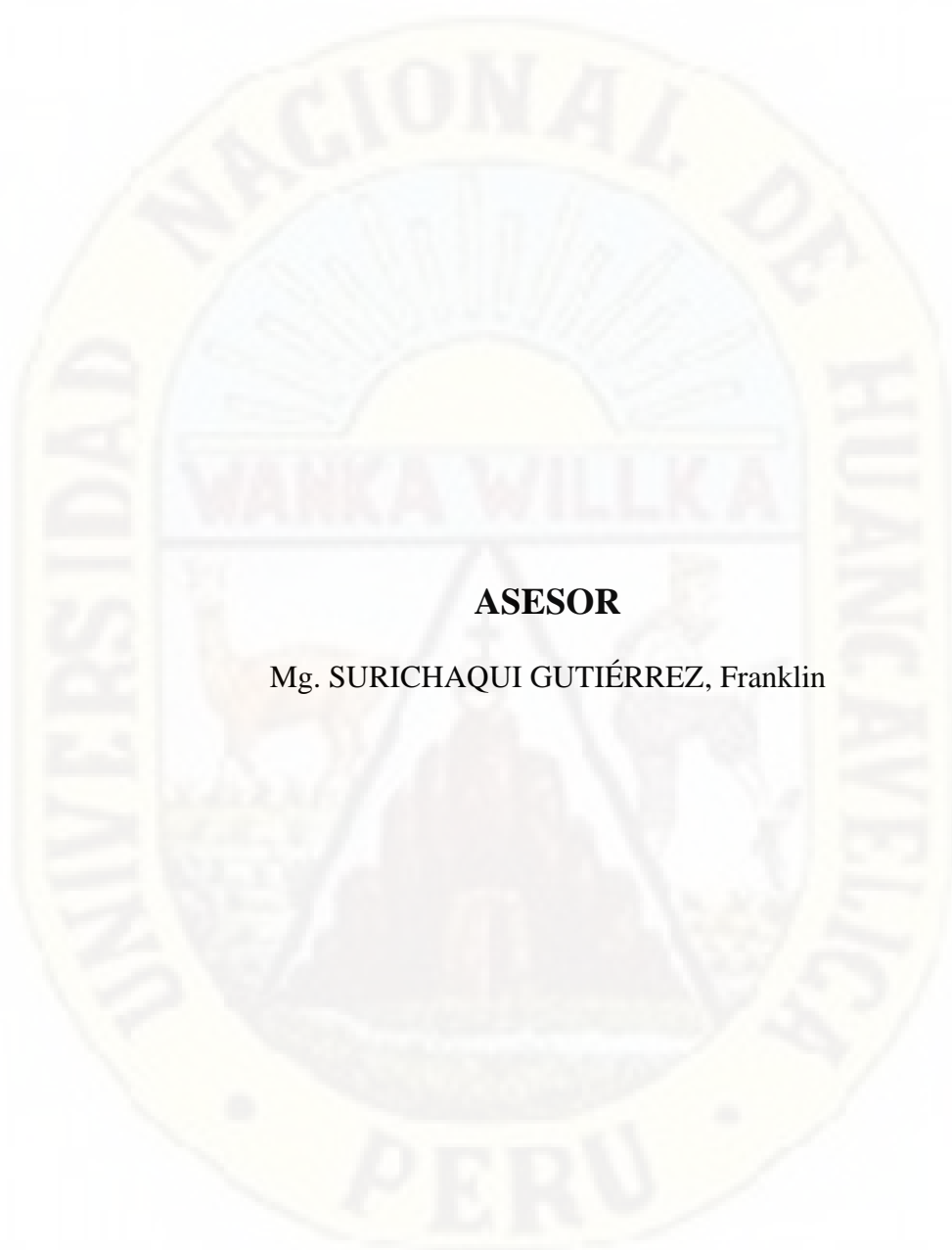
“ESTUDIO COMPARATIVO DEL DISEÑO GEOMÉTRICO DE UNA CARRETERA, UTILIZANDO LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO (ESTACIÓN TOTAL Y MODELO DIGITAL GOOGLE EARTH), EN LA PROVINCIA DE ANGARAES - HUANCVELICA”



AUTORES

Bach. ORE HUAMAN, Maribel

Bach. QUICHCA SOTACURO, Wilmer



ASESOR

Mg. SURICHAQUI GUTIÉRREZ, Franklin

AGRADECIMIENTO

A dios, por todas las bendiciones puestas durante nuestra formación académica y nuestro desempeño profesional.

A nuestros padres y demás familiares, quienes con su apoyo incondicional y aporte han hecho posible el desarrollo integral de esta investigación.

A nuestros docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil – Lircay, quienes nos han brindado una formación académica de calidad. Asimismo, nos han impartido aportes a fin de dar iniciativa a la elaboración de esta investigación.

A nuestro asesor Mg. Surichaqui Gutiérrez, Franklin por toda la enseñanza, asesoría, aportes y paciencia, que han hecho posible la culminación satisfactoria de esta investigación.

Bach. ORE HUAMAN, Maribel

Bach. QUICHCA SOTACURO, Wilmer

TABLA DE CONTENIDO

TITULO	iii
AUTORES	iv
ASESOR	v
AGRADECIMIENTO	vi
RESUMEN.....	xv
ABSTRACT.....	xvii
INTRODUCCIÓN	xix

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	21
1.1.DESCRIPCIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	21
1.1.1.PROBLEMA GENERAL	23
1.1.2.PROBLEMAS ESPECÍFICOS	23
1.2.OBJETIVOS	24
1.2.1.OBJETIVO GENERAL	24
1.2.2.OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	24
1.3.JUSTIFICACIÓN	25

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO.....	27
2.1.ANTECEDENTES.....	27
2.1.1.INTERNACIONAL	27
2.1.2.NACIONAL.....	28
2.1.3.LOCAL	30
2.2.BASES TEÓRICAS SOBRE EL TEMA DE INVESTIGACIÓN	31
2.3.BASES CONCEPTUALES	31
2.3.1.TOPOGRAFÍA	31
2.3.2.SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL (GPS)	35
2.3.3.CARACTERÍSTICAS DE LA GENERACIÓN DE SATÉLITES.	36
2.3.4.CONTROL POSICIONAL DE PUNTOS	37
2.3.5.TEORÍA DE ERRORES.....	38

2.3.6.LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO	43
2.3.7.GOOGLE EARTH.....	44
2.3.8.MODELOS DIGITALES DE TERRENO (MDT)	48
2.3.9.DISEÑO GEOMÉTRICO DE CARRETERA.....	49
2.4.DEFINICIÓN DE TÉRMINOS	58
2.5.HIPÓTESIS.....	61
2.5.1.HIPÓTESIS GENERAL	61
2.5.2.HIPÓTESIS ESPECÍFICOS	61
2.6.VARIABLES	61
2.6.1.VARIABLE 1	61
2.6.2.VARIABLE 2	62
2.7.OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	62
CAPÍTULO III	
MATERIALES Y MÉTODOS	63
3.1.MATERIALES E INSTRUMENTOS	63
3.1.1.MATERIALES	63
3.1.2.INSTRUMENTOS.....	64
3.2.METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN.....	65
3.2.1.UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO	65
3.2.2.VÍAS DE ACCESO	65
3.2.3.TIPO DE INVESTIGACIÓN	66
3.2.4.NIVEL DE INVESTIGACIÓN	66
3.2.5.POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO	66
3.2.6.TÉCNICAS PARA RECOLECCIÓN DE DATOS.....	68
3.2.7.TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS	77
3.2.8.ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.....	104
CAPÍTULO IV	
DISCUSIÓN DE RESULTADOS	121
4.1.VOLUMEN DE EXPLANACIÓN	124
4.2.OPTIMIZACIÓN DEL TIEMPO	128

4.3.OPTIMIZACIÓN DE COSTOS	131
4.4.EXACTITUD POSICIONAL DE LOS DATOS UTM	133
CONCLUSIONES	135
RECOMENDACIONES	136
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	137
APÉNDICE.....	139

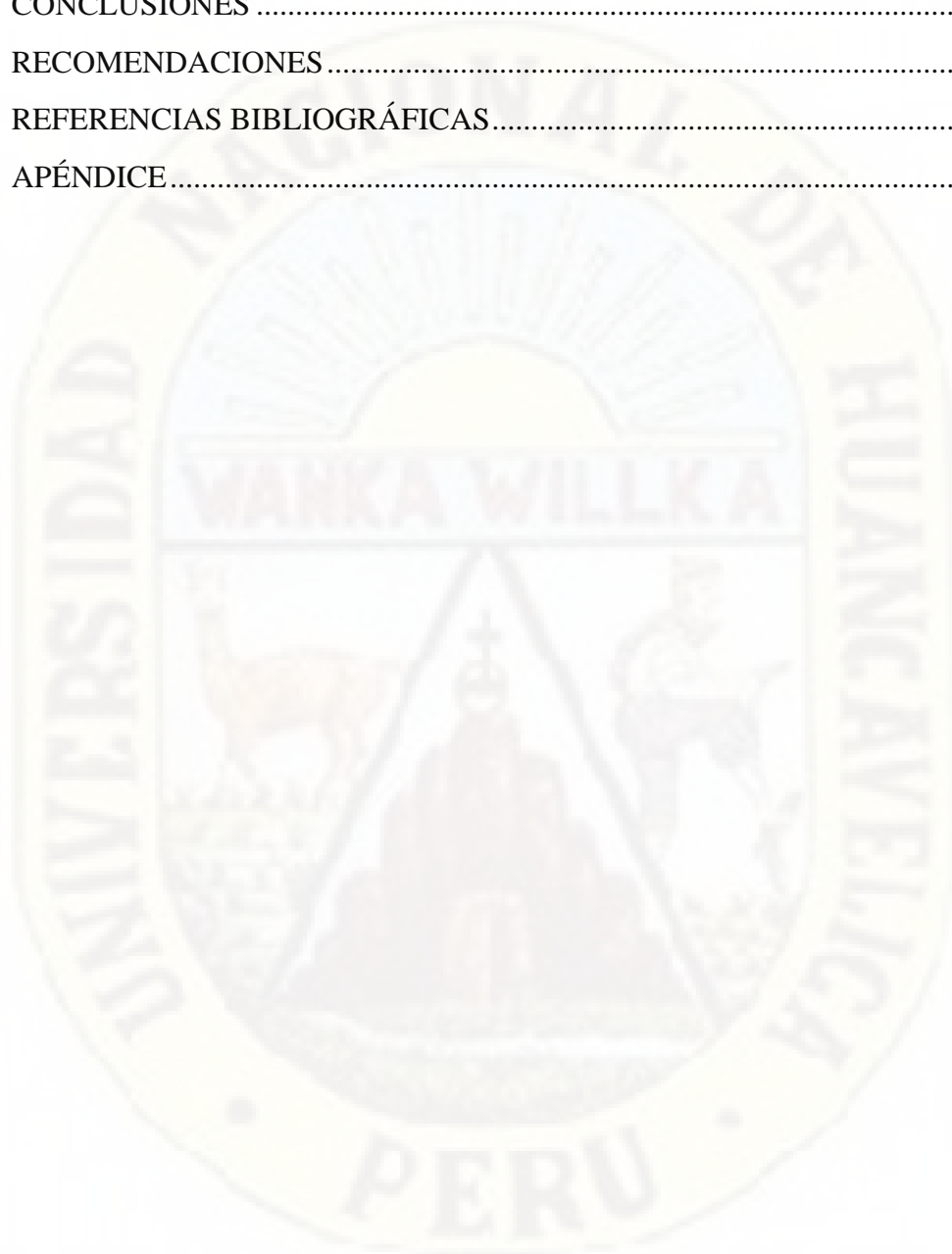


TABLA DE CONTENIDO DE CUADROS

Cuadro 1. Rangos de la velocidad de diseño en función a la clasificación de la carretera por demanda y orografía.	50
Cuadro 2. Longitudes de tramos en tangente.	51
Cuadro 3. Radios mínimos y peraltes máximos para diseño de carreteras.	52
Cuadro 4. Pendientes máximas (%).	55
Cuadro 5. Valores referenciales para taludes en corte (Relación H: V).	58
Cuadro 6. Taludes referenciales en zonas de relleno (terraplenes).	58
Cuadro 7. Ubicación geográfica - Coordenadas UTM de las localidades de intervención.	65
Cuadro 8. Vías de accesos a las localidades de intervención.	65
Cuadro 9. Coordenadas UTM del punto geodésico.	69
Cuadro 10. Configuraciones de equipo antes del levantamiento topográfico.	71
Cuadro 11. Configuraciones del estacionamiento y/o georreferenciación.	72
Cuadro 12. Configuraciones para iniciar con recolección de puntos.	75
Cuadro 13. Configuraciones de exportación de puntos.	78
Cuadro 14. Selección de la velocidad de diseño.	85
Cuadro 15. Selección de las longitudes de tramos en tangente.	86
Cuadro 16. Selección del radio mínimo y peralte máximo para el diseño.	86
Cuadro 17. Selección del valor del peralte.	87
Cuadro 18. Selección de la pendiente máxima (%) para el diseño.	87
Cuadro 19. Selección del valor del bombeo de la calzada.	88
Cuadro 20. Valores referenciales para taludes en corte (Relación H: V).	89
Cuadro 21. Taludes referenciales en zonas de relleno (terraplenes).	89
Cuadro 22. Volumen de explanación por el método directo – Estación Total.	104
Cuadro 23. Volumen de explanación por el método indirecto – Google Earth.	107
Cuadro 24. Comparación de volumen de corte y relleno.	110
Cuadro 25. Consideraciones para el cálculo del tiempo – Estación Total.	116
Cuadro 26. Consideraciones para el cálculo del tiempo – Google Earth.	116
Cuadro 27. Comparación del tiempo empleado para el diseño geométrico de la carretera.	117

Cuadro 28. Consideraciones para el cálculo del costo – Estación Total.....	118
Cuadro 29. Consideraciones para el cálculo del costo – Google Earth.	118
Cuadro 30. Comparación de los costos para el diseño geométrico de la carretera. .	119
Cuadro 31. Volumen de explanación por el método directo – Estación Total.	124
Cuadro 32. Análisis de los datos de la variable tiempo.	129
Cuadro 33. Análisis de los datos de la variable costo.	131



TABLA DE CONTENIDO DE FIGURAS

Figura 1. Los seis planos orbitales de la constelación GPS.	36
Figura 2. Características de las generaciones de satélites GPS.....	37
Figura 3. Precisión y exactitud.....	40
Figura 4. Histogramas.	41
Figura 5. Elementos principales del Google Earth.	46
Figura 6. Versiones del Google Earth, según nivel de prestación.	47
Figura 7. Elementos de la curva.....	52
Figura 8. Configuraciones recomendables.....	53
Figura 9. Tipos de curvas verticales convexas y cóncavas.	55
Figura 10. Tipos de curvas verticales simétricas y asimétricas.	56
Figura 11. Sección transversal típica en tangente.....	56
Figura 12. Ubicación política de la zona de estudio.	65
Figura 13. Partes principales del Estación Total Trimble M3.	69
Figura 14. Instalación del equipo topográfico (estación total) en el punto geodésico autorizado por el IGN.	71
Figura 15. Ubicación del punto estratégico de salida.	74
Figura 16. Traslado de puntos de control hasta la zona de estudio.....	74
Figura 17. Personal que intervino durante el trabajo de levantamiento topográfico.	76
Figura 18. Cambios de estación en el proceso de levantamiento topográfico.	76
Figura 19. Identificación de zona de trabajo.....	79
Figura 20. Trazado del área de trabajo.....	80
Figura 21. Definición de la zona de trabajo.	80
Figura 22. Exportación al Google Mapper de la zona de trabajo.....	81
Figura 23. Guardado de puntos de control del Google Earth.....	81
Figura 24. Configuración inicial de Google Mapper.	82
Figura 25. Configuración de la proyección de datos.....	82
Figura 26. Procesamiento de los datos importados.....	83
Figura 27. Obtención de las curvas con la configuración personalizada.	83
Figura 28. Definición del formato de exportación.	84

Figura 29. Tipos de vehículos más comunes que transitan por la zona en estudio....	85
Figura 30. Configuraciones del espacio de dibujo.	90
Figura 31. Verificación de la extensión del archivo de puntos a importar.	90
Figura 32. Procedimiento de importación de puntos.	91
Figura 33. Representación gráfica planimétrica de los puntos importados.	91
Figura 34. Configuraciones de creación de la superficie.	92
Figura 35. Representación gráfica de la superficie creada.....	93
Figura 36. Diseño del alineamiento horizontal de la carretera.	93
Figura 37. Creación de curvas horizontales.	94
Figura 38. Etiquetado de los elementos de la curva horizontal.	94
Figura 39. Creación de la Cuadro de elementos de la curva.....	95
Figura 40. Creación del perfil de la carretera.....	95
Figura 41. Creación de la rasante.....	96
Figura 42. Configuraciones para la creación del sobre ancho de la carretera.....	96
Figura 43. Representación gráfica del sobre ancho de la carretera.....	97
Figura 44. Creación del corredor de la carretera.....	97
Figura 45. Representación gráfica en planta de la carretera con todos sus elementos.	98
Figura 46. Creación de la superficie del corredor de la carretera.	98
Figura 47. Representación gráfica de la superficie del corredor de la carretera.	99
Figura 48. Configuraciones para la creación del sampleado.....	99
Figura 49. Creación del sampleado de la línea de muestra.	100
Figura 50. Creación del sampleado del tipo de terreno.....	100
Figura 51. Procedimiento para la creación del cómputo de materiales.....	101
Figura 52. Configuraciones para la creación de las secciones transversales.	102
Figura 53. Representación gráfica de las secciones transversales.	102
Figura 54. Configuraciones para obtener el reporte de volumen.	103
Figura 55. Obtención del reporte de volumen.....	103
Figura 56. Análisis de la población y obtención de la muestra.....	113
Figura 57. Consignación de los datos de las variables de la muestra.	114

Figura 58. Consignación de los datos de las variables de la muestra.	114
Figura 59. Selección del tipo de proceso estadístico para análisis de datos.	115
Figura 60. Obtención de resultados del análisis de datos – variable volumen de explanación.	115
Figura 61. Obtención de resultados del análisis de datos – variable tiempo.	117
Figura 62. Obtención de resultados del análisis de datos – variable costo.	119
Figura 63. Obtención de resultados del análisis de datos – variable UTM.....	120
Figura 64. Resultados estadísticos para una muestra de dos variables – volumen de explanación.	127
Figura 65. Resultados de la prueba t para una muestra de dos variables – volumen de explanación.	128
Figura 66. Resultados estadísticos para una muestra de una variable - tiempo.	129
Figura 67. Resultados de la prueba t para una muestra de una variable – tiempo. ..	129
Figura 68. Gráfico de los tiempos empleados en el diseño geométrico de la carretera.	130
Figura 69. Resultados estadísticos para una muestra de una variable - costo.....	131
Figura 70. Resultados de la prueba t para una muestra de una variable – costo.....	132
Figura 71. Gráfico de los costos para el diseño geométrico de la carretera.....	132
Figura 72. Resultados estadísticos para una muestra de tres variables – UTM.	133
Figura 73. Resultados de la prueba t para una muestra de tres variables – UTM....	133
Figura 74. Resultados estadísticos para una muestra de tres variables – UTM.	134

RESUMEN

El presente trabajo de investigación denominado “ESTUDIO COMPARATIVO DEL DISEÑO GEOMÉTRICO DE UNA CARRETERA, UTILIZANDO LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO (ESTACIÓN TOTAL Y MODELO DIGITAL GOOGLE EARTH), EN LA PROVINCIA DE ANGARAES - HUANCAMELICA” estudia un tramo de aproximadamente 1 + 500 Km, que corresponde a la carretera Piscopampa - Latapuquio.

En el proceso de desarrollo de este presente estudio se ha implementado materiales e instrumentos acorde a la necesidad del trabajo de investigación, que han permitido llevar a cabo todo el proceso de análisis teniendo en cuenta la correcta aplicación de la metodología de investigación, que corresponde al tipo de investigación básica con un nivel de investigación de tipo descriptivo – comparativo, por intermedio del cual se tomaron muestras aleatorias obtenidos a través de los métodos de levantamiento topográfico con estación total y la técnica del modelo digital *Google Earth*, con la finalidad de cumplir el objetivo de elaborar el estudio comparativo del diseño geométrico de la carretera Piscopampa - Latapuquio, utilizando el levantamiento topográfico con estación total y el modelo digital *Google Earth*.

Cabe precisar que se ejecutaron actividades de georreferenciación del área de estudio con un punto de apoyo de GPS y un punto geodésico autorizado por la IGN, que se encuentra en el techo del local de la Municipalidad Provincial de Angaraes, por ello se ha tenido una recopilación de datos UTM por el método tradicional de levantamiento topográfico y la obtención de datos UTM a través del modelo digital *Google Earth*, establecimiento de puntos de control, procesamiento de datos y diseño geométrico de la carretera, análisis del volumen de explanación (corte y relleno), análisis del tiempo empleado para la elaboración del diseño, análisis de los costos de elaboración del diseño y el análisis de la exactitud posicional de datos UTM.

Habiendo desarrollado las metodologías y/o procedimientos correspondientes se ha obtenido una respuesta final a la gran pregunta que se hacían los profesionales, en especial los consultores, dando a conocer de esta forma que para los estudios definitivos de una carretera con la aplicación de un modelo digital de terreno obtenido

a través del levantamiento topográfico con estación total georreferenciados desde la base de los puntos de control de un punto geodésico autorizado por la IGN se ha obtenido las diferencias en comparación con el modelo digital *Google Earth*, por lo que se puede dar a conocer a la sociedad lo siguiente: El modelo digital *Google Earth* por su versatilidad y con un 95% de versatilidad destaca en referencia a la rapidez y la optimización del tiempo, sin embargo no cumple las condiciones de arrojar volúmenes de explanación similares a la metodología tradicional, tampoco cumple las condiciones de la exactitud posicional de los datos UTM obtenido a través de los trabajo de gabinete; mientras que con el levantamiento topográfico se obtiene con exactitud los datos de UTM y así garantiza la confiabilidad del diseño geométrico, para la obtención de las explanaciones (corte y relleno), pero para garantizar el trabajo se requiere mayor tiempo, un costo alto y se requiere mayor cantidad de capacidad humana para el trabajo en campo.

Palabras clave: Topografía; levantamiento topográfico; *Google Earth*; MDT; DG carreteras; exactitud; error.

ABSTRACT

The present research work called "COMPARATIVE STUDY OF THE GEOMETRIC DESIGN OF A ROAD, USING TOPOGRAPHIC SURVEY (TOTAL STATION AND DIGITAL GOOGLE EARTH MODEL), IN THE PROVINCE OF ANGARAES - HUANCVELICA" studies a section of approximately 1 + 500 Km, which the Piscopampa - Latapuquio highway.

This research work called "COMPARATIVE STUDY OF THE GEOMETRIC DESIGN OF A ROAD, USING A TOPOGRAPHIC SURVEY (TOTAL STATION AND GOOGLE EARTH DIGITAL MODEL), IN THE PROVINCE OF ANGARAES - HUANCVELICA" studies a section of approximately 1 + 500 km, which corresponds to the Piscopampa - Latapuquio highway.

In the development process of this present study, materials and instruments have been implemented according to the need for the research work, which have allowed the entire analysis process to be carried out, taking into account the correct application of the research methodology, which corresponds to the type of basic research with a descriptive-comparative research level, through which random samples obtained through topographic survey methods with a total station and the Google Earth digital model technique were taken, in order to meet the objective of elaborating the comparative study of the geometric design of the Piscopampa - Latapuquio highway, using the topographic survey with a total station and the Google Earth digital model.

It should be noted that georeferencing activities were carried out in the study area with a GPS support point and a geodetic point authorized by the IGN, which is located on the roof of the premises of the Provincial Municipality of Angaraes. of UTM data by the traditional topographic survey method and obtaining UTM data through the Google Earth digital model, establishment of control points, data processing and geometric design of the road, analysis of the volume of earthworks (cut and fill) , analysis of the time used for the elaboration of the design, analysis of the costs of elaboration of the design and analysis of the positional accuracy of UTM data.

Having developed the corresponding methodologies and/or procedures, a final answer to the big question asked by professionals, especially consultants, has been obtained,

thus revealing that for the definitive studies of a road with the application of a model digital terrain obtained through the topographical survey with a georeferenced total station from the base of the control points of a geodetic point authorized by the IGN, the differences have been obtained in comparison with the Google Earth digital model, so it can be given to know the following to society: The Google Earth digital model, due to its versatility and with a 95% versatility, stands out in reference to speed and time optimization, however, it does not meet the conditions of throwing volumes of earthworks similar to the traditional methodology, does not meet the conditions of the positional accuracy of the UTM data obtained through the work cabinet; while with the topographical survey, the UTM data is obtained accurately and thus guarantees the reliability of the geometric design, for obtaining the grading (cut and fill), but to guarantee the work, more time is required, a high cost and It requires a greater amount of human capacity for field work.

Keywords: Topography; topographic survey; Google Earth; MDT; DG highways; accuracy; error.

INTRODUCCIÓN

Ante la complejidad de encontrar nuevas alternativas de levantamiento topográfico más eficaz y eficiente, se ha optado por realizar el análisis y evaluación de las diferencias a través de un estudio comparativo del levantamiento topográfico con estación total y el modelo digital *Google Earth*, aplicada al diseño de carreteras. Ya que de acuerdo a la innovación y avance de la tecnología se busca obtener formas de levantamiento topográfico que nos permitan recolectar datos taquimétricos con la debida precisión, la optimización de tiempo y costo.

Asimismo, se busca evaluar si estas formas de obtención de datos a través del levantamiento topográfico cumplen con los estándares del IGN (Instituto Geográfico Nacional), ya que esta es la base fundamental para su implementación en el diseño de una carretera y la posterior obtención de datos como es la determinación de los volúmenes de explanación, sin descuidar los temas de optimización de tiempos y costos en el empleo de estas.

El *Google Earth*, es un programa informático que muestra un globo virtual vinculado y basado en un modelo tridimensional que permite visualizar un mapa que está compuesto por una superposición de imágenes satelitales e información geográfica proveniente de modelos de datos SIG (Sistema de Información Geográfica) de todo el mundo; el cual será evaluado teniendo estrictas condiciones de comparación en relación a la metodología de utilización de un estación total, denominado también como metodología tradicional de levantamiento topográfico.

A partir de esta nueva tecnología de obtención de modelos digitales de terreno, esta investigación tiene por objeto desarrollar un estudio comparativo del diseño geométrico de la carretera Piscopampa - Latapuquio, utilizando el levantamiento topográfico con estación total y el modelo digital *Google Earth*. Por lo tanto, dentro del desarrollo de este estudio se ha evaluado cada uno de los factores determinantes del diseño geométrico de una carretera planteando de esta manera evaluar los datos UTM del modelo digital *Google Earth* y el levantamiento topográfico tradicional, a fin de prescribir si estas son concordantes o no con la topografía real de terreno, para analizar y calcular los volúmenes de explanación. Asimismo, se determinará cuál de

los dos métodos de levantamiento topográfico permitirá optimizar el tiempo y costo durante la elaboración del diseño geométrico de una carretera.

La razón de este estudio es evaluar dispositivos de control modernos, que nos permitan optimizar el tiempo y costo en el diseño geométrico de carreteras, teniendo en cuenta la evaluación de la exactitud posicional de los datos UTM en referencia a los datos del IGN (Instituto Geográfico Nacional).

Cabe precisar que durante el desarrollo de la elaboración de los estudios a nivel inversión de proyectos de infraestructura vial, los costos de los estudios topográficos y diseño, van directamente vinculados con el kilometraje del tramo, topografía del terreno y cantidad de especialistas a requerir; Tal es así, que lo que se plantea es evaluar las diferencias en el volumen de explanación, los costos, los plazos de elaboración del diseño geométrico de la carretera y la exactitud posicional de datos UTM,

Asimismo, de acuerdo a la implementación del nuevo sistema INVIERTE.PE y la Programación Multianual de Inversiones, los Gobiernos Regionales y Locales deberán de Priorizar la atención de la demanda de inversiones de conformidad con la orden de prelación y los indicadores del cierre de brechas; Tal es así que la atención de infraestructuras viales es considerada de carácter fundamental y prioritario, por lo que en esta investigación se priorizó el estudio para una carretera; Cabe mencionar que la zona de estudio corresponde a la sierra central y la población desarrolla grandes actividades agrícolas, pecuarias y artesanales; por lo que se debe optar por evaluar nuevas alternativas de optimización del costo y tiempo de elaboración de estudios a nivel de inversión, dentro de los cuales como parte fundamental en sí mismo, es el diseño de la carretera.

Por otro lado, cabe precisar que de acuerdo con la búsqueda de la bibliografía necesaria para el análisis de las variables en estudio, se ha obtenido antecedentes bibliográficos carentes netamente relacionados al tema en estudio ya que en muchos de estos estudios solo se estudia independientemente una sola variable por lo que la razón de nuestra investigación se hace más interesante, ya que el aporte será una de las bases de información que en sistemas de acceso a la información no son halladas.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. DESCRIPCIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La topografía en la actualidad ha sufrido cambios evolutivos muy significativos, con instrumentos y técnicas que permitan realizar las mediciones de forma directa e indirecta de la superficie del terreno, de manera que los resultados obtenidos sean cada vez más precisos y confiables.

Desde la creación del primer equipo topográfico (teodolito), se ha buscado desarrollar una tecnología que nos permita levantar puntos geodésicos del terreno con la debida precisión, optimizar el tiempo de empleo en la obtención de estos puntos taquimétricos y minimizar los costos de este trabajo topográfico; Por lo que, en medida del avance de la tecnología el equipo más usado acorde a los precios del mercado es la utilización del estación total que supone la aplicación de la metodología tradicional y que se encuentra en el mercado en distintas marcas y con diferentes márgenes de error de precisión; Por ende, la determinación de la topografía del terreno con esta metodología se estima como real durante la elaboración de los estudios a nivel de inversión, pero que sin embargo, esta metodología requiere de jornadas de trabajo muy largas, varios personales de trabajo y que incluso puede representar riesgo en lugares no accesibles al topógrafo.

Un error durante el levantamiento topográfico tradicional es determinante en el costo directo de la Obra, y si durante la etapa de evaluación del Proyecto no se

percata de esta situación, conllevará a posteriores adicionales y/o deductivos, mayores metrados de Obra durante la etapa de ejecución. Por lo que se plantea elaborar un estudio comparativo con la finalidad de establecer las diferencias de los factores determinantes del diseño geométrico de la carretera Piscopampa - Latapuquio, utilizando el levantamiento topográfico tradicional y la metodología *Google Earth*, en la Provincia de Angaraes – Huancavelica.

Dentro del desarrollo de los factores determinantes del diseño geométrico de una carretera se ha planteado evaluar los datos UTM del modelo digital *Google Earth* y el levantamiento topográfico tradicional, a fin de prescribir si estas son concordantes o no con la topografía real de terreno, para analizar y calcular los volúmenes de explanación. Asimismo, se determinará cuál de los dos métodos de levantamiento topográfico permitirá optimizar el tiempo y costo durante la elaboración del diseño geométrico de una carretera.

Para una correcta elaboración del diseño de ingeniería de infraestructura vial y/o cualquier proyecto de ingeniería se requiere de equipos, precisión, tiempo, personal calificado y las metodologías adecuadas para el procesamiento de los datos, por lo que cabe resaltar que día a día los consultores buscan las metodologías que puedan ofrecer facilidad al topógrafo durante la etapa de obtención de datos taquimétricos, he aquí la gran pregunta sobre el modelo digital *Google Earth* que hoy en día se escucha con mas frecuencia como un instrumento que permite la obtención de datos taquimétricos y que ofrece imágenes de orto mosaico que vienen siendo actualizados constantemente; Por ende, ante esta pregunta tan frecuente se ha realizado una búsqueda de base de datos que nos permita evaluar los antecedentes respecto a una investigación de este tipo y no habiendo hallado estudios y/o documentales se ha visto en la necesidad de elaborar una base de datos que nos permita evaluar las condiciones técnicas del hoy modelo digital *Google Earth* en comparación con el levantamiento topográfico tradicional y/o también muy conocido como el levantamiento topográfico con la implementación del estación total, a fin de ofrecer a la comunidad social una información que pueda servir y ser muy útil para la toma de decisiones de su

implementación o no dentro de la elaboración de los estudios que requieran elaborar.

Se ha analizado el desagregado de costos de las propuestas técnicas que se presentan para la contratación de la formulación de estudios a nivel de inversión, por lo que se puede deducir que estas van estrictamente regidas al kilometraje de tramo, topografía del terreno, autorizaciones y cantidad de especialistas a requerir para el proceso de ejecución de la elaboración del estudio.

Asimismo, se ha evaluado los cronogramas de algunos planes de trabajo de elaboración de estudios a nivel de inversión y se puede deducir, que el plazo que contempla la elaboración del trabajo topográfico y el diseño es de aproximadamente el 25% del plazo total otorgado. Por ende, este estudio comparativo entre los dos métodos de levantamiento topográfico descritos permitirá determinar si ambas cumplen las condiciones favorables para su uso en la etapa de formulación de proyectos de inversión concerniente a carreteras.

1.1.1.PROBLEMA GENERAL

¿Cuáles serán las diferencias a través del estudio comparativo del diseño geométrico de la carretera Piscopampa - Latapuquio, con el levantamiento topográfico con estación total y el modelo digital *Google Earth*, en la Provincia de Angaraes - Huancavelica - 2021?

1.1.2.PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- a. ¿Qué diferencia de volumen de explanación existe en el diseño geométrico de la carretera Piscopampa - Latapuquio, con el levantamiento topográfico con estación total y el modelo digital *Google Earth*, en la Provincia de Angaraes – Huancavelica - 2021?
- b. ¿Cuál de los dos métodos de levantamiento topográfico permitirá optimizar el tiempo empleado para el diseño geométrico de la carretera Piscopampa - Latapuquio de la Provincia de Angaraes - Huancavelica - 2021?

- c. ¿Cuál de los métodos de levantamiento topográfico permitirá optimizar los costos de elaboración del diseño geométrico de la carretera Piscopampa - Latapuquio de la Provincia de Angaraes - Huancavelica - 2021?
- d. ¿Cuál será la exactitud posicional de los datos UTM obtenidos a través de los dos métodos de levantamiento topográfico de la carretera Piscopampa - Latapuquio de la Provincia de Angaraes - Huancavelica - 2021?

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. OBJETIVO GENERAL

Analizar diferencias a través del estudio comparativo del diseño geométrico de la carretera Piscopampa - Latapuquio, con el levantamiento topográfico con estación total y el modelo digital *Google Earth*, en la Provincia de Angaraes – Huancavelica - 2021.

1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a. Analizar y calcular el volumen de explanación del diseño geométrico de la carretera Piscopampa - Latapuquio, con el levantamiento topográfico con estación total y el modelo digital *Google Earth*, en la Provincia de Angaraes - Huancavelica - 2021.
- b. Determinar el tiempo empleado para el diseño geométrico de la carretera Piscopampa - Latapuquio, utilizando el levantamiento topográfico con estación total y el modelo digital *Google Earth*, en la Provincia de Angaraes - Huancavelica - 2021.
- c. Determinar el costo de elaboración del diseño geométrico de la carretera Piscopampa - Latapuquio, utilizando el levantamiento topográfico con estación total y el modelo digital *Google Earth*, en la Provincia de Angaraes - Huancavelica - 2021.
- d. Evaluar la exactitud posicional de los datos UTM obtenidos a través de los dos métodos de levantamiento topográfico de la carretera Piscopampa - Latapuquio de la Provincia de Angaraes - Huancavelica - 2021.

1.3. JUSTIFICACIÓN

a. JUSTIFICACIÓN PERSONAL

Ante la complejidad de encontrar nuevas alternativas de levantamiento topográfico más eficaz y eficiente, se ha optado por realizar el análisis y evaluación de las diferencias a través de un estudio comparativo del levantamiento topográfico con estación total y el modelo digital *Google Earth*, aplicada al diseño de carreteras.

b. JUSTIFICACIÓN ACADÉMICA

En el desarrollo del presente trabajo se hace el aporte de la obtención de las diferencias en los resultados obtenidos en el diseño geométrico de una carretera aplicando la metodología tradicional de levantamiento topográfico (estación total) y la metodología *Google Earth*, puesto que de acuerdo a la innovación y avance de la tecnología se busca obtener formas de levantamiento topográfico que nos permitan recolectar datos taquimétricos con la debida precisión, la optimización de tiempo y costo.

c. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA

Se ha planteado realizar este estudio, a razón de que no existe estudios antecedentes relacionados directamente al presente tema de estudio de investigación y que la determinación de las diferencias entre estos dos métodos de levantamiento topográfico es una de las preguntas clásicas no resueltas por los medios de internet que son portadas de acceso a la información.

Asimismo, los proyectistas tienen como referencia de que efectivamente la metodología *Google Earth* es imprecisa, más rápida y menos costosa, sin embargo, no se conoce con exactitud en que tanto difieren estos factores y tampoco se conoce la exactitud posicional de los datos UTM que arroja este modelo digital. Por lo que, la determinación de estos factores permitirá ver con claridad en que tanto va interferirá dentro del diseño en si propiamente dicha de una carretera y los resultados que se vaya a obtener de este diseño.

La determinación de las diferencias permitirá evaluar el cumplimiento de las condiciones para el uso o no dentro de la elaboración de estudios de inversión, de conformidad con las especificaciones técnicas del Instituto Geográfico Nacional del Perú.

d. JUSTIFICACIÓN SOCIAL

Se ha podido observar estudios a nivel de pre inversión en los cuales se ha usado la metodología *Google Earth*; Por lo tanto, a través del planteamiento de este estudio comparativo se busca determinar en qué tanto difieren los resultados de un diseño geométrico de una carretera a través de la utilización del levantamiento topográfico tradicional y la metodología del *Google Earth*, teniendo en cuenta factores de optimización de tiempo en elaboración del diseño y costos de elaboración del diseño, asimismo evaluar la exactitud posicional de los datos UTM en referencia a los datos de IGN.

Por lo tanto, esta determinación será de impacto puesto que si el estudio arroja datos estadísticamente similares en tanto al método tradicional se podrá plantear la utilización de la metodología del modelo digital *Google Earth*, en la etapa de formulación de los proyectos de inversión.

e. JUSTIFICACIÓN TECNOLÓGICA

Dentro del desarrollo de la etapa de levantamiento topográfico existen un margen de error de precisión que corresponde netamente a los equipos topográficos y otros que surgen durante el manejo de los mismos; por lo tanto, se considera que ninguna medida a razón de la naturaleza y magnitud de los errores son exactas, por lo que se plantea determinar las diferencias de los costos, el tiempo y la exactitud posicional de datos UTM en el diseño de la carretera Piscopampa – Latapuquio.

La evaluación de la exactitud posicional del *Google Earth*, en la zona de estudio dependerá de la calidad de imagen del programa informático y se determinará si cumple o no con los estándares de las especificaciones técnicas que ofrece la Instituto Geográfico Nacional del Perú.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES

Se ha realizado la búsqueda de la bibliografía necesaria para el análisis de las variables en estudio, a razón de tal se ha obtenido los siguientes trabajos relacionados al desarrollo del presente:

2.1.1. INTERNACIONAL

Colombana, Reyes y Carlevaro (2015), realizaron la tesis *“Evaluación de la exactitud posicional planimétrica de google earth para Uruguay”*, en la Universidad de la República. La investigación llegó a las siguientes conclusiones:

Se comprobó que el relevamiento GPS satisface la condición de ser 3 veces más exacto que Google Earth.

Se observó que el comportamiento de E_x y de E_y es uniforme.

Se observó que el mínimo valor de exactitud posicional planimétrica se encuentra en el entorno de los 13 metros para un nivel de confianza del 95%.

Se observó que el máximo valor de exactitud posicional planimétrica se encuentra en el entorno de los 27 metros para un nivel de confianza del 95%.

Claros, Guevara y Paca (2016), realizaron la tesis *“Aplicación de fotogrametría aérea en levantamientos topográficos mediante el uso de*

vehículos aéreos no tripulados”, en la Universidad del Salvador. La investigación llegó a las siguientes conclusiones:

El nivel de precisión de los resultados obtenidos está relacionado con el GSD del proyecto. Para los resultados se estima como dos veces el GSD (8.68 cm para este proyecto) debido a que no se puede asegurar que la representación de la superficie en un pixel sea exacta, y debe considerarse que un punto representado en el interior del área de un pixel podría encontrarse realmente dentro de la zona cubierta por uno de los pixeles consecutivos.

Siendo que, en el flujo de trabajo fotogramétrico se necesita del apoyo terrestre para mejorar los resultados, el uso de aparatos topográficos para la etapa de apoyo terrestre como GPS, estación total, teodolitos u otros utilizados tradicionalmente en el país, se convierte en un complemento de la técnica. Por lo que la metodología estudiada no constituye una solución definitiva a la necesidad de información topográfica ni excluye el uso de las técnicas topográficas tradicionales, sino que se apoya en ellas para compensar sus propias deficiencias.

A diferencia de los levantamientos topográficos convencionales, cuando hay edificaciones presentes en el área de levantamiento, no es posible obtener información de la localización exacta de las esquinas de estas edificaciones cuando están techadas, pues éstas no son visibles en el orto mosaico y en algunos casos tampoco son visibles en el modelo tridimensional generado.

2.1.2. NACIONAL

Tacca (2015), realizó la tesis *“Comparación de resultados obtenidos de un levantamiento topográfico utilizando la fotogrametría con drones al método tradicional”*, en la Universidad Nacional del Altiplano. La investigación llegó a las siguientes conclusiones:

Los datos obtenidos en campo tomados con el Drone Phantom 2 Visión + y las medidas obtenidas con la estación total, ambos equipos georreferenciados, tienen resultados muy similares, sin embargo, el primer método es el menos costoso por su versatilidad esto con un 95% de confianza.

Los cálculos de volúmenes y excavaciones con el uso de la fotogrametría y el Drone Phantom 2 Visión +, se realiza en menor tiempo que con la

estación total, además se requiere mucho menos personal que el método clásico.

Los costos realizados con el método indirecto son menores en comparación del método tradicional que es el uso de la estación total en la toma general de datos.

Rojas y Rojas (2015), realizaron la tesis *“Grado de precisión en el diseño geométrico de una carretera, utilizando modelo digital de terreno de google earth y GPS diferencial, en Camaná – Quilca”*, en la Universidad Andina.

La investigación llegó a las siguientes conclusiones:

Una mayor cantidad de puntos taquimétricos, si determinan una mayor precisión debido a que estas nos muestran mayores detalles, todo ello siempre que esté conectado a puntos de control, como en el caso de GPS diferencial, que tiene conexión con los BMs del Instituto Geográfico Nacional de nuestro país. Referente a Google Earth, por no tener control sobre ello, no se ha podido encontrar un grado de precisión, pero sin embargo, se tienen bastantes coincidencias en los perfiles de secciones transversales y también en el perfil general.

Respecto al grado de detalle topográfico, de los Modelos Digitales de Terreno, la precisión para GPS diferencial, por tener el control adecuado, es de grado de precisión de primer orden o de orden A, con un error inferior a los 2 mm, y por otro lado el grado de precisión de Google Earth se encuentra por debajo del orden C, pero si en algunas investigaciones se realiza el ajuste respectivo, es probable llegar al orden mencionado.

Los Modelos Digitales de Terreno que se han obtenido con GPS diferencial, no necesariamente son de grado de precisión de primer orden o de orden A. Esto se debe a que en muchas ocasiones no se tiene el control respectivo de los BMs. Para el caso de estudio de esta investigación el Modelo Digital de Terreno tiene un grado de detalle de primer orden o de orden A, a lo cual se aplicó el diseño geométrico en la carretera de 5km en Camaná – Quilca.

Existen Diferencias en los grados de detalle topográfico, tanto en Modelos Digitales de Terreno con GPS diferencial, como de Google Earth, siendo el de mayor grado de detalle topográfico, de aquel que se tuvo control respectivo, y que además en lo trazos de planta se puede observar las diferencias a simple vista. Respecto al perfil si observa bien los planos obtenidos, se puede apreciar una coincidencia de Google Earth respecto al perfil de control como lo es GPS diferencial, lo que nos indica que realizando ajustes respectivos es posible alcanzar un grado de detalle topográfico muy cercano al modelo de control. Es también importante

señalar que las secciones transversales generados en el diseño geométrico de ambos modelos, existe una coincidencia en los perfiles de secciones transversales del modelo con Google Earth respecto al modelo de control, lo que también nos hace ver que es posible realizar las correcciones necesarias para llegar a una aproximación más cercana al modelo de control.

Del análisis económico podemos deducir que es muy necesario tener en cuenta, el hecho de tener que trabajar, para cualquier obra en donde se tenga que realizar grandes movimientos de tierras, con datos muy aproximados a la realidad. Ello será útil también para que los costos presupuestados o cobrados sean los más adecuados y correctos, vale decir, tener buenos metrados para realizar pagos o cobrar (según sea el caso) de manera correcta y justa.

Ccosi (2017), realizo la tesis *“Evaluar el grado de precisión del escáner láser en contrastación con una estación total en la generación de modelos digitales de terreno en la ciudad de puno”*, en la Universidad Nacional del Altiplano. La investigación llego a las siguientes conclusiones:

El grado de precisión del escáner láser alcanza una precisión alta en la generación de modelos digitales de terreno, al contrastar con una estación total de mayor precisión, por lo cual se puede utilizar este método de levantamiento con escáner láser para obtener modelos digitales de terreno en mapas de escala grande rápida y precisa.

El análisis de los datos de contrastación que se hizo a un nivel de confianza de 95% en un ensayo bilateral, los resultados no son significativos y se encuentran dentro de área de aceptación bajo la curva distribución “t” de los dos métodos; levantamiento con escáner láser en las resoluciones alta de 1/1, media 1/8 y baja de 1/20 y levantamiento con estación total es confiable, además lo que demuestra que existe homogeneidad en los datos obtenidos.

2.1.3. LOCAL

Revisando los catálogos y ficheros del centro de información académica de la Localidad no se encontró ningún antecedente relacionado con el proyecto a ejecutar, en tal sentido el trabajo de investigación a ejecutar muestra su originalidad en nuestro contexto, el cual servirá como base para futuras investigaciones.

2.2. BASES TEÓRICAS SOBRE EL TEMA DE INVESTIGACIÓN

De acuerdo con el abordaje del estudio **Colombana et al. (2015)**, ha comprobado que el relevamiento *GPS* es 3 veces más exacto que el *Google Earth*. (pág. 26)

Según **Tacca (2015)**, los datos obtenidos a través de un levantamiento topográfico con el *Drone Phantom 2* y el levantamiento topográfico tradicional, arrojan resultados similares (pág. 115). La implementación de esta metodología brindaría facilidades de obtención de datos en un menor tiempo, ahorro en la contratación de personal para trabajo topográfico y reducción de costos.

Para **Rojas y Rojas (2015)**, a mayor obtención de puntos taquimétricos a través del GPS diferencial será mayor el grado de precisión, esto debido a que el GPS diferencial tiene conexión con los BMs del Instituto Geográfico Nacional del país, situación que no ocurre con la obtención de datos de la metodología *Google Earth*; Sin embargo, se puede realizar un reajuste a fin de obtener datos taquimétricos con grado de precisión de primer orden. (pág. 119)

Para **Carlos et al. (2016)**, el levantamiento fotogramétrico de puntos geodésicos carece de ciertas deficiencias a razón de que la información de la localización exacta de los puntos siempre necesita de estar sujeta a apoyos terrestres a fin de obtener resultados con mayor precisión; por lo que la fotogrametría no constituye una solución en su totalidad si no una técnica de complementación dentro de la evolución de la topografía. (pág. 214)

2.3. BASES CONCEPTUALES

2.3.1. TOPOGRAFÍA

La topografía se define como la ciencia que estudia el conjunto de principios y procedimientos que tienen por objeto la representación gráfica y/o descripción física de la superficie de la tierra, describiendo sus formas y detalles que te permitan conocer y determinar la posición relativa de los puntos geodésicos.

La palabra topografía proviene del griego *topos*, que significa “lugar” y *grafos* que significa “descripción”, por ende, se puede decir que, es la ciencia que estudia los puntos y posiciones en la superficie terrestre.

La descripción topográfica hace la representación con tres ejes: dos ejes de planimetría (X y Y) que describen el largo y ancho de un terreno y un eje de altimetría (Z) con el que se describe las alturas y/o depresiones del terreno.

Se denomina topografía cuando se describe un área generalmente pequeña, podemos hacer referencia a una ciudad o un país; cuando se hace la descripción de áreas mucho mayores a estas, como pueden ser continentes o todo el mundo se le denomina geodesia.

ANTECEDENTES.

A ciencia cierta se desconoce del origen de la topografía, sin embargo, se ha seguido una secuencia de pruebas encontradas que indiquen el posible uso de esta ciencia.

Se da la posibilidad de que la topografía se da origen con Tales de Mileto y Anaximandro, quienes son conocidos por la elaboración de las primeras cartas geográficas. Asimismo, se añade las observaciones astronómicas a través de Erastogenes y recordamos a los pioneros de la geografía (Estrabon y Plinio).

Se le conoce como el primer Topógrafo al Griego Tolomeo, quien es autor de la actualización de los planos en la época de los antónimos. Posteriormente en el siglo XIII se hace la invención de la brújula y los avances de la astronomía descubriendo las nuevas aplicaciones a la topografía.

Los egipcios lo conocían como una ciencia pura y los griegos lo bautizaban como la denominación de geometría, que etimológicamente se dio como “topometría”.

A partir del siglo 18, en Europa se da la utilización de la triangulación con la finalidad de construir una jerarquía de redes para permitir el posicionamiento dentro de un país, esto se desarrollaba con una cinta de medir, prisma esquina y los polos rojos y blancos.

Los sumerios fueron la primera cultura conocida que a través de la aplicación de los conocimientos de la matemática y la astronomía desarrollaron la topografía para la construcción de obras de arquitectura.

Los babilonios levantaron numerosos palacios, templos y puentes, así como la muralla de 25cm de espesor que rodea toda la ciudad, haciendo ver la evolución de la topografía. Existen hallazgos de los arqueólogos sobre la posición y localización de señales sobre piedras que se supone ser marcas de los topógrafos de la antigüedad para delimitar territorios.

Cada civilización tuvo un aporte en el desarrollo de esta ciencia y existen vestigios claros de la evolución de la topografía y la aplicación en la construcción, como prueba de ello tenemos las grandes edificaciones que se mantienen hasta el día de hoy como son el de los asirios, los persas, la antigua roma y los egipcios.

RAMAS QUE COMPRENDE LA TOPOGRAFÍA.

- Planimetría: Se tiene en cuenta solo la proyección sobre un plano horizontal imaginario, sin tener en cuenta los desniveles reales del terreno. Por lo que para su representación se tienen que proyectar a la horizontal todos los puntos de la superficie terrestre a fin de contar con un plano de referencia en un espacio bidimensional XY.
- Altimetría: Se toma en cuenta todos los desniveles existentes entre los puntos de una superficie terrestre. Asimismo, es parte de la topografía que tiene por finalidad la determinación de métodos y procedimientos para la representación del relieve terrestre.

TIPOS DE LEVANTAMIENTOS ESPECIALIZADOS.

A continuación, se hará una breve descripción de los tipos de levantamientos que existen según **McCormac (2004, pág. 5)**.

- Levantamiento de terreno: Considerado como los registros más antiguos. Este tipo de levantamiento tiene fines de localizar linderos, subdivisión de

terrenos, determinación de superficies terrestres que involucre la transferencia de terrenos de un propietario a otro.

- Levantamiento topográfico: Se usa para localizar objetos y determinar el relieve de la superficie terrestre, de tal manera que se obtiene un registro de información detallada de la ubicación y desniveles, que nos permite dibujar un plano completo.
- Levantamiento de vías de comunicación: Consiste en la determinación del relieve terrestre y la localización de objetos existentes encontrados a lo largo del tramo de propuesta para proyectos viales, tal es así como la construcción de carreteras, vías férreas, canales, línea de tuberías y/o entre otros.
- Levantamiento urbano: Con fines estrictamente regidos a la elaboración de planes de desarrollo urbano de una ciudad o en sus cercanías, es decir, para trazo de calles, sistemas de drenaje y planes de construcción.
- Levantamiento de construcción: Estos son implementados en la etapa de construcción, con la finalidad de controlar la localización de estructuras y establecimiento de puntos de elevación.
- Levantamiento hidrográfico: Estos son usados para la determinación de superficies terrestre bajo cuerpos de agua, como son los lagos, playas, ríos, corrientes y/o entre otros. Asimismo, brinda información básica para navegación, control de avenidas y construcción de recursos acuáticos.
- Levantamiento marítimo: Este tipo de levantamiento va relacionado con el hidrográfico y cubre áreas mayores. También considerado para la construcción de plataformas marinas, elaboración de cartas y planos hidrográficos.
- Levantamiento de minas: Aplicado a túneles, formaciones geológicas, explotación de mineras y búsqueda de recursos naturales subterráneos. Este tipo de levantamiento se efectúa por encima y debajo de la superficie.

- Levantamiento forestal: Este es el más frecuente y común entre todos, puesto que es aplicado al establecimiento de límites territoriales agrícolas. Asimismo, es parte fundamental del proceso de elaboración de mapas geológicos.
- Levantamiento fotogramétrico: Requiere de datos de apoyo para establecer puntos de control terrestres, a través del cual se georreferenciará el equipo no tripulado que cuenta con una cámara aérea que permitirá la obtención de una serie de fotografías aéreas. Consideradas también como las más versátiles en cuanto a costo, tiempo y detalle topográfico.
- Levantamiento de obra terminada: Se emplean a la culminación del proceso de ejecución de la construcción, a través del cual se establece la ubicación de los elementos constituidos dentro del proyecto y permite la verificación del cumplimiento en cuanto a la propuesta de diseño.
- Levantamiento de control: Son usados para establecer con precisión una base de orientación o referencia, para su uso en posteriores trabajos, ya que su mismo nombre lo dice, sirve para mantener un control topográfico del entorno.

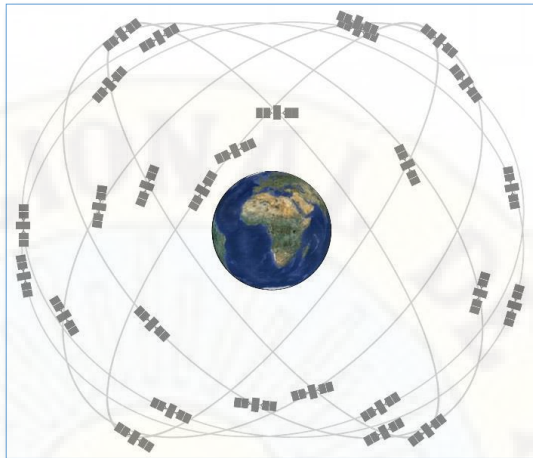
2.3.2. SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL (GPS)

El sistema de posicionamiento global es un sistema que a través de un conjunto de satélites ubicados en el espacio en forma de constelaciones nos proporciona navegación, posicionamiento y cronometría a todos los civiles en el mundo.

Este sistema de navegación fue desarrollado e implantado por el gobierno de los Estados Unidos, basado en un conjunto de satélites que giran alrededor de la tierra en forma de orbitas con el objetivo de brindar su localización a cualquier hora, de día o de noche, en cualquier parte del mundo y cualesquiera que sean las condiciones atmosféricas sin limitaciones del número de usuarios simultáneamente que puedan contar con un receptor GPS.

Figura 1.

Los seis planos orbitales de la constelación GPS.



Nota: GPS.GOV (Gobierno de los Estados Unidos).

2.3.3. CARACTERÍSTICAS DE LA GENERACIÓN DE SATÉLITES.

Por otro lado, cabe precisar que estos satélites rodean a la tierra dos veces al día y se encuentran a una altitud aproximada de 20.200 km (12.550 millas). De acuerdo a la actualización de la información, hasta el 09 de enero del 2021 se contaba con 31 satélites operativos. A continuación, se describen las características de los satélites GPS.

Bloque IIA. Satélite inoperativo “Avanzado – para usuarios civiles y militares”, fue lanzado en 1990-1997 y dado de baja en 2019.

Bloque IIR. Satélite operativo “Reposición - para usuarios civiles y militares”, fue lanzado en 1997-2004.

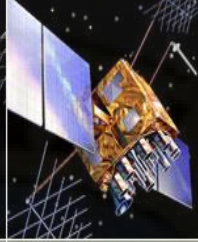
Bloque IIR-M. Satélite operativo “Modernizado – para señales militares relacionados al comercio”, fue lanzado en 2005-2009.

Bloque IIF. Satélite operativo “Seguimiento – para transporte seguro y otras aplicaciones de alto rendimiento”, fue lanzado en 2010-2016.

GPS III/IIIF. Satélite operativo “Seguimiento – para interoperabilidad entre GPS y sistemas internacionales”, fue lanzado en 2018.

Figura 2.

Características de las generaciones de satélites GPS.

SATÉLITES HEREDADOS		SATÉLITES MODERNIZADOS		
				
BLOQUE IIA	BLOQUE IIR	BLOQUE IIR-M	BLOQUE IIF	GPS III / IIRF
0 operativo	8 operativo	7 operativo	12 operativo	4 operativo

Nota: GPS.GOV (Gobierno de los Estados Unidos).

2.3.4. CONTROL POSICIONAL DE PUNTOS

El instituto Panamericano de Geografía e Historia señala que la MCPP es la forma en la que tradicionalmente se ha venido realizando los controles del componente posicional de los productos cartográficos.

Asimismo, hace mención que los estándares utilizados son originarios de Estados Unidos, y que están tienen gran influencia mundial en los organismos productores de cartografía. A continuación, se detalla la evolución de estos estándares:

- 1947 - *National Map Accuracy Standards* (NMAS).
- 1983 - *Engineering Map Accuracy Standard* (EMAS).
- 1990 - *Accuracy Standards for Large Scale Maps* (ASLSM).
- 1998 - *National Standard for Spatial Data Accuracy* (NSSDA).
- 2001 - *Standardization Agreement 2215* (STANAG 2215).
- 2014 - *Positional Accuracy Standards for Digital Geospatial Data*.

Por otro lado, el instituto Panamericano de Geografía e Historia en el presente año hace la publicación de la Guía para la evaluación posicional de datos espaciales, en el que se tiene que en nuestro país no se encuentra normado el uso de estándares identificados, simplemente se encuentran regidos bajo las especificaciones técnicas del Instituto Geográfico Nacional del Perú. A continuación, se hace el detalle de la evolución de esta entidad.

- 1901 - Estado Mayor General del Ejército (EMGE).
- 1906 - Se crea la Dirección de Topografía dentro de la EMGE.
- 1913 - Servicio Geográfico del Ejército (SGE).
- 1944 - Instituto Geográfico Militar (IGM).
- 1981 - Instituto Geográfico Nacional (IGN).
- 2000 - se promulga la Ley del Instituto Geográfico Nacional.

2.3.5. TEORÍA DE ERRORES

ERROR.

El error se define como la diferencia entre el valor aproximado que resulta de una observación, una medida o un cálculo, y el valor verdadero. El problema surge cuando se ha de conocer el “valor verdadero”, que generalmente se obtiene como resultado de una medida o de un cálculo.

Por este motivo se debe encontrar un método para estimar la “fiabilidad” del resultado obtenido.

a. Causas de los errores.

Según **McCormac (2015, pág. 47)** existen tres causas por intermedio del cual se cometen los errores durante las mediciones.

- Errores naturales: Son causados por variaciones del viento, la temperatura, la humedad, la presión atmosférica, la refracción atmosférica, la gravedad y la declinación magnética.
- Errores instrumentales: Se deben a imperfecciones en la construcción o ajuste de los instrumentos y del movimiento de sus partes individuales (...) El efecto de muchos errores instrumentales puede reducirse, e incluso eliminarse, adoptando procedimientos topográficos adecuados o aplicando correcciones calculadas.
- Errores personales: Tienen su origen principalmente en las limitaciones propias de los sentidos humanos, tales como la vista y el tacto.

b. Tipos de errores.

Durante el proceso de levantamiento topográfico y el efectuar las mediciones y cálculos, requiere una buena combinación de un equipo adecuado, destreza humana y un buen criterio. Sin embargo, a pesar de cumplir con estas condiciones cada técnica de medición tiene un margen de error inevitables; por lo que, el topógrafo debe de considerar todas las fuentes y clases de error a fin de minimizarlos.

- Errores groseros: Es producto de la falta de concentración del operador del equipo. No se consideran admisibles debido a que presentan variaciones importantes frente a la magnitud real y son fácilmente evitables.
- Errores personales: Error que se comete en la mente, la persona encargada del apunte de los datos debe estar atenta a las anotaciones que se le está dictando.
- Errores sistemáticos: Son los que modifican el resultado, son constantes y del mismo signo y por tanto son acumulativos, son los errores que se presentan en los instrumentos. Se repiten de forma continua al realizar cualquier tipo de medida, que generalmente son ocasionados por problemas del equipo.
- Errores accidentales: Son errores que son ocasionados por la imperfección de la vista y que aparecen una vez eliminadas las causas de error anteriores.

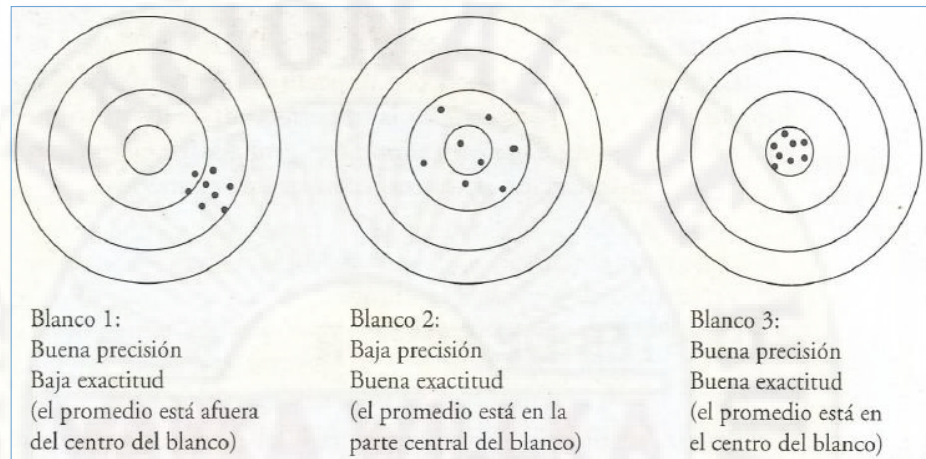
EXACTITUD Y PRECISIÓN.

Se define como exactitud, al grado de perfección obtenido a través de las mediciones. Representa que tan cerca se encuentra una medición determinada del valor verdadero de la magnitud.

Se define como precisión, al grado de refinamiento con el que se mide una determinada cantidad. Es decir, es la cercanía de una medición a otra. Si se

mide una cantidad en repetidas ocasiones y este arroja valores muy cercanos entre sí, se dice que la precisión es alta.

Figura 3.
Precisión y exactitud.



Nota: Topografía (McCormac).

INCERTIDUMBRES.

Es la imperfección en el conocimiento sobre el estado o los procesos de la naturaleza. La incertidumbre estadística es la aleatoriedad o el error proveniente de varias fuentes como las descritas al usar la metodología estadística.

Cuando las decisiones de ordenación van a basarse en estimados cuantitativos, es deseable que la incertidumbre sea cuantificada y utilizada para calcular la probabilidad de lograr el objetivo deseado y/o de incurrir en eventos indeseables. Existen dos tipos de incertidumbres:

- **Incetidumbres instrumentales:** Se dan debido a fluctuaciones en el resultado de cualquier observación instrumental. A partir de una conjetura razonable o mediante la repetición de la medida observando posteriormente la distribución de los resultados se puede estimar la dimensión de la incertidumbre.

Valores Medios.

La media o el valor medio que resulta de un número de medidas se define como la suma de los resultados dividido entre el número de medidas:

$$\bar{x} \equiv \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i \equiv (x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_N) / N$$

Ecuación 1

Donde:

N: número de medidas

I: representa el número de serie de una medida arbitraria

X: es el parámetro medido

La mediana se define como el valor que, en un conjunto de datos, presenta tantos datos superiores como inferiores a él. Para una distribución simétrica, la media y la mediana son idénticas. Posteriormente se utilizan las desviaciones de un resultado único respecto de la media (o la mediana), $x - \bar{x}$; por definición, la desviación media de los resultados a partir del valor medio es igual a cero:

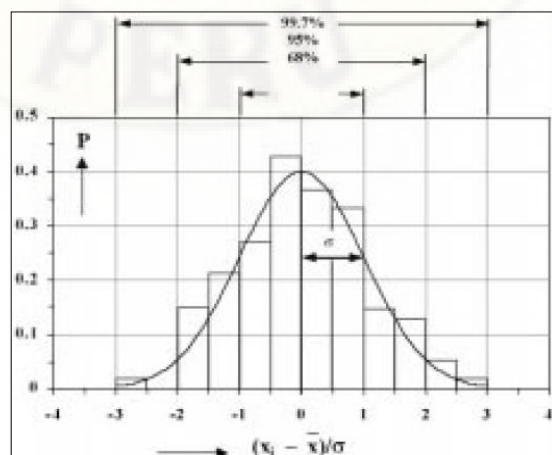
$$\overline{x_i - \bar{x}} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x}) = \frac{1}{N} \sum x_i - \frac{1}{N} N \bar{x} = \bar{x} - \bar{x} = 0$$

Ecuación 2

Distribución de los datos.

Los resultados de un número de medidas se pueden representar por medio de un histograma, que es un gráfico que representa el número de veces (eje y) de las que fueron obtenidos los diferentes resultados en el eje de las x. Es obvio que la probabilidad de obtener un resultado que se encuentre cada vez más lejos del valor más frecuente es menor.

*Figura 4.
Histogramas.*



Cuantas más medidas se realicen, se tendrá una mejor impresión de la distribución de los datos alrededor de un cierto valor medio. Para un número infinito de resultados con errores aleatorios la distribución de la muestra se representa por medio de una distribución normal en forma de campana, en la que la probabilidad de observar un cierto valor de $y = y_i$ en $x = x_i$ es:

$$P_i = \frac{1}{\sigma_i \sqrt{2\pi}} \exp \left\{ -\frac{1}{2} \left(\frac{y_i - f(x_i)}{\sigma_i} \right)^2 \right\}$$

Ecuación 3

Desviación estándar.

