

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

APLICACIÓN DEL SOFTWARE ISTRAM BIM EN EL TRAZADO GEOMÉTRICO DE LA CARRETERA DE VIZCACHA – MUSGA, DISTRITO DE MUSGA, PROVINCIA DE MARISCAL LUZURIAGA, REGIÓN ANCASH, 2020

Trabajo de suficiencia profesional para optar el título

profesional de:

Ingeniero Civil



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

Autores:

Ortega Espinoza, Walter
Ocaña Guerrero, Leidy Carmen

Asesor:

Mg. Ing. Julio Christian Quesada Llanto

Lima - Perú

2021

DEDICATORIA

A mi familia y de manera especial a mis padres quienes siempre me han brindado su apoyo y que nunca dejaron de confiar en mí. Ustedes fueron mi pilar para asimilar la importancia del estudio y el esfuerzo.

Ortega Espinoza, Walter.

A Dios por permitirme estar con vida, a mi papá Kiko que desde el cielo me bendice y a mi mamá Roxana por su apoyo incondicional en todo momento. A toda mi familia por siempre estar ahí conmigo dándome aliento

Ocaña Guerrero, Leidy.

AGRADECIMIENTO

A la UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE, por permitirnos ser parte de su gran familia, y formarnos como futuros profesionales al servicio de nuestro país.

A TODOS LOS DOCENTES DE LA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL, por Transmitirnos su conocimiento, y ayudarnos a crecer como profesionales con bases competitivas.

TABLA DE CONTINIDO

DEDICATORIA	1
AGRADECIMIENTO.....	2
ÍNDICE DE TABLA	4
ÍNDICE DE FIGURAS.....	6
RESUMEN EJECUTIVO.....	8
CAPITULO I. INTRODUCCIÓN	9
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	14
CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA	20
CAPÍTULO IV. RESULTADOS	92
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMEDADIONES	103
REFERENCIAS	106
ANEXOS	108

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1. Coordenadas de Ubicación	24
Tabla 2. Población del Distrito de Musga	25
Tabla 3. Demografía	26
Tabla 4. Derecho de Vía de la Ruta PIU-100	38
Tabla 5. Sectorización según velocidad de diseño	38
Tabla 6. Rangos de Velocidades de Diseño en función a la clasificación por demanda y orografía.	39
Tabla 7. Vehículo de Diseño	40
Tabla 8. Radios mínimos utilizados	42
Tabla 9. Coeficiente de fricción máximo	43
Tabla 10. Pendiente relativa eje-borde de la calzada (i_{pmax})	44
Tabla 11. Valor de la aceleración transversal por unidad de tiempo(i_{pmax})	46
Tabla 12. Longitud de Transición Mínima	46
Tabla 13. Proporción del peralte a desarrollar en tangente	48
Tabla 14. Longitud mínima con peralte total	49
Tabla 15 Pendientes máximas (%)	53
Tabla 16. Valores de “K” mínimos para curvas convexas	61
Tabla 17. Valores de “K” mínimas para curvas cóncavas	62
Tabla 18. Ancho de calzada	64
Tabla 19. Peralte máximo	66
Tabla 20. Ancho de bermas	68

Tabla 21. Valores del bombeo de la calzada	69
Tabla 22. Taludes de Corte y Relleno Adoptados	72
Tabla 23. Tipo de barrera de seguridad	73
Tabla 24. Estructura de Pavimento	75

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Organigrama de empresa. Fuente Propia.....	13
Figura 2. Ubicación geográfica de la Zona.....	25
Figura 3. Ubicación geográfica del Proyecto.....	26
Figura 4. Zonas de trabajo del programa	30
Figura 5. Zonas de trabajo del programa	32
Figura 6. Zonas de trabajo del programa	34
Figura 7. Topografía inicial en Civil 3D.....	35
Figura 8. Importación de LandXml de Topografía.....	35
Figura 9. Ejes de Obra Lineal	36
Figura 10. Fase General.....	40
Figura 11. Procedimiento de transición del peralte.....	47
Figura 12. Fase Planta.....	50
Figura 13. Fase Transversales	54
Figura 14. Fase Rasante	56
Figura 15. Longitud mínima de curva vertical parabólica con distancia de visibilidad de parada (DG-2018, 303.06).....	60
Figura 16. Longitud mínima de curva vertical cóncava (DG-2018, 303.08)	61
Figura 17. Fase Alzado.....	63
Figura 18. Fase Alzado – Plataforma - Anchos.....	65
Figura 19. Fase Alzado – Plataforma – Peraltes.....	67
Figura 20. Detalle de SAC.....	69
Figura 21. Geometría de cunetas triangular	70

Figura 22. Geometría de cunetas rectangular	70
Figura 23. Secciones típicas	71
Figura 24. Detalle de instalación de barrera lateral en el SAC.	73
Figura 25. Fase Alzado – Plataforma – Bermas	74
Figura 26. Fase Alzado – Plataforma – Paquete de Firmes.....	76
Figura 27. Fase Alzado – Secciones Tipo.....	77
Figura 28. Fase Alzado – Zona de Cálculo.....	78
Figura 29. Fase Alzado – Desmonte - Cuneta	80
Figura 30. Fase Alzado – Desmonte - Taludes	81
Figura 31. Fase Alzado – Terraplén - Taludes.....	82
Figura 32. Fase Alzado – Terraplén - Muro	82
Figura 33. Fase - Proyecto	83
Figura 34. Proyección Virtual 3D	84
Figura 35. Fase BIM – Árbol BIM.....	86
Figura 36. Estudios de Visibilidad	89
Figura 37. Presentación de plano de curva de nivel	94
Figura 38. Tabla de alineamiento horizontal.....	96
Figura 39. Presentación de plano en planta-perfil en formato de cajetín parametrizado.....	99
Figura 40. Contextualización del Modelo 3D.....	102

RESUMEN EJECUTIVO

El desarrollo de la presente tesis consiste básicamente en la aplicación del software ISTRAM BIM en el trazado geométrico de la carretera de Vizcacha – Musga, distrito de Musga, provincia de Marizcal Luzuriaga, región Ancash, para cumplir con el objetivo primero identificaremos el lugar de aplicación de la propuesta, luego medirlas con los indicadores que nos ayudaran a verificar o refutar la hipótesis; para ello se utilizó el software ISTRAM® BIM ya que ofrece una solución de diseño avanzado que soporta el flujo de trabajo de la Tecnología BIM que ayuda a ingenieros civiles, dibujantes técnicos y especialistas afines a tener un mejor entendimiento del proceso de diseño y posterior ejecución de un proyecto vial. Para aplicar el uso del software en el Trazado Geométrico se tomará como estudio de caso el proyecto: “APLICACIÓN DEL SOFTWARE ISTRAM BIM EN EL TRAZADO GEOMÉTRICO DE LA CARRETERA DE VIZCACHA – MUSGA, DISTRITO DE MUSGA, PROVINCIA DE MARIZCAL LUZURIAGA, REGIÓN ANCASH”.

Palabras claves: Modelado, BIM, ISTRAM, Diseño, Ejecución, Optimizar, carretera, camino.

CAPITULO I. INTRODUCCIÓN

Los proyectos de infraestructura vial actualmente son los más complejos por su concepto horizontal para desarrollarse, existe la necesidad de la población para la construcción de carreteras, lo que ocasiona la demanda de profesionales especialistas en esta rama, por ende mi aporte profesional desde la función que me toco desempeñar como asistentes del ing. Residente de Obra en la ejecución de proyectos de infraestructura vial, para la obra, busca proponer opciones de mejora como parte del desarrollo técnico del trazado geométrico en el diseño de carreteras, aplicando la tecnología, es así que, el presente trabajo de suficiencia profesional se basa en la aplicación del software Istram Bim en el trazado geométrico de la carretera de Vizcacha a Musga, distrito de Musga, provincia de Marizcal Luzuriaga, región Ancash", proyecto desarrollado en la empresa GM Contratistas Generales S.A.C., la misma que se fundó en el año 2014, dedicándose al rubro de la construcción, siendo su mercado nacional tanto para el sector público como privado, cumpliendo estándares de calidad, aplicando estrategias de planificación, para el cumplimiento de sus proyectos en los tiempos establecidos, cabe mencionar que la empresa GM Contratistas Generales S.A.C., con RUC: 20531750749 y domicilio legal Av. Felipe Salaverry Nro. 684 Dpto. 1 Int. 16, distrito de Jesús María. Lima, se encuentra vigente desde el 01 de enero del 2010 sin embargo Contratistas generales asociados GM SAC especializada en actividades especializadas de construcción. Fue creada y fundada el 28/12/2009, registrada dentro de las sociedades mercantiles y comerciales como una sociedad anónima cerrada, esta empresa se encuentra inscrita en los registros de personas

jurídicas con la partida electrónica N° 12804382, además de ello al no contar con un directorio la Gerencia general la asume el Sr. Gómez Medrano Walter Adderly.

Dentro de la clientela de la empresa podremos mencionar:

- Municipalidad distrital de Musga Prov. De Mariscal Luzuriaga Región Ancash
- Municipalidad Provincial de Mariscal Luzuriaga Región Ancash
- Municipalidad distrital de Pítipo Prov. Ferreñafe Región Lambayeque
- Municipalidad distrital de Jepelacios Prov. De Moyobamba región San Martín
- Sedapal
- Enel
- Metro
- Plaza Vea
- Reyssil
- Armas Domo

Nuestras funciones asignadas, era de supervisor de obra, logrando dirigir en campo el diseño aplicado a nivel gabinete, cabe precisar que este proyecto fue el más representativo del paquete de proyectos desarrollados durante el presente año, quedando abierta la posibilidad de seguir aplicando el software Istram Bim en la ejecución de proyectos futuros.

Así mismo describiremos la labor realizada por nuestra asistencia a la labor del ing. Residente y brindando nuestros aportes a la investigación y aplicación del software

Istram Bim en el trazado geométrico de la carretera de Vizcacha – Musga, distrito de Musga. provincia de Mariscal Luzuriaga, Región Ancash". El tramo a mejorar se inicia en la progresiva 0+000 en el poblado de Vizcacha hasta llegar a la progresiva 5+000 en el Poblado de Musga. La longitud total de los tramos considerados dentro del proyecto es de 5+ 000 Km.

Nuestra propuesta estuvo enmarcada en la aplicación de un modelado inteligente tridimensional que corresponde a la aplicación de un software denominado ISTRAM BIM, el cual su aplicación nos permite realizar una exhaustiva evaluación del diseño geométrico, de acuerdo a ello este programa nos brindara la opción de detectar cada una de las fases del proceso constructivo para luego de ello optimizar la mejor propuesta de diseño geométrico requerido, que se tomaría finalmente como el modelo inteligente por supremacía que permita preservar, mantener y conservar una estructura geométrica estándar y definida ello permitirá mejorar en todos sus aspectos los estándares de control de calidad de nuestro proyecto.

Posteriormente al aplicar los resultados del modelamiento tridimensional de nuestro diseño geométrico que ha sido deducido de obtener la muestra de los 5km de carretera se pueda lograr según la aplicación del Software ISTRAM BIM, para aminorar los tiempos de ejecución ya que este software nos brinda una gran potencia en la realización de los cálculos respectivos, e incorporación de todas las normas de calidad para este tipo de diseño estructural diseño de plataforma intuitiva y hardware mínimo, que nos permita obtener el modelo BIM de nuestro proyecto en el plazo más corto establecido

Cabe mencionar que nuestra propuesta contribuye en generar el mejor modelo tridimensional que podamos aplicar a nuestro proyecto, así como nos permita identificar los problemas de incompatibilidad como son. Tangentes, radios mínimos, espirales, coordinación planta perfil, peralte, sobreebanco y visibilidad, tal es así que lo nos permita corregir en la etapa del diseño geométrico de vía.

A continuación, se presenta el organigrama de la empresa.

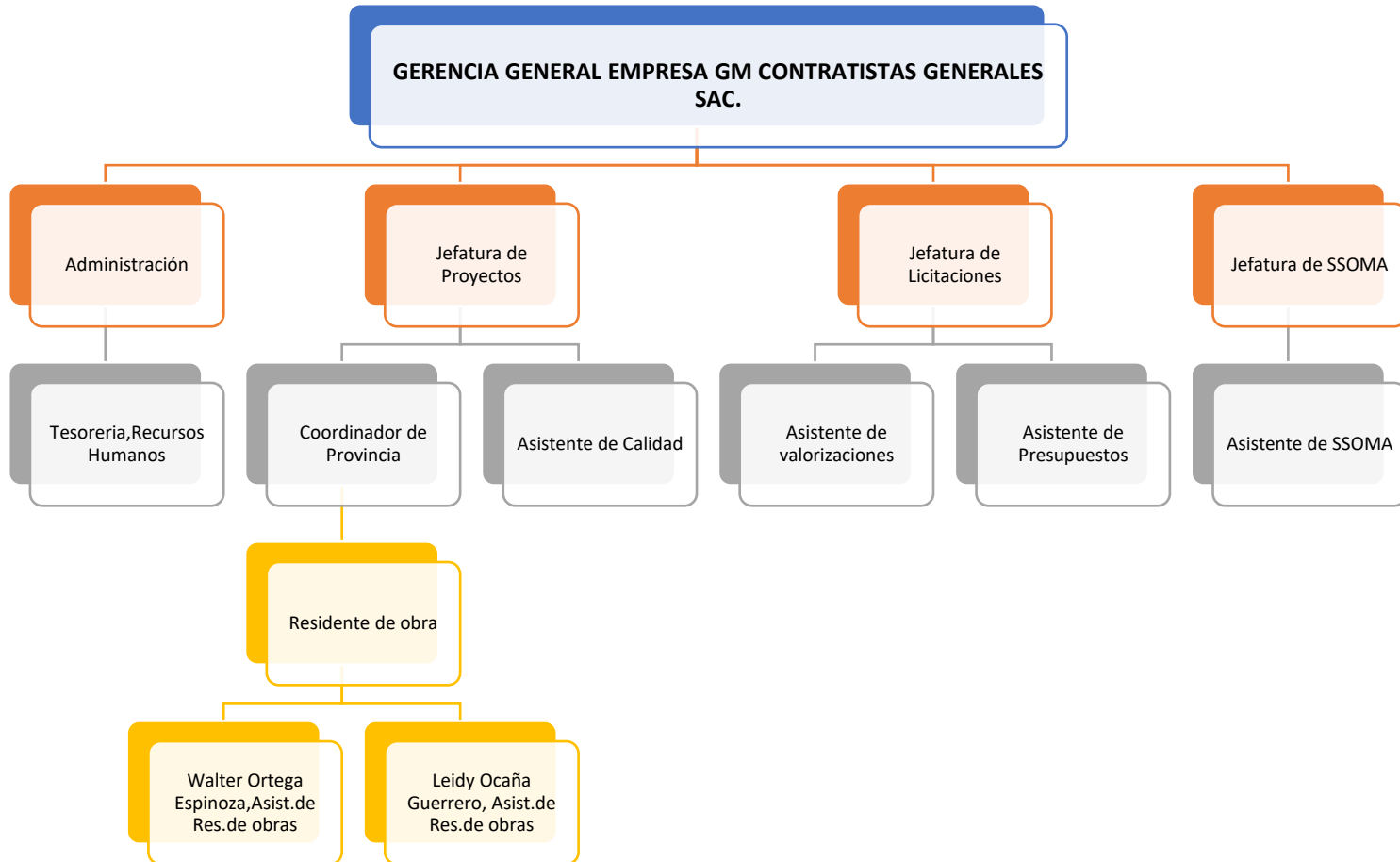


Figura 1. Organigrama de empresa.

Fuente Propia

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Modelado Inteligente Tridimensional

2.2. Origen de la Tendencia del Modelamiento Tridimensional

La inclusión de los programas CAD se convirtió en un avance significativo para la industria en general, al pasar de dibujar planos a mano para elaborarlos con herramientas de computación. Aunque el primer software comercial relacionado con el CAD aparece en 1957 como CAM (Computer-Aided Machining), la discusión académica que empezó a tomar fuerza en la década de 1960 impulsó su desarrollo y generó interés de diversas industrias entre las que se destaca la automovilística, en donde en 1964 IBM sacó a la luz pública el Sistema DAC-1 utilizado por General Motors en el diseño de autos.

De forma paralela las empresas dedicadas al rubro de la construcción en Europa empezaban a desarrollar programas de computación que permitían obtener cantidades de obra y generar documentos técnicos para la ejecución de obras, esto gracias a los resultados obtenidos, producto de las investigaciones realizadas sobre la utilización de computadoras para comunicación en proyectos de construcción y documentación de contratos adelantada por el arquitecto danés Bjorn Bindslev desde 1959.

Los primeros programas relacionados con los modelos BIM aparecieron a mediados de la década de los 70 con el nombre de Building Description Systems (BDS), en donde la información de estos sistemas permitía realizar algunas tareas como documentar las cantidades para la estimación de costos y producir dibujos de detalle, y aunque el primer documento que presentaba de manera explícita el concepto de BIM

apareció en 1986, se considera que estas metodologías comenzaron a desarrollarse a partir de un concepto introducido por el Profesor Chuck Eastman en 1975 del Departamento de Arquitectura del Georgia Institute of Technology, quien se considera el padre de BIM (Mojica y Valencia, 2012,p.26).

Con la aparición del sistema CAD esos procesos de coordinación lograron mejorarse y modernizarse, reemplazando el papel calcante por capas de dibujo utilizadas por cada uno de los especialistas. No obstante, Czmocho y Pełala (Año 2014, p.211) afirman que el diseñador trabaja en CAD sobre los planos del mismo edificio y las colisiones interdisciplinarias (ej. estructura - instalaciones) son inevitables.

Además, en los trabajos de la empresa usaban el sistema CAD facilita la revisión de inconsistencias, este proceso demanda una gran cantidad de tiempo en donde no siempre se obtiene un resultado totalmente satisfactorio. Para ello se implementó el sistema BIM utilizando el software ISTRAM® BIM para lo cual Inicialmente la topografía del proyecto fue procesada en el software Civil 3D, del cual se generó un plano topográfico y de este se generó el fichero de intercambio de información como es el LandXml es una herramienta CAD compatible con los flujos de trabajo BIM cuyo potencial permite integrar información a partir de diseños preliminares para su detallamiento técnico y extracción de documentación sustenta a cálculos y procesamiento gráficos. Esta herramienta permite al profesional acelerar los trabajos de diseño y mediante el” corrido” de análisis muestra al diseñador elementos de juicio para ajustar su diseño.

2.3. Faces del modelo BIM.

Según Cisternas (2017), presenta los siguientes tipos o dimensiones:

BIM 1D (La idea)

Todo proyecto implantado de acuerdo a la metodología BIM parte de una idea inicial. En esta primera dimensión se incluirían actuaciones tales como la determinación de la localización y las condiciones iniciales de la estructura; las estimaciones geométricas primigenias, así como aquellas relativas a los costes y volúmenes de materiales o el establecimiento del plan de ejecución inicial.

Dimensión 2D (El boceto)

Tras la fase inicial, se procede a la preparación de la fase de boceto, en la cual se determinan las características genéricas del proyecto. Forman parte de esta fase la preparación de la modelización mediante el software BIM, el planteamiento de los materiales, la definición de las cargas estructurales, la determinación de la dimensión energética del proyecto y el establecimiento de las bases para la sostenibilidad de general de éste.

3D (Modelado Tridimensional)

Se genera a partir de la colección de toda la información o data en un modelo 3D, sirve de base para dimensionar las siguientes fases, representa toda la información geométrica del proyecto de manera integrada y real.

4D (Tiempo)

A esta plantilla de diseño se le aporta la dimensión del tiempo. El cual nos permitirá definir las fases del proyecto y el tiempo de duración, realizar modelamientos

de las diferentes etapas en la construcción, así como el diseño del plan de ejecución del proyecto, etc.

5D (Costos)

Aquí se encuentra incluido el control de costos y la valoración cuantitativa de gastos de nuestro proyecto, siendo el objetivo primordial generar la mayor productividad o beneficio del mismo.

6D (Sostenibilidad)

A estas dimensiones algunas veces se les conoce como Green BIM o BIM verde, ofrecen al proyectista la posibilidad de saber con anticipación cómo actuara nuestro proyecto antes de que se tomen determinaciones importantes, todo ello antes de que empiece la construcción. Es decir, nos permite hacer modificaciones o repeticiones de nuestras imágenes de diseño ya planteadas en dibujo.

7D (Gestión de Operaciones)

Nos permite tener un mejor control en todo el ciclo de vida del proyecto, así como de las áreas comprometidas. Le da el control logístico, operacional, del proyecto durante el uso y mantención de la vida útil; logrando la optimización en los procesos importantes mediante inspecciones, reparaciones, mantenimientos, etc.

En mi experiencia, BIM se presenta como una propuesta importante en la gestión de diseño y construcción a través de la representación digital de un producto (modelo) que es desarrollado colaborativamente, es decir es un enfoque totalmente nuevo para la práctica y la promoción de las profesiones que requiere la implementación de nuevas políticas, contratos y relaciones entre los involucrados del proyecto

2.4. Metrado:

Según la ley de contrataciones del estado (2019), es el cálculo o la cuantificación por partidas de la cantidad de obra a ejecutar, según la unidad de medida establecida. (p.108).

Los metrados son datos importantes que se tienen para la realización del presupuesto de un proyecto. Como asistente de residente, una de nuestras funciones fue la generación de metrados a partir del software ISTRAM® BIM, además en la obra nuestra función era el pedido de materiales por etapas, para lo cual nos guiábamos del metrados obtenido en la fase del expediente.

2.5. Cuaderno de obra.

“Es el documento que, debidamente foliado, se abre al inicio de toda obra y en el que el inspector o supervisor y el residente anotan las, órdenes, consultas y las respuestas a las consultas.” (Diario El Peruano, 2015, pág. 48).