Precisión de los datos: Resulta obvio que, si los errores aleatorios son pequeños, los valores de la desviación ($x_i - \bar{x}$) serán pequeños y la distribución de los resultados alrededor de la media será más estrecha. La desviación media es una medida de la dispersión de los datos alrededor de la media. A ésta se la conoce con el nombre de dispersión del conjunto de datos. El promedio de los valores absolutos de las desviaciones, independientemente de su signo caracterizará mejor la dispersión:

$$|d| = \frac{1}{N} \sum |x_i - \bar{x}|$$

Ecuación 4

Sin embargo, por razones matemáticas no resulta apropiado utilizar valores absolutos. Por este motivo, si se pretende caracterizar la distribución se deberán considerar los cuadrados de las desviaciones. El valor que resulta recibe el nombre de varianza:

$$\sigma^2 \equiv \lim_{N \rightarrow \infty} \left[\frac{1}{N} \sum (x_i - \mu)^2 \right] = \lim_{N \rightarrow \infty} \left(\frac{1}{N} \sum x_i^2 \right) - \mu^2$$

Ecuación 5

Precisión de la media: La precisión de los datos, se caracteriza por la desviación estándar. Es igualmente de importante determinar la incertidumbre del resultado final de un número de medidas. Por este motivo se ha de calcular la precisión de la media o, más concretamente, la desviación estándar de la media.

$$\sigma_{\bar{x}}^2 = \frac{\sigma_{x_i}^2}{N} = \frac{1}{N(N-1)} \sum (x_i - \bar{x})^2$$

Ecuación 6

La desviación estándar de la media será:

$$\sigma_{\bar{x}} = \frac{\sigma_{x_i}}{\sqrt{N}} = \sqrt{\frac{1}{N(N-1)} \sum (x_i - \bar{x})^2}$$

Ecuación 7

Incertidumbres estadísticas: Surgen de las fluctuaciones aleatorias del número de sucesos, para estas fluctuaciones estadísticas la teoría estadística proporciona la técnica matemática para describir la distribución de los datos y la desviación estándar. Por consiguiente, la desviación estándar de un número de detecciones M durante un periodo de tiempo t simplemente es:

$$\sigma = M^{1/2}$$

Ecuación 8

La desviación estándar para la tasa de detecciones R, esto es, el número de detecciones por segundo, será:

$$\sigma_R = \frac{1}{t} \sqrt{M} = \frac{1}{t} \sqrt{Rt} = \sqrt{\frac{R}{t}}$$

Ecuación 9

La incertidumbre relativa de la tasa de detecciones se expresa mediante:

$$\frac{\sigma_R}{R} = \frac{1}{\sqrt{Rt}}$$

Ecuación 10

2.3.6. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

Un levantamiento topográfico es un proceso científico de medición que consiste en identificar límites y características de un área en particular de la superficie de la tierra, este proceso incluye la determinación de distancias horizontales y verticales, direcciones, ángulos y elevaciones. Es una herramienta muy importante y se emplean en proyectos de construcción y proyectos de investigación.

El levantamiento topográfico nos permite la obtención de datos taquimétricos que con posterioridad son procesados en gabinete de trabajo y se muestran en planos con la finalidad de reflejar el detalle y exactitud del terreno en cuestión.

2.3.7. GOOGLE EARTH

Es una herramienta que te permite ver el planeta tierra desde un satélite y navegar alrededor del globo hasta acercarse a observar los detalles de un terreno.

Es un geo navegador que a través de internet brinda acceso a las imágenes satelitales, fotografías aéreas y datos geográficos para representar la tierra como un globo terráqueo en tres dimensiones.

ANTECEDENTES.

El 27 de Octubre del 2004 fue adquirida por Google e inicialmente se denominaba Earthviewer 3D, fue creado por la compañía Keyhole Inc y era un programa de pago que costaba aproximadamente 90 dólares.

Cuando Google compró este programa tuvo la idea de brindar una información básica de forma gratuita, con la finalidad de dar prueba a este servicio de Google, que fue implementándose a través de mapas digitales.

Sin predisposiciones se había logrado una gran escala en el área de investigación y área educativa superando así todas las expectativas.

Un año después, el 21 de mayo del 2005 se lanza la primera versión del Google Earth y actualmente se encuentra disponible en PC para Windows, Mac y Linux.

CARACTERÍSTICAS.

Google Earth te permite ingresar la denominación del lugar al cual quieres acceder y te ofrece la dirección exacta, un plano o vista del lugar. Asimismo, te ofrece características 3D y en algunas ciudades incluso se han modelado los edificios. La forma de moverse y localizar lugares es de forma muy sencilla e intuitiva ya que presenta cuadros de mandos sencillos y manejables.

De la forma dispone de conexión con el GPS (Sistema de Posicionamiento Global), alimentación de datos desde fichero y bases de datos en versiones pago.

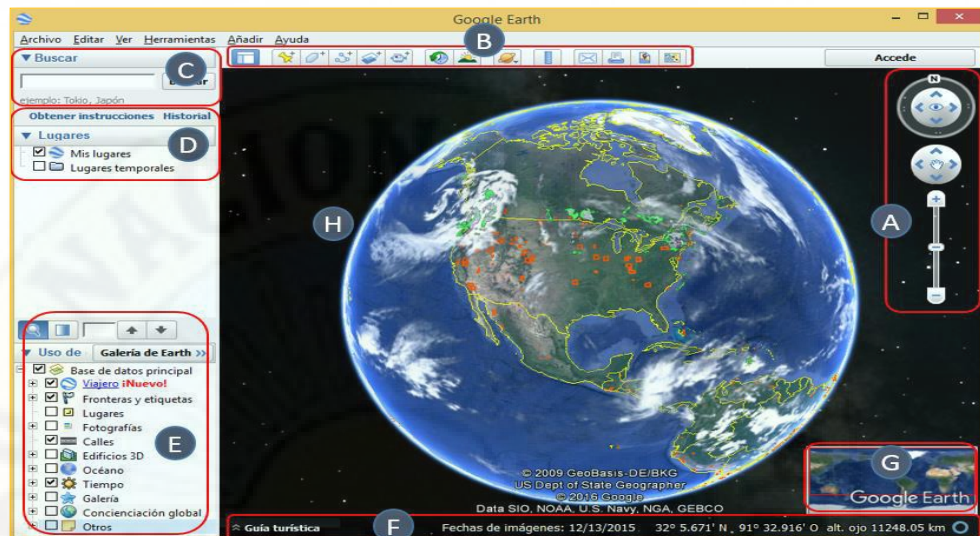
También el Google Earth tiene un simulador de vuelo, que te permite sobrevolar cualquier lugar del planeta tierra. Esta herramienta combina elementos pedagógicos y netamente lúdicos que posibilita las simulaciones de navegación aérea con el fin de convertir su experiencia en algo didáctico y placentero.

ESTRUCTURA DEL SISTEMA GOOGLE EARTH.

A continuación, se presenta una vista general de las secciones interfaz del *Google Earth*. Los elementos principales son los siguientes.

- A. Navegación. Permite mirar y moverte alrededor de cualquier lugar, acercar, alejar e inclinar la imagen.
- B. Barras de herramientas. Funciones propias del sistema.
- C. Panel buscar. Permite buscar lugares e instrucciones de cómo llegar y administrar los resultados de las búsquedas.
- D. Panel lugares. Permite registrar tus actividades y recorridos favoritos, así como almacenarlos.
- E. Panel capas. Permite explorar toda la superficie del planeta, con edificios en 3D, carreteras, ríos, océanos, etc.
- F. Barra de estado. Permite ver las coordenadas, la elevación, la fecha de las imágenes y su estado.
- G. Mapa de referencia. Muestra la ubicación del área geográfica visualizada en pantalla.
- H. Visor 3D. Permite visualizar los archivos elegidos en la pantalla principal.

Figura 5.
Elementos principales del Google Earth.



Nota: Manual de uso y funcionamiento *Google Earth*.

USO Y APLICACIONES DEL GOOGLE EARTH.

En esta última década las posibilidades de uso del avance de la tecnología digital para el estudio del territorio son amplias, ya que brindan una representación real del mundo. Se detalla a continuación la determinación de los siguientes trabajos:

- Mediciones avanzadas: Mide el desarrollo de terrenos con la función de cálculo de área de polígonos o determina un radio afectado con la función de medición de círculos.
- Impresión con alta resolución: Imprime imágenes con una resolución de hasta 4800 x 3200 pixeles.
- Capas de datos profesionales exclusivas: Datos demográficos, catastrales y de tráfico.
- Importación de hojas de cálculo y datos de texto: Importa hasta 2.500 direcciones de forma simultánea asignando plantillas de estilo y marcadores en lote.
- Movie - Maker: Exportar películas en HD de Windows Media y Quicktime con una resolución de hasta 1920 x 1080 pixeles.

- Capa *.Shp mundial político: Datos adjuntos: país, perímetro, área. Extrapolable a cualquier otro dato superficial.
- Otra capa *.shp con curvas de nivel cada 5m: Procedente del producto MDT 5m del IGN.
- Ubicación tridimensional de proyectos de infraestructura: Se trabaja con programas complementarios a fin de representar su posición georreferenciada.
- Creación de visitas guiadas: Es una de las facilidades que te brinda a fin de compartir información geográfica, paisajística, monumental, etc.

VERSIONES DEL GOOGLE EARTH.

El *Google Earth* está disponible en varias versiones:

- **Según el nivel de prestaciones:** Estas se dividen en dos versiones de pago y una versión gratuita.

Google Earth Free: Diseñado para uso doméstico y personal, incluye la visualización de la superficie terrestre y cuenta con un conjunto de capas de datos y herramientas.

Google Earth Pro: Diseñado y desarrollado básicamente para uso comercial, facilita la posibilidad de importar archivos y permite mediar áreas, guardar e imprimir imágenes de alta resolución.

Figura 6.

Versiones del Google Earth, según nivel de prestación.



Nota: *Power Point* presentado (Mendoza, 2013).

- **Según el sistema operativo:** Google provee versiones para Windows (XP y 2000) y la novedad de 2006, es la versión para sistema operativo Mac OS. El 12 de junio del 2006 Google lanzó la primera versión (beta 4) de Google Earth para Linux.
- La versión 4.X tiene un componente que te permite que se visualice en cualquier sistema operativo; por lo tanto, su uso en cuanto a los sistemas operativos es muy extensa.
- La versión 5 permitió la exploración tridimensional del fondo de los mares, añadiendo a su vez el movimiento del agua superficial en los océanos.
- La versión 6.0.0.1735 beta permite una mejor integración de Google Street View en Google Earth.
- La versión 6.2 integra la posibilidad de iniciar sesión con la cuenta de Google, guarda los datos guardados en Google Earth y compartir las fotos tomadas.

2.3.8. MODELOS DIGITALES DE TERRENO (MDT)

Se denomina Modelos Digitales de Terreno al conjunto de estructuras numéricas de datos que representan distintas características topográficas de la superficie terrestre, expresadas mediante las coordenadas X, Y, Z de los puntos que las definen.

El modelo digital de terreno, es uno de los elementos básicos de cualquier representación digital de la superficie terrestre y son simbólicos, pues establecen relaciones de correspondencia con el objeto real mediante algoritmos o formalismos matemáticos que son tratados mediante programas informáticos.

Su campo de uso en el desarrollo de las ciencias de la ingeniería es muy variada:

- Extracción de los parámetros del terreno.
- Trazado de perfiles topográficos.
- Modelación de la escorrentía de agua o del movimiento de masa.

- Tratamiento de visualizaciones en 3D.
- Análisis del terreno en geomorfología.
- Sistemas de Información Geográfica (SIG).
- Ingeniería y diseño de infraestructuras.
- Agricultura de precisión y gestión forestal.

2.3.9. DISEÑO GEOMÉTRICO DE CARRETERA

Según **Choconta (1998)**, el diseño geométrico de una carretera es el proceso de correlacionar los elementos físicos de la vía con las condiciones de operación de los vehículos y las características del terreno.

CLASIFICACIÓN DE LAS CARRETERAS EN EL PERÚ.

Clasificación de acuerdo a la demanda.

- ***Autopistas de primera clase.*** $IMDA > 6000$ veh/día.
- ***Autopistas de segunda clase.*** $4001 < IMDA < 6000$ veh/día.
- ***Carreteras de primera clase.*** $2001 < IMDA < 4000$ veh/día.
- ***Carreteras de segunda clase.*** $400 < IMDA < 2000$ veh/día.
- ***Carreteras de tercera clase.*** $IMDA < 400$ veh/día.
- ***Trochas carrozables.*** $IMDA < 200$ veh/día. El ancho mínimo de la calzada será de 4.00 m.

Clasificación por orografía.

Se da en función a la orografía predominante del terreno por donde se plantea el trazo y se clasifica en los siguientes:

- ***Terreno plano.*** Con pendiente transversal al eje de la vía $\leq 10\%$ y pendiente longitudinal $\leq 3\%$.
- ***Terreno ondulado.*** $11\% < \text{pendiente transversal al eje de la vía} < 50\%$ y $3\% < \text{pendiente longitudinal} < 6\%$.
- ***Terreno accidentado.*** $51\% < \text{pendiente transversal al eje de la vía} < 100\%$ y $6\% < \text{pendiente longitudinal} < 8\%$.
- ***Terreno escarpado.*** Con pendiente transversal al eje de la vía $> 100\%$ y pendiente longitudinal $> 8\%$.

VEHÍCULOS DE DISEÑO

Los distintos tamaños de vehículos que circulan por la carretera, son el elemento fundamental que define el diseño geométrico en sí. El ancho del vehículo incide en la definición del ancho del carril, calzada, bermas y sobre ancho y demás componentes de una carretera.

De acuerdo con el reglamento nacional de vehículos, se dividen en dos vehículos ligeros (correspondientes a las categorías L y M1) y vehículos pesados (pertenecientes a las categorías M, N, O y S a excepción de M1).

VELOCIDAD DE DISEÑO

La velocidad de diseño va estrictamente regida a la clasificación de carretera a diseñar y se sobre entiende que es la velocidad elegida para el diseño, entendiéndose que será la máxima que podrá mantener el usuario con seguridad y comodidad, sobre una sección de carretera cuando las circunstancias sean favorables para que prevalezcan las condiciones de diseño.

La velocidad de diseño a lo largo del trazo de la carretera, debe ser tal, que los conductores no sean sorprendidos por cambios bruscos y/o eventualidades que puedan presentarse, esto con la finalidad de brindar seguridad en el recorrido.

Asimismo, se deberá de tomar en cuenta los rangos establecidos en la siguiente Cuadro.

Cuadro 1.

Rangos de la velocidad de diseño en función a la clasificación de la carretera por demanda y orografía.

CLASIFICACIÓN	OROGRAFÍA	VELOCIDAD DE DISEÑO DE UN TRAMO HOMOGÉNEO VTR (km/h)										
		30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
Autopista de primera clase	Plano											
	Ondulado											
	Accidentado											
	Escarpado											
Autopista de segunda clase	Plano											
	Ondulado											
	Accidentado											
	Escarpado											
Carretera de primera clase	Plano											
	Ondulado											
	Accidentado											
	Escarpado											

Nota: Manual de carreteras (Ministerio de Transportes y Comunicaciones)

DISEÑO GEOMÉTRICO EN PLANTA

El diseño geométrico en planta, está constituido por alineamiento curvas circulares y de grado de curvatura variable que permita una transición suave al pasar de alineamientos rectos a curvas o viceversa, o sea el cambio de curvas con diferentes grados de curvatura. Asimismo, debe permitir la operación ininterrumpida de los vehículos, procurando conservar la misma velocidad de diseño.

Tomando en cuenta las consideraciones de este diseño, debe de procurarse que los tramos del alineamiento recto que sean demasiado largos.

Tangente.

Es el tramo recto del alineamiento horizontal y/o proyección de un eje de proyecto de una carretera en un tramo horizontal.

En la presente Cuadro se detalla las longitudes mínimas admisibles y máximas deseables, en función a la velocidad de diseño asumida.

Cuadro 2.
Longitudes de tramos en tangente.

DISEÑO GEOMÉTRICO EN PLANTA

Tomando en cuenta las consideraciones de este diseño, debe de procurar evitar tramos del alineamiento recto que sean demasiado largos.

Es el tramo recto del alineamiento horizontal y/o proyección del eje del proyecto de una carretera en un tramo horizontal.

Cuadro 2.

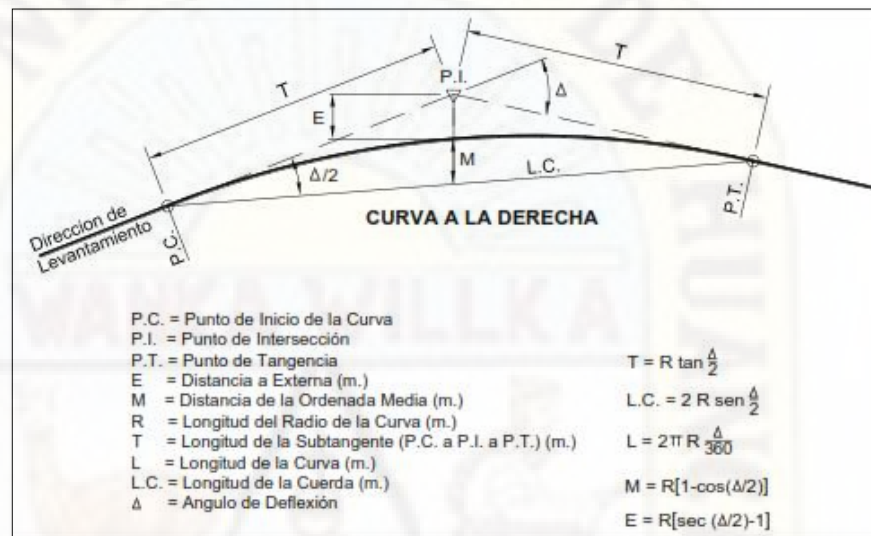
Longitudes de tramos en tangente.

Nota: Manual de carreteras (Ministerio de Transportes y Comunicaciones).

Curva horizontal.

Las curvas horizontales son arcos de circunferencia de un solo radio que unen dos tangentes de un alineamiento, conformando la proyección horizontal de las curvas reales o espaciales.

Figura 7.
Elementos de la curva.



Nota: Manual de carreteras (Ministerio de Transportes y Comunicaciones).

Radio mínimo.

El radio mínimo de curvatura horizontal, es el que cumple con la condición de satisfacer las condiciones aceptables de seguridad y comodidad de conductor al recorrer el tramo con la velocidad de diseño asumido.

Cuadro 3.

Radio mínimo y peraltes máximos para diseño de carreteras.

Ubicación de la vía	Velocidad de diseño	p máx. (%)	f máx.	Radio calculado (m)	Radio redondeado (m)
Área urbana	30	4.00	0.17	33.7	35
	40	4.00	0.17	60.0	60
	50	4.00	0.16	98.4	100
	60	4.00	0.15	149.2	150
	70	4.00	0.14	214.3	215
	80	4.00	0.14	280.0	280
	90	4.00	0.13	375.2	375
	100	4.00	0.12	492.10	495
	110	4.00	0.11	635.2	635
	120	4.00	0.09	872.2	875
	130	4.00	0.08	1,108.9	1,110
Área rural (con peligro)	30	6.00	0.17	30.8	30
	40	6.00	0.17	54.8	55
	50	6.00	0.16	89.5	90
	60	6.00	0.15	135.0	135
	70	6.00	0.14	192.9	195
	80	6.00	0.14	252.9	255

de hielo)	90	6.00	0.13	335.9	335
	100	6.00	0.12	437.4	440
	110	6.00	0.11	560.4	560
	120	6.00	0.09	755.9	755
	130	6.00	0.08	950.5	950
Área rural (plano u ondulada)	30	8.00	0.17	28.3	30
	40	8.00	0.17	50.4	50
	50	8.00	0.16	82.0	85
	60	8.00	0.15	123.2	125
	70	8.00	0.14	175.4	175
	80	8.00	0.14	229.1	230
	90	8.00	0.13	303.7	305
	100	8.00	0.12	393.7	395
	110	8.00	0.11	501.5	500
	120	8.00	0.09	667.0	670
Área rural (accidentada o escarpada)	30	12.00	0.17	24.4	25
	40	12.00	0.17	43.4	45
	50	12.00	0.16	70.3	70
	60	12.00	0.15	105.0	105
	70	12.00	0.14	148.4	150
	80	12.00	0.14	193.8	195
	90	12.00	0.13	255.1	255
	100	12.00	0.12	328.1	330
	110	12.00	0.11	414.2	415
	120	12.00	0.09	539.9	540
	130	12.00	0.08	665.4	665

Nota: Manual de carreteras (Ministerio de Transportes y Comunicaciones).

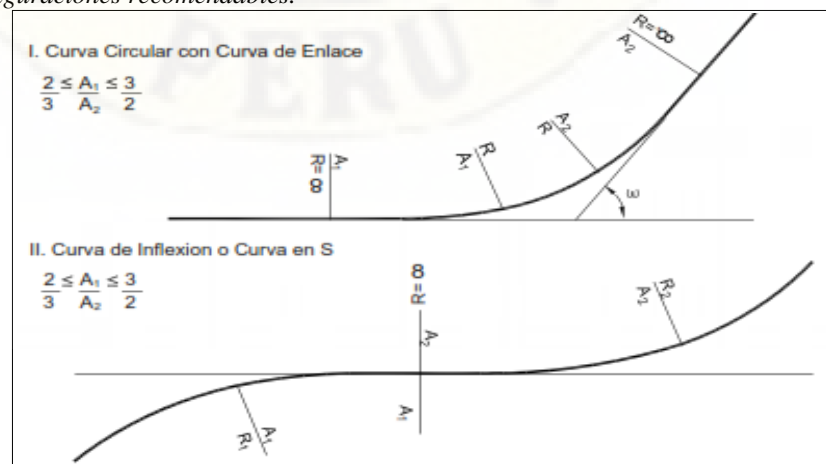
Curva compuesta.

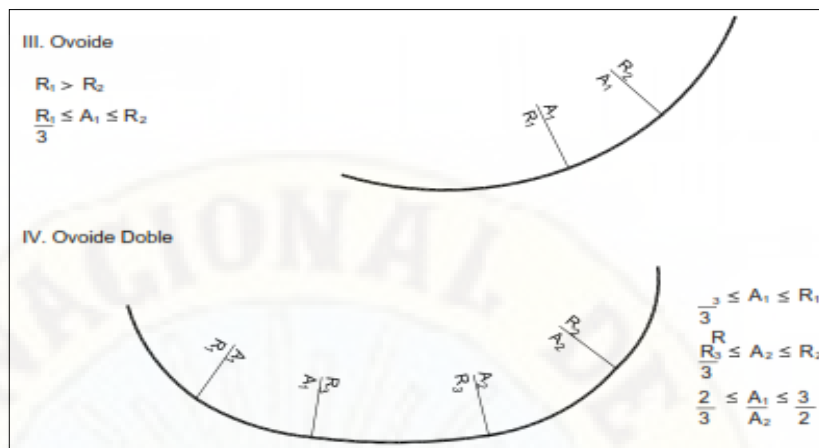
Las curvas circulares compuestas estas conformadas dos o más curvas simples de diferente radio, orientadas en la misma dirección y encontradas una a continuación de otra.

Se recomienda evitar el empleo de curvas compuestas, tratando de reemplazarlas por una curva simple. Estas limitaciones se ven especialmente en el caso de carreteras de tercera clase, por las limitaciones del diseño o la topografía del terreno.

Figura 8.

Configuraciones recomendables.





Nota: Manual de carreteras (Ministerio de Transportes y Comunicaciones).

Transición de peralte.

El peralte es la inclinación transversal de la alineación de la carretera en los tramos de curva, su objetivo es contrarrestar la fuerza centrífuga del vehículo.

La Transición de peralte es el cambio gradual de la inclinación de la calzada, para pasar de una sección transversal del tramo de la vía en tangente con bombeo a una curva horizontal.

DISEÑO GEOMÉTRICO EN PERFIL

El diseño geométrico en perfil, está compuesto por una serie de rectas tangentes unidas a través de curvas verticales parabólicas.

En el desarrollo de este procedimiento conocido como el alineamiento de la carretera se definen las pendientes, que serán positivas cuando implican aumento de cotas y negativas cuando ocurre disminución de cotas.

El elemento que determinará si las curvas serán cóncavas o convexas, es el relieve del terreno.

Pendiente.

Magnitud que indica la inclinación de la superficie de una carretera con relación a la horizontal, se determinará a través de la correspondencia entre el desnivel y la distancia horizontal que hay entre dos puntos.

Cuadro 4.
Pendientes máximas (%).

Demanda	Autopistas								Carretera				Carretera				Carretera			
Vehículos/día	> 6.000				6.000 - 4001				4.000-2.001				2.000-400				< 400			
Características	Primera clase				Segunda clase				Primera clase				Segunda clase				Tercera clase			
Tipo de orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Velocidad de diseño: 30 km/h																			10.00	10.00
40 km/h																9.00	8.00	9.00	10.00	
50 km/h											7.00	7.00			8.00	9.00	8.00	8.00	8.00	
60 km/h					6.00	6.00	7.00	7.00	6.00	6.00	7.00	7.00	6.00	7.00	8.00	9.00	8.00	8.00		
70 km/h			5.00	5.00	6.00	6.00	6.00	7.00	6.00	6.00	7.00	7.00	6.00	6.00	7.00		7.00	7.00		
80 km/h	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00		6.00	6.00			7.00	7.00		
90 km/h	4.50	4.50	5.00		5.00	5.00	6.00		5.00	5.00			6.00				6.00	6.00		
100 km/h	4.50	4.50	4.50		5.00	5.00	6.00		5.00				6.00							
110 km/h	4.00	4.00			4.00															
120 km/h	4.00	4.00			4.00															
130 km/h	3.50																			

Nota: Manual de carreteras (Ministerio de Transportes y Comunicaciones).

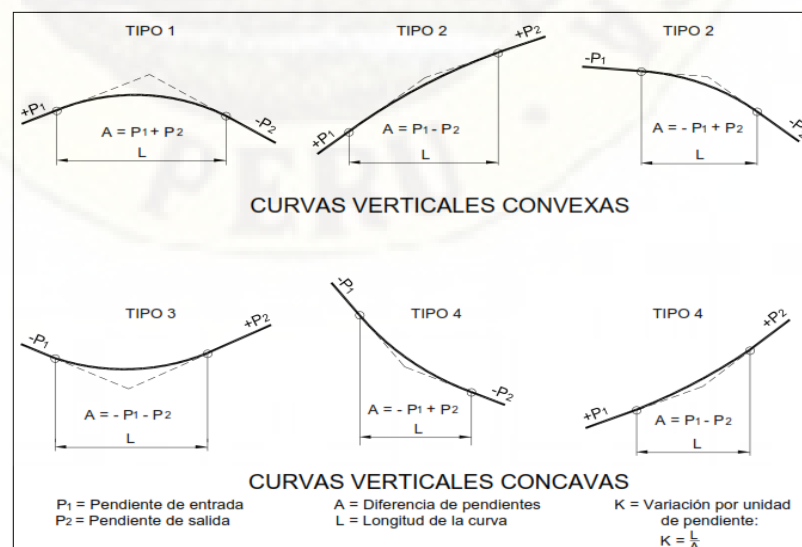
Curvas verticales.

Las curvas verticales parabólicas enlazan tramos consecutivos de la tangente del alineamiento vertical de la carretera. Para carreteras pavimentadas la diferencia algebraica de sus pendientes debe ser mayor a 1% y para los demás 2%.

Las curvas verticales se pueden clasificar por su forma como curvas convexas y cóncavas y de acuerdo con la proporción entre sus ramas que las forman como simétricas y asimétricas.

Figura 9.

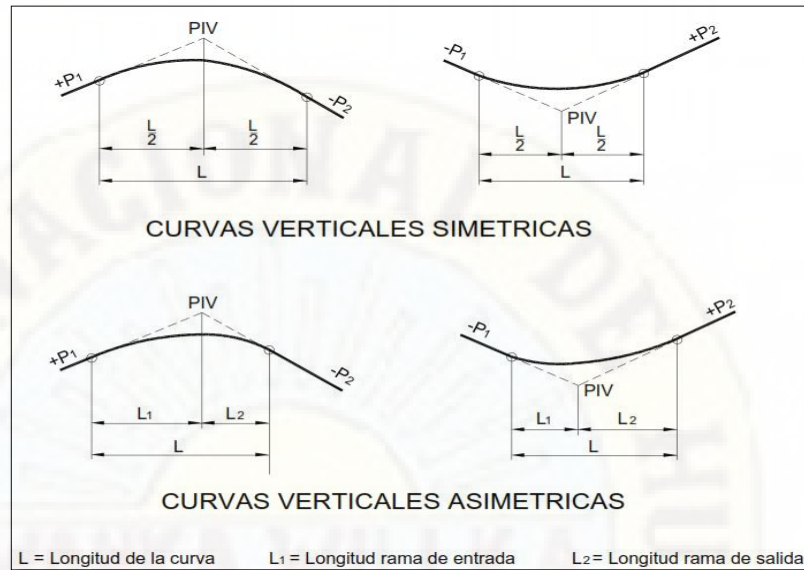
Tipos de curvas verticales convexas y cóncavas.



Nota: Manual de carreteras (Ministerio de Transportes y Comunicaciones).

Figura 10.

Tipos de curvas verticales simétricas y asimétricas.



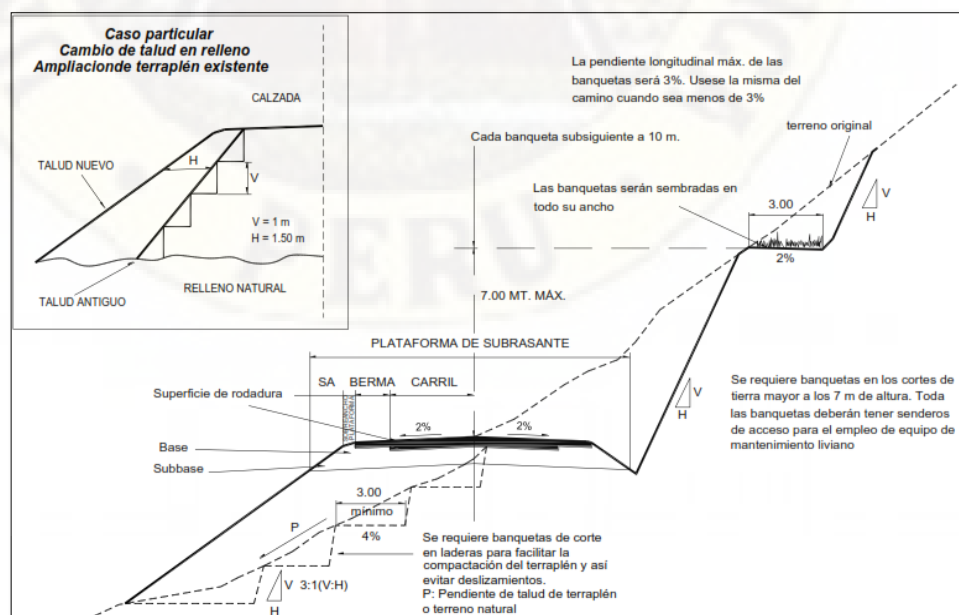
Nota: Manual de carreteras (Ministerio de Transportes y Comunicaciones).

DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL

El diseño geométrico de la sección transversal, es describir los elementos de la carretera en un plano de corte vertical normal al alineamiento horizontal, el cual permite definir la disposición y dimensiones de los elementos en cada punto correspondiente de la sección y su relación con el terreno natural.

Figura 11.

Sección transversal típica en tangente.



Nota: Manual de carreteras (Ministerio de Transportes y Comunicaciones).

Calzada.

La calzada o superficie de rodadura es parte de la carretera que está destinada al tránsito de vehículos y puede estar compuesta por uno o más carriles, no incluye la berma.

Bombeo.

El bombeo es una inclinación transversal mínima de la calzada en tramos en tangente, con la finalidad de evacuar las aguas superficiales. Esta va determinada a partir del eje del alineamiento hacia ambos lados de la calzada, en una tangente horizontal.

Derecho de vía.

La faja del terreno que conforma el derecho de vía es un bien de dominio público inalienable e imprescindible;

Superficie del terreno de ancho variable que se requiere para la construcción, conservación, reconstrucción, ampliación, protección y/o entre otros, para el uso adecuado de una vía de comunicación y/o de sus servicios auxiliares.

Taludes.

El talud es la inclinación de la tangente del ángulo formado por el relieve del terreno y la línea horizontal, que se da al terreno lateral de la carretera, tanto en zonas de corte como en terraplenes.

Las secciones en corte de los taludes varían de acuerdo a las características geo mecánicas del terreno; la altura, inclinación y otros detalles del diseño se determinarán en función al estudio de mecánica de suelos, condiciones de drenaje superficial y subterráneo, con la finalidad de brindar condiciones de estabilidad, especialmente en las zonas que presentan fallas geológicas.

Cuadro 5.

Valores referenciales para taludes en corte (Relación H: V).

Clasificación de materiales de corte		Roca fija	Roca suelta	Material		
				Grava	Limo arcilloso o arcilla	Arenas
Altura de corte	<5 m	1:10	1:6-1:4	1:1 - 1:3	1:1	2:1
	5-10 m	1:10	1:4-1:2	1:1	1:1	*
	>10 m	1:8	1:2	*	*	*

Nota: Manual de carreteras (Ministerio de Transportes y Comunicaciones).

Cuadro 6.

Taludes referenciales en zonas de relleno (terraplenes).

Materiales	Talud (V:H)		
	Altura (m)		
	<5	5-10	>10
Gravas, limo arenoso y arcilla	1:1.5	1:1.75	1:2
Arena	1:2	1:2.25	1:2.5
Enrocado	1:1	1:1.25	1:1.5

Nota: Manual de carreteras (Ministerio de Transportes y Comunicaciones).

Cunetas.

Las cunetas con canales construidos lateralmente a lo largo de la carretera, con el objetivo de conducir los escurrimientos superficiales y subterráneos, procedentes de la plataforma vial, taludes y áreas adyacentes.

La sección transversal de la cuneta puede ser de forma triangular, trapezoidal, rectangular, que se adapte mejor a la sección transversal de la vía y que prevea seguridad vial.

2.4. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

MEDIR.

Acción de determinar la proporción entre la dimensión de un objeto y una unidad de medida. La dimensión del objeto y la unidad deben de ser de la misma magnitud.

ERROR.

Es la diferencia entre el valor exacto de una magnitud y el valor obtenido de su medida.

AGRIMENSURA.

Rama de la topografía que delimita las superficies y elemento esencial para la planificación y ejecución de la forma de construcción.

GEOFÍSICA.

Compuesta por tres raíces latinas “geo” que significa tierra, “physis” que significa naturaleza y el sufijo “ica” que significa relativo. Por ende se define como la rama de la geología y la física que se encarga de estudiar e investigar el planeta tierra y sus principios físicos como su estructura, componentes y evolución.

GEODESIA.

Ciencia que tiene por objeto estudiar y determinar la forma y dimensiones de la tierra, su campo de gravedad y sus variaciones temporales con la finalidad de obtener información para la elaboración de mapas. Constituye una base geométrica de la rama del conocimiento como es la topografía

APOYO TERRESTRE.

Son puntos de control horizontales y verticales que permiten referir las imágenes a la superficie terrestre.

SIG.

Es un conjunto de herramientas que permite integrar y relacionar diversos componentes a fin de organizar, almacenar, manipular, analizar y modernizar un grupo de datos que están vinculados a una referencia espacial.

OUTLIERS.

Terminología usada en la estadística que se le denomina a los errores groseros o atípicos que deben ser eliminados de la muestra. Para la detección de estos errores durante el estudio de la muestra se debe adoptar criterios.

GEORREFERENCIACIÓN.

Acción importante que determina la posición y ubicación de puntos de control con los cuales se enlaza un proyecto o la recolección de datos taquimétricos en campo.

Esta acción nos permite enlazar a los puntos de control terrestre con los que están vinculados los UTM.

UTM.

Es un sistema de coordenadas basadas en la proyección cartográfica transversal de *Mercator*, que a diferencia de la proyección *Mercator* normal que es tangente al Ecuador, esta se le hace tangente al meridiano.

A diferencia del sistema de coordenadas Geográficas, que son expresadas en latitud y longitud, las magnitudes en el sistema UTM se expresan en metros a nivel del mar.

EXACTITUD.

Es la capacidad de un instrumento de acercarse al valor de la magnitud real y/o grado perfección que se obtiene en las mediciones. La exactitud es diferente de la precisión.

PRECISIÓN.

Es la capacidad de un instrumento de dar el mismo resultado en mediciones diferentes realizadas en las mismas condiciones. Esta cualidad debe evaluarse a corto plazo.

Es el grado de refinamiento con el que se mide una determinada cantidad, es la cercanía de una medida a otra, si se mide una cantidad y los valores son muy cercanos entre sí, la precisión es alta.

SENSIBILIDAD.

Está relacionado con el valor mínimo de la magnitud que es capaz de medir. Normalmente, se admite que la sensibilidad de un aparato viene indicada por el valor de la división más pequeña de la escala de medida.

EQUIVOCACIONES.

Es una diferencia con respecto al valor verdadero, causada por falta de atención, pero puede limitarse haciendo una revisión cuidadosa.

2.5. HIPÓTESIS

2.5.1. HIPÓTESIS GENERAL

La obtención de resultados a través del estudio comparativo del diseño geométrico de la carretera Piscopampa - Latapuquio, utilizando el levantamiento topográfico con estación total y el modelo digital Google Earth, son estadísticamente similares en la Provincia de Angaraes – Huancavelica - 2021.

2.5.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICOS

- a. El diseño geométrico de la carretera Piscopampa - Latapuquio con el modelo digital Google Earth arroja volumen de explanación similar al método de levantamiento topográfico con estación total en la Provincia de Angaraes - Huancavelica - 2021.
- b. El modelo digital Google Earth, permite optimizar mayor tiempo en el diseño geométrico de la carretera Piscopampa - Latapuquio, en referencia al levantamiento topográfico con estación total en la Provincia de Angaraes - Huancavelica - 2021.
- c. El modelo digital Google Earth, permite optimizar los costos de elaboración del diseño Geométrico de la carretera Piscopampa - Latapuquio, en referencia al levantamiento topográfico con estación total en la Provincia de Angaraes - Huancavelica - 2021.
- d. La exactitud posicional de los datos UTM obtenidos a través del levantamiento topográfico con estación total son similares que el modelo digital Google Earth en la Provincia de Angaraes - Huancavelica - 2021.

2.6. VARIABLES

2.6.1. VARIABLE 1

Levantamiento topográfico con estación total y el modelo digital Google Earth.

2.6.2. VARIABLE 2

Diseño geométrico de la carretera Piscopampa - Latapuquio de la Provincia de Angaraes – Huancavelica.

2.7. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
VAR. 1. Levantamiento topográfico con estación total y el modelo digital Google Earth.	El procedimiento de levantamiento digital, es obtener datos a través de la fotogrametría que emplea el Google Earth. El levantamiento topográfico tradicional es la obtención de datos a través de la georreferenciación de un punto de control y la recolección de datos se da a través de la radiación con equipo.	Comparación de exactitud posicional de datos UTM	Datos UTM de la estación total. Metodología: * Georreferenciación (GPS) * Estación Total * Kits de prisma Datos UTM del Google Earth. Metodología: * Software Google Earth * Software Google Mapper	M
VAR. 2. Diseño geométrico de la carretera Piscopampa - Latapuquio de la Provincia de Angaraes – Huancavelica.	El procesamiento de datos taquimétricos permite plasmar la topografía real de terreno en un modelo digital de terreno en donde se desarrolla el diseño geométrico de la carretera con la finalidad de satisfacer necesidades planteadas y que cumplan con las normas.	Determinación de volumen de explanación y comparación	- Diseño geométrico de la carretera con los datos UTM del Lev. Topográfico con estación total. - Diseño geométrico de la carretera con los datos UTM del Lev. Topográfico con el modelo digital Google Earth.	M ³
		Comparación del Tiempo empleado en el diseño de la carretera	Diseño de la carretera con el uso de los datos UTM de la estación total. Metodología: * Lev. Topográfico con estación total. Diseño de la carretera con el uso de los datos UTM del Google Earth. Metodología: * Lev. Topográfico con el modelo digital Google Earth.	Horas de trabajo.
		Comparación del costo del diseño de la carretera	Diseño de la carretera con el uso de los datos UTM de la estación total. Metodología: * Lev. Topográfico con estación total. Diseño de la carretera con el uso de los datos UTM del Google Earth. Metodología: * Lev. Topográfico con el modelo digital Google Earth.	Soles

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. MATERIALES E INSTRUMENTOS

A continuación, se presenta detalladamente los materiales e instrumentos, que se requieren para el desarrollo del proyecto de investigación, con la finalidad de dar cumplimiento al cronograma de actividades propuesto en el proyecto e tesis.

3.1.1. MATERIALES

Los materiales que se han dispuesto para el desarrollo de las actividades en campo y en gabinete, son los siguientes:

- Clavo para calamina galvanizado 2 ½”.
- Cemento.
- Hormigón.
- Pintura c/rojo y blanco.
- Pincel.
- Bolsas de plástico.
- Tintas para impresora EPSON L575.
- Papel bond A-4 75 gr/m2.
- Libreta de campo.
- Tablero acrílico de campo.
- Lapiceros.
- Manual de carreteras (Ministerio de Transportes y Comunicaciones).

- Carta de autorización de la IGN (datos UTM).

3.1.2. INSTRUMENTOS

Los instrumentos que se han empleado para el desarrollo de las actividades en campo y en gabinete, son las que corresponden al uso de herramientas, equipos y software que detallare a continuación.

HERRAMIENTAS.

- Pala.
- Pico.
- Martillo.
- Flexómetro de 5 mts.
- Wincha de 50 mts.

EQUIPOS.

- GPS Garmin.
- Estación Total *Trimble* 3mm.
- Kits de Prisma.
- Memoria externa USB de 16 GB.
- Cámara fotográfica.
- Laptop Toshiba – core i7.
- Impresora EPSON L575.
- Plotter.

SOFTWARE'S.

- Procesadores de texto.
- AutoCAD civil 3D 2019.
- *Google Earth*.
- *Global Mapper* 16.
- Microsoft office (word, excel, ms project, etc.).
- Hoja de cálculo Excel.

3.2. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

3.2.1. UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

Comunidad : Piscopampa - Latapuquio

Distrito : Lircay

Provincia : Angaraes

Región : Huancavelica

Figura 12.

Ubicación política de la zona de estudio.



Nota: Elaboración propia.

Cuadro 7.

Ubicación geográfica - Coordenadas UTM de las localidades de intervención.

Nº	LOCALIDAD	NORTE	ESTE	COTA
01	Piscopampa	8563902.53	530922.00	3510.00 m.s.n.m.
02	Latapuquio	8562830.78	531015.78	3579.00 m.s.n.m.

Nota: Elaboración propia.

3.2.2. VÍAS DE ACCESO

A continuación, se presenta el cuadro con las vías de acceso desde Lircay a la zona de estudio propiamente dicha.

Cuadro 8.

Vías de accesos a las localidades de intervención.

DE	A	DIST.	TIEMPO PROM.	TIPO DE VÍA	FRECUENCIA	SERV. DE TRANSP.
Lircay	Piscopampa	1.91 Km.	10 min.	Trocha carrozable	Diario	Autos

Piscopampa	Latapuquio	15.0 Km.	25 min.	Trocha carrozable	Diario	Autos
------------	------------	----------	---------	----------------------	--------	-------

Nota: Elaboración propia.

3.2.3. TIPO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación del presente proyecto es BÁSICA, a razón de la utilización de los conocimientos en la práctica (de campo), que buscan siempre contribuir a la ampliación del conocimiento científico, creando nuevas teorías o modificando las ya existentes en provecho del hombre y la sociedad.

Según **Behar (2008)**, La investigación básica “se caracteriza porque parte de un marco teórico y permanece en él; la finalidad radica en formular nuevas teorías o modificar las existentes, en incrementar los conocimientos científicos o filosóficos...a fin de extender sus hallazgos más allá del grupo o situaciones estudiadas”. (pág. 19)

3.2.4. NIVEL DE INVESTIGACIÓN

El nivel de investigación es DESCRIPTIVO COMPARATIVO, porque describe los datos y características de la población en estudio tal como son. Este nivel de investigación responde al interés de comparar dos tipos de levantamiento topográfico y determinar cuál es el favorable para el provecho de la sociedad.

3.2.5. POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO

POBLACIÓN.

La población del estudio está constituida por el tramo de la carretera Piscopampa - Latapuquio, ubicado en una zona rural del Distrito de Lircay, Provincia de Angaraes – Huancavelica.

MUESTRA.

La muestra, consiste en un grupo reducido de elementos de dicha población, al cual se le evalúan características particulares, con el propósito de inferir tales características a toda la población. En este caso hablamos de muestras representativas y los elementos que la componen son tomados al azar. (**Ramírez, 2005, pág. 55**).

Teniendo presente la clasificación de los tipos de muestras de acuerdo a la metodología de investigación, nuestra muestra corresponde a una muestra no probalística, por la siguientes razones: Se aplica el criterio discrecional por el uso de métodos y/o conocimientos básicos de la topografía para la obtención de los datos taquimétricos del relieve terrestre, con la finalidad de obtener una distribución normal de las características de la muestra en la población; Asimismo se aplica el criterio por conveniencia, eso con la finalidad de trabajar con el punto de control BM que se encuentra ubicado en la Municipalidad Provincial de Angaraes a razón de su proximidad. Estos criterios nos permitirán obtener los datos taquimétricos de la superficie terrestre con la mayor precisión posible a los autorizados por el Instituto Geográfico Nacional.

Por lo tanto, nuestra muestra de tipo no probabilístico correspondiente al criterio discrecional por convivencia contempla los datos UTM del tramo de la carretera Piscopampa - Latapuquio, que comprende desde la progresiva 0+000 hasta la progresiva 1+500 y que a partir de esta se realizara el estudio comparativo de dos metodologías de recolección de datos taquimétricos para determinar las diferencias de los factores del volumen de explanación, tiempo, costo y la exactitud posicional del diseño geométrico de la carretera.

MUESTREO.

Para la selección de la unidad de análisis, se empleará el tipo de muestreo discrecional por conveniencia, con la finalidad de lograr la misma distribución de características en la muestra que en la población.

Cabe precisar, que el muestreo discrecional también conocida como muestreo por juicio aplica a nuestra investigación, porque de acuerdo a la topografía del terreno se debe de aplicar los conocimientos básicos de la topografía a fin de obtener un relieve real del área de trabajo; Para ello en el proceso de levantamiento topográfico se realiza el proceso de triangulación del relieve de manera que en zonas de relieve plano la triangulación será de aproximadamente cada 15 a 20 m y en caso de un relieve accidentado a cada 5 a 10 m. Por otro lado, para la determinación de la muestra en estudio se ha

optado por una elección por conveniencia, debido a la proximidad al punto geodésico autorizado por la IGN que se encuentra ubicado en el techo de la Municipalidad Provincial de Angaraes, con el único propósito de evitar errores típicos de precisión de los equipos topográficos propiamente dichos.

El muestreo me permite inferir los resultados obtenidos en la muestra a la población, por lo que a través del proceso de la obtención de la información de los datos taquimétricos UTM se ha empleado la metodología de levantamiento topográfico tradicional y la metodología del modelo digital *Google Earth* a través del cual se tiene obtiene una muestra representativa que corresponde a la misma cantidad de datos UTM para ambas metodologías.

Posteriormente esto nos conllevara al diseño en sí de la carretera en el software AutoCAD civil 3D 2016 siguiendo una secuencia metodológica convencional para determinar el volumen de explanación y las alternativas que resulten técnica y económicamente factibles.

Para el análisis de los datos se definió el uso de la prueba estadística “t” de *student*, a razón de que se requiere hacer un análisis que me permita realizar una inferencia para toda nuestra población, teniendo en cuenta que realizare la comparación de dos grupos dentro del diseño del estudio que cuenta con características de variables relacionadas con una distribución de datos paramétricos.

La prueba “t” de *student*, se utiliza para determinar si entre las muestras de mi estudio existen las diferencias significativas entre las medias de dos grupos, teniendo presente que para realizar el cerco de datos tomare en referencia el nivel de la probabilidad que estamos dispuestos a aceptar.

3.2.6. TÉCNICAS PARA RECOLECCIÓN DE DATOS

Las técnicas de recolección de datos, comprende en sí mismo las actividades desarrolladas tanto en campo o en gabinete, con la única finalidad de realizar la recolección de datos del presente proyecto.

PROCEDIMIENTO DE LA METODOLOGÍA DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO TRADICIONAL.

La ejecución de este procedimiento de trabajo en campo, corresponde netamente a la delimitación del área de estudio, mismo para el cual se emplea un GPS *Garmin* y una estación total *trimble M3* a través del cual se obtienen los datos taquimétricos del relieve terrestre del área de estudio.

Figura 13.

Partes principales del Estación Total Trimble M3.



Nota: Revista de propuesta económica (Cinco Contratistas Generales E.I.R.L.)

Primero: Se realizó coordinaciones para la obtención de los datos UTM del punto geodésico; Por otro lado, también nos dieron accesibilidad a este punto que se encuentra situado en el techo de la Municipalidad Provincial de Angaraes – Lircay.

Cuadro 9.

Coordenadas UTM del punto geodésico.

Nº	NORTE	ESTE	COTA
01	8564752.728	530548.307	3376.63 m.s.n.m.

Nota: Instituto Geográfico Nacional.

Cabe precisar que se ha empleado como datos de salida un punto de control geodésico y un soporte de datos del GPS *Garmin*.

Segundo: Tomar el trípode de la estación y verificar que la plataforma de esta proyecte una vertical imaginaria al punto a estacionar, posteriormente se abren las patas del trípode lo suficiente para conseguir una buena estabilidad de modo que no tienda a caerse o a dificultar el movimiento del operador en torno al trípode.

La fijación del equipo consiste en la colocación del equipo sobre la plataforma del trípode sujetándola ligeramente con el tornillo de fijación del trípode y apriete el tornillo cuando la plomada laser se encuentre ubicada exactamente en centro del punto de *Bech Marck* (BM). Debe asegurarse de que la estación esté siempre unida al trípode.

Tercero: Seguidamente se realiza la alineación vertical a través de la plomada laser con el punto de estación, permaneciendo la mirada a través de la plomada laser, sujetamos una pata con cada mano y la levantamos girando alrededor de una pata ya fijada de tal manera que hacemos coincidir el punto de estación con la señal de la plomada, habiendo obtenido esto entonces se fijan las dos patas restantes.

Cuarto: Luego pasamos a la alineación horizontal; observando el nivel de mano esférico (ojo de pollo) y la situación de la burbuja, subiendo o bajando los brazos de las patas del trípode de manera que obtengamos lo mejor nivelado posible la burbuja, seguidamente nivelamos el nivel de la alidada con este alineamos el equipo verticalmente de forma correcta, colocando el nivel de la alidada en dirección a dos tornillos, y girándolos en sentido contrario, centramos la burbuja, una vez ya nivelado rotamos la estación alrededor de su eje 90° y alineamos con el tercer tornillo restante.

Comprobamos el centrado del instrumento con la plomada óptica.

Figura 14.

Instalación del equipo topográfico (estación total) en el punto geodésico autorizado por el IGN.



Nota: Elaboración propia.

Quinto: Una vez ya estacionado el equipo correctamente; Se realiza el encendido con la tecla color verde (*POWER*) para sus configuraciones correspondientes.

Cabe precisar, que este equipo cuenta con una pantalla táctil, por lo que todas las configuraciones y/o manejo en general serán a través de un puntero y/o lápiz que viene con el equipo.

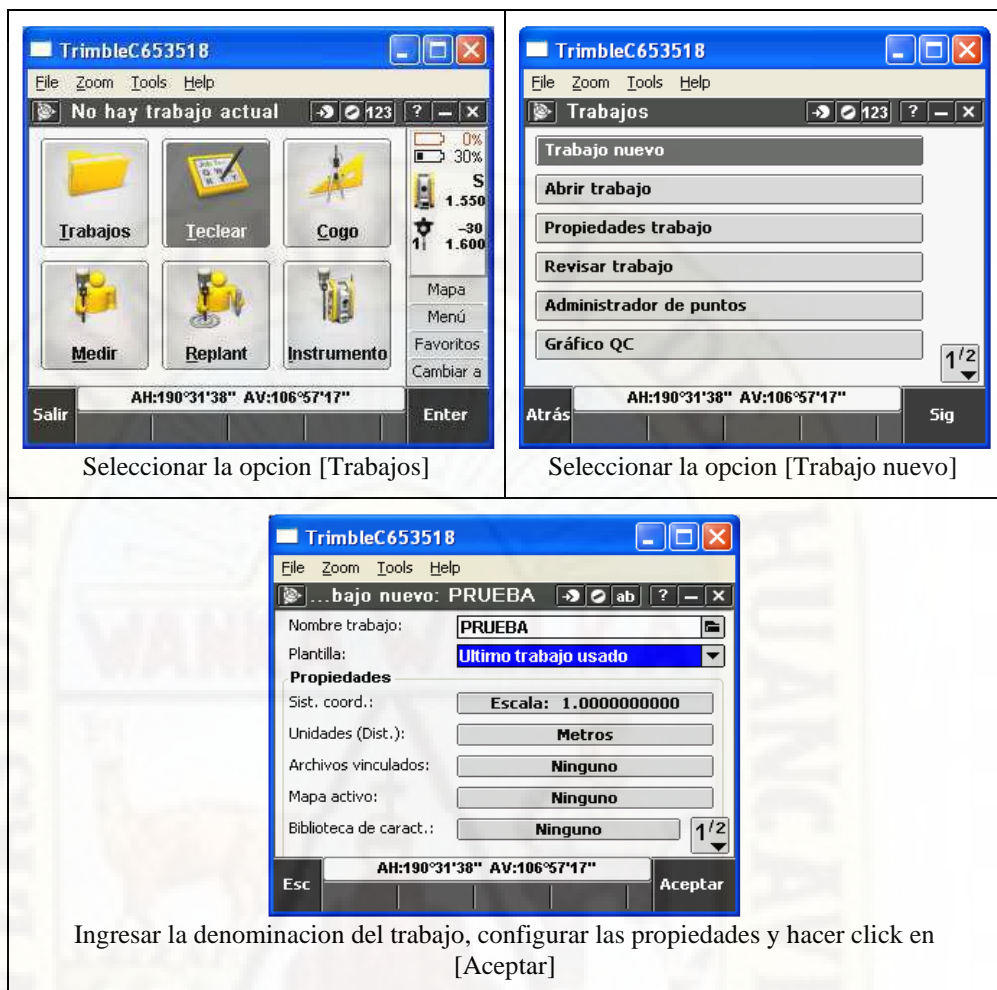
Cuadro 10.

Configuraciones de equipo antes del levantamiento topográfico.



Una vez encendido el equipo deberá de ingresar al icono [Trimble Access]

Seleccionar la opción [Topografía General]

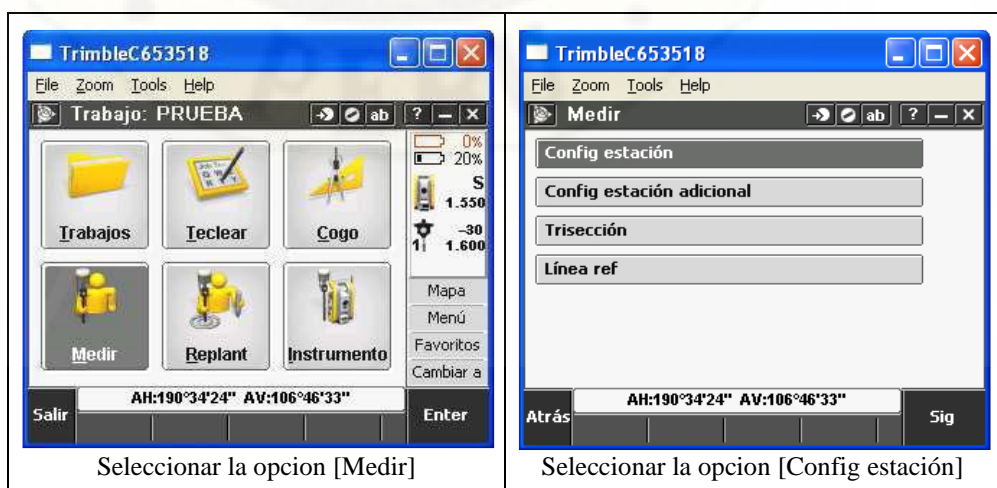


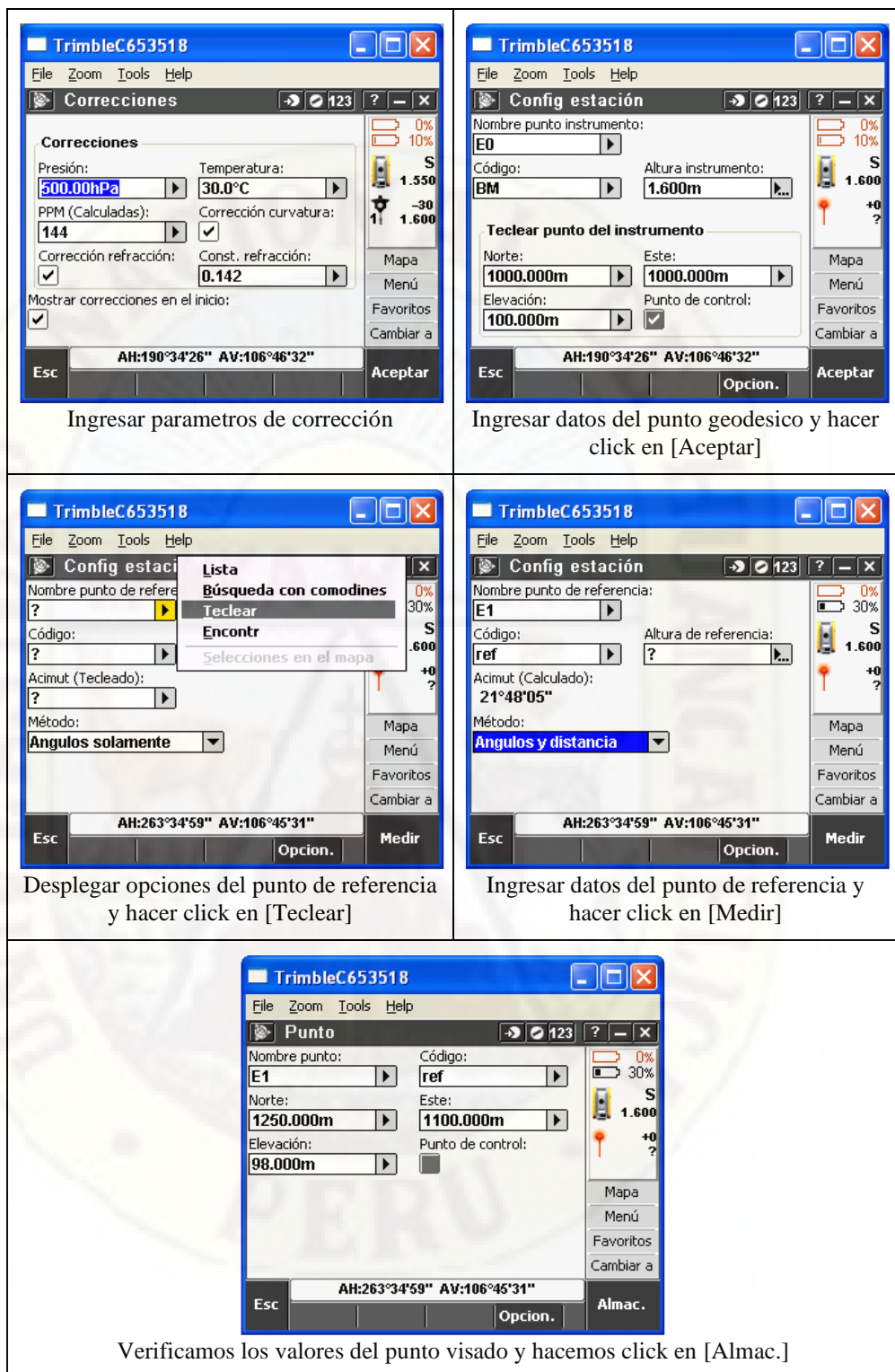
Nota: Manual pasos rápidos estación total y elaboración propia.

Sexto: Habiéndose creado el archivo de trabajo se procede a las configuraciones del estacionamiento, que se detalla a continuación.

Cuadro 11.

Configuraciones del estacionamiento y/o georreferenciación.





Ingresar parametros de corrección

Ingresar datos del punto geodesico y hacer click en [Aceptar]

Desplegar opciones del punto de referencia y hacer click en [Tear]

Ingresar datos del punto de referencia y hacer click en [Medir]

Verificamos los valores del punto visado y hacemos click en [Almac.]

Nota: Manual pasos rápidos estación total y elaboración propia.

En este proceso se ubica un punto estratégico y/o punto de referencia, con el objetivo de visualizar el punto geodésico (ubicado en el techo de la Municipalidad Provincial de Angaraes – Lircay) y un punto de control, esto

con la finalidad de trasladar puntos de apoyo reales y por ende recolectar datos UTM más precisos.

Figura 15.
Ubicación del punto estratégico de salida.



Nota: Elaboración propia.

A través de este proceso se ha trasladado los puntos de control desde la Municipalidad Provincia de Angaraes – Lircay hasta la zona de estudio.

Figura 16.
Traslado de puntos de control hasta la zona de estudio.

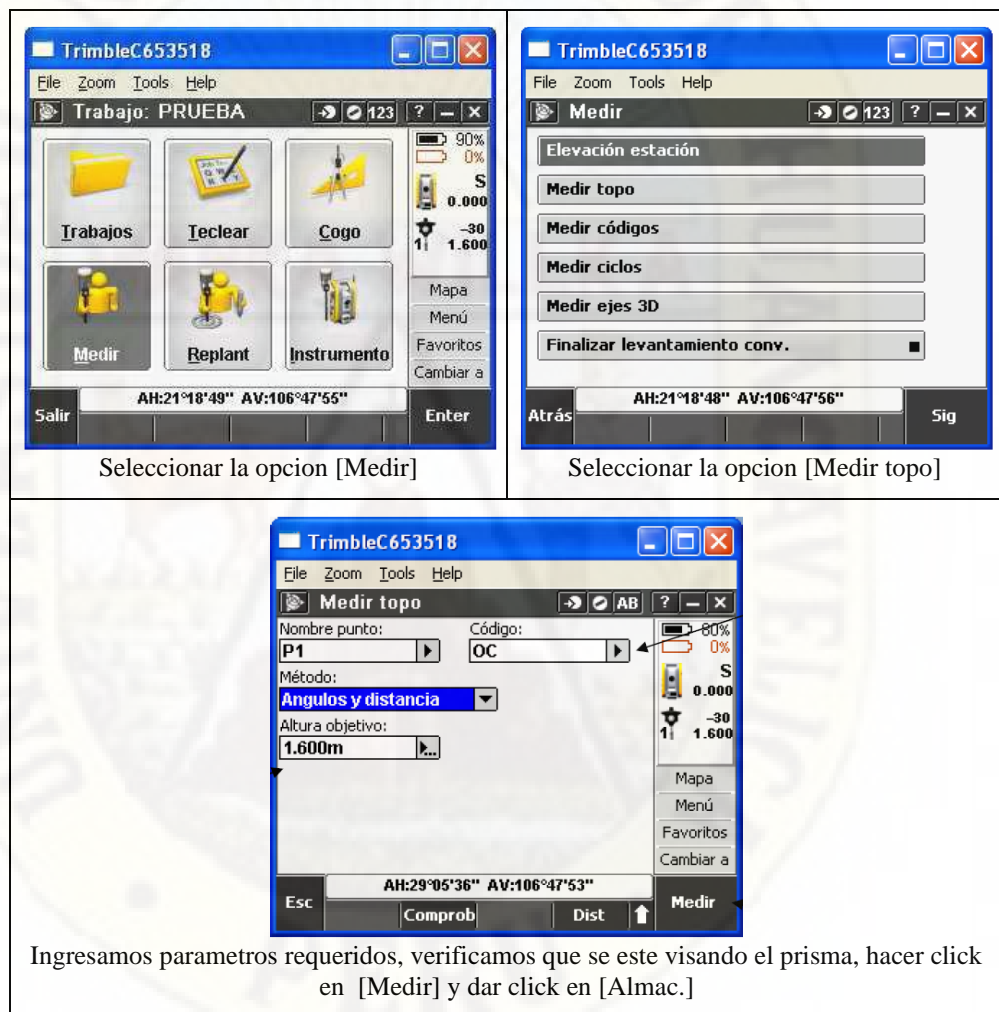


Nota: Elaboración propia.

Séptimo: Habiéndose ya establecido los puntos de control y ubicado nuestro punto estratégico que debe de cumplir con la condición de ofrecer una buena visualización del terreno y tratar de visar el mayor tramo posible para evitar hacer muchos cambios de estaciones posibles, se procede con las configuraciones del recolector de datos que se detalla a continuación.

Cuadro 12.

Configuraciones para iniciar con recolección de puntos.



Nota: Manual pasos rápidos estación total y elaboración propia.

El último paso se repite hasta terminar la radiación de todos los puntos. Los 02 ayudantes de topografía deben desplazarse con las primas a los puntos de lectura y comunicar su posición.

Figura 17.

Personal que intervino durante el trabajo de levantamiento topográfico.

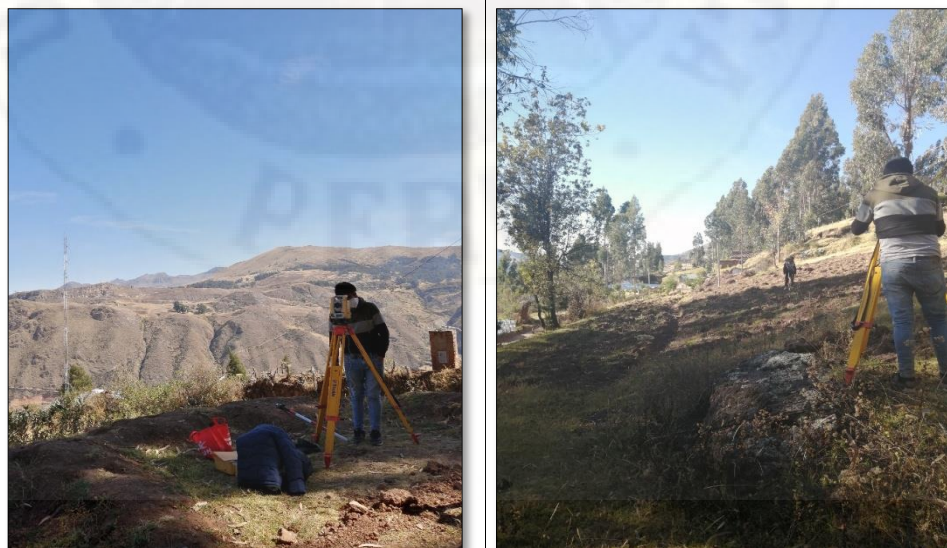


Nota: Elaboración propia.

El cambio de estación se da una vez concluido con los puntos ya visados; Este paso se realiza visando el punto donde se ubicará la siguiente estación y una vez estacionado en ella se abre el archivo de trabajo, se visa la estación anterior como referencia atrás y así continuamos de manera consecutiva el levantamiento.

Figura 18.

Cambios de estación en el proceso de levantamiento topográfico.



Nota: Elaboración propia.

3.2.7. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

Se ha empleado los Software's aplicativos detallados en el ítem 3.1.2., a fin de procesar los datos obtenidos en campo, todo esto con el único objetivo de evaluar las diferencias de ambas metodologías de trabajo para describir los factores determinantes en el diseño de la carretera Piscopampa – Latapuquio.

Dentro de las consideraciones de estudio, entre los factores a evaluar se ha considerado los siguientes:

Analizar y calcular el volumen de explanación del diseño geométrico de la carretera Piscopampa – Latapuquio.

Determinar el tiempo empleado para el diseño geométrico de la carretera Piscopampa – Latapuquio.



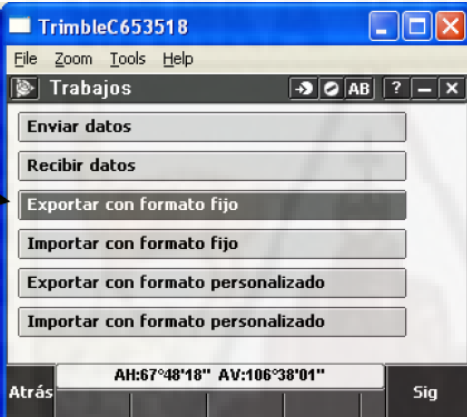
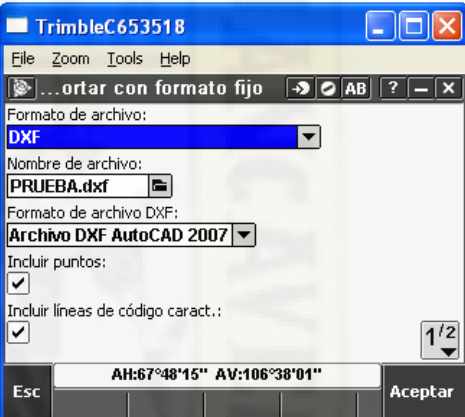
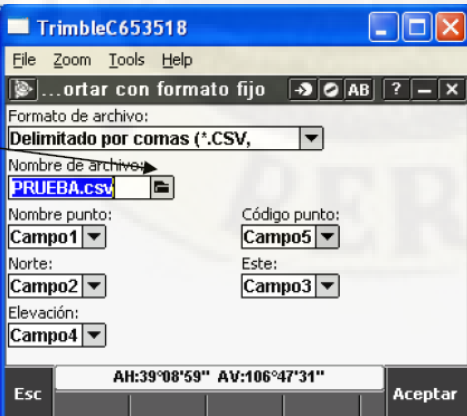
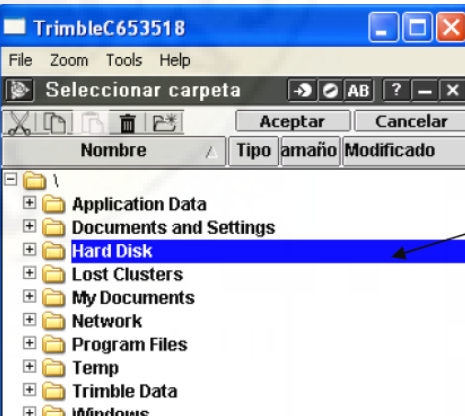
Determinar el costo de elaboración del diseño geométrico de la carretera Piscopampa – Latapuquio.

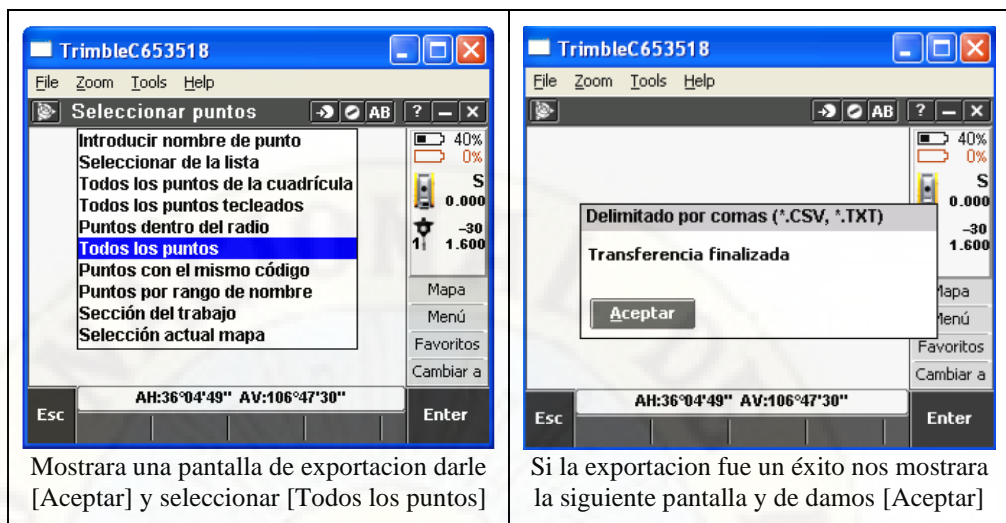
Evaluar la exactitud posicional de los datos UTM obtenidos a través de los dos métodos de levantamiento topográfico de la carretera Piscopampa – Latapuquio.

PROCESAMIENTO DE DATOS DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO TRADICIONAL.

Los datos topográficos fueron procesados en formato CSV, después de haber concluido los trabajos del campo. Se dispuso a procesar los datos, el mismo que comprende todos los cálculos taquimétricos en base a datos registrados en la libreta de campo y están transcritas en un formato digital, los datos del equipo topográfico han sido transferidos desde la colectora digital interna del instrumento hacia la computadora, siguiendo los siguientes pasos:

Cuadro 13.
Configuraciones de exportación de puntos.

	
<p>Ingresar a la carpeta [Trabajos] e identificar el trabajo que se dese exportar.</p>	<p>Introducir un USB al equipo y buscar la opción [Importar/Exportar] y darle click.</p>
	
<p>Seleccionar la opción [Exportar con formato fijo] y darle click.</p>	<p>Desplegar las opciones del formato de archivo y seleccionar el que requiera.</p>
	
<p>Seleccionar la carpeta de color negro a lado del nombre de archivo.</p>	<p>Seleccionar la carpeta [Hard Disk] para redireccionar los datos al USB.</p>



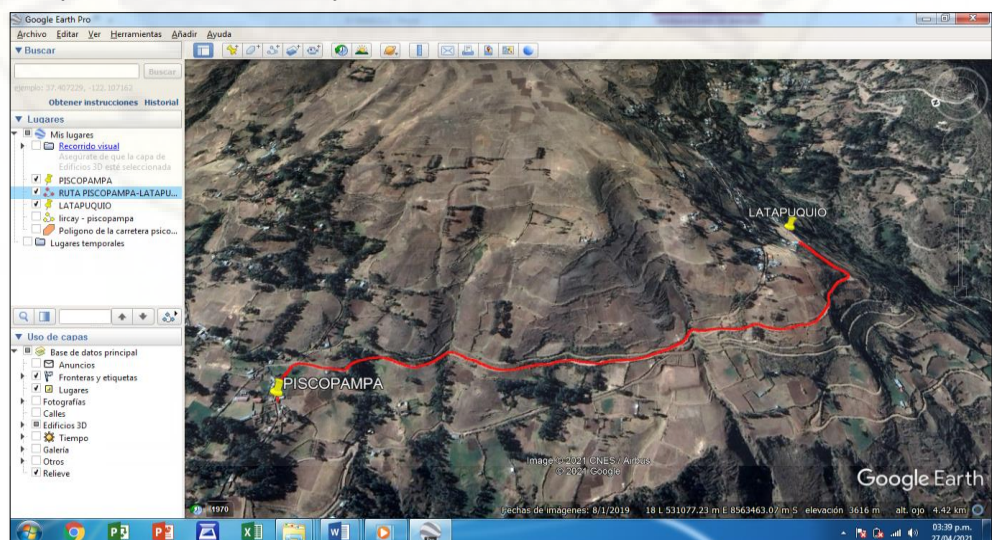
Nota: Manual pasos rápidos estación total y elaboración propia.

PROCESAMIENTO DE DATOS EN EL MODELO DIGITAL GOOGLE EARTH.

La ejecución de esta actividad cumple la misma condición que la anterior, que es el de delimitar el área de estudio; Para el cual se emplea el *Software Google Earth* que cumple con la finalidad de brindar los datos taquimétricos del relieve terrestre del área de estudio que a continuación se detallan.

- Identifica la zona de interés, sobre la cual deseas obtener los datos taquimétricos, una vez determinada, debes de hacer *click* sobre el icono “agregar polígono”.

Figura 19.
Identificación de zona de trabajo.

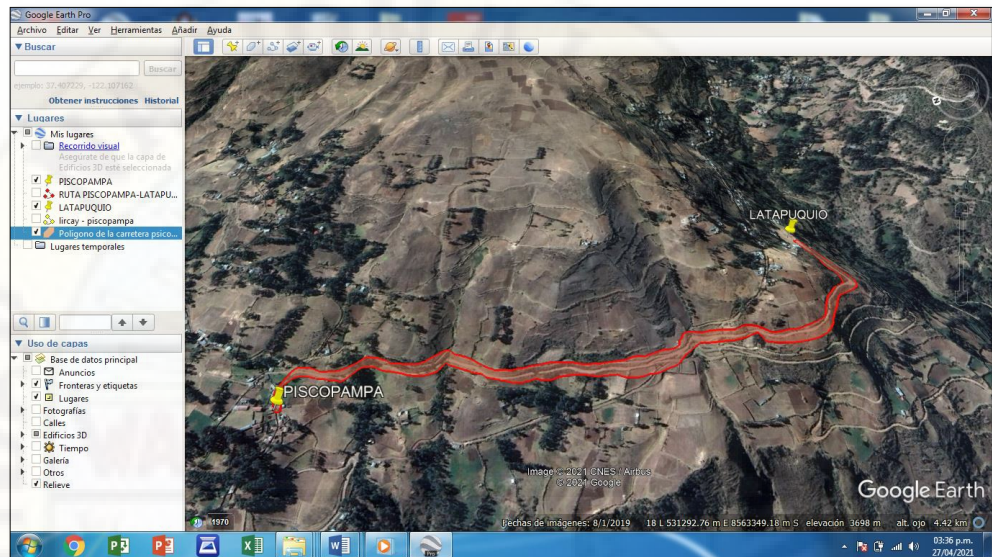


Nota: Elaboración propia.

- Establece un nombre para los puntos taquimétricos a obtener.
- Usando el *click* sostenido selecciona la zona, objeto de estudio.

Figura 20.

Trazado del área de trabajo.

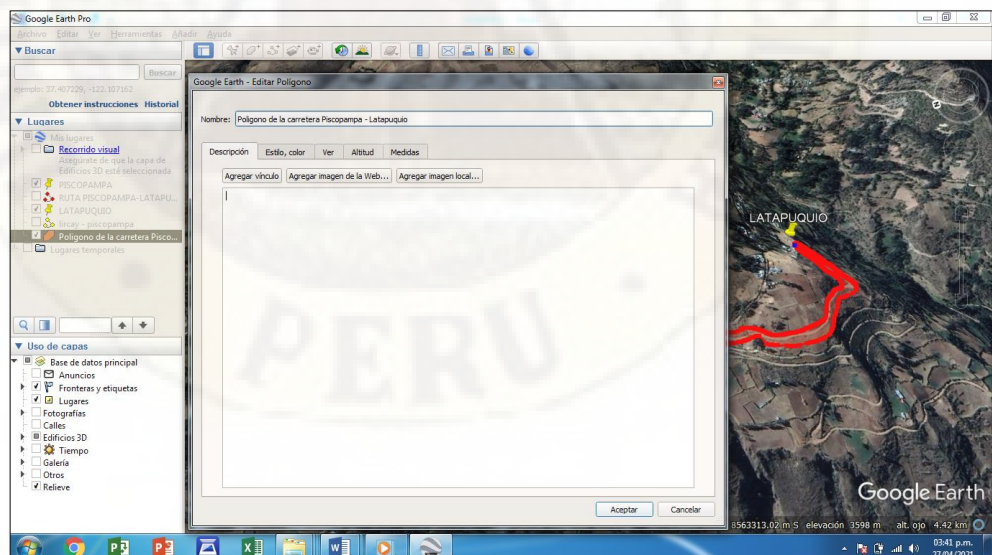


Nota: Elaboración propia.

- Culminada la selección del área en estudio, selecciona la opción “aceptar” de la ventana de dialogo.

Figura 21.

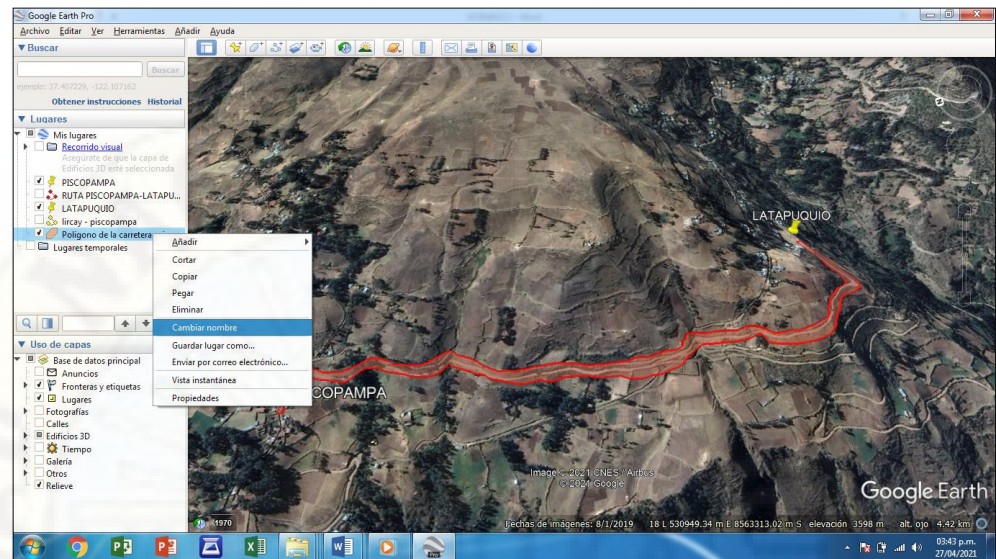
Definición de la zona de trabajo.



Nota: Elaboración propia.

- Se obtiene el polígono creado en la en la parte lateral de la pantalla.
- Damos click izquierdo en el polígono creado y seleccionamos la opción “guardar lugar como”.

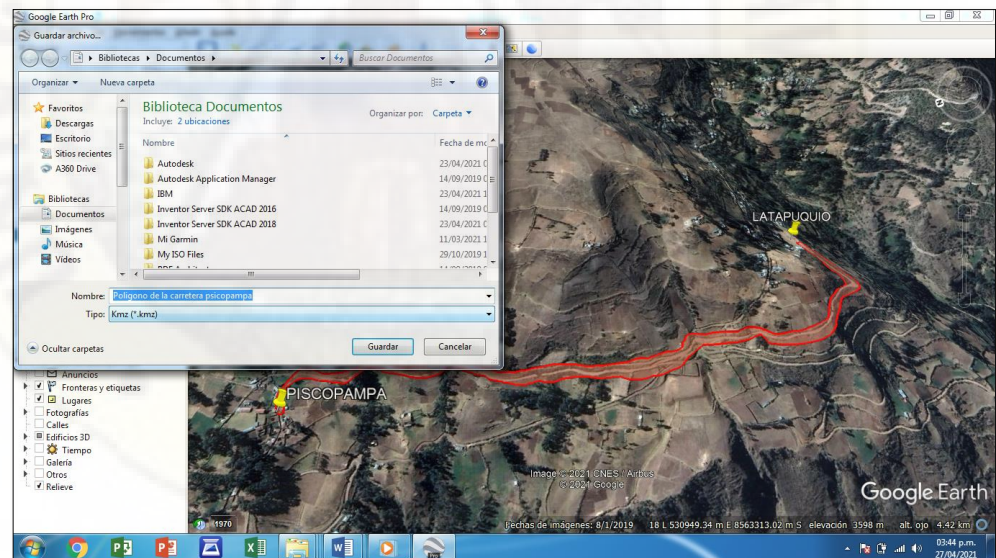
Figura 22.
Exportación al Google Mapper de la zona de trabajo.



Nota: Elaboración propia.

- Consignamos el nombre con el cual deseamos guardar el archivo y guárdalo con la extensión Kmz.

Figura 23.
Guardado de puntos de control del Google Earth.



Nota: Elaboración propia.

- Usamos el programa complementario *Google Mapper*.
- Dar *click* en la pestaña [*configuration*].

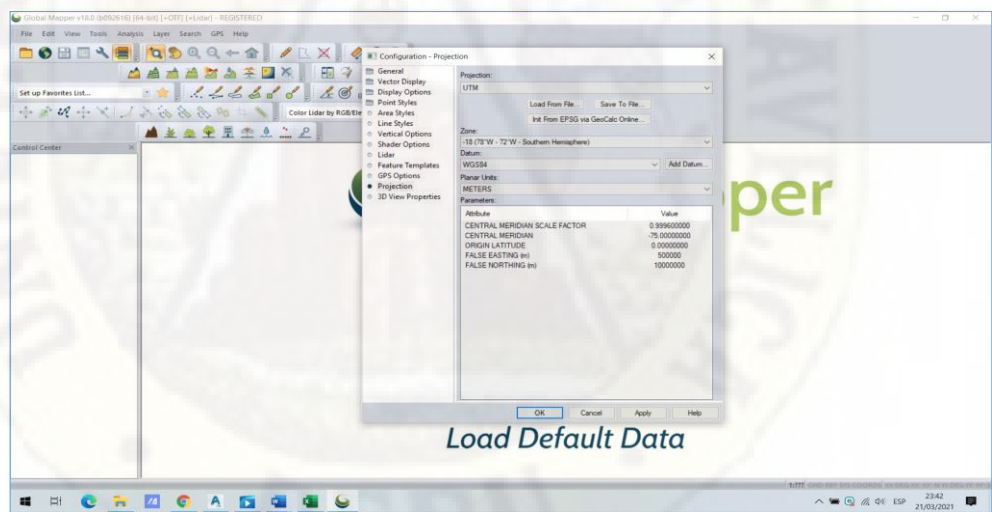
Figura 24.
Configuración inicial de Google Mapper.



Nota: Elaboración propia.

- Obtenida la ventana de dialogo y seleccionamos el icono [*projection*] y configuramos “*projection*”, seleccionando la opción [UTM].

Figura 25.
Configuración de la proyección de datos.



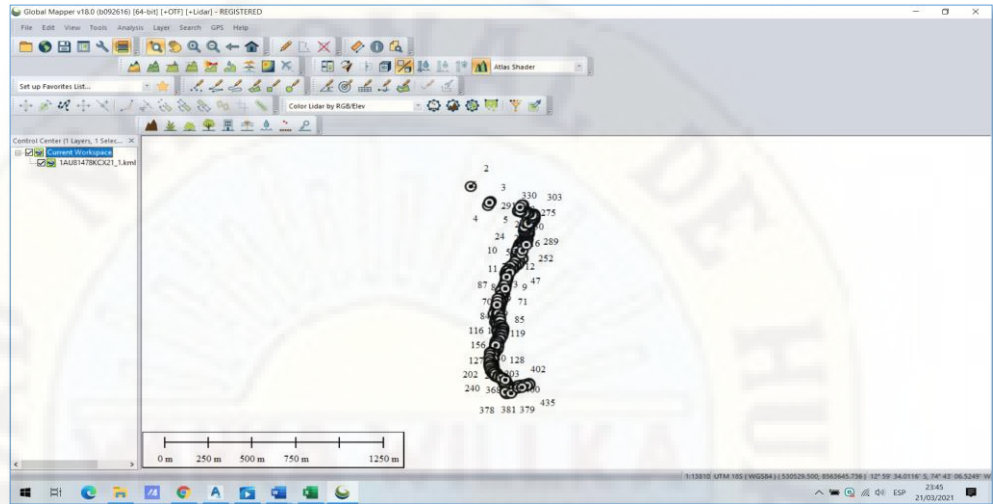
Nota: Elaboración propia.

- Configuramos “*zone*” desplegando y seleccionando la opción [-18(78W-72W-Southern Hemisphere)]
- Culminada esta configuración hacemos *click* en la opción “*Apply*” y “*OK*”.
- Hacemos *click* en [*Open Data Files*] y ubicamos la carpeta guardada anteriormente y la seleccionamos a fin de añadir y posteriormente le damos *click* en [*Abrir*].

- Añadido los datos del Google Earth, seleccionamos en la barra de herramientas el icono [Connect to Online Data].

Figura 26.

Procesamiento de los datos importados.

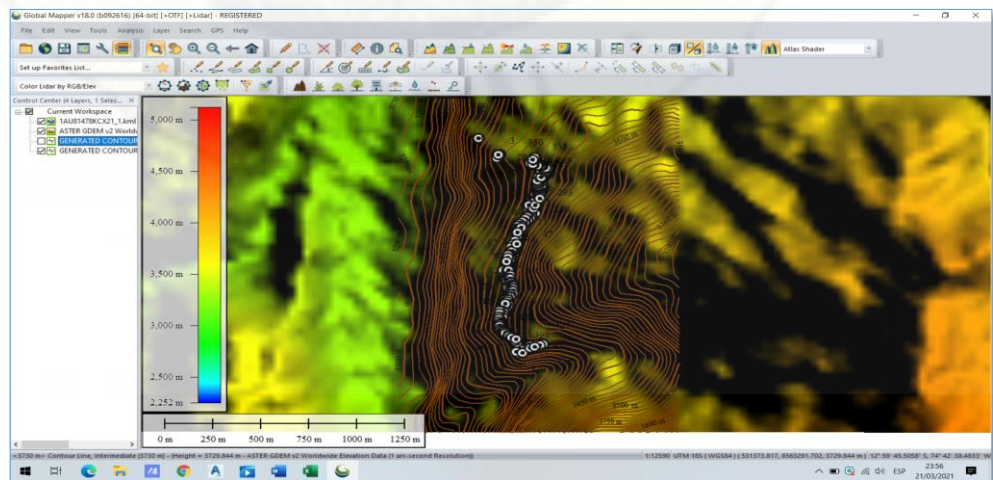


Nota: Elaboración propia.

- Obtenida la ventana de dialogo, configuramos la opción “*Select Data Source*” seleccionando [ASTER.GDE.v2.] y le damos click en [Connect].
- Seleccionamos en la barra de herramientas el icono [Analysis] y al desplegarla seleccionamos la opción “*Generate Contours (From Terrain Grid)*”.
- Obtenida la ventana de dialogo, configuramos “*Contour Interval*” y “*ADVANCES*” y le damos click en [OK].
- Esperamos a que se procese y obtenemos las curvas de nivel.

Figura 27.

Obtención de las curvas con la configuración personalizada.

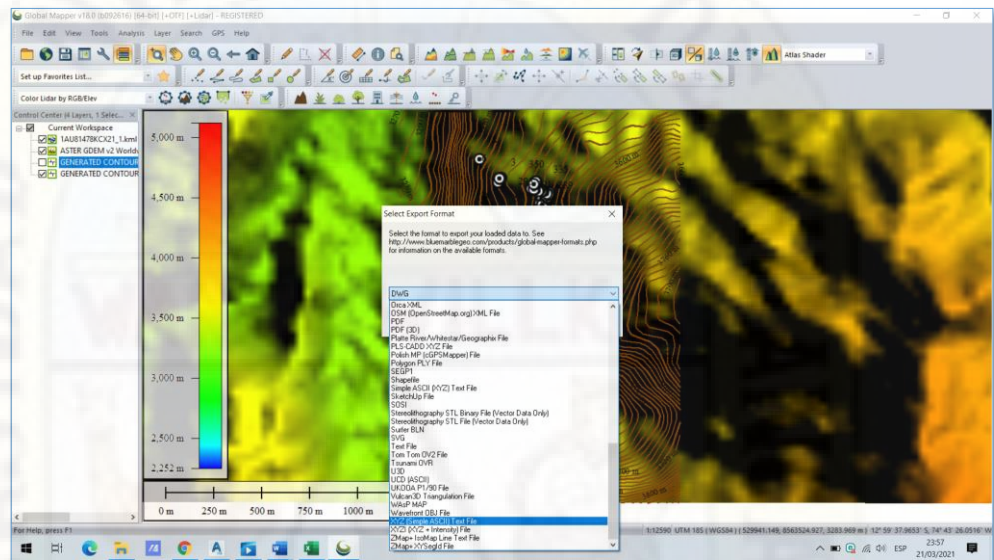


Nota: Elaboración propia.

- Se procederá a exportar por ende, le damos *click* en el icono [File] de la barra de herramientas y en las opciones del despliegue seleccionamos [Export] y seleccionamos la opción [Export Vector/Lidar Format].
- Obtenida la ventana de dialogo, desplegaremos las opciones de exportación y seleccionamos la opción [Text File] y le damos en [OK].

Figura 28.

Definición del formato de exportación.



Nota: Elaboración propia.

- Se generará una ventana de dialogo en el cual configuraremos la pestaña “Options” aquí consignamos lo conveniente y le damos en “OK”.
- Se generará una ventana de dialogo en el cual consignaremos el nombre del archivo con el que deseamos guardar y hacemos *click* en [Guardar].

PROCESAMIENTO DE DATOS EN EL AUTOCAD CIVIL 3D 2019 – DISEÑO DE LA CARRETERA.

La ejecución de esta actividad se ha realizado cumpliendo estrictamente las normas vigentes. Por otro lado, el desarrollo de esta actividad comprende varias etapas, las mismas que serán iguales para el diseño de la carretera Piscopampa – Latapuquio en ambas metodologías de obtención de datos. A continuación, detallo las consideraciones básicas para el diseño:

Clasificación de la carretera. Se ha optado por la clasificación de acuerdo a la demanda y de acuerdo con el conteo de vehículos que es menos a los < 200

veh/día, la carretera será una trocha carrozable y deberá de cumplir el ancho mínimo de la calzada será de 4.00 m.

Vehículos de diseño. Teniendo en cuenta el reglamento nacional de vehículos, en la zona en estudio se ha podido observar en la mayoría del caso vehículos ligeros.

Figura 29.
Tipos de vehículos más comunes que transitan por la zona en estudio.



Nota: Elaboración propia.

Velocidad de diseño. Teniendo en cuenta que el tipo de la carreta en estudio corresponde a la de una trocha carrozable, nos vamos a la *Cuadro N° 1*, sin embargo, nos damos con la sorpresa de que no existe una determinada velocidad de diseño para las trochas carrozables, por lo que nos vamos a apoyar en el dato mínimo.

Cuadro 14.
Selección de la velocidad de diseño.

CLASIFICACIÓN	OROGRAFÍA	VELOCIDAD DE DISEÑO DE UN TRAMO HOMOGÉNEO VTR (km/h)										
		30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
Autopista de primera clase	Plano											
	Ondulado											
	Accidentado											
	Escarpado											
Autopista de segunda clase	Plano											
	Ondulado											
	Accidentado											
	Escarpado											
Carretera de primera clase	Plano											
	Ondulado											
	Accidentado											
	Escarpado											
Carretera de	Plano											
	Ondulado											

Nota: Manual de carreteras (Ministerio de Transportes y Comunicaciones).

Tangente. Este alineamiento horizontal será determinado teniendo en cuenta la velocidad de diseño.

V (km/h)	L mín.s (m)	L mín.o (m)	L máx (m)
30	42	84	500
40	56	111	668
50	69	139	835
60	83	167	1002
70	97	194	1169
80	111	222	1336
90	125	250	1503
100	139	278	1670
110	153	306	1837
120	167	333	2004
130	180	362	2171

Nota: Manual de carreteras (Ministerio de Transportes y Comunicaciones).

Radio mínimo. La determinación de este radio dependerá de la ubicación de la vía y la velocidad de diseño adoptado.

Ubicación de la vía	Velocidad de diseño	v máx. (%)	f máx.	Radio calculado (m)	Radio redondeado (m)
Área urbana	30	4.00	0.17	33.7	35
	40	4.00	0.17	60.0	60
	50	4.00	0.16	98.4	100
	60	4.00	0.15	149.2	150
	70	4.00	0.14	214.3	215
	80	4.00	0.14	280.0	280
	90	4.00	0.13	375.2	375
	100	4.00	0.12	492.10	495
	110	4.00	0.11	635.2	635
	120	4.00	0.09	872.2	875
	130	4.00	0.08	1,108.9	1,110
Área rural (con peligro de hielo)	30	6.00	0.17	30.8	30
	40	6.00	0.17	54.8	55
	50	6.00	0.16	89.5	90
	60	6.00	0.15	135.0	135
	70	6.00	0.14	192.9	195
	80	6.00	0.14	252.9	255
	90	6.00	0.13	335.9	335
	100	6.00	0.12	437.4	440
	110	6.00	0.11	560.4	560
	120	6.00	0.09	755.9	755
	130	6.00	0.08	950.5	950
Área rural (plano u ondulada)	30	8.00	0.17	28.3	30
	40	8.00	0.17	50.4	50
	50	8.00	0.16	82.0	85
	60	8.00	0.15	123.2	125
	70	8.00	0.14	175.4	175
	80	8.00	0.14	229.1	230
	90	8.00	0.13	303.7	305
	100	8.00	0.12	393.7	395
	110	8.00	0.11	501.5	500
	120	8.00	0.09	667.0	670
	130	8.00	0.08	831.7	835

Área rural (accidentada o escarpada)	30	12.00	0.17	24.4	25
	40	12.00	0.17	43.4	45
	50	12.00	0.16	70.3	70
	60	12.00	0.15	105.0	105
	70	12.00	0.14	148.4	150
	80	12.00	0.14	193.8	195
	90	12.00	0.13	255.1	255
	100	12.00	0.12	328.1	330
	110	12.00	0.11	414.2	415
	120	12.00	0.09	539.9	540
	130	12.00	0.08	665.4	665

Nota: Manual de carreteras (Ministerio de Transportes y Comunicaciones).

Transición de peralte. La determinación del peralte dependerá de la velocidad de diseño adoptada conjuntamente con la longitud mínima de transición de peralte, por lo tanto, a nuestro diseño le corresponde el de 4%.

Cuadro 17.

Selección del valor del peralte.

Velocidad de diseño (Km/h)	Valor del peralte						Longitud mínima de transición de bombeo (m)**
	2%	4%	6%	8%	10 %	12 %	
	Longitud mínima de transición de peralte (m)*						
20	9	18	27	36	45	54	9
30	10	19	29	38	48	58	10
40	10	21	31	41	51	62	10
50	11	22	33	44	55	66	11
60	12	24	36	48	60	72	12
70	13	26	39	52	65	79	13
80	14	29	43	58	72	86	14
90	15	31	46	61	77	92	15

Nota: Manual de carreteras (Ministerio de Transportes y Comunicaciones).

Consideraciones para el diseño en perfil.

Pendiente. La determinación del % de pendiente máxima estará en relación a la clasificación de la carretera y la velocidad de diseño adoptado.

Cuadro 18.

Selección de la pendiente máxima (%) para el diseño.

Demanda	Autopistas								Carretera				Carretera				Carretera			
	> 6.000				6.000 - 4001				4.000-2.001				2.000-400				< 400			
Características	Primera clase				Segunda clase				Primera clase				Segunda clase				Tercera clase			
Tipo de orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Velocidad de diseño: 30 km/h																	10.00	10.00		
40 km/h																9.00	8.00	9.00	10.00	
50 km/h											7.00	7.00			8.00	9.00	8.00	8.00	8.00	
60 km/h					6.00	6.00	7.00	7.00	6.00	6.00	7.00	7.00	6.00	7.00	8.00	9.00	8.00	8.00		
70 km/h			5.00	5.00	6.00	6.00	6.00	7.00	6.00	6.00	7.00	7.00	6.00	6.00	7.00		7.00	7.00		
80 km/h	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00		6.00	6.00			7.00	7.00		
90 km/h	4.50	4.50	5.00		5.00	5.00	6.00		5.00	5.00			6.00				6.00	6.00		
100 km/h	4.50	4.50	4.50		5.00	5.00	6.00		5.00				6.00							
110 km/h	4.00	4.00			4.00															
120 km/h	4.00	4.00			4.00															
130 km/h	3.50																			

Nota: Manual de carreteras (Ministerio de Transportes y Comunicaciones).

Consideraciones para el diseño de la sección transversal.

Calzada. La determinación viene ya definida teniendo en cuenta la clasificación de la carretera y los tipos de vehículo, para nuestro caso se ha adoptado una calzada de 4 mts.

Bombeo. Para la determinación de este valor, nos hemos apoyado en los datos del “**Estudio hidrológico e hidrogeológico a nivel de factibilidad del proyecto escopeta**” elaborado por la empresa Water Production SAC en que hace mención a los resultados de la estación meteorológica ubicado en el Distrito de Lircay (Angaraes) el cual arroja una precipitación total anual de 827.6 mm/año (2013, Pag.8).

Cuadro 19.

Selección del valor del bombeo de la calzada.

Tipo de Superficie	Bombeo (%)	
	Precipitación <500 mm/año	Precipitación >500 mm/año
Pavimento asfáltico y/o concreto Portland	2.0	2.5
Tratamiento superficial	2.5	2.5-3.0
Alfirmado	3.0-3.5	3.0-4.0

Nota: Manual de carreteras (Ministerio de Transportes y Comunicaciones).

Taludes. Para la selección de estos valores referenciales, en cumplimiento con las normativas vigentes se ha realizado dos calicatas para la obtención de muestras de suelo, los mismos que han sido evaluados a través de los ensayos de laboratorio arrojando los siguientes resultados.

Calicata N° 01 - 00 + 340 Km.

La clasificación del suelo le corresponde al Grupo: Arcilla de baja plasticidad con arena.

Calicata N° 02 – 01 + 220 Km.

La clasificación del suelo le corresponde al Grupo: Arena arcillosa con grava.

Cuadro 20.

Valores referenciales para taludes en corte (Relación H: V).

Clasificación de materiales de corte		Roca fija	Roca suelta	Material		
				Grava	Limo arcilloso o arcilla	Arenas
Altura de corte	<5 m	1:10	1:6-1:4	1:1 - 1:3	1:1	2:1
	5-10 m	1:10	1:4-1:2	1:1	1:1	*
	>10 m	1:8	1:2	*	*	*

Nota: Manual de carreteras (Ministerio de Transportes y Comunicaciones).

Cuadro 21.

Taludes referenciales en zonas de relleno (terraplenes).

Materiales	Talud (V:H)		
	Altura (m)		
	<5	5-10	>10
Gravas, limo arenoso y arcilla	1:1.5	1:1.75	1:2
Arena	1:2	1:2.25	1:2.5
Enrocado	1:1	1:1.25	1:1.5

Nota: Manual de carreteras (Ministerio de Transportes y Comunicaciones).

Se adjunta al presente el anexo, para mayor detalle de los resultados de los ensayos de mecánica de suelos,

Cunetas. La definición de la sección de la cuneta va estrictamente regida a los cálculos hidráulicos teniendo en cuenta las condiciones de la pendiente longitudinal y naturaleza del terreno.

Por lo tanto, teniendo estas consideraciones se ha definido una sección triangular con las dimensiones de espejo de agua (50 cm) y tirante de agua (30 cm).

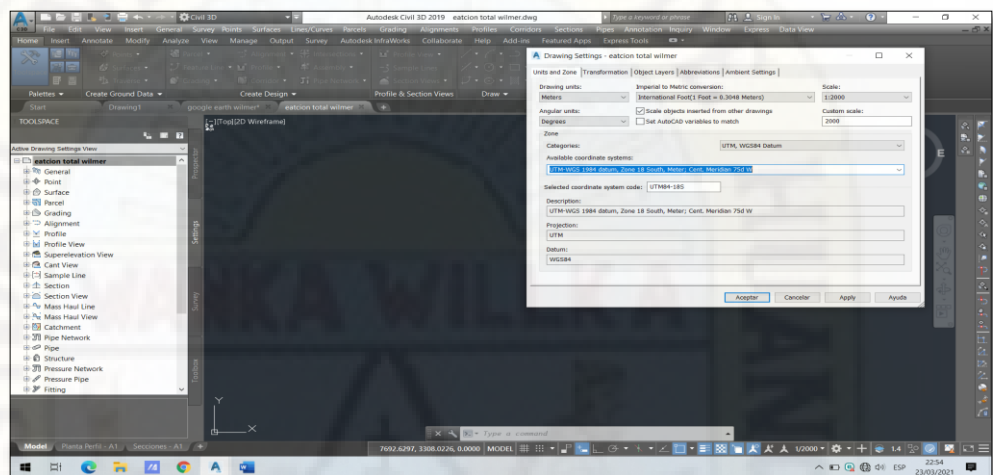
Procedimiento del diseño de la carretera en el AutoCAD Civil 3D.

Para el desarrollo de este procedimiento se ha hecho uso del AutoCAD Civil 3D versión 2019 y cabe precisar que al instalar este programa en nuestro ordenador se contará con dos carpetas de acceso de los cuales en nuestro caso trabajaremos con el “Civil 3D 2019 Metric”.

- En la parte izquierda de nuestra pantalla tenemos una ventana flotante en el cual nos dirigiremos a la pestaña [Settings], le damos click izquierdo en [Drawing1] y seleccionamos la opción [Edit Drawing Settings...].
- Posteriormente nos mostrará una ventana de dialogo denominado “Drawing Settings – Drawing1”, en el cual configuraremos la pestaña

“Drawing units” de acuerdo a las unidades de medida convenientes; Asimismo, se deberá de determinar la ubicación geográfica, para el cual configuramos la opción “Zone”, desplegamos las opciones de “Categories” y seleccionamos primero la opción [UTM, WGS84 Datum] y posteriormente la opción [Zone 18 south, meter; cent. Meridian 75d W] y de damos en [Apply] y [Accept].

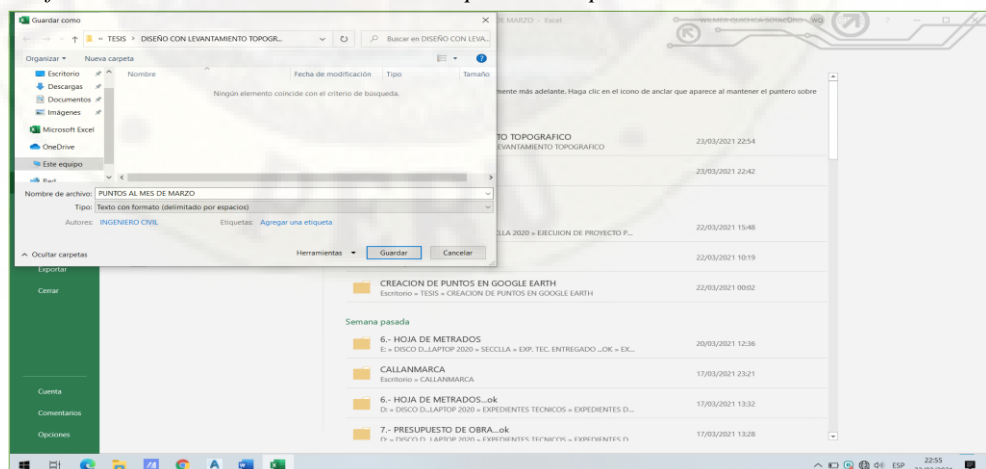
Figura 30.
Configuraciones del espacio de dibujo.



Nota: Elaboración propia.

- Para la importación de puntos, se deberá de tener en cuenta en qué tipo de formato y extensión se encuentra el archivo de puntos con el cual se trabajará a fin de uniformizar a las opciones de importación del AutoCAD Civil 3D.

Figura 31.
Verificación de la extensión del archivo de puntos a importar.



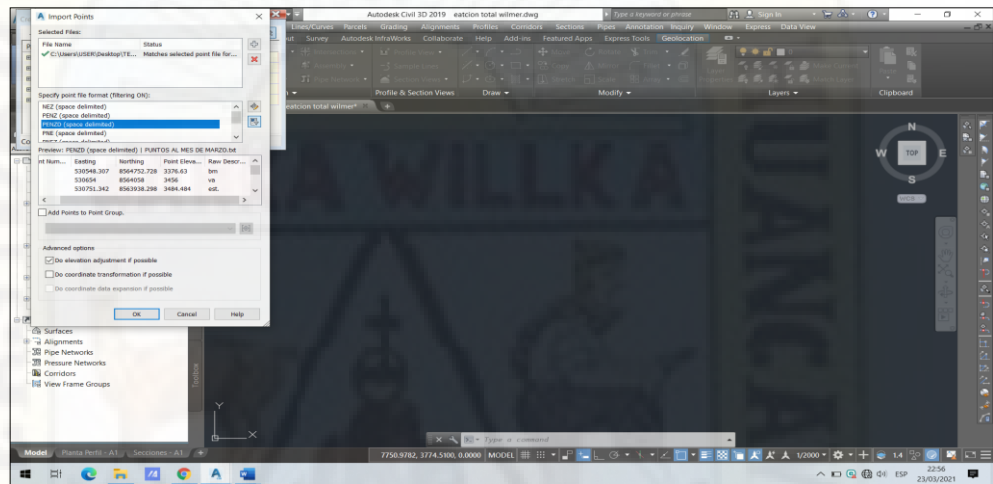
Nota: Elaboración propia.

- Para la importación de puntos visualizamos en la parte izquierda de nuestra pantalla una ventana flotante en el cual nos dirigiremos a la pestaña

[Prospector], le damos *click* izquierdo en [Points] y seleccionamos la opción [Create...].

- Posteriormente nos mostrará una ventana de dialogo denominado “Create Points”, en el cual seleccionamos el icono [Import Points].
- Nos llevara a otra ventana de dialogo en el cual nos vamos a la opción “Selected Files” y añadimos nuestro archivo de puntos. En la opción “Specify point file format” identificamos y seleccionamos el formato con el cual se configuró nuestros puntos y le damos en [OK].

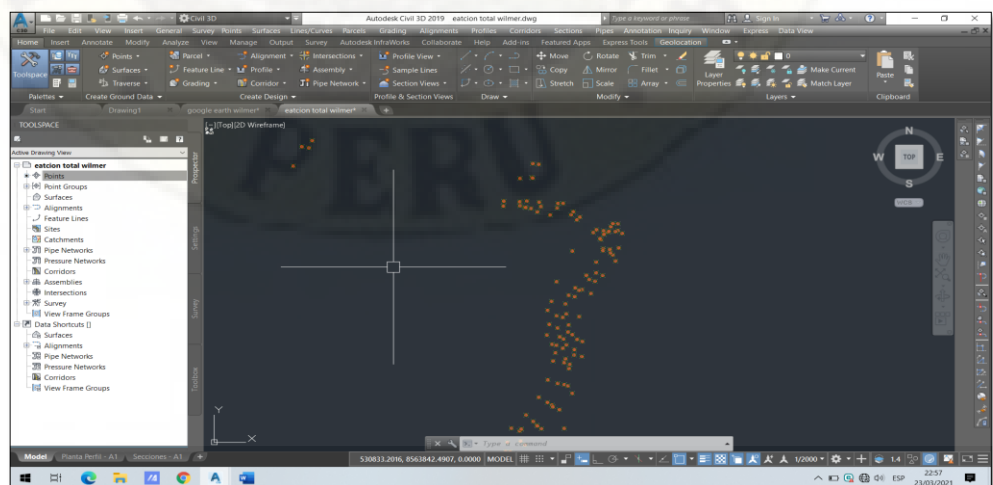
Figura 32.
Procedimiento de importación de puntos.



Nota: Elaboración propia.

- Esperamos a que cargue para después ejecutar el comando Z enter y E enter, alcanzando así a visualizar nuestros puntos importados.

Figura 33.
Representación gráfica planimétrica de los puntos importados.

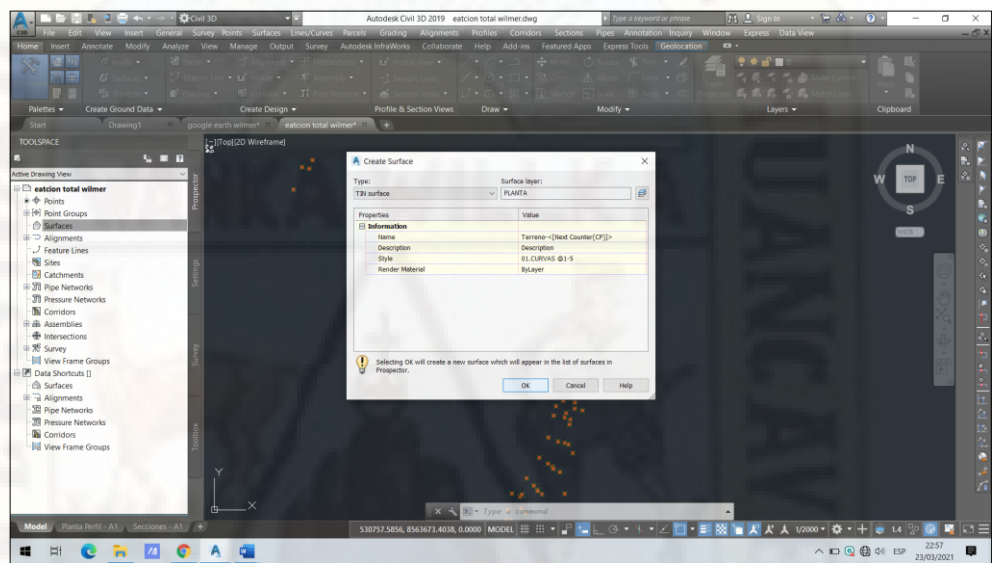


Nota: Elaboración propia.

- Para la creación de superficie visualizamos en la parte izquierda de nuestra pantalla una ventana flotante en el cual nos dirigiremos a la pestaña *[Prospector]*, le damos *click* izquierdo en *[Surfaces]* y seleccionamos la opción *[Create Surface...]*.
- Posteriormente nos mostrará una ventana de dialogo denominado “*Create Surface*”, en el cual por defecto ya aparece editado el icono de *[Surface Layer]*, esto debido a que se está trabajando con una plantilla, entonces le damos en *[OK]*.

Figura 34.

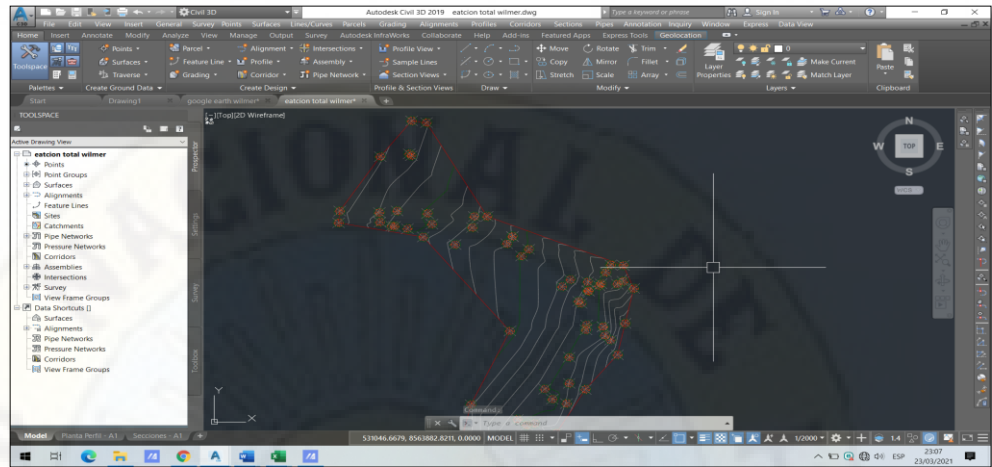
Configuraciones de creación de la superficie.



Nota: Elaboración propia.

- Para añadir el grupo de puntos a la creación de superficie visualizamos en la parte izquierda de nuestra pantalla una ventana flotante en el cual nos dirigiremos a la pestaña *[Prospector]*, despliego las opciones de *[Surfaces]*, despliego las opciones de *[Definition]*, le damos *click* izquierdo en *[Point Groups]* y seleccionamos la opción *[Add]*.
- Posteriormente nos mostrará una ventana de dialogo denominado “*Point Groups*”, en el cual selecciono la opción *[All Points]* y para finalizar le damos en *[OK]*, esperamos hasta que cargue y ya podemos visualizar la superficie creada.

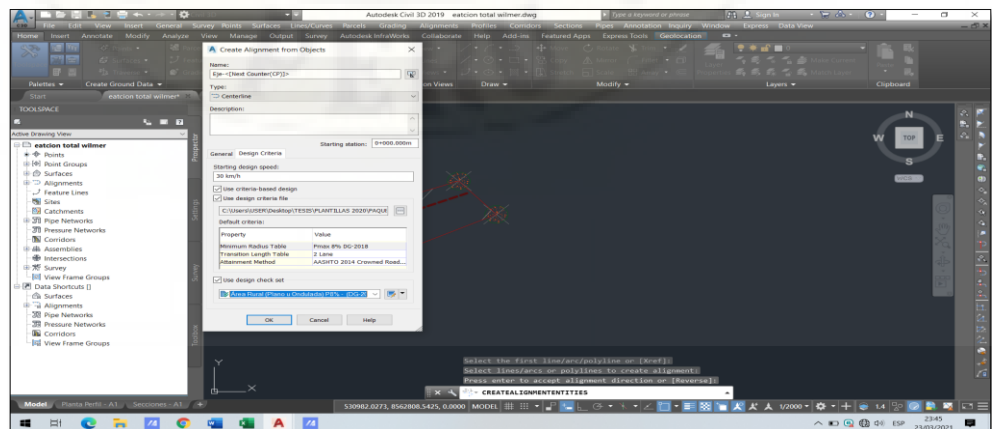
Figura 35.
Representación gráfica de la superficie creada.



Nota: Elaboración propia.

- Seleccionamos en la cinta de opciones la etiqueta *[Home]* y damos *click* en la herramienta *[Polyline]* y dibujamos los PI del alineamiento.
- Habiendo culminado dibujar una poli línea en todo el tramo de la carretera, nos vamos a desplegar la herramienta *[Alignment]* y seleccionamos la opción *[Create Alignment from Objects]* y damos *click* en la poli línea creada y le damos *enter*.
- Posteriormente nos mostrará una ventana de dialogo denominado “*Create Alignment from Objects*”, en el cual configuraré la pestaña “*General*” quitando la selección de la opción *[Add curves between tangents]* y la pestaña “*Design Criteria*” ingresando la velocidad de diseño, insertando las consideraciones de diseño de la norma DG – 2018, seleccionando la pendiente máxima y el tipo de carretera de acuerdo a su topografía, habiendo terminado esto le damos en *[OK]*.

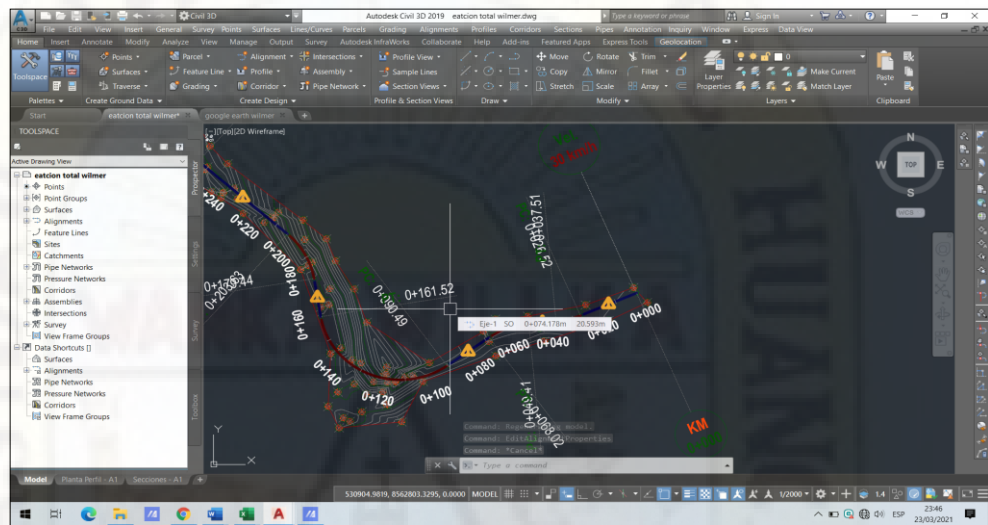
Figura 36.
Diseño del alineamiento horizontal de la carretera.



Nota: Elaboración propia.

- Para crear las curvas de transición seleccionamos el alineamiento y me dirijo a la cinta de opciones y selecciono *[Geometry Editor]*.
- Me mostrará una ventana de dialogo denominado “*Alignment Layout Tools – Eje – 1*” en el cual desplegaré las opciones de curva y selecciono *[Free Curve Fillet]* dibujando de esta manera las curvas que se requieran.

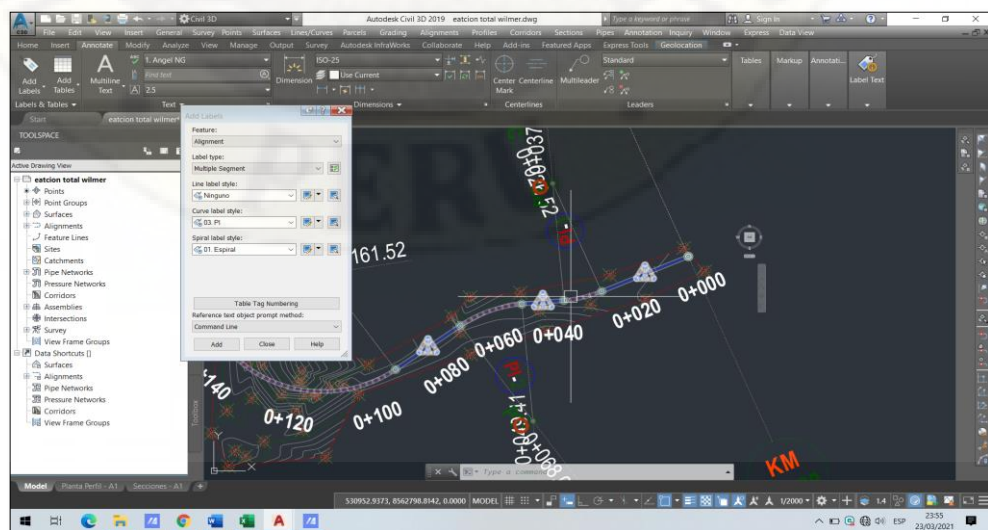
Figura 37.
Creación de curvas horizontales.



Nota: Elaboración propia.

- Selecciono en la cinta de opciones la etiqueta “*Annotate*” y despliego las opciones de *[Add Labels]* y selecciono *[Add Alignment Labels]*, de esta manera añadiré las etiquetas a las curvas de transición como son el radio, origen, PC y el PT.

Figura 38.
Etiquetado de los elementos de la curva horizontal.

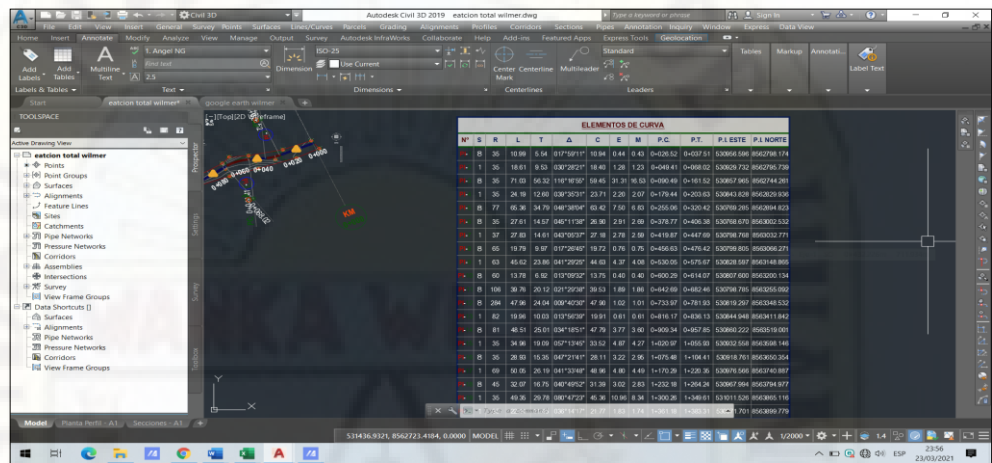


Nota: Elaboración propia.

- Para añadir la Cuadro de los elementos de la curva, me iré a la etiqueta “Annotate” y despliego las opciones de [Add Tables], selecciono [Alignment] y selecciono [Add Curve].
- Me mostrará una ventana de dialogo denominado “Table Creation” en el cual seleccionaré los elementos de la curva que requiero y le daré en [OK].

Figura 39.

Creación de la Cuadro de elementos de la curva.

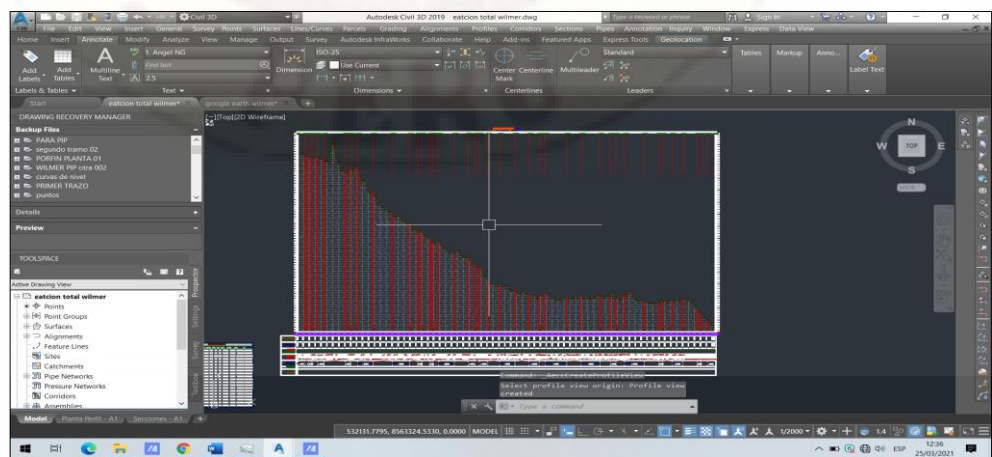


Nota: Elaboración propia.

- Para la creación del perfil seleccionamos el alineamiento, nos vamos a la cinta de opciones y seleccionamos [Surface Profile]. Nos mostrará una ventana de dialogo denominado “Create Profile From Surface” hago click en [Add] y [Draw in Profile View].
- Nos enviará a otra ventana de dialogo, en el cual damos click en [Create Profile View] y hacemos un click en el área de dibujo en donde deseamos ubicarlo.

Figura 40.

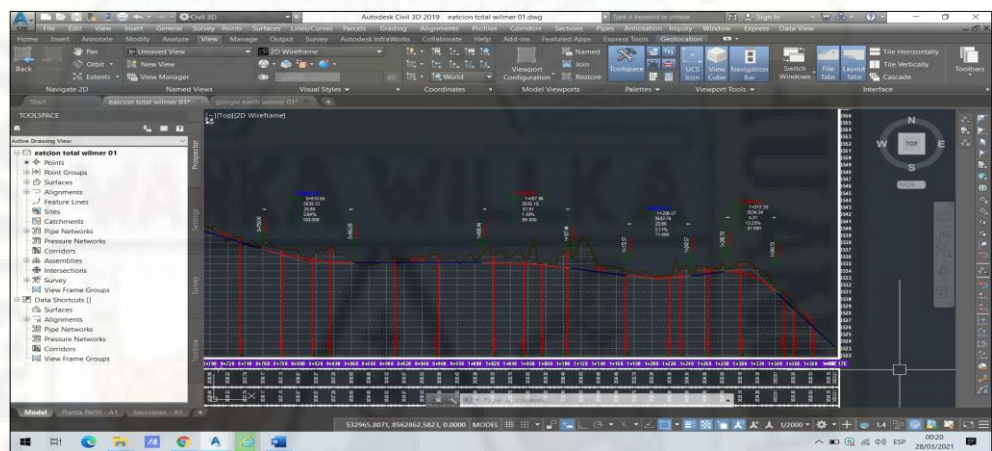
Creación del perfil de la carretera.



Nota: Elaboración propia.

- Para la creación de la rasante, selecciono el perfil y doy click en la herramienta [Profile Creation Tools] de la cinta de opciones; esta me arrojará una ventana de dialogo en el cual tendré en cuenta las consideraciones de la norma vigente para el trazo de la rasante, al culminar le doy click en [ok].
- Esta configuración me conllevará a la apertura de otra ventana de dialogo denominado [Profile Layout Tolls – Rasante-1-Eje-1] en el cual seleccionare la opción curva y dibujare el alineamiento vertical del perfil.

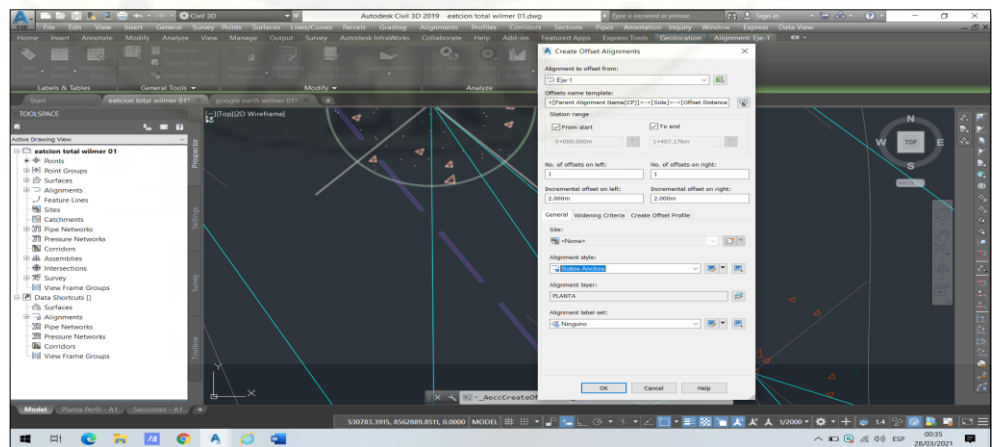
Figura 41.
Creación de la rasante.



Nota: Elaboración propia.

- Para la creación de los sobre anchos seleccionamos el alineamiento horizontal, nos vamos a la cinta de opciones y seleccionamos [Offset Alignment]. Nos mostrará una ventana de dialogo denominado “Create Offset Alignments” en el cual se deberá de ingresar los datos conforme a lo establecido en la norma vigente y al finalizar le doy click en [ok].

Figura 42.
Configuraciones para la creación del sobre ancho de la carretera.

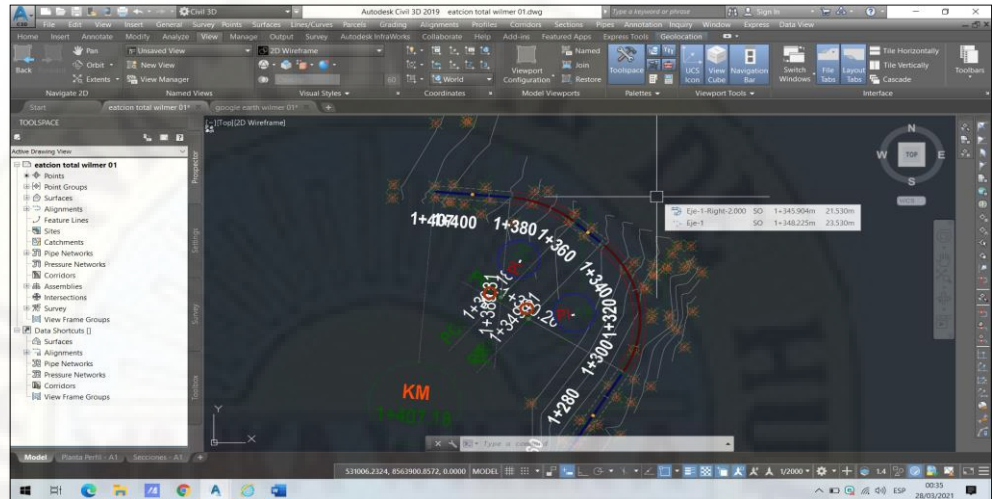


Nota: Elaboración propia.

- Esperamos a que cargue las configuraciones del comando y podremos observar las presentaciones graficas de los sobre anchos.

Figura 43.

Representación gráfica del sobre ancho de la carretera.

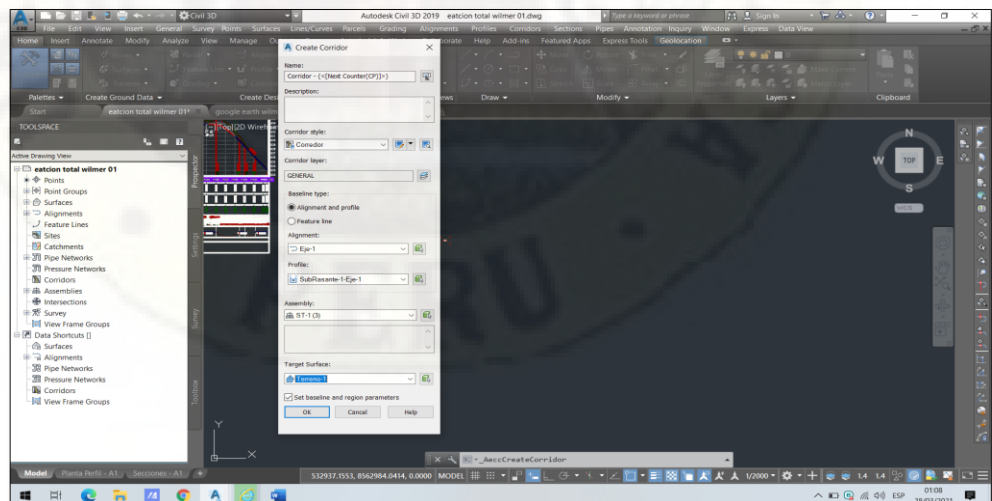


Nota: Elaboración propia.

- Para la creación del corredor nos vamos a la cinta de opciones y seleccionamos [Corridor]. Nos mostrará una ventana de dialogo denominado “Create Corridor” en el cual se deberá de configurar la rasante, seleccionar los tipos de terreno por tramos y al finalizar le damos click en [ok].

Figura 44.

Creación del corredor de la carretera.



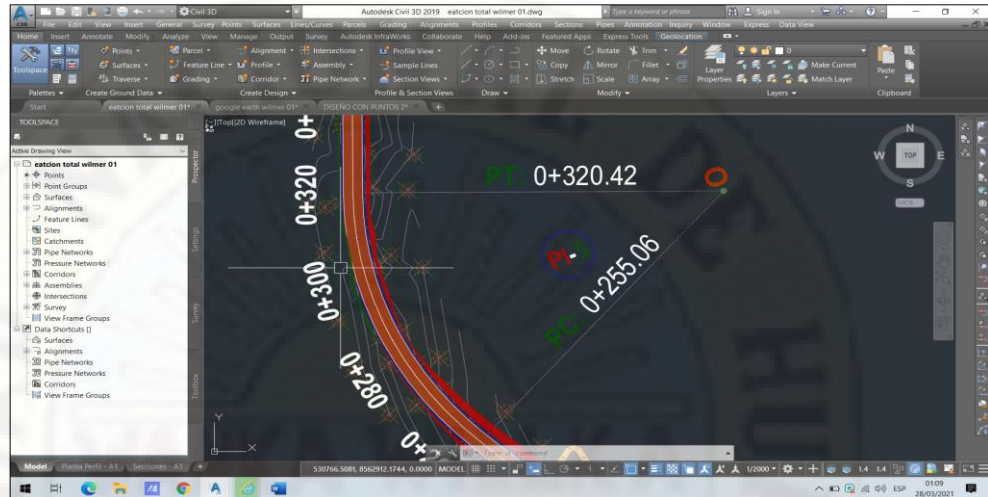
Nota: Elaboración propia.

- Posteriormente nos mostrara una ventana de dialogo denominado [Baseline and Region Parameters – Corridor – (1)] en el cual damos click en

[Aceptar] y nos mostrará otra ventana de dialogo en el que seleccionaremos la opción [Rebuild the corridor].

Figura 45.

Representación gráfica en planta de la carretera con todos sus elementos.