Este cuaderno será llenado por el residente de obra y a su vez firmado por el inspector designado para así poder tener la pronta liberación de los procesos constructivos ya que todo incidente en obra será anotado en este cuaderno y al firmar el inspector estará aprobando todo lo avanzado en el proyecto previa constatación en campo de lo anotado; caso contrario de encontrarse errores en los procedimientos se deberá subsanar lo más pronto posible para así volver a solicitar la aprobación del supervisor y se pueda continuar con los procesos constructivos ya que sin esta aprobación no se podrá continuar y de incumplirse la obra quedará penalizada.

2.6. Especificaciones técnicas

“Es la descripción de las características técnicas y/o requisitos funcionales del bien a ser contratado. Incluye las cantidades, calidades y las condiciones bajo las que deben ejecutarse las obligaciones”. (Diario El Peruano, 2015, pág. 48)

En el proyecto ejecutado se vio que estas especificaciones pueden ser modificadas por características similares o de mayor calidad a las establecidas, esto debe ser aprobado por el supervisor a cargo junto con el residente de obra y plasmarlo en el cuaderno de obra para corroborar su aceptación al finalizar la obra en caso sea necesario.

2.7. Obra:

Según la ley de contrataciones del estado (2019), se conoce como obra a la construcción, reconstrucción, remodelación, mejoramiento, demolición, renovación, ampliación y habilitación de bienes inmuebles, tales como edificaciones, estructuras, excavaciones, perforaciones, carreteras, puentes, entre otros, que requieren dirección técnica, expediente técnico, mano de obra, materiales y/o equipos. (p.108). En el tiempo trabajado se realizó, trabajos de demolición, ampliación, construcción y obras edificación y estructura vial lo cual amplió mis conocimientos adicionales a la ejecución de edificaciones y construcción vial.

CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA

Nuestro ingreso laboral a la empresa GM Contratistas Generales S.A.C., se constituye al solicitar realizar nuestras prácticas profesionales en dicha empresa ya que se encontraba ejecutando obras civiles, donde realice trabajos de topografía y asistente del residente de obra, en la construcción de una casa de playa vivienda unifamiliar de dos pisos, azotea y piscina en el condominio Moravia II – Asia. El periodo de ejecución fue de agosto 2016 a enero 2017. Luego de eso nos convocaron para realizar trabajos topográficos, modelado 3D y el diseño estructural para una vivienda plurifamiliar de 200 m², ubicada en pasaje Gonzales Prada 175 Urb. Chacarilla de Otero Mz. F3 Lote 3 distrito de San Juan de Lurigancho Provincia y Departamento de Lima, el periodo de ejecución fue de marzo a noviembre de 2017.

Al terminar la universidad y obtener el bachiller, nos dirigimos a las oficinas de la empresa, para solicitar un puesto dentro de ella, a mediados de enero del 2018 obteniendo una entrevista con el señor Montaña Valverde Augusto Herminio, gerente general de la empresa; al terminar la entrevista se acordó que nos llamarían para empezar a laborar, en febrero del mismo año, nos dan como cargo asistente del ingeniero residente de obra, específicamente en el diseño, modelado 3D y la construcción del mejoramiento del camino vecinal Vizcacha - Musga, considerando la prioridad en la construcción de dicha carretera como un anhelo de ambos centros poblados, de inmediato nos aceptaron a los dos, Bach. Ortega Espinoza Walter y Bach. Ocaña Guerrero Leidy, ponernos a disposición del Ing. residente Julio Cesar Piscoya Quevedo.

Como la necesidad de profesionales de la construcción en el rubro de carreteras es considerable, desde un primer momento tuvimos la necesidad urgente de brindar nuestros conocimientos a favor de que dicho proyecto se ejecute respetando los estándares de calidad y tiempo de ejecución a fin de que la empresa contratante ejecute dicha obra en el menor tiempo posible y se vea beneficiada económicamente así mismo que se cumplan con las normas de calidad necesarias para que la supervisión de obra acepte los procedimientos constructivos y cumplir con la ética moral profesional de construcción.

Pero así mismo hacer uso de la tecnología que día a día avanza con pasos agigantados en todos los campos de la vida de los seres humanos, de la misma forma en el campo de la construcción donde aparecen programas tecnológicos, avances con las propuestas de nuevo software, que contribuyen a aminorar los tiempos de ejecución de obra, así como cumplir con los estándares de calidad.

Es en aquel momento que surge la propuesta de incluir en dicha obra la: “APLICACIÓN DEL SOFTWARE ISTRAM BIM EN EL TRAZADO GEOMÉTRICO DE LA CARRETERA DE VIZCACHA – MUSGA, DISTRITO DE MUSGA, PROVINCIA DE MARIZCAL LUZURIAGA, REGIÓN ANCASH”.

En el presente informe, daré mayor detalle sobre la participación como asistente en oficina y en obra, teniendo como jefe directo al ingeniero residente Julio Cesar Piscoya Quevedo, el proyecto a ejecutar fue el "EXPEDIENTE TÉCNICO: “MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL DESDE RV 637 VIZCACHA - MUSGA - LLAMA DEL DISTRITO DE MUSGA – PROVINCIA DE MARISCAL

LUZURIAGA – REGION ANCASH" COD. SNIP: 247685, el cual tuvo un plazo de ejecución del proyecto es de 90 días calendarios.

El proyecto está ubicado en el distrito de Musga, provincia de Mariscal Luzuriaga; tiene como fecha de inicio el año 2017 iniciando con el expediente técnico, luego de la aprobación se procedió a la construcción del camino vecinal en junio de 2019 y culminando en marzo de 2020, ya mencionada siendo en este último proyecto donde tendré participación y ahondaré en el presente trabajo de suficiencia profesional.

Antecedente

En los últimos años, en el Perú las zonas rurales han visto afectadas sus opciones de desarrollo social y económico debido al no tener accesos de vías y entre otros, las cuales en muchos casos es el único medio de transporte son por medio de vehículos pequeños de la zona. Ante esto, las autoridades nacionales y locales de turno no tuvieron la iniciativa de concretizar este proyecto muy a pesar de los centros poblados pertenecientes Al distrito de Musga, provincia de Mariscal Luzuriaga y departamento de Ancash están considerados como zona de bajos recursos, y no hay atención de obras de mayor envergadura sino de proyectos de bajo presupuesto el mismo que no hace posible la reactivación económica de la zona

Alcances

El proyecto, es Mejoramiento del camino vecinal y habilitar las condiciones de transpirabilidad de la carretera vecinal para la vida útil. Para lo cual, se realizó el estudio final de ingeniería, ambiental y la formulación de los resultados, cálculos,

planos, especificaciones técnicas, metrados y demás documentos que permitan llevar a cabo la ejecución de las obras.

3.1. División política

Región: Ancash

Provincia: Marizcal Luzuriaga

Distrito: Musga

3.2. Límites

- **Norte:** Con el territorio de Piscobamba
- **Sur:** Con el territorio de Maribamba
- **Este:** Con el territorio de Lucma
- **Oeste:** Con el territorio LLama

3.3. Geografía:

- Se encuentra a 2830.00 metros sobre el nivel del mar.
- Sistema de coordenadas UTM WGS84.

En la tabla 1, se muestra las coordenadas de ubicación:

Tabla 1. **Coordenadas de Ubicación**

UTM WGS84			
INICIO DEL PROYECTO		FINAL DEL PROYECTO	
NORTE	ESTE	NORTE	ESTE
9016187.00	241398.00	9014730.34	242712.50

Fuente: Elaboración propia.

3.3.1.1. Superficie:

El distrito de Musga, tiene una superficie de 39.72 km²

3.3.1.2. Demografía.

El proyecto importante vía de comunicación de muy baja calidad a diferentes centros poblados, especialmente al centro poblado de Vizcacha hacia La Carretera Central Hacia El Distrito De Musga, Provincia De Mariscal Luzuriaga Y al Departamento De Anchas, entre estas podemos mencionar que beneficia directamente centro poblado de Vizcacha, distrito de Musga y al Distrito de Llama.

- **POBLACIÓN**

La población nominalmente censada por área urbana y rural según el censo nacional de población y vivienda 2007, que corresponde al área de influencia es el siguiente mostrado en la tabla 2:

Tabla 2. Población del Distrito de Musga

POBLACION DEL DISTRITO DE MUSGA		
Distrito	2007	2012
Musga	945	1094

Fuente: Elaboración propia



Figura 2. Ubicación geográfica de la Zona



Figura 3. Ubicación geográfica del Proyecto

3.3.1.3. Vías de acceso

Para llegar al lugar de la obra desde la ciudad de Mariscal Luzuriaga, se realiza el recorrido que se detalla a continuación en la tabla 3:

Tabla 3. Demografía

VÍAS DE ACCESO DISTRITO DE MUSGA			
TRAMO	VIA	LONGITUD(KM)	TIEMPO PROMEDIO
Lima-Huaraz	Asfaltado	385	7 horas
Huaraz-Yungay	Asfaltado	54	1 horas
Yungay-Pomabamba	Asfaltado	160	8 horas
Pomabamba-Musga	Asfaltado	47	2.15 horas

Fuente: elaboración propia.

3.3.1.4. Características Topográficas

La zona presenta una topografía accidentada, y se encuentra ubicada a los 2970 m.s.n.m.

3.3.1.5. Parámetros de trazado geométrico DG-2018

Los elementos de diseño geométrico tendrán los valores necesarios para garantizar la operación vehicular con seguridad. Dichos elementos son basados y establecidos en concordancia con el Manual de Carreteras, Diseño Geométrico DG-2018.

3.4 Modelamiento Inteligente Tridimensional en el diseño de infraestructura vial

3.4.1. Introducción al software

El software que se describe es el ISTRAM® BIM, el cual es un sistema de modelado tridimensional con el que obtendremos modelos digitales del terreno y la definición geométrica de cualquier tipo de proyecto de obra civil, bien sea una carretera, una vía ferroviaria una red canalizaciones, una plataforma o la combinación de varios de los antes mencionados.

ISTRAM® BIM es una aplicación AEC (Architecture Engineering Construcción) específicamente desarrollada para apoyar al diseñador de proyecto de obra civil en todas y cada una de las fases del trabajo, desde el tratamiento a cartografías y hasta la generación de planos e informes finales.

El software posee varias estructuras modulares, que permite organizar de una manera eficiente las herramientas de la aplicación, facilitando la comprensión y aumentando la intuitiva de uso, al estar los entornos de trabajo totalmente separados.

- Cartografía Digital 3D
- Obras Lineales
- Carreteras
- Ferrocarriles
- Tuberías
- Túneles (Diseño y Construcción)
- Mejora y Ensanche
- Modelado de Superficies
- Virtual 3D
- Compensación de Tierras
- Puertos

ISTRAM® BIM utiliza ficheros abiertos ACII para almacenar todo tipo de información, en lugar de un sistema cerrado binario. Es posible su edición y modificación (en Windows mediante el bloc de notas), es importante tener cuidado al manipular estos datos. Este tipo de archivos automatizan procesos, como ser las tablas de peraltes, tablas de control de parámetros para trazados en planta y rasante, modos y tipos de dibujar la planta o el longitudinal del eje, etc.

Las características por las que destaca y que la diferencia del resto de software para diseño de carreteras es:

- Herramientas de edición y construcción 2D, 3D avanzadas.
- Librería grafica personalizable, control sobre el aspecto de datos (color, estilo, etc.)
- Utilidades de gestión y control de la información, carga y almacenamiento, análisis.
- Procesado de datos obtenidos mediante estaciones topográficas, dispositivos GPS, información vectorial y ráster.
- Importación y exportación de cartografía digital a otros formatos GIS/CAD.
- Utilización de imágenes ráster en cualquier formato.
- Contempla dispositivos de impresión físicos o digitales (formatos CAD o PDF, etc.)

3.4.2. Entorno del programa

La interfaz está constituida esencialmente por el área de trabajo y por menús y barras de herramientas cuyas opciones se seleccionan por un ratón o tableta y entradas por teclado. La interfaz de usuario se ha construido buscando la máxima interactividad entre el operador y el sistema, de modo que aquél, mediante el ratón, vaya desplazando el cursor por las diferentes zonas del monitor gráfico seleccionando operaciones y/o los elementos gráficos sobre los que desea actuar.

Las entradas por teclado se han minimizado quedando reducidas a la introducción de nombres para nuevos ficheros, valores numéricos exactos y órdenes para el intérprete de comandos. Además, el programa muestra etiquetas de ayuda e

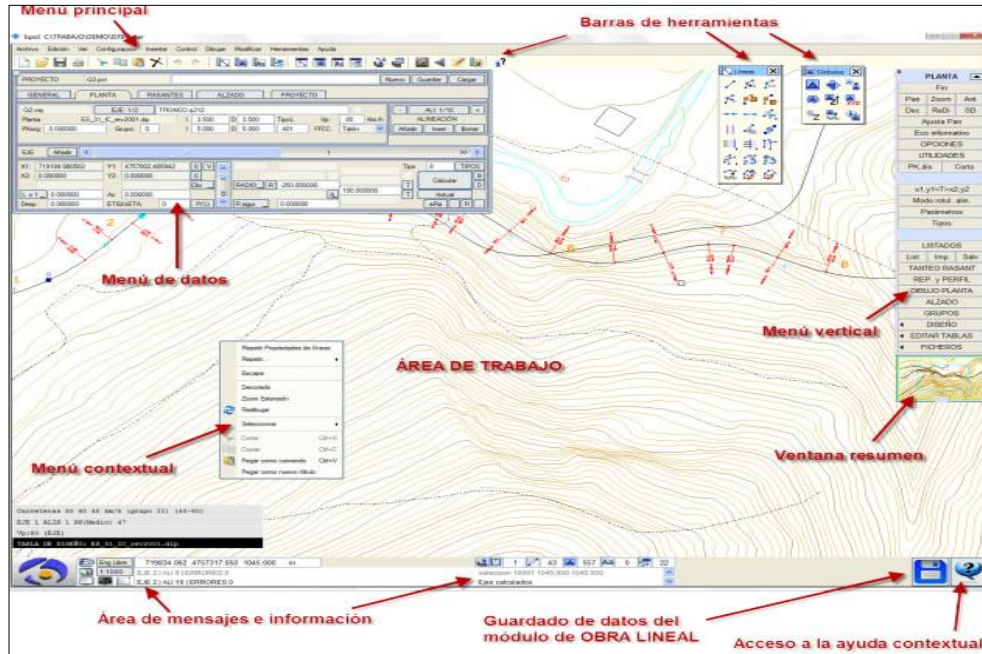
información cuando el usuario sitúa el cursor del ratón sobre una entidad gráfica o sobre ciertas opciones de los distintos módulos de ISTRAM® BIM.

La pantalla gráfica se encuentra dividida en varias zonas:

- Área de trabajo y menú principal
- Barras de herramientas
- Menús contextuales (que se despliegan al pulsar con el botón secundario del ratón)
- Ventanas flotantes o menús de datos.
- Área de mensajes, información y otras funciones
- Menús verticales y ventana resumen
- Disco de guardado de datos en proyectos de OBRA LINEAL
- Acceso a la ayuda contextual del programa.

A continuación, en la figura 4, 5 y 6 se muestra las zonas de trabajo del programa:

Figura 4. Zonas de trabajo del programa

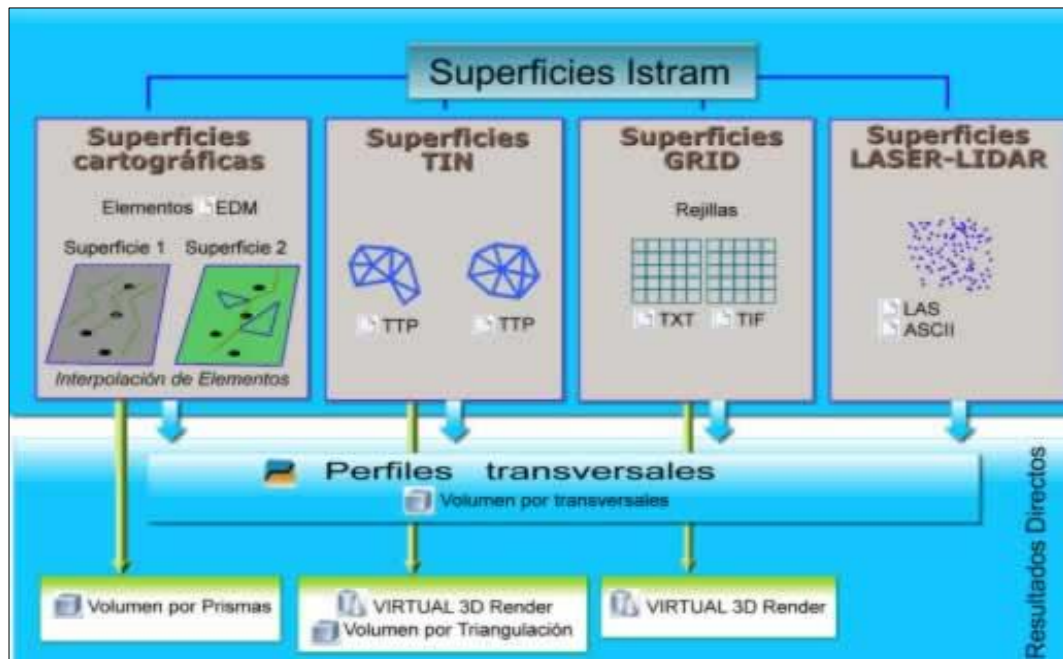


Fuente: Curso Premium de Viales del software ISTRAM® BIM

3.4.3. Control de Superficies

En los últimos años el campo de la Topografía ha estado en constante avance, antes con instrumentos mecánicos y ahora con máquinas digitales y ordenadores que ahorran mucho tiempo de trabajo. En este punto se aprenderá a extraer datos digitales, para conseguir un mapa de curvas de nivel con los cuales podremos modelar, triangular y darle mayor realismo a las curvas de nivel, donde se realizará el diseño de carretera. Existen entidades llamadas superficies que podremos gestionar para su uso en diferentes apartados del software.

Figura 5. Zonas de trabajo del programa



Fuente: Curso Premium de Viales del software ISTRAM® BIM

Superficies cartográficas, compuestas por objetos gráficos del EDM (archivo de dibujo). La superficie cartográfica es la tipología más antigua utilizada por el programa y la única existente en versiones antiguas.

Triangulaciones topográficas: También es una tipología tradicional en el programa y la única usada por diversos programas del mercado. La gestión de triangulaciones se efectúa desde el control de TTP's.

Rejillas procedentes de archivos ASCII-GRID o de imágenes GeoTIFF 3D, obtenidos por ejemplo a partir de archivos SRTM de la NASA o modelos de superficie de Google Earth®.

Base de **DATOS LASER** obtenida de la herramienta de tratamiento de datos láser obtenidos de escáner o drones.

3.4.3.1. Topografía o Triangulaciones Topográficas

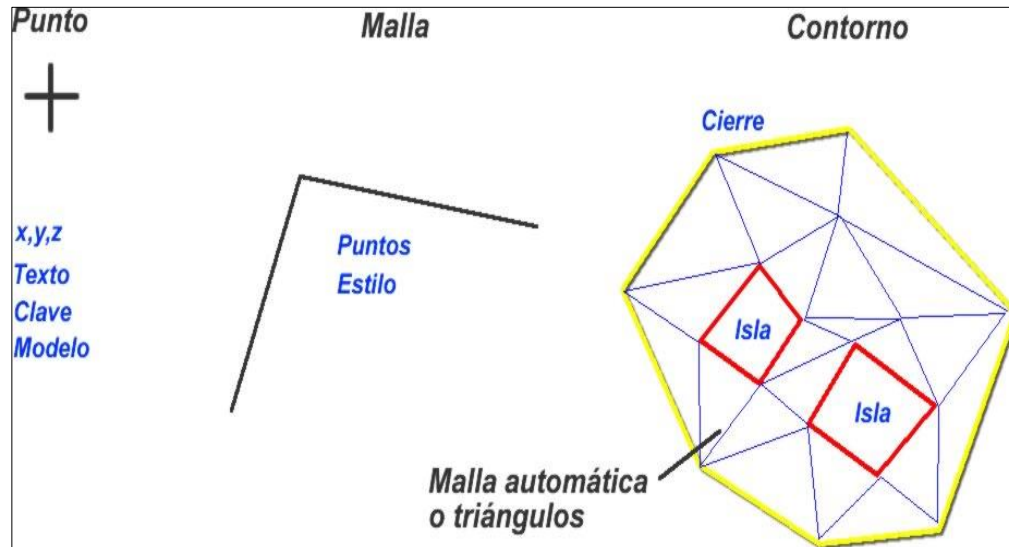
El menú de **TOPOGRAFÍA** está disponible tanto desde la barra de herramientas del programa mediante el icono topografía como desde el menú Herramientas → Topografía. Todas las opciones de este entorno se describen adecuadamente en el manual del programa.

El entorno de **TOPOGRAFÍA**, los datos que se manejan son:

1. **Puntos topográficos:** entidad puntual, con propiedades como x,y,z, texto, modelo...
2. **Mallas:** El programa diferencia entre tres tipos de mallas
 - **Mallas de premallado:** Vienen definidas en el fichero de datos de entrada o deducidas del mismo.
 - **Mallas de usuario o manuales:** Son las que el usuario añade interactivamente y se representan con el color correspondiente al tipo de línea actual.
 - **Triángulos o Mallas automáticas:** Las crea el programa mediante el algoritmo de triangulación.