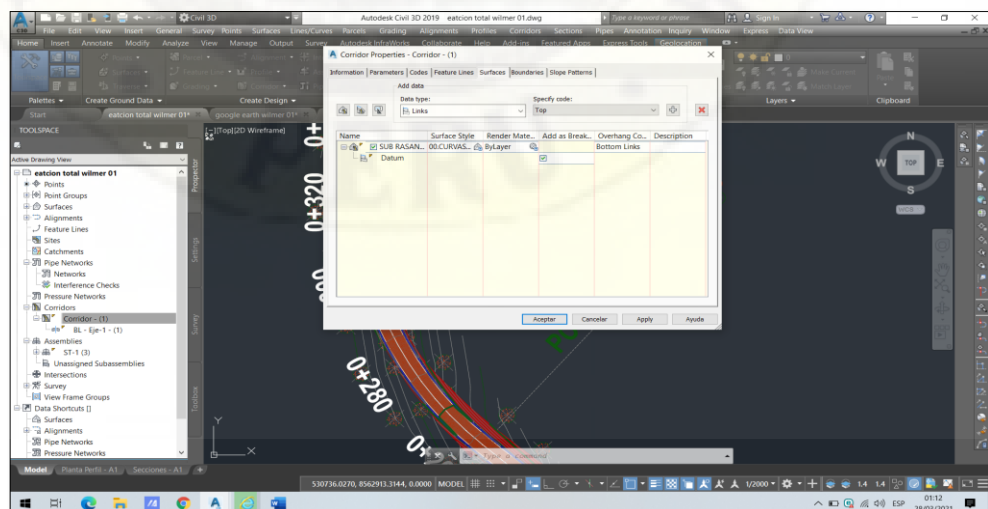


Nota: Elaboración propia.

- Para crear una superficie del corredor visualizamos en la parte izquierda de nuestra pantalla una ventana flotante en el cual nos dirigiremos a la pestaña [Prospector], despliego las opciones de [Corridors], le damos click izquierdo en [Corridor - 1] y seleccionamos la opción [Properties].
- Me arrojará una ventana de dialogo y en la pestaña “Surfaces” añadiré una superficie y despliego la pestaña “Specify code” y selecciono la opción [Datum] y añadir. Me voy a la pestaña “Boundaries” y añadiré, al finalizar le doy click en [Aceptar].

Figura 46.

Creación de la superficie del corredor de la carretera.

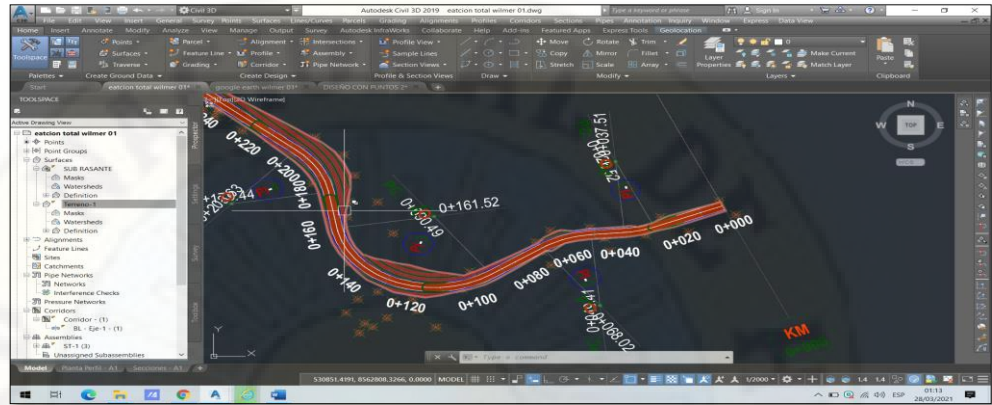


Nota: Elaboración propia.

- Me conlleva a otra ventana de dialogo en el que seleccionaremos la opción *[Rebuild the corridor]*.

Figura 47.

Representación gráfica de la superficie del corredor de la carretera.

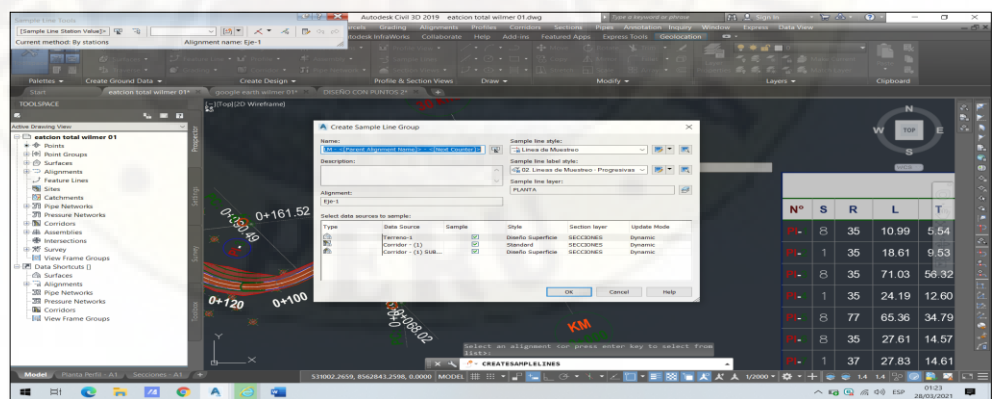


Nota: Elaboración propia.

- Para el muestreo nos vamos a la cinta de opciones y seleccionamos *[Sample Lines]* y hago un *enter*. Nos mostrará una ventana de dialogo denominado “*Select Alignment*” en el cual seleccionamos el eje de la carretera y le damos *click* en *[ok]*.
- Me arrojará otra ventana de dialogo denominado “*Create Sample Line Group*” en la cual verificaré que en la pestaña “*Select data sources to sample:*” se encuentre seleccionado el terreno, la subrasante y la rasante, al finalizar le doy *click* en *[ok]*.

Figura 48.

Configuraciones para la creación del muestreo.

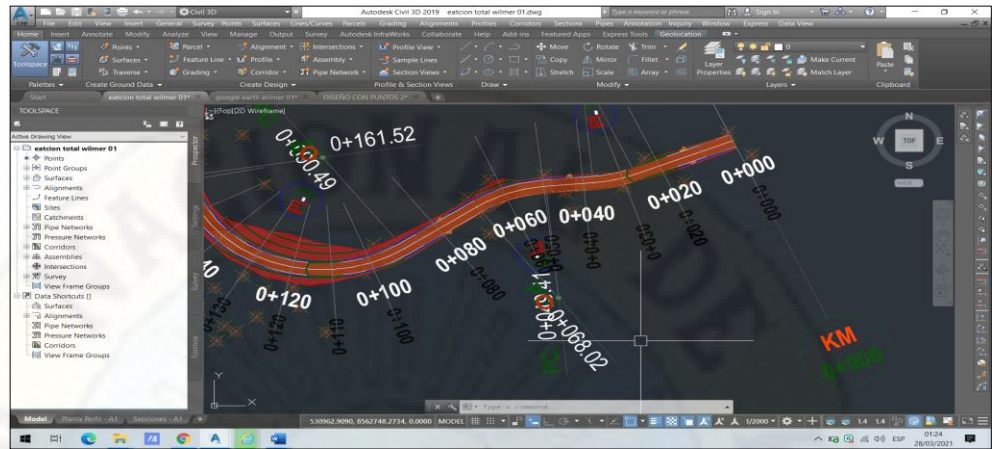


Nota: Elaboración propia.

- Nos arrojará otra ventana de dialogo en el cual desplegaremos las opciones de rango y selecciono *[By range of stations...]*, nos conlleva a una ventana de dialogo denominado “*Create Samples Lines – By Station Range*” y por defecto me aparecerá las configuraciones, hago *click* en *[ok]* y hago un *enter*.

Figura 49.

Creación del muestreo de la línea de muestra.

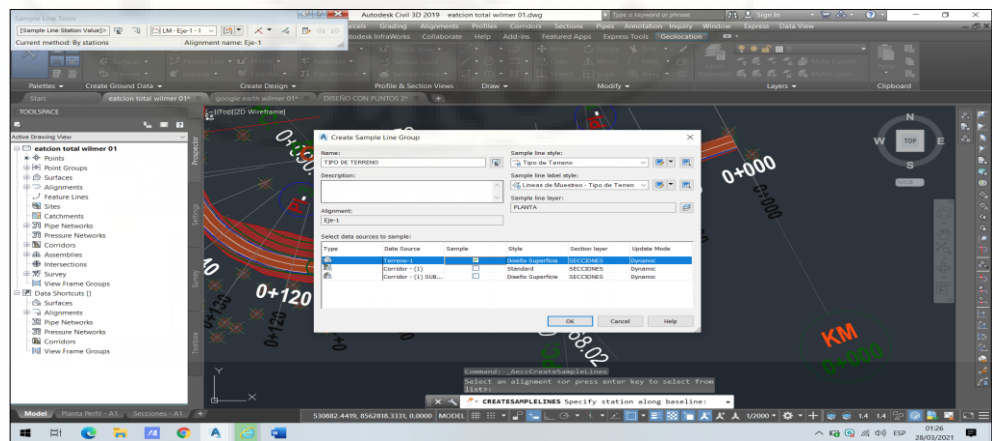


Nota: Elaboración propia.

- Crearemos otro muestreo más, para ello nos vamos a la cinta de opciones y seleccionamos [Sample Lines] y hago un *enter*. Nos mostrará una ventana de dialogo denominado “Select Alignment” en el cual seleccionamos el eje de la carretera y le damos *click* en [ok].
- Me arrojará otra ventana de dialogo denominado “Sample Line Tools” en el cual desplegaremos las opciones de grupo y selecciono [Create simple line group...], nos conlleva a una ventana de dialogo denominado “Create Samples Line Group” en el cual ingresaré nombre y seleccionare las opciones para crear tramos del tipo de terreno, asimismo verificaré que en la pestaña “Select data sources to sample:” se encuentre seleccionado únicamente el terreno y le doy *click* en [ok].
- Posteriormente trazaré los tramos de acuerdo al tipo de terreno que le corresponda y al finalizar le doy *enter*.

Figura 50.

Creación del muestreo del tipo de terreno.

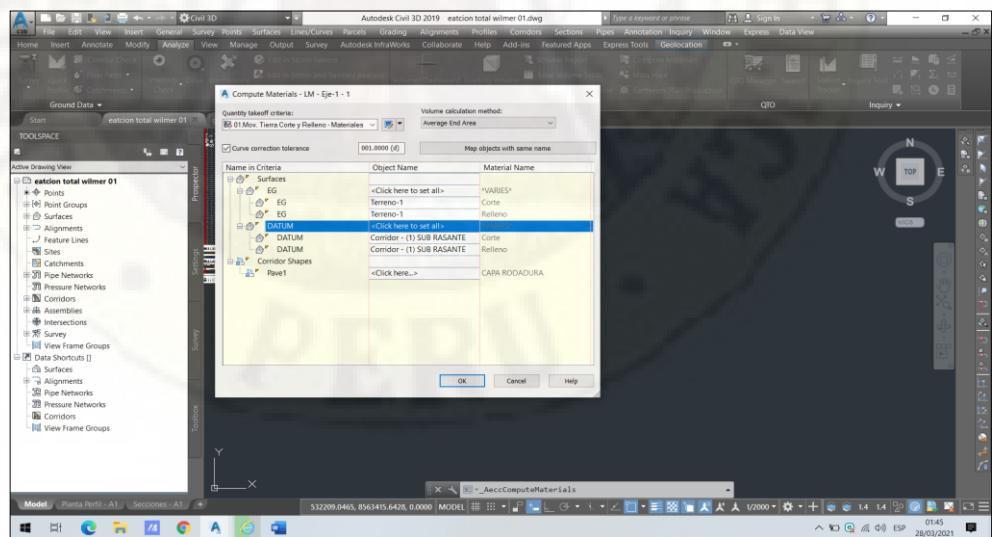


Nota: Elaboración propia.

- Asimismo, se tendrá que cambiar las denominaciones del tipo de terreno a través de la ventana flotante en el cual nos dirigiremos a la pestaña *[Prospector]*, despliego las opciones de *[Alignments]*, despliego las opciones de *[Sample Line Groups]*, le damos *click* en *[Sample Lines]* y nos mostrará al pie los datos ingresados a través de la configuración en el cual editaremos la columna “Name” y colocar las denominaciones que le corresponde, al finalizar ejecuto el comando *[Regen]*.
- Para realizar el computo de materiales, nos vamos a la cinta de opciones y selecciono “Analyze”, doy *click* en la herramienta *[Compute Materials]* y me arrojará una ventana de dialogo denominado “Select Sample Line Group” en cual dejare los datos por defecto y le *click* en *[ok]*.
- Esto me conllevará a otra ventana de dialogo denominado “Compute Materiales-LM-Eje-1-1” en el cual configurare la pestaña “Name in Criteria” seleccionando lo correspondiente a la carretera en diseño, al finalizar doy *click* en *[ok]*.
- Vuelvo a ingresar a la herramienta *[Compute Materials]* y dejo los datos por defecto y le *click* en *[ok]*. Esto me conllevará a otra ventana de dialogo denominado “Edit Material List-LM-Eje-1-1” en el cual verificaré la pestaña “Material Name” que cuente con corte, relleno y capa de rodadura, al finalizar doy *click* en *[Aceptar]*.

Figura 51.

Procedimiento para la creación del cómputo de materiales.



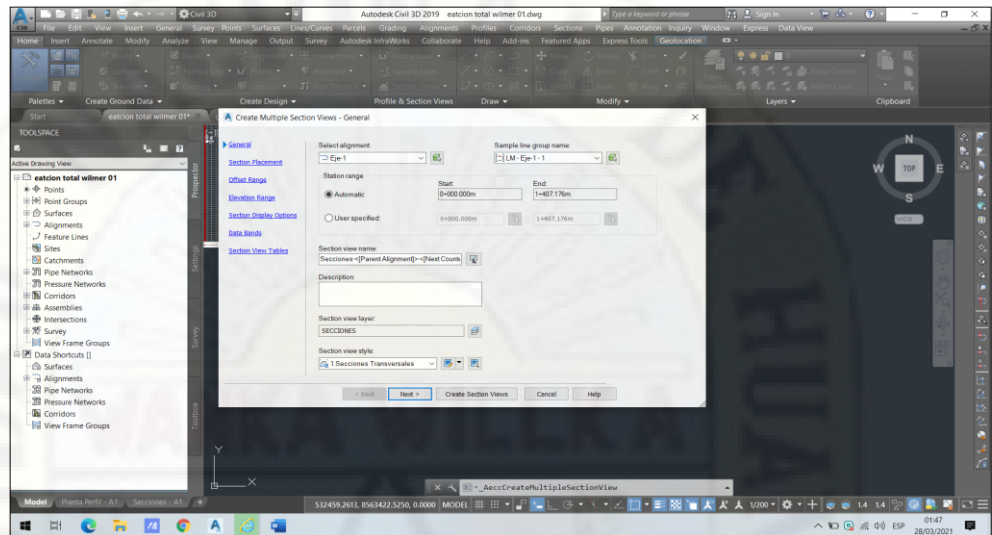
Nota: Elaboración propia.

- Para crear las secciones transversales, nos vamos a la cinta de opciones y despliego “Section Views”, doy *click* en *[Create Multiple Views]* y me arrojará una ventana de dialogo denominado “Create Multiple Section Views-General” en cual dejare los datos por defecto y le doy *click* en

[Next>] hasta que nos muestre las opciones de “Select sections to draw” en el cual configuraré las etiquetas, al finalizar le doy *click* en [Next>] hasta obtener la opción [Add] y luego le doy *click* en [Create Section Views].

Figura 52.

Configuraciones para la creación de las secciones transversales.

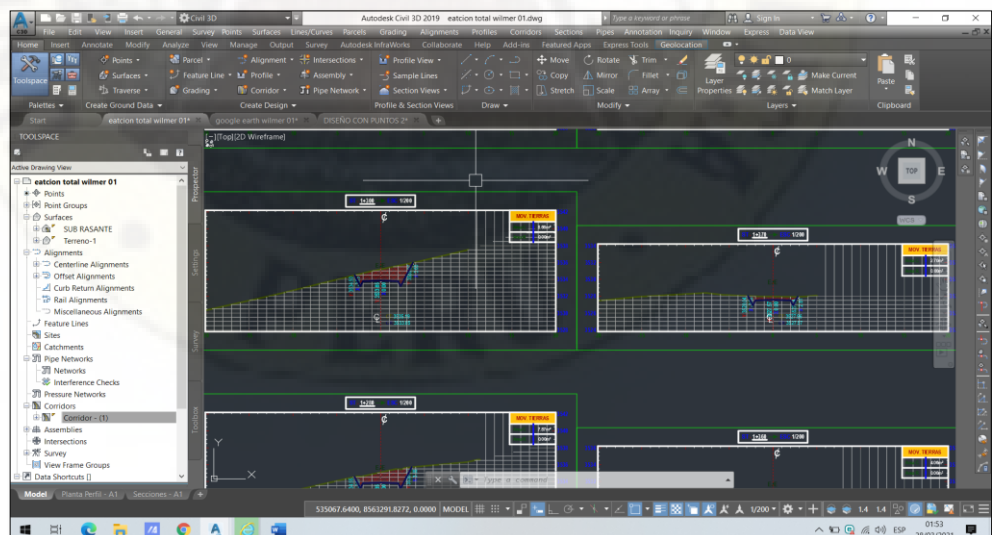


Nota: Elaboración propia.

- Al culminar estas configuraciones hago *click* en la pantalla de dibujo en donde creo conveniente ubicar las secciones y deajo cargar hasta visualizar las secciones.

Figura 53.

Representación gráfica de las secciones transversales.

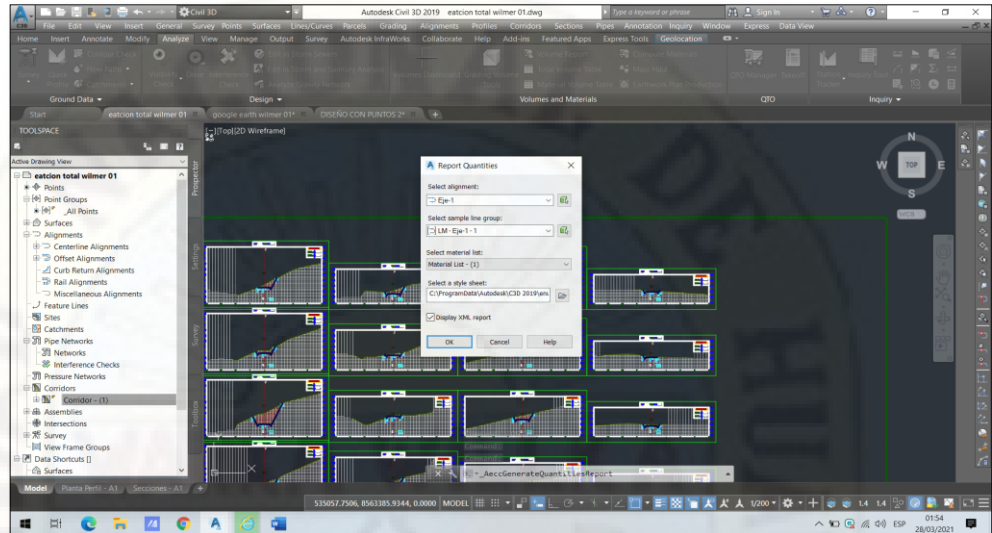


Nota: Elaboración propia.

- Para crear el reporte de volumen, nos vamos a la cinta de opciones y selecciono [Volume Report], me arrojará una ventana de dialogo

denominado “Report Quantities” en el cual seleccionare el icono de “Display XML report” y le doy click en [ok].

Figura 54.
Configuraciones para obtener el reporte de volumen.



Nota: Elaboración propia.

- Esto me conlleva a una página de internet en la cual me mostrará una ventana de diálogo denominada “Internet Explorer” a la cual le doy click en [si] y cierro la ventana y obtendré el reporte.

Figura 55.
Obtención del reporte de volumen.

Station	Cut Area (Sq.m.)	Cut Volume (Cu.m.)	Reusable Volume (Cu.m.)	Fill Area (Sq.m.)	Fill Volume (Cu.m.)	Cum. Cut Vol. (Cu.m.)	Cum. Reusable Vol. (Cu.m.)	Cum. Fill Vol. (Cu.m.)	Cum. Net Vol. (Cu.m.)
0+000.000	0.59	0.00	0.00	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0+020.000	1.19	17.80	17.80	0.09	2.27	17.80	17.80	2.27	15.53
0+030.000	0.00	5.99	5.99	1.03	5.58	23.79	23.79	7.85	15.94
0+040.000	0.55	2.63	2.63	0.81	9.33	26.42	26.42	17.18	9.24
0+050.000	0.88	7.12	7.12	0.51	6.60	33.54	33.54	23.78	9.77
0+060.000	8.28	48.47	48.47	0.00	2.50	82.01	82.01	26.28	55.74
0+080.000	6.70	152.27	152.27	0.00	0.06	234.28	234.28	26.33	207.94
0+100.000	10.03	165.06	165.06	0.04	0.47	399.34	399.34	26.80	372.54
0+110.000	43.74	258.14	258.14	0.00	0.24	657.48	657.48	27.04	630.43
0+120.000	107.59	713.95	713.95	0.00	0.00	1371.43	1371.43	27.04	1344.38
0+130.000	67.04	821.09	821.09	0.00	0.00	2192.52	2192.52	27.04	2165.47
0+140.000	23.27	430.81	430.81	0.00	0.00	2623.32	2623.32	27.04	2596.28
0+150.000	8.06	154.38	154.38	0.00	0.00	2777.70	2777.70	27.04	2750.66
0+160.000	10.55	93.26	93.26	0.00	0.00	2870.97	2870.97	27.04	2843.92
0+180.000	38.28	487.50	487.50	0.00	0.00	3358.47	3358.47	27.04	3331.43
0+190.000	43.06	533.61	533.61	0.00	0.00	3892.08	3892.08	27.04	3865.04
0+200.000	73.04	717.22	717.22	0.00	0.00	4609.31	4609.31	27.04	4582.26
0+220.000	37.96	1117.01	1117.01	0.00	0.00	5726.32	5726.32	27.04	5699.28
0+240.000	15.02	525.80	525.80	0.00	0.00	6252.12	6252.12	27.04	6225.08
0+260.000	16.78	316.84	316.84	0.00	0.00	6568.96	6568.96	27.04	6541.92

Nota: Elaboración propia.

- Para crear una Cuadro de volumen, nos vamos a la cinta de opciones y selecciono [Total Volume Table], me arrojará una ventana de diálogo

denominado “*Create Total Volume Table*” en cual dejare los datos por defecto y le doy *click* en [ok].

- Para crear el reporte de materiales, nos vamos a la cinta de opciones y selecciono [Material Volume Table], me arrojará una ventana de dialogo denominado “*Create Material Volume Table*” en cual en la pestaña “*Select a material*” seleccionaré el material del cual que deseo saber el metrado y le doy *click* en [ok].

3.2.8. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

VOLUMEN DE EXPLANACIÓN.

Durante el diseño de la carretera Piscopampa – Latapuquio, se llega al procesamiento de los datos tanto en planta, perfil y sección transversal; este último me conlleva al reporte del volumen de explanación.

En cumplimiento con los objetivos establecidos, a continuación, presento los datos correspondientes a la obtención de volúmenes de explanación con ambas metodologías.

Cuadro 22.

Volumen de explanación por el método directo – Estación Total.

PROGRESIVA	ÁREA DE CORTE	VOLUMEN DE CORTE	ÁREA DE RELLENO	VOLUMEN DE RELLENO	VOLUMEN ACUMULADO DE CORTE	VOLUMEN ACUMULADO DE RELLENO
0+000.000	0.59	0.00	0.14	0.00	0.00	0.00
0+020.000	1.19	17.80	0.09	2.27	17.80	2.27
0+030.000	0.00	5.99	1.03	5.58	23.79	7.85
0+040.000	0.55	2.63	0.81	9.33	26.42	17.18
0+050.000	0.88	7.12	0.51	6.60	33.54	23.78
0+060.000	8.28	48.47	0.00	2.50	82.01	26.28
0+080.000	6.70	152.27	0.00	0.06	234.28	26.33
0+100.000	10.03	165.06	0.04	0.47	399.34	26.80
0+110.000	43.74	258.14	0.00	0.24	657.48	27.04
0+120.000	107.59	713.95	0.00	0.00	1371.43	27.04
0+130.000	67.04	821.09	0.00	0.00	2192.52	27.04
0+140.000	23.27	430.81	0.00	0.00	2623.32	27.04
0+150.000	8.06	154.38	0.00	0.00	2777.70	27.04
0+160.000	10.55	93.26	0.00	0.00	2870.97	27.04
0+180.000	38.28	487.50	0.00	0.00	3358.47	27.04

0+190.000	63.06	533.61	0.00	0.00	3892.08	27.04
0+200.000	73.04	717.22	0.00	0.00	4609.31	27.04
0+220.000	37.56	1117.01	0.00	0.00	5726.32	27.04
0+240.000	15.02	525.80	0.00	0.00	6252.12	27.04
0+260.000	16.78	316.84	0.00	0.00	6568.96	27.04
0+270.000	5.53	110.01	0.00	0.00	6678.98	27.04
0+280.000	2.31	38.56	0.00	0.00	6717.54	27.04
0+290.000	2.77	25.28	0.12	0.63	6742.82	27.68
0+300.000	4.00	33.50	0.14	1.38	6776.32	29.06
0+310.000	4.70	42.57	0.15	1.51	6818.89	30.57
0+320.000	2.90	37.14	0.02	0.88	6856.03	31.45
0+340.000	6.77	96.68	0.11	1.35	6952.72	32.80
0+360.000	3.36	101.33	0.14	2.49	7054.05	35.29
0+380.000	6.68	100.37	0.00	1.36	7154.42	36.66
0+390.000	2.53	45.40	0.06	0.32	7199.82	36.98
0+400.000	3.31	27.69	0.64	3.66	7227.50	40.64
0+420.000	7.55	106.84	0.02	6.69	7334.35	47.33
0+430.000	2.41	52.10	0.73	3.60	7386.45	50.93
0+440.000	2.03	23.03	0.26	4.72	7409.48	55.65
0+460.000	1.82	38.98	1.34	15.80	7448.45	71.45
0+470.000	10.58	61.01	0.00	6.83	7509.46	78.28
0+480.000	9.92	101.52	0.03	0.13	7610.98	78.41
0+500.000	3.52	134.37	0.20	2.25	7745.35	80.66
0+520.000	4.76	82.74	0.00	2.02	7828.09	82.68
0+540.000	19.88	248.16	0.00	0.03	8076.25	82.71
0+550.000	12.29	162.54	0.00	0.00	8238.79	82.71
0+560.000	8.56	104.62	0.00	0.00	8343.41	82.71
0+570.000	23.47	162.32	0.00	0.00	8505.73	82.71
0+580.000	19.27	215.05	0.00	0.00	8720.78	82.71
0+600.000	17.94	372.16	0.00	0.00	9092.94	82.71
0+610.000	20.42	190.57	0.00	0.00	9283.51	82.71
0+620.000	21.43	208.05	0.00	0.00	9491.56	82.71
0+640.000	8.93	303.59	0.17	1.70	9795.16	84.41
0+650.000	2.10	54.43	0.55	3.62	9849.59	88.03
0+660.000	3.41	27.35	0.10	3.30	9876.94	91.33
0+670.000	3.32	33.55	0.10	1.04	9910.49	92.36
0+680.000	4.97	41.16	0.14	1.25	9951.64	93.61

0+700.000	3.45	84.15	0.05	1.98	10035.79	95.60
0+720.000	0.00	34.53	1.68	17.31	10070.32	112.90
0+740.000	1.06	10.56	0.60	22.78	10080.88	135.68
0+750.000	4.53	27.79	0.14	3.69	10108.68	139.37
0+760.000	6.59	55.49	0.00	0.69	10164.17	140.06
0+770.000	9.62	80.88	0.00	0.00	10245.05	140.06
0+780.000	5.91	77.46	0.00	0.00	10322.51	140.06
0+800.000	3.39	92.99	0.13	1.27	10415.50	141.33
0+820.000	9.40	128.39	0.00	1.26	10543.88	142.59
0+830.000	10.23	99.77	0.00	0.00	10643.65	142.59
0+840.000	13.05	116.96	0.00	0.00	10760.61	142.59
0+860.000	7.36	204.06	0.16	1.60	10964.67	144.19
0+880.000	2.14	95.02	0.18	3.44	11059.69	147.63
0+900.000	6.01	81.51	0.80	9.81	11141.19	157.44
0+910.000	2.16	40.83	0.41	6.04	11182.02	163.48
0+920.000	3.88	29.66	0.47	4.53	11211.68	168.00
0+930.000	5.53	46.15	0.01	2.47	11257.83	170.48
0+940.000	6.30	58.13	0.18	0.97	11315.96	171.45
0+950.000	7.03	65.71	0.02	1.05	11381.66	172.49
0+960.000	4.46	57.04	0.00	0.13	11438.70	172.62
0+980.000	2.10	65.61	0.15	1.51	11504.32	174.13
1+000.000	3.19	52.92	0.04	1.86	11557.24	175.99
1+020.000	9.28	124.68	0.00	0.35	11681.92	176.34
1+030.000	12.13	109.40	0.00	0.00	11791.32	176.34
1+040.000	3.92	82.36	0.12	0.55	11873.68	176.90
1+050.000	13.98	92.54	0.00	0.55	11966.22	177.45
1+060.000	13.04	139.17	0.00	0.00	12105.39	177.45
1+080.000	5.55	183.35	0.26	2.67	12288.74	180.12
1+090.000	2.76	39.54	0.05	1.66	12328.28	181.78
1+100.000	14.22	82.12	0.00	0.28	12410.40	182.06
1+120.000	33.38	472.82	0.00	0.00	12883.22	182.06
1+140.000	6.12	395.08	0.00	0.00	13278.31	182.06
1+160.000	7.70	138.20	0.00	0.00	13416.51	182.07
1+180.000	2.96	107.56	0.04	0.40	13524.07	182.47
1+190.000	3.82	34.12	0.14	0.87	13558.19	183.33
1+200.000	2.85	33.88	0.28	2.04	13592.06	185.38
1+210.000	1.28	21.13	0.47	3.64	13613.19	189.02

1+220.000	2.68	20.09	0.07	2.63	13633.29	191.64
1+240.000	7.61	102.13	0.00	0.74	13735.42	192.38
1+250.000	5.32	63.47	0.00	0.00	13798.89	192.38
1+260.000	6.42	57.84	0.01	0.05	13856.73	192.43
1+280.000	7.87	142.48	0.00	0.10	13999.22	192.53
1+300.000	8.66	165.28	0.00	0.00	14164.50	192.53
1+310.000	11.43	102.37	0.00	0.00	14266.87	192.53
1+320.000	9.33	105.85	0.00	0.00	14372.72	192.53
1+330.000	9.19	94.11	0.00	0.00	14466.84	192.53
1+340.000	5.51	74.39	0.00	0.00	14541.23	192.53
1+360.000	4.06	95.94	0.00	0.00	14637.16	192.53
1+370.000	2.70	33.85	0.00	0.00	14671.01	192.53
1+380.000	1.14	18.92	0.00	0.03	14689.93	192.56
1+400.000	1.26	23.85	0.04	0.49	14713.78	193.06
1+407.176	0.58	6.60	0.12	0.60	14720.38	193.65

Nota: Elaboración propia.

Cuadro 23.

Volumen de explanación por el método indirecto – Google Earth.

PROGRESIVA	ÁREA DE CORTE	VOLUMEN DE CORTE	ÁREA DE RELLENO	VOLUMEN DE RELLENO	VOLUMEN ACUMULADO DE CORTE	VOLUMEN ACUMULADO DE RELLENO
0+000.000	0.81	0.00	0.61	0.00	0.00	0.00
0+020.000	2.89	37.00	0.35	9.60	37.00	9.60
0+030.000	1.68	22.46	1.57	9.77	59.46	19.37
0+040.000	3.97	27.16	0.24	9.36	86.62	28.73
0+050.000	8.02	59.96	0.02	1.32	146.58	30.05
0+060.000	10.86	96.94	0.00	0.11	243.51	30.16
0+080.000	0.00	109.95	6.09	60.26	353.46	90.42
0+100.000	0.00	0.00	21.37	277.71	353.46	368.13
0+110.000	0.00	0.00	19.53	209.02	353.46	577.14
0+120.000	0.00	0.00	12.90	165.70	353.46	742.84
0+130.000	0.00	0.00	30.17	221.03	353.46	963.88
0+140.000	0.00	0.00	50.32	415.95	353.46	1379.83
0+150.000	0.00	0.00	35.19	434.80	353.46	1814.63
0+160.000	0.00	0.00	30.71	326.14	353.46	2140.77
0+180.000	0.00	0.00	13.56	442.83	353.46	2583.60
0+190.000	0.00	0.00	5.86	94.25	353.46	2677.85
0+200.000	0.00	0.00	7.46	64.54	353.46	2742.39

0+220.000	0.00	0.00	31.88	391.55	353.46	3133.94
0+240.000	0.00	0.00	47.06	789.40	353.46	3923.33
0+260.000	0.00	0.00	41.64	889.99	353.46	4813.33
0+270.000	0.00	0.00	48.86	457.62	353.46	5270.95
0+280.000	0.00	0.00	59.56	546.93	353.46	5817.88
0+290.000	0.00	0.00	64.24	624.75	353.46	6442.63
0+300.000	0.00	0.00	63.33	643.73	353.46	7086.37
0+310.000	0.00	0.00	59.16	617.92	353.46	7704.29
0+320.000	0.00	0.00	52.74	564.73	353.46	8269.02
0+340.000	0.00	0.00	37.50	902.42	353.46	9171.45
0+360.000	0.00	0.00	27.43	649.31	353.46	9820.75
0+380.000	0.00	0.00	22.78	502.89	353.46	10323.65
0+390.000	0.00	0.00	29.37	267.65	353.46	10591.30
0+400.000	0.00	0.00	23.69	272.42	353.46	10863.72
0+420.000	7.35	72.77	0.08	239.66	426.23	11103.38
0+430.000	25.95	171.06	0.00	0.35	597.29	11103.73
0+440.000	39.26	334.61	0.00	0.00	931.91	11103.73
0+460.000	37.59	774.25	0.00	0.00	1706.16	11103.73
0+470.000	32.25	343.94	0.00	0.00	2050.10	11103.73
0+480.000	26.57	291.28	0.00	0.00	2341.37	11103.73
0+500.000	17.10	436.66	0.00	0.00	2778.04	11103.73
0+520.000	23.72	408.24	0.00	0.00	3186.27	11103.73
0+540.000	37.22	612.57	0.00	0.00	3798.84	11103.73
0+550.000	41.59	398.29	0.00	0.00	4197.13	11103.73
0+560.000	41.59	420.80	0.00	0.00	4617.93	11103.73
0+570.000	36.01	392.81	0.00	0.00	5010.74	11103.73
0+580.000	29.36	329.18	0.00	0.00	5339.92	11103.73
0+600.000	26.47	558.28	0.00	0.00	5898.20	11103.73
0+610.000	28.38	269.86	0.00	0.00	6168.07	11103.73
0+620.000	26.45	272.20	0.00	0.00	6440.27	11103.73
0+640.000	4.83	312.83	0.09	0.89	6753.10	11104.63
0+650.000	0.00	23.89	3.43	17.66	6776.99	11122.29
0+660.000	0.00	0.00	8.50	60.01	6776.99	11182.30
0+670.000	0.00	0.00	8.49	85.54	6776.99	11267.84
0+680.000	0.00	0.00	5.17	68.86	6776.99	11336.70
0+700.000	8.58	85.67	0.05	52.28	6862.66	11388.98
0+720.000	27.01	355.88	0.00	0.51	7218.54	11389.49

0+740.000	45.93	728.64	0.00	0.00	7947.18	11389.49
0+750.000	55.27	504.29	0.00	0.00	8451.47	11389.49
0+760.000	65.89	603.74	0.00	0.00	9055.21	11389.49
0+770.000	70.66	680.20	0.00	0.00	9735.41	11389.49
0+780.000	66.78	683.77	0.00	0.00	10419.18	11389.49
0+800.000	78.29	1450.67	0.00	0.00	11869.85	11389.49
0+820.000	53.31	1317.35	0.00	0.00	13187.20	11389.49
0+830.000	49.14	509.28	0.00	0.00	13696.48	11389.49
0+840.000	42.78	458.30	0.00	0.00	14154.78	11389.49
0+860.000	46.15	889.37	0.00	0.00	15044.16	11389.49
0+880.000	32.77	789.26	0.00	0.00	15833.42	11389.49
0+900.000	40.81	735.79	0.00	0.00	16569.20	11389.49
0+910.000	42.07	414.38	0.00	0.00	16983.58	11389.49
0+920.000	41.70	413.43	0.00	0.00	17397.01	11389.49
0+930.000	41.33	409.88	0.00	0.00	17806.89	11389.49
0+940.000	41.06	406.80	0.00	0.00	18213.68	11389.49
0+950.000	42.44	412.40	0.00	0.00	18626.08	11389.49
0+960.000	48.49	450.17	0.00	0.00	19076.25	11389.49
0+980.000	63.03	1115.25	0.00	0.00	20191.50	11389.49
1+000.000	66.27	1293.00	0.00	0.00	21484.50	11389.49
1+020.000	67.03	1332.98	0.00	0.00	22817.48	11389.49
1+030.000	74.61	726.85	0.00	0.00	23544.33	11389.49
1+040.000	70.22	745.76	0.00	0.00	24290.10	11389.49
1+050.000	51.92	628.70	0.00	0.00	24918.79	11389.49
1+060.000	33.35	433.46	0.00	0.00	25352.25	11389.49
1+080.000	18.81	518.17	0.00	0.00	25870.42	11389.49
1+090.000	21.74	196.48	0.00	0.00	26066.90	11389.49
1+100.000	23.88	221.01	0.00	0.00	26287.91	11389.49
1+120.000	33.25	567.44	0.00	0.00	26855.34	11389.49
1+140.000	35.49	687.40	0.00	0.00	27542.75	11389.49
1+160.000	48.64	841.38	0.00	0.00	28384.13	11389.49
1+180.000	62.22	1112.98	0.00	0.00	29497.11	11389.49
1+190.000	75.18	691.29	0.00	0.00	30188.40	11389.49
1+200.000	98.57	874.60	0.00	0.00	31063.00	11389.49
1+210.000	118.53	1093.93	0.00	0.00	32156.94	11389.49
1+220.000	132.01	1263.57	0.00	0.00	33420.50	11389.49
1+240.000	110.23	2409.04	0.00	0.00	35829.55	11389.49

1+250.000	105.92	1064.20	0.00	0.00	36893.74	11389.49
1+260.000	99.69	1011.71	0.00	0.00	37905.46	11389.49
1+280.000	83.41	1824.73	0.00	0.00	39730.19	11389.49
1+300.000	72.03	1554.39	0.00	0.00	41284.58	11389.49
1+310.000	71.43	727.05	0.00	0.00	42011.63	11389.49
1+320.000	66.42	697.38	0.00	0.00	42709.00	11389.49
1+330.000	57.70	626.46	0.00	0.00	43335.46	11389.49
1+340.000	49.04	537.39	0.00	0.00	43872.85	11389.49
1+360.000	36.11	853.18	0.00	0.00	44726.03	11389.49
1+370.000	28.60	323.84	0.00	0.00	45049.87	11389.49
1+380.000	20.40	244.34	0.00	0.00	45294.21	11389.49
1+400.000	5.25	256.28	0.00	0.00	45550.49	11389.49
1+407.176	0.54	20.76	0.11	0.40	45571.25	11389.89

Nota: Elaboración propia.

Habiendo realizado la presentación de los datos totales del volumen de explanación por ambas metodologías, a continuación, se realiza la comparación de los valores de los volúmenes de corte y relleno.

Cuadro 24.

Comparación de volumen de corte y relleno.

PROGRESIVA	METODOLOGÍA: ESTACIÓN TOTAL		METODOLOGÍA: GOOGLE EARTH	
	VOLUMEN DE CORTE	VOLUMEN DE RELLENO	VOLUMEN DE CORTE	VOLUMEN DE RELLENO
0+000.000	0.00	0.00	0.00	0.00
0+020.000	17.80	37.00	2.27	9.60
0+030.000	5.99	22.46	5.58	9.77
0+040.000	2.63	27.16	9.33	9.36
0+050.000	7.12	59.96	6.60	1.32
0+060.000	48.47	96.94	2.50	0.11
0+080.000	152.27	109.95	0.06	60.26
0+100.000	165.06	0.00	0.47	277.71
0+110.000	258.14	0.00	0.24	209.02
0+120.000	713.95	0.00	0.00	165.70
0+130.000	821.09	0.00	0.00	221.03
0+140.000	430.81	0.00	0.00	415.95
0+150.000	154.38	0.00	0.00	434.80
0+160.000	93.26	0.00	0.00	326.14

0+180.000	487.50	0.00	0.00	442.83
0+190.000	533.61	0.00	0.00	94.25
0+200.000	717.22	0.00	0.00	64.54
0+220.000	1117.01	0.00	0.00	391.55
0+240.000	525.80	0.00	0.00	789.40
0+260.000	316.84	0.00	0.00	889.99
0+270.000	110.01	0.00	0.00	457.62
0+280.000	38.56	0.00	0.00	546.93
0+290.000	25.28	0.00	0.63	624.75
0+300.000	33.50	0.00	1.38	643.73
0+310.000	42.57	0.00	1.51	617.92
0+320.000	37.14	0.00	0.88	564.73
0+340.000	96.68	0.00	1.35	902.42
0+360.000	101.33	0.00	2.49	649.31
0+380.000	100.37	0.00	1.36	502.89
0+390.000	45.40	0.00	0.32	267.65
0+400.000	27.69	0.00	3.66	272.42
0+420.000	106.84	72.77	6.69	239.66
0+430.000	52.10	171.06	3.60	0.35
0+440.000	23.03	334.61	4.72	0.00
0+460.000	38.98	774.25	15.80	0.00
0+470.000	61.01	343.94	6.83	0.00
0+480.000	101.52	291.28	0.13	0.00
0+500.000	134.37	436.66	2.25	0.00
0+520.000	82.74	408.24	2.02	0.00
0+540.000	248.16	612.57	0.03	0.00
0+550.000	162.54	398.29	0.00	0.00
0+560.000	104.62	420.80	0.00	0.00
0+570.000	162.32	392.81	0.00	0.00
0+580.000	215.05	329.18	0.00	0.00
0+600.000	372.16	558.28	0.00	0.00
0+610.000	190.57	269.86	0.00	0.00
0+620.000	208.05	272.20	0.00	0.00
0+640.000	303.59	312.83	1.70	0.89
0+650.000	54.43	23.89	3.62	17.66
0+660.000	27.35	0.00	3.30	60.01
0+670.000	33.55	0.00	1.04	85.54

0+680.000	41.16	0.00	1.25	68.86
0+700.000	84.15	85.67	1.98	52.28
0+720.000	34.53	355.88	17.31	0.51
0+740.000	10.56	728.64	22.78	0.00
0+750.000	27.79	504.29	3.69	0.00
0+760.000	55.49	603.74	0.69	0.00
0+770.000	80.88	680.20	0.00	0.00
0+780.000	77.46	683.77	0.00	0.00
0+800.000	92.99	1450.67	1.27	0.00
0+820.000	128.39	1317.35	1.26	0.00
0+830.000	99.77	509.28	0.00	0.00
0+840.000	116.96	458.30	0.00	0.00
0+860.000	204.06	889.37	1.60	0.00
0+880.000	95.02	789.26	3.44	0.00
0+900.000	81.51	735.79	9.81	0.00
0+910.000	40.83	414.38	6.04	0.00
0+920.000	29.66	413.43	4.53	0.00
0+930.000	46.15	409.88	2.47	0.00
0+940.000	58.13	406.80	0.97	0.00
0+950.000	65.71	412.40	1.05	0.00
0+960.000	57.04	450.17	0.13	0.00
0+980.000	65.61	1115.25	1.51	0.00
1+000.000	52.92	1293.00	1.86	0.00
1+020.000	124.68	1332.98	0.35	0.00
1+030.000	109.40	726.85	0.00	0.00
1+040.000	82.36	745.76	0.55	0.00
1+050.000	92.54	628.70	0.55	0.00
1+060.000	139.17	433.46	0.00	0.00
1+080.000	183.35	518.17	2.67	0.00
1+090.000	39.54	196.48	1.66	0.00
1+100.000	82.12	221.01	0.28	0.00
1+120.000	472.82	567.44	0.00	0.00
1+140.000	395.08	687.40	0.00	0.00
1+160.000	138.20	841.38	0.00	0.00
1+180.000	107.56	1112.98	0.40	0.00
1+190.000	34.12	691.29	0.87	0.00
1+200.000	33.88	874.60	2.04	0.00

1+210.000	21.13	1093.93	3.64	0.00
1+220.000	20.09	1263.57	2.63	0.00
1+240.000	102.13	2409.04	0.74	0.00
1+250.000	63.47	1064.20	0.00	0.00
1+260.000	57.84	1011.71	0.05	0.00
1+280.000	142.48	1824.73	0.10	0.00
1+300.000	165.28	1554.39	0.00	0.00
1+310.000	102.37	727.05	0.00	0.00
1+320.000	105.85	697.38	0.00	0.00
1+330.000	94.11	626.46	0.00	0.00
1+340.000	74.39	537.39	0.00	0.00
1+360.000	95.94	853.18	0.00	0.00
1+370.000	33.85	323.84	0.00	0.00
1+380.000	18.92	244.34	0.03	0.00
1+400.000	23.85	256.28	0.49	0.00
1+407.176	6.60	20.76	0.60	0.40

Nota: Elaboración propia.

Para la obtención de los cálculos estadísticos - descriptivos de la comparación, se ha empleado el software *IBM SPSS Statistics 26*, de acuerdo a los siguientes procedimientos:

- Se elaborará un cuadro de datos en Excel, tomando en cuenta el tipo de método a aplicar para la obtención de los resultados que satisfaga el objetivo planteado; Para ello se hará un bosquejo a la población y se tomará una muestra intencional que corresponde a las progresivas que será evaluada.

Figura 56.

Análisis de la población y obtención de la muestra.

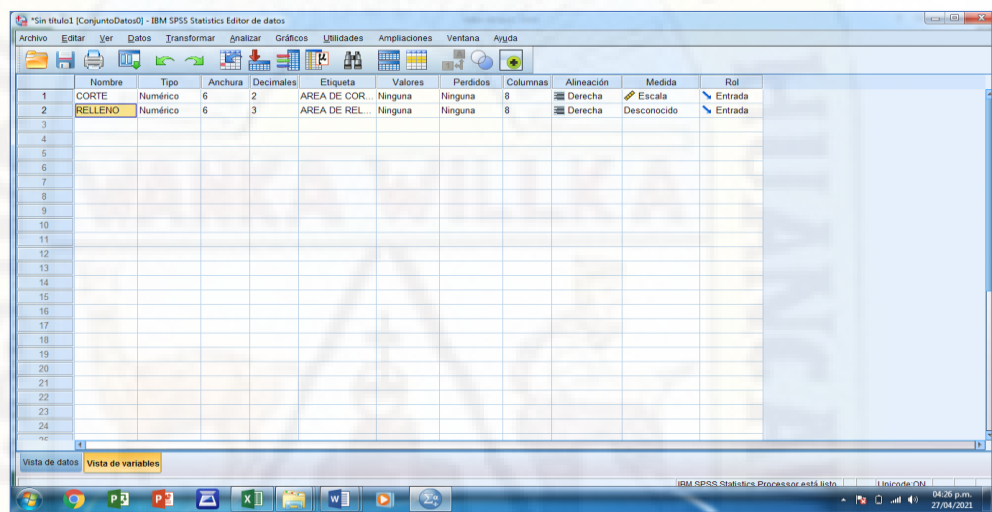
	METODOLOGÍA: ESTACIÓN TOTAL		METODOLOGÍA: GOOGLE EARTH		DIFERENCIAS	
	AREA DE CORTE	AREA DE RELLENO	AREA DE CORTE	AREA DE RELLENO	AREA DE CORTE	AREA DE RELLENO
PROGRESIVA						
0+000.000	0.59	0.14	0.81	0.81	0.22	0.47
0+020.000	1.19	0.99	2.89	0.35	1.70	0.36
0+030.000	0	1.03	1.88	1.57	1.68	0.54
0+040.000	0.55	0.81	3.97	0.24	3.42	0.57
0+050.000	0.88	0.51	8.02	0.02	7.14	0.49
0+060.000	8.28	0	10.84	0	2.56	0
0+080.000	6.7	0	6.09	0	6.70	6.09
0+100.000	10.03	0.04	0	21.37	10.03	21.33
0+110.000	43.74	0	0	18.53	43.74	19.53
0+120.000	107.59	0	0	12.9	107.59	12.9
0+130.000	67.04	0	0	30.17	67.04	30.17
0+140.000	23.27	0	0	50.32	23.27	50.32
0+150.000	8.06	0	0	35.19	8.06	35.19
0+160.000	10.55	0	0	30.71	10.55	30.71
0+180.000	38.28	0	0	13.56	38.28	13.56
0+190.000	83.06	0	0	5.86	83.06	5.86
0+200.000	73.04	0	0	7.46	73.04	7.46
0+220.000	37.56	0	0	31.88	37.56	31.88
0+240.000	15.02	0	0	47.06	15.02	47.06

Nota: Elaboración propia.

- La muestra a analizar se tomó de forma intencional, cumpliendo las condiciones de acuerdo a las normativas del diseño geométrico de carretera DG - 2018. Ya con la muestra representativa de datos se procede al uso del software *IBM SPSS Statistics 26*, mediante el cual se realiza el procesamiento estadístico de las variables en estudio.
- Ingreso al software *IBM SPSS Statistics 26*, una vez ya en la pantalla de trabajo doy inicio con la consignación de datos en el icono [Vista de variables].

Figura 57.

Consignación de los datos de las variables de la muestra.

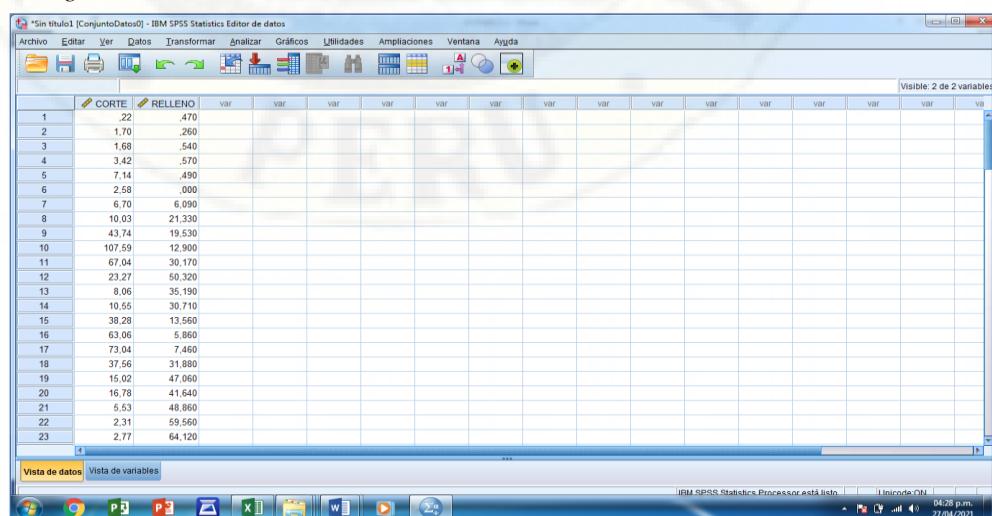


Nota: Elaboración propia.

- Habiendo culminado las configuraciones de las variables de estudio, nos vamos al icono [Vista de datos] en el cual registraré mis datos de trabajo.

Figura 58.

Consignación de los datos de las variables de la muestra.

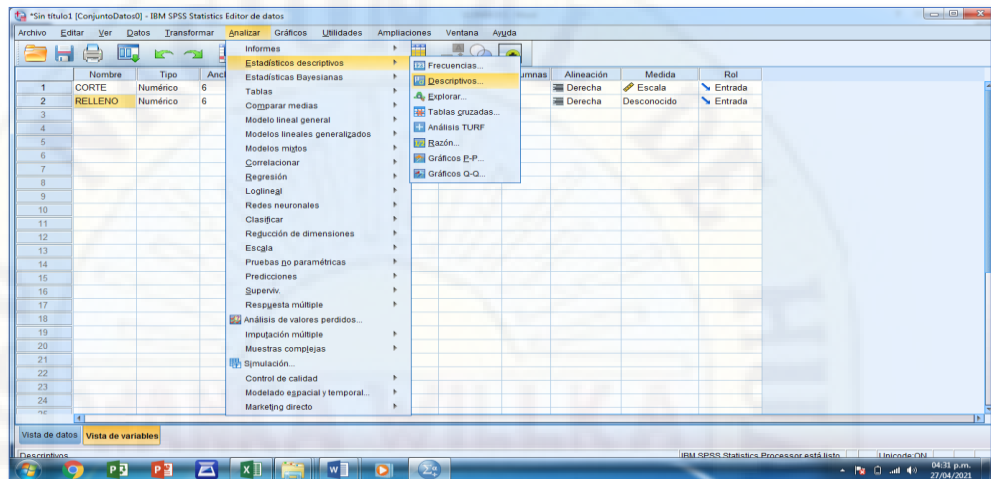


Nota: Elaboración propia.

- Haré un análisis exhaustivo de la metodología a aplicar de acuerdo con las variables en estudio y me voy a la cinta de opciones y selecciono la pestaña [Analizar] y proceso los datos.

Figura 59.

Selección del tipo de proceso estadístico para análisis de datos.

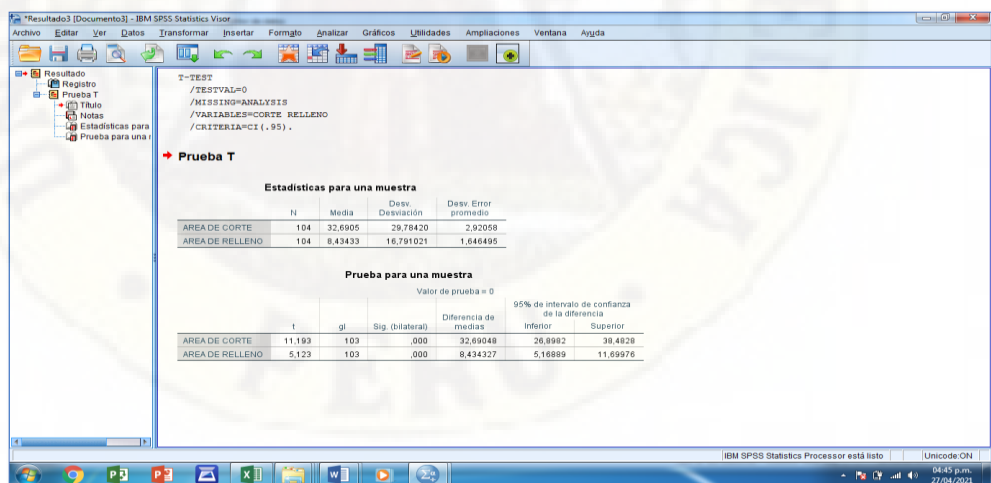


Nota: Elaboración propia.

- Realizaré otro análisis complementario para la interpretación de datos al 95% de confianza, para el cual incorporo en el cuadro de dialogo las variables de prueba y me conllevara a los resultados finales.

Figura 60.

Obtención de resultados del análisis de datos – variable volumen de explanación.



Nota: Elaboración propia.

OPTIMIZACIÓN DEL TIEMPO.

En cumplimiento con los objetivos establecidos, a continuación, presento los datos de análisis para la determinación del tiempo empleado en la elaboración del diseño geométrico de la carretera Piscopampa – Latapuquio.

Cuadro 25.

Consideraciones para el cálculo del tiempo – Estación Total.

DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA CARRETERA – ESTACIÓN TOTAL	
ETAPAS	TIEMPO
Levantamiento topográfico <i>* Horario de trabajo (06:30 a.m. – 06:15 p.m.), con una hora de receso para el almuerzo del personal.</i>	10:45
Procesamiento de datos en gabinete para obtención de puntos.	00:10
Monumentación de puntos de control	06:00
Estudio de tráfico	84:00
Excavación de calicatas (1y2)	04:00
Elaboración del estudio de mecánica de suelos.	72:00
Obtención de datos hidrológicos	*Se ha tomado datos de un estudio de antecedente regional.
Diseño geométrico de la carretera	72:00

Nota: Elaboración propia.

Cuadro 26.

Consideraciones para el cálculo del tiempo – Google Earth.

DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA CARRETERA - GOOGLE EARTH	
ETAPAS	TIEMPO
Procesamiento de datos en <i>Google Earth</i> .	00:20
Procesamiento de datos en <i>Google Mapper</i> .	00:20
Monumentación de puntos de control	06:00
Estudio de tráfico	84:00
Excavación de calicatas (1y2)	04:00
Elaboración del estudio de mecánica de suelos.	72:00
Obtención de datos hidrológicos	*Se ha tomado datos de un estudio de antecedente regional.
Diseño geométrico de la carretera	72:00

Nota: Elaboración propia.

Cabe precisar que existen diferencias solo en el proceso de obtención de los datos taquimétricos que corresponde a las dos primeras etapas del diseño geométrico de la carretera, las demás etapas serán las mismas para ambas metodologías de estudio. A continuación, presento la comparación de los intervalos de tiempo para ambas metodologías.

Cuadro 27.

Comparación del tiempo empleado para el diseño geométrico de la carretera.

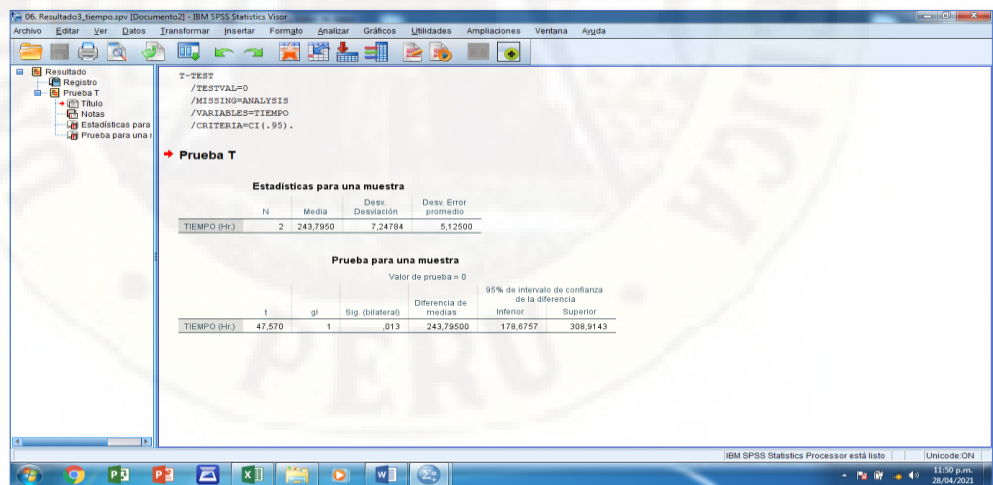
ETAPAS	TIEMPO EMPLEADO	
	METODOLOGÍA: ESTACIÓN TOTAL	METODOLOGÍA: GOOGLE EARTH
Obtención de datos taquimétricos	10:55	00:40
Monumentación de puntos de control	06:00	06:00
Estudio de tráfico	84:00	84:00
Excavación de calicatas (1y2)	04:00	04:00
Elaboración del estudio de mecánica de suelos.	72:00	72:00
Obtención de datos hidrológicos	*Se ha tomado datos de un estudio de antecedente regional.	*Se ha tomado datos de un estudio de antecedente regional.
Diseño geométrico de la carretera	72:00	72:00

Nota: Elaboración propia.

Para la obtención de los cálculos estadísticos - descriptivos de la comparación, se ha empleado el software *IBM SPSS Statistics 26*, cumpliendo los mismos procedimientos indicados en la variable volumen de explanación.

Figura 61.

Obtención de resultados del análisis de datos – variable tiempo.



Nota: Elaboración propia.

OPTIMIZACIÓN DEL COSTO.

En cumplimiento con los objetivos establecidos, a continuación, presento los datos de análisis para la determinación del costo en la elaboración del diseño geométrico de la carretera Piscopampa – Latapuquio.

Cuadro 28.

Consideraciones para el cálculo del costo – Estación Total.

DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA CARRETERA – ESTACIÓN TOTAL	
ETAPAS	COSTO
Levantamiento topográfico	S/ 490.00
* Alquiler de estación total (incl. Accesorios)	S/. 110.00
* Movilidad (traslado de personal y alimentos)	S/. 50.00
* Alimentación	S/. 50.00
* Personal de trabajo (01 Topógrafo)	S/. 100.00
* Personal de trabajo (03 Ayudantes)	S/. 180.00
Procesamiento de datos en gabinete para obtención de puntos.	S/ 10.00
Monumentación de puntos de control	S/ 105.00
Estudio de tráfico	S/ 1,120.00
Excavación de calicatas (1y2)	S/ 140.00
Elaboración del estudio de mecánica de suelos.	S/ 370.00
Obtención de datos hidrológicos	S/ 0.00
Diseño geométrico de la carretera	S/ 750.00

Nota: Elaboración propia.

Cuadro 29.

Consideraciones para el cálculo del costo – Google Earth.

DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA CARRETERA - GOOGLE EARTH	
ETAPAS	COSTO
Procesamiento de datos en <i>Google Earth</i> .	S/ 50.00
Procesamiento de datos en <i>Google Mapper</i> .	S/ 50.00
Monumentación de puntos de control	S/ 105.00
Estudio de tráfico	S/ 1,120.00
Excavación de calicatas (1y2)	S/ 140.00
Elaboración del estudio de mecánica de suelos.	S/ 370.00
Obtención de datos hidrológicos	S/ 0.00
Diseño geométrico de la carretera	S/ 750.00

Nota: Elaboración propia.

Cabe precisar que existen diferencias solo en el proceso de obtención de los datos taquimétricos que corresponde a las dos primeras etapas del diseño geométrico de la carretera, las demás etapas serán las mismas para ambas

metodologías de estudio. A continuación, presento la comparación de los costos para ambas metodologías.

Cuadro 30.

Comparación de los costos para el diseño geométrico de la carretera.

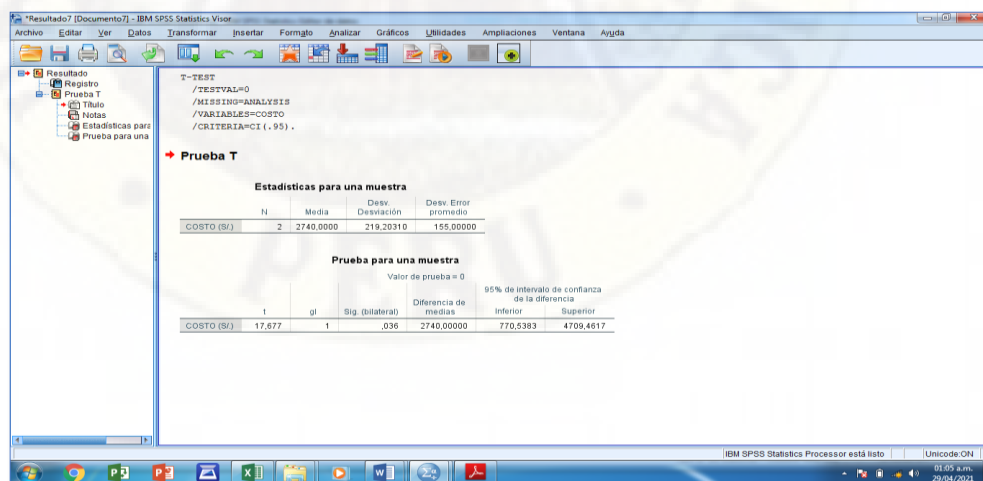
ETAPAS	COSTOS	
	METODOLOGÍA: ESTACIÓN TOTAL	METODOLOGÍA: GOOGLE EARTH
Obtención de datos taquimétricos	S/ 500.00	S/ 100.00
Monumentación de puntos de control	S/ 105.00	S/ 105.00
Estudio de tráfico	S/ 1,120.00	S/ 1,120.00
Excavación de calicatas (1y2)	S/ 140.00	S/ 140.00
Elaboración del estudio de mecánica de suelos.	S/ 370.00	S/ 370.00
Obtención de datos hidrológicos	S/ 0.00	S/ 0.00
Diseño geométrico de la carretera	S/ 750.00	S/ 750.00

Nota: Elaboración propia.

Para la obtención de los cálculos estadísticos - descriptivos de la comparación, se ha empleado el software *IBM SPSS Statistics 26*, cumpliendo los mismos procedimientos indicados en la variable volumen de explanación.

Figura 62.

Obtención de resultados del análisis de datos – variable costo.



Nota: Elaboración propia.

EXACTITUD POSICIONAL DE LOS DATOS UTM.

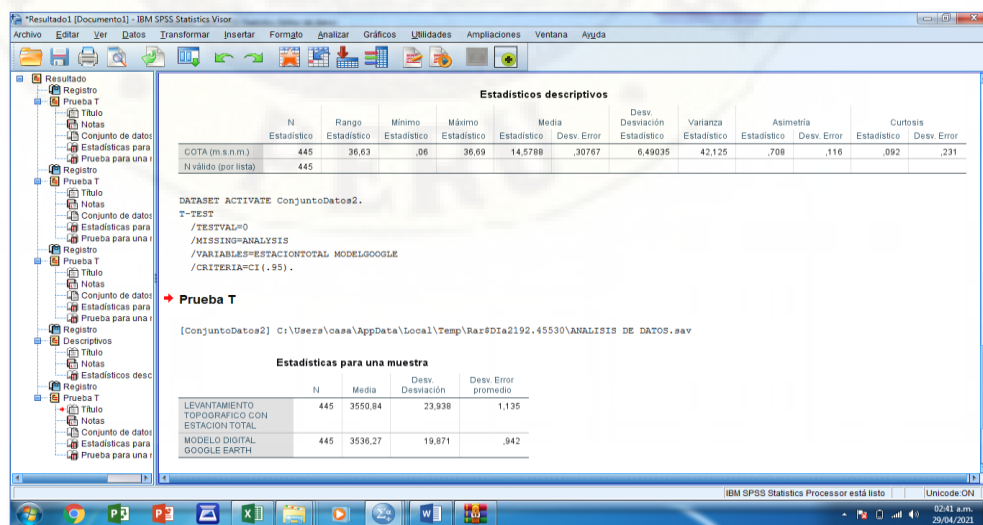
Para dar cumplimiento al objetivo establecido, debo precisar que los datos de análisis para la determinación de la exactitud posicional de los datos UTM obtenidos a través de los dos métodos de levantamiento topográfico de la carretera Piscopampa - Latapuquio de la Provincia de Angaraes – Huancavelica, cuenta con una cantidad de 445 datos que representa un buena cantidad de hojas; Por lo que se ha visto por conveniente que para la verificación estos datos, se deberá de trasladar hacia el anexo - Datos UTM.

Habiendo realizado la presentación de los datos *UTM* (Norte, Este, Cota) y/o muestra para ambas metodologías, corresponde la obtención de los cálculos estadísticos - descriptivos de la comparación para el cual se ha empleado el software *IBM SPSS Statistics 26*, cumpliendo los mismos procedimientos indicados en la variable volumen de explanación.

Debo precisar que dentro de este procedimiento se ha evaluado tres variables (Norte, Este, Cota) para cada una de las muestras, esto a razón de que se estudia dos procedimientos independientes, por lo que una vez halladas los datos estadísticos para ambas muestra recién se evalúa la comparación correspondiente al procedimiento de levantamiento topográfico con estación total y el modelo digital *Google Earth*.

Figura 63.

Obtención de resultados del análisis de datos – variable UTM.



Nota: Elaboración propia.

CAPÍTULO IV

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La obtención de los resultados requiere de tomar en cuenta ciertos criterios a fin de que el procesamiento de los datos se haga de la forma correcta, para ello a continuación se detalla los criterios básicos que se ha tomado a fin de que se pueda entender mejor la obtención de los resultados y su posterior interpretación.

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

Dentro del desarrollo de este procedimiento, se tiene que evaluar el instrumento de medición teniendo en cuenta el tipo de variable a evaluar ya sea objetiva y/o subjetiva.

Por otro lado, dentro de los instrumentos de medición se tiene que definir con qué tipo de instrumento de medición se va a trabajar. Por lo que teniendo en cuenta la definición de cada tipo de instrumento de medición, en el trabajo de investigación se hace el uso de los instrumentos mecánicos, por ende, quien tiene el trabajo de evaluar y/o hacer la validación de instrumento de medición le corresponde al fabricante, ya que los instrumentos de medición es el equipo topográfico estación total y el software *Google Earth*.

Cabe precisar que se debe tener en cuenta la obtención del certificado de calibración de los equipos topográficos que se empleen en el proceso de ejecución del levantamiento topográfico a fin de evitar errores por desperfecto de equipos. A continuación, detallo datos del certificado de calibración:

Resp. Calibración : GEOPERU – Instrumentos y Servicios de Ingeniería.

Resp. Alquiler : AWA COMPANY S.A.C.

Datos del equipo : **Equipo** – Estación Total

Marca – TRIMBLE

Modelo – M3 3”

Resultados : El servicio Técnico CERTIFICA que el equipo se encuentra totalmente revisado, controlado, calibrado y 100% operativo, cumpliendo con las especificaciones técnicas de fábrica y los estándares internacionales establecidos en el DIN18723.

Fecha de calibración : 05 de Abril del 2020

Validez de certificado: 06 meses

PRUEBA DE NORMALIDAD

Para definir el tipo de prueba estadística que se requiere aplicar a nuestro trabajo, se requiere realizar la prueba de normalidad, para el cual se requiere contrastar las siguientes condiciones:

H0: Los datos analizados siguen una distribución normal.

H1: Los datos analizados no siguen una distribución normal.

Para la determinación de la prueba de normalidad existen dos test, los cuales se detalla a continuación:

KOLMOGOROV – SMIRNOV	SHAPIRO – WILKS
Para muestra grandes ($n \geq 30$)	Cuando la muestra es pequeña ($n < 30$)

Nota:

Si $p > 0.05$ aceptamos la hipótesis nula.

Si $p < 0.05$ rechazamos la hipótesis nula de manera significativa.

Si $p < 0.01$ rechazamos la hipótesis nula de manera altamente significativa.

Teniendo en cuenta estas condiciones de trabajo, se ha desarrollado la prueba de normalidad a través de software *IBM SPSS Statistics 26*, arrojando así los siguientes resultados.

	KOLMOGOROV-SMIRNOV ^A			SHAPIRO-WILK		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
VAR00003	0,077	88	0,200*	0,984	88	0,358

*. *Esto es un límite inferior de la significación verdadera.*

a. *Corrección de significación de Lilliefors*

La prueba de normalidad arroja el p valor de 0.200 de tal forma que hacemos las comparaciones con las condiciones de prueba de hipótesis de normalidad, llegando así a la siguiente conclusión; se cumple la condición $p > 0.05$ aceptamos la hipótesis nula.

Por lo tanto, los datos de la muestra analizada siguen una distribución normal.

NIVEL DE SIGNIFICANCIA

El nivel de significancia que se tomó en cuenta para la comprobación de la hipótesis es:

$$\alpha = 0.05$$

TRATAMIENTO ESTADÍSTICO

Los datos tomados en campo poseen y/o han sido elaboradas con la práctica y comprensión durante los estudios universitarios y complementada con la práctica de campo de los ejecutores del presente trabajo de investigación con el fin de Analizar diferencias a través del estudio comparativo del diseño geométrico de la carretera Piscopampa - Latapuquio, con el levantamiento topográfico con estación total y el modelo digital *Google Earth*, en la Provincia de Angaraes – Huancavelica - 2021, para ello utilizaremos el diseño estadístico t- student, dado que son variables cuantitativas y tienen una distribución normal.

Donde:

$$t = \frac{d - D_0}{S_n^d - 1/\sqrt{n}}$$

Para el planteamiento de la hipótesis tendremos en cuenta que:

Hipótesis nula : $H_0: u_1 = u_2$

Hipótesis de investigación (alterna) : $H_1: u_1 \neq u_2$

Donde:

H_0 : La obtención de resultados a través del estudio comparativo del diseño geométrico de la carretera Piscopampa - Latapuquio, utilizando el levantamiento topográfico con estación total y el modelo digital Google Earth, no son estadísticamente similares en la Provincia de Angaraes – Huancavelica – 2021.

H_1 : La obtención de resultados a través del estudio comparativo del diseño geométrico de la carretera Piscopampa - Latapuquio, utilizando el levantamiento topográfico con estación total y el modelo digital Google Earth, son estadísticamente similares en la Provincia de Angaraes – Huancavelica – 2021.

4.1. VOLUMEN DE EXPLANACIÓN

Para dar cumplimiento al objetivo planteado que era el de analizar y calcular el volumen de explanación del diseño geométrico de la carretera Piscopampa - Latapuquio, con el levantamiento topográfico con estación total y el modelo digital *Google Earth*, en la Provincia de Angaraes – Huancavelica, se ha tomado una muestra intencional que corresponde a las progresivas de nuestra carretera; En tal sentido se ha analizado 104 datos.

A continuación, hago la presentación de los datos y/o muestra que ha sido analizada a través del software *IBM SPSS Statistics 26*.

Cuadro 31.

Volumen de explanación por el método directo – Estación Total.

PROGRESIVA	VOLUMEN DE CORTE		VOLUMEN DE RELLENO	
	ESTACIÓN TOTAL	GOOGLE EARTH	ESTACIÓN TOTAL	GOOGLE EARTH
0+000.000	0.00	0.00	0.00	0.00
0+020.000	17.80	37.00	2.27	9.60
0+030.000	5.99	22.46	5.58	9.77
0+040.000	2.63	27.16	9.33	9.36
0+050.000	7.12	59.96	6.60	1.32
0+060.000	48.47	96.94	2.50	0.11
0+080.000	152.27	109.95	0.06	60.26
0+100.000	165.06	0.00	0.47	277.71
0+110.000	258.14	0.00	0.24	209.02

0+120.000	713.95	0.00	0.00	165.70
0+130.000	821.09	0.00	0.00	221.03
0+140.000	430.81	0.00	0.00	415.95
0+150.000	154.38	0.00	0.00	434.80
0+160.000	93.26	0.00	0.00	326.14
0+180.000	487.50	0.00	0.00	442.83
0+190.000	533.61	0.00	0.00	94.25
0+200.000	717.22	0.00	0.00	64.54
0+220.000	1117.01	0.00	0.00	391.55
0+240.000	525.80	0.00	0.00	789.40
0+260.000	316.84	0.00	0.00	889.99
0+270.000	110.01	0.00	0.00	457.62
0+280.000	38.56	0.00	0.00	546.93
0+290.000	25.28	0.00	0.63	624.75
0+300.000	33.50	0.00	1.38	643.73
0+310.000	42.57	0.00	1.51	617.92
0+320.000	37.14	0.00	0.88	564.73
0+340.000	96.68	0.00	1.35	902.42
0+360.000	101.33	0.00	2.49	649.31
0+380.000	100.37	0.00	1.36	502.89
0+390.000	45.40	0.00	0.32	267.65
0+400.000	27.69	0.00	3.66	272.42
0+420.000	106.84	72.77	6.69	239.66
0+430.000	52.10	171.06	3.60	0.35
0+440.000	23.03	334.61	4.72	0.00
0+460.000	38.98	774.25	15.80	0.00
0+470.000	61.01	343.94	6.83	0.00
0+480.000	101.52	291.28	0.13	0.00
0+500.000	134.37	436.66	2.25	0.00
0+520.000	82.74	408.24	2.02	0.00
0+540.000	248.16	612.57	0.03	0.00
0+550.000	162.54	398.29	0.00	0.00
0+560.000	104.62	420.80	0.00	0.00
0+570.000	162.32	392.81	0.00	0.00
0+580.000	215.05	329.18	0.00	0.00
0+600.000	372.16	558.28	0.00	0.00
0+610.000	190.57	269.86	0.00	0.00

0+620.000	208.05	272.20	0.00	0.00
0+640.000	303.59	312.83	1.70	0.89
0+650.000	54.43	23.89	3.62	17.66
0+660.000	27.35	0.00	3.30	60.01
0+670.000	33.55	0.00	1.04	85.54
0+680.000	41.16	0.00	1.25	68.86
0+700.000	84.15	85.67	1.98	52.28
0+720.000	34.53	355.88	17.31	0.51
0+740.000	10.56	728.64	22.78	0.00
0+750.000	27.79	504.29	3.69	0.00
0+760.000	55.49	603.74	0.69	0.00
0+770.000	80.88	680.20	0.00	0.00
0+780.000	77.46	683.77	0.00	0.00
0+800.000	92.99	1450.67	1.27	0.00
0+820.000	128.39	1317.35	1.26	0.00
0+830.000	99.77	509.28	0.00	0.00
0+840.000	116.96	458.30	0.00	0.00
0+860.000	204.06	889.37	1.60	0.00
0+880.000	95.02	789.26	3.44	0.00
0+900.000	81.51	735.79	9.81	0.00
0+910.000	40.83	414.38	6.04	0.00
0+920.000	29.66	413.43	4.53	0.00
0+930.000	46.15	409.88	2.47	0.00
0+940.000	58.13	406.80	0.97	0.00
0+950.000	65.71	412.40	1.05	0.00
0+960.000	57.04	450.17	0.13	0.00
0+980.000	65.61	1115.25	1.51	0.00
1+000.000	52.92	1293.00	1.86	0.00
1+020.000	124.68	1332.98	0.35	0.00
1+030.000	109.40	726.85	0.00	0.00
1+040.000	82.36	745.76	0.55	0.00
1+050.000	92.54	628.70	0.55	0.00
1+060.000	139.17	433.46	0.00	0.00
1+080.000	183.35	518.17	2.67	0.00
1+090.000	39.54	196.48	1.66	0.00
1+100.000	82.12	221.01	0.28	0.00
1+120.000	472.82	567.44	0.00	0.00

1+140.000	395.08	687.40	0.00	0.00
1+160.000	138.20	841.38	0.00	0.00
1+180.000	107.56	1112.98	0.40	0.00
1+190.000	34.12	691.29	0.87	0.00
1+200.000	33.88	874.60	2.04	0.00
1+210.000	21.13	1093.93	3.64	0.00
1+220.000	20.09	1263.57	2.63	0.00
1+240.000	102.13	2409.04	0.74	0.00
1+250.000	63.47	1064.20	0.00	0.00
1+260.000	57.84	1011.71	0.05	0.00
1+280.000	142.48	1824.73	0.10	0.00
1+300.000	165.28	1554.39	0.00	0.00
1+310.000	102.37	727.05	0.00	0.00
1+320.000	105.85	697.38	0.00	0.00
1+330.000	94.11	626.46	0.00	0.00
1+340.000	74.39	537.39	0.00	0.00
1+360.000	95.94	853.18	0.00	0.00
1+370.000	33.85	323.84	0.00	0.00
1+380.000	18.92	244.34	0.03	0.00
1+400.000	23.85	256.28	0.49	0.00
1+407.176	6.60	20.76	0.60	0.40

Nota: Elaboración propia.

Proseguimos con la presentación de los datos obtenidos a través del análisis de datos en el software *IBM SPSS Statistics 26*.

Para el análisis de los datos se ha empleado el proceso estadístico “t” de *student*, dentro del cual se evalúa dos variables para una sola muestra y asumiendo un nivel significancia de 0.05 para la contrastación de la hipótesis planteada.

Figura 64.

Resultados estadísticos para una muestra de dos variables – volumen de explanación.

Estadísticas para una muestra				
	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
AREA DE CORTE	104	140,0437	184,46761	18,08854
AREA DE RELLENO	104	543,17846	414,216249	40,617245

Nota: Elaboración propia.

Figura 65.

Resultados de la prueba *t* para una muestra de dos variables – volumen de explanación.

Prueba para una muestra						
Valor de prueba = 0						
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
AREA DE CORTE	7,742	103	,000	140,04365	104,1693	175,9180
AREA DE RELLENO	13,373	103	,000	543,178462	462,62374	623,73319

Nota: Elaboración propia.

DISCUSIÓN:

Para la interpretación de los resultados de la prueba “*t*” *student*, se tendrá que evaluar las siguientes condiciones:

Para la contrastación de la hipótesis planteada:

- El dato “*t*” debe encontrarse dentro del intervalo de confianza al 95%.
- Dentro del intervalo de confianza al 95% debe de encontrarse el 0.00.
- Si el dato “Sig. (bilateral)” ≤ 0 , se niega la hipótesis.

Entonces llegamos al siguiente resultado:

- Para la variable Volumen de corte: no cumple las condiciones.
- Para la variable Volumen de relleno: no cumple las condiciones.

Por lo tanto, el diseño geométrico de la carretera Piscopampa - Latapuquio con el modelo digital Google Earth no arroja volumen de explanación similar al método de levantamiento topográfico con estación total. Teniendo en cuenta que al 95% de confiabilidad estos datos arrojan un error de 184.467 para el volumen de corte y 414.22 para el volumen de relleno.

4.2. OPTIMIZACIÓN DEL TIEMPO

Para dar cumplimiento al objetivo planteado que era determinar el tiempo empleado para el diseño geométrico de la carretera Piscopampa - Latapuquio, utilizando el levantamiento topográfico con estación total y el modelo digital *Google Earth*, en la Provincia de Angaraes – Huancavelica, se ha realizado un desagregado de los tiempos empleados en cada etapa del diseño geométrico de la

carretera y haciendo la suma de estas para cada metodología se ha analizado 14 datos.

A continuación, hago la presentación de los datos y/o muestra que ha sido analizada a través del software *IBM SPSS Statistics 26*.

Tratamiento A: Tiempo empleado con el método directo – Estación Total.

Tratamiento B: Tiempo empleado con el método indirecto – *Google Earth*.

Cuadro 32.

Análisis de los datos de la variable tiempo.

ÁREA DE ESTUDIO	TRATAMIENTOS	
	A (Hr.) Estación Total	B (Hr.) Google Earth
Obtención de datos UTM para el diseño de la Carretera Piscopampa - Latapuquio	248.92	238.67

Nota: Elaboración propia.

Proseguimos con la presentación de los datos obtenidos a través del análisis de datos en el software *IBM SPSS Statistics 26*.

Para el análisis de los datos se ha empleado el proceso estadístico “t” de *student*, dentro del cual se evalúa una variable para una sola muestra y asumiendo un nivel significancia de 0.05 para la contrastación de la hipótesis planteada.

Figura 66.

Resultados estadísticos para una muestra de una variable - tiempo.

Estadísticas para una muestra				
	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
TIEMPO (Hr.)	2	243,7950	7,24784	5,12500

Nota: Elaboración propia.

Figura 67.

Resultados de la prueba t para una muestra de una variable – tiempo.

Prueba para una muestra					
Valor de prueba = 0					
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia
					Inferior Superior
TIEMPO (Hr.)	47,570	1	,013	243,79500	178,6757 308,9143

Nota: Elaboración propia.

DISCUSIÓN:

Para la interpretación de los resultados de la prueba “t” *student*, se tendrá que evaluar las siguientes condiciones:

Para la contrastación de la hipótesis planteada:

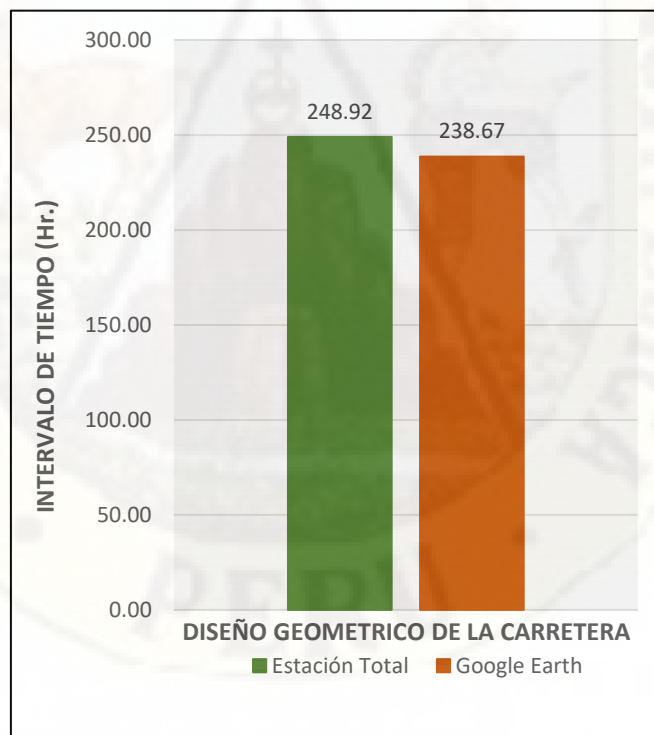
- El dato “t” debe encontrarse dentro del intervalo de confianza al 95%.
- Dentro del intervalo de confianza al 95% debe de encontrarse el 0.00.
- Si el dato “Sig. (bilateral)” ≤ 0 , se niega la hipótesis.

Entonces llegamos al siguiente resultado:

- Para la variable tiempo: Los datos analizados, muestra una diferencia significativa sin embargo en vista de que “Sig. (bilateral)” > 0 se acepta la hipótesis planteada.

Figura 68.

Gráfico de los tiempos empleados en el diseño geométrico de la carretera.



Nota: Elaboración propia.

Por lo tanto, el modelo digital Google Earth, permite optimizar mayor tiempo en el diseño geométrico de la carretera Piscopampa - Latapuquio, en referencia al levantamiento topográfico con estación total.

4.3. OPTIMIZACIÓN DE COSTOS

Para dar cumplimiento al objetivo planteado que era determinar el costo de elaboración del diseño geométrico de la carretera Piscopampa - Latapuquio, utilizando el levantamiento topográfico con estación total y el modelo digital Google Earth, en la Provincia de Angaraes – Huancavelica, se ha realizado un desagregado de los costos en cada etapa del diseño geométrico de la carretera y haciendo la suma de estas para cada metodología se ha analizado 16 datos.

A continuación, hago la presentación de los datos y/o muestra que ha sido analizada a través del software *IBM SPSS Statistics 26*.

Tratamiento A: Costo total del diseño empleando el método directo – Estación Total.

Tratamiento B: Costo total del diseño empleando el método indirecto – *Google Earth*.

Cuadro 33.

Análisis de los datos de la variable costo.

ÁREA DE ESTUDIO	TRATAMIENTOS	
	A (S/.) Estación Total	B (S/.) Google Earth
Diseño de la Carretera Piscopampa - Latapuquio	S/ 2,985.00	S/ 2,585.00

Nota: Elaboración propia.

Proseguimos con la presentación de los datos obtenidos a través del análisis de datos en el software *IBM SPSS Statistics 26*.

Para el análisis de los datos se ha empleado el proceso estadístico “t” de *student*, dentro del cual se evalúa una variable para una sola muestra y asumiendo un nivel significancia de 0.05 para la contrastación de la hipótesis planteada.

Figura 69.

Resultados estadísticos para una muestra de una variable - costo.

Estadísticas para una muestra				
	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
COSTO (S/.)	2	2740,0000	219,20310	155,00000

Nota: Elaboración propia.

Figura 70.

Resultados de la prueba *t* para una muestra de una variable – costo.

Prueba para una muestra					
Valor de prueba = 0					
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia
					Inferior Superior
COSTO (S/.)	17,677	1	,036	2740,00000	770,5383 4709,4617

Nota: Elaboración propia.

DISCUSIÓN:

Para la interpretación de los resultados de la prueba “*t*” *student*, se tendrá que evaluar las siguientes condiciones:

Para la contrastación de la hipótesis planteada:

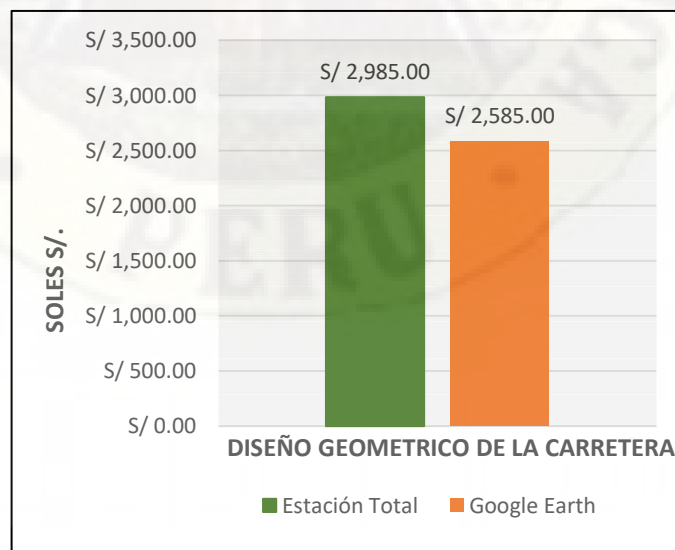
- El dato “*t*” debe encontrarse dentro del intervalo de confianza al 95%.
- Dentro del intervalo de confianza al 95% debe de encontrarse el 0.00.
- Si el dato “Sig. (bilateral)” ≤ 0 , se niega la hipótesis.

Entonces llegamos al siguiente resultado:

- Para la variable tiempo: Los datos analizados, muestra una diferencia significativa sin embargo en vista de que “Sig. (bilateral)” > 0 se acepta la hipótesis planteada.

Figura 71.

Gráfico de los costos para el diseño geométrico de la carretera.



Nota: Elaboración propia.

Por lo tanto, el modelo digital Google Earth, permite optimizar los costos de elaboración del diseño Geométrico de la carretera Piscopampa - Latapuquio, en referencia al levantamiento topográfico con estación total.

4.4. EXACTITUD POSICIONAL DE LOS DATOS UTM

Para dar cumplimiento al objetivo planteado que era el de evaluar la exactitud posicional de los datos UTM obtenidos a través de los dos métodos de levantamiento topográfico de la carretera Piscopampa - Latapuquio de la Provincia de Angaraes – Huancavelica, se ha tomado una muestra aleatoria que corresponde a los puntos topográficos obtenidos de nuestra carretera; En tal sentido se ha analizado 445 datos.

Para la verificación de los datos, adjunto al presente el anexo - Datos UTM a razón de que la presentación de los datos y/o muestra que ha sido analizada a través del software *IBM SPSS Statistics 26*, representa una buena cantidad de hojas.

Para el análisis de los datos se ha empleado el proceso estadístico “t” de *student*, dentro del cual se evalúa tres variables para una sola muestra y asumiendo un nivel significancia de 0.05 para la contrastación de la hipótesis planteada.

Figura 72.

Resultados estadísticos para una muestra de tres variables – UTM.

Estadísticas para una muestra				
	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO CON ESTACION TOTAL	445	3550,84	23,938	1,135
MODELO DIGITAL GOOGLE EARTH	445	3536,27	19,871	,942

Nota: Elaboración propia.

Figura 73.

Resultados de la prueba t para una muestra de tres variables – UTM.

Prueba para una muestra						
Valor de prueba = 0						
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO CON ESTACION TOTAL	3129,064	444	,000	3550,840	3548,61	3553,07
MODELO DIGITAL GOOGLE EARTH	3754,044	444	,000	3536,268	3534,42	3538,12

Nota: Elaboración propia.

Figura 74.

Resultados estadísticos para una muestra de tres variables – UTM.

Estadísticas para una muestra				
	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
VAR00001	445	14,5788	6,49035	,30767

Nota: Elaboración propia.

DISCUSIÓN:

Para la interpretación de los resultados de la prueba “t” *student*, se tendrá que evaluar las siguientes condiciones:

Para la contrastación de la hipótesis planteada:

- El dato “t” debe encontrarse dentro del intervalo de confianza al 95%.
- Dentro del intervalo de confianza al 95% debe de encontrarse el 0.00.
- Si el dato “Sig. (bilateral)” ≤ 0 , se niega la hipótesis.

Entonces llegamos al siguiente resultado:

- Para la variable Exactitud posicional UTM: no cumple las condiciones.

Por lo tanto, las exactitudes posicionales de los datos UTM obtenidas a través del levantamiento topográfico con estación total no son similares que el modelo digital Google Earth. Teniendo en cuenta que al 95% de confiabilidad estos datos arrojan un error de 14.5788 m.

CONCLUSIONES

Del trabajo de investigación realizado se llega a las siguientes conclusiones:

1. El cálculo de los volúmenes de explanación obtenidos a través del diseño geométrico de la carretera utilizando el levantamiento topográfico con estación total y el modelo digital *Google Earth* arrojan resultados diferentes estadísticamente. Teniendo en cuenta que al 95% de confiabilidad estos datos arrojan un error de 184.467 para el volumen de corte y 414.22 para el volumen de relleno. Cabe precisar que este resultado obtenido es de aplicación de carácter único para el proyecto en mención a razón de que fueron evaluados bajo las siguientes condiciones: trocha carrozable < 200 Veh/día, velocidad de diseño 30 km/h, carretera de tercera clase, tipo de suelo - arena arcillosa de baja plasticidad con grava, longitud de tramo 1 + 500 km y/o otras características propias del área de estudio.
2. El modelo digital *Google Earth*, permite optimizar mayor tiempo en el diseño geométrico de la carretera, en referencia al levantamiento topográfico con estación total. Sin embargo, no cumple la condición de exactitud posicional.
3. El modelo digital *Google Earth*, permite optimizar los costos en la elaboración del diseño Geométrico de la carretera, en referencia al levantamiento topográfico con estación total. Sin embargo, no cumple la condición de exactitud posicional.
4. Las exactitudes posicionales de los datos UTM obtenidas a través del levantamiento topográfico con estación total no son similares que el modelo digital *Google Earth*. Teniendo en cuenta que al 95% de confiabilidad estos datos arrojan un error de 14.5788 m.

RECOMENDACIONES

De acuerdo a la obtención de los resultados de la presente investigación hago las siguientes recomendaciones:

1. Debido a que los datos arrojados a través del modelo digital *Google Earth* difiere en un margen de error mayor a lo establecido en las especificaciones técnicas de la IGN, este modelo no se puede aplicar para la determinación de diseños definitivos de carretera a razón de que diferirá gran cantidad de volúmenes de explanación. Por otro lado, esto ocurre a razón de que las fotogrametrías aplicadas para nuestra zona de estudio no cuentan con una alta calidad de imágenes a diferencia de otros y asimismo la altura de captura de imagen fue realizada de un 3.71 km.
2. La optimización del tiempo empleado con la metodología *Google Earth* es definitivamente conveniente, sin embargo, no se nos debe olvidar su grado de exactitud posicional, que de acuerdo al presente estudio no cumple las condiciones para su aplicación.
3. La versatilidad de la metodología *Google Earth* respecto al costo en los estudios de determinación de topografía son efectivamente convenientes, sin embargo, no se nos debe olvidar su grado de exactitud posicional, que de acuerdo al presente estudio no cumple las condiciones para su aplicación.
4. La exactitud posicional de los datos UTM son fundamentales, por lo que teniendo en cuenta que la metodología *Google Earth* no cuenta con un parámetro de ubicación de la posición tampoco es posible realizar un proceso de corrección de errores, haciendo así nada conveniente su aplicación en la determinación de la topografía de los terrenos para carreteras a razón de que en esta se determinarían los volúmenes de explanación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

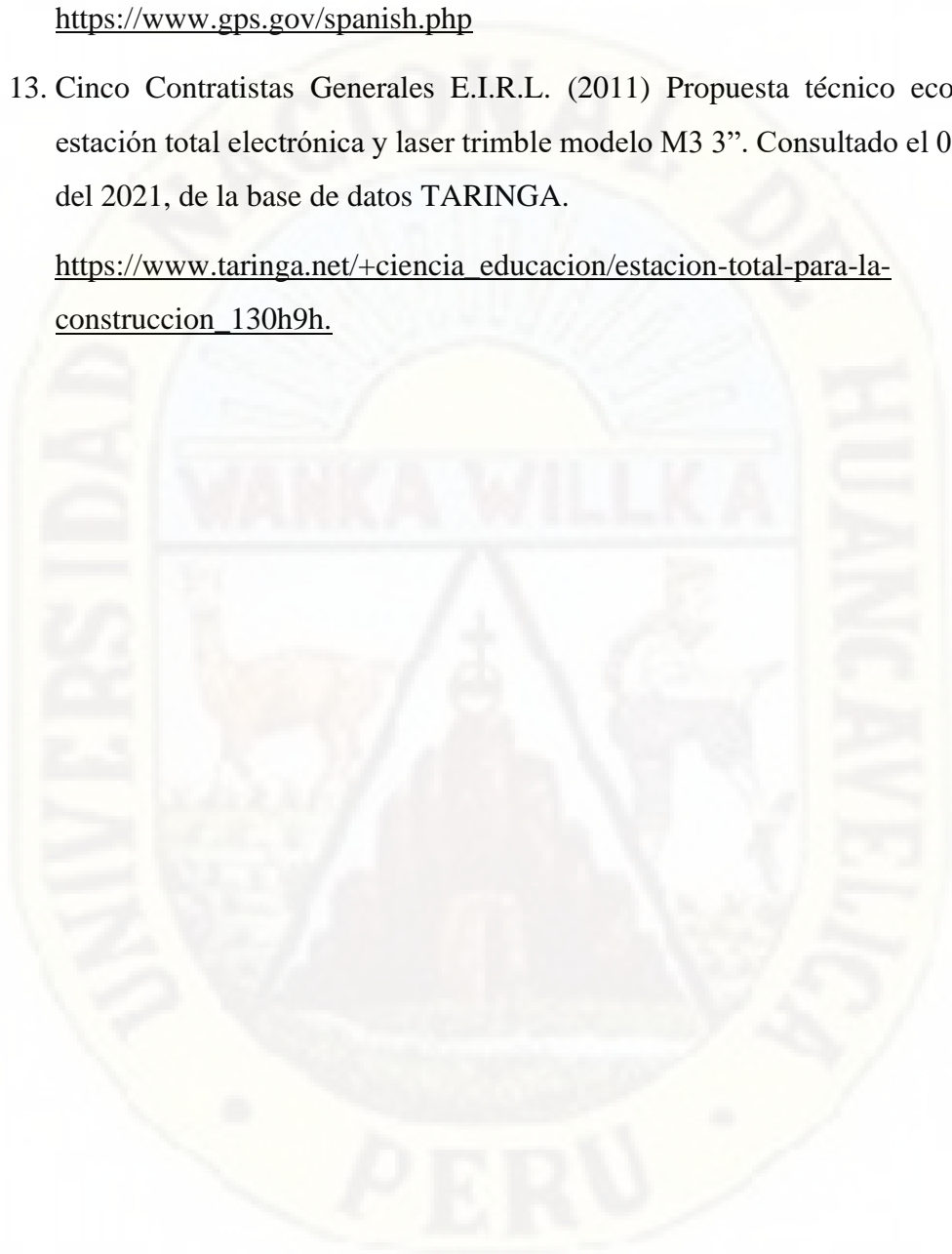
1. Paul R. Wolf y Russell C. Brinker (2006). Topografía (9° ed.). México: ALFAOMEGA grupo editor, S.A. de C.V.
2. Arnalich y Urruela, (2012). GPS y Google Earth en cooperación. (1° ed.). Water and hábitat.
3. Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2018). Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG – 2018.
4. Instituto Panamericano de Geografía e Historia (2019). Guía para la evaluación de la exactitud posicional de datos espaciales (pub.557). Francisco Javier Ariza López.
5. Ramírez, A (2005). Metodología de la investigación científica. Pontificia Universidad Javeriana.
6. Netcore technologies (s.f.). Manual pasos rápidos estación total. Edificio Topacio Azul.
7. Turkowsky, R (2013). Estudio hidrológico e hidrogeológico a nivel de factibilidad del proyecto escopeta. Water Production SAC.
8. Behar, D (2008). Metodología de la investigación. Editorial shalom 2008. A. Ruberira.
9. Pacheco, M. (s.f.). La topografía como ciencia. Consultado el 16 de Junio del 2019 de la base de datos MONOGRAFIAS.
<https://www.monografias.com/trabajos108/topografia-como-ciencia/topografia-como-ciencia.shtml>
10. Orosco, J. (2019, 16 de Mayo). Curvas de nivel usando google earth. Consultado el 19 de Junio del 2019, de la base de datos TOOLENGY.
<https://www.toolengy.com/publicaciones/como-se-hace/curvas-nivel-google-earth>
11. Oliveras, J. (2014, 03 de Febrero). Cómo obtener el perfil del terreno con Google Earth. Consultado el 19 de Junio del 2019, de la base de datos HidrojING.
<http://www.hidrojing.com/como-obtener-el-perfil-del-terreno-con-google-earth/>

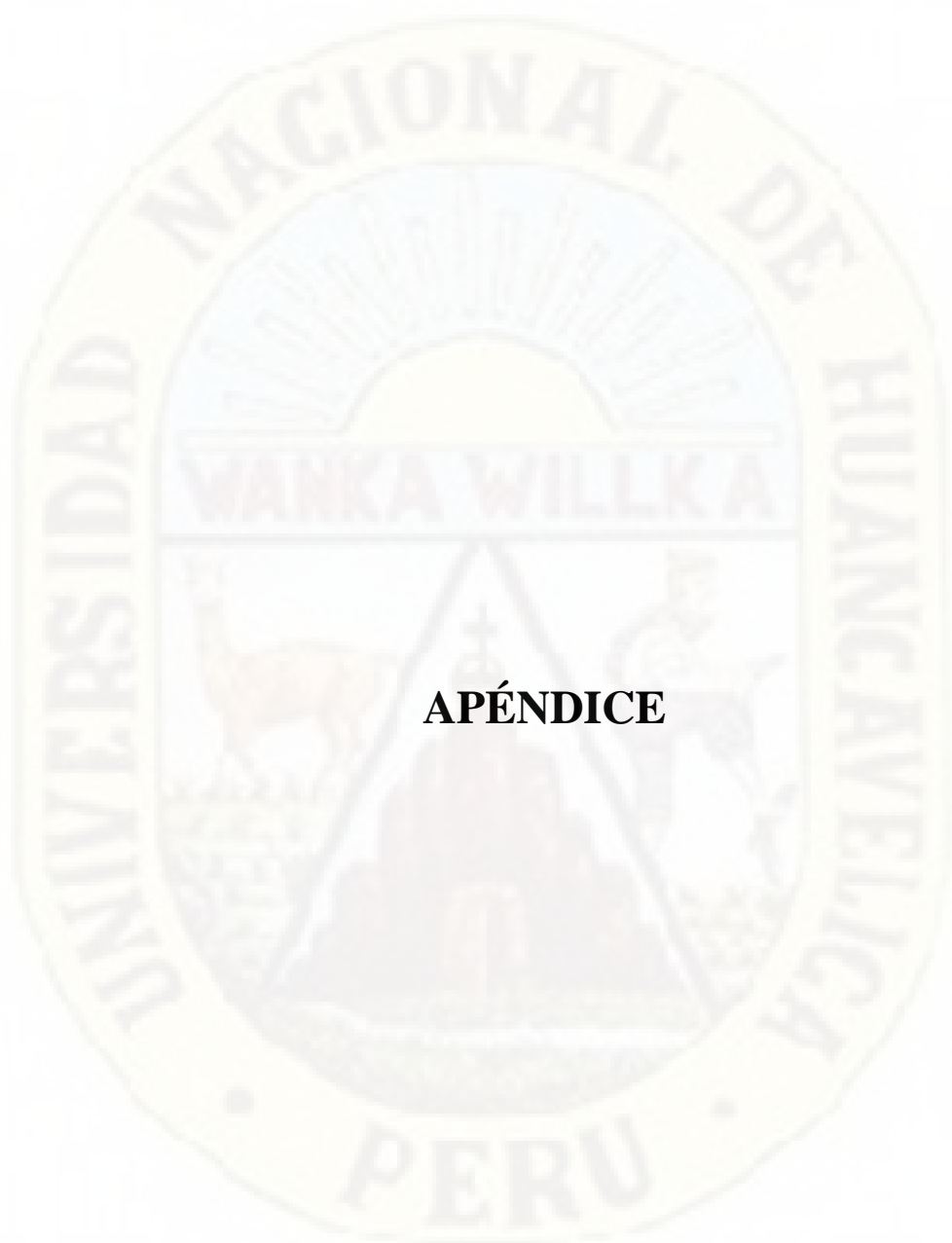
12. Gobierno de los Estados Unidos (s.f.) Sistema de Posicionamiento Global. Consultado el 01 de Abril del 2021, de la base de datos GPS.GOV.

<https://www.gps.gov/spanish.php>

13. Cinco Contratistas Generales E.I.R.L. (2011) Propuesta técnico económica – estación total electrónica y laser trimble modelo M3 3”. Consultado el 01 de Abril del 2021, de la base de datos TARINGA.

https://www.taringa.net/+ciencia_educacion/estacion-total-para-la-construccion_130h9h.





APÉNDICE

MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	METODOLOGÍA
La obtención de resultados a través del estudio comparativo del diseño geométrico de la carretera Piscopampa - Latapuquio, utilizando el levantamiento topográfico con estación total y el modelo digital Google Earth, son estadísticamente similares en la Provincia de Angaraes – Huancavelica - 2021.	¿Cuáles serán las diferencias a través del estudio comparativo del diseño geométrico de la carretera Piscopampa - Latapuquio, con el levantamiento topográfico con estación total y el modelo digital <i>Google Earth</i> , en la Provincia de Angaraes - Huancavelica - 2021?	La obtención de resultados a través del estudio comparativo del diseño geométrico de la carretera Piscopampa - Latapuquio, utilizando el levantamiento topográfico con estación total y el modelo digital Google Earth, son estadísticamente similares en la Provincia de Angaraes – Huancavelica - 2021.	<p>Variable 1:</p> <p>Levantamiento topográfico con estación total y el modelo digital <i>Google Earth</i>.</p> <p>Variable 2:</p> <p>Diseño geométrico de la carretera Piscopampa - Latapuquio de la Provincia de Angaraes – Huancavelica.</p>	<p>- Georreferenciación (GPS)</p> <p>- Estación Total</p> <p>- Kids de prisma</p> <p>- Software Google Earth</p> <p>- Software Google Mapper</p>	<p>TIPO DE INVESTIGACIÓN:</p> <p>Básica.</p> <p>NIVEL DE INVESTIGACIÓN:</p> <p>Descriptivo comparativo</p> <p>MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN:</p> <p>Inductivo – análisis en el nivel descriptivo explicativo, de las variables.</p> <p>DISEÑO DE INVESTIGACIÓN:</p> <p>Descriptivo no experimental.</p>
<p>P. ESPECÍFICOS</p> <p>a) ¿Qué diferencia de volumen de explanación existe en el diseño geométrico de la carretera Piscopampa - Latapuquio, con el levantamiento topográfico con estación total y el modelo digital Google Earth, en la Provincia de Angaraes – Huancavelica - 2021?</p> <p>b) ¿Cuál de los dos métodos de levantamiento topográfico</p>	<p>O. ESPECÍFICOS</p> <p>a) Analizar y calcular el volumen de explanación del diseño geométrico de la carretera Piscopampa - Latapuquio, con el levantamiento topográfico con estación total y el modelo digital Google Earth, en la Provincia de Angaraes - Huancavelica - 2021.</p> <p>b) Determinar el tiempo empleado para el diseño geométrico de la</p>	<p>H. ESPECÍFICOS</p> <p>a) El diseño geométrico de la carretera Piscopampa - Latapuquio con el modelo digital Google Earth arroja volumen de explanación similar al método de levantamiento topográfico con estación total en la Provincia de Angaraes - Huancavelica - 2021.</p> <p>b) El modelo digital Google Earth, permite optimizar mayor tiempo</p>			

<p>permitirá optimizar el tiempo empleado para el diseño geométrico de la carretera Piscopampa - Latapuquio de la Provincia de Angaraes - Huancavelica - 2021?</p>	<p>carretera Piscopampa - Latapuquio, utilizando el levantamiento topográfico con estación total y el modelo digital Google Earth, en la Provincia de Angaraes - Huancavelica - 2021.</p>	<p>en el diseño geométrico de la carretera Piscopampa - Latapuquio, en referencia al levantamiento topográfico con estación total en la Provincia de Angaraes - Huancavelica - 2021.</p>			
<p>c) ¿Cuál de los métodos de levantamiento topográfico permitirá optimizar los costos de elaboración del diseño geométrico de la carretera Piscopampa - Latapuquio de la Provincia de Angaraes - Huancavelica - 2021?</p>	<p>c) Determinar el costo de elaboración del diseño geométrico de la carretera Piscopampa - Latapuquio, utilizando el levantamiento topográfico con estación total y el modelo digital Google Earth, en la Provincia de Angaraes - Huancavelica - 2021.</p>	<p>c) El modelo digital Google Earth, permite optimizar los costos de elaboración del diseño Geométrico de la carretera Piscopampa - Latapuquio, en referencia al levantamiento topográfico con estación total en la Provincia de Angaraes - Huancavelica - 2021.</p>			
<p>d) ¿Cuál será la exactitud posicional de los datos UTM obtenidos a través de los dos métodos de levantamiento topográfico de la carretera Piscopampa - Latapuquio de la Provincia de Angaraes - Huancavelica - 2021?</p>	<p>d) Evaluar la exactitud posicional de los datos UTM obtenidos a través de los dos métodos de levantamiento topográfico de la carretera Piscopampa - Latapuquio de la Provincia de Angaraes - Huancavelica - 2021.</p>	<p>d) La exactitud posicional de los datos UTM obtenidos a través del levantamiento topográfico con estación total son similares que el modelo digital Google Earth en la Provincia de Angaraes - Huancavelica - 2021.</p>			

PRESUPUESTO

ITEM	DESCRIPCION	UND. DE MEDIDA	CANT.	COSTO UNITARIO	COSTOS PARCIAL
BIENES					S/. 254.00
MATERIALES					
01	Material didáctico	UND	2.00	50.00	S/. 100.00
02	Lapiceros y/o otros	GLB	1.00	20.00	S/. 20.00
03	Libreta de campo	UND	2.00	10.00	S/. 20.00
04	Papeles Bond 75 gr	MILLAR	1.00	28.00	S/. 28.00
05	Tablero acrílico de campo	UND	3.00	8.00	S/. 24.00
INSTRUMENTOS					
06	Flexómetro de 5 mts	UND	1.00	12.00	S/. 12.00
07	Memoria externa USB de 16 GB	UND	1.00	20.00	S/. 20.00
08	Wincha de 50 mts	UND	1.00	30.00	S/. 30.00
SERVICIOS					S/. 2,715.00
09	Monumentacion de BMs	GLB	1.00	105.00	S/. 105.00
10	Excavación de calicatas (1y2)	UND	2.00	70.00	S/. 140.00
11	Elaboración del estudio de mecánica de suelos	UND	2.00	185.00	S/. 370.00
12	Elaboración del estudio de mecánica de suelos	UND	1.00	1,120.00	S/. 1,120.00
13	Alquiler de estacion Total	UND	1.00	110.00	S/. 110.00
14	Levantamiento Topografico	GLB	1.00	390.00	S/. 390.00
15	Servicio de internet	GLB	1.00	100.00	S/. 100.00
16	Pasajes y viáticos	GLB	1.00	200.00	S/. 200.00
17	Copias e impresiones	GLB	1.00	120.00	S/. 120.00
18	Impresión final de trabajo	GLB	1.00	60.00	S/. 60.00
COSTO TOTAL					S/. 2,969.00

ENSAYOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS

Tesis: "ESTUDIO COMPARATIVO DEL DISEÑO GEOMÉTRICO DE UNA CARRETERA CON LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO (ESTACION TOTAL Y MODELO DIGITAL GOOGLE EARTH), EN LA PROVINCIA DE ANGAES - HUANCVELICA"

Solicitado por los Testistas: BACH. MARIBEL ORE HUAMAN ; BACH. WILMER QUICHCA SOTACURO

Ubicación de Proyecto: ANGAES - HUANCVELICA

Lugar: UTM. (530768.990m , 8562946.433m) PROG. 00+340.00km

Fecha de Ensayo: sábado, 15 de Febrero de 2020

Fecha de Entrega: martes, 3 de Marzo de 2020

Código de Muestra: CALICATA N°01

Sondaje / Calicata: C-1

N° de Muestra: M-1

Progresiva: PROG. 00+340.00km

Profundidad: 0.20 - 1.50m

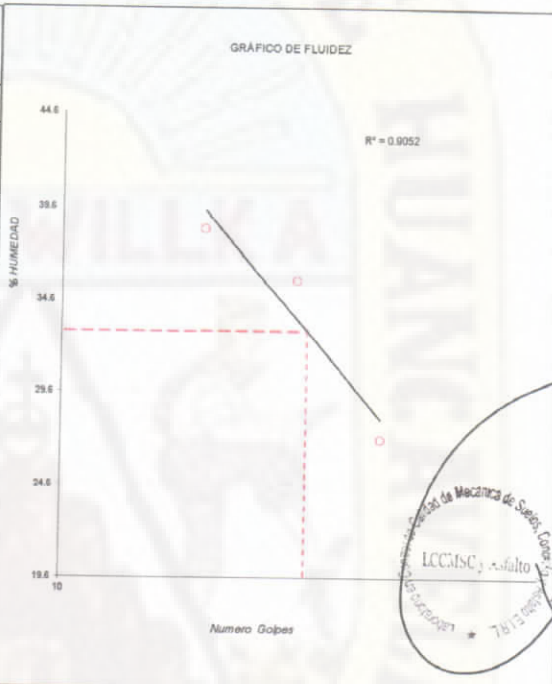
Norte: 8562946.433m

Este: 530768.990m

Cota: —

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D2216	
MÉTODO DE SECADO	Horno a 110 ± 5°C
MÉTODO DE REPORTE	"B"
MATERIALES EXCLUIDOS	Ninguno
TARA N°	6
PESO DE LA TARA	125
TARA + (m) HUMEDA	387.15
TARA + (m) SECO	362.25
CONTENIDO DE HUMEDAD	10.50

LÍMITE PLÁSTICO - ASTM D 4318-84		
ENSAYO N°	1	2
N° DE RECIPIENTE	40	11
PESO DE RECIPIENTE	11.25	11.17
PESO RECIPIENTE + SUELO HUMEDO	25.16	27.13
PESO RECIPIENTE + SUELO SECO	22.67	24.39
CANTIDAD MÍNIMA REQUERIDA 6g	¡Cumple!	¡Cumple!
RESULTADOS	21.80	20.70



DETALLES EN LABORATORIO		LÍMITE LÍQUIDO - ASTM D 4318-84			
PROCEDIMIENTO DE OBTENCIÓN DE MUESTRA	"Secado al horno a 110 ± 5°C"	DESCRIPCIÓN	1	2	3
PROCEDIMIENTO DE TAMIZADO	Tamizado compuesto	Nro. de Recipiente	3	29	35
TAMIZ SEPARADOR	N°4	Peso de Recipiente	11.17	11.03	10.65
MÉTODO DE REPORTE DE RESULTADOS	"B"	Peso Recipiente + Suelo Humedo	27.61	28.37	28.12
MÉTODO DE SECADO	Horno	Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	24.11	23.81	23.27
MÉTODO DE PREPARACIÓN	Ambiente	N° De Golpes	33	24	17
MÉTODO DE EXTRACCIÓN	Manual	RESULTADOS	27.05	35.68	38.43

LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318	
LÍMITE LÍQUIDO	32.82
LÍMITE PLÁSTICO	21.25
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	11.57
ÍNDICE DE CONSISTENCIA (Ic)	2.84
ÍNDICE DE LIQUEZ (IL)	-1.84
MÉTODO DE ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO	Multipunto

Arrelio Nahui Salvatierra
PROFESIONAL RESPONSABLE
CIP. 113303

JOSE CHAVEZ, TATY LOPEZ
INGENIERO CIVIL
CIP. 1

Registrado en
indecopi
Resolución N° 16130-2013/OSD



ENSAYOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS

Tesis : "ESTUDIO COMPARATIVO DEL DISEÑO GEOMÉTRICO DE UNA CARRETERA CON LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO (ESTACION TOTAL Y MODELO DIGITAL GOOGLE EARTH), EN LA PROVINCIA DE ANGARAES - HUANCABUELA"

Solicitado por los Tesistas : BACH. MARIBEL ORE HUAMAN ; BACH. WILMER QUICHCA SOTACURO

Ubicación del Proyecto : ANGARAES - HUANCAMELICA

Lugar : UTM. (530768.990m , 8562946.433m) PROG. 00+340.00km

Fecha de Ensayo: sábado, 15 de Febrero de 2020

Fecha de Entrega: martes, 3 de Marzo de 2020

Código de Muestra : CALICATA N°01

Sondaje / Calicata : C-1

N° de Muestra : M-1

Progresiva : PROG. 00+340.00km.

Profundidad: 0.20 - 1.50m

Norte: 8562946.433m

Este: 530768.990m

Cota —

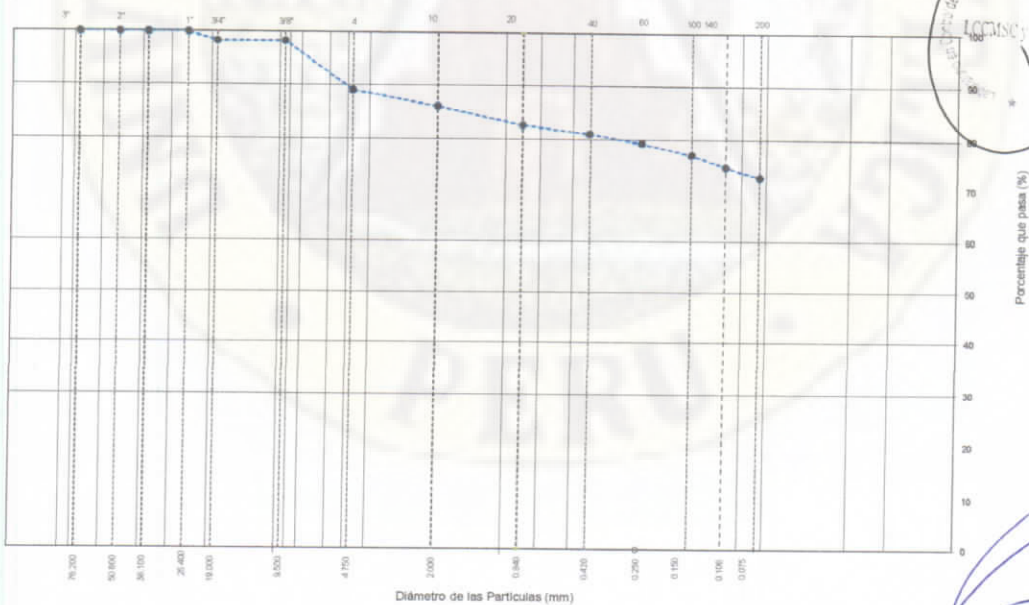
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
ASTM D6913

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PORCENTAJE PARCIAL	% ACUMULADO RETENIDO	% ACUMULADO PASA	ESPECIFIC. GRAD %"
3"	76.200	0.00	0.00	100.00	
2"	50.800	0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	100.00	
1"	25.400	0.00	0.00	100.00	
3/4"	19.000	1.69	1.69	98.31	
3/8"	9.500	0.00	1.69	98.31	
Nº 4	4.750	9.27	10.96	89.04	
Nº 10	2.000	2.91	13.87	86.13	
Nº 20	0.840	3.37	17.24	82.76	
Nº 40	0.425	1.63	18.87	81.13	
Nº 60	0.250	1.75	20.62	79.38	
Nº 100	0.150	2.33	22.94	77.06	
Nº 140	0.106	2.33	25.27	74.73	
Nº 200	0.075	2.09	27.37	72.63	

CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D2216

CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	10.50
MÉTODO DE SECADO	Horno a 110 \pm 5°C
MATERIALES EXCLUIDOS	Ninguno
TAMIZ SEPARADOR	Nº4
DESCRIPCION E IDENTIFICACION DEL SUELO - LABORATORIO	
CLASIFICACIÓN VISUAL - MANUAL	CL - arcillas inorgánicas con mínima presencia de gravas - considerable presencia de arenas de color marrón claro
NOTAS SOBRE LA MUESTRA	Muestra ensayada en laboratorio de LCCM5C3YA
LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318	
LÍMITE LÍQUIDO	32.62
LÍMITE PLÁSTICO	21.25
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	11.57
ÍNDICE DE CONSISTENCIA (Ic)	1.93
ÍNDICE DE LIQUEZ (IL)	-0.93
MÉTODO DE ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO	Multipunto

	Gravas		Arenas			Finos Limos y arcillas
	Gruesa	Fina	Gruesa	Media	Fina	



COMPOSICIÓN FÍSICA DEL SUELO EN FUNCIÓN AL TAMAÑO DE PARTÍCULAS

CONTENIDO DE GRAVA PRESENTE EN EL SUELO %	1.00
CONTENIDO DE ARENA PRESENTE EN EL SUELO %	25.00
CONTENIDO DE FINOS PRESENTES EN EL SUELO %	72.63

CLASIFICACIÓN DEL SUELO

CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D2487)	CL
CLASIFICACIÓN AASHTO (ASTM D3282)	A-4 (8)
NOMBRE DEL GRUPO	Arilla de baja plasticidad con arena

P.J. José Olaya N° 574 los Ángeles - Rimac - Lima
Av. 13 de Octubre N° 572 - Pueblo Nuevo - Chíncha.
Jr. Huallaga N° 112 - Chilca - Huancayo.
Jr. Virrey Toledo N° 398 - Huancavelica.

RUC: 20568484526
Telf. 941876655 - (067) 480649
laboratoriosuelosconcreto@hotmail.com



CERTIFICACIÓN N° 00375-2020/LCCMSCyA.

LABORATORIO EN CONTROL DE CALIDAD DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO E.I.R.L.			
TESIS:	"ESTUDIO COMPARATIVO DEL DISEÑO GEOMÉTRICO DE UNA CARRETERA CON LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO (ESTACION TOTAL Y MODELO DIGITAL GOOGLE EARTH), EN LA PROVINCIA DE ANGARAES - HUANCVELICA"		FECHA DE ENSAYO: 15 DE FEBRERO DEL 2020
LUGAR:	UTM. (530768.990m , 8562946.433m) PROG. 00+340.00km		FECHA DE ENTREGA: 03 DE MARZO DEL 2020
SOLICITADO POR LOS TESISTAS:	BACH. MARIBEL ORE HUAMAN ; BACH. WILMER QUICHCA SOTACURO		METODO: "C"
			CALICATA: 1

PROCTOR MODIFICADO

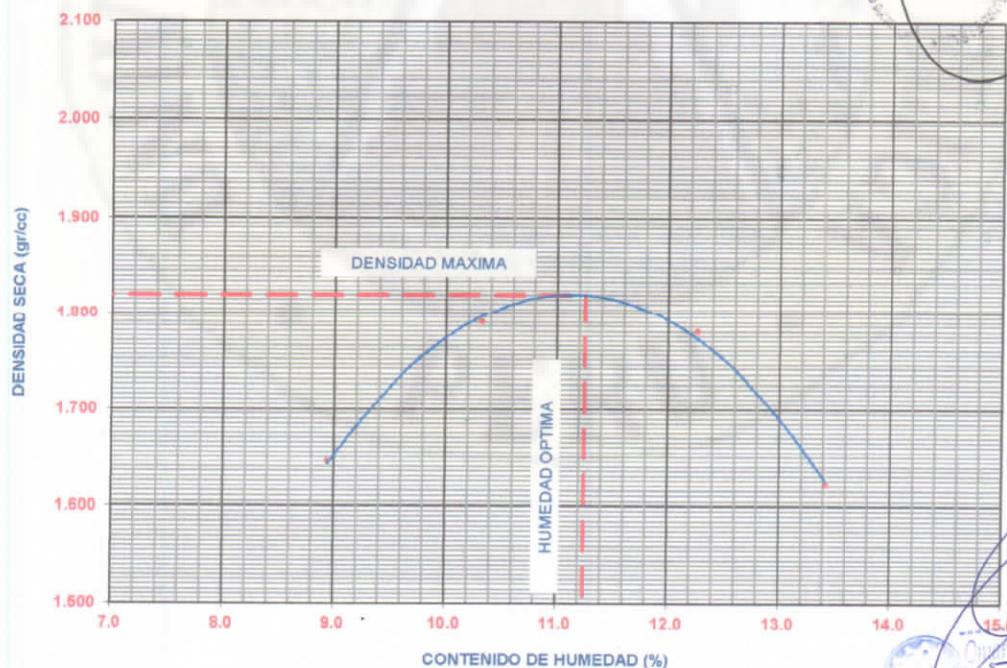
METODO ASTM D 1557

METODO DE COMPACTACION : PROCTOR MODIFICADO

FECHA DE ENSAYO: 15 DE FEBRERO DEL 2020

VOLUMEN DEL MOLDE (cm3)	2126	PESO DEL MOLDE (gr):		6441	MOLDE Nro.		1									
NUMERO DE ENSAYOS	1		2		3		4									
PESO SUELO + MOLDE	10252		10640		10690		10350									
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO	3811		4199		4249		3909									
PESO VOLUMETRICO HUMEDO	1.792		1.975		1.998		1.839									
CONTENIDO DE HUMEDAD																
RECIPIENTE Nro.	2		4		5		12		7		2		2		9	
PESO SUELO HUMEDO + TARA	110.00		120.00		150.00		160.00		120.00		110.00		130.00		100.00	
PESO SUELOS SECO + TARA	103.12		112.45		138.36		147.44		110.22		100.62		117.24		91.55	
PESO DE LA TARA	26.73		27.40		26.54		24.74		27.53		26.73		26.73		25.26	
PESO DE AGUA	6.88		7.55		11.64		12.56		9.78		9.38		12.76		8.45	
PESO DE SUELO SECO	76.39		85.05		111.82		122.70		82.69		73.89		90.51		66.27	
CONTENIDO DE AGUA	9.01		8.88		10.41		10.24		11.83		12.69		14.10		12.75	
% PROMEDIO DE AGUA	8.94		10.32		12.26		13.42									
PESO VOLUMETRICO SECO	1.645		1.790		1.780		1.621									
DENSIDAD MAXIMA SECA	1.820		gr/cc.		HUMEDAD OPTIMA		11.25									

GRAFICO DEL PROCTOR



Auxilio Nahui Salvatierra
PROFESIONAL RESPONSABLE
CIP. 113503

INGENIERO CIVIL
CIP N° 181691

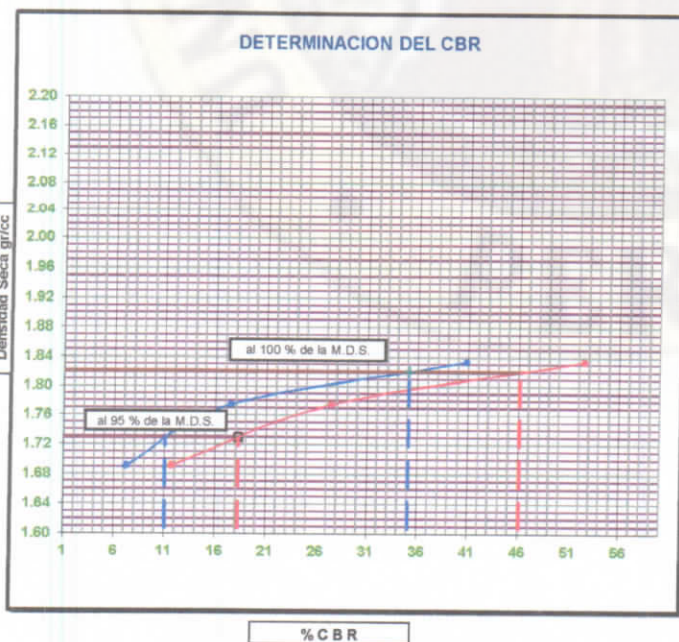
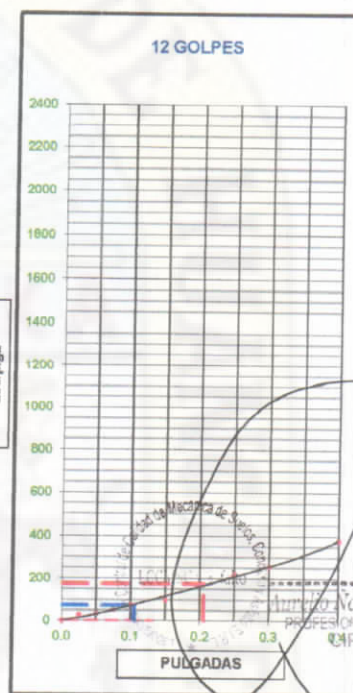
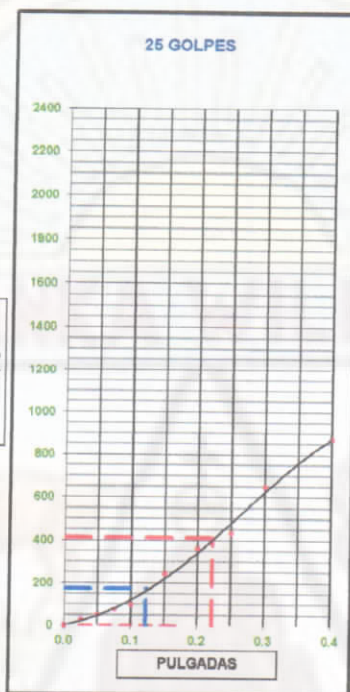
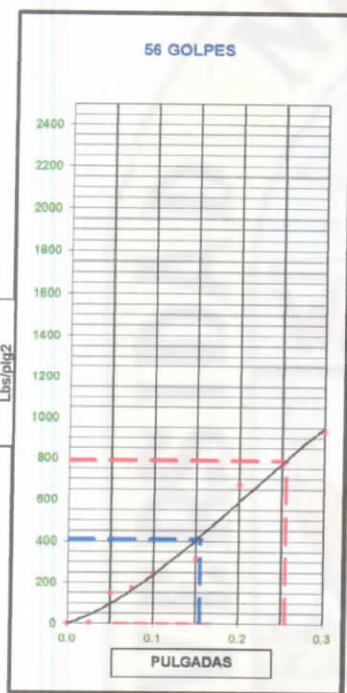
Registrado en
indecopi
Resolución N° 16130-2013/OSD



CERTIFICACIÓN N° 00375-2020/LCCMSCyA.