3. Contornos

Figura 6. Zonas de trabajo del programa



Fuente: Curso Premium de Viales del software ISTRAM® BIM

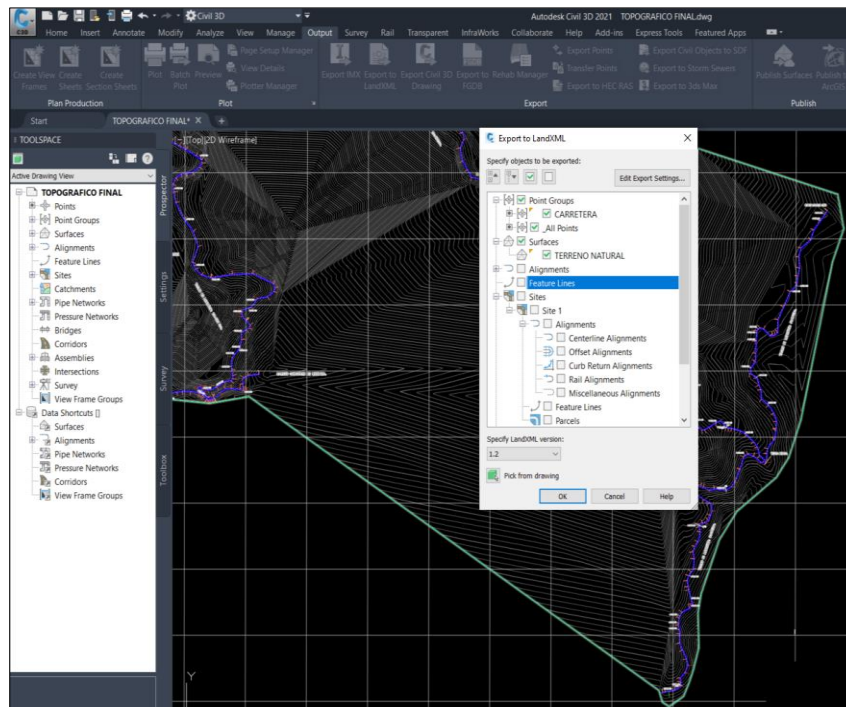
Los datos de entrada pueden proceder de múltiples formatos.

Ficheros:

- *.top, .toc, .asc, .xyz, .tpp, .xml (landxml), .dwg, .dxf,
- Ficheros de rejilla (tipo ASCII GRID)
- Datos genéricos en archivo de texto.

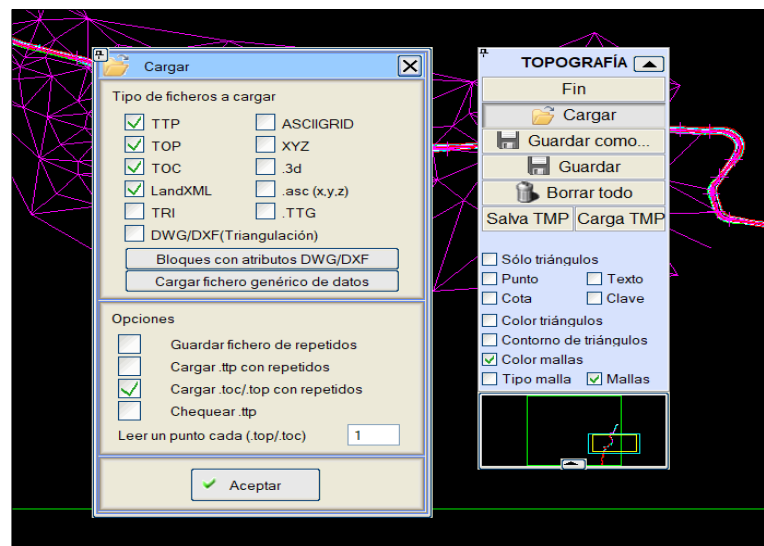
Inicialmente la topografía del proyecto fue procesada en el software Civil 3D, del cual se generó un plano topográfico y de este se generó el fichero de intercambio de información como es el LandXml solo de la topografía como se muestra en la figura 7 y 8.

Figura 7. Topografía inicial en Civil 3D



Fuente: Elaboración propia

Figura 8. Importación de LandXml de Topografía



Fuente: Elaboración propia

3.4.4. Obra Lineal

Un proyecto de obra lineal, se compone fundamentalmente de ejes. Cada uno de estos ejes tendrá una definición de diseño en planta, vertical, transversales y componentes de la sección como se muestra en la figura 9.

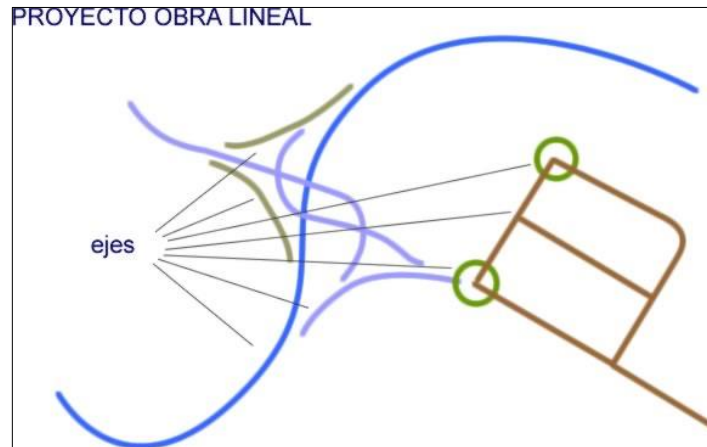


Figura 9. Ejes de Obra Lineal

Para el desarrollo de un proyecto de Obra Lineal existen Fases los cuales se resumen:

- **General:** Prediseño y selección de normas por cada eje del proyecto.
- **Planta:** Diseño horizontal de los ejes.
- **Transversales:** Configuración de las secciones transversales de terreno.
- **Rasantes:** Diseño vertical de elementos de los ejes.
- **Alzado:** Diseño de plataformas, secciones tipo, obras de drenaje, túneles, conexiones, etc.
- **Proyecto:** Control y gestión de los archivos de la obra lineal.
- **BIM:** Control de las entidades 3D y atributos a otros estándares.

En la fase **BIM** es donde tendremos como resultado nuestro modelado 3D inteligente de cada componente que se haya desarrollado y detallado en el flujo de trabajo resumido.

A continuación, desarrollaremos todas las etapas mencionadas para el desarrollo del proyecto de tesis: “APLICACIÓN DEL SOFTWARE ISTRAM BIM EN EL TRAZADO GEOMÉTRICO DE LA CARRETERA DE VIZCACHA – MUSGA, DISTRITO DE MUSGA, PROVINCIA DE MARIZCAL LUZURIAGA, REGIÓN ANCASH”.

3.4.5. Fase General

En esta fase se define el Prediseño y selección de normas por cada eje del proyecto.

Para iniciar el trazado, se definen los parámetros de diseño del proyecto de carretera de vizcacha – musga en función de la Normativa Peruana DG-2018.

3.4.3.1 Clasificación de la vía

El tramo de reemplazo proyectado, tiene la siguiente clasificación según la norma de diseño geométrico DG-2018:

- Acorde con su Demanda: Carretera de Tercera Clase (IMDA menor a 400 veh/día)
- Acorde con su Orografía: Carretera tipo 3 y 4

3.4.3.2 Derecho de vía

El derecho de vía contemplado para la vía existente está establecido en la Resolución Ministerial N°964-2005-MTC/02, el cual determina una distancia de 10m a cada lado del eje proyectado; en la tabla 4 se muestra el Derecho de Vía de la Ruta PIU-100:

Tabla 4. **Derecho de Vía de la Ruta PIU-100**

DESCRIPCIÓN	RUTA	LONGITUD (KM)	DEPARTAMENTO	DERECHO DE VÍA
Musga - Vizcacha	PIU-100	193.901	Ancash	20m

Fuente: Elaboración Propia

3.4.3.3 Velocidad de diseño

Para determinar la velocidad directriz, ha sido necesario identificar el tipo de orografía por el que se desarrolla la carretera; para luego ingresar a la Tabla 204.01 del Manual DG-2018 y determinar la velocidad de diseño recomendada en función de su categoría como se muestra en la tabla 5 y 6.

Tabla 5. **Sectorización según velocidad de diseño**

SECTORIZACIÓN SEGÚN VELOCIDAD DE DISEÑO	
SECTOR	VD(KM/H)
KM 0+000 AL KM 5+078.071	30

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 6. Rangos de Velocidades de Diseño en función a la clasificación 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													
	Ondulando													
	Accidentado													
Autopista de segunda clase	Plano													
	Ondulando													
	Accidentado													
Carretera de primera clase	Plano													
	Ondulando													
	Accidentado													
Carretera de segunda clase	Plano													
	Ondulando													
	Accidentado													
Carretera de tercera clase	Plano													
	Ondulando													
	Accidentado													

Fuente: Tabla 204.01 (DG-2018).


3.4.3.4 Vehículo de Diseño

El vehículo de diseño se obtiene del análisis y composición del tráfico que circulará por la vía proyectada, en ese sentido, se ha considerado para efectos del cálculo del sobreancho un vehículo de diseño con la configuración vehicular C2, verificando el ancho de calzada en curvas críticas de radio mínimo con la condición que el vehículo gira usando todo el ancho disponible. Como característica general se adoptará una geometría tanto horizontal como vertical que permita la circulación del vehículo de

diseño, asegurándose en consecuencia el paso de vehículos livianos y de menor capacidad.

El camión de dos ejes tipo C2 es el más representativo del tráfico en la vía como se observa en la Tabla 7:

Tabla 7. Vehículo de Diseño

CONFIGURACIÓN VEHICULAR	DESCRIPCIÓN GRÁFICA DEL VEHÍCULO	LONGITUD MÁXIMA
C2		12.30 m

Fuente: Elaboración Propia

ISTRAM®/ISPOL®/(BIM) desde esta pestaña mostrada en la figura 10 es posible asignar a cada eje las tablas de diseño, velocidad de proyecto y de diseño, ramificar velocidades de proyecto.

Figura 10. Fase General



Fuente: Elaboración propia

3.4.5.1.Fase Planta

El criterio fundamental para realizar el trazo del alineamiento horizontal es el de mantener la sinuosidad de la topografía existente para lograr un equilibrio de cortes, conservando los parámetros de diseño como primer objetivo.

El alineamiento horizontal deberá permitir la circulación ininterrumpida de los vehículos, tratando de conservar la misma velocidad directriz en la mayor longitud de carretera que sea posible. El trazado en planta de un tramo de carretera está compuesto de la adecuada sucesión de rectas (tangentes), curvas circulares y curvas de transición.

En general, el relieve del terreno es el elemento de control del radio de las curvas horizontales y el de la velocidad directriz. La velocidad directriz, a su vez, controla la distancia de visibilidad. Los radios mínimos, calculados bajo el criterio de seguridad ante el deslizamiento transversal del vehículo está, dados en función a la velocidad directriz, a la fricción transversal, al peralte máximo aceptable y al vehículo de diseño.

3.4.3.4.1 Radio Mínimo

Para la velocidad de diseño se ha establecido el valor del radio mínimo de curvas circulares en función del coeficiente de fricción lateral, según la siguiente fórmula:

$$R = \frac{V^2}{127(p + f)}$$

Dónde:

R: Radio Mínimo (m)

V: Velocidad Directriz (km/h)

p: Peralte Máximo (%)

f: Factor de fricción lateral (%)

En la tabla 302.04 del Manual de Carreteras del Ministerio de Transporte de Comunicaciones (2018), para vías de tercera clase, se muestran los valores de radios mínimos y peraltes máximos elegibles para cada velocidad directriz. En este mismo cuadro se muestran los valores de la fricción transversal máxima sugerida como se observa en la tabla 8:

Tabla 8. Radios mínimos utilizados

Condición	Vd (km/h)	Fricción	Peralte	Radio Mínimo	Radio Mínimo
		Máy.	Máximo	Calculado (m)	Utilizado (m)
Normal	30	0.17	0.08	28.3	30
Excepcional	20	0.18	0.08	12.1	15
Crítico	15	-	-	-	10

Fuente: Elaboración Propia

La condición de radio mínimo excepcional y radio crítico se da en curvas de volteo y en curvas críticas en las cuales el volumen de corte se incrementa sustancialmente con el aumento del radio. En el caso del radio de giro crítico se considera al vehículo de diseño circulando a velocidad de maniobra (velocidad mínima), independientemente del radio mínimo de giro determinado por el equilibrio dinámico.

3.4.3.4.2 Factores De Fricción

En el caso de carreteras de tercera clase, en el Manual de Carreteras del Ministerio de Transporte de Comunicaciones (2018); establece en la Tabla 302.03, para cada velocidad de diseño considerada, los siguientes valores del coeficiente de fricción máximo como se visualiza en la tabla 9.

Tabla 9. **Coefficiente de fricción máximo**

Velocidad (Km/h)	Coefficiente f_{\max} (f)
30	0.17
20	0.18

Fuente: Elaboración Propia

3.4.3.4.3 Transiciones

La variación del peralte se realiza en una longitud mínima, de forma que la inclinación de cualquier borde de la calzada en relación al eje de giro del peralte no supere un valor máximo (i_p) determinado por:

$$i_{p_{\max}} = 1.8 - 0.01 \cdot V_D$$

Dónde:

$I_{p_{\max}}$: %

V_D : Velocidad de Diseño (km/h)

La determinación de la longitud de transición del peralte se basa en el criterio que considera que las longitudes de transición deben permitir al conductor percibir visualmente la inflexión del trazado que deberá recorrer y, además, permitirle girar el volante con suavidad y seguridad; como se muestra en la Tabla 10.

Tabla 10. **Pendiente relativa eje-borde de la calzada (ip_{max})**

V(km/h)	ip_{max}
30	1.50

Fuente: Elaboración Propia

De este modo la longitud de transición del peralte tendrá una longitud mínima definida por la ecuación (DG-2018 302.08):

$$L_{min} = \frac{p_f - p_i}{ip_{max}} \cdot B$$

Dónde:

L_{min} : Longitud mínima del tramo de transición del peralte (m)

p_f : Peralte final con su signo (%)

p_i : Peralte inicial con su signo (%)

B : Distancia del borde de la calzada al eje de giro del peralte (m)

En curvas circulares con espirales de enlace, la transición del peralte se hará íntegramente en la longitud de la espiral, desarrollando su valor máximo sobre todo el tramo de curva circular. Se usará como curva de transición la Clotoide, cuya ecuación intrínseca es (DG-2018, 302.05.02):

$$R \cdot L = A^2$$

Siendo:

L: Longitud de la Clotoide

R: Radio de Curvatura en un punto cualquiera de la Clotoide

A: Parámetro de la Clotoide, característico de la misma

Para vincular el parámetro A de la clotoide con su función de distribuir uniformemente la aceleración transversal no compensada por el peralte se usa la siguiente expresión (DG-2018, 302.05.03):

$$A_{\min} = \sqrt{\frac{V * R}{46.656 * J} \left(\frac{V^2}{R} - 1.27 * p \right)}$$

Dónde:

V: Velocidad de Diseño (km/h)

R: Radio de Curvatura (m)

J: Tasa uniforme (m/s³)

p: Peralte correspondiente a V y R (%)

El valor de J compatible con la seguridad y el confort se muestra en la tabla 302.09 de la norma DG-2018; mostrándose en la tabla 11 el valor de aceleración transversal por unidad de tiempo.

Tabla 11. **Valor de la aceleración transversal por unidad de tiempo(ipmax)**

V(km/h)	V<80
J (m/s ³)	0.5
Jmax (m/s ³)	0.7

Fuente: Elaboración Propia

A continuación, se muestran los valores de longitud mínima de clotoide para la velocidad de diseño (DG-2018, 302.10) expuestos en la tabla 12:

Tabla 12. **Longitud de Transición Mínima**

V(km/h)	Rmin	J	pmax	Amin	Long.de Transición (m)	
					Calculada	Redondeada
30	30	0.5	8	28	28	30

Fuente: Elaboración Propia

En algunos casos, para acomodar el trazo a la sinuosidad del terreno existente, será necesario usar longitudes de transición menores a las indicadas, siendo no menores a 10m. La longitud de la curva de transición debe respetar la longitud mínima derivada de la ecuación anterior. Se establecerán dos criterios para determinar la longitud de la curva de transición:

a.-) Por Estética y Guiado Óptico:

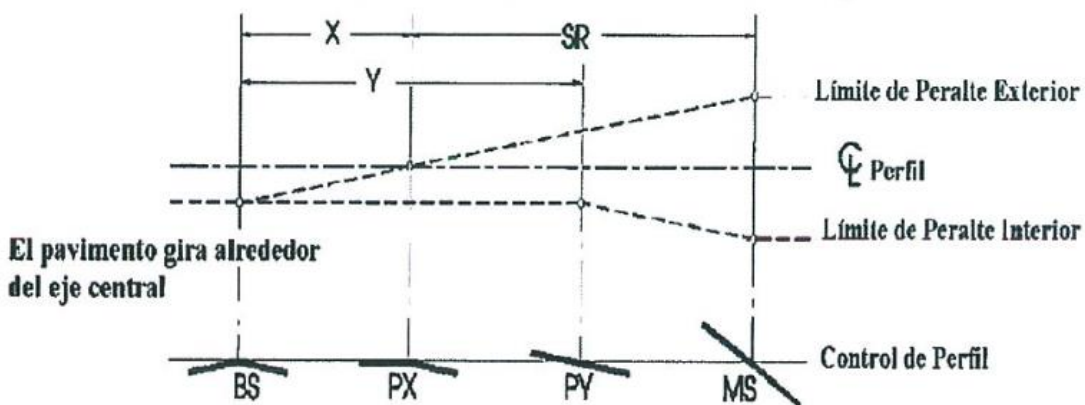
$$\frac{R}{3} \leq A \leq R$$

b.-) Por Condición de Desarrollo del Peralte:

En ciertos casos el largo de la curva de transición correspondiente a A_{min} resulta menor que la longitud requerida para el desarrollo del peralte. En estos casos se determinará A haciendo que la longitud de la curva de transición sea igual a la longitud de desarrollo del peralte a partir del punto donde se desvanece el bombeo.

El giro del peralte se hará alrededor del eje de la calzada, manteniendo invariable la cota del perfil longitudinal. En la figura 11 siguiente se muestra el procedimiento de transición del peralte.

Figura 11. Procedimiento de transición del peralte



Dónde:

X: Longitud del tramo de desvanecimiento del bombeo del carril exterior de la curva.

Y: Longitud desde la sección en tangente al punto donde la inclinación transversal del pavimento se iguala al bombeo.

SR: Longitud de transición del peralte desde cero hasta su valor máximo.

BS: Sección en tangente, bombeo a ambos lados de la calzada.

PX: Sección donde la pendiente transversal del carril del lado exterior se hace cero.

PY: Sección donde la pendiente transversal de la calzada se iguala al bombeo.

MS: Sección de máximo peralte.

Proporción del peralte a desarrollar en tangente:

Cuando no existe curva de transición de radio variable entre la tangente y la curva circular, el conductor sigue en la mayoría de los casos una trayectoria similar a una de estas curvas que se describe parcialmente en una y otra alineación. Lo anterior permite desarrollar una parte del peralte en la recta y otra en la curva. (DG-2018, 304.06.02).

En la Tabla 13 se muestra la proporción del peralte a desarrollar en tangente.

Tabla 13. **Proporción del peralte a desarrollar en tangente**

$p < 4.5\%$	$4.5\% < p < 7\%$	$p > 7\%$
0.5p	0.7p	0.8p

Fuente: Elaboración Propia

En el caso de usarse curvas de transición, el peralte se desarrollará íntegramente dentro de la clotoide. La norma DG-2018 establece una longitud mínima donde debe verificarse que se mantenga el peralte máximo.

$$L \frac{V_D}{3.6_{min}}$$

Dónde:

V_D : Velocidad de diseño

L_{min} : Longitud mínima de peralte máximo en curva.

De acuerdo a esto se elaboró la siguiente Tabla 14, para determinar la longitud mínima de curva circular con peralte total:

Tabla 14. **Longitud mínima con peralte total**

Vd (km/h)	Lmin (m)
30	8.33

Fuente: Elaboración Propia

3.4.3.4.4 Sobre ancho en Curvas

Los sobreanchos son necesarios para acomodar la mayor curva que describe el eje trasero de un vehículo pesado y para compensar la dificultad que enfrenta el conductor al tratar de mantener la dirección del vehículo en el centro de su carril de circulación. Los sobreanchos para cada curva se han calculado en función a los radios proyectados y se considera sobreancho para tres carriles en los casos donde se requiere carril de ascenso.

Fórmula para calcular Sa (DG-2018: 302.09.03)

$$Sa = n \left(R - \sqrt{R^2 - L^2} \right) + \frac{V}{10\sqrt{R}}$$

Dónde:

Sa: Sobreancho (m)

N: Número de carriles

R: Radio (m)

L: Distancia entre eje posterior y parte frontal (m)

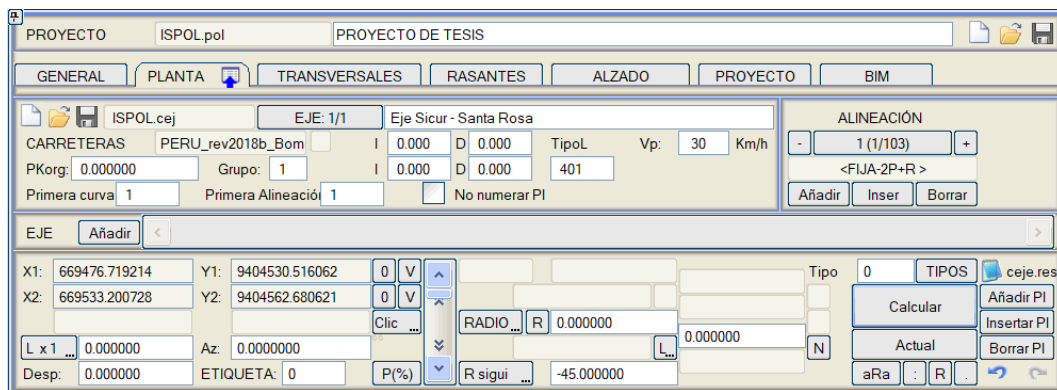
V: Velocidad de diseño (km/h)

El valor mínimo del sobreancho para que pueda ser aplicado es de 0.40m, para valores menores no aplica.

En esta Fase BIM se realiza el diseño de un eje; se realiza suministrando al programa una serie de alineaciones, cuyos datos son coordenadas (X, Y), radio (R), longitud (L), azimut (Az) y tipo.

ISTRAM®/ISPOL®/(BIM) el menú de diseño PLANTA que se muestra en la figura 11 permite definir los ejes en planta. Cada eje estará formado por alineaciones (rectas y circulares) y acuerdos horizontales (clotoides).

Figura 12. Fase Planta



Fuente: Elaboración propia

[Ejes] este primer campo es reservado y en él se escribe el nombre del fichero de ejes en planta que están en edición (.cej).