LABORATORIO EN CONTROL DE CALIDAD DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO E.I.R.L.	
<p>*ESTUDIO COMPARATIVO DEL DISEÑO GEOMÉTRICO DE UNA CARRETERA CON LEVANTAMIENTO TESIS: TOPOGRÁFICO (ESTACION TOTAL Y MODELO DIGITAL GOOGLE EARTH), EN LA PROVINCIA DE ANGARAES - HUANCAMELICA*</p>	<p>FECHA DE ENSAYO: 15 DE FEBRERO DEL 2020</p> <p>FECHA DE ENTREGA: 03 DE MARZO DEL 2020</p>
SOLICITADO POR LOS TESISISTAS: BACH. MARIBEL ORE HUAMAN ; BACH. WILMER QUICHCA SOTACURO	CALICATA: 1
UBICACIÓN: ANGARAES - HUANCAMELICA	MUESTRA: M-1
FECHA DE ENSAYO: 15 DE FEBRERO DEL 2020	PROFUND.: 1.50m
LUGAR: UTM. (530768.990m , 8562946.433m) PROG. 00+340.00km	

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



VALORES DEL CBR		
CBR AL 100%	0.1"	= 35.12 %
CBR AL 95%	0.1"	= 11.05 %
CBR AL 100%	0.2"	= 46.11 %
CBR AL 95%	0.2"	= 18.25 %

LEYENDA	
—	= 0.2" pulg.
—	= 0.1" pulg.
---	= Corrección

DATOS DEL PROCTOR	
DENSIDAD SECA al 100%	= 1.82 gr/cc.
DENSIDAD SECA al 95%	= 1.73 gr/cc.
OPTIMO DE HUMEDAD	= 11.3 %

EXPANSION	
% DE EXPANSION	= 3.55 %

[Signature]
INGENIERO CIVIL
C.R.N° 101001



ENSAYOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS

Tesis: "ESTUDIO COMPARATIVO DEL DISEÑO GEOMÉTRICO DE UNA CARRETERA CON LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO (ESTACION TOTAL Y MODELO DIGITAL GOOGLE EARTH), EN LA PROVINCIA DE ANGAES - HUANCVELICA"

Solicitado por los Testistas: BACH. MARIBEL ORE HUAMAN ; BACH. WILMER QUICHCA SOTACURO

Ubicación de Proyecto: ANGAES - HUANCVELICA

Lugar: UTM. (530972.892m , 8563763.609m) PROG. 01+220.00km

Fecha de Ensayo: sábado, 22 de Febrero de 2020

Fecha de Entrega: martes, 3 de Marzo de 2020

Código de Muestra: CALICATA N°02

Sondaje / Calicata: C-2

N° de Muestra: M-1

Progresiva: PROG. 01+220.00km

Profundidad: 0.20 - 1.50m

Norte: 8563763.609m

Este: 530972.892m

Cota: —

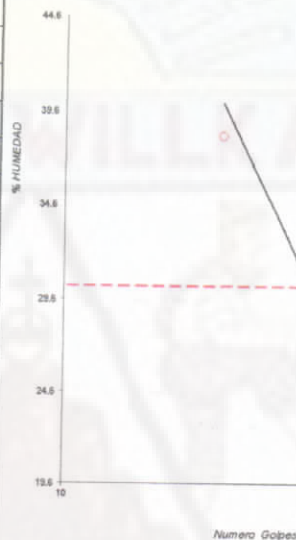
CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D2216

MÉTODO DE SECADO	Horno a 110 ± 5°C
MÉTODO DE REPORTE	"B"
MATERIALES EXCLUIDOS	Ninguno
TARA N°	6
PESO DE LA TARA	125
TARA + (m) HUMEDA	1226.4
TARA + (m) SECO	1150
CONTENIDO DE HUMEDAD	7.45

LÍMITE PLÁSTICO - ASTM D 4318-84

ENSAYO N°	1	2
N° DE RECIPIENTE	49	11
PESO DE RECIPIENTE	11.25	11.17
PESO RECIPIENTE + SUELO HUMEDO	25.16	27.13
PESO RECIPIENTE + SUELO SECO	22.67	24.39
CANTIDAD MÍNIMA REQUERIDA 6g	(Cumple)	(Cumple)
RESULTADOS	19.10	18.31

GRÁFICO DE FLUIDEZ



DETALLES EN LABORATORIO

PROCEDIMIENTO DE OBTENCIÓN DE MUESTRA	"Secada al horno a 110 ± 5°C"
PROCEDIMIENTO DE TAMIZADO	Tamizado compuesto
TAMIZ SEPARADOR	N°4
MÉTODO DE REPORTE DE RESULTADOS	"B"
MÉTODO DE SECADO	Horno
MÉTODO DE PREPARACION	Ambiente
MÉTODO DE EXTRACCIÓN	Manual

LÍMITE LÍQUIDO - ASTM D 4318-84

DESCRIPCIÓN	1	2	3
Nro. de Recipiente	10	5	8
Peso de Recipiente	50	54	52
Peso Recipiente + Suelo Humedo	115.00	120.00	117.00
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	104.00	103.00	99.00
N° De Golpes	31	26	18
RESULTADOS	20.37	34.69	38.30

LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318

LÍMITE LÍQUIDO	30.32
LÍMITE PLÁSTICO	18.70
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	11.62
ÍNDICE DE CONSISTENCIA (Ic)	2.61
ÍNDICE DE LIQUIDEZ (IL)	-1.61
MÉTODO DE ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO	Multipunto

Registrado en
Indecopi Resolución N° 16130-2013/OSD



[Firma]
Omar Chacabaz TAYE LOPEZ
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 181631

ENSAYOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS

Tesis : "ESTUDIO COMPARATIVO DEL DISEÑO GEOMÉTRICO DE UNA CARRETERA CON LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO (ESTACION TOTAL Y MODELO DIGITAL GOOGLE EARTH), EN LA PROVINCIA DE ANGARAES - HUANCAMELICA"

Solicitado por los Testistas : BACH. MARIBEL ORE HUAMAN ; BACH. WILMER QUICHA SOTACURO

Ubicación del Proyecto : ANGARAES - HUANCAMELICA

Lugar : UTM (530972.892m, 8563763.609m) PROG. 01+220.00km

Fecha de Ensayo: sábado, 22 de Febrero de 2020

Fecha de Entrega: martes, 3 de Marzo de 2020

Código de Muestra : CALICATA N°02

Sondaje / Calicata : C-2

N° de Muestra : M-1

Progresiva : PROG. 01+220.00km

Profundidad: 0.20 - 1.50m

Norte: 8563763.609m

Este: 530972.892m

Cota: —

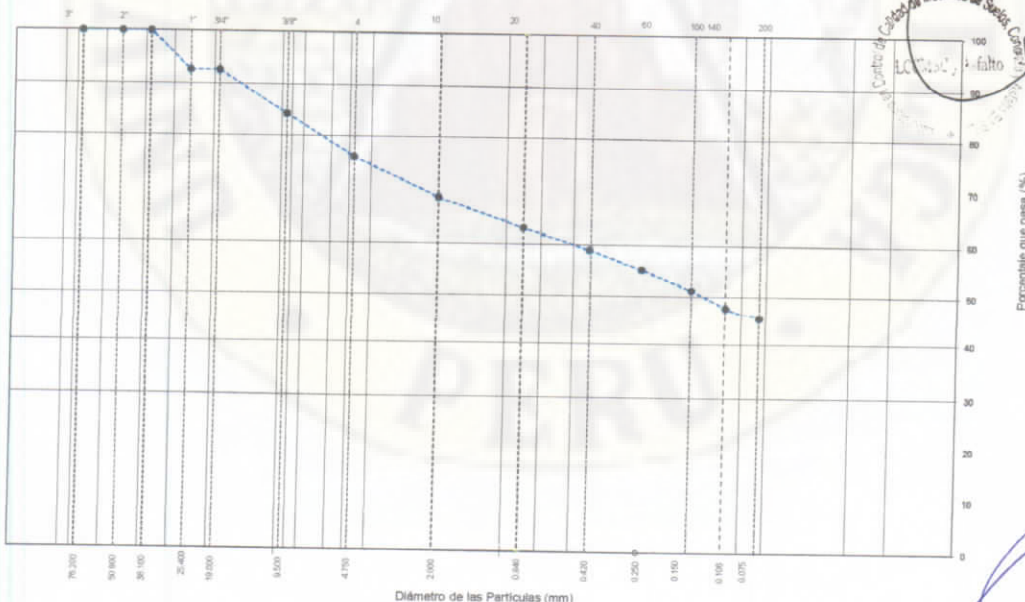
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D6913

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PORCENTAJE PARCIAL	% ACUMULADO RETENIDO	% ACUMULADO PASA	ESPECIFIC. GRAD. "A"
3"	76.200	0.00	0.00	100.00	
2"	50.800	0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	100.00	
1"	25.400	7.32	7.32	92.68	
3/4"	19.000	0.00	7.32	92.68	
3/8"	9.500	8.29	15.61	84.39	
N° 4	4.750	8.29	23.90	76.10	
N° 10	2.000	7.46	31.36	68.64	
N° 20	0.840	5.47	36.83	63.17	
N° 40	0.425	4.18	41.01	58.99	
N° 60	0.250	3.78	44.79	55.21	
N° 100	0.150	3.98	48.76	51.24	
N° 140	0.106	3.48	52.25	47.75	
N° 200	0.075	2.49	54.73	45.27	

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D2216

CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	7.45
METODO DE SECADO	Horno a 110 ±5°C
MATERIALES EXCLUIDOS	Ninguno
TAMIZ SEPARADOR	N°4
DESCRIPCION E IDENTIFICACION DEL SUELO - LABORATORIO	
CLASIFICACIÓN VISUAL - MANUAL	SC - arenas arcillosas con presencia de grava muestra de color marrón claro
NOTAS SOBRE LA MUESTRA	Muestra ensayada en laboratorio de LCCMSCyA
LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318	
LÍMITE LÍQUIDO	30.32
LÍMITE PLÁSTICO	16.70
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	11.62
ÍNDICE DE CONSISTENCIA (Ic)	1.97
ÍNDICE DE LIQUEZ (IL)	-0.97
METODO DE ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO	Multipunto

Gravas		Arenas		Finos	
Gruesa	Fina	Gruesa	Medio	Fina	Limos y arcillas



COMPOSICIÓN FÍSICA DEL SUELO EN FUNCIÓN AL TAMAÑO DE PARTÍCULAS

CONTENIDO DE GRAVA PRESENTE EN EL SUELO %	15.61
CONTENIDO DE ARENA PRESENTE EN EL SUELO %	39.12
CONTENIDO DE FINOS PRESENTES EN EL SUELO %	45.27

CLASIFICACIÓN DEL SUELO

CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D2487)	SC
CLASIFICACIÓN AASHTO (ASTM D3282)	A-6 (2)
NOMBRE DEL GRUPO	Arena arcillosa con grava

PJ. José Olaya N° 574 los Ángeles - Rímac - Lima
Av. 13 de Octubre N° 572 - Pueblo Nuevo - Chíncha.
Jr. Huallaga N° 112 - Chíncha - Huancayo.
Jr. Virrey Toledo N° 398 - Huancavelica.

RUC: 20568484526
Telf. 941876855 - (067) 480649
laboratoriosuelosconcreto@hotmail.com

Laboratorio en Control de Calidad de Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto E.I.R.L.



Registrado en
Indecopi Resolución N° 16130-2013/OSD

CERTIFICACIÓN N° 00376-2020/LCCMSCyA.

LABORATORIO EN CONTROL DE CALIDAD DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO E.I.R.L.			
TESIS:	"ESTUDIO COMPARATIVO DEL DISEÑO GEOMÉTRICO DE UNA CARRETERA CON LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO (ESTACION TOTAL Y MODELO DIGITAL GOOGLE EARTH), EN LA PROVINCIA DE ANGARAES - HUANCVELICA"	FECHA DE ENSAYO:	22 DE FEBRERO DEL 2020
LUGAR:	UTM. (530972.892m , 8563763.609m) PROG. 01+220.00km	FECHA DE ENTREGA:	03 DE MARZO DEL 2020
SOLICITADO POR LOS TESISISTAS:	BACH. MARIBEL ORE HUAMAN ; BACH. WILMER QUICHCA SOTACURO	PROF.:	1.50m
		METODO:	"C"
		CALICATA:	2

PROCTOR MODIFICADO

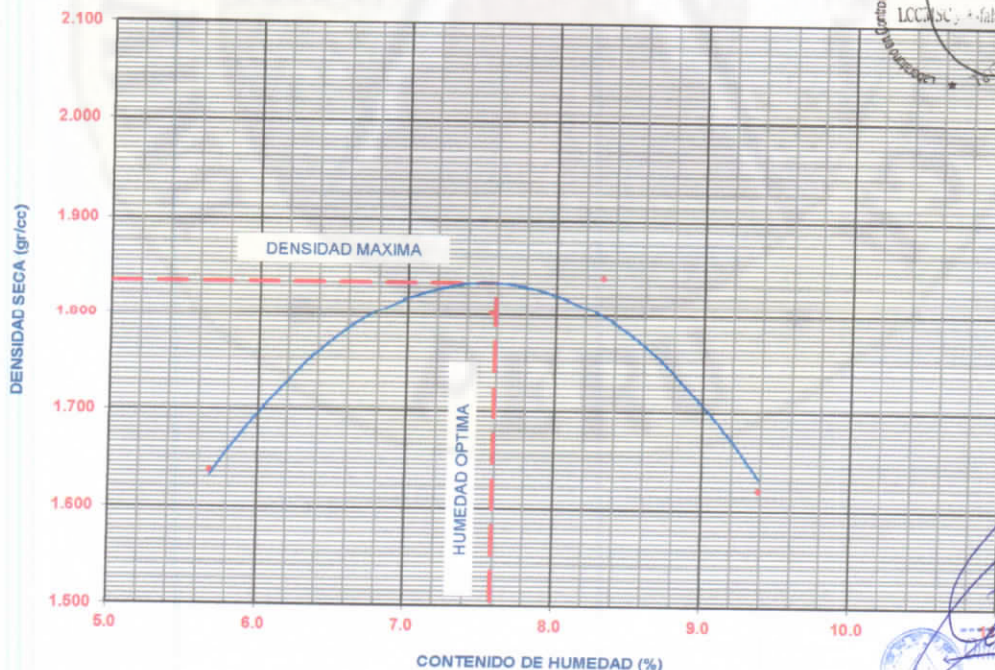
METODO ASTM D 1557

METODO DE COMPACTACION : PROCTOR MODIFICADO

FECHA DE ENSAYO: 22 DE FEBRERO DEL 2020

VOLUMEN DEL MOLDE (cm3)		2126		PESO DEL MOLDE (gr) :		6441		MOLDE Nro.		1	
NUMERO DE ENSAYOS				1		2		3		4	
PESO SUELO + MOLDE				10120		10560		10680		10210	
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO				3679		4119		4239		3769	
PESO VOLUMETRICO HUMEDO				1.730		1.937		1.994		1.773	
CONTENIDO DE HUMEDAD											
RECIPIENTE Nro.				2		4		5		12	
				7		2		2		9	
PESO SUELO HUMEDO + TARA				110.00		120.00		100.00		140.00	
PESO SUELOS SECO + TARA				105.32		115.25		95.25		131.25	
PESO DE LA TARA				26.73		27.40		26.54		24.74	
PESO DE AGUA				4.68		4.75		4.75		8.75	
PESO DE SUELO SECO				78.59		87.85		68.71		106.51	
CONTENIDO DE AGUA				5.95		5.41		6.91		8.22	
% PROMEDIO DE AGUA				5.68		7.56		8.31		9.38	
PESO VOLUMETRICO SECO				1.637		1.801		1.841		1.621	
DENSIDAD MAXIMA SECA				1.835 gr/cc.		HUMEDAD OPTIMA					

GRAFICO DEL PROCTOR



LCCMSC y Asfalto
Aurelio Nahui Salvatierra
PROFESIONAL RESPONSABLE
CIP. 113503

INGENIERO CIVIL
CIP. N° 181601

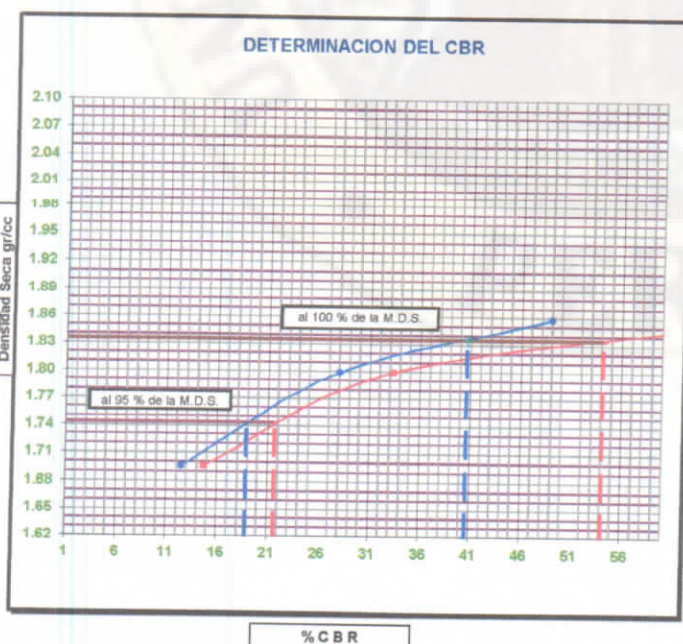
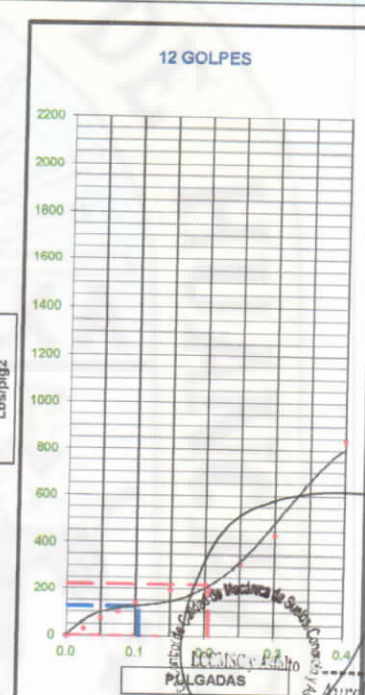
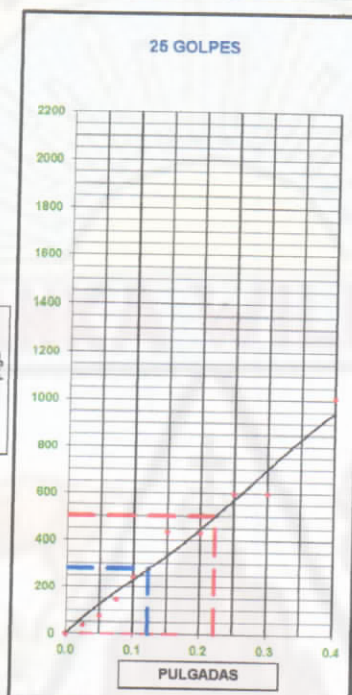
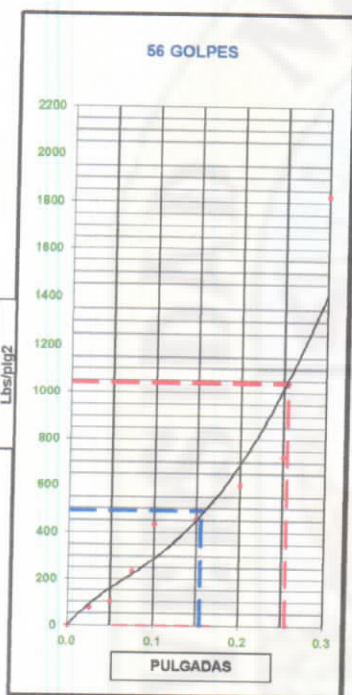
Registrado en
Indecopi
Resolución N° 16130-2013/OSD



CERTIFICACIÓN N° 00376-2020/LCCMSCyA.

LABORATORIO EN CONTROL DE CALIDAD DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO E.I.R.L.	
<p>*ESTUDIO COMPARATIVO DEL DISEÑO GEOMÉTRICO DE UNA CARRETERA CON LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO (ESTACION TOTAL Y MODELO DIGITAL GOOGLE EARTH), EN LA PROVINCIA DE ANGARAES - HUANCVELICA*</p>	
<p>FECHA DE ENSAYO: 22 DE FEBRERO DEL 2020</p>	<p>FECHA DE ENTREGA: 03 DE MARZO DEL 2020</p>
<p>SOLICITADO POR LOS TESISISTAS: BACH. MARIBEL ORE HUAMAN; BACH. WILMER QUICHCA SOTACURO</p>	<p>CALICATA: 2</p>
<p>UBICACIÓN: ANGARAES - HUANCVELICA</p>	<p>MUESTRA: M-1</p>
<p>FECHA DE ENSAYO: 22 DE FEBRERO DEL 2020</p>	<p>PROFUND.: 1.50m</p>
<p>LUGAR: UTM, (530972.892m, 8563763.609m) PROG. 01+220.00km</p>	

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



VALORES DEL CBR		
CBR AL 100%	0.1"	= 40.65 %
CBR AL 95%	0.1"	= 18.86 %
CBR AL 100%	0.2"	= 54.12 %
CBR AL 95%	0.2"	= 21.63 %

LEYENDA	
—	= 0.2" pulg.
—	= 0.1" pulg.
- - -	= Corrección

DATOS DEL PROCTOR	
DENSIDAD SECA al 100%	= 1.84 gr./cc.
DENSIDAD SECA al 95%	= 1.74 gr./cc.
ÓPTIMO DE HUMEDAD	= 7.6 %

EXPANSION	
% DE EXPANSION	= 2.52 %

INCENNERO CIVIL
CIP. N° 121691

Registrado en **Indecopi** Resolución N° 16130-2013/OSD



**DATOS UTM OBTENIDOS A TRAVES DEL LEVANTAMIENTO
TOPOGRAFICO CON ESTACION TOTAL**

PUNTO	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCION
1	8564752.7280	530548.3070	3376.6300	Bm
2	8564058.0000	530654.0000	3456.0000	Va
3	8563938.2980	530751.3420	3484.4840	Est. 1
4	8563962.4810	530766.7450	3487.0760	Carretera
5	8563955.4910	530764.1200	3486.0300	Carretera
6	8563956.6750	530758.3830	3485.7830	Carretera
7	8563523.7200	530865.0650	3535.4210	Est.2
8	8563530.5350	530869.3760	3535.5240	Va3
9	8563528.1310	530871.8110	3535.5970	Carretera
10	8563538.7780	530875.8890	3536.0620	Carretera
11	8563537.1910	530879.8700	3535.9250	Carretera
12	8563550.5040	530889.2380	3536.1910	Carretera
13	8563547.7200	530892.4220	3536.1610	Carretera
14	8563565.8110	530902.4320	3536.3290	Carretera
15	8563563.3530	530905.8310	3536.3710	Carretera
16	8563583.2820	530915.4210	3536.2830	Carretera
17	8563581.2600	530919.0380	3536.2920	Carretera
18	8563594.8370	530924.7440	3535.9530	Carretera
19	8563592.9740	530928.8880	3536.0320	Carretera
20	8563600.7260	530928.6510	3535.9100	Carretera
21	8563599.4080	530932.9270	3535.9430	Carretera
22	8563615.0530	530924.7840	3535.1940	Carretera
23	8563617.6250	530928.5190	3535.4550	Carretera
24	8563628.8410	530918.8750	3535.1670	Carretera
25	8563631.4310	530923.9990	3535.1620	Carretera
26	8563651.9740	530920.4450	3535.1940	Carretera
27	8563651.5170	530923.7890	3535.1100	Carretera
28	8563668.0310	530924.9760	3535.3960	Carretera
29	8563667.8850	530928.7650	3534.9970	Carretera
30	8563689.2930	530938.0210	3534.9730	Est.3
31	8563687.7040	530936.4280	3535.1090	Va4
32	8563689.3640	530937.9450	3534.9690	Va5
33	8563641.3020	530916.1360	3532.5140	Relleno
34	8563628.8660	530913.4310	3532.1790	Relleno
35	8563661.4670	530931.2210	3539.4660	Relleno
36	8563618.5870	530913.2740	3528.8390	Relleno
37	8563642.3590	530929.6530	3539.9330	Relleno
38	8563598.9290	530918.1350	3532.6010	Relleno
39	8563625.0970	530930.8170	3541.7820	Relleno
40	8563607.7150	530938.6550	3541.9370	Relleno
41	8563602.8390	530941.3920	3541.8780	Relleno
42	8563605.5110	530945.4080	3542.0840	Relleno
43	8563597.2550	530945.6230	3542.3770	Relleno
44	8563600.8120	530950.2470	3543.0350	Relleno
45	8563582.0950	530929.3270	3541.8220	Relleno

46	8563579.7500	530931.5200	3541.6940	Relleno
47	8563570.8280	530920.4480	3541.5820	Relleno
48	8563566.9580	530922.6300	3541.8030	Relleno
49	8563582.6540	530906.3870	3532.4790	Relleno
50	8563558.0620	530911.0350	3541.2250	Relleno
51	8563558.0760	530911.0530	3541.2280	Relleno
52	8563566.7640	530895.7160	3533.2890	Relleno
53	8563541.0800	530897.1320	3541.1670	Relleno
54	8563544.5640	530893.0670	3538.8840	Relleno
55	8563552.9030	530881.6640	3533.7770	Relleno
56	8563528.7450	530876.2080	3537.8140	Relleno
57	8563537.6980	530868.8910	3534.3220	Relleno
58	8563523.9780	530880.5330	3540.0390	Relleno
59	8563524.8300	530857.1410	3532.1340	Relleno
60	8563506.5920	530870.7850	3540.4420	Relleno
61	8563507.9340	530850.8580	3530.9260	Relleno
62	8563507.0730	530863.4320	3537.5660	Relleno
63	8563486.6180	530860.0340	3538.2810	Relleno
64	8563497.4780	530855.6210	3534.9230	Carretera
65	8563497.4930	530859.6020	3534.5990	Carretera
66	8563485.7390	530865.7750	3540.5870	Relleno
67	8563476.7530	530853.5520	3534.6310	Carretera
68	8563466.2360	530863.4040	3541.4590	Relleno
69	8563456.7480	530851.1900	3534.6970	Carretera
70	8563436.0150	530846.5520	3535.5200	Carretera
71	8563436.0150	530846.5520	3535.5210	Carretera
72	8563514.9600	530876.7860	3541.3370	Carretera
73	8563413.8300	530843.5630	3536.3880	Carretera
74	8563438.5630	530855.7420	3541.7730	Relleno
75	8563394.7530	530840.1620	3536.4710	Carretera
76	8563383.0210	530839.4660	3536.4430	Carretera
77	8563382.3330	530843.1360	3542.7500	Relleno
78	8563381.1280	530843.6610	3543.3010	Relleno
79	8563361.6860	530832.9990	3543.2560	Relleno
80	8563361.5280	530833.0990	3543.2380	Est.4
81	8563398.1790	530840.9480	3536.4410	Va
82	8563352.7510	530825.0290	3540.3280	Relleno
83	8563380.7190	530831.0030	3537.1960	Carretera
84	8563346.9880	530835.8350	3543.6470	Relleno
85	8563324.6880	530830.2490	3543.9100	Relleno
86	8563415.3640	530848.5850	3537.6370	Carretera
87	8563320.0180	530822.0580	3541.9620	Relleno
88	8563436.9770	530851.3790	3537.6130	Carretera
89	8563299.9740	530814.0900	3541.9080	Relleno
90	8563464.4090	530857.5920	3537.7810	Carretera
91	8563296.1250	530821.7260	3544.4130	Relleno
92	8563485.3670	530859.0310	3538.2990	Carretera
93	8563276.5130	530816.6860	3544.4800	Relleno
94	8563276.9900	530808.8300	3542.5570	Relleno
95	8563435.6110	530844.9810	3537.2320	Relleno

96	8563412.4490	530831.6330	3529.6080	Relleno
97	8563395.9770	530825.3500	3528.7070	Relleno
98	8563376.5620	530827.8010	3537.1540	Carretera
99	8563371.1650	530830.7090	3536.8460	Carretera
100	8563350.0600	530822.9530	3537.7720	Carretera
101	8563349.6340	530817.5670	3538.0000	Carretera
102	8563338.5800	530817.4850	3538.1690	Carretera
103	8563305.2090	530808.2360	3539.2680	Carretera
104	8563285.3970	530804.5480	3540.2610	Carretera
105	8563296.3500	530799.7480	3536.4970	Relleno
106	8563344.7250	530815.9640	3536.6060	Relleno
107	8563294.5560	530805.9680	3539.9380	Est.5
108	8563292.2880	530809.8400	3539.8360	Va
109	8563326.1460	530821.8340	3539.3840	Carretera
110	8563309.2260	530816.0420	3539.4520	Carretera
111	8563292.3650	530809.9070	3539.8780	Carretera
112	8563293.3180	530798.3110	3536.9470	Relleno
113	8563276.9290	530806.8030	3540.2640	Carretera
114	8563276.2180	530794.2130	3537.0770	Relleno
115	8563274.3540	530801.7390	3540.6280	Carretera
116	8563255.5920	530798.9750	3541.4980	Carretera
117	8563254.4890	530784.4140	3535.3870	Relleno
118	8563255.5850	530804.3270	3541.2380	Carretera
119	8563237.8350	530803.5480	3542.6490	Carretera
120	8563216.4130	530803.0610	3544.6840	Carretera
121	8563223.4610	530796.8570	3541.5050	Relleno
122	8563254.8090	530806.1970	3544.2540	Relleno
123	8563199.7280	530794.2870	3541.4800	Relleno
124	8563255.3580	530813.0600	3545.5550	Relleno
125	8563241.3520	530809.5810	3545.7470	Relleno
126	8563246.3600	530816.4070	3547.4360	Relleno
127	8563065.2800	530798.7690	3559.4240	Est.6
128	8563068.2690	530798.8540	3559.0450	Va
129	8563063.6380	530810.6810	3564.4730	Bm
130	8563079.0840	530807.8200	3558.0260	Carretera
131	8563081.9290	530804.1300	3557.9750	Carretera
132	8563089.9850	530812.6290	3556.8080	Carretera
133	8563093.0220	530809.3260	3556.6840	Carretera
134	8563108.6240	530819.9900	3554.9650	Carretera
135	8563112.4730	530815.9140	3554.9720	Carretera
136	8563128.0060	530823.6620	3554.0690	Carretera
137	8563129.7940	530819.0330	3554.3450	Carretera
138	8563145.5930	530829.4860	3553.3240	Carretera
139	8563148.5770	530823.1710	3553.2680	Carretera
140	8563154.0130	530831.9980	3552.7190	Carretera
141	8563156.2750	530825.8490	3552.5500	Carretera
142	8563160.7240	530829.7160	3552.3810	Carretera
143	8563170.0520	530814.7320	3551.4990	Carretera
144	8563173.0930	530818.2860	3550.9620	Carretera
145	8563191.5200	530808.5620	3549.3960	Carretera

146	8563192.2220	530814.3150	3549.5320	Carretera
147	8563214.4870	530807.1750	3548.5880	Carretera
148	8563212.7410	530812.1940	3548.5630	Carretera
149	8563237.3960	530808.3070	3546.9040	Carretera
150	8563237.7100	530812.6370	3546.7440	Carretera
151	8563254.5460	530809.5620	3545.9520	Carretera
152	8563198.7470	530800.8030	3546.8270	Relleno
153	8563222.8690	530813.2080	3548.9800	Relleno
154	8563182.0900	530803.2360	3549.1370	Relleno
155	8563224.0660	530820.1520	3552.3010	Relleno
156	8563165.0030	530809.2690	3548.7890	Relleno
157	8563207.6170	530814.3390	3550.2560	Relleno
158	8563205.7450	530820.6110	3552.9270	Relleno
159	8563148.0880	530801.7870	3548.3190	Relleno
160	8563182.1460	530817.1720	3552.6540	Relleno
161	8563182.1360	530827.7640	3555.7410	Relleno
162	8563142.6460	530808.9160	3551.8200	Carretera
163	8563166.7030	530827.3080	3555.7440	Relleno
164	8563127.5990	530813.9390	3553.4210	Relleno
165	8563168.3670	530836.1610	3558.3680	Relleno
166	8563110.0830	530811.8710	3554.0240	Relleno
167	8563158.0380	530833.5470	3555.3470	Relleno
168	8563159.5480	530838.7160	3556.6260	Relleno
169	8563095.7080	530805.5940	3554.5220	Relleno
170	8563144.4560	530840.7310	3558.8710	Relleno
171	8563144.4730	530832.8950	3556.7210	Relleno
172	8563078.9450	530794.8740	3554.4770	Relleno
173	8563132.8420	530828.1650	3557.7460	Relleno
174	8563128.4750	530835.5730	3560.1430	Relleno
175	8563060.5380	530792.8180	3556.4170	Relleno
176	8563113.1930	530832.7980	3560.3930	Relleno
177	8563109.0120	530822.2430	3557.1070	Relleno
178	8563064.0770	530802.7040	3559.3280	Carretera
179	8563043.7420	530803.0450	3560.4240	Carretera
180	8563094.4160	530816.7300	3558.7030	Relleno
181	8563044.2740	530798.9260	3560.4590	Relleno
182	8563090.6890	530820.2790	3561.8520	Relleno
183	8563032.0420	530795.6350	3561.1640	Carretera
184	8563075.3090	530811.4050	3562.5600	Relleno
185	8563030.5430	530799.5550	3561.2880	Carretera
186	8563076.8550	530808.1590	3560.5980	Relleno
187	8563016.0940	530785.9110	3563.0380	Carretera
188	8563063.9040	530804.7640	3560.8650	Relleno
189	8563018.5110	530782.7170	3563.2830	Carretera
190	8563047.1050	530804.7470	3562.6090	Relleno
191	8563045.4290	530809.5230	3564.0610	Relleno
192	8563030.1350	530800.9250	3562.8160	Relleno
193	8563007.5480	530768.2410	3562.0220	Relleno
194	8563028.2880	530807.5490	3564.7550	Relleno
195	8563018.2080	530777.1040	3560.7850	Relleno

196	8563019.5670	530791.2090	3565.0820	Relleno
197	8563029.1760	530788.6290	3559.3570	Relleno
198	8563013.6880	530797.5080	3568.4130	Relleno
199	8563041.4670	530792.6640	3557.2970	Relleno
200	8563002.6600	530788.9420	3569.9270	Relleno
201	8563052.6370	530794.4600	3556.7060	Relleno
202	8562975.4510	530767.1770	3567.0700	Est.7
203	8562979.8500	530769.2570	3566.7510	Va
204	8562988.7370	530771.4770	3566.1810	Carretera
205	8562986.5630	530767.1330	3566.7070	Carretera
206	8562967.9530	530771.1050	3567.3100	Carretera
207	8562968.4240	530767.2660	3567.4590	Carretera
208	8562955.8100	530767.0310	3568.3810	Carretera
209	8562955.8660	530771.3410	3568.1950	Carretera
210	8562945.5410	530766.7640	3569.1320	Carretera
211	8562930.8230	530770.5390	3570.3220	Carretera
212	8562944.8300	530770.5180	3568.8490	Carretera
213	8562939.5360	530772.0210	3571.2080	Relleno
214	8562953.5310	530773.3850	3571.2500	Relleno
215	8562993.6890	530768.2360	3566.2460	Carretera
216	8562973.8860	530775.0470	3571.1870	Relleno
217	8562993.5620	530772.7860	3566.0290	Carretera
218	8562992.2940	530774.3450	3568.3130	Relleno
219	8563006.8730	530778.4860	3565.0030	Carretera
220	8563004.6940	530779.2930	3567.4950	Relleno
221	8562997.6970	530785.9860	3571.8160	Relleno
222	8563006.9370	530764.5150	3562.2480	Relleno
223	8562986.2170	530781.4190	3572.3120	Relleno
224	8562993.1380	530763.3680	3563.6440	Relleno
225	8562965.9910	530781.8360	3573.6110	Relleno
226	8562972.9190	530761.3970	3563.8200	Relleno
227	8562938.4900	530781.6880	3574.1410	Relleno
228	8562957.8590	530761.8520	3564.9810	Relleno
229	8562930.2010	530780.3850	3575.6600	Relleno
230	8562943.0500	530760.9840	3566.7340	Relleno
231	8562912.2850	530783.6100	3577.0180	Relleno
232	8562926.6980	530759.6400	3567.9370	Relleno
233	8562915.0500	530776.8940	3575.4080	Relleno
234	8562930.8800	530772.8780	3572.8750	Relleno
235	8562906.3410	530771.0420	3572.4710	Carretera
236	8562928.5370	530770.6050	3570.4840	Carretera
237	8562927.1940	530766.4820	3570.8320	Carretera
238	8562912.8590	530773.5740	3571.8350	Carretera
239	8562908.9130	530770.1310	3572.2030	Carretera
240	8562890.1330	530776.5670	3574.0300	Est.8
241	8562896.0080	530774.8370	3573.5120	Va
242	8563676.8980	530926.4700	3535.2670	Bm
243	8563666.2060	530928.9350	3538.8700	Relleno
244	8563664.1340	530933.2490	3541.1150	Relleno
245	8563690.0970	530929.8040	3531.8810	Relleno

246	8563674.4230	530940.8780	3541.3360	Relleno
247	8563702.6400	530941.8380	3530.5120	Relleno
248	8563678.1130	530937.3180	3538.8170	Relleno
249	8563696.6530	530947.6710	3534.5420	Carretera
250	8563693.1320	530950.5230	3534.5540	Carretera
251	8563692.3260	530951.0010	3535.9700	Relleno
252	8563712.0240	530962.9390	3534.0780	Carretera
253	8563689.6600	530954.3970	3538.6480	Relleno
254	8563714.6170	530959.3250	3534.1340	Carretera
255	8563719.4530	530952.2400	3530.7970	Relleno
256	8563710.3640	530963.7570	3537.5890	Relleno
257	8563735.8750	530959.5870	3530.2470	Relleno
258	8563707.7350	530969.0610	3540.6040	Relleno
259	8563732.6190	530967.6610	3533.5730	Carretera
260	8563723.1840	530979.5870	3541.0180	Relleno
261	8563731.4840	530973.0450	3533.5650	Relleno
262	8563730.2870	530975.9840	3535.9010	Relleno
263	8563750.6540	530977.5420	3533.0300	Carretera
264	8563752.2610	530973.0270	3533.3410	Carretera
265	8563755.9180	530974.0450	3533.4320	al
266	8563759.4310	530981.1530	3533.3440	al
267	8563746.6630	530976.9020	3534.7920	Relleno
268	8563753.8130	530963.9240	3529.2690	Relleno
269	8563758.0640	530987.4090	3534.2210	Relleno
270	8563761.5320	530965.8420	3531.1130	Relleno
271	8563764.5950	530981.3270	3535.7420	Relleno
272	8563772.3090	530987.8460	3538.1310	Carretera
273	8563765.8490	530971.8990	3533.3460	Carretera
274	8563769.0400	530974.8320	3533.3090	Carretera
275	8563778.7420	530979.6700	3537.7280	Relleno
276	8563774.6270	530972.4580	3536.1750	Relleno
277	8563768.8130	530966.5450	3533.3380	Carretera
278	8563776.6870	530969.4480	3533.2540	Carretera
279	8563776.6540	530969.3930	3533.2800	Carretera
280	8563787.9070	530976.6810	3536.2740	Relleno
281	8563781.1840	530976.1760	3537.3250	Est.9
282	8563774.2340	530983.5920	3537.8910	Va
283	8563798.3960	530974.7270	3535.3690	Relleno
284	8563769.5850	530963.0070	3533.8250	Carretera
285	8563778.4020	530958.8100	3534.3150	Carretera
286	8563788.4930	530960.7960	3534.2920	Carretera
287	8563795.8330	530985.2860	3537.2930	Relleno
288	8563785.0540	530967.5210	3533.6830	Carretera
289	8563817.6800	530994.9340	3536.5540	Relleno
290	8563796.7180	530966.7880	3533.8080	Carretera
291	8563821.3880	530987.6670	3535.6790	Relleno
292	8563795.0730	530971.8720	3533.6730	Carretera
293	8563829.2340	530998.2580	3536.1350	Poste
294	8563807.8610	530974.0370	3534.2010	Carretera
295	8563837.2090	530999.1650	3536.0730	Relleno

296	8563816.0060	530976.6890	3534.4060	Carretera
297	8563834.7950	531004.4600	3537.5640	Relleno
298	8563814.7040	530981.5980	3534.1470	Carretera
299	8563854.2650	531012.7800	3537.7920	Relleno
300	8563810.3410	530962.6210	3529.3840	Relleno
301	8563848.4440	531015.0360	3539.8350	Relleno
302	8563801.6950	530959.4740	3528.8840	Relleno
303	8563877.4070	531016.9050	3536.1950	Relleno
304	8563828.8630	530966.7850	3530.8430	Relleno
305	8563874.6010	531020.4280	3537.5580	Relleno
306	8563857.8630	530979.6170	3529.4750	Relleno
307	8563881.0070	531011.1870	3535.3500	Relleno
308	8563875.3920	530996.8240	3532.3060	Relleno
309	8563873.7610	531005.2660	3534.3550	Relleno
310	8563868.7350	531003.1020	3533.9640	Relleno
311	8563878.0960	530999.4840	3532.3370	Relleno
312	8563860.2730	531004.8660	3534.9960	Carretera
313	8563859.5410	531010.2920	3535.3130	Carretera
314	8563847.5210	530999.1530	3535.1540	Carretera
315	8563859.5040	531010.3100	3535.3090	Carretera
316	8563834.9510	530991.1010	3534.7180	Carretera
317	8563830.9730	530993.5980	3534.3030	Carretera
318	8563820.7500	530985.1410	3534.3230	Carretera
319	8563822.9990	530982.1160	3534.6110	Carretera
320	8563860.8680	531017.5620	3539.9210	Est.10
321	8563875.7000	531008.9650	3535.0130	Va
322	8563856.1080	531010.9080	3535.7650	Carretera
323	8563873.5780	531005.5490	3534.3050	Relleno
324	8563858.2620	531004.6790	3535.2310	Carretera
325	8563876.4620	531009.6290	3535.1370	Relleno
326	8563883.9220	531012.8630	3535.2780	Relleno
327	8563883.7480	531016.9800	3535.0530	Relleno
328	8563869.5790	531002.2370	3534.1210	Carretera
329	8563876.3480	531014.9700	3535.3450	Relleno
330	8563887.4000	530983.4520	3530.0860	Carretera
331	8563877.1980	531005.2030	3533.9080	Poste
332	8563890.0510	530985.8130	3530.1360	Carretera
333	8563895.0830	530980.4400	3529.0020	Carretera
334	8563895.1090	530980.4590	3529.0270	Carretera
335	8563903.0410	530972.1250	3527.5010	Carretera
336	8563892.2650	530978.6250	3528.8350	Carretera
337	8563904.5310	530936.6190	3523.0520	Est.11
338	8563902.9770	530967.9010	3526.7850	Va
339	8563898.6400	530967.2500	3527.2840	Carretera
340	8563899.9790	530953.9520	3525.1840	Casa
341	8563904.1850	530952.5070	3525.1980	Casa
342	8563905.1970	530942.4500	3523.9260	Casa
343	8563899.1970	530940.7310	3524.3140	Casa
344	8563898.1980	530945.8690	3524.4630	Casa
345	8563894.9060	530951.0620	3525.6910	Relleno

346	8563891.9360	530961.6020	3527.4200	Relleno
347	8563899.0840	530941.6170	3524.3620	Bm
348	8563900.4900	530923.2160	3521.5060	Carretera
349	8563905.1320	530923.5850	3521.6860	Carretera
350	8563927.7040	530946.4630	3522.7260	Bm
351	8563900.7380	530936.8120	3523.4280	Poste
352	8563926.9450	530947.1750	3522.6890	Casa
353	8563939.9860	530952.1520	3522.8740	Casa
354	8563940.6860	530947.2740	3522.3530	Casa
355	8563926.5980	530936.9150	3521.8500	Casa
356	8562897.5380	530779.2790	3573.4110	Carretera
357	8562912.4470	530774.0870	3572.4890	Carretera
358	8562889.9730	530782.1150	3574.0180	Carretera
359	8562891.3920	530787.0920	3577.1630	Relleno
360	8562926.2950	530763.2460	3570.4390	Relleno
361	8562884.0770	530787.6930	3577.3450	Relleno
362	8562915.6920	530763.0550	3569.4470	Relleno
363	8562875.8720	530793.5310	3578.8930	Relleno
364	8562900.0080	530766.0990	3569.3110	Relleno
365	8562878.9460	530800.7120	3581.5430	Relleno
366	8562888.7450	530769.3750	3570.0880	Relleno
367	8562869.3020	530799.6150	3579.6290	Relleno
368	8562878.1590	530776.5640	3571.8840	Relleno
369	8562870.7490	530808.3610	3582.7560	Relleno
370	8562880.2400	530782.1810	3575.1990	Carretera
371	8562883.3220	530785.7760	3574.6540	Carretera
372	8562867.9670	530798.3150	3576.8920	Carretera
373	8562866.2000	530793.4990	3577.2480	Poste
374	8562857.5530	530806.4600	3578.4860	Carretera
375	8562867.8030	530788.4120	3575.4870	Relleno
376	8562861.9340	530793.6790	3575.8880	Relleno
377	8562857.9390	530801.3620	3576.6180	Relleno
378	8562751.2560	530861.5170	3591.9530	Est.12
379	8562752.8430	530858.6090	3591.6510	Va
380	8562857.2530	530806.4040	3582.3950	Carretera
381	8562755.6560	530866.6460	3590.6000	Carretera
382	8562854.8650	530805.3560	3580.7870	Relleno
383	8562763.8640	530868.5610	3590.4100	Relleno
384	8562847.6780	530815.0590	3579.7860	Relleno
385	8562768.5460	530863.3430	3589.6780	Carretera
386	8562764.8290	530856.2210	3589.6360	Carretera
387	8562871.0860	530794.3450	3580.9210	Carretera
388	8562782.6830	530853.1100	3588.8630	Carretera
389	8562785.3100	530857.5650	3588.8050	Carretera
390	8562859.5290	530811.2640	3582.4800	Carretera
391	8562805.3600	530852.3480	3587.9840	Carretera
392	8562804.1760	530848.8160	3587.8590	Carretera
393	8562854.4310	530812.4500	3582.9700	Carretera
394	8562823.4530	530843.2700	3587.0210	Carretera
395	8562821.6180	530840.0620	3586.9320	Carretera

396	8562843.5070	530824.2490	3584.4440	Carretera
397	8562845.9850	530827.3610	3584.3660	Carretera
398	8562759.0590	530877.4960	3591.3350	Carretera
399	8562764.9300	530875.7750	3591.3320	Carretera
400	8562772.4500	530888.8370	3591.7240	Carretera
401	8562769.6970	530893.2690	3591.6350	Carretera
402	8562788.2300	530921.8330	3592.9640	Carretera
403	8562792.9480	530919.5590	3592.9660	Carretera
404	8562848.2710	530830.3140	3590.5190	Relleno
405	8562844.6070	530841.1000	3594.7400	Relleno
406	8562794.6730	530944.0350	3593.4530	Carretera
407	8562835.5980	530841.8140	3593.3130	Relleno
408	8562800.0140	530938.8090	3594.5720	Carretera
409	8562825.7340	530855.2020	3599.5870	Relleno
410	8562769.6160	530871.7530	3597.0580	Relleno
411	8562769.2790	530877.8950	3597.2630	Relleno
412	8562769.6530	530881.1310	3597.6670	Relleno
413	8562773.5800	530876.3630	3602.4160	Relleno
414	8562812.6130	530863.2420	3600.5730	Relleno
415	8562779.7060	530862.5950	3593.8780	Relleno
416	8562797.1760	530868.8100	3602.0950	Relleno
417	8562776.5290	530877.4360	3604.5730	Relleno
418	8562773.3290	530877.2290	3602.7060	Relleno
419	8562769.5370	530881.2360	3597.4320	Relleno
420	8562771.8850	530885.4900	3596.3890	Relleno
421	8562778.4550	530895.9750	3595.1810	Relleno
422	8562798.6500	530924.6800	3598.6980	Relleno
423	8562778.2660	530866.2280	3597.5040	Relleno
424	8562812.7510	530852.8300	3592.0200	Relleno
425	8562825.1010	530845.0470	3589.9550	Relleno
426	8562845.8010	530828.4230	3587.2670	Relleno
427	8562813.3240	530984.7830	3596.1870	Casa
428	8562796.3970	530958.5980	3594.4340	Carretera
429	8562805.2610	530963.9480	3595.2390	Carretera
430	8562748.2410	530856.7650	3591.1540	Bm
431	8562758.1730	530852.0050	3590.4540	Bm
432	8563652.8390	530917.0100	3534.5470	Relleno
433	8562806.4350	530990.7520	3597.1230	Relleno
434	8562751.0000	530884.0000	3585.0050	Relleno
435	8562798.0000	530974.0000	3596.2230	Relleno
436	8563348.0000	530808.0000	3534.8710	Relleno
437	8563332.0000	530806.0000	3535.4510	Relleno
438	8563310.0000	530802.0000	3535.5120	Relleno
439	8563413.3200	530852.5510	3542.0830	Relleno
440	8563632.0000	530942.0000	3547.0000	Relleno
441	8563652.0000	530950.0000	3549.0000	Relleno
442	8563690.0000	530973.0000	3543.0000	Relleno
443	8562781.6370	530924.9050	3591.0000	Relleno
444	8562788.4960	530945.9770	3590.2310	Relleno
445	8562835.8890	530851.2130	3599.3450	Relleno

DATOS UTM OBTENIDOS A TRAVES DEL MODELO DIGITAL GOOGLE EARTH

PUNTO	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCION
1	8564752.7280	530548.3070	3341.2073	Bm
2	8564058.0000	530654.0000	3441.7397	Va
3	8563938.2980	530751.3420	3483.7996	Est. 1
4	8563962.4810	530766.7450	3487.2236	Carretera
5	8563955.4910	530764.1200	3487.5093	Carretera
6	8563956.6750	530758.3830	3485.8464	Carretera
7	8563523.7200	530865.0650	3523.6345	Est.2
8	8563530.5350	530869.3760	3523.7686	Va3
9	8563528.1310	530871.8110	3525.0183	Carretera
10	8563538.7780	530875.8890	3524.0469	Carretera
11	8563537.1910	530879.8700	3525.8833	Carretera
12	8563550.5040	530889.2380	3526.0930	Carretera
13	8563547.7200	530892.4220	3528.0142	Carretera
14	8563565.8110	530902.4320	3526.2109	Carretera
15	8563563.3530	530905.8310	3528.0762	Carretera
16	8563583.2820	530915.4210	3525.2056	Carretera
17	8563581.2600	530919.0380	3526.9004	Carretera
18	8563594.8370	530924.7440	3526.4370	Carretera
19	8563592.9740	530928.8880	3528.3745	Carretera
20	8563600.7260	530928.6510	3526.9597	Carretera
21	8563599.4080	530932.9270	3528.9138	Carretera
22	8563615.0530	530924.7840	3522.7739	Carretera
23	8563617.6250	530928.5190	3524.1108	Carretera
24	8563628.8410	530918.8750	3519.9680	Carretera
25	8563631.4310	530923.9990	3522.3076	Carretera
26	8563651.9740	530920.4450	3521.1577	Carretera
27	8563651.5170	530923.7890	3522.5889	Carretera
28	8563668.0310	530924.9760	3520.4170	Carretera
29	8563667.8850	530928.7650	3521.9194	Carretera
30	8563689.2930	530938.0210	3520.4966	Est.3
31	8563687.7040	530936.4280	3520.3411	Va4
32	8563689.3640	530937.9450	3520.4551	Va5
33	8563641.3020	530916.1360	3519.0444	Relleno
34	8563628.8660	530913.4310	3517.5339	Relleno
35	8563661.4670	530931.2210	3524.2551	Relleno
36	8563618.5870	530913.2740	3517.1941	Relleno
37	8563642.3590	530929.6530	3524.9832	Relleno
38	8563598.9290	530918.1350	3523.0293	Relleno
39	8563625.0970	530930.8170	3525.2583	Relleno
40	8563607.7150	530938.6550	3530.0518	Relleno
41	8563602.8390	530941.3920	3531.8774	Relleno
42	8563605.5110	530945.4080	3533.2148	Relleno
43	8563597.2550	530945.6230	3534.3101	Relleno
44	8563600.8120	530950.2470	3535.7671	Relleno
45	8563582.0950	530929.3270	3530.3794	Relleno

46	8563579.7500	530931.5200	3531.5784	Relleno
47	8563570.8280	530920.4480	3530.5691	Relleno
48	8563566.9580	530922.6300	3532.5413	Relleno
49	8563582.6540	530906.3870	3522.5574	Relleno
50	8563558.0620	530911.0350	3531.4912	Relleno
51	8563558.0760	530911.0530	3531.4929	Relleno
52	8563566.7640	530895.7160	3523.7517	Relleno
53	8563541.0800	530897.1320	3531.5164	Relleno
54	8563544.5640	530893.0670	3529.1370	Relleno
55	8563552.9030	530881.6640	3522.7607	Relleno
56	8563528.7450	530876.2080	3526.3362	Relleno
57	8563537.6980	530868.8910	3522.2405	Relleno
58	8563523.9780	530880.5330	3528.9890	Relleno
59	8563524.8300	530857.1410	3520.7922	Relleno
60	8563506.5920	530870.7850	3528.9771	Relleno
61	8563507.9340	530850.8580	3520.8420	Relleno
62	8563507.0730	530863.4320	3525.9556	Relleno
63	8563486.6180	530860.0340	3526.4446	Relleno
64	8563497.4780	530855.6210	3523.6819	Carretera
65	8563497.4930	530859.6020	3525.3301	Carretera
66	8563485.7390	530865.7750	3528.9961	Relleno
67	8563476.7530	530853.5520	3524.4138	Carretera
68	8563466.2360	530863.4040	3529.6733	Relleno
69	8563456.7480	530851.1900	3524.8149	Carretera
70	8563436.0150	530846.5520	3524.3047	Carretera
71	8563436.0150	530846.5520	3524.3047	Carretera
72	8563514.9600	530876.7860	3529.5339	Carretera
73	8563413.8300	530843.5630	3526.5352	Carretera
74	8563438.5630	530855.7420	3528.0981	Relleno
75	8563394.7530	530840.1620	3528.7339	Carretera
76	8563383.0210	530839.4660	3530.4307	Carretera
77	8563382.3330	530843.1360	3531.9219	Relleno
78	8563381.1280	530843.6610	3532.3291	Relleno
79	8563361.6860	530832.9990	3531.5898	Relleno
80	8563361.5280	530833.0990	3531.6511	Est.4
81	8563398.1790	530840.9480	3528.3813	Va
82	8563352.7510	530825.0290	3529.7800	Relleno
83	8563380.7190	530831.0030	3527.7034	Carretera
84	8563346.9880	530835.8350	3534.0735	Relleno
85	8563324.6880	530830.2490	3533.6045	Relleno
86	8563415.3640	530848.5850	3528.2363	Carretera
87	8563320.0180	530822.0580	3530.6135	Relleno
88	8563436.9770	530851.3790	3526.3198	Carretera
89	8563299.9740	530814.0900	3527.8003	Relleno
90	8563464.4090	530857.5920	3527.1594	Carretera
91	8563296.1250	530821.7260	3531.2185	Relleno
92	8563485.3670	530859.0310	3526.1191	Carretera
93	8563276.5130	530816.6860	3529.7520	Relleno
94	8563276.9900	530808.8300	3526.0295	Relleno
95	8563435.6110	530844.9810	3523.6570	Relleno

96	8563412.4490	530831.6330	3522.4900	Relleno
97	8563395.9770	530825.3500	3523.0356	Relleno
98	8563376.5620	530827.8010	3527.2405	Carretera
99	8563371.1650	530830.7090	3529.1973	Carretera
100	8563350.0600	530822.9530	3529.2019	Carretera
101	8563349.6340	530817.5670	3527.2876	Carretera
102	8563338.5800	530817.4850	3527.8289	Carretera
103	8563305.2090	530808.2360	3525.2114	Carretera
104	8563285.3970	530804.5480	3523.7671	Carretera
105	8563296.3500	530799.7480	3521.7874	Relleno
106	8563344.7250	530815.9640	3526.9529	Relleno
107	8563294.5560	530805.9680	3524.3354	Est.5
108	8563292.2880	530809.8400	3526.0701	Va
109	8563326.1460	530821.8340	3530.1855	Carretera
110	8563309.2260	530816.0420	3528.4336	Carretera
111	8563292.3650	530809.9070	3526.0986	Carretera
112	8563293.3180	530798.3110	3521.4639	Relleno
113	8563276.9290	530806.8030	3525.0791	Carretera
114	8563276.2180	530794.2130	3520.8223	Relleno
115	8563274.3540	530801.7390	3522.7749	Carretera
116	8563255.5920	530798.9750	3522.4048	Carretera
117	8563254.4890	530784.4140	3519.3125	Relleno
118	8563255.5850	530804.3270	3524.6738	Carretera
119	8563237.8350	530803.5480	3526.3738	Carretera
120	8563216.4130	530803.0610	3530.5708	Carretera
121	8563223.4610	530796.8570	3526.8787	Relleno
122	8563254.8090	530806.1970	3525.6704	Relleno
123	8563199.7280	530794.2870	3528.6411	Relleno
124	8563255.3580	530813.0600	3529.1968	Relleno
125	8563241.3520	530809.5810	3528.7698	Relleno
126	8563246.3600	530816.4070	3531.5022	Relleno
127	8563065.2800	530798.7690	3546.3411	Est.6
128	8563068.2690	530798.8540	3545.6658	Va
129	8563063.6380	530810.6810	3550.9419	Bm
130	8563079.0840	530807.8200	3545.9565	Carretera
131	8563081.9290	530804.1300	3544.0999	Carretera
132	8563089.9850	530812.6290	3544.5054	Carretera
133	8563093.0220	530809.3260	3542.7646	Carretera
134	8563108.6240	530819.9900	3543.1345	Carretera
135	8563112.4730	530815.9140	3541.5471	Carretera
136	8563128.0060	530823.6620	3542.2029	Carretera
137	8563129.7940	530819.0330	3540.5696	Carretera
138	8563145.5930	530829.4860	3542.8647	Carretera
139	8563148.5770	530823.1710	3540.5168	Carretera
140	8563154.0130	530831.9980	3543.3921	Carretera
141	8563156.2750	530825.8490	3541.0447	Carretera
142	8563160.7240	530829.7160	3542.2642	Carretera
143	8563170.0520	530814.7320	3535.8970	Carretera
144	8563173.0930	530818.2860	3537.1606	Carretera
145	8563191.5200	530808.5620	3533.7390	Carretera

146	8563192.2220	530814.3150	3536.0713	Carretera
147	8563214.4870	530807.1750	3532.6978	Carretera
148	8563212.7410	530812.1940	3535.1096	Carretera
149	8563237.3960	530808.3070	3528.8567	Carretera
150	8563237.7100	530812.6370	3530.9797	Carretera
151	8563254.5460	530809.5620	3527.4265	Carretera
152	8563198.7470	530800.8030	3530.8108	Relleno
153	8563222.8690	530813.2080	3533.8010	Relleno
154	8563182.0900	530803.2360	3531.3472	Relleno
155	8563224.0660	530820.1520	3536.7539	Relleno
156	8563165.0030	530809.2690	3534.1802	Relleno
157	8563207.6170	530814.3390	3536.4893	Relleno
158	8563205.7450	530820.6110	3538.9617	Relleno
159	8563148.0880	530801.7870	3533.0781	Relleno
160	8563182.1460	530817.1720	3536.9529	Relleno
161	8563182.1360	530827.7640	3541.2119	Relleno
162	8563142.6460	530808.9160	3536.0574	Carretera
163	8563166.7030	530827.3080	3541.0566	Relleno
164	8563127.5990	530813.9390	3539.2268	Relleno
165	8563168.3670	530836.1610	3544.4551	Relleno
166	8563110.0830	530811.8710	3540.6646	Relleno
167	8563158.0380	530833.5470	3543.8057	Relleno
168	8563159.5480	530838.7160	3545.7097	Relleno
169	8563095.7080	530805.5940	3541.0396	Relleno
170	8563144.4560	530840.7310	3546.9338	Relleno
171	8563144.4730	530832.8950	3544.0796	Relleno
172	8563078.9450	530794.8740	3541.6780	Relleno
173	8563132.8420	530828.1650	3543.1428	Relleno
174	8563128.4750	530835.5730	3545.8672	Relleno
175	8563060.5380	530792.8180	3544.8210	Relleno
176	8563113.1930	530832.7980	3546.3542	Relleno
177	8563109.0120	530822.2430	3543.7317	Relleno
178	8563064.0770	530802.7040	3548.0972	Carretera
179	8563043.7420	530803.0450	3550.8838	Carretera
180	8563094.4160	530816.7300	3544.4436	Relleno
181	8563044.2740	530798.9260	3549.1890	Relleno
182	8563090.6890	530820.2790	3546.4900	Relleno
183	8563032.0420	530795.6350	3549.0215	Carretera
184	8563075.3090	530811.4050	3548.0737	Relleno
185	8563030.5430	530799.5550	3550.9468	Carretera
186	8563076.8550	530808.1590	3546.6409	Relleno
187	8563016.0940	530785.9110	3547.1172	Carretera
188	8563063.9040	530804.7640	3548.8455	Relleno
189	8563018.5110	530782.7170	3545.1804	Carretera
190	8563047.1050	530804.7470	3551.1340	Relleno
191	8563045.4290	530809.5230	3553.0991	Relleno
192	8563030.1350	530800.9250	3551.5767	Relleno
193	8563007.5480	530768.2410	3541.2910	Relleno
194	8563028.2880	530807.5490	3554.4014	Relleno
195	8563018.2080	530777.1040	3542.7375	Relleno

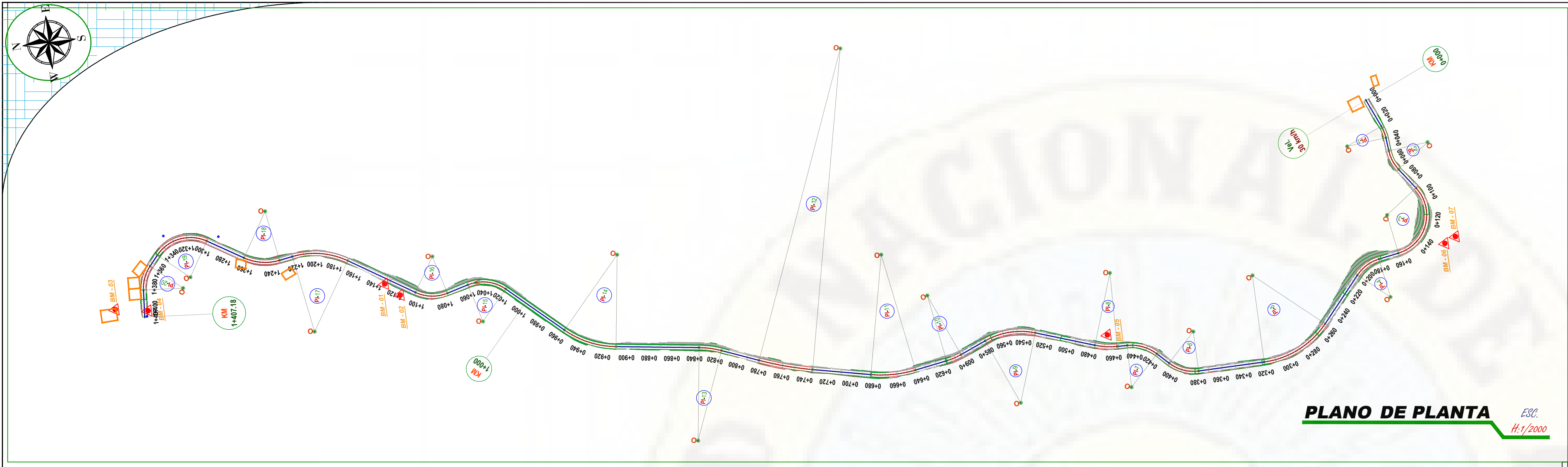
196	8563019.5670	530791.2090	3548.7649	Relleno
197	8563029.1760	530788.6290	3546.1560	Relleno
198	8563013.6880	530797.5080	3552.7295	Relleno
199	8563041.4670	530792.6640	3546.7156	Relleno
200	8563002.6600	530788.9420	3551.2273	Relleno
201	8563052.6370	530794.4600	3546.3484	Relleno
202	8562975.4510	530767.1770	3545.9951	Est.7
203	8562979.8500	530769.2570	3546.7107	Va
204	8562988.7370	530771.4770	3547.0330	Carretera
205	8562986.5630	530767.1330	3545.6726	Carretera
206	8562967.9530	530771.1050	3547.7800	Carretera
207	8562968.4240	530767.2660	3546.2236	Carretera
208	8562955.8100	530767.0310	3546.4751	Carretera
209	8562955.8660	530771.3410	3548.2065	Carretera
210	8562945.5410	530766.7640	3546.5872	Carretera
211	8562930.8230	530770.5390	3548.0427	Carretera
212	8562944.8300	530770.5180	3548.0352	Carretera
213	8562939.5360	530772.0210	3548.5828	Relleno
214	8562953.5310	530773.3850	3549.0923	Relleno
215	8562993.6890	530768.2360	3544.5559	Carretera
216	8562973.8860	530775.0470	3549.2024	Relleno
217	8562993.5620	530772.7860	3546.4565	Carretera
218	8562992.2940	530774.3450	3547.3853	Relleno
219	8563006.8730	530778.4860	3545.8596	Carretera
220	8563004.6940	530779.2930	3546.6858	Relleno
221	8562997.6970	530785.9860	3551.0154	Relleno
222	8563006.9370	530764.5150	3539.8311	Relleno
223	8562986.2170	530781.4190	3551.4263	Relleno
224	8562993.1380	530763.3680	3542.6875	Relleno
225	8562965.9910	530781.8360	3552.1487	Relleno
226	8562972.9190	530761.3970	3543.5327	Relleno
227	8562938.4900	530781.6880	3552.0601	Relleno
228	8562957.8590	530761.8520	3544.2268	Relleno
229	8562930.2010	530780.3850	3551.2949	Relleno
230	8562943.0500	530760.9840	3544.2546	Relleno
231	8562912.2850	530783.6100	3551.5481	Relleno
232	8562926.6980	530759.6400	3544.1477	Relleno
233	8562915.0500	530776.8940	3549.7910	Relleno
234	8562930.8800	530772.8780	3548.8210	Relleno
235	8562906.3410	530771.0420	3547.9736	Carretera
236	8562928.5370	530770.6050	3548.0640	Carretera
237	8562927.1940	530766.4820	3546.7466	Carretera
238	8562912.8590	530773.5740	3548.8503	Carretera
239	8562908.9130	530770.1310	3547.7964	Carretera
240	8562890.1330	530776.5670	3549.3325	Est.8
241	8562896.0080	530774.8370	3548.8665	Va
242	8563676.8980	530926.4700	3519.2129	Bm
243	8563666.2060	530928.9350	3522.3357	Relleno
244	8563664.1340	530933.2490	3524.4924	Relleno
245	8563690.0970	530929.8040	3517.6399	Relleno

246	8563674.4230	530940.8780	3525.0425	Relleno
247	8563702.6400	530941.8380	3520.1753	Relleno
248	8563678.1130	530937.3180	3522.8669	Relleno
249	8563696.6530	530947.6710	3522.5796	Carretera
250	8563693.1320	530950.5230	3523.8508	Carretera
251	8563692.3260	530951.0010	3524.0781	Relleno
252	8563712.0240	530962.9390	3524.8972	Carretera
253	8563689.6600	530954.3970	3525.6333	Relleno
254	8563714.6170	530959.3250	3523.6643	Carretera
255	8563719.4530	530952.2400	3521.3931	Relleno
256	8563710.3640	530963.7570	3525.3293	Relleno
257	8563735.8750	530959.5870	3522.9519	Relleno
258	8563707.7350	530969.0610	3527.0630	Relleno
259	8563732.6190	530967.6610	3524.2424	Carretera
260	8563723.1840	530979.5870	3527.1357	Relleno
261	8563731.4840	530973.0450	3525.2463	Relleno
262	8563730.2870	530975.9840	3525.7312	Relleno
263	8563750.6540	530977.5420	3528.4058	Carretera
264	8563752.2610	530973.0270	3527.7002	Carretera
265	8563755.9180	530974.0450	3528.3308	al
266	8563759.4310	530981.1530	3530.1089	al
267	8563746.6630	530976.9020	3527.8179	Relleno
268	8563753.8130	530963.9240	3526.0986	Relleno
269	8563758.0640	530987.4090	3531.1626	Relleno
270	8563761.5320	530965.8420	3527.4280	Relleno
271	8563764.5950	530981.3270	3530.7222	Relleno
272	8563772.3090	530987.8460	3531.8318	Carretera
273	8563765.8490	530971.8990	3529.0132	Carretera
274	8563769.0400	530974.8320	3529.4480	Carretera
275	8563778.7420	530979.6700	3530.0483	Relleno
276	8563774.6270	530972.4580	3528.7827	Relleno
277	8563768.8130	530966.5450	3527.8806	Carretera
278	8563776.6870	530969.4480	3528.1145	Carretera
279	8563776.6540	530969.3930	3528.1050	Carretera
280	8563787.9070	530976.6810	3529.1360	Relleno
281	8563781.1840	530976.1760	3529.2722	Est.9
282	8563774.2340	530983.5920	3530.9583	Va
283	8563798.3960	530974.7270	3528.3535	Relleno
284	8563769.5850	530963.0070	3527.1733	Carretera
285	8563778.4020	530958.8100	3525.9490	Carretera
286	8563788.4930	530960.7960	3525.8694	Carretera
287	8563795.8330	530985.2860	3530.6614	Relleno
288	8563785.0540	530967.5210	3527.3872	Carretera
289	8563817.6800	530994.9340	3529.4189	Relleno
290	8563796.7180	530966.7880	3526.7454	Carretera
291	8563821.3880	530987.6670	3527.3879	Relleno
292	8563795.0730	530971.8720	3527.8782	Carretera
293	8563829.2340	530998.2580	3528.0176	Poste
294	8563807.8610	530974.0370	3527.0786	Carretera
295	8563837.2090	530999.1650	3526.8218	Relleno

296	8563816.0060	530976.6890	3526.1614	Carretera
297	8563834.7950	531004.4600	3528.3376	Relleno
298	8563814.7040	530981.5980	3527.4050	Carretera
299	8563854.2650	531012.7800	3527.6165	Relleno
300	8563810.3410	530962.6210	3524.2539	Relleno
301	8563848.4440	531015.0360	3528.7532	Relleno
302	8563801.6950	530959.4740	3524.9700	Relleno
303	8563877.4070	531016.9050	3525.6504	Relleno
304	8563828.8630	530966.7850	3521.9014	Relleno
305	8563874.6010	531020.4280	3526.4822	Relleno
306	8563857.8630	530979.6170	3521.1902	Relleno
307	8563881.0070	531011.1870	3524.6333	Relleno
308	8563875.3920	530996.8240	3522.5500	Relleno
309	8563873.7610	531005.2660	3524.0938	Relleno
310	8563868.7350	531003.1020	3524.2561	Relleno
311	8563878.0960	530999.4840	3522.8303	Relleno
312	8563860.2730	531004.8660	3525.4546	Carretera
313	8563859.5410	531010.2920	3526.5371	Carretera
314	8563847.5210	530999.1530	3525.6465	Carretera
315	8563859.5040	531010.3100	3526.5447	Carretera
316	8563834.9510	530991.1010	3525.5361	Carretera
317	8563830.9730	530993.5980	3526.7737	Carretera
318	8563820.7500	530985.1410	3527.0010	Carretera
319	8563822.9990	530982.1160	3525.9771	Carretera
320	8563860.8680	531017.5620	3527.7188	Est.10
321	8563875.7000	531008.9650	3524.4863	Va
322	8563856.1080	531010.9080	3527.0444	Carretera
323	8563873.5780	531005.5490	3524.1599	Relleno
324	8563858.2620	531004.6790	3525.6323	Carretera
325	8563876.4620	531009.6290	3524.5078	Relleno
326	8563883.9220	531012.8630	3524.8235	Relleno
327	8563883.7480	531016.9800	3525.4902	Relleno
328	8563869.5790	531002.2370	3524.0215	Carretera
329	8563876.3480	531014.9700	3525.3801	Relleno
330	8563887.4000	530983.4520	3520.0483	Carretera
331	8563877.1980	531005.2030	3523.7744	Poste
332	8563890.0510	530985.8130	3520.3220	Carretera
333	8563895.0830	530980.4400	3519.3064	Carretera
334	8563895.1090	530980.4590	3519.3084	Carretera
335	8563903.0410	530972.1250	3517.5718	Carretera
336	8563892.2650	530978.6250	3519.1284	Carretera
337	8563904.5310	530936.6190	3511.1274	Est.11
338	8563902.9770	530967.9010	3516.8474	Va
339	8563898.6400	530967.2500	3516.9824	Carretera
340	8563899.9790	530953.9520	3514.6741	Casa
341	8563904.1850	530952.5070	3514.1021	Casa
342	8563905.1970	530942.4500	3512.1799	Casa
343	8563899.1970	530940.7310	3512.1782	Casa
344	8563898.1980	530945.8690	3513.2861	Casa
345	8563894.9060	530951.0620	3514.5967	Relleno

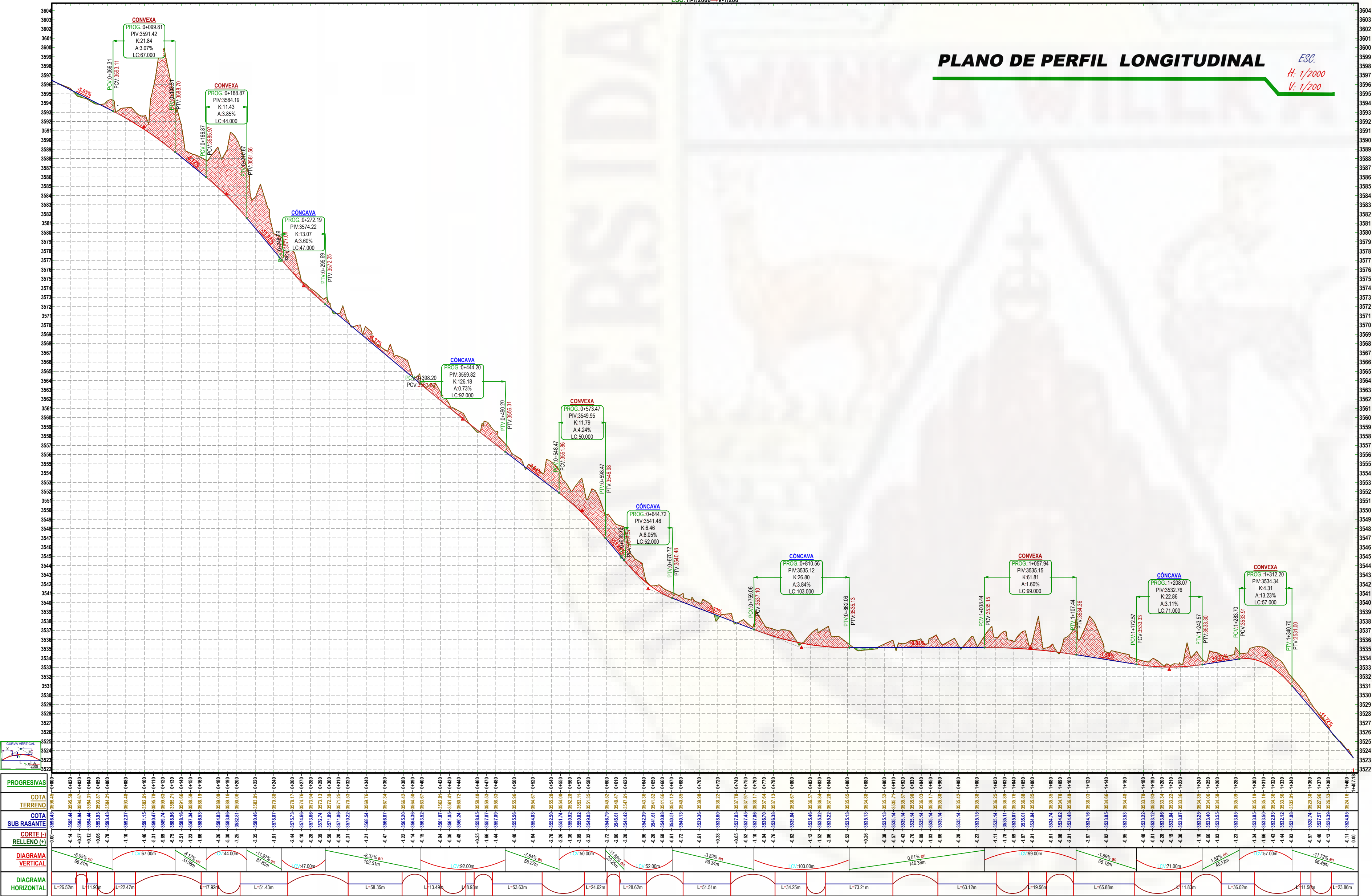
346	8563891.9360	530961.6020	3516.4819	Relleno
347	8563899.0840	530941.6170	3512.3638	Bm
348	8563900.4900	530923.2160	3508.6272	Carretera
349	8563905.1320	530923.5850	3508.6863	Carretera
350	8563927.7040	530946.4630	3512.7588	Bm
351	8563900.7380	530936.8120	3511.3206	Poste
352	8563926.9450	530947.1750	3512.8440	Casa
353	8563939.9860	530952.1520	3513.9731	Casa
354	8563940.6860	530947.2740	3513.2603	Casa
355	8563926.5980	530936.9150	3511.2795	Casa
356	8562897.5380	530779.2790	3550.2852	Carretera
357	8562912.4470	530774.0870	3548.9792	Carretera
358	8562889.9730	530782.1150	3551.1870	Carretera
359	8562891.3920	530787.0920	3552.8293	Relleno
360	8562926.2950	530763.2460	3545.7368	Relleno
361	8562884.0770	530787.6930	3553.1606	Relleno
362	8562915.6920	530763.0550	3545.9617	Relleno
363	8562875.8720	530793.5310	3555.4871	Relleno
364	8562900.0080	530766.0990	3546.2720	Relleno
365	8562878.9460	530800.7120	3557.9788	Relleno
366	8562888.7450	530769.3750	3546.8804	Relleno
367	8562869.3020	530799.6150	3555.6279	Relleno
368	8562878.1590	530776.5640	3549.1636	Relleno
369	8562870.7490	530808.3610	3558.8608	Relleno
370	8562880.2400	530782.1810	3551.2307	Carretera
371	8562883.3220	530785.7760	3552.4961	Carretera
372	8562867.9670	530798.3150	3554.6438	Carretera
373	8562866.2000	530793.4990	3551.9739	Poste
374	8562857.5530	530806.4600	3554.6655	Carretera
375	8562867.8030	530788.4120	3550.4041	Relleno
376	8562861.9340	530793.6790	3550.5122	Relleno
377	8562857.9390	530801.3620	3552.6743	Relleno
378	8562751.2560	530861.5170	3557.7976	Est.12
379	8562752.8430	530858.6090	3557.2117	Va
380	8562857.2530	530806.4040	3554.5603	Carretera
381	8562755.6560	530866.6460	3562.0342	Carretera
382	8562854.8650	530805.3560	3553.4500	Relleno
383	8562763.8640	530868.5610	3566.6973	Relleno
384	8562847.6780	530815.0590	3556.2053	Relleno
385	8562768.5460	530863.3430	3565.5310	Carretera
386	8562764.8290	530856.2210	3561.1389	Carretera
387	8562871.0860	530794.3450	3554.0837	Carretera
388	8562782.6830	530853.1100	3563.5300	Carretera
389	8562785.3100	530857.5650	3566.5867	Carretera
390	8562859.5290	530811.2640	3557.1199	Carretera
391	8562805.3600	530852.3480	3567.8950	Carretera
392	8562804.1760	530848.8160	3565.5254	Carretera
393	8562854.4310	530812.4500	3556.4424	Carretera
394	8562823.4530	530843.2700	3566.4148	Carretera
395	8562821.6180	530840.0620	3564.2610	Carretera

396	8562843.5070	530824.2490	3560.1838	Carretera
397	8562845.9850	530827.3610	3562.0842	Carretera
398	8562759.0590	530877.4960	3567.1504	Carretera
399	8562764.9300	530875.7750	3570.0352	Carretera
400	8562772.4500	530888.8370	3571.9717	Carretera
401	8562769.6970	530893.2690	3570.8594	Carretera
402	8562788.2300	530921.8330	3577.2339	Carretera
403	8562792.9480	530919.5590	3579.5483	Carretera
404	8562848.2710	530830.3140	3563.7686	Relleno
405	8562844.6070	530841.1000	3568.8516	Relleno
406	8562794.6730	530944.0350	3578.1101	Carretera
407	8562835.5980	530841.8140	3568.3811	Relleno
408	8562800.0140	530938.8090	3581.0930	Carretera
409	8562825.7340	530855.2020	3573.2422	Relleno
410	8562769.6160	530871.7530	3570.0166	Relleno
411	8562769.2790	530877.8950	3571.2661	Relleno
412	8562769.6530	530881.1310	3571.2681	Relleno
413	8562773.5800	530876.3630	3572.6245	Relleno
414	8562812.6130	530863.2420	3575.5488	Relleno
415	8562779.7060	530862.5950	3567.9768	Relleno
416	8562797.1760	530868.8100	3576.1177	Relleno
417	8562776.5290	530877.4360	3573.5066	Relleno
418	8562773.3290	530877.2290	3572.5295	Relleno
419	8562769.5370	530881.2360	3571.2271	Relleno
420	8562771.8850	530885.4900	3571.8650	Relleno
421	8562778.4550	530895.9750	3574.0388	Relleno
422	8562798.6500	530924.6800	3581.6411	Relleno
423	8562778.2660	530866.2280	3569.5466	Relleno
424	8562812.7510	530852.8300	3569.5637	Relleno
425	8562825.1010	530845.0470	3567.7251	Relleno
426	8562845.8010	530828.4230	3562.6033	Relleno
427	8562813.3240	530984.7830	3581.3840	Casa
428	8562796.3970	530958.5980	3577.8755	Carretera
429	8562805.2610	530963.9480	3581.1514	Carretera
430	8562748.2410	530856.7650	3554.4648	Bm
431	8562758.1730	530852.0050	3556.4526	Bm
432	8563652.8390	530917.0100	3519.6992	Relleno
433	8562806.4350	530990.7520	3579.2737	Relleno
434	8562751.0000	530884.0000	3562.8911	Relleno
435	8562798.0000	530974.0000	3577.7498	Relleno
436	8563348.0000	530808.0000	3523.9036	Relleno
437	8563332.0000	530806.0000	3523.7393	Relleno
438	8563310.0000	530802.0000	3522.5527	Relleno
439	8563413.3200	530852.5510	3530.1174	Relleno
440	8563632.0000	530942.0000	3530.3276	Relleno
441	8563652.0000	530950.0000	3533.8809	Relleno
442	8563690.0000	530973.0000	3531.0659	Relleno
443	8562781.6370	530924.9050	3573.9592	Relleno
444	8562788.4960	530945.9770	3574.9651	Relleno
445	8562835.8890	530851.2130	3573.0828	Relleno



ELEMENTOS DE CURVA												
N°	S	R	L	T	Δ	C	E	M	P.C.	P.T.	P.I. ESTE	P.I. NORTE
PI-1	8	35	10.99	5.54	017°59'11"	10.94	0.44	0.43	0+026.52	0+037.51	530956.596	8562798.174
PI-2	1	35	18.61	9.53	030°28'21"	18.40	1.28	1.23	0+049.41	0+068.02	530929.732	8562795.739
PI-3	8	35	71.03	56.32	116°16'55"	59.45	31.31	16.53	0+090.49	0+161.52	530857.965	8562744.261
PI-4	1	35	24.19	12.60	039°35'31"	23.71	2.20	2.07	0+179.44	0+203.63	530843.828	8562829.936
PI-5	8	77	65.36	34.79	048°38'04"	63.42	7.50	6.83	0+255.06	0+320.42	530769.285	8562894.823
PI-6	8	35	27.61	14.57	045°11'38"	26.90	2.91	2.69	0+378.77	0+406.38	530768.670	8563002.532
PI-7	1	37	27.83	14.61	043°05'37"	27.18	2.78	2.59	0+419.87	0+447.69	530798.768	8563032.771
PI-8	8	65	19.79	9.97	017°26'45"	19.72	0.76	0.75	0+456.63	0+476.42	530799.805	8563066.271
PI-9	1	63	45.62	23.86	041°29'29"	44.63	4.37	4.08	0+530.05	0+575.67	530828.597	8563148.865
PI-10	8	60	13.78	6.92	013°09'32"	13.75	0.40	0.40	0+600.29	0+614.07	530807.600	8563200.134
PI-11	8	106	39.76	20.12	021°29'38"	39.53	1.89	1.86	0+642.69	0+682.46	530798.785	8563255.092
PI-12	8	284	47.96	24.04	009°40'30"	47.90	1.02	1.01	0+733.97	0+781.93	530819.297	8563348.532
PI-13	1	82	19.96	10.03	013°56'39"	19.91	0.61	0.61	0+816.17	0+836.13	530844.948	8563411.842
PI-14	8	81	48.51	25.01	034°18'51"	47.79	3.77	3.60	0+909.34	0+957.85	530860.222	8563519.001
PI-15	1	35	34.96	19.09	057°13'45"	33.52	4.87	4.27	1+020.97	1+055.93	530932.558	8563598.146
PI-16	8	35	28.93	15.35	047°21'41"	28.11	3.22	2.95	1+075.48	1+104.41	530918.761	8563650.354
PI-17	1	69	50.05	26.19	041°33'48"	48.96	4.80	4.49	1+170.29	1+220.35	530976.566	8563740.887
PI-18	8	45	32.07	16.75	040°49'52"	31.39	3.02	2.83	1+232.18	1+264.24	530967.994	8563794.977
PI-19	1	35	49.35	29.78	080°47'23"	45.36	10.96	8.34	1+300.26	1+349.61	531011.526	8563865.116
PI-20	1	35	22.14	11.45	036°14'17"	21.77	1.83	1.74	1+361.18	1+383.31	530971.701	8563899.779

PERFIL LONGITUDINAL - Eje 1
E.S.C. H:1/2000 - V:1/200

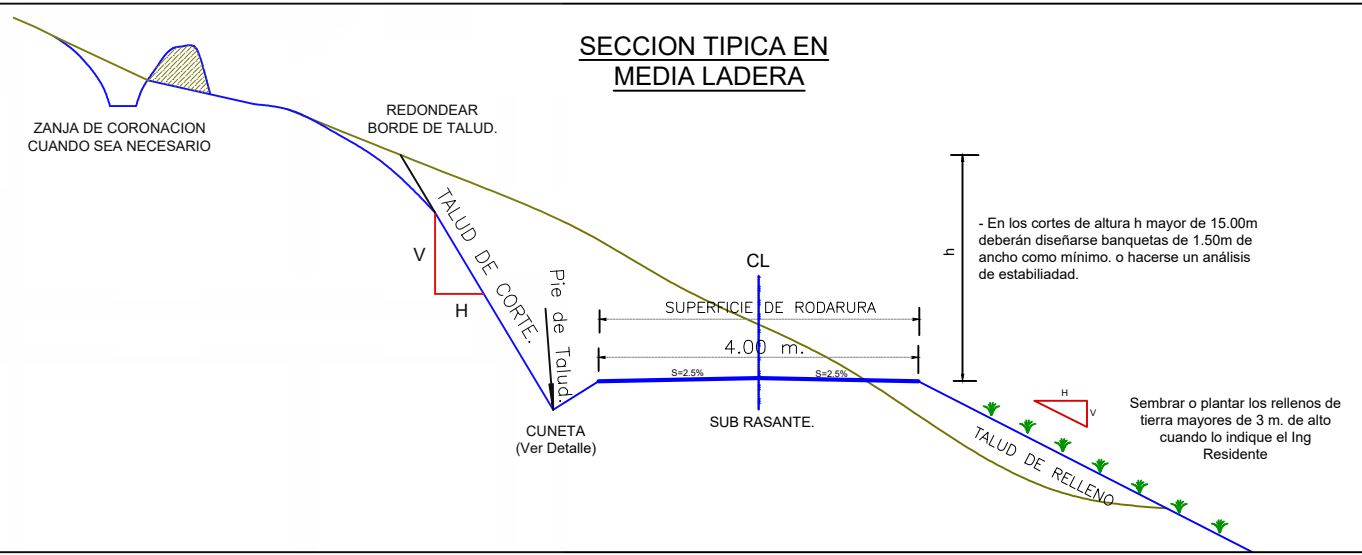


CUADRO DE CALICATAS			
N° CALICATA	NORTE	ESTE	PROGRESIVA
01	8562946.433	530768.990	00+340.00
02	8563763.609	530972.892	01+220.00

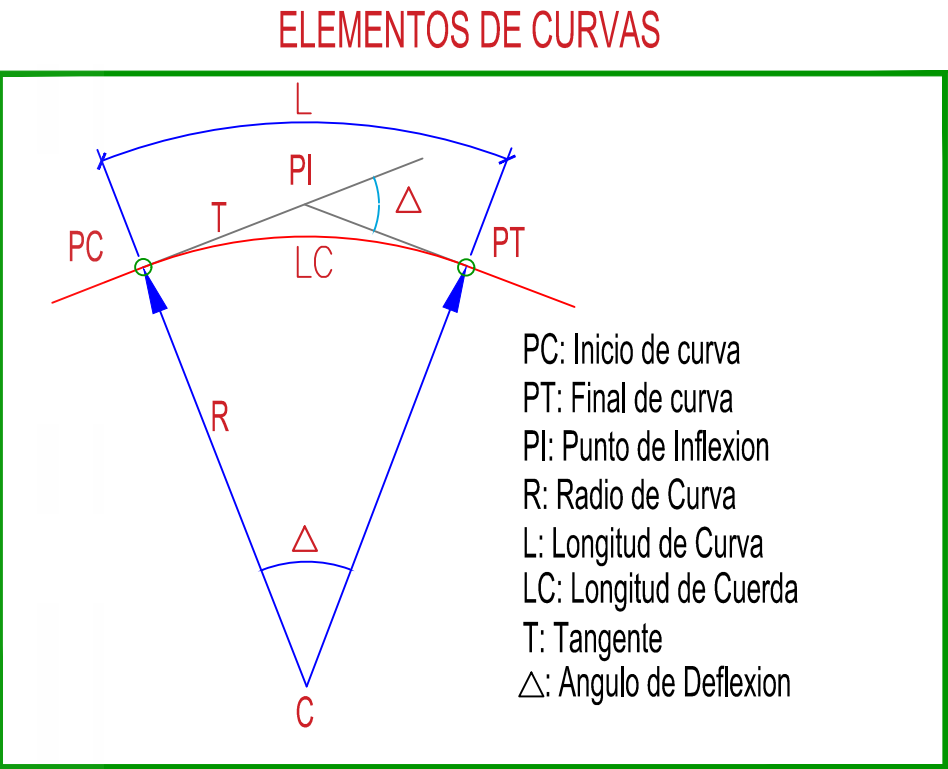
DATOS DE DISEÑO	
INDICE MEDIO DIARIO	MEJOR DE SU VEH.
VELOCIDAD DIRECTRIZ	20 Km/h
PENDIENTE MAXIMA	5.00 %
PENDIENTE MINIMA	0.20 %
RADIO MINIMO CURVATURA	25.00 mts.
RADIO MAXIMO EXCEPCIONAL	25.00 mts.
SUPERFICIE DE RODADURA	4.00 mts.
ANCHO DE BERM	No consideradas
BOMBEO	2.00 %
PERALTE MINIMO	2.00 %
PERALTE MAXIMO NORMAL	6.00 %
PERALTE MAXIMO EXCEPCIONAL	4.00 %
TALUD EN RELLENO	1 : 1.75
TALUD EN CORTA	1 : 1.2
CUNETAS	0.50 x 0.50 mts.

TIPO DE TERRENO	
ADJUNTO EN METRADO DE EXPLANACIONES	

CUADRO DE BMS			
N° DE BM	NORTE	ESTE	COTA
01	8563688.372	530937.9891	3534.969
02	8563876.906	530928.4941	3535.287
03	8563827.712	530946.4871	3522.728
04	8563899.092	530941.6411	3524.362
05	8563363.646	530810.7051	3564.473
06	8562758.181	530892.0291	3590.454
07	8562742.249	530856.7881	3591.154



LEYENDA	
	Curva Mayor C1m
	Curva Menor C1m
	Viviendas
	Punto De Luz
	Acceso
	Eje de la Carretera



UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA

FACULTAD DE INGENIERIA DE MINAS CIVIL AMBIENTAL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL - LIRCAY

TESIS:

"ESTUDIO COMPARATIVO DEL DISEÑO GEOMETRICO DE UNA CARRETERA CON LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO (ESTACION TOTAL Y MODELO DIGITAL GOOGLE EARTH) EN LA PROVINCIA DE ANGARAES - HUANCAMELICA"

TESISTA:

BACH. WILMER QUICHCA SOTACURO.
BACH. MARIBEL ORE HUAMAN.

DIBUJO Y DISEÑO:

BACH. W. Q. S y M. O. H.

REVISAR:

APRUEBA:

PLANO:

PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL
LEVANT. TOPOGRAFICO TRADICIONAL
KM: 00+000 - 1+407.18

REGION:

PROVINCIA:

DISTRITO:

ESCALA:

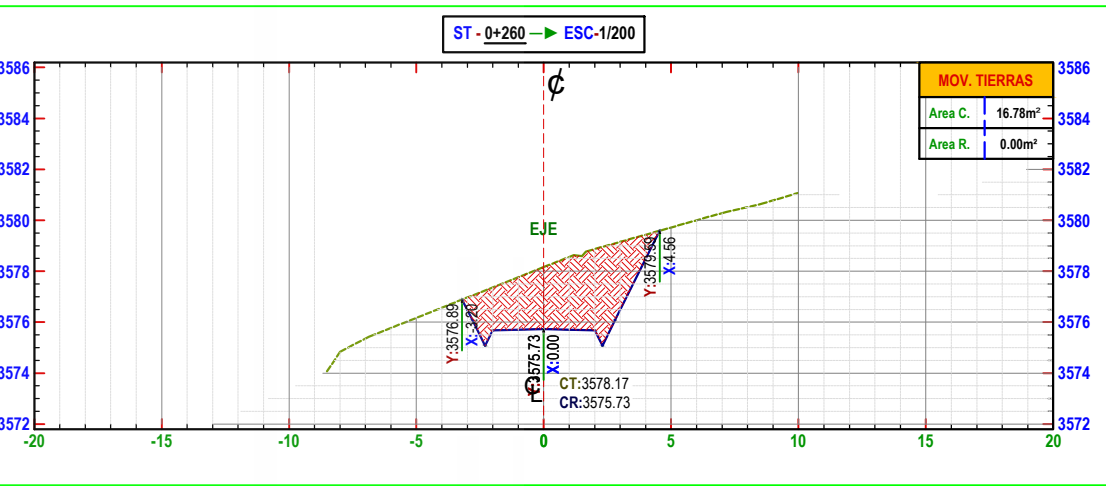
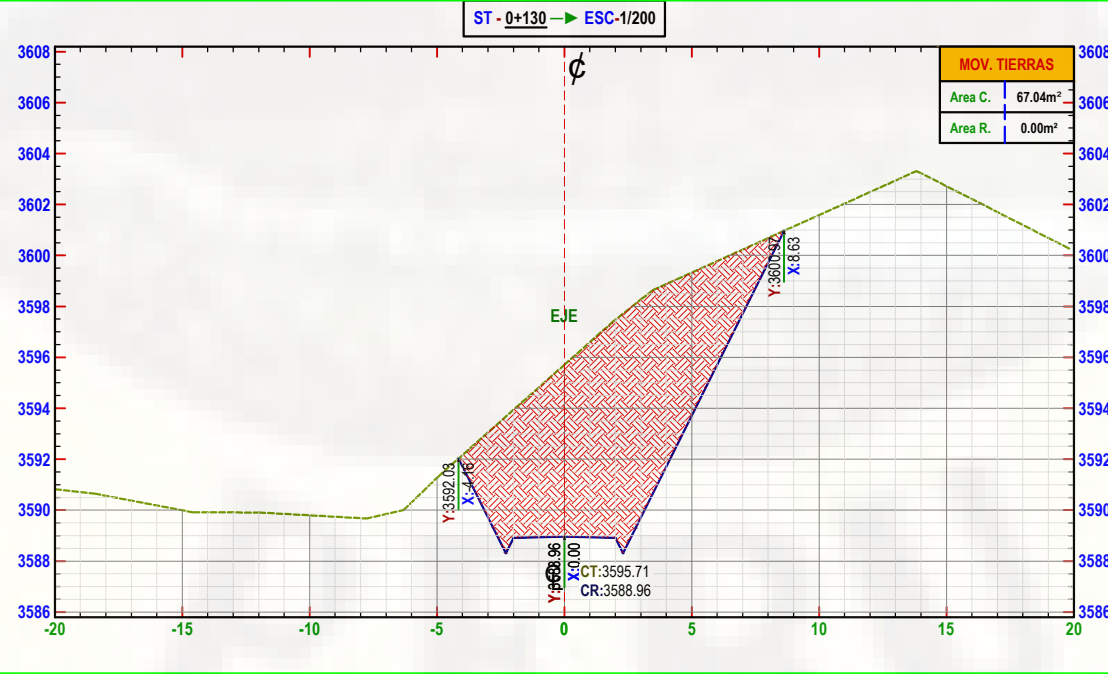
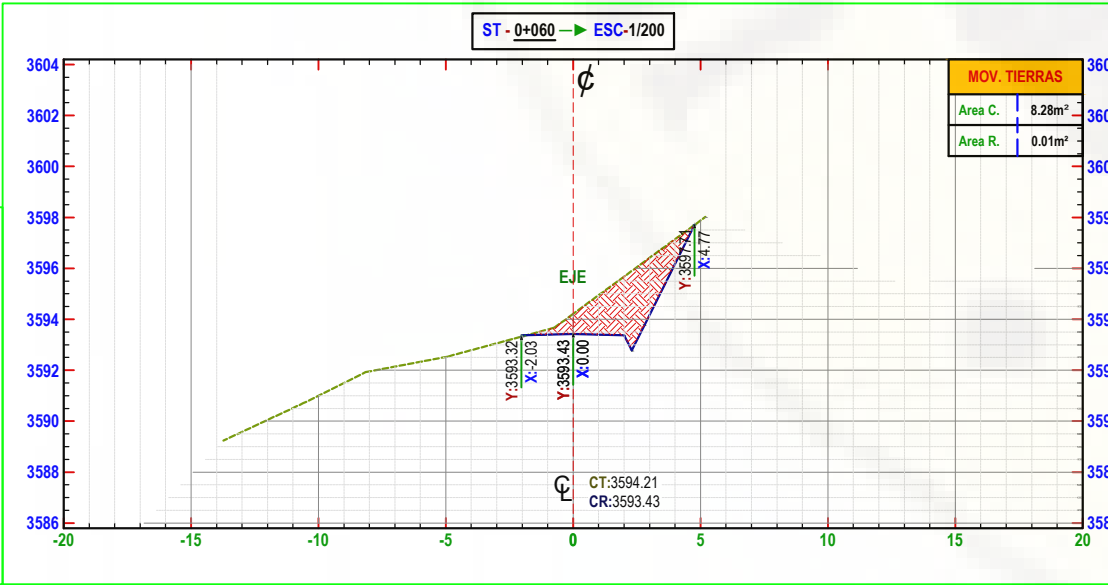
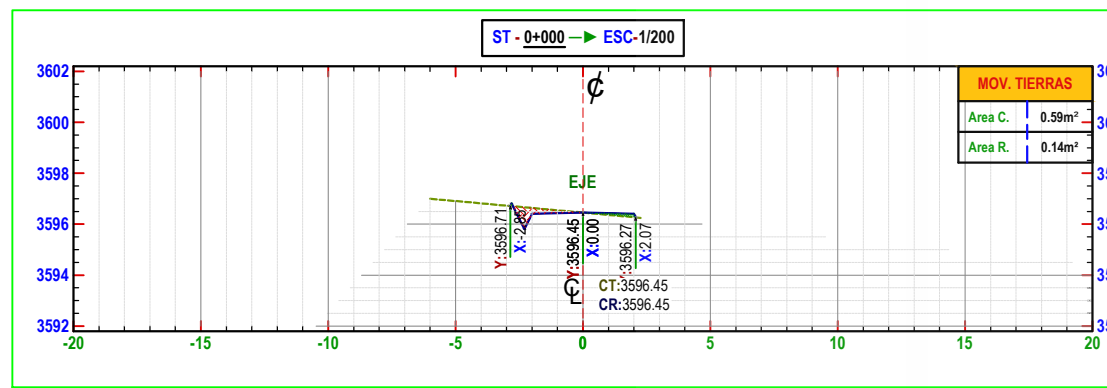
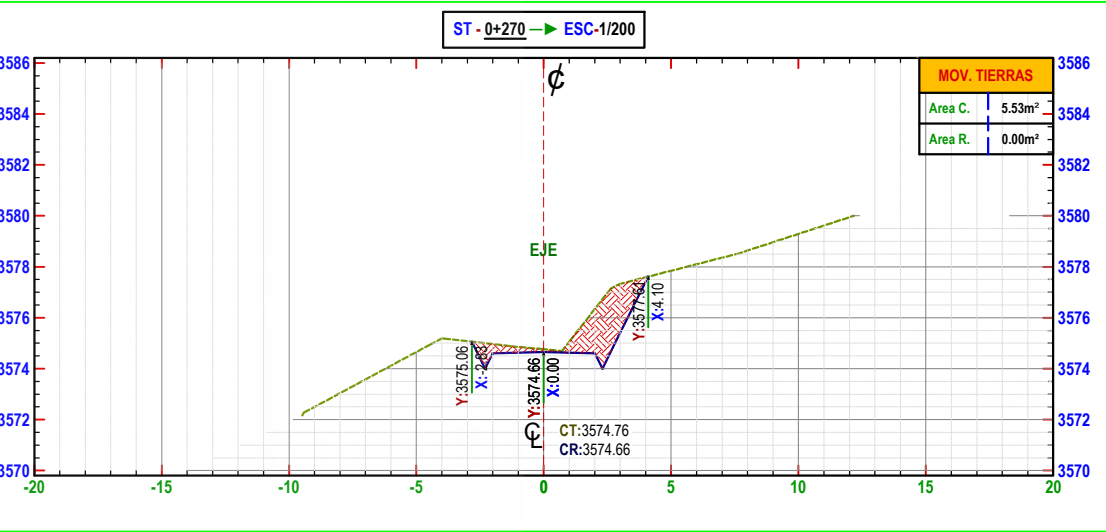
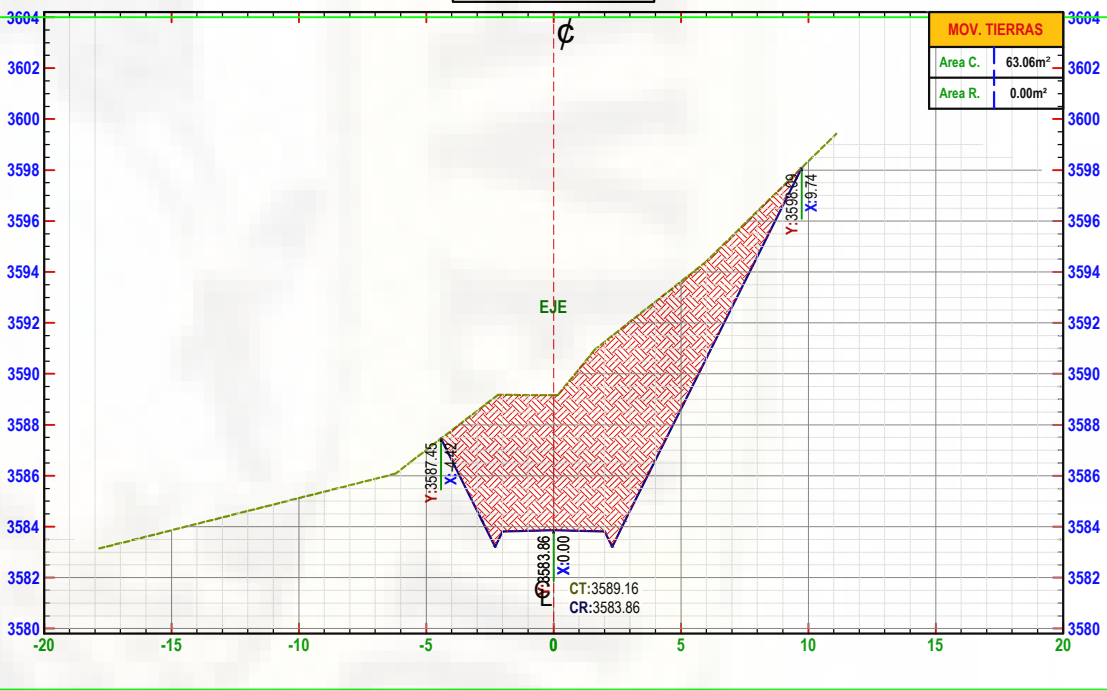
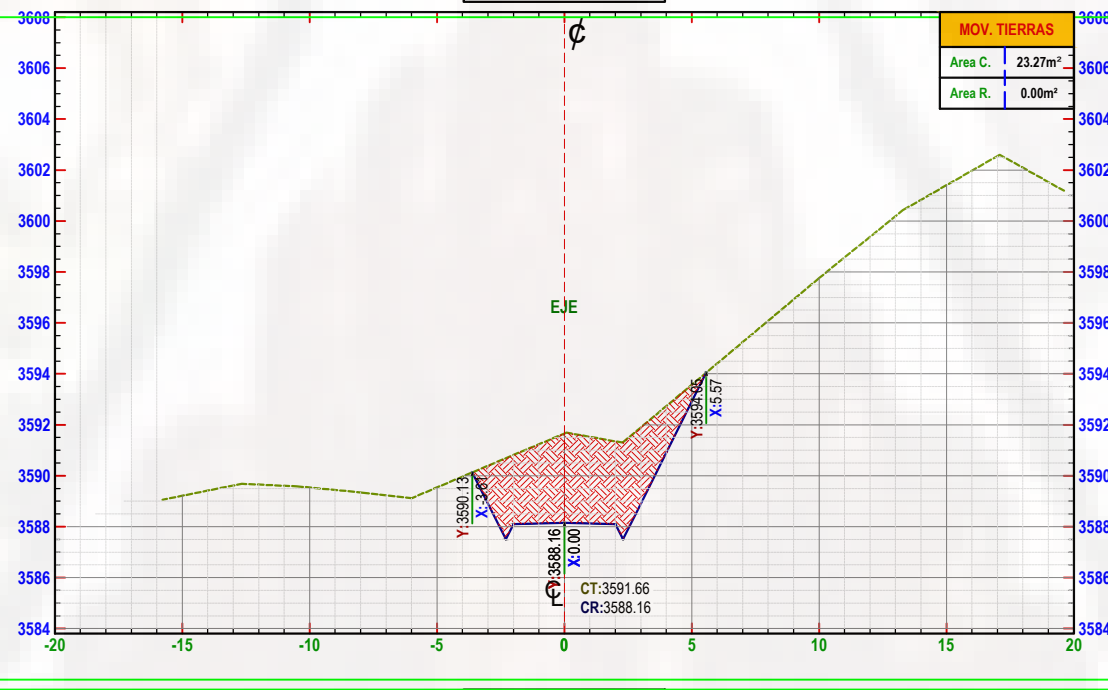
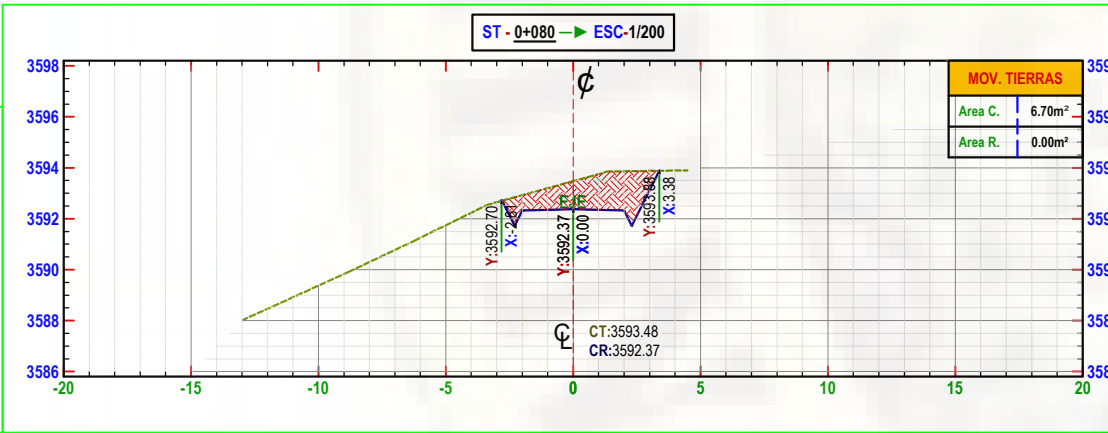
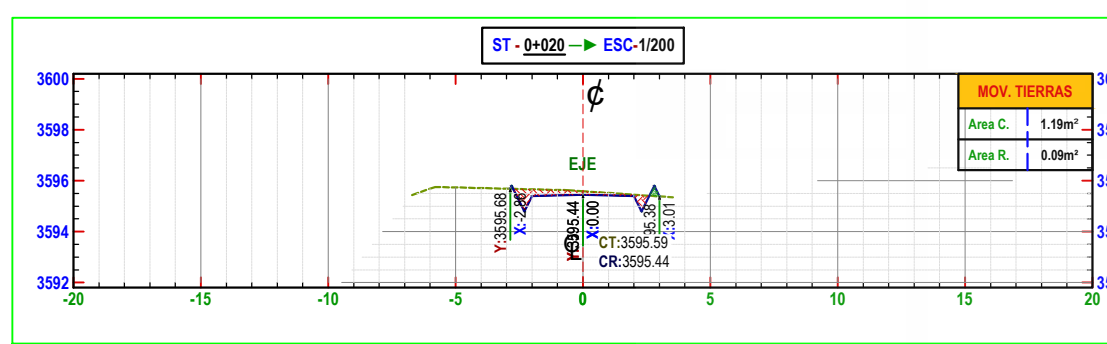
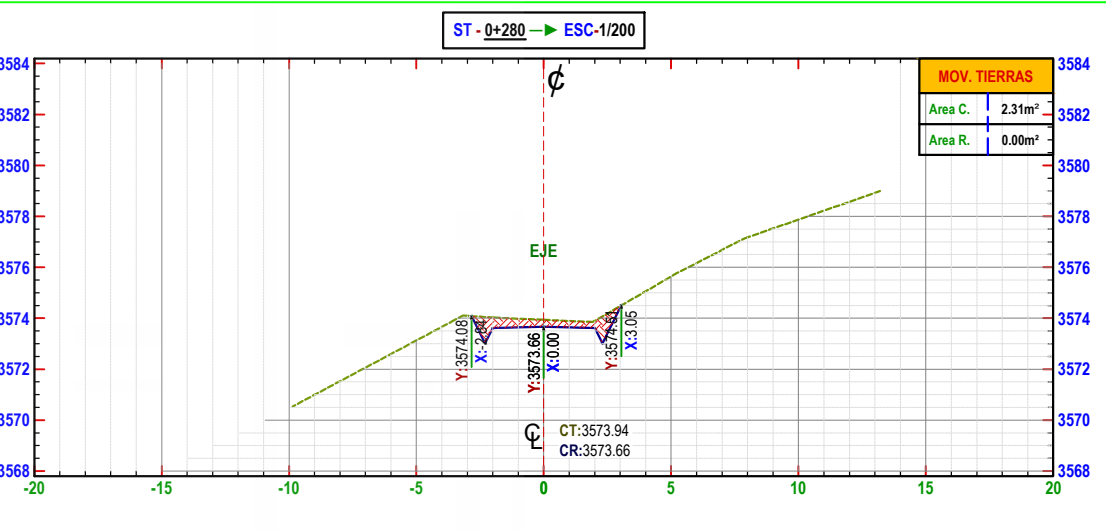
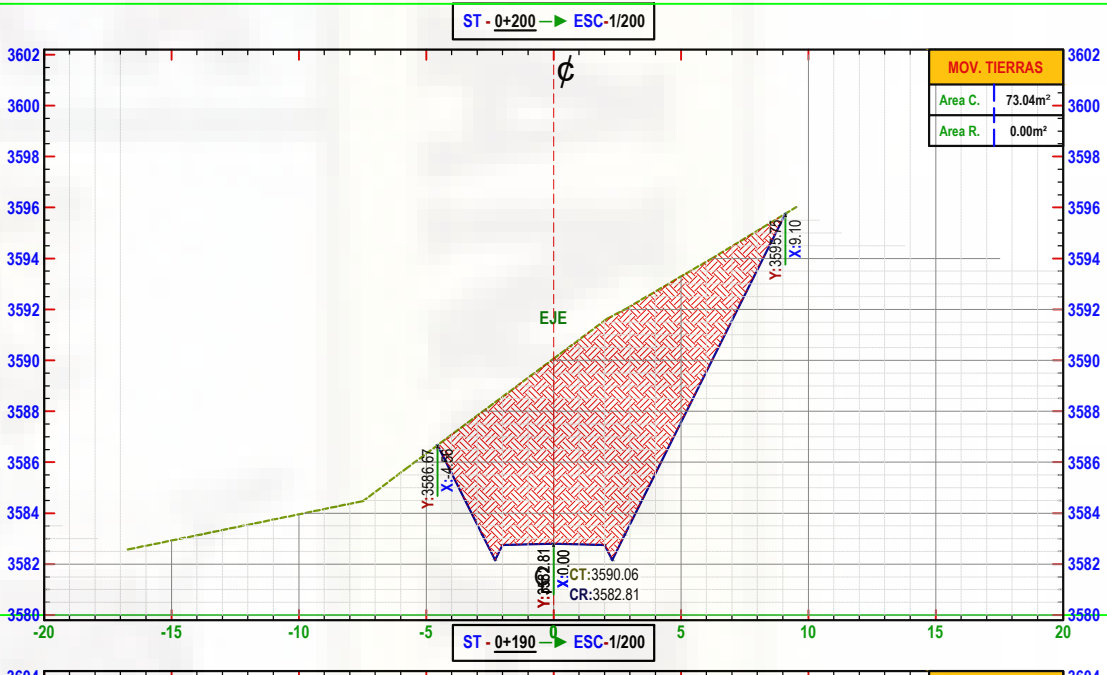
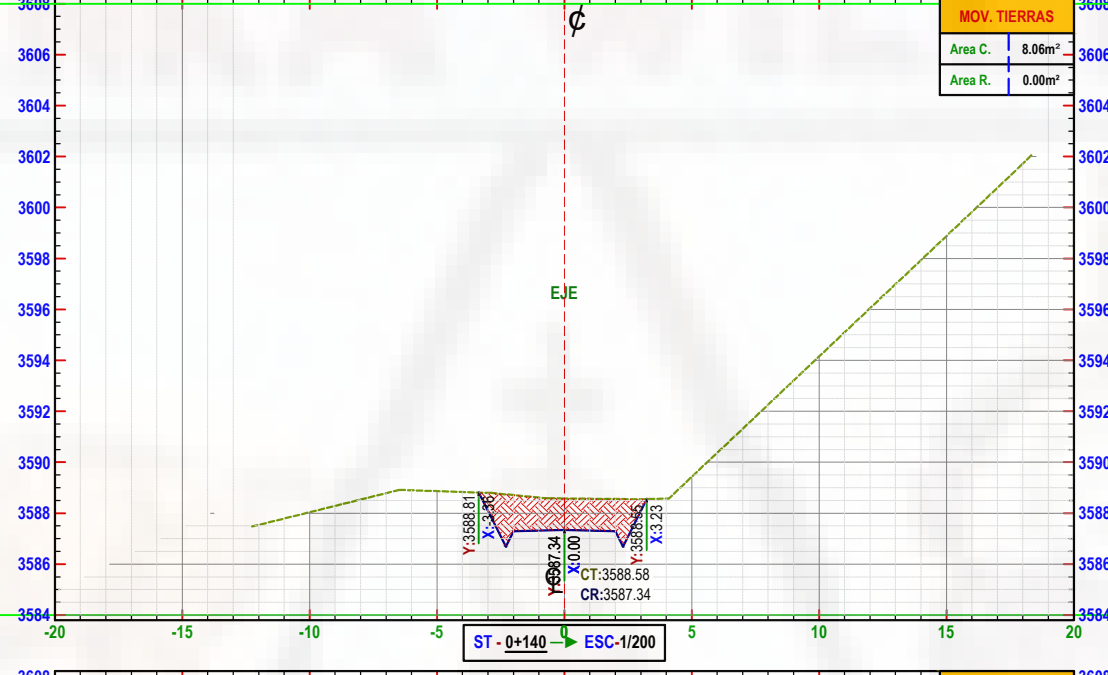
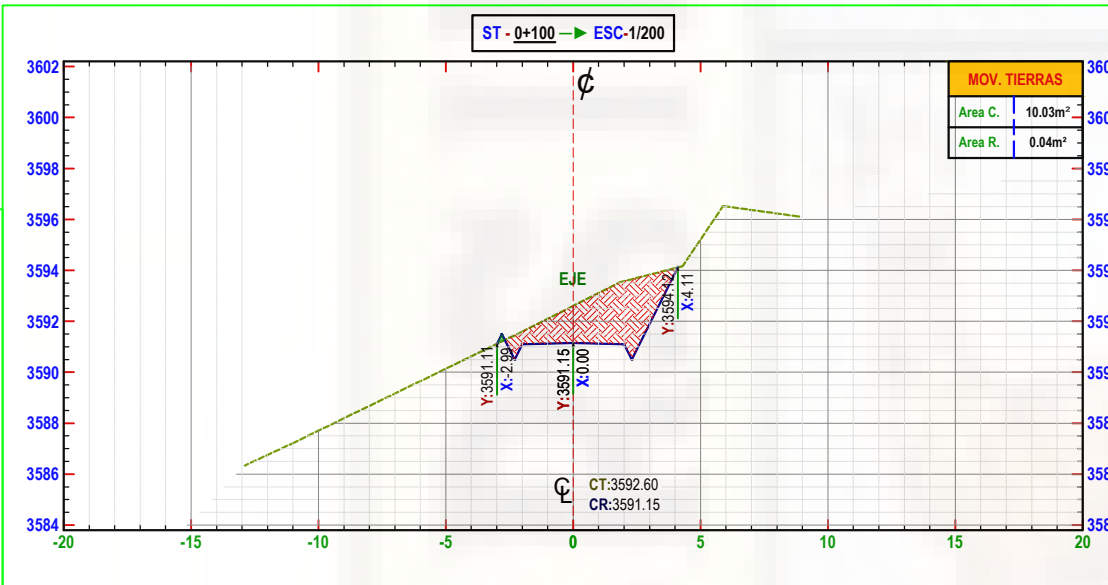
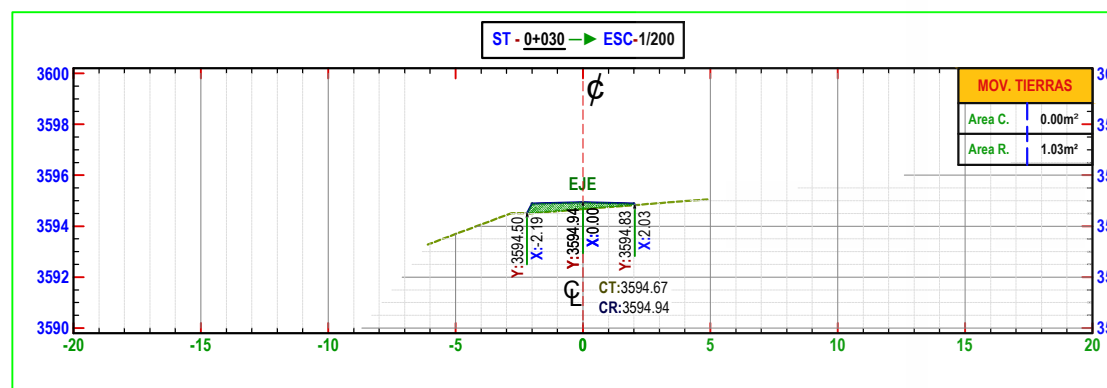
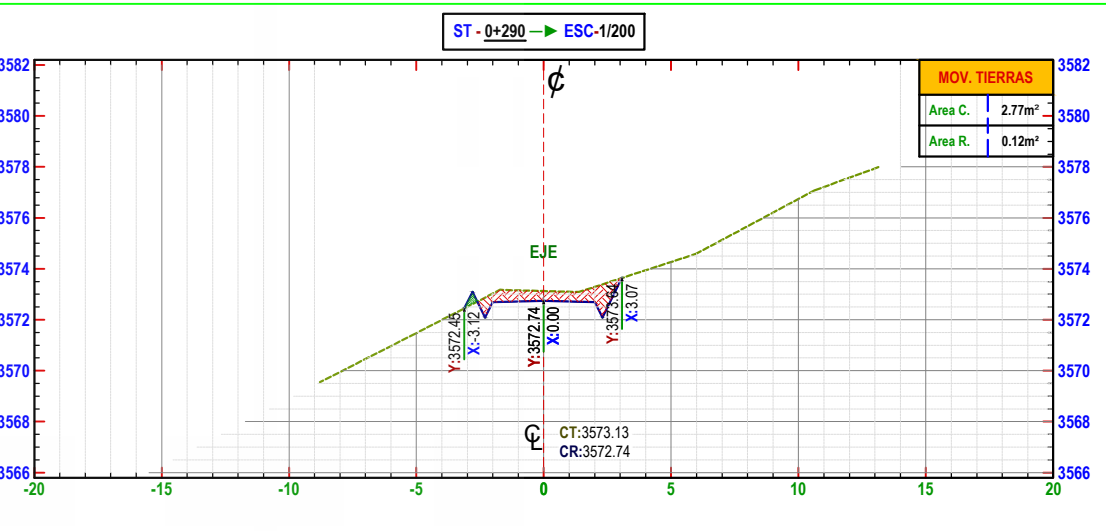
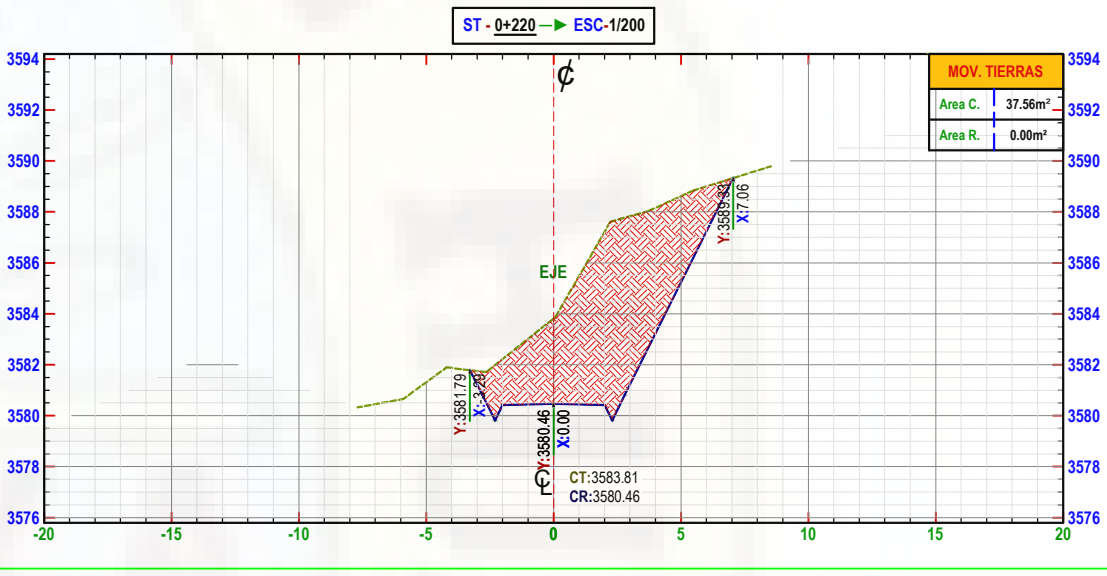
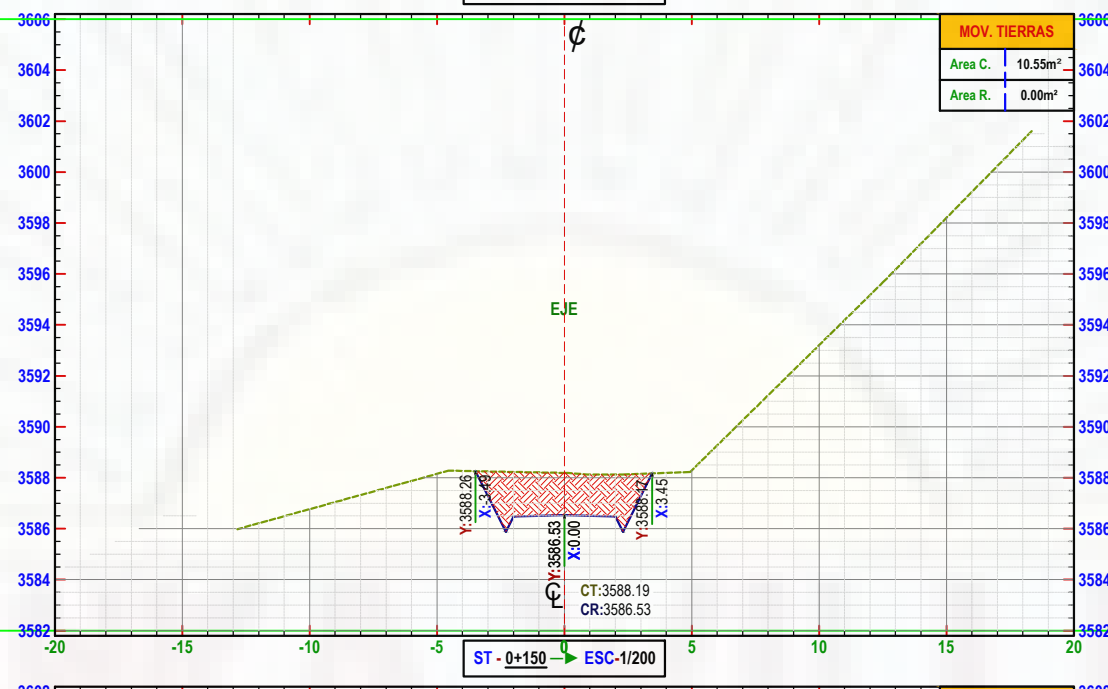
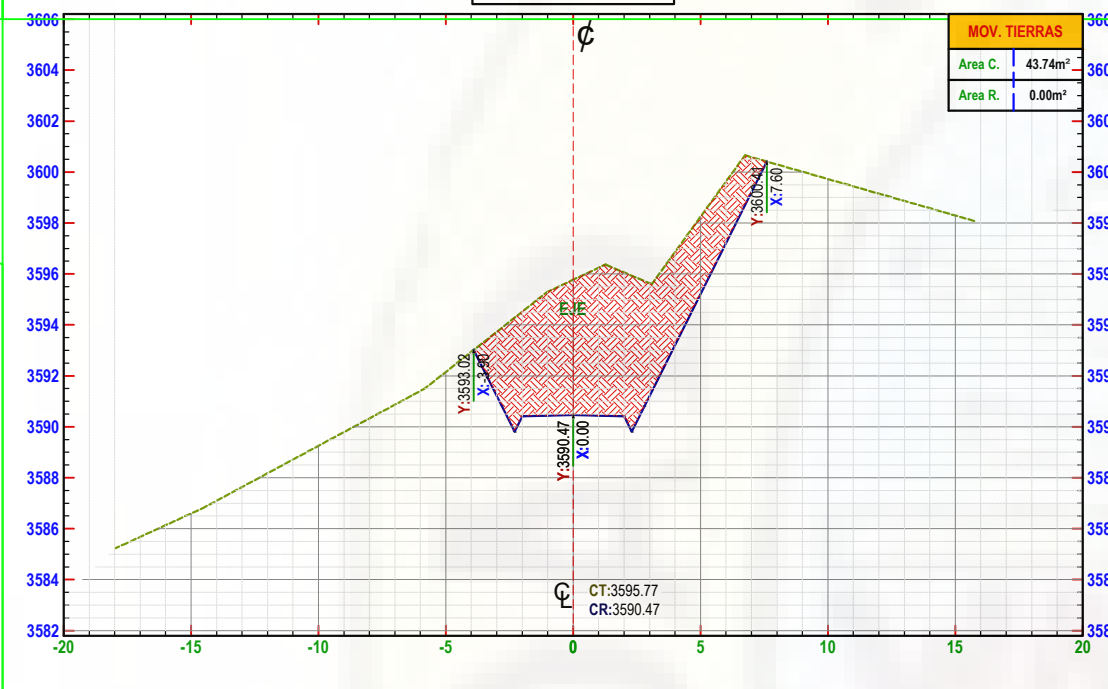
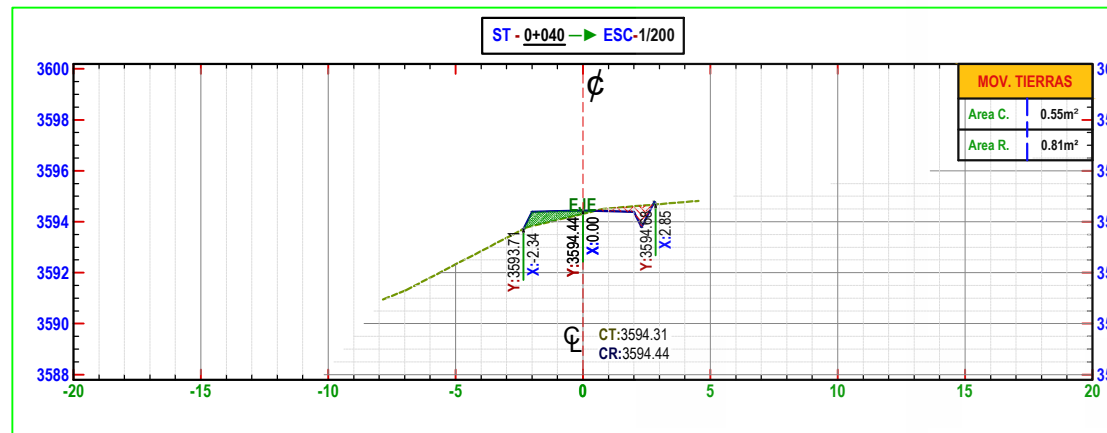
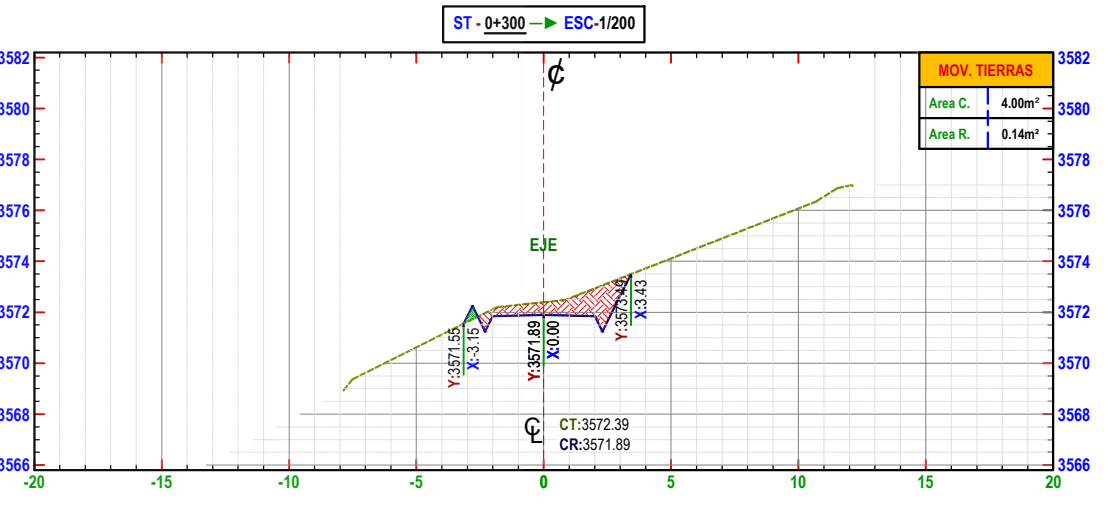
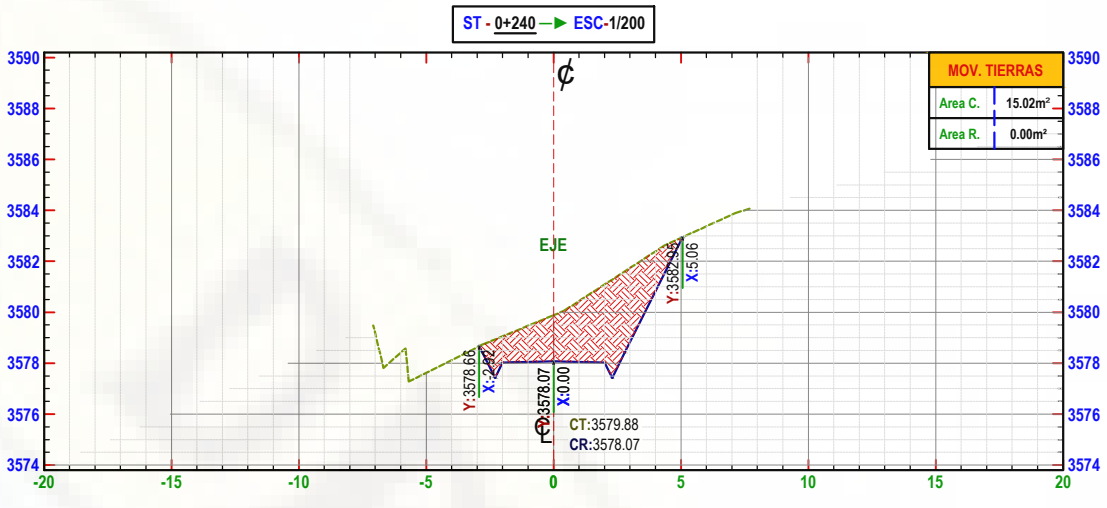
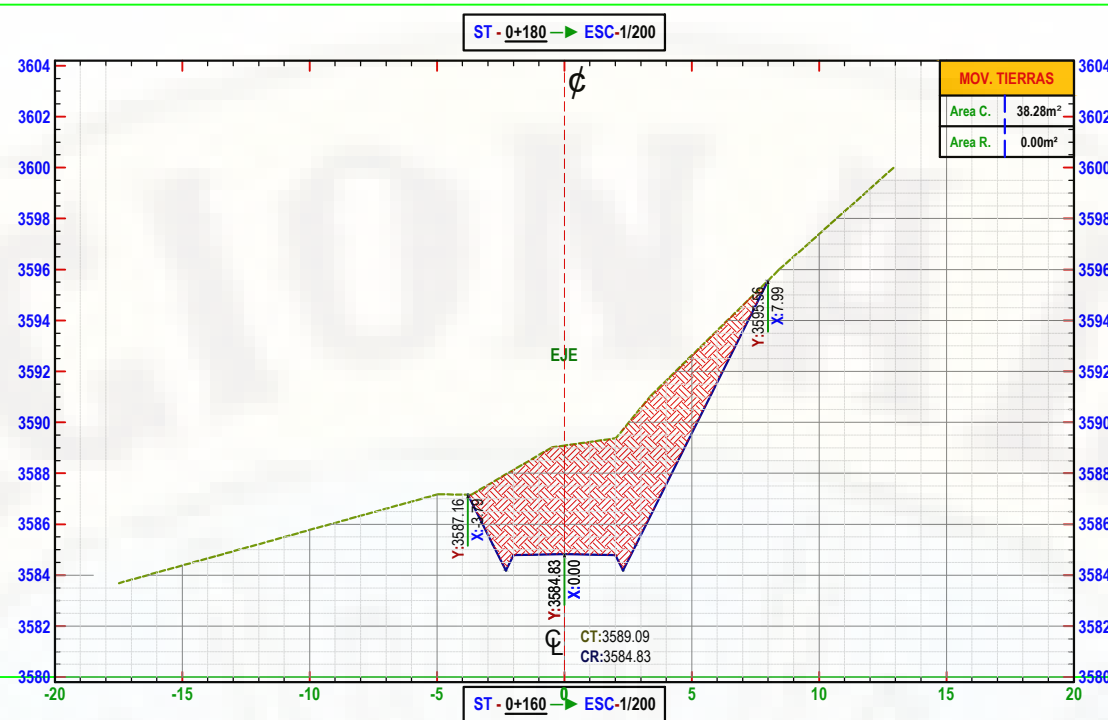
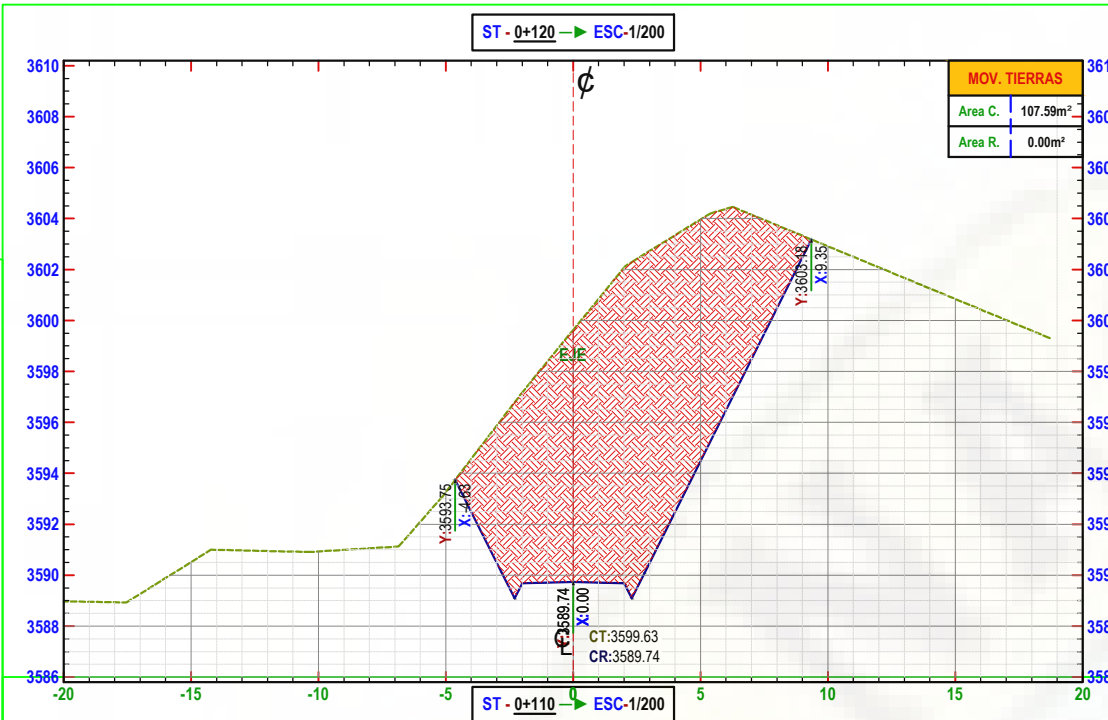
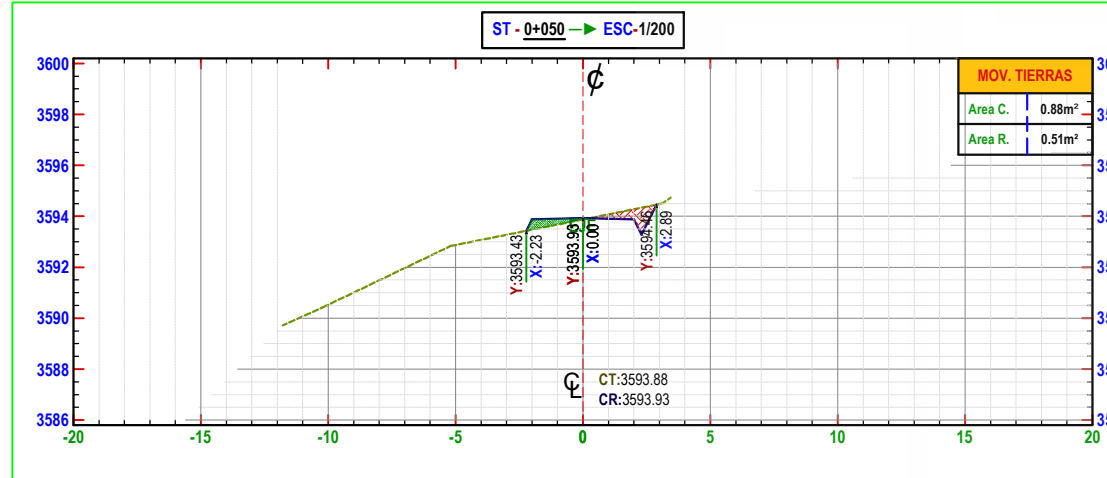
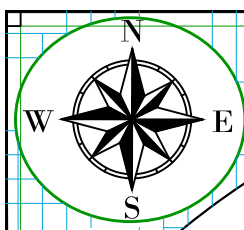
INDICADA

FECHA:

ABRIL - 2021

LAMINA:

PP-01



UNIVERSIDAD NACIONAL DE
HUANCAVELICA

FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS CIVIL AMBIENTAL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - LIRCAY

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA

"ESTUDIO COMPARATIVO DEL DISEÑO GEOMETRICO DE UNA CARRETERA CON LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO (ESTACION
TOTAL Y MODELO DIGITAL GOOGLE EARTH) EN LA PROVINCIA DE ANGARAES - HUANCAVELICA"

BACH. WILMER QUICHCA SOTACURO.
BACH. MARIBEL ORE HUAMAN.