[Añadir ejes] esta opción permite también crear un nuevo eje a continuación del último definido. Es preciso tener en cuenta que el eje número 1 se crea automáticamente,

así que, si al entrar en PLANTA se usa esta opción, entonces se creará el eje número 2 quedando el 1 vacío.

[Calcular] realiza el cálculo de ejes, generando una serie de ficheros intermedios, los listados de resultados y dibujando en la pantalla los ejes calculados.

[PKorg] Permite definir o modificar el valor asignado como punto kilométrico (PK) de inicio del eje actual, es decir, al primer punto dato de la primera alineación del eje actual (PK origen). Por defecto todos los ejes comienzan en el PK 0, sin embargo, este valor puede ser positivo, negativo y con o sin decimales.

En las selecciones de Alineaciones pasamos a la definición de parámetros de las alineaciones en planta del eje de la carretera, el alineamiento se puede realizar mediante: coordenadas de los puntos de paso y también pueden definirse gráficamente mediante clic de ratón sobre la cartografía, para el proyecto trazaremos el eje mediante clic y el primer paso es hacer clic en la ventana X1 o Y1, para indicar el principio del alineamiento y posteriormente en X2 o Y2 para indicar el final de la recta o curva, la primera línea es de tipo fija (0), luego hacemos clic en añadir línea tipo FLOTANTE (8) donde daremos el radio de la curva circular o la clotoide, después añadimos una línea tipo FIJA y así creamos el eje de la carretera.

Tipo de alineación fija (0): se define mediante dos puntos P1 (X1, Y1) y P2 (X2, Y2), pueden ser rectas ($R=0$) y/o curvas ($R\neq 0$)

Tipo de alineación Flotante (8): Se define solo el radio para un mejor cálculo y evita sobre abundancia de datos.

Radio: En la casilla de radio se debe agregar la longitud de radio con signo positivo si es curva a la derecha y negativo si es curva a la izquierda.

Al finalizar la definición de trazado en planta del eje, podremos reflejar muy rápido los resultados del cálculo en forma de listado, basta pulsar la orden [list] del menú vertical.

3.4.5.2. Fases Transversales

3.4.3.4.5 Consideraciones de diseño

Para definir el diseño del alineamiento vertical se ha tomado en cuenta como prioridad las características funcionales de seguridad y comodidad inherentes a la velocidad de diseño; asimismo facilidades de drenaje, costos de construcción y valores estéticos.

Para el alineamiento vertical se ha buscado mantener en lo posible un desarrollo homogéneo. En algunos casos los volúmenes de corte y relleno son altos debido a condiciones propias del diseño y la obligatoriedad de pasar por puntos previamente establecidos. Así mismo, para enlazar dos tramos en tangente se han usado curvas verticales parabólicas con una longitud mínima que asegure la visibilidad de parada.

3.4.3.4.6 Pendientes

Los valores máximos y mínimos de la pendiente longitudinal se han definido en base a la categoría, nivel de servicio de la carretera y orografía, estando sus valores normados por la DG-2018, Tabla 303.01.

Pendientes mínimas

La pendiente longitudinal mínima se ha determinado por condiciones de drenaje. En tramos en corte, se usará una pendiente no menor a 0.2% con la finalidad de asegurar

el drenaje adecuado por las cunetas (DG-2018, 304.11), y en zonas de terraplén donde el bombeo es de 2.0% excepcionalmente podrá adoptarse pendiente igual a cero.

Pendientes Máximas

La pendiente máxima normal se ha determinado conforme a la Tabla 303.01 de la DG-2018 de acuerdo a la velocidad directriz y categoría de la vía. Según esta tabla, corresponde usar un valor de 10%, sin embargo, teniendo presente los criterios de diseño expuestos en el tópico 5 (principalmente mantener el costo del movimiento de tierras dentro de límites aceptables) se usará una pendiente longitudinal máxima excepcional de 12% en tramos no mayores a 162m, la cual coincide con la pendiente máxima que presenta la vía existente. Esta decisión conlleva a mantener bajo límites razonables las alturas de muros y terraplenes.

En la tabla 15 se muestra el valor de pendientes máximas en %.

Tabla 15 **Pendientes máximas (%)**

Demanda Vehículo/día Características	PENDIENTES MÁXIMAS (%)																			
	>6.000 Primera clase				Autopistas 6.000-4.000 Segunda clase				Carretera 4.000-2.001 Primera clase				Carretera 2.000-4.000 Segunda clase				Carretera < 400 Tercera clase			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Tipo de orografía																				
Velocidad de diseño:																				
30 km/h																			10,00	10,00
40 km/h																	9,00	8,00	9,00	10,00
50 km/h																	8,00	9,00	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	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			7,00	7,00		
90 km/h	4,50	5,00	5,00		5,00	5,00	6,00		5,00					6,00			6,00	6,00		
100 km/h	4,50	4,50	4,00		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																			

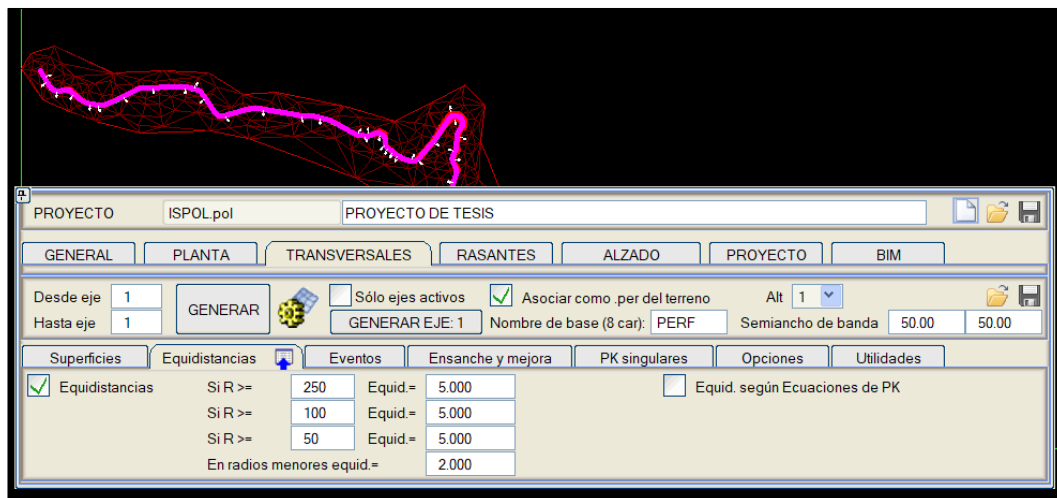
Fuente: Tabla 303.01 de la DG-2018

ISTRAM®/ISPOL®/(BIM) en esta Fase se procede a extraer perfiles cuya misión inicial o primaria es la de servir de referencia para el diseño de la rasante, también será el apoyo para construcción de la sección tipo del Alzado.

En lo referido al proyecto de carretera, una vez proyectado el eje en planta corresponde la toma de perfiles transversales de terreno, en este estudio los generamos mediante la triangulación o Malla TIN obtenida desde la topografía (curvas de nivel), y respetando si es recta o curva, se procede a cortar terreno (perfiles transversales) con el software.

Con estos perfiles generados se obtiene la rasante existente de terreno (perfil longitudinal del camino existente en la posición coordenada donde se proyectó el eje en planta).

Figura 13. Fase Transversales



Fuente: Elaboración Propia

En la pestaña **TRANSVERSALES** de la figura 12, a la que también se puede acceder desde PLANTA → [REP. Y PERFIL] → [TRANSVERSALES], se configuran las opciones de todo el proceso: ejes afectados pudiéndose dar un intervalo seleccionar solo los ejes de grupos activos, nombre base de los archivos obtenidos, superficies de las que se extrae la cota y equidistancia entre los perfiles. Además, se incluyen en el mismo cuadro de diálogo otra serie de opciones y herramientas que permiten entre otros la exportación a otros formatos. En este menú se pueden distinguir diversas pestañas que comentaremos a continuación. Estas pestañas son: Superficies, Equidistancias, Eventos, Ensanche y Mejora, Pk singulares, Opciones y Utilidades

En resumen, los parámetros a definir son:

- Nombre de base para los ficheros de perfiles: por defecto PERF.
- Intervalo de ejes de los que vamos a extraer los perfiles.
- Superficie contra la que vamos a cortar los perfiles (Ver Control de Superficies MDT más abajo).
 - Semi ancho de banda (en metros).
 - Equidistancias según los radios en planta
 - Extracción de perfiles en Puntos singulares de planta.
 - Extracción de perfiles según la ley de equidistancias
 - PK singulares: añadir un PK singular

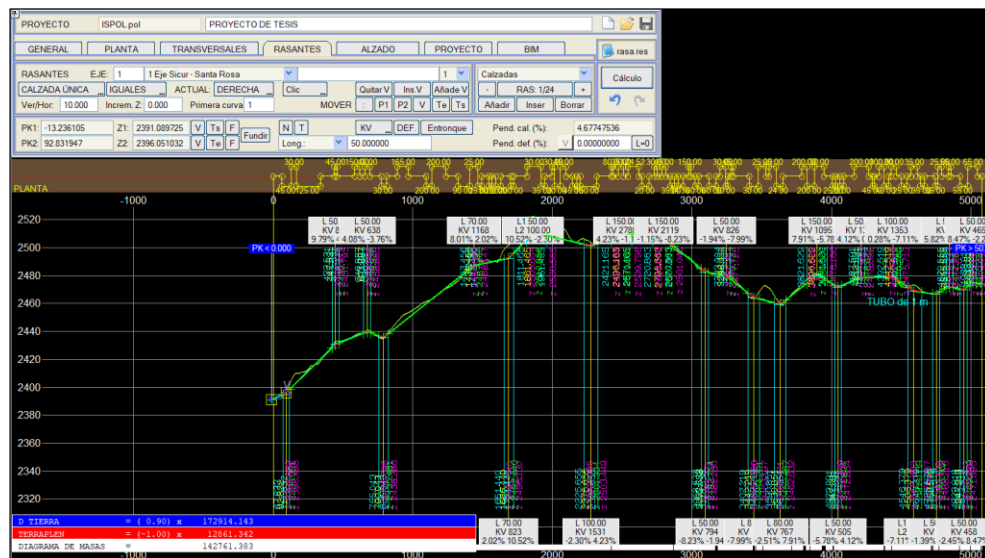
Una vez configurados los parámetros necesarios, procedemos a la generación del fichero de perfiles del terreno, pulsando en la orden [GENERAR]. Se genera un fichero de perfiles del terreno cuyo nombre es PERF1.per.

3.4.5.3. Fase Rasante

En esta fase permite del programa nos permite definir el eje en alzado, mediante rasantes y acuerdos verticales parabólicos o circulares. El entorno de trabajo muestra una vista del diseño en el plano XZ en magnitud real y con una relación de escalas V/H de 10 por defecto, adecuada para distinguir los elementos de diseño:

El entorno es muy similar al de las áreas de PLANTA y ALZADO: Un cuadro de diálogo principal y un menú fijo lateral. El sistema de coordenadas cambia de X, Y a PK y cota, permitiendo que las entradas de datos sean suministradas por gráfica o numéricamente, mostrándose en el visor el PK y cota de la posición del mismo; como referencia se muestra en la figura 13.

Figura 14. Fase Rasante



Fuente: Elaboración Propia

Comenzamos definiendo por coordenadas:

- Los dos puntos (PK1, Z1) y (PK2, Z2) por los que está definida la primera alineación de rasante.
- Añadimos una segunda alineación de rasante, pulsando en la tecla [Añadir].
- Definimos por coordenadas los dos puntos (PK1, Z1) y (PK2, Z2) por los que está definida la segunda alineación de rasante.
- Definimos el acuerdo vertical dado por su parámetro Kv, para ello tenemos que posicionarnos en la primera de las alineaciones de rasante que lo definen, en este caso en la alineación 1; para movernos por las alineaciones podemos hacerlo con las teclas [+] y
 - [-] que se encuentran a los lados de la tecla donde indica en qué número de alineación nos encontramos del total de alineaciones de la rasante.
- Introducimos el valor del parámetro Kv.
- Realizamos el cálculo de la rasante.
- Por último, veremos en lista todos los datos de la rasante dando clic en [List].

3.4.5.4. Fase Alzado

La función de las curvas verticales es el de conciliar las tangentes verticales de las gradientes.

Exclusivamente se usan curvas parabólicas para conectar tangentes verticalmente, por las facilidades que ofrecen para calcular las ordenadas verticales. Estas parábolas de

segundo grado son definidas por su parámetro de curvatura K , que equivale a la longitud de la curva en el plano horizontal, en metros, para cada 1% de variación en la pendiente:

$$K = \frac{L}{A}$$

Dónde:

L = Longitud de la curva vertical

A = Valor absoluto de la diferencia algebraica de las pendientes

Se proyectarán curvas verticales de enlace cuando la diferencia algebraica de pendientes sea mayor de 0.8%, obedeciendo a los siguientes criterios:

Criterio de Comodidad: Se aplica a curvas verticales cóncavas donde la fuerza centrífuga que aparece en el vehículo, al cambiar la dirección, se suma al peso, generalmente queda englobado por el criterio de seguridad.

Criterio de Operación: Aplicado a curvas verticales con visibilidad completa, para evitar al usuario la impresión de un cambio súbito de pendiente.

Criterio de Drenaje: Para las curvas verticales convexas o cóncavas cuando están alojadas en corte. Para advertir al diseñador la necesidad de modificar las pendientes longitudinales de las cunetas.

Criterio de Seguridad: Se aplica a curvas cóncavas y convexas. La longitud debe ser tal que en toda la curva la distancia de visibilidad sea mayor o igual a la distancia de parada o frenado.

3.4.3.4.7 Longitud de Curvas Convexas

La norma DG-2018, establece las siguientes expresiones para calcular la longitud mínima de curva vertical que cumpla con los requerimientos de visibilidad, como referencia en la figura 14:

Para contar con la Distancia de Parada ó Frenado (D_p):

Cuando $D_p < L$

$$L = \frac{A \cdot D_p^2}{100 \left(\sqrt{2h_1} + \sqrt{2h_2} \right)^2}$$

Cuando $D_p \geq L$

$$L = 2D_p - \frac{200 \left(\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2} \right)^2}{A}$$

Dónde:

L = Longitud de la curva vertical; m.

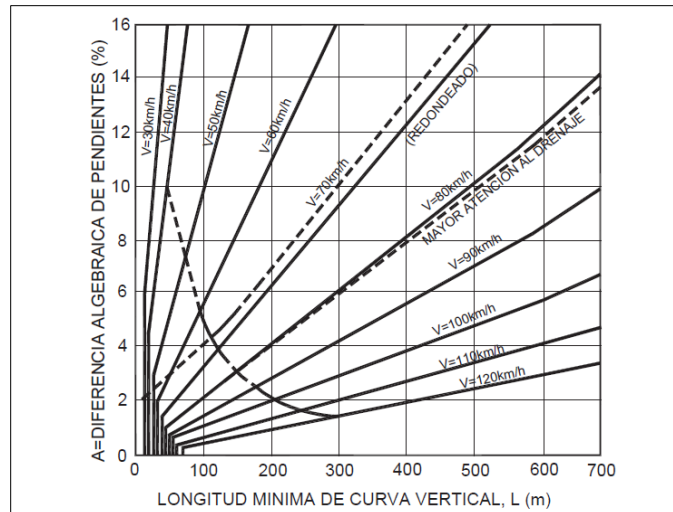
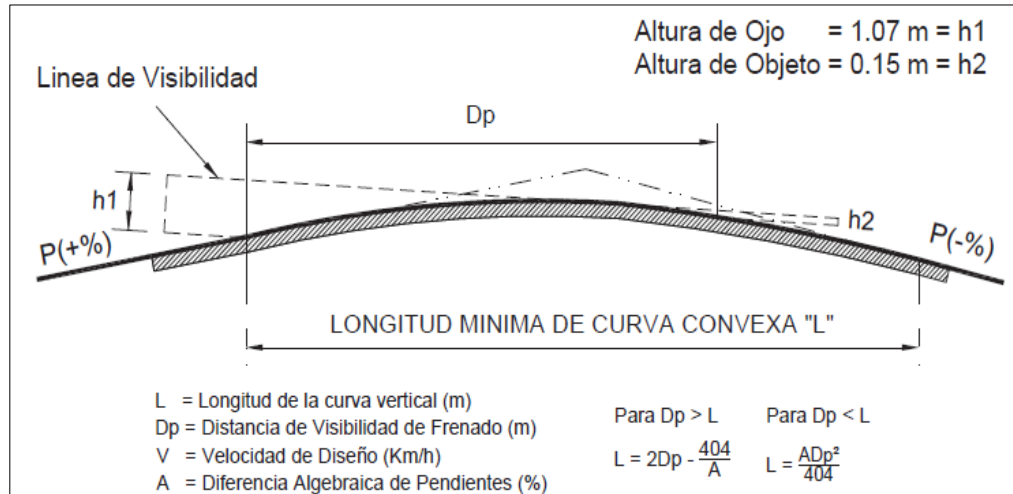
D_p = Distancia de visibilidad de parada; m.

A = Diferencia algebraica de pendientes; %.

h_1 = Altura del ojo sobre la rasante; m.

h_2 = Altura del objeto sobre la rasante; m.

Figura 15. Longitud mínima de curva vertical parabólica con distancia de visibilidad de parada (DG-2018, 303.06)



Para vías de tercera clase los valores del índice K para la determinación de la longitud de las curvas verticales convexas serán los indicados en la Tabla 303.02 del Manual DG-2018; expuesto en la tabla 16.

Tabla 16. Valores de “K” mínimos para curvas convexas

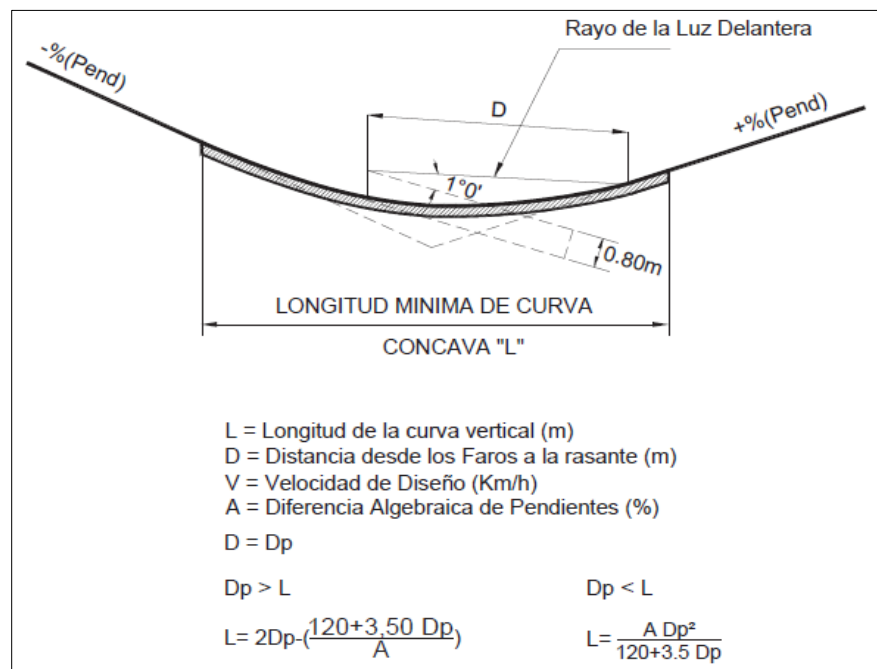
Vd (Km/h)	Distancia de Visibilidad	
	de Parada	
20	20	0.6
30	35	1.9

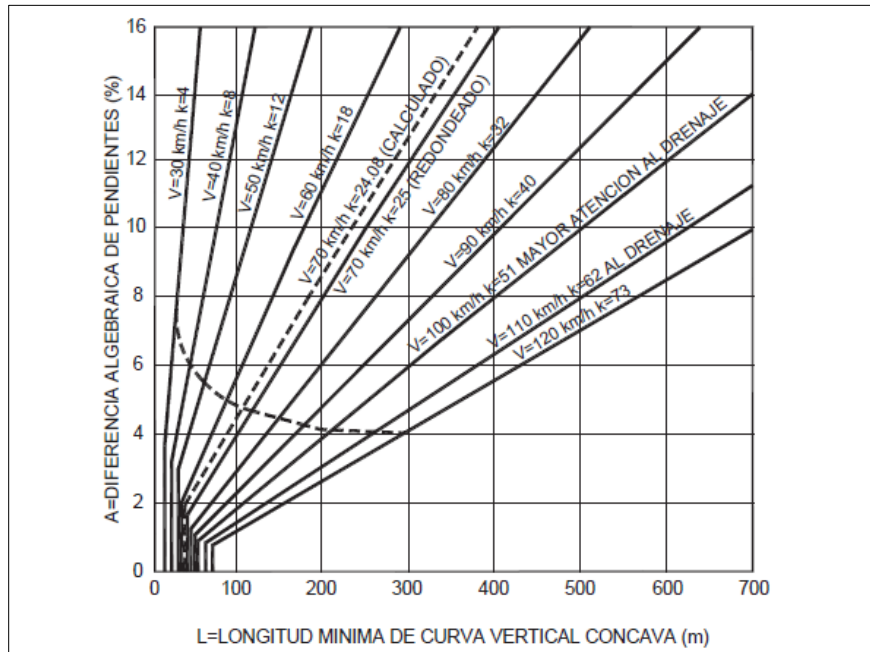
Fuente: Elaboración Propia

3.4.3.4.8 Longitud de Curva Vertical Cóncava

Los valores de longitud de curva vertical cóncava serán los indicados en la figura 303.08 de la Norma DG-2018, como se muestra en la figura 15.

Figura 16. Longitud mínima de curva vertical cóncava (DG-2018, 303.08)





Del lado de la seguridad se toma $D = D_p$, como muestra la figura 303.08 de la Norma DG-2018.

Para vías de tercera clase los valores del índice K para la determinación de la longitud de las curvas verticales cóncavas serán los indicados en la Tabla 303.03 del Manual DG-2018; como se visualiza en la tabla 17.