DIBUJO Y DISEÑO:

BACH. W. Q. S y M. O. H.

REVIS:

APRUEBA:

PLANO:

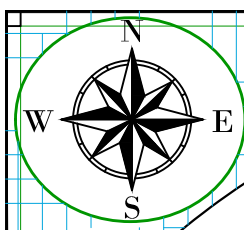
SECCIONES TRANSVERSALES
LEVANT. TOPOGRAFICO TRADICIONAL
KM: 00+000 - 0+300

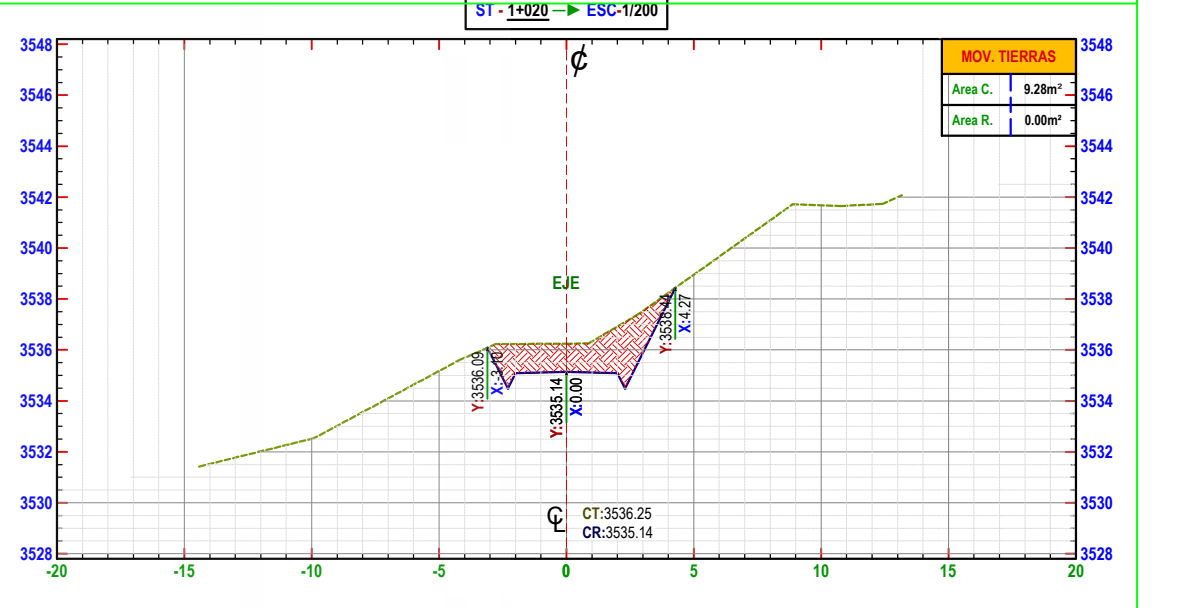
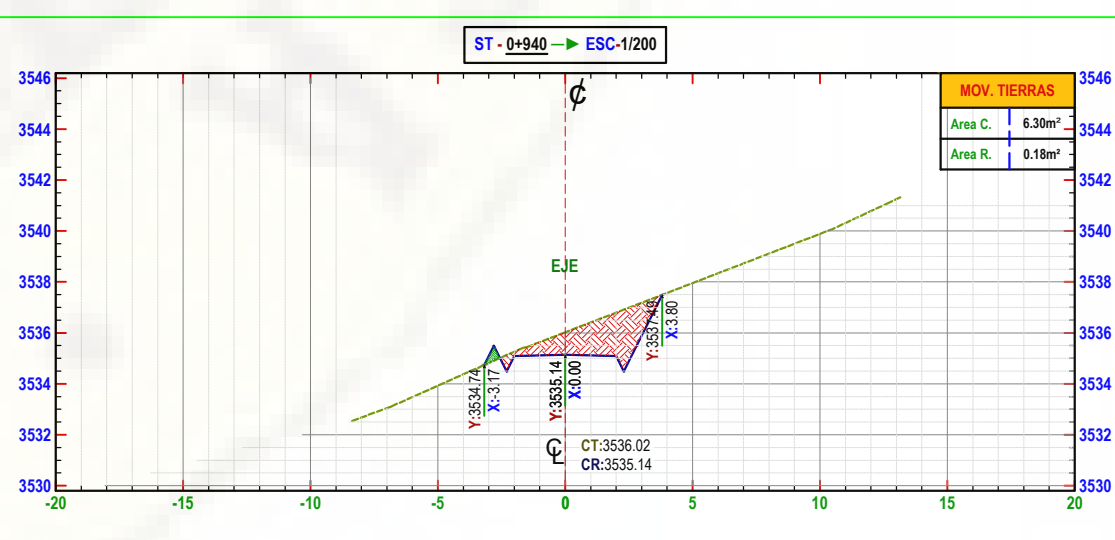
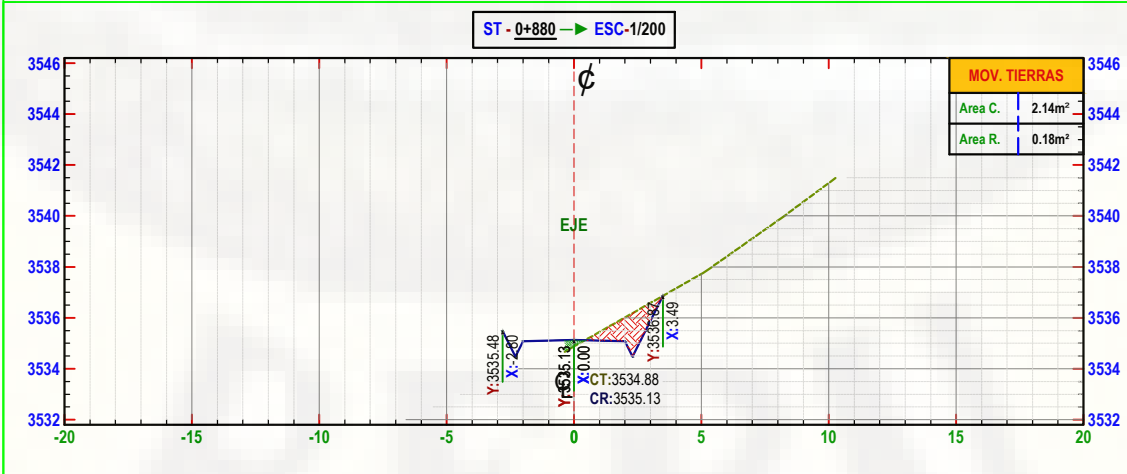
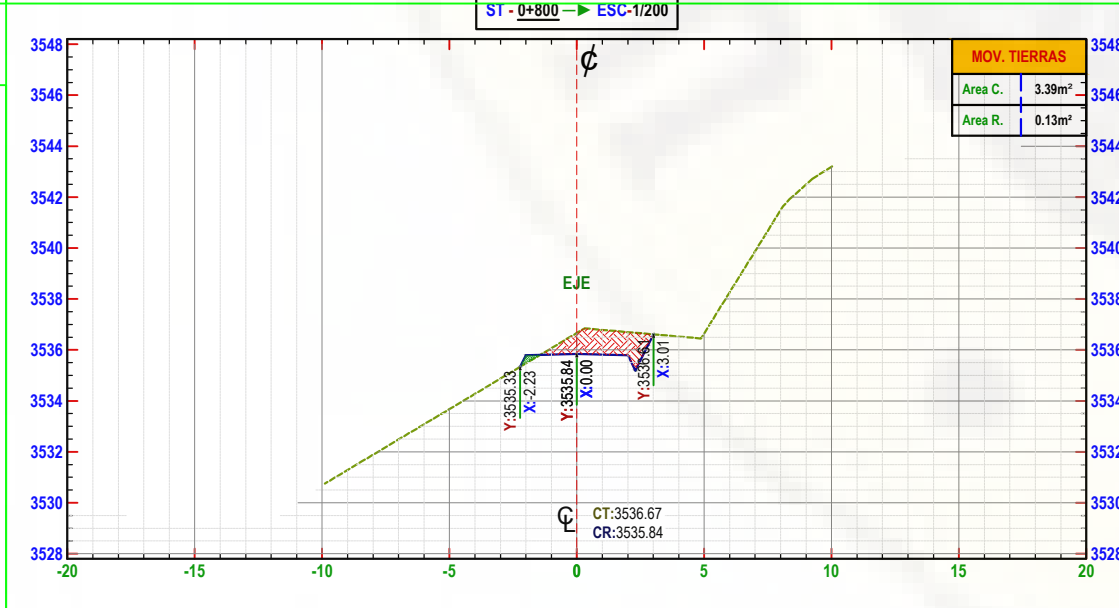
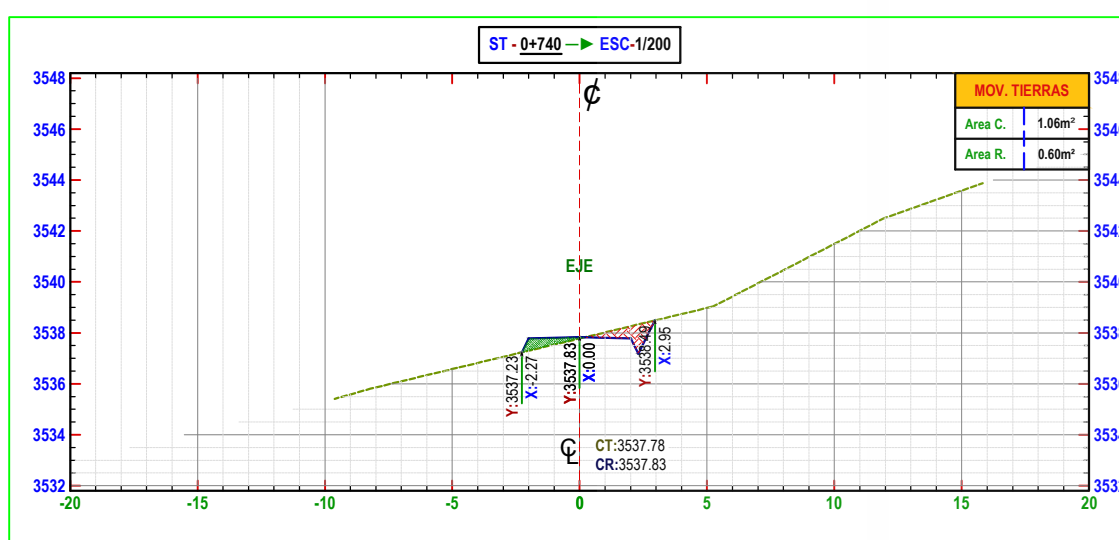
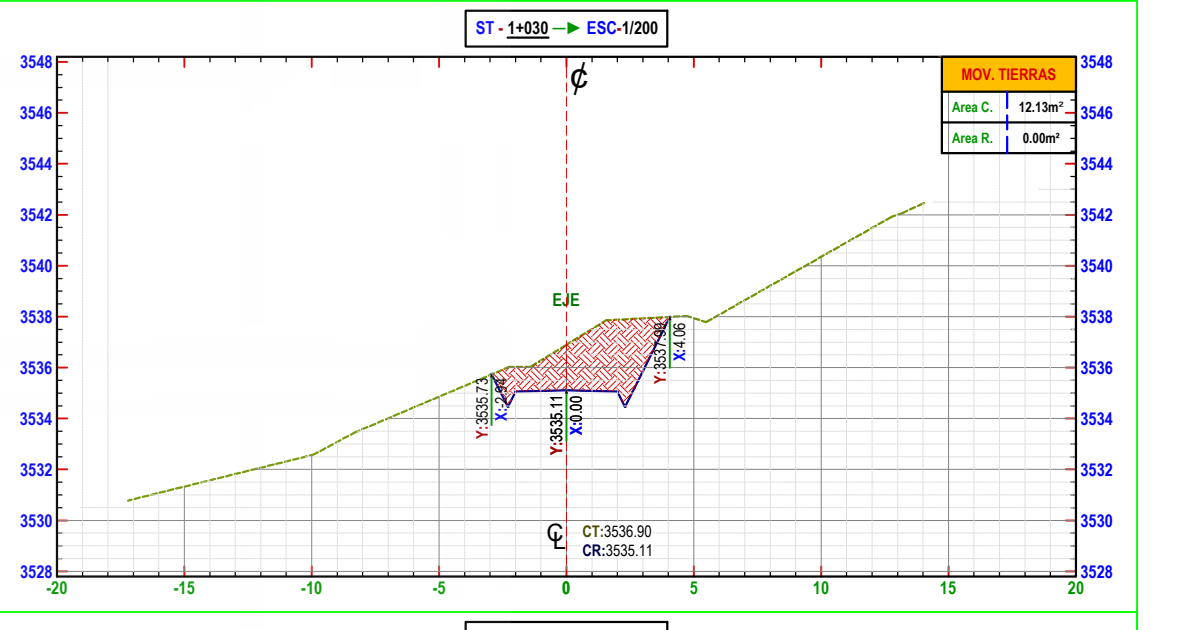
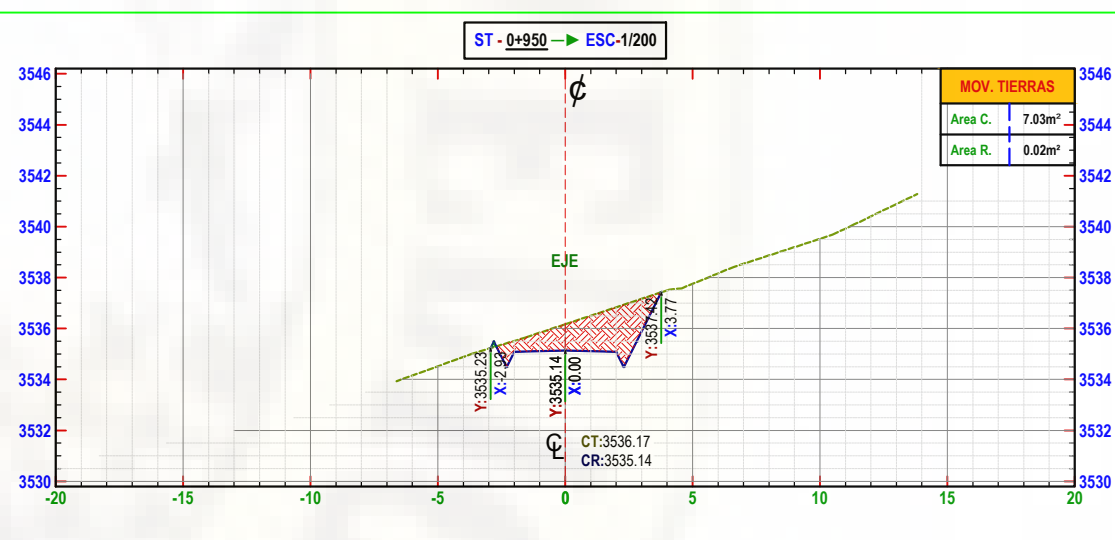
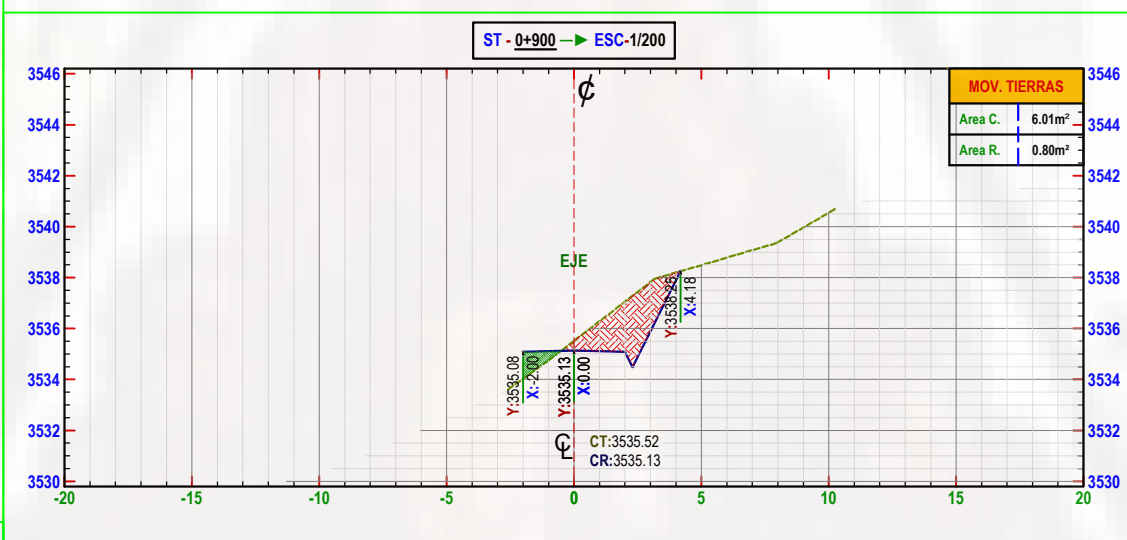
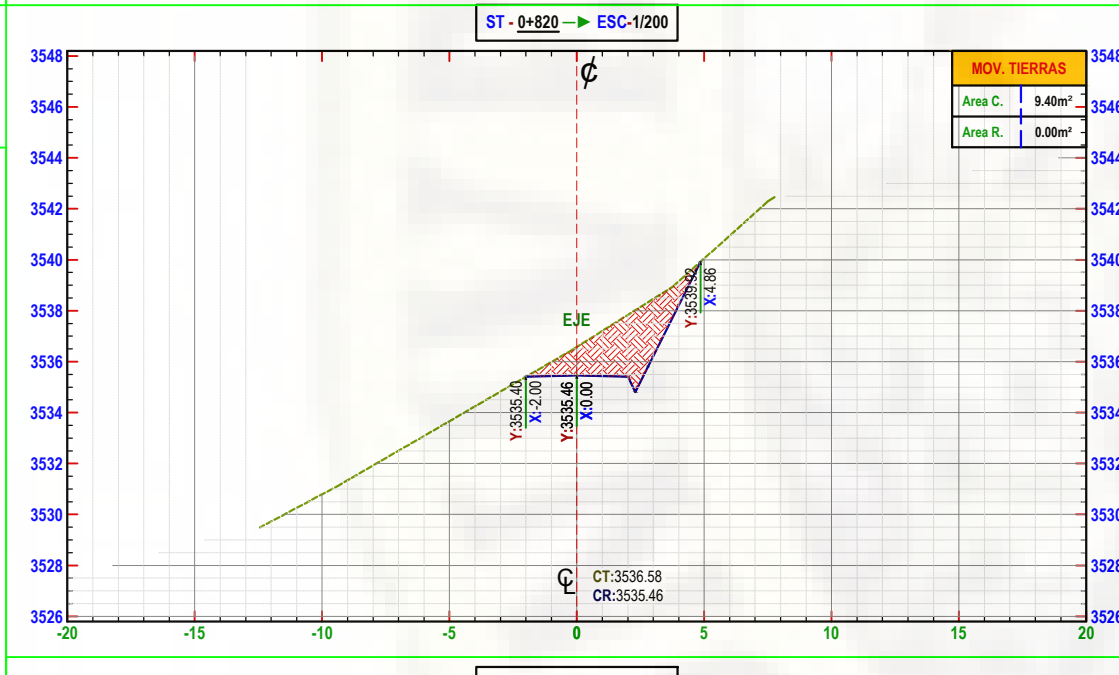
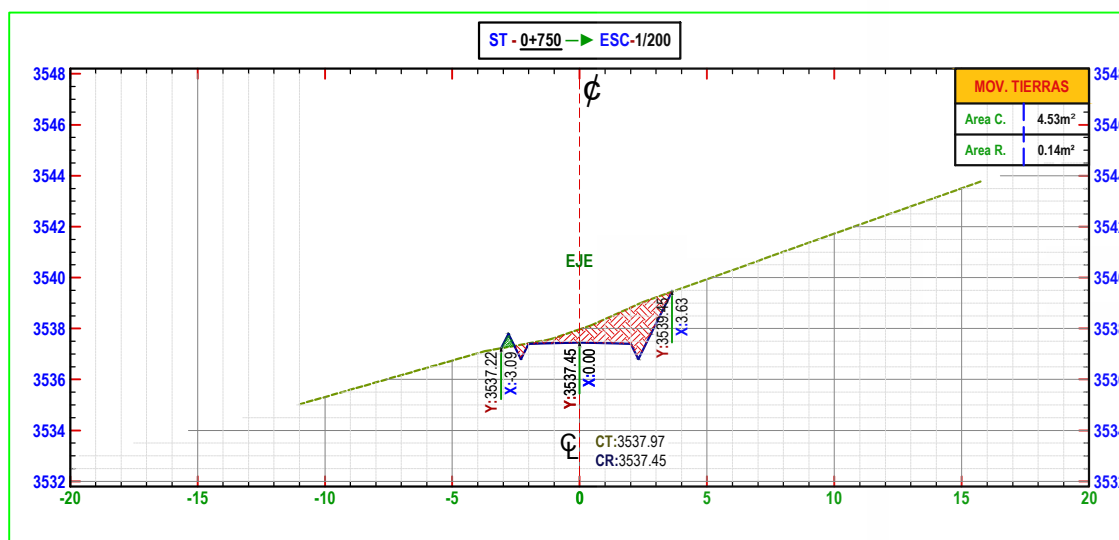
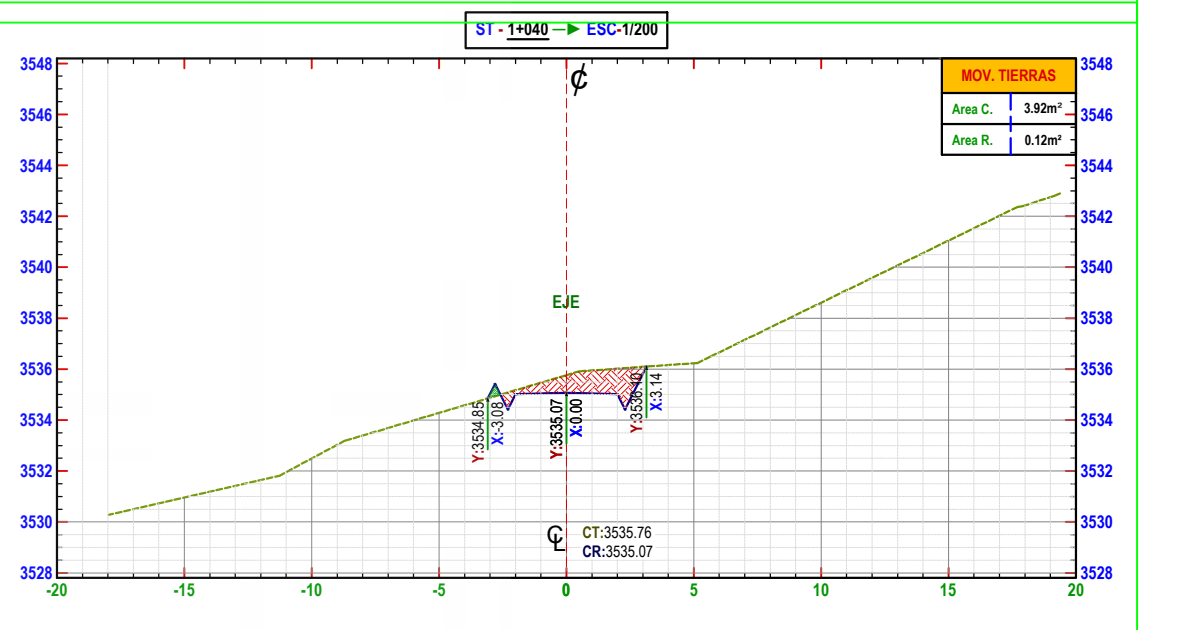
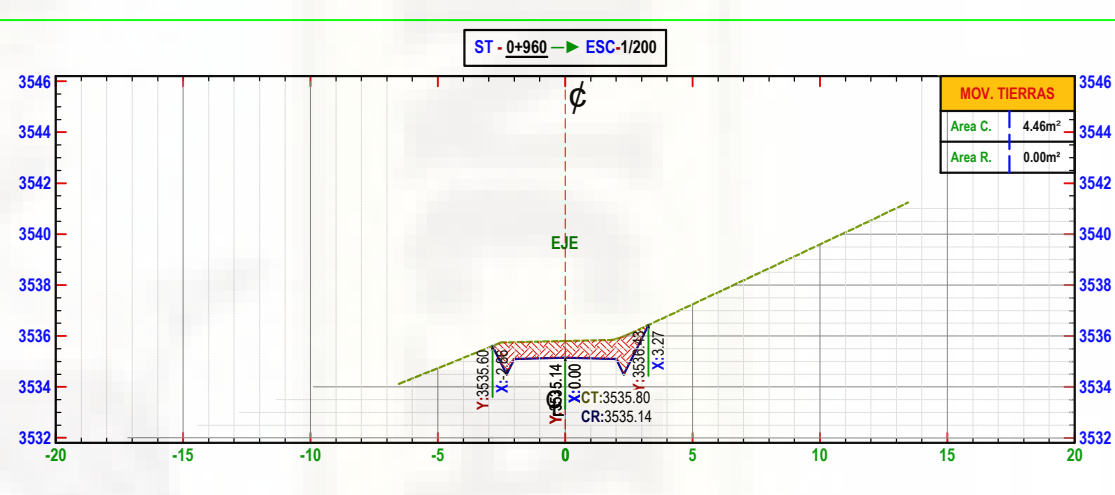
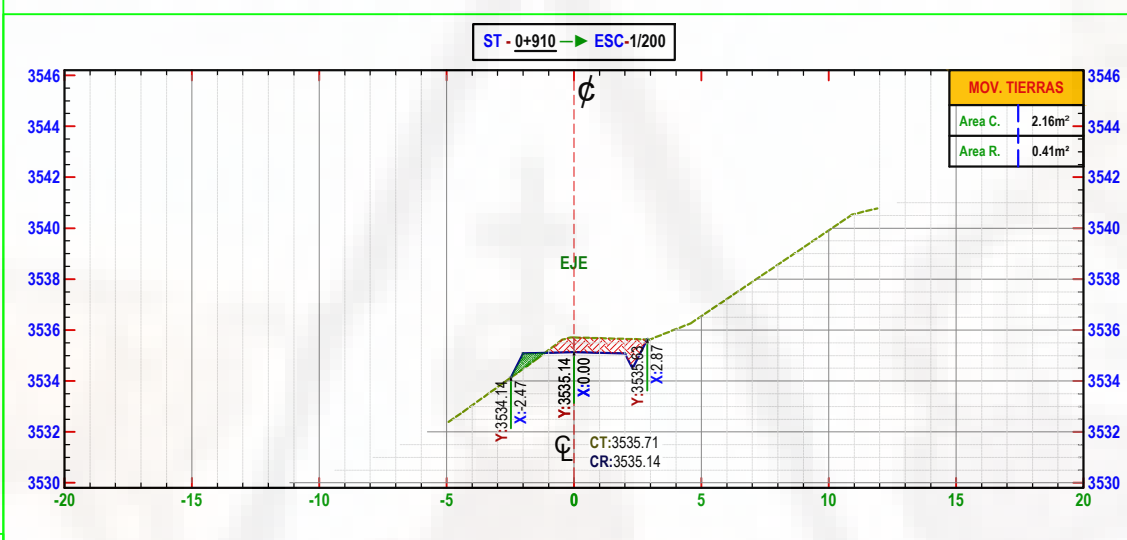
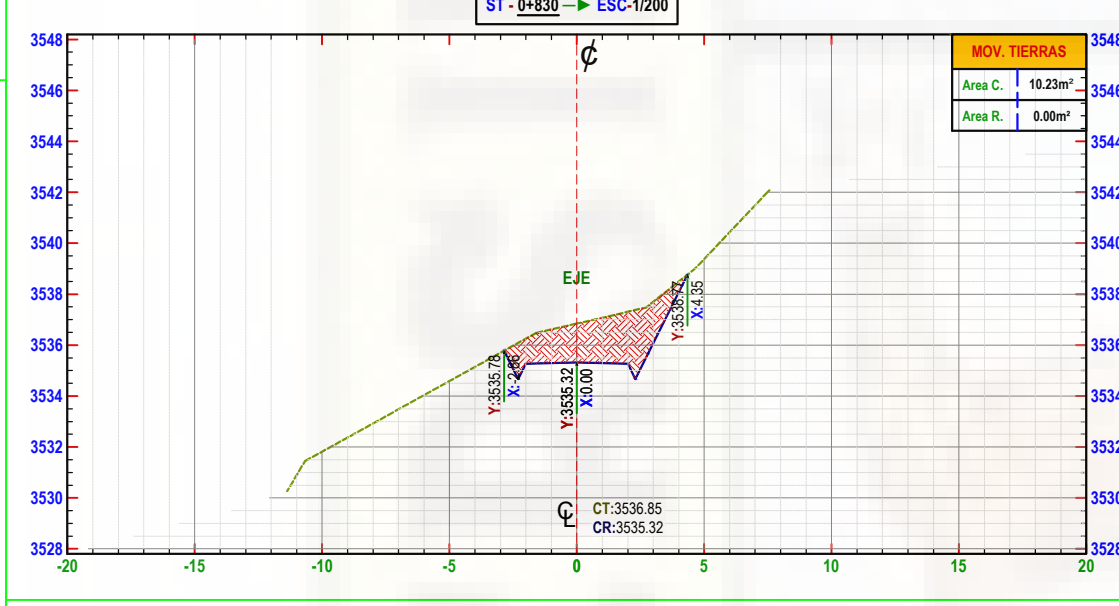
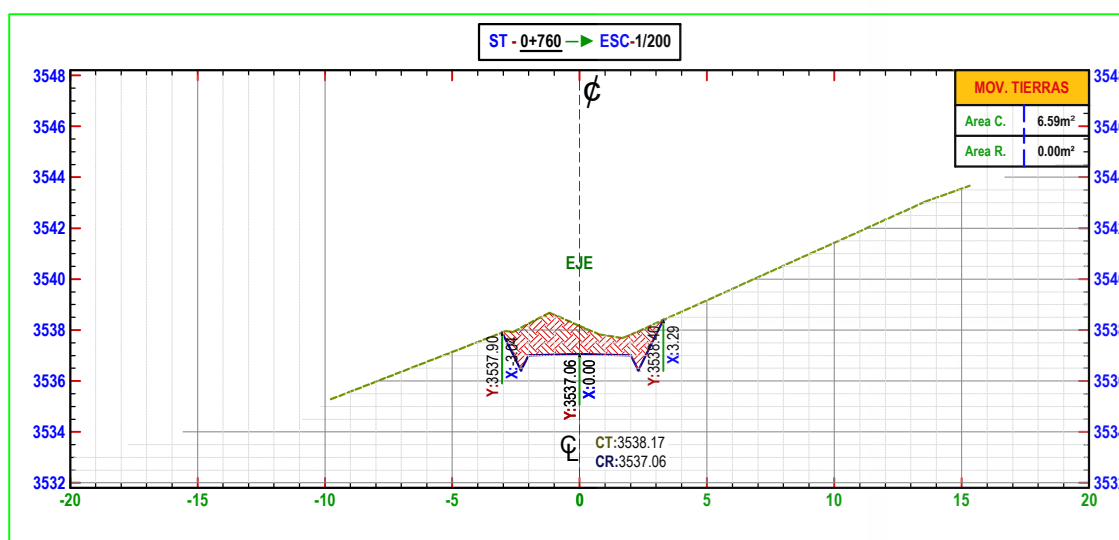
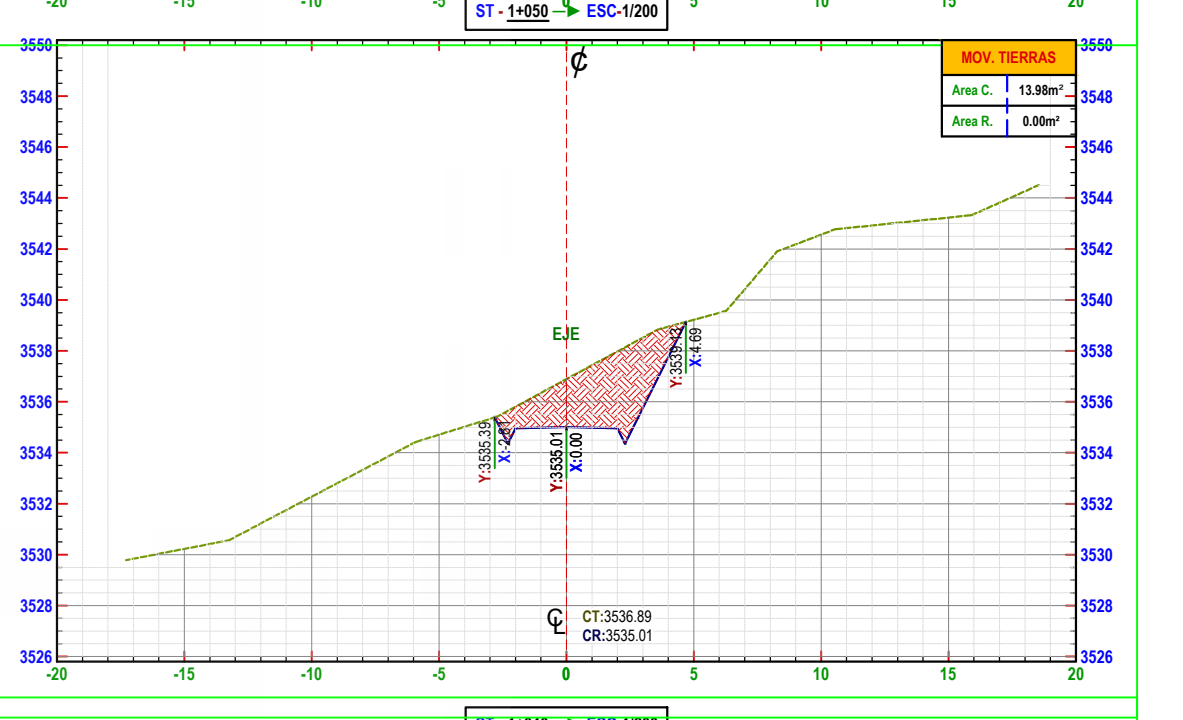
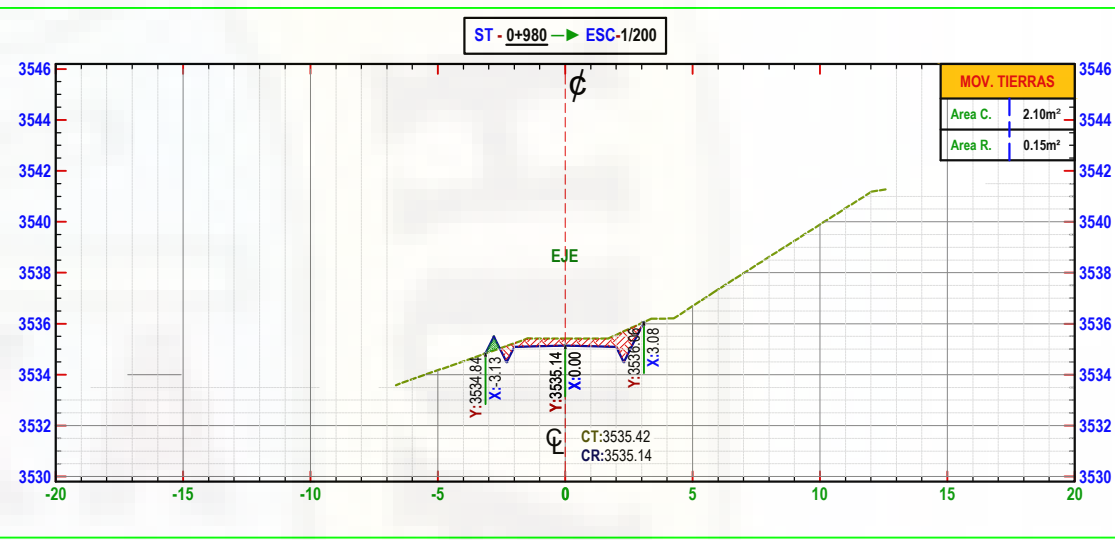
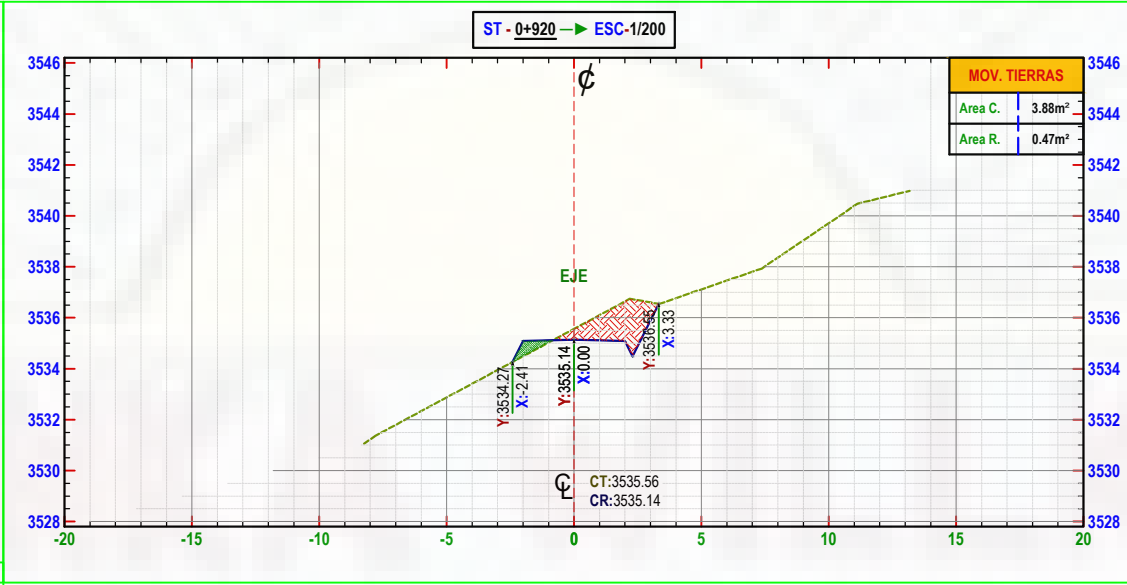
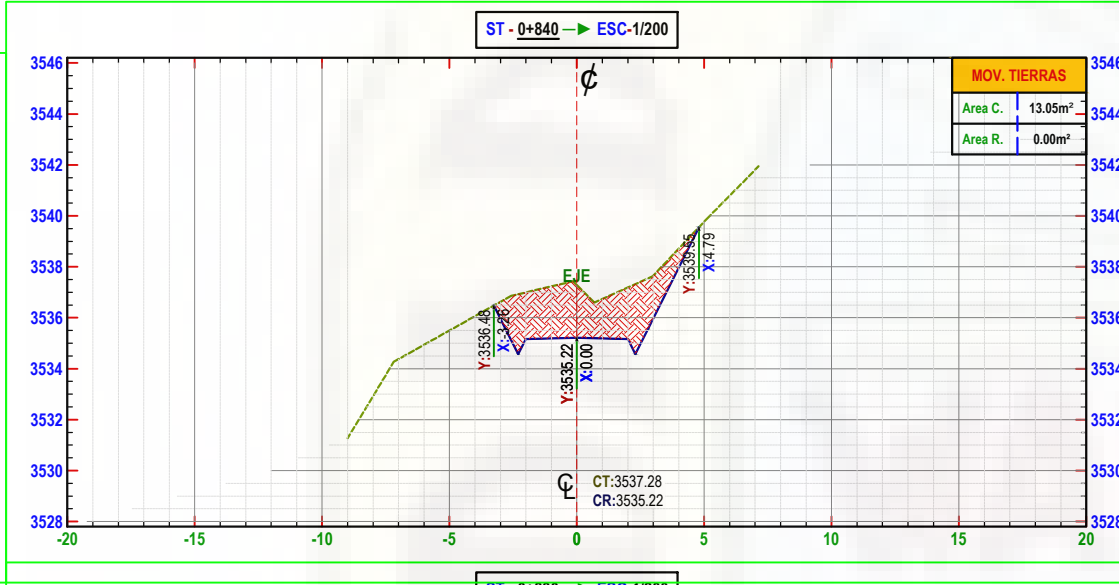
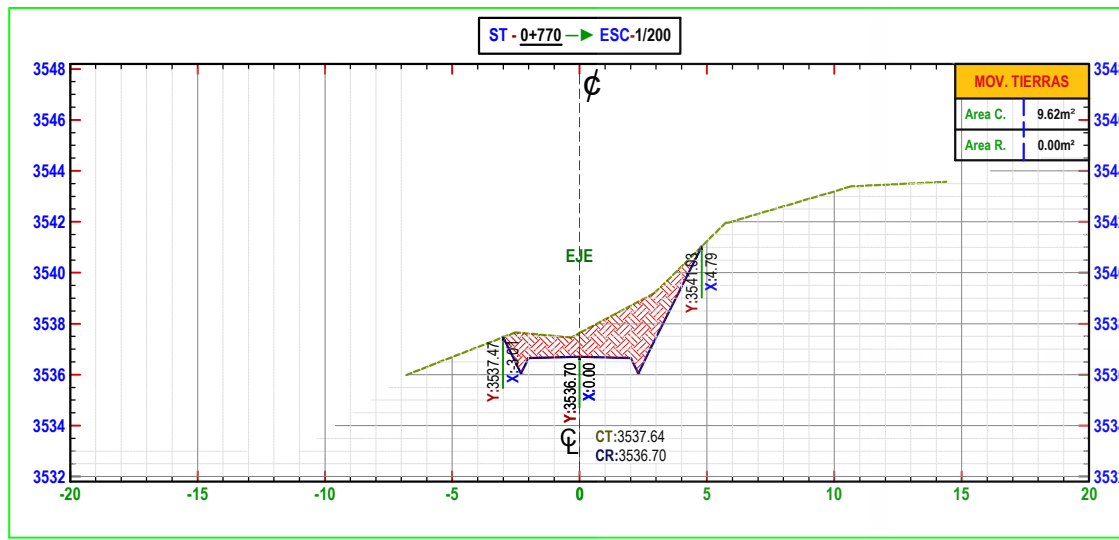
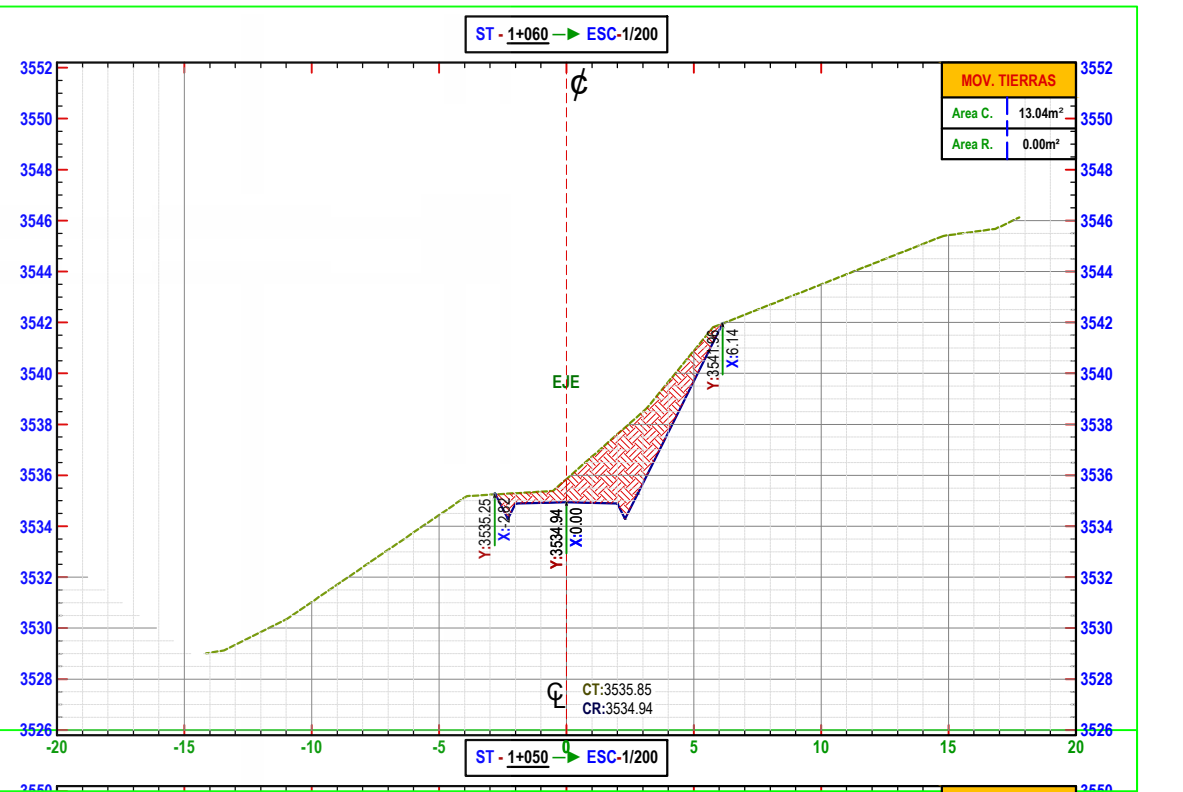
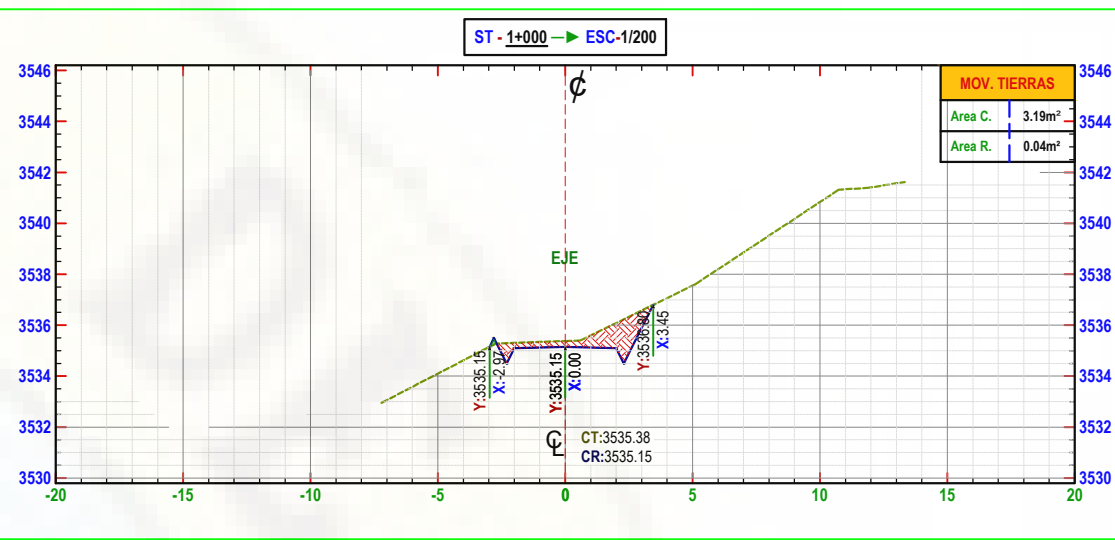
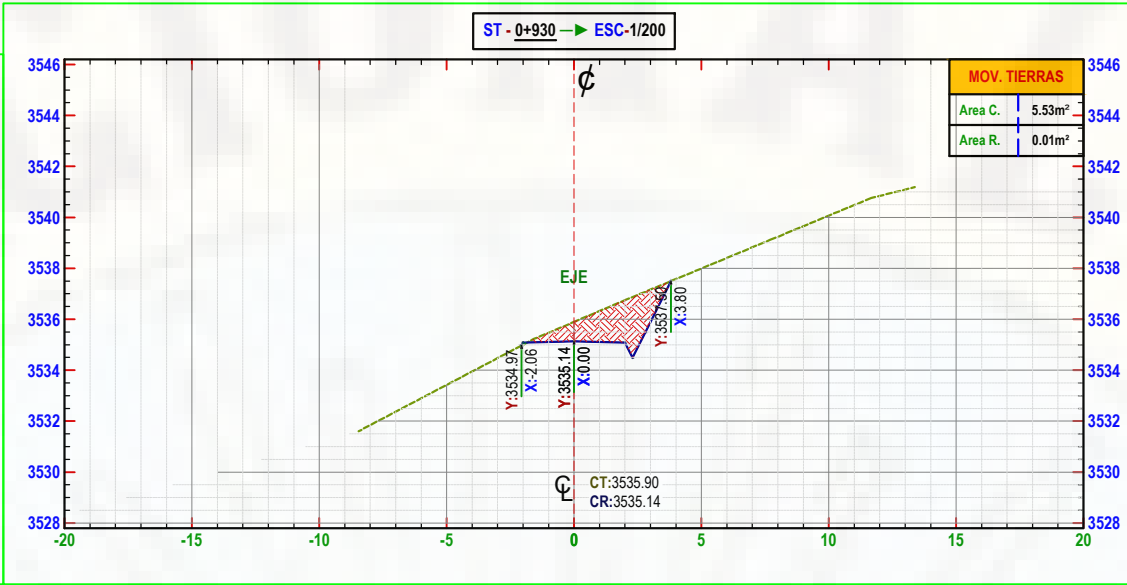
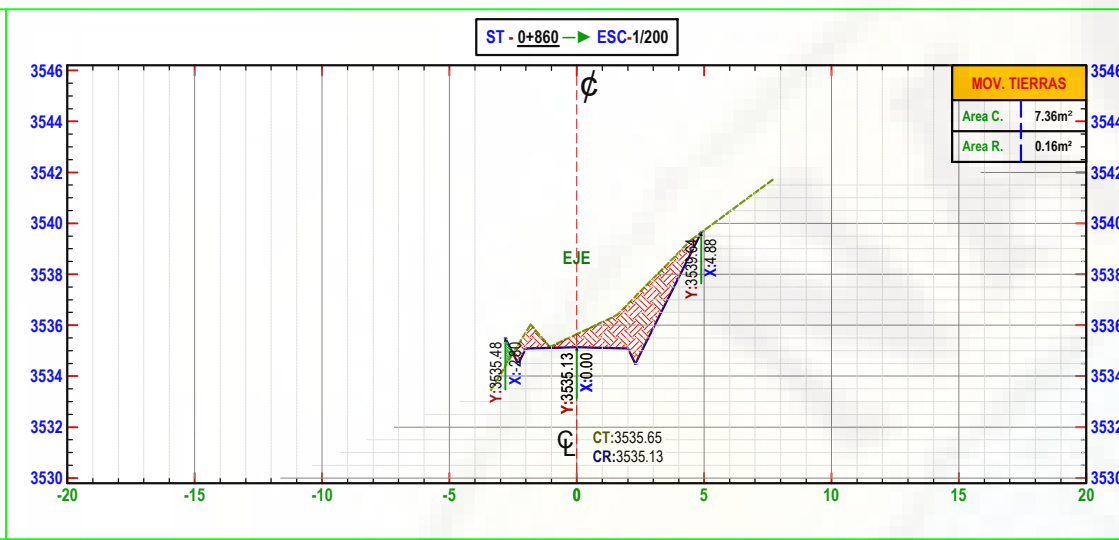
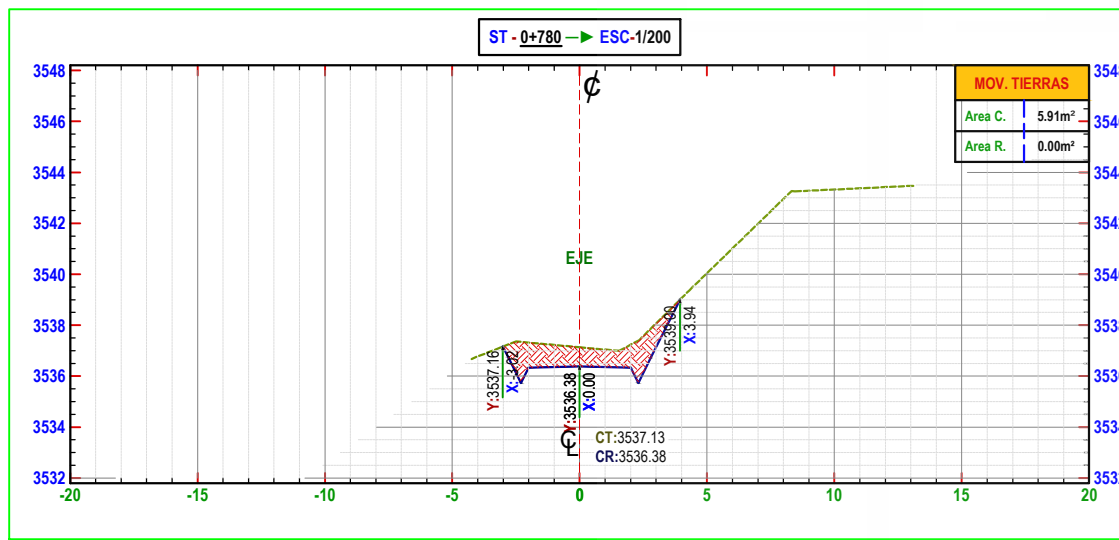
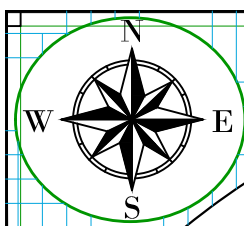
REGION: HUANCAVELICA
PROVINCIA: ANGARAES
DISTRITO: LIRCAY

ESCALA: INDICADA
FECHA: ABRIL - 2021

LAMINA:

ST-01





UNIVERSIDAD NACIONAL DE
HUANCAVELICA

FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS CIVIL AMBIENTAL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - LIRCAY

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA

"ESTUDIO COMPARATIVO DEL DISEÑO GEOMETRICO DE UNA CARRETERA CON LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO (ESTACION
TOTAL Y MODELO DIGITAL GOOGLE EARTH) EN LA PROVINCIA DE ANGARAES - HUANCAVELICA"

BACH. WILMER QUICHCA SOTACURO.
BACH. MARIBEL ORE HUAMAN.

DIBUJO Y DISEÑO:

BACH. W. Q. S y M. O. H.

REVIS:

APRUEBA:

PLANO:

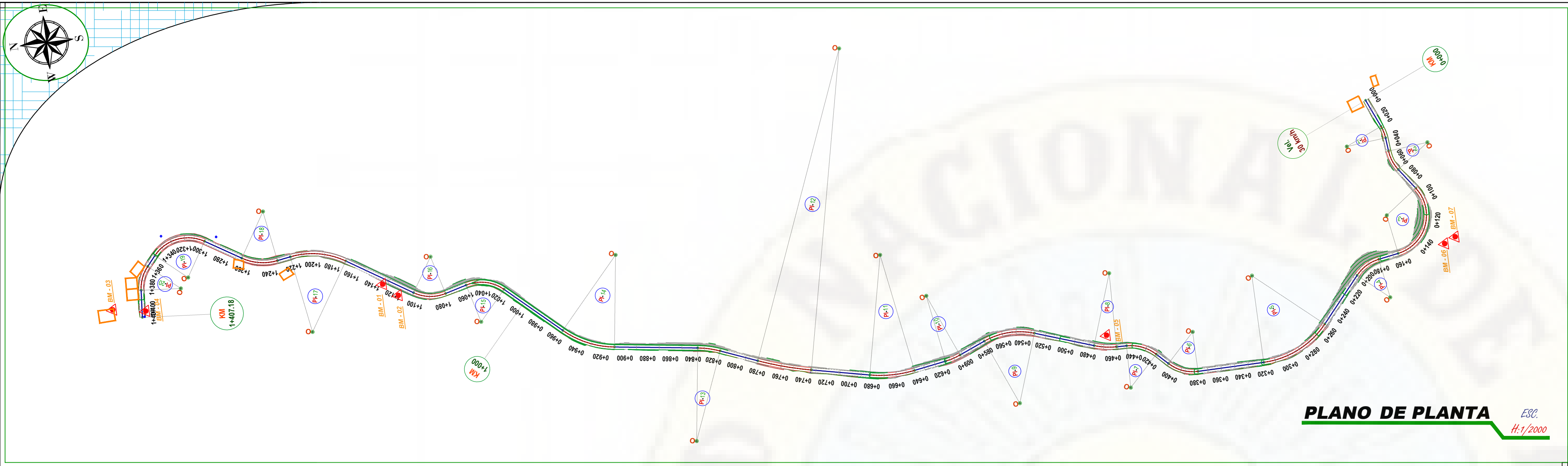
SECCIONES TRANSVERSALES
LEVANT. TOPOGRAFICO TRADICIONAL
KM: 00+740 - 1+060

REGION: HUANCAVELICA
PROVINCIA: ANGARAES
DISTRITO: LIRCAY

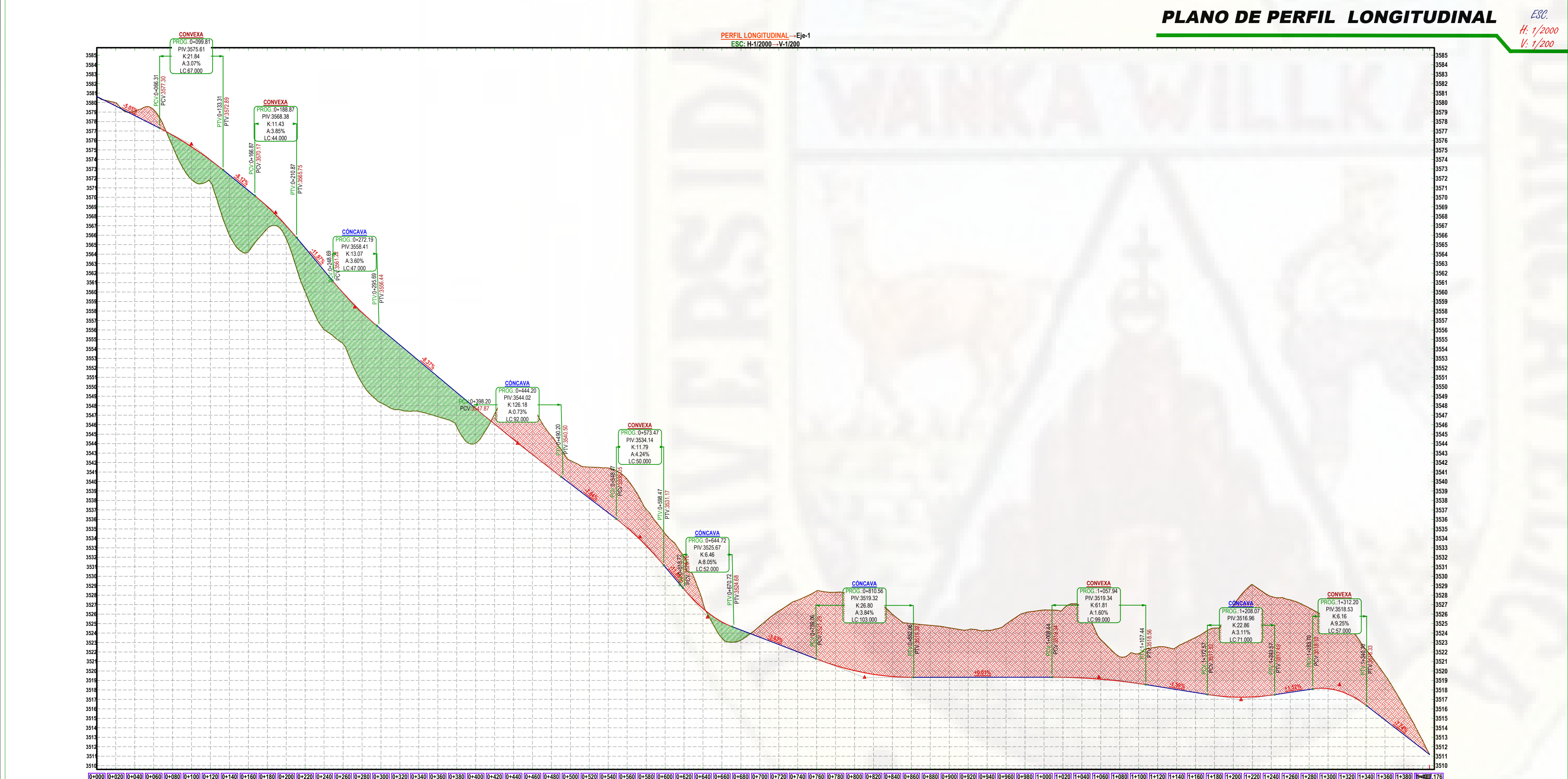
ESCALA: INDICADA
FECHA: ABRIL - 2021

LAMINA:

ST- 03



ELEMENTOS DE CURVA												
N°	S	R	L	T	Δ	C	E	M	P.C.	P.T.	P.I. ESTE	P.I. NORTE
PI-1	8	35	10.99	5.54	017°59'11"	10.94	0.44	0.43	0+026.52	0+037.51	530956.596	8562798.174
PI-2	1	35	18.61	9.53	030°28'21"	18.40	1.28	1.23	0+049.41	0+068.02	530929.732	8562795.739
PI-3	8	35	71.03	56.32	116°16'55"	59.45	31.31	16.53	0+090.49	0+161.52	530857.965	8562744.261
PI-4	1	35	24.19	12.60	039°35'31"	23.71	2.20	2.07	0+179.44	0+203.63	530843.828	8562829.936
PI-5	8	77	65.36	34.79	048°38'04"	63.42	7.50	6.83	0+255.06	0+320.42	530789.285	8562894.823
PI-6	8	35	27.61	14.57	045°11'38"	26.90	2.91	2.69	0+378.77	0+406.38	530788.670	8563002.532
PI-7	1	37	27.83	14.61	043°05'37"	27.18	2.78	2.59	0+419.87	0+447.69	530798.768	8563032.771
PI-8	8	65	19.79	9.97	017°26'45"	19.72	0.76	0.75	0+456.63	0+476.42	530799.805	8563066.271
PI-9	1	63	45.62	23.86	041°29'25"	44.63	4.37	4.08	0+530.05	0+575.67	530828.597	8563148.865
PI-10	8	60	13.78	6.92	013°09'32"	13.75	0.40	0.40	0+600.29	0+614.07	530807.600	8563200.134
PI-11	8	106	39.76	20.12	021°29'38"	39.53	1.89	1.86	0+642.69	0+682.46	530798.785	8563255.092
PI-12	8	284	47.96	24.04	009°40'30"	47.90	1.02	1.01	0+733.97	0+781.93	530819.297	8563348.532
PI-13	1	82	19.96	10.03	013°56'39"	19.91	0.61	0.61	0+816.17	0+836.13	530844.948	8563411.842
PI-14	8	81	48.51	25.01	034°18'51"	47.79	3.77	3.60	0+909.34	0+957.85	530860.222	8563519.001
PI-15	1	35	34.96	19.09	057°13'45"	33.52	4.87	4.27	1+020.97	1+055.93	530932.558	8563598.146
PI-16	8	35	28.93	15.35	047°21'41"	28.11	3.22	2.95	1+075.48	1+104.41	530918.761	8563650.354
PI-17	1	69	50.05	26.19	041°33'48"	48.96	4.80	4.49	1+170.29	1+220.35	530976.566	8563740.887
PI-18	8	45	30.27	16.75	040°49'52"	31.39	3.02	2.83	1+232.18	1+264.24	530967.994	8563794.977
PI-19	1	35	49.35	29.78	080°47'23"	45.36	10.96	8.34	1+300.26	1+349.61	531011.526	8563865.116
PI-20	1	35	22.14	11.45	036°14'17"	21.77	1.83	1.74	1+361.18	1+383.31	530971.701	8563899.779



CUADRO DE CALICATAS			
N° CALICATA	NORTE	ESTE	PROGRESIVA
01	8562946.433	530768.990	00+340.00
02	8563763.609	530972.892	01+220.00

DATOS DE DISEÑO	
INDICE MEDIO DIARIO	MEJOR DE SU VEH.
VELOCIDAD DIRECTRIZ	20 Km/h
PENDIENTE MÁXIMA	6.00 %
PENDIENTE MÍNIMA	-2.00 %
RADIO MÍNIMO CURVATURA	25.00 mts
RADIO MÍNIMO EXCEPCIONAL	25.00 mts
SUPERFICIE DE RODADURA	4.00 mts
ANCHO DE BERM	No consideradas
BOMBEO	2.00 %
PERALTE MÍNIMO	2.00 %
PERALTE MÁXIMO NORMAL	6.00 %
PERALTE MÁXIMO EXCEPCIONAL	4.00 %
TALUD EN RELLENO	1 : 1.75
TALUD EN CORTE	1 : 2
CUNETAS	0.50 x 0.50 mts

TIPO DE TERRENO	
ADJUNTO EN METRADO DE EXPLICACIONES	

CUADRO DE BMS			
N° DE BM	NORTE	ESTE	COTA
01	8563888.372	530937.9891	3534.969
02	8563876.906	530928.4941	3535.267
03	8563827.712	530946.4871	3522.728
04	8563899.092	530941.6411	3524.362
05	8563063.646	530810.7051	3564.473
06	8562758.181	530862.0281	3560.454
07	8562748.249	530856.7881	3561.154