Tabla 17. Valores de “K” mínimas para curvas cóncavas

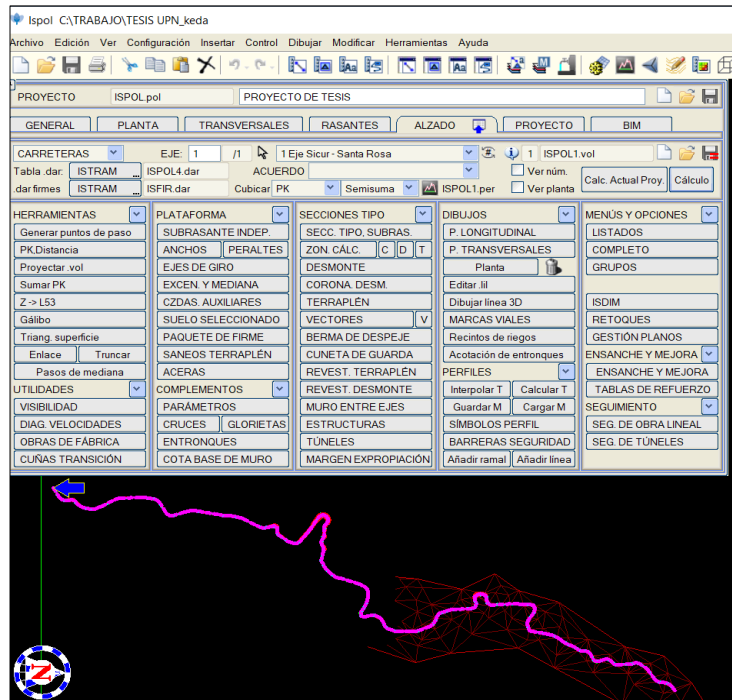
Vd (Km/h)	Distancia de Visibilidad de Parada	Índice de curvatura K
20	20	3
30	35	6

Fuente: Elaboración Propia

ISTRAM®/ISPOL®/(BIM) en esta fase del programa se diseñará la sección transversal correspondiente al proyecto de carretera que se viene desarrollando; como se visualiza en la figura 16.

En lo referido al proyecto de carretera, se generará el corredor con sus correspondientes secciones típicas y estructuras.

Figura 17. Fase Alzado



Fuente: Elaboración Propia

3.4.5.4.1. Plataforma

- **Ancho de carriles.**

El elemento más importante de la sección transversal es la zona destinada al flujo vehicular o calzada. De acuerdo con la clasificación de la vía, la carretera será de calzada

única con un carril de circulación por sentido. El ancho de calzada se define en la Tabla 304.01 de la DG-2018 como se muestra en la tabla 18:

Tabla 18. Ancho de calzada

ANCHO DE CALZADO																				
Demanda Vehículo/día Características	Autopistas								Carretera 4.000-2.001 Primera clase				Carretera 2.000-4.000 Segunda clase				Carretera < 400 Tercera clase			
	>6.000 Primera clase				6.000-4.000 Segunda 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																			6,00	6,00
40 km/h																			6,60	6,60
50 km/h																			6,60	6,60
60 km/h																			6,60	6,60
70 km/h																			6,60	6,60
80 km/h	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	6,60	6,60
90 km/h	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	6,60	6,60
100 km/h	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	6,60	6,60
110 km/h	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	6,60	6,60
120 km/h	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	6,60	6,60
130 km/h	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	6,60	6,60

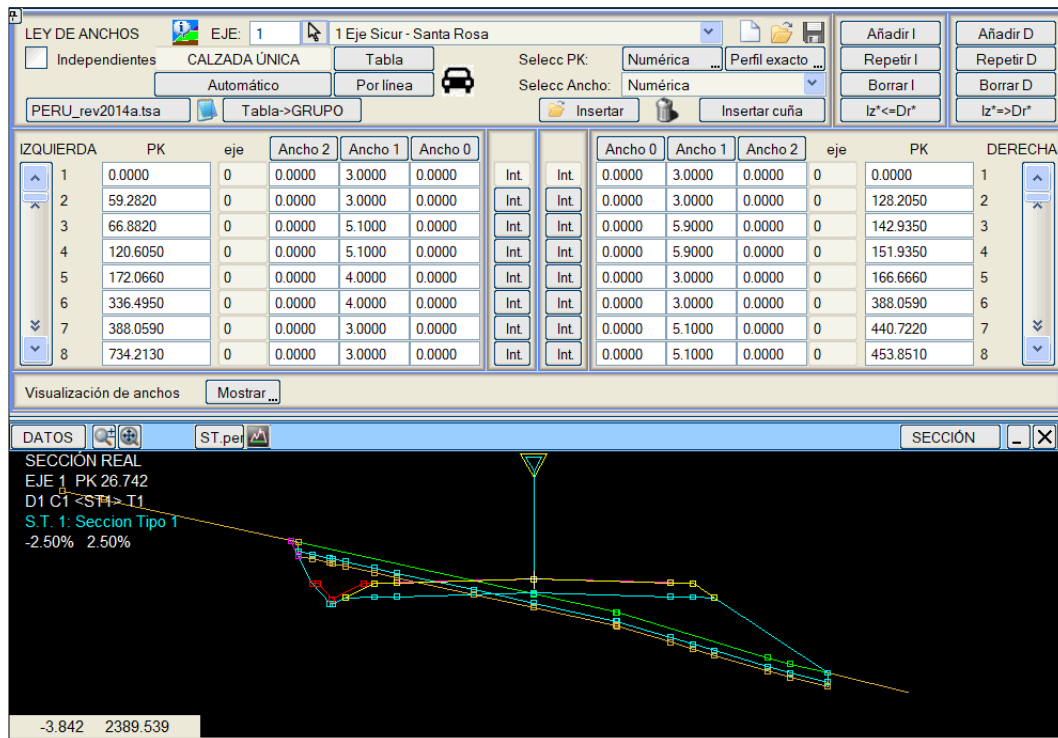
Fuente: Tabla 304.01 de la DG-2018

- Sin embargo, de acuerdo a la Nota (b) en la mencionada tabla, para carreteras de tercera clase, excepcionalmente podrán utilizarse calzadas menores hasta un mínimo de 5.00m. El ancho de cada carril será por tanto de 3.00 m y por consiguiente el ancho de la calzada proyectada será de 6.00 m.

ISTRAM®/ISPOL®/(BIM) en la ventana gráfica del modelo Bim aparece un menú en el que pueden introducirse manualmente los anchos a derecha e izquierda de las calzadas o semicalzadas principales y los PK's correspondientes. Los datos de PK's en este menú se pueden dar tanto gráfica como numéricamente. En el caso de darlo gráficamente, la proyección del punto sobre el eje puede hacer referencia a un perfil

exacto ó interpolado. Para carreteras, los valores de A0, A1, y A2 admiten el siguiente tipo de selección (Selecc Ancho); como se observa en la figura 17:

Figura 18. Fase Alzado – Plataforma - Anchos



Fuente: Elaboración Propia

Normalmente se rellenará el valor ANCHO 1 reservando el valor ANCHO 2 para los sobreamanchos que el programa inserta automáticamente para los carriles de aceleración y deceleración en los entronques y el ANCHO 0 para carriles interiores. En autopistas y autopistas con peralte doble, si no está definido el ANCHO 0, se divide el ANCHO 1 en dos carriles iguales, pero si se define ANCHO 0 se usa este valor para colocar los peraltes.

- **Peraltes:**

Los valores máximos de peralte usados en carreteras están controlados por cuatro factores: condiciones climáticas (frecuencia y cantidad de hielo y nieve); orografía (plana, ondulada ó montañosa); condiciones de la zona (rural ó urbana); y frecuencia de circulación de vehículos pesados que se mueven a baja velocidad cuya operación puede ser afectada por valores altos del peralte.

Considerando que valores altos del peralte podrían incitar a los conductores a tomar las curvas a altas velocidades y teniendo en cuenta también la operación de vehículos con carga pesada y alto centro de gravedad, los cuales eventualmente podrían detenerse o iniciar su marcha lentamente en curva, y para prevenir el deslizamiento transversal de estos, se ha limitado el valor del peralte máximo a un valor de 12% como se observa en la tabla 19.

Tabla 19. **Peralte máximo**

Vd (Km/h)	Pmáx
30	12%

Fuente: Elaboración Propia

Para radios mayores al mínimo, el peralte a usar se interpola de acuerdo al radio mínimo calculado y el radio correspondiente al peralte mínimo de 2.5%, siguiendo el método 5 recomendado por AASHTO para la distribución del peralte (p) y el factor de fricción (f) para todas las curvas con radio mayor al valor mínimo.

ISTRAM®/ISPOL®/(BIM) este menú permite la definición interactiva de la ley de peraltes de las calzadas principales. La ley de peraltes es una secuencia de PK's y

pendientes transversales en tanto por ciento. Para ferrocarriles, los peraltes se dan en milímetros.

Los datos de PK's en este menú se pueden dar tanto gráfica como numéricamente (botones [Clic]/[Teclado]). En el caso de darlo gráficamente, la proyección del punto sobre el eje puede hacer referencia a un perfil exacto o interpolado.

La definición de la ley de peraltes puede realizarse manual o automáticamente. La definición automática hace uso de tablas de diseño que el usuario puede crear y/o modificar (archivos. tpe); como se muestra en la figura 18.

Figura 19. Fase Alzado – Plataforma – Peraltes



DATO	P.K. IZQUIERDA	PERALTE (%)	P.K. DERECHA	PERALTE (%)
12	478.4912	-2.5000	468.4911	2.5000
13	574.2114	-2.5000	584.2114	2.5000
14	587.6114	4.2000	587.6114	4.2000
15	619.4422	4.2000	619.4422	4.2000
16	656.0559	9.5000	656.0559	9.5000
17	690.3309	9.5000	690.3309	9.5000
18	778.9355	-11.6000	778.9355	-11.6000
19	808.8286	-11.6000	808.8286	-11.6000

Fuente: Elaboración Propia

- **Calzadas Auxiliares (Bermas)**

Se define como berma a la franja longitudinal paralela y adyacente a la calzada de la carretera que se utiliza como zona de seguridad para el estacionamiento de vehículos en emergencia y de confinamiento de la calzada. El ancho de bermas se define en la Tabla 304.02 de la DG-2018 como se muestra en la siguiente tabla 20:

Tabla 20. Ancho de bermas

ANCHO DE BERMAS																
Demanda Vehículo/día Características	Autopistas				Carretera 4.000-2.001 Primera clase				Carretera 2.000-4.000 Segunda clase				Carretera < 400 Tercera clase			
	>6.000 Primera clase				6.000-4.000 Segunda clase											
Tipo de orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Velocidad de diseño: 30 km/h															0,50	6,00
40 km/h													1,20	1,20	0,90	0,90
50 km/h									2,60	2,60			1,20	1,20	0,90	0,90
60 km/h					3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	2,60	2,60	2,00	2,00	1,20	1,20
70 km/h			3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	2,00	2,00	1,20	1,20
80 km/h	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	2,00	2,00		1,20
90 km/h	3,00	3,00	3,00		3,00	3,00	3,00		3,00				2,00			1,20
100 km/h	3,00	3,00	3,00		3,00	3,00	3,00		3,00				2,00			1,20
110 km/h	3,00	3,00			3,00											1,20
120 km/h	3,00	3,00			3,00											1,20
130 km/h	3,00															

Fuente: Tabla 304.02 de la DG-2018.

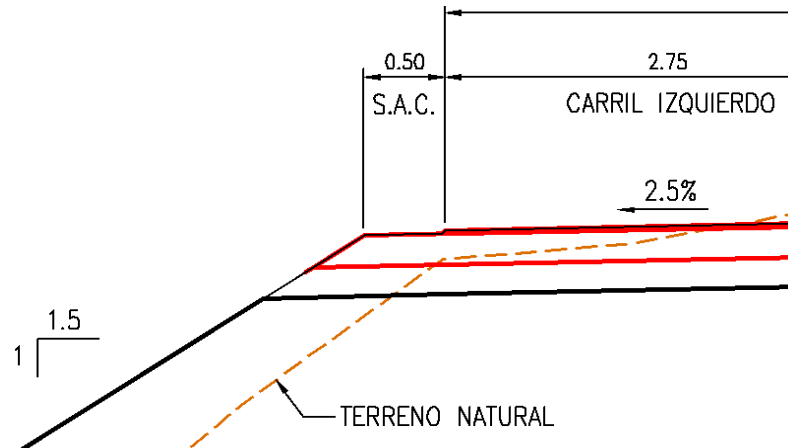
Sin embargo, de acuerdo a la Nota (b) en la mencionada tabla, para carreteras de tercera clase, excepcionalmente podrán utilizarse anchos de berma menores con la condición de proveer áreas de ensanche de la plataforma a cada lado de la carretera, destinadas al estacionamiento de vehículos en caso de emergencia. En el presente proyecto se ha dispensado el uso de bermas, debido a los altos costos de explanaciones que significaría su implementación.

3.4.3.4.9 Sobreancho de compactación

Considerando que la plataforma de rodadura será pavimentada, la DG-2018 estipula que será necesario añadir lateralmente, para su adecuado confinamiento, una banda de 0.50 metros de ancho sin pavimentar en los lados de relleno. A esta banda se le denomina

sobreancho de compactación (S.A.C.) el cual puede permitir la localización de señalización vertical y barreras de seguridad; como referencia se muestra en la figura 19.

Figura 20. Detalle de SAC



3.4.3.4.10 Bombeo

En tramos rectos, con el propósito de evacuar las aguas superficiales, sobre el pavimento se le dará una pendiente transversal a la calzada. El bombeo proyectado para el presente estudio será igual a 2.5%; como se observa en la tabla 21:

Tabla 21. Valores 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
Afirmado	3,0-3,5	3,0-4,0

Tabla 304.03 de la DG-2018.

3.4.3.4.11 Cunetas

Se proyectarán cunetas de sección rectangular en zonas urbanas y de sección triangular en zonas no urbanas en todos los tramos de laderas con necesidad de corte. Estas cunetas serán revestidas con concreto con un espesor de 0.10m; como referencia se muestra en la figura 20 y 21.

Figura 21. Geometría de cunetas triangular

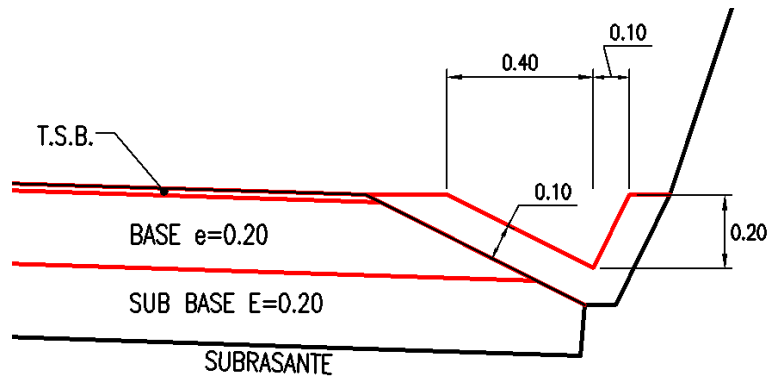
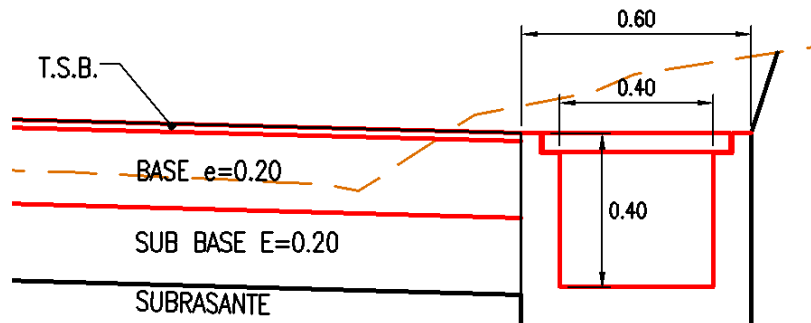


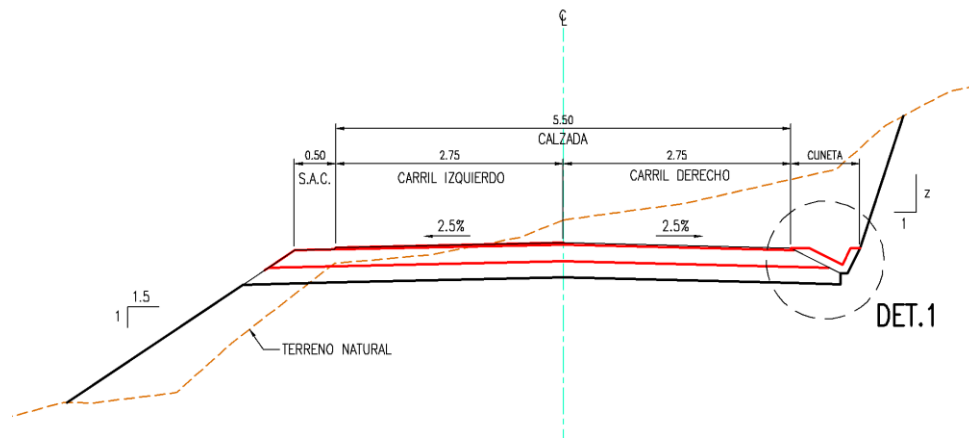
Figura 22. Geometría de cunetas rectangular



3.4.3.4.12 Consideraciones generales

Las características geométricas de la sección transversal se han definido teniendo en cuenta la demanda de tráfico, el vehículo de diseño, la velocidad de directriz, y lo normado en la DG-2018, de manera que se tiene en la figura 22 lo siguiente:

Figura 23. Secciones típicas



DET. 1, Ver Tópico 11.7 Cunetas.

3.4.3.4.13 Taludes De Corte Y Relleno

Los taludes de corte y relleno se encuentran determinados en el estudio de Geología y Geotecnia.

En el tramo de zona plana se proyectan taludes de relleno menores a 5m, se utilizará un talud de 1.5:1 (H: V) hasta tocar el terreno natural; como se muestra en la tabla 22.

Tabla 22. **Taludes de Corte y Relleno Adoptados**

TALUDES DE CORTE Y RELLENO ADOPTADOS	
Relleno en terraplén (material común, arenoso)	1.5: 1
Taludes de Corte	Variable según clasificación de materiales
Ancho de banqueta para zonas de corte	3.00m

Fuente: Elaboración Propia

3.4.3.4.14 Barreras De Seguridad

La directiva N° 007-2008-MTC/02, define barreras de seguridad a “aquellos sistemas de contención de vehículos ubicados e instalados en los márgenes o en los separadores centrales de la carretera y en los bordes de los puentes (pretilos)...”

Por las características físicas la carretera proyectada; se hace necesaria la implementación de barreras de seguridad en algunos sectores. Las barreras de seguridad están compuestas

por distintos niveles de contención dependiendo de su uso. Los niveles de contención varían de la siguiente manera:

P1 – Bajo: Condiciones de nivel de servicio bajo, predomina tránsito liviano con velocidades de hasta 50 km/h.

P2 – Medio: Nivel mínimo para carreteras de alta velocidad, predomina tránsito liviano.

P3 - Medio Alto: Vías con un tráfico principal de vehículos de transporte público y autobuses con pesos brutos de hasta 10 toneladas.

P4 – Alto: Vías con un tráfico considerable de vehículos pesados con pesos brutos de hasta 30 toneladas.

P5 - Muy Alto: Vías con un tráfico considerable de camiones tráiler y semi tráiler.

En la tabla 23 que a continuación se muestra; da el nivel de contención sugerido de acuerdo al tipo de tráfico y vía (Acápito 5.2 de la directiva N°007-2008-MTC/02).

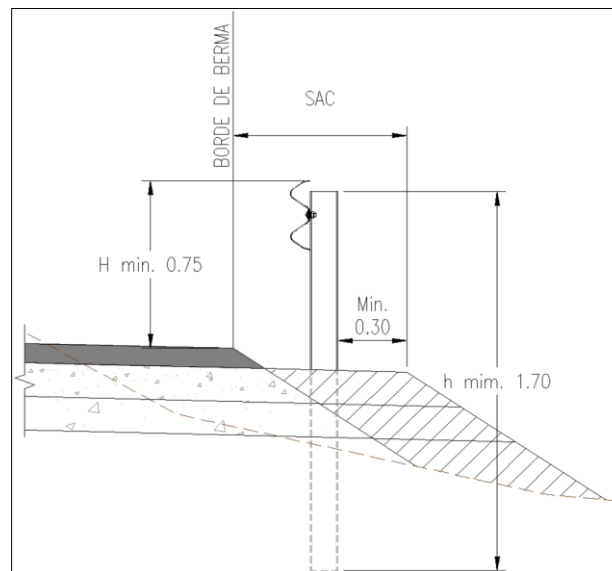
Tabla 23. Tipo de barrera de seguridad

Tipo de Vía	IMDA (veh/día)	Barrera Central	Barrera Lateral
Doble Carril	< 350	-	P1

Fuente: Elaboración Propia

Para el presente estudio se considera un nivel de contención P1, siendo el tipo de vehículo a proteger el camión de dos ejes, tipo C2 (ver figura 23):

Figura 24. Detalle de instalación de barrera lateral en el SAC.

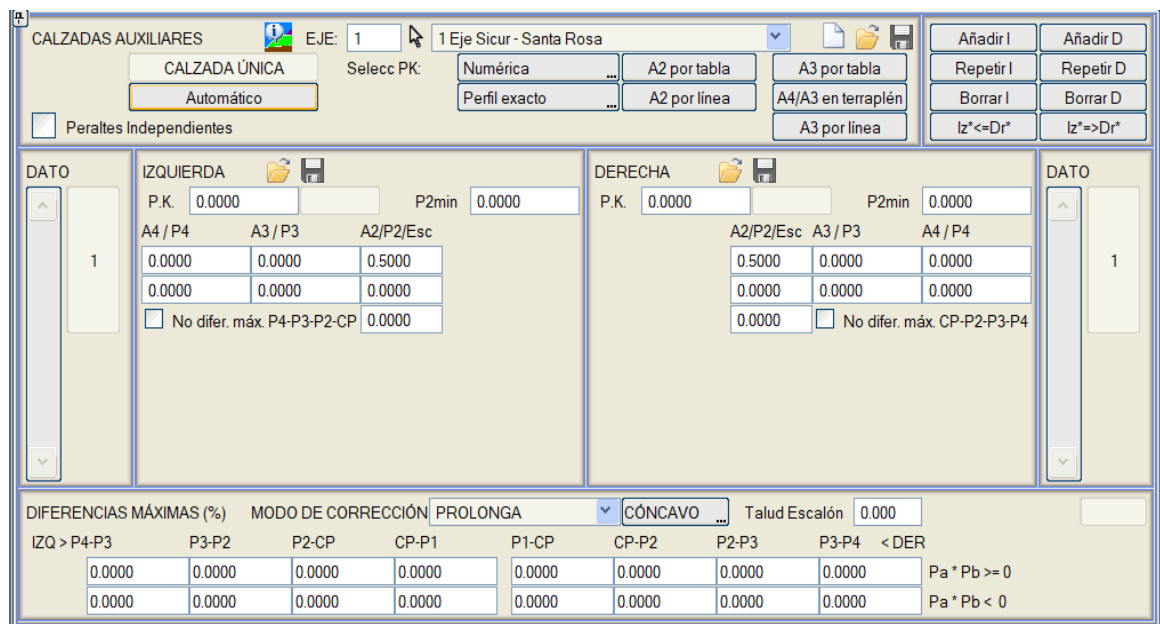


Fuente: Elaboración Propia

Mayor detalle, y sustento de la determinación del Nivel de contención de la barrera, en el capítulo de Seguridad Vial y Señalización.

ISTRAM®/ISPOL® permite el diseño de hasta ocho calzadas auxiliares con leyes de anchos y peraltes, independientes y distintas como se observa en la figura 24.

Figura 25. Fase Alzado – Plataforma – Bermas



The screenshot displays the software interface for configuring auxiliary roadways. Key elements include:

- Top Panel:** 'CALZADAS AUXILIARES' section with 'EJE: 1' and '1 Eje Sicur - Santa Rosa'. Buttons for 'CALZADA ÚNICA', 'Automático', and 'Peraltes Independientes'. Selection options for 'Numérica', 'Perfil exacto', 'A2 por tabla', 'A2 por línea', 'A3 por tabla', 'A4/A3 en terraplén', and 'A3 por línea'. Action buttons: 'Añadir I', 'Añadir D', 'Repetir I', 'Repetir D', 'Borrar I', 'Borrar D', 'Iz* <= Dr*', and 'Iz* > Dr*'.
- Left Panel (IZQUIERDA):** 'DATO' column with value '1'. Fields for 'P.K.' (0.0000) and 'P2min' (0.0000). Table for width/peralte parameters:

A4 / P4	A3 / P3	A2/P2/Esc
0.0000	0.0000	0.5000
0.0000	0.0000	0.0000

 Checkboxes for 'No difer. máx. P4-P3-P2-CP' and '0.0000'.
- Right Panel (DERECHA):** 'DATO' column with value '1'. Fields for 'P.K.' (0.0000) and 'P2min' (0.0000). Table for width/peralte parameters:

A2/P2/Esc	A3 / P3	A4 / P4
0.5000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	No difer. máx. CP-P2-P3-P4	
- Bottom Panel:** 'DIFERENCIAS MÁXIMAS (%)' and 'MODO DE CORRECCIÓN' (CÓNCAVO). 'Talud Escalón' (0.000). Table for maximum differences:

IZQ > P4-P3	P3-P2	P2-CP	CP-P1	P1-CP	CP-P2	P2-P3	P3-P4	< DER	Pa * Pb >= 0
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	Pa * Pb >= 0
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	Pa * Pb < 0

Fuente: Elaboración Propia

Estas calzadas se numeran de la 1 a la 4 para los dos lados, derecho e izquierdo.

Se amplían a 10000, el número máximo de datos en algunas tablas de alzado como calzadas auxiliares y mediana.

La calzada número 1 existe sólo en autovías, pues es una calzada interior. La calzada número 2 es la calzada auxiliar exterior más próxima a la calzada principal (arcén). Las calzadas 3 y 4 suelen estar destinadas a carriles bici, aparcamientos, etc.

La definición se realiza dando valores a los anchos y peraltes de las distintas calzadas auxiliares en distintos puntos del eje. Si un dato varía ente dos puntos consecutivos, se asume una variación lineal entre los mismos. Si es preciso se extrapolan los datos, de modo que uno sólo es suficiente.

- **Paquete de firmes (pavimento)**

- De acuerdo al estudio de suelos y pavimentos, la estructura del pavimento será según lo expuesto en la tabla 24:

Tabla 24. **Estructura de Pavimento**

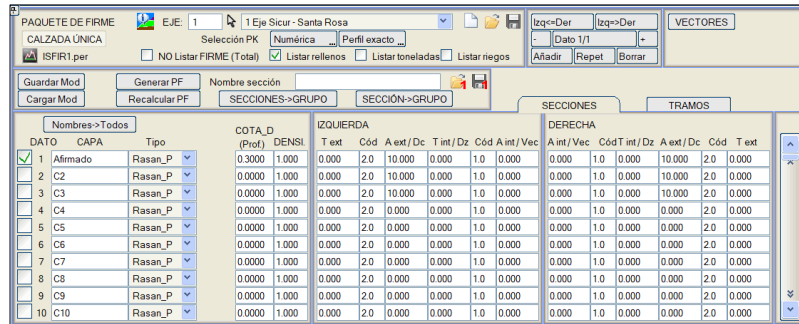
ESTRUCTURA DE PAVIMENTO		
Capa N°	Nombre	Espesor (cm)
1	Afirmado	30

Fuente: Elaboración Propia

ISTRAM®/ISPOL®/(BIM) desde el menú PLANTA accedemos al menú [ALZADO], luego accedemos al menú [PAQUETE DE FIRMES], mostrado en la figura 25.

Aspectos a tener en cuenta: El espesor total del paquete de firmes es el que previamente se ha definido en el menú [SECC. TIPO, SUBRAS.] del menú ALZADO.

Figura 26. Fase Alzado – Plataforma – Paquete de Firmes



DATO	CAPA	Tipo	COTA_D (Pied) DENSIL	IZQUIERDA T ext Cód A ext/Dc T int/Dz Cód A int/Vec	DERECHA A int/Vec Cód T int/Dz A ext/Dc Cód T ext
<input checked="" type="checkbox"/>	1 Afirmado	Rasan_P	0.3000 1.000	0.000 2.0 10.000 0.000 1.0 0.000	0.000 1.0 0.000 10.000 2.0 0.000
<input type="checkbox"/>	2 C2	Rasan_P	0.0000 1.000	0.000 2.0 10.000 0.000 1.0 0.000	0.000 1.0 0.000 10.000 2.0 0.000
<input type="checkbox"/>	3 C3	Rasan_P	0.0000 1.000	0.000 2.0 10.000 0.000 1.0 0.000	0.000 1.0 0.000 10.000 2.0 0.000
<input type="checkbox"/>	4 C4	Rasan_P	0.0000 1.000	0.000 2.0 0.000 0.000 1.0 0.000	0.000 1.0 0.000 0.000 2.0 0.000
<input type="checkbox"/>	5 C5	Rasan_P	0.0000 1.000	0.000 2.0 0.000 0.000 1.0 0.000	0.000 1.0 0.000 0.000 2.0 0.000
<input type="checkbox"/>	6 C6	Rasan_P	0.0000 1.000	0.000 2.0 0.000 0.000 1.0 0.000	0.000 1.0 0.000 0.000 2.0 0.000
<input type="checkbox"/>	7 C7	Rasan_P	0.0000 1.000	0.000 2.0 0.000 0.000 1.0 0.000	0.000 1.0 0.000 0.000 2.0 0.000
<input type="checkbox"/>	8 C8	Rasan_P	0.0000 1.000	0.000 2.0 0.000 0.000 1.0 0.000	0.000 1.0 0.000 0.000 2.0 0.000
<input type="checkbox"/>	9 C9	Rasan_P	0.0000 1.000	0.000 2.0 0.000 0.000 1.0 0.000	0.000 1.0 0.000 0.000 2.0 0.000
<input type="checkbox"/>	10 C10	Rasan_P	0.0000 1.000	0.000 2.0 0.000 0.000 1.0 0.000	0.000 1.0 0.000 0.000 2.0 0.000

Fuente: Elaboración Propia

Las capas se definen por orden desde la subrasante hacia arriba y con los espesores acumulados.

La extensión de cada una de las capas por defecto es hasta las bandas blancas.

Definimos la primera capa: ZA de espesor 0.3 m y a lo largo de toda la plataforma, para ello vamos cubriendo las diferentes casillas:

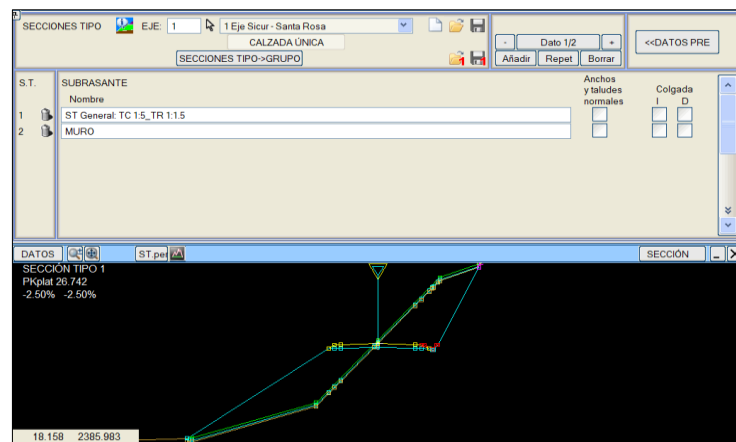
1. Activamos el flag para indicar que esa capa se aplica.
2. Escribimos el nombre de la capa, en la casilla [CAPA].
3. Espesor de la capa en la casilla [COTA_D].
4. Extensión de la capa en el lado izquierdo del eje [A ext.], teniendo en cuenta que las referencias son las bandas blancas.
5. Extensión de la capa en el lado derecho del eje [A ext.], igual que para el lado izquierdo. Para las otras capas se sigue el mismo paso, realizado anteriormente.
6. Por último, ordenamos la generación del paquete de firmes mediante la opción [Genera PF]. De esta forma ya tendremos calculado el paquete de firmes, como consecuencia del cálculo se genera un fichero (ISFIR1.per).

3.4.5.4.2. Secciones Tipo

- **Secciones tipo y geometría de la sub rasante**

Se definen en este apartado las relaciones geométricas existentes entre la calzada final y la subrasante de tierras, además de otros elementos como el espesor del paquete de firmes o los suelos seleccionados que están íntimamente ligados a los datos aquí definidos; como referencia en la figura 26.

Figura 27. Fase Alzado – Secciones Tipo

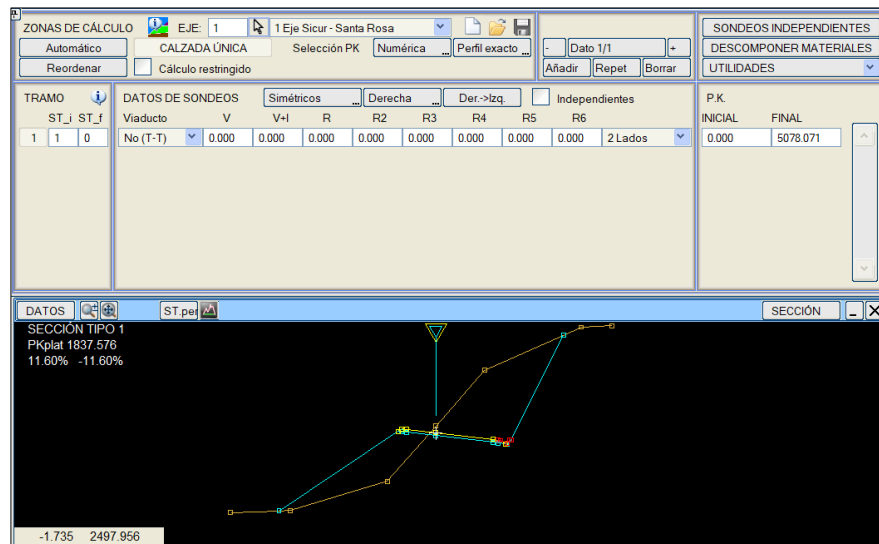


Fuente: Elaboración Propia

- **Zona de cálculo o Corredor**

Como se muestra en la figura 27, este menú permite definir en qué tramos se ha de generar el cálculo completo de alzado del eje, qué sección tipo ha de emplearse en cada tramo y otros datos sobre el tipo de terreno, espesores, la definición de zonas de cálculos, por tanto, la que controla todos los cálculos.

Figura 28. Fase Alzado – Zona de Cálculo



Fuente: Elaboración Propia

- **Desmonte**

El movimiento de tierra es una operación donde se busca compensar un déficit de material en zonas de relleno con un excedente de material obtenido en zonas de corte. Usualmente el material no es compensando al 100% y por consiguiente se utiliza materiales de préstamo para las zonas de déficit y se elimina el material de corte en las zonas con exceso.

3.4.3.4.15 Método De Cálculo

Las cantidades de movimiento de tierra han sido calculadas mediante software de última generación como Istram BIM (de Buhodra Ingeniería) bajo su entorno gráfico. Una vez que software calcula las cantidades de corte y relleno, éstos son importados a una hoja de cálculo de Excel para una revisión meticulosa y posible precisión de algunos

valores para poder obtener el detalle requerido. El método empleado para el cálculo de volúmenes es el denominado “método standard”.

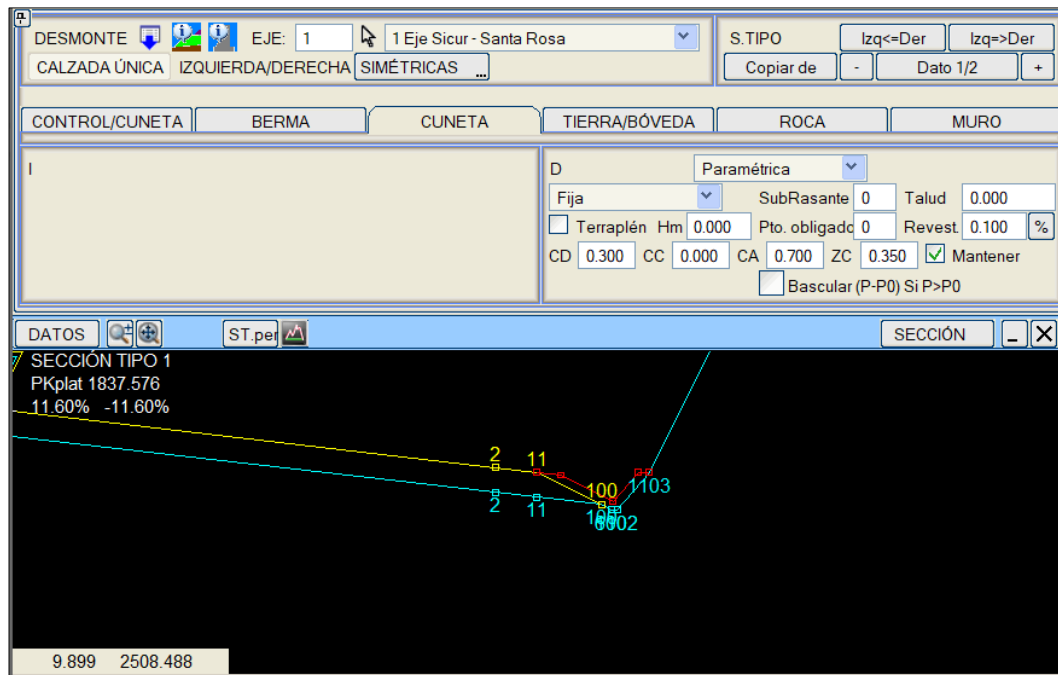
En el modelo Bim existen distintos elementos asociados a la excavación o desmonte, como son la berma, la cuneta o el propio talud que definiremos en el menú accesible desde la zona de SECCIONES TIPO en la opción [DESMONTE].

1. **Berma o SAP:** En la definición de la BERMA pulsamos sobre la pestaña y damos un ancho BD () en metros y una altura ZBD () también en metros, lo que da una pendiente típica para la berma en %.

En zona de corte no se considera el SAP (Sobreancho de Protección) debido a que la cuneta cumple esa función.

2. **Cuneta:** En la definición de la CUNETA pulsamos sobre la pestaña y damos valores (en metros) para los anchos de los laterales izquierdos CD y derecho CA, ancho del fondo CC, y profundidad ZC. Para nuestro eje fijaremos dichas dimensiones en para cada una de ellas; como se muestra en la figura 28.

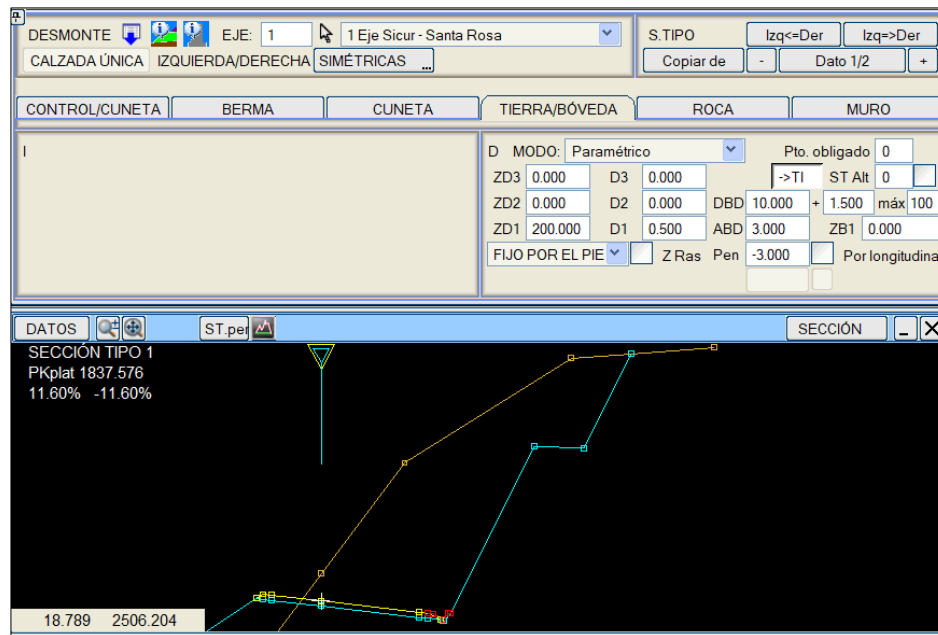
Figura 29. Fase Alzado – Desmonte - Cuneta



Fuente: Elaboración Propia

3. **Tierra bóveda:** Para la definición del talud de excavación o desmorte, pulsaremos sobre la pestaña TIERRA/BÓVEDA definiendo un talud D1 () que será de aplicación para hasta un máximo de altura ZD1 () dado también por nosotros. En nuestro caso se aplicará un talud 1:2 hasta un máximo de 100 metros de altura; como se muestra en la figura 29.

Figura 30. Fase Alzado – Desmante - Taludes

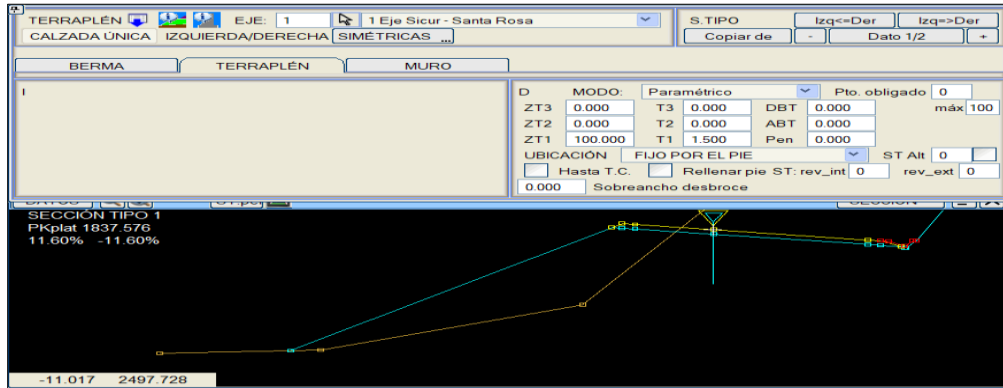


Fuente: Elaboración Propia

- **Terraplén**

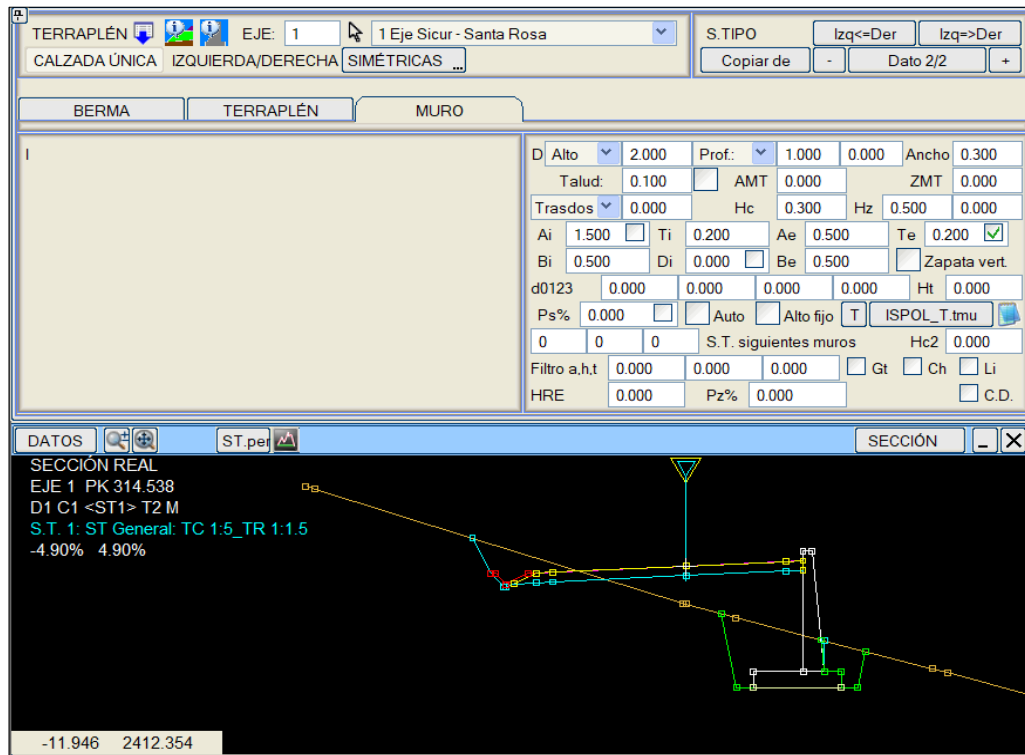
En este apartado se definió la zona de relleno de la sección típica de nuestro corredor (Zona de Calculo). Usualmente se define la sección del talud de relleno, sobreebanco de compactación o protección (SAP) y muros de sostenimiento; como se muestra en la figura 30 y 31.

Figura 31. Fase Alzado – Terraplén - Taludes



Fuente: Elaboración Propia

Figura 32. Fase Alzado – Terraplén - Muro



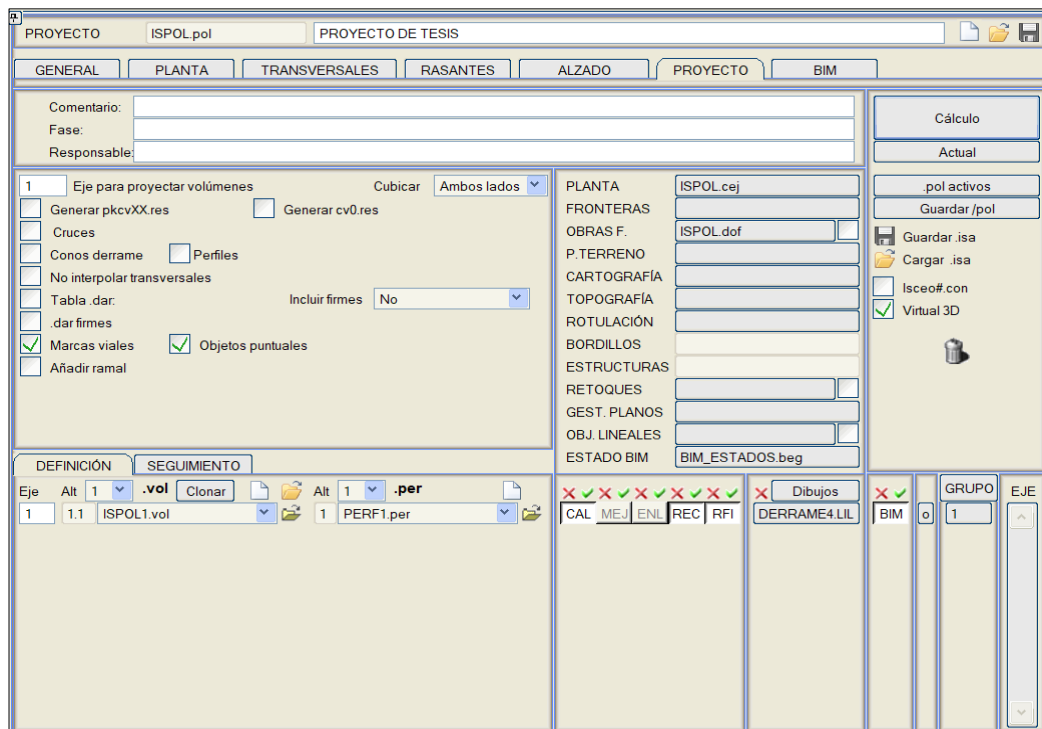
Fuente: Elaboración Propia

3.4.5.5. Fase Proyecto y BIM

En esta Fase BIM también llamada tabla de proyecto, despliega el cuadro de diálogo que contiene la información sobre todos los ficheros de datos involucrados en la definición del proyecto.

En la figura 32, referente al proyecto se tiene asociado el eje del proyecto, las curvas de nivel obtenidos del CAD y que serán al final como producto final un POL “Proyecto de Obra Lineal”; esta es la etapa final de cálculo para obtener los entregables: metrados y planos del proyecto (secciones transversales y planta-perfil). Además, se genera una presentación grafica del proyecto en planta; donde se representan los cortes, rellenos, estructuras, líneas de cunetas, muros, sobrecanchos, bordes de camino, etc.

Figura 33. Fase - Proyecto



Fuente: Elaboración Propia

3.4.5.6. Generación de geometría tridimensional

En esta fase el software genera la geometría BIM de los proyectos de obra lineal. A partir de la información de dichos proyectos se generan los volúmenes definidos en las tablas del programa y se asocian otros elementos 3D como marcas viales, estribos, derrames, pozos, obras de fábrica... entre otros. Esta información puede guardarse en múltiples formatos; como se muestra en la figura 33.

En lo referente al Proyecto se generará el modelo BIM de los 5 kilómetros de estudio, este modelo nos permitirá ver la estructura de la información del proyecto.

Figura 34. **Proyección Virtual 3D**



Fuente: Elaboración Propia

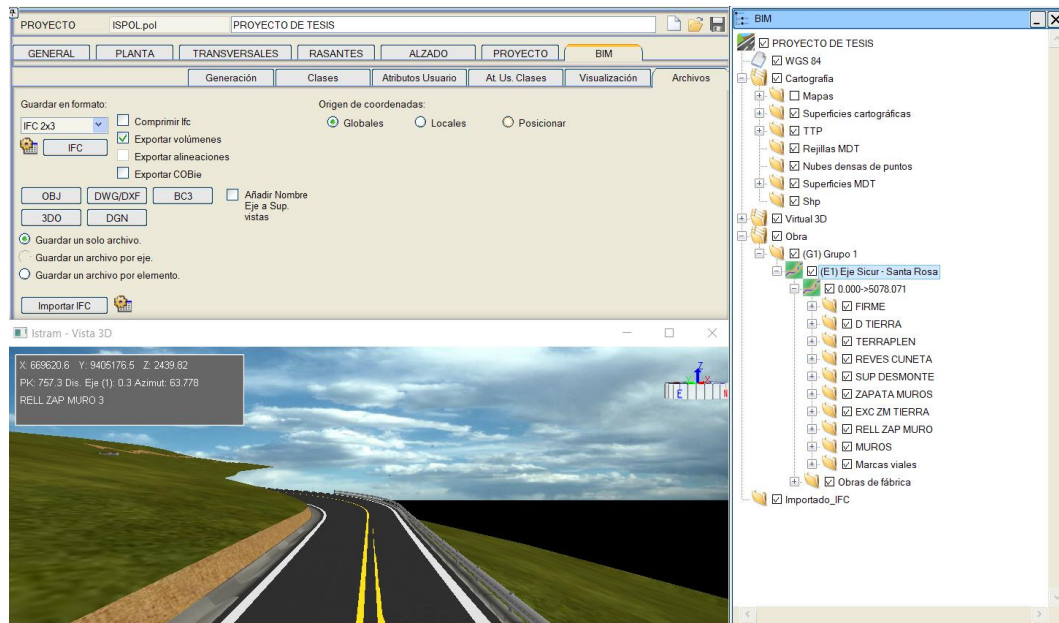
Istram genera la geometría BIM de los proyectos de obra lineal. A partir de la información de dichos proyectos se generan los volúmenes definidos en las tablas del programa y se asocian otros elementos 3D como marcas viales, estribos, derrames, pozos, obras de fábrica... entre otros. Esta información puede guardarse en múltiples formatos.

Para los ejes de ferrocarriles, al entrar en BIM o en Virtual 3D (en este último caso, si se hace desde el menú de Alzado), se genera, de forma automática, la geometría de los carriles y las traviesas. No es necesario la utilización de líneas con representación sólida 3D.

La generación de la geometría BIM se realiza a partir de los perfiles transversales y la tabla DAR que tengan asociada. Esto permite calcular otros atributos como el volumen de los elementos.

En esta pestaña como se muestra en la figura 34 se pueden generar, guardar y visualizar los modelos BIM de los ejes y acuerdos.

Figura 35. Fase BIM – Árbol BIM



Fuente: Elaboración Propia

El menú de BIM consta de 3 partes principales:

Árbol BIM, en la parte izquierda. En él se muestran los elementos del proyecto. Inicialmente, sólo se muestra la organización de grupos de ejes.

Opciones, en la parte derecha. Hay 5 pestañas que permiten trabajar con la información BIM, guardarla o manejar la visualización 3D. Estas pestañas son: Propiedades, Traducción Clases, Visualización y Archivos.

La ventana **BIM 3D** es una ventana independiente en la que se muestra la representación 3D del modelo BIM. Para que se pueda mostrar esta ventana es necesario que haya alguna geometría BIM generada.

Propiedades, al seleccionar cualquier objeto en el árbol se muestran sus características disponibles en esta zona. También se sitúa aquí un botón para generar la geometría BIM de todos los elementos que sean hijos del elemento seleccionado.

Traducción Clases, los elementos BIM pertenecen a una clase que les otorga Istram. En esta opción se puede "traducir" ese nombre de clase a otros estándares.

Atributos Usuario, se puede definir un conjunto de atributos para cada elemento de geometría, que recibirán su valor de la información propia del programa.

Visualización, una vez generada la geometría de un elemento del árbol se puede ver en una ventana de OpenGL. En esta zona se definen características de visualización de los elementos del árbol.

Archivos, una vez generada la geometría de un elemento del árbol se puede exportar en varios formatos, teniendo en cuenta las posibilidades de cada uno de ellos.

Propiedades, un elemento de BIM tiene un conjunto de propiedades que se muestran en el área correspondiente. Siempre tiene un **nombre** y un **comentario**; los elementos que no son hoja del árbol como el proyecto, los grupos de ejes, los ejes, los tramos, los acuerdos y otros organizadores, tienen únicamente estas propiedades; la geometría (hojas del árbol)

puede tener otras propiedades en función de su naturaleza: color, longitud, pk de inicio y fin, volumen.

Archivos, La información generada se puede guardar en los formatos IFC, 3DO, DGN, DWG/DXF y OBJ.

En formato IFC se guarda la estructura del árbol y todas las propiedades (excepto el color y el material) de los elementos del árbol que cuelguen del nodo actual en un único archivo. Estos archivos se pueden guardar en dos versiones de este formato: 2x3 y 4. En este último caso, se pueden añadir las alineaciones.

En formato OBJ se guarda la geometría el color y el material de los elementos del árbol que cuelguen del nodo actual en un único archivo.

En cualquier nodo del árbol de elementos BIM, se puede exportar toda la geometría que cuelgue de dicho nodo en formato OBJ. Esto permite guardar un elemento de geometría, un eje, un grupo de ejes o todo el proyecto en un solo archivo.

En el resto de formatos, se guarda un archivo por cada elemento de geometría, incluyendo en el nombre del archivo información del eje o acuerdo al que pertenece.

3.4.5.7. Estudios de Visibilidad

Esta función se encuentra disponible en el programa dentro de UTILIDADES del menú ALZADO:

Visibilidad recoge información de dos opciones más de este menú: marcas viales y diagrama de velocidades:

Las marcas viales se utilizan para visualizarlas en la ventana de la vista 3D y para calcular la visibilidad de la vía si estas marcas viales pueden ser barreras visuales. Es necesario dibujarlas para que se puedan utilizar en Visibilidad.

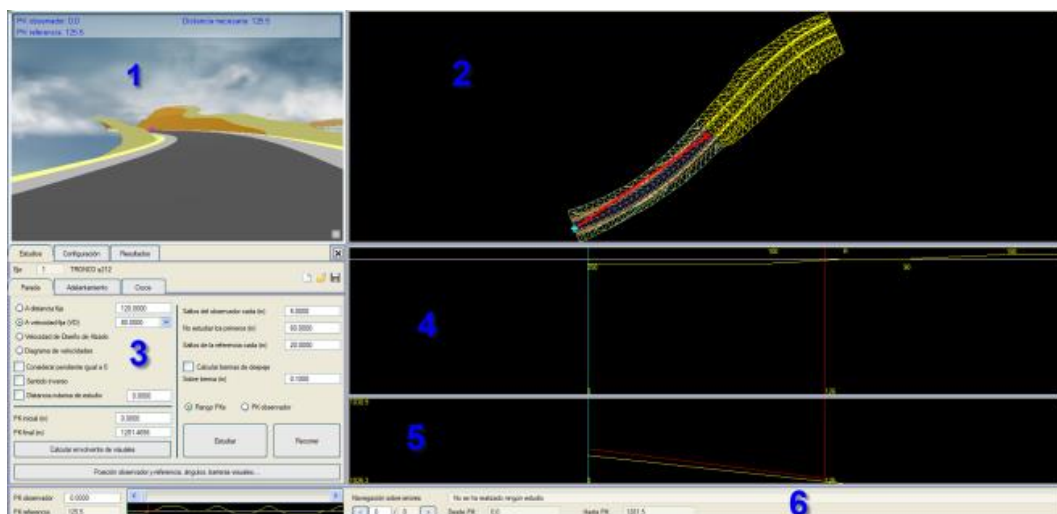
El diagrama de velocidades se puede utilizar para calcular la distancia de estudio en el caso de visibilidad de parada. Cuando se utiliza el diagrama de velocidades, se calcula

la velocidad a la que se puede circular por la vía en función de la distancia de parada disponible. Este resultado aparece en el listado del estudio, en el archivo ISPOLVP.txt.

La información de marcas viales y diagrama de velocidades no es imprescindible para los estudios de visibilidad, pero puede ser muy útil.

La pantalla de trabajo muestra seis zonas claramente diferenciadas, como se muestra en la figura 35.

Figura 36. Estudios de Visibilidad



Fuente: Elaboración Propia

1. **Ventana gráfica 3D:** Se muestra una vista 3D de la vía y el entorno. Está generada con OpenGL® por lo que es necesario una tarjeta gráfica con sus drivers OpenGL® correctamente instalados.
2. **Planta:** Vista de la triangulación en planta de la misma zona de la vía que las anteriores. Se ajusta al espacio que le dejen el resto de las ventanas de su columna. Muestra una línea que une los puntos en los que se encuentra el

observador y la referencia. El color de los triángulos depende de la parte de la vía a la que pertenecen y de si están en la zona de estudio o fuera.

3. **Menú principal:** Cuadros de diálogo para la introducción de datos, configuración y obtención de resultados del estudio de visibilidad.
4. **Alineaciones, diagrama de velocidades y resultados:** Muestra las alineaciones en la zona de estudio, así como en las zonas anterior y posterior. También muestra el diagrama de velocidades si está generado y cargado. Una vez que se ha realizado un estudio, muestra los resultados.
5. **Alzado:** Dibuja la información de alzado de la misma zona que la ventana anterior. La línea roja representa la visual observador-referencia y la amarilla el tramo de rasante correspondiente.
6. **Eje:** Esquematiza el eje completo con el diagrama de alineaciones, con fondo negro el tramo en el que se realizarán los estudios y blanco el resto del eje. Tiene un deslizador que permite mover la posición del observador con efectos, únicamente, de mostrar distintas vistas de la vía en la ventana gráfica 3D. A la derecha del deslizador se encuentra el navegador de errores que se detalla más adelante.

Tipos de estudio

En la realización de un estudio de visibilidad se deben tener en cuenta todos los factores que definen el estudio para que los resultados sean los adecuados. Es necesario saber qué tipo de estudio se va a realizar, cuáles son las normativas establecidas para parametrizar el estudio y aplicarlas adecuadamente.

Se parte de un observador, que simula al conductor que recorre la vía, y una referencia, que está a una distancia determinada por delante del conductor, que debe ser visible siempre.

En función de la posición del observador y de la referencia en la carretera y de la distancia que los separa se pueden realizar estudios con diferentes finalidades:

- Estudio de visibilidad de parada.
- Estudio de visibilidad de adelantamiento.
- Estudio de visibilidad de cruce.

Estos estudios tienen sus características predefinidas en el programa ISTRAM®/ISPOL® pero se pueden variar para realizar otros estudios configurados como el usuario prefiera. Incluso en las opciones de Visibilidad de parada y Visibilidad de adelantamiento se puede recorrer la vía sin necesidad de hacer ningún estudio para hacerse una idea del resultado final del proyecto y prever zonas conflictivas en las que intensificar el estudio

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

Todo proyecto de ingeniería requiere comunicar los resultados obtenidos en su diseño, análisis o simulación, por ello la elaboración de documentación sustentada y consistente es fundamental que pueda ser usada en procesos de contratación, construcción, registro, etc.

La documentación a obtenerse de un modelo BIM está estrictamente vinculada a la capacidad del software de representar la información contenida en el mismo. Sin embargo, para proyectos de infraestructura vial se enlista la documentación más relevante a obtenerse a partir de un modelo BIM:

- Planos de trazado en planta y perfil
- Sección transversal a lo largo de la vialidad
- Reporte o cuadro de elementos geométricos viales
- Reporte o cuadro de movimiento de terreno
- Reporte para replanteo de geometría horizontal
- Reporte o cuadro de materiales de estructura asfáltica
- Visualización en tres dimensiones y recorrido de trayectoria

Para la obtención de la información resultante se propone el siguiente flujo de trabajo:

Extracción de datos.

En esta etapa el programa ISTRAM®/ISPOL® nos permite hacer definiciones geométricas y configuración del modelo BIM ha finalizado, y para obtener la información que sea aprovechable por los consumidores de esta información es necesario la creación de reportes o documentación que sea reflejo del modelo construido.

La información de reportes y planos se obtiene de manera directa, ya que las herramientas BIM tienen la capacidad de organizar y representar de manera alfanumérica los datos o características del modelo y sus componentes, de esta manera se optimizan tareas de diagramación e ingreso de datos en la documentación.

Generación de reportes.

Programa ISTRAM®/ISPOL® nos permite obtener los reportes que vienen hacer el resumen tabulado de varias características del modelo. Los datos a obtenerse pueden ser: características geométricas, calculo o bien información de normativa y criterios aplicados al modelo.

La mayor ventaja de la interoperabilidad entre herramientas BIM es el aprovechamiento de la información extraída de modelos, siendo así los reportes de la documentación que en varios formatos pueden ser aprovechados para tabulaciones en hojas de cálculo, en equipos de medición o de intercambio entre plataformas BIM.

Entre los reportes de mayor uso en proyectos de infraestructura vial se enlistan los siguientes:

- Curvas de alineamiento
- Replanteo de alineamiento en base a puntos de control
- Curvas verticales.

Estos reportes pueden ser usados como documentación anexa a la memoria técnica del proyecto como sustento del diseño realizado.

Aplicación del software Istram Bim en el trazado geométrico de la carretera de Vizcacha – Musga, distrito de musga, provincia de Marizcal Luzuriaga, región Ancash.

Figura 37. Presentación de plano de curva de nivel



Fuente: Elaboración Propia

Generación de tablas y cuadros.

La información contenida en el programa ISTRAM®/ISPOL® , modelo puede ser resumida para su consumo en tablas parametrizadas insertas en el mismo espacio de trabajo del archivo que contiene el diseño, esta información es tabulada y presentada de manera gráfica de tal manera que pueda ser usada en los planos.

Manteniendo el concepto BIM, estas tablas están vinculadas con el modelo, esto quiere decir que si tras una etapa de revisión surge un cambio en la geometría horizontal o vertical, sección o cualquier variación; evitando así el reproceso y errores por duplicaciones o desactualizaciones de datos.

Las tablas o cuadros también sirven como indicadores numéricos del modelo, es decir pudieran ser extraídos en una etapa de diseño para obtener mediciones de la obra paralelamente a la modelación de la geometría, sirviendo como sustento en la toma de decisiones en el diseño.

Entre la información más relevante que pueda representarse en tablas o cuadros en herramientas BIM están:

- Construcción geometría horizontal
- Construcción geometría vertical
- Volúmenes y cantidades de obra

Figura 38. Tabla de alineamiento horizontal

PARAMETROS CURVA CIRCULAR Y ESPIRAL													
ID	D	SENTIDO	Ra dio	Tang.	Lc/Ls	Ext.	TS/PC/SC	PI	CS/PT/ST	NORTE-PI	ESTE-PI	P%	SA
C1	82°55'01.71"	I	-45.000	39.755	65.123	15.045	0+063.082	0+102.836	0+128.205	9404581.405	669566.081	-9.90	2.10
C2	73°27'17.71"	D	30.000	22.384	38.461	7.430	0+128.205	0+150.588	0+166.666	9404638.781	669542.225	11.60	2.90
C3	79°04'54.20"	I	-125.000	103.192	172.530	37.091	0+166.666	0+269.857	0+339.195	9404718.017	669639.646	-4.90	1.00
C4	26°23'35.66"	D	45.000	10.552	20.729	1.221	0+436.922	0+447.474	0+457.651	9404904.379	669539.702	9.90	2.10
C5	13°45'46.00"	D	150.000	18.103	36.031	10.888	0+583.411	0+601.514	0+619.442	9405058.717	669534.822	4.20	0.80
C6	45°26'55.26"	D	48.000	20.103	38.075	4.840	0+656.056	0+676.159	0+694.131	9405131.914	669580.316	9.90	2.00
C7	74°48'54.16"	I	-30.000	22.943	39.173	7.767	0+774.296	0+797.239	0+813.469	9405198.295	669654.116	-11.60	2.90
C8	27°52'42.10"	D	165.000	40.953	80.284	5.006	0+888.138	0+929.091	0+968.422	9405330.510	669612.646	3.80	0.80
C9	11°35'33.08"	I	-200.000	20.302	40.466	10.828	1+095.075	1+115.377	1+135.541	9405515.293	669646.772	-3.20	0.70
C10	29°16'22.17"	D	200.000	52.232	102.181	6.708	1+135.541	1+187.772	1+237.722	9405587.813	669645.344	3.20	0.70
C11	54°26'05.13"	I	-90.000	46.288	85.506	11.206	1+322.914	1+369.202	1+408.420	9405749.803	669731.999	-6.30	1.20
C12	130°51'21.73"	D	25.000	54.675	57.097	35.120	1+408.420	1+463.095	1+465.516	9405840.323	669687.280	11.90	3.40
C13	67°49'21.49"	I	-25.000	16.806	29.593	5.124	1+465.516	1+482.323	1+495.109	9405822.346	66975.646	-11.90	3.40
C14	16°23'11.36"	I	-80.000	11.519	22.880	0.825	1+542.165	1+553.683	1+565.044	9405882.751	669801.558	-6.90	1.30
C15	70°23'40.20"	I	-30.000	21.161	36.858	6.712	1+594.696	1+615.856	1+631.554	9405941.888	669823.240	-11.60	2.90
C16	6°03'56.79"	I	-200.000	10.597	21.174	0.281	1+701.442	1+712.039	1+722.616	9406006.473	669745.332	-3.20	0.70
C17	193°36'58.96"	D	30.000	251.282	101.377	223.067	1+818.371	2+069.653	1+919.748	9405925.647	669856.632	11.60	2.90
C18	42°54'55.02"	I	-35.000	13.757	26.215	2.607	1+919.748	1+933.505	1+945.964	9406100.803	669785.200	-11.10	2.60
C19	37°48'47.39"	D	30.000	10.875	19.799	1.711	1+997.210	2+007.485	2+017.009	9406094.770	669782.266	11.60	2.90
C20	78°42'33.74"	I	-30.000	24.603	41.212	8.798	2+017.009	2+041.611	2+058.221	9406071.247	669805.988	-11.60	2.90
C21	50°09'05.42"	D	45.000	21.056	39.389	4.683	2+058.221	2+079.277	2+097.610	9406098.277	669842.786	9.90	2.10
C22	42°15'33.53"	I	-45.000	17.662	33.662	3.342	2+141.425	2+159.087	2+175.087	9406078.517	669829.319	-9.90	2.10
C23	45°04'32.31"	I	-150.000	62.248	118.008	12.403	2+200.236	2+262.485	2+318.244	9406129.462	67001.801	-4.20	0.80
C24	12°01'34.81"	D	80.000	8.427	16.792	0.443	2+421.183	2+429.610	2+437.975	9406296.419	67006.245	6.90	1.30
C25	63°39'39.17"	D	35.000	21.727	38.888	6.195	2+470.575	2+492.801	2+509.463	9406351.856	670091.821	11.10	2.60
C26	35°17'16.67"	D	124.519	39.605	76.690	6.147	2+541.393	2+580.998	2+618.083	9406349.244	670185.046	4.90	1.00
C27	143°44'12.80"	I	-20.000	61.076	50.174	44.267	2+642.208	2+703.284	2+692.381	9406274.321	670284.861	-10.00	2.70
C28	44°28'14.78"	D	30.000	12.264	23.285	2.410	2+742.202	2+753.223	2+763.244	9406380.460	670252.726	11.60	2.90
C29	38°47'18.78"	D	45.000	15.842	30.464	2.707	2+782.153	2+797.995	2+812.617	9406430.994	670279.175	9.90	2.10
C30	47°26'17.57"	I	-35.000	15.378	28.978	3.229	2+844.686	2+860.063	2+873.664	9406456.316	670337.176	-11.10	2.60
C31	21°35'00.30"	I	-94.296	17.974	35.522	1.698	2+901.297	2+919.271	2+936.819	9406513.986	670357.007	-6.10	1.20
C32	61°4'22.23"	D	150.000	81.76	16.335	0.223	2+975.683	2+983.858	2+992.018	9406578.332	670354.051	4.20	0.80
C33	27°05'12.21"	I	-60.000	14.453	28.365	1.716	3+020.949	3+035.402	3+049.315	9406630.389	670357.318	-8.40	1.70
C34	47°34'04.11"	I	-60.000	26.443	49.813	5.569	3+123.246	3+149.689	3+173.059	9406735.729	670311.616	-8.40	1.70
C35	73°31'41.45"	D	30.000	22.414	38.499	7.448	3+201.788	3+224.202	3+240.287	9406760.961	670328.247	11.60	2.90
C36	29°32'16.65"	I	-30.000	7.909	15.466	1.025	3+240.287	3+248.196	3+255.753	9406791.254	670329.573	-11.60	2.90
C37	24°30'31.57"	D	45.000	9.774	19.249	1.049	3+278.592	3+288.366	3+297.841	9406827.349	670282.157	9.90	2.10
C38	125°16'50.51"	I	-30.000	57.976	65.597	35.278	3+411.550	3+469.526	3+477.147	9407008.632	670213.171	-11.60	2.90
C39	125°33'00.19"	D	25.000	48.593	54.782	29.647	3+477.147	3+525.739	3+531.928	9406943.311	670228.969	11.90	3.40
C40	112°07'28.98"	D	25.000	37.151	48.924	19.780	3+553.775	3+590.926	3+602.698	9407050.818	670124.739	11.90	3.40
C41	112°22'00.62"	I	-24.903	37.176	48.839	19.843	3+602.698	3+639.875	3+651.537	9407025.553	670194.641	-12.00	3.40
C42	10°47'32.58"	D	200.000	18.892	37.673	0.890	3+787.418	3+806.310	3+825.091	9407217.320	670186.284	3.20	0.70
C43	14°37'54.28"	I	-200.000	25.677	51.074	1.642	3+825.091	3+850.767	3+876.165	9407261.423	670192.715	-3.20	0.70
C44	132°14'59.22"	D	30.000	67.778	69.246	44.121	3+876.165	3+943.943	3+945.411	9407354.307	670182.403	11.60	2.90
C45	50°28'25.49"	I	-25.000	11.784	22.023	2.638	4+007.628	4+019.412	4+029.651	9407271.442	670297.229	-11.90	3.40
C46	67°12'45.62"	I	-25.000	16.614	29.327	5.017	4+059.651	4+076.265	4+088.978	9407285.821	670339.751	-11.90	3.40
C47	30°05'37.91"	D	200.000	53.765	105.047	7.101	4+162.325	4+216.091	4+267.373	9407428.068	670374.322	3.20	0.70
C48	15°55'26.30"	I	-45.000	6.294	12.507	0.438	4+294.889	4+301.183	4+307.395	9407496.774	670428.626	-9.90	2.10
C49	21°28'18.02"	D	100.000	18.960	37.475	1.782	4+340.054	4+359.014	4+377.529	9407550.317	670456.694	5.90	1.10
C50	43°48'47.14"	I	-40.000	16.085	30.587	3.113	4+377.529	4+393.615	4+408.117	9407575.582	670474.981	-10.40	2.30
C51	64°08'20.30"	D	30.000	18.797	33.583	5.402	4+428.494	4+447.290	4+462.077	9407630.841	670475.036	11.60	2.90
C52	88°52'09.71"	I	-25.000	24.511	38.777	10.012	4+501.218	4+525.730	4+539.995	9407666.730	670549.265	-11.90	3.40
C53	71°18'59.48"	D	35.000	25.111	43.565	8.076	4+569.024	4+594.136	4+612.589	9407738.202	670516.432	11.10	2.60
C54	51°50'20.48"	I	-35.000	17.010	31.667	3.914	4+635.364	4+652.374	4+667.031	9407782.756	670563.617	-11.10	2.60
C55	28°49'55.77"	I	-35.000	8.997	17.613	1.138	4+742.312	4+751.309	4+759.925	9407883.628	670554.444	-1.73	2.60
C56	69°35'38.39"	D	25.000	17.374	30.366	5.444	4+759.925	4+777.298	4+790.291	9407905.483	670539.688	11.90	3.40
C57	19°45'56.47"	D	55.000	9.582	18.974	0.828	4+837.593	4+847.175	4+856.566	9407965.887	670582.879	8.80	1.80
C58	57°56'47.27"	I	-55.000	30.453	55.625	7.868	4+922.619	4+953.073	4+978.244	9408026.233	670670.132	-8.80	1.80
C59	59°39'04.38"	D	65.000	37.264	67.672	9.924	4+978.244	5+015.508	5+045.916	9408093.880	670667.043	8.00	1.60

TÍTULO: Asesoría de Software Istram Bim en el Trazado Geométrico de la Carretera de Vizcacha – Musga, Distrito de Musga, Provincia de Marizcal Luzuriaga, Región Ancash.	AUTORES: D/CA. ORTEGA ESPINOZA WALTER D/CA. OCAÑA GUERRERO LEIDY	COMPAÑIA: INGENIERÍA CIVIL	UBICACIÓN: 1230
		PROYECTO: MUNICIPALIDAD DE MUSGA	FECHA: 03/07/19
		UBICACIÓN: SECCIONES TYP. INGENIERÍA CIVIL	PROYECTO: 001 ST/01



Fuente: Elaboración Propia

Conformación de planos.

En todo proyecto de ingeniería son indispensables los planos de detalle, la incorporación de la información a comunicar en ellos requiere que los dibujos sean consistentes y que estén debidamente enriquecidos con toda la información, para que el consumidor de la documentación entienda el proyecto y que en los siguientes ciclos del proyecto la información pueda ser aprovechada.

Generación de planos.

Bajo la metodología BIM, la elaboración de planos se define como la representación automática del modelo de acuerdo a la posición e información requerida por el consumidor. Para la elaboración de planos es recomendable contar con un cajetín o recuadro con un formato establecido, que tenga en su configuración los atributos que permitan insertar datos propios del proyecto en la generación automática de los planos, como por ejemplo, que el cajetín contenga un campo “título del plano” configurado de tal manera que el atributo del título plano esté conectado a la propiedad “plan name” del archivo y cuando se genere el plano cada lamina obtendrá el nombre de acuerdo con el nombre asignado en el archivo del modelo.

Tras la selección del cajetín paramétrico, se debe establecer qué tipo de plano es el que se quiere obtener plano de planta, solo planta, solo perfil, secciones. Seguidamente es indispensable señalar la escala, esto determinará el factor de escala de lectura de caracteres que el software aplicara al texto de manera que sea legible y visualmente cómodo.

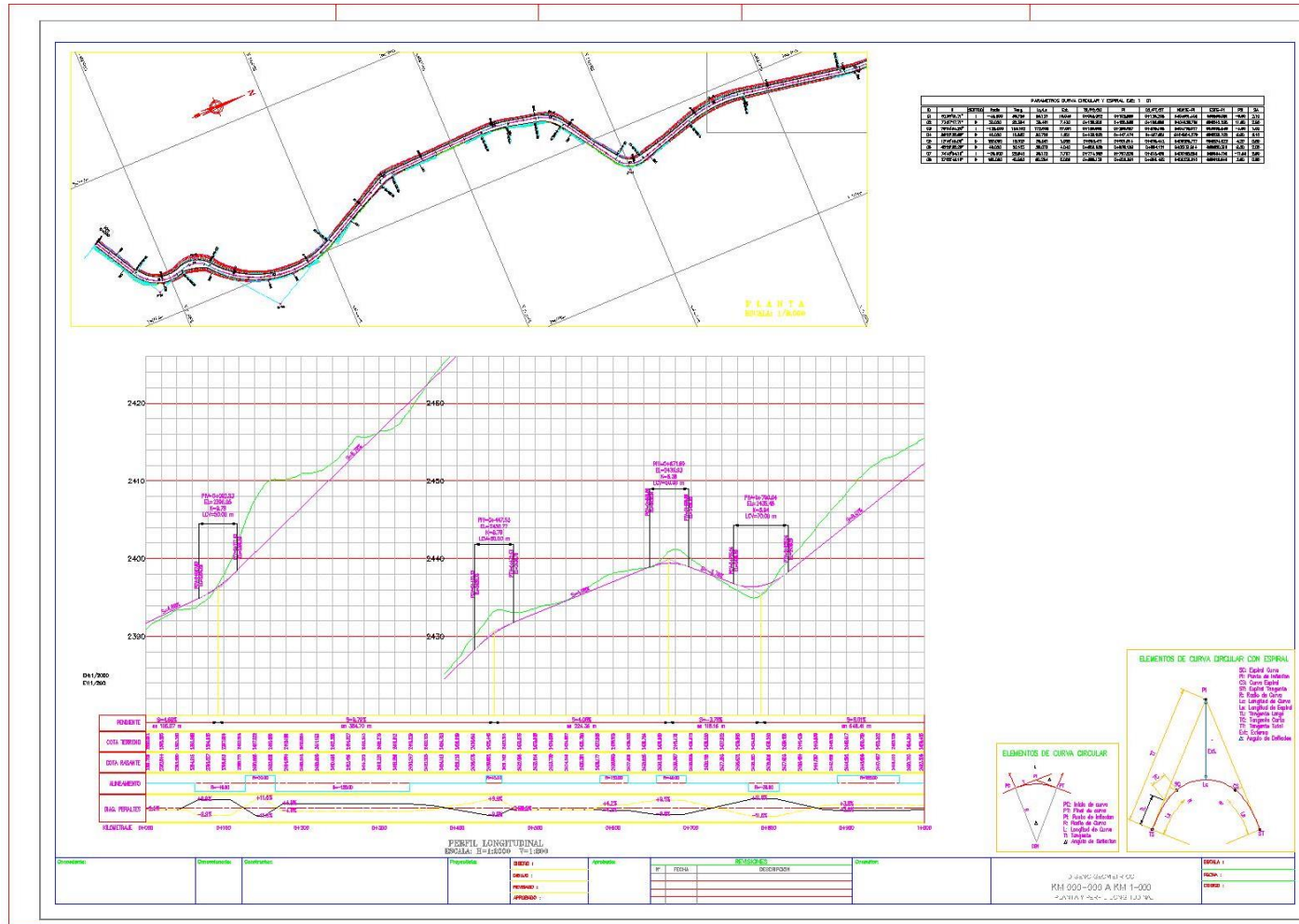
Después de la configuración se han creado cuadros de vista que abarcan el espacio posible de acuerdo a la escala y tamaño de la hoja que tenga el cajetín. Estos cuadros de vistas muestran el área que estará en cada lamina.

Una vez creados los cuadros de vista se procede a la creación de las hojas de plano, que consiste en un proceso automático del software donde ensambla una lámina en el cajetín seleccionado. Obteniéndose como producto un plano con las características aplicadas, sin embargo, es posible diagramar los planos como también editar, ajustar o insertar información previamente a su impresión o exportación a un modelo digital.

Los planos resultantes del diseño, pueden ser complementados por isometría u otras perspectivas graficas del modelo en tres dimensiones.

La diagramación de planos es la etapa en la cual se ajusta cada lamina del proyecto para su publicación final, esta etapa es necesaria cuando se requiera añadir elementos externos al modelo tales como sellos institucionales, gráficos anexos, leyendas, notas explicativas, etc. Para este propósito los planos pueden ser exportados a formatos .dwg, convirtiéndose el modelo en vectores para facilitar la edición del plano.

Figura 39. Presentación de plano en planta-perfil en formato de cajetín parametrizado.



Fuente: Elaboración Propia

Visualización avanzada.

los proyectos de infraestructura vial, las modificaciones al relieve terrestre suelen ser un punto de conflicto social por la incertidumbre de la nueva conformación del terreno una vez ejecutado el proyecto, por esta razón es importante el aprovechamiento del modelo BIM, ya que su representación en tres dimensiones permite comunicar el prototipo virtual del proyecto de manera comprensible, incluso realizando simulaciones graficas de su vinculación con el entorno.

El ciclo del proyecto, esta etapa permite conceptualizar el modelo de manera gráfica simulando las condiciones reales con el propósito de comunicar el proyecto entre colaboradores para un mayor entendimiento del proyecto, además la proyección de la apariencia del diseño propuesto.

Aplicar metodología BIM permite también que, los proyectos propuestos sean más atractivos en su etapa de oferta, ya que acercan a los contratantes de proyectos a comprender las propuestas.

Para el desarrollo de la visualización avanzada bajo metodología BIM, se propone el siguiente flujo de trabajo.

Exportación de modelo técnico a herramientas de visualización.

El modelo obtenido del proyecto en la herramienta de diseño de detalle, normalmente es exportado a herramientas de visualización y procesamiento multimedia para obtener contenido de alta calidad con sus productos visuales realistas, algunas de ellas no son compatibles con los formatos y procesos BIM, por ello pueden requerir

transformación de geometría, este proceso puede significar la pérdida de información ya que solamente será reconocida la geometría mas no la información de cada elemento.

ISTRAM®/ISPOL® es una herramienta BIM compatible con autodesk AutoCAD CIVIL 3D, que permite importar el modelo BIM reconociendo los campos informativos facilitando la optimización gráfica, de tal manera reconoce los elementos viales para poder aplicar sobre los materiales y texturas. El formato compatible entre estos utilitarios BIM son los ficheros de formato IFC.

Contextualización.

La contextualización del entorno donde se implanta el proyecto se basa en guardar las características propias del sitio del proyecto, para este fin, se sugiere colocar solidos que representan el mobiliario urbano, disposición final del terreno (MDT obtenido de diseño), foto satelital con la escala correspondiente del área del proyecto, etc.

La contextualización permitirá identificar puntos importantes del proyecto. Adicionalmente se pueden colocar elementos como vegetación, edificaciones en detalle conceptual, vehículos, u otros recursos digitales compatibles con la herramienta BIM.

Generación de contenido multimedia.

El ciclo de representación visual concluye con la generación de un producto multimedia que destaque del proyecto y comunique las características del proyecto vial. Este contenido multimedia pudiera ser imágenes

Figura 40. Contextualización del Modelo 3D



Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMEDADIONES

En primera instancia, el presente proyecto de investigación se tomó en cuenta el estudio del proyecto “APLICACIÓN DEL SOFTWARE ISTRAM BIM EN EL TRAZADO GEOMÉTRICO DE LA CARRETERA DE VIZCACHA – MUSGA, DISTRITO DE MUSGA, PROVINCIA DE MARIZCAL LUZURIAGA, REGIÓN ANCASH”, llegando a la conclusión que el modelado inteligente tridimensional con el uso de un software ISTRAM BIM nos permitió evaluar, detectar y optimizar el Diseño Geométrico en todas sus fases y dando como resultado final un modelo inteligente que conserva su estructura, geometría y propiedades; mejorando los estándares de calidad del proyecto en estudio.

En segunda instancia, la implementación del programa ISTRAM®/ISPOL® metodología BIM, permite anticipar de manera muy cercana las condiciones finales de un proyecto, simular e identificar posibles conflictos en su entorno.

En tercera instancia, programa ISTRAM®/ISPOL® nos permite restringir la geometría de un proyecto vial con normativa que esté vinculada a un modelo digital, conduce a los profesionales diseñadores a cumplir los parámetros requeridos por normativa con certeza.

En cuarta instancia, programa ISTRAM®/ISPOL® nos permite obtener los resultados del modelamiento tridimensional del Diseño Geométrico de la muestra de 5 Km muestran las ventajas de aplicar el Software ISTRAM BIM, en menor tiempo, dada su gran potencia de cálculo, normativa incorporada, recurso de hardware mínimo y

plataforma intuitiva permitieron en el corto plazo obtener el modelo BIM del Proyecto de Estudio.

Finalmente, los resultados de generar un modelo inteligente tridimensional en el presente estudio han permitido identificar las incompatibilidades (tangentes, radios mínimos, espirales, coordinación planta-perfil, sobreechancho, peralte y visibilidad) los cuales pueden ser corregidos en etapa de Diseño.

RECOMENDACIONES

En primer lugar, se verificarse que la aplicación del modelamiento inteligente tridimensional previene incompatibilidades e inconsistencias de diseño en la fase de diseño y su posterior salida a construcción, se propone tomar en cuenta el uso de estos modelos en todas las fases de proyectos viales.

En segundo lugar, se recomienda el uso de la Herramienta BIM software ISTRAM BIM, permitirá optimizar los tiempos de diseño y obtener modelos BIM como producto entregable.

En tercer lugar, se recomienda tomar en cuenta todas las consideraciones para un correcto trazado geométrico que proporcione confort y seguridad al conductor.

En cuarto lugar, se recomienda evaluar con mayor detalle las inconsistencias del trazado geométrico, ya que si no son identificados y corregidos en la fase de diseño se evitan coste en mayores metrados, partidas nuevas; estas traen como consecuencia mayor presupuesto.

Finalmente, hacer uso de programas de modelamiento tridimensional resulta indispensable para el diseño de proyectos viales en la actualidad, debido dada la demanda existente de carreteras en nuestro país, y la variabilidad orográfica de nuestros pueblos.

REFERENCIAS

Aldo D. Mattos. & Fernando Valderrama (2014). Métodos de Planificación y control de obras del diagrama de barras al BIM. Barcelona: Reverte.

Antonio Manuel, Reyes Rodríguez & Pablo Cordero (2016). Diseño y Gestión de la construcción. Barcelona: Anaya.

Borja Suárez, M. (2012). *METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN CIENTIFICA PARA INGENIEROS.* CHICLAYO.

David Marco Moreno (2018). Guía para implementar y gestionar proyectos BIM. España: Costos.

Gomez, M. M. (2006). Introducción a la Metodología de la Investigación Científica. Argentina: Brujas.

Hernandez Sampieri, R., & otros. (2010). METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN. México: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.

Hernandez, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). Metodología de la investigación. México: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.

James Cárdenas Grisales (2015). Diseño Geométrico de carreteras. Cauca: Eco Ediciones.

Javier Hernández Guadalupe & Luisa Santamaria Gallardo (2017). Salto al BIM. España: Costos.

Walter Rodríguez Castillejo (2014). Gerencia de Construcción y del Tiempo-Costo

Programación y control de obras. Lima: Macro.

Normas y Manuales

DECRETO SUPREMO N.º 289-2019-EF (Disposiciones para la incorporación progresiva de BIM en la inversión pública-PLAN BIM PERÚ)

DIRECTIVA N.º 001-2019-EF/63.01- Directiva general del sistema nacional de programación multianual y gestión de inversiones.

ISO 19650.2018 Building Information Modelling.

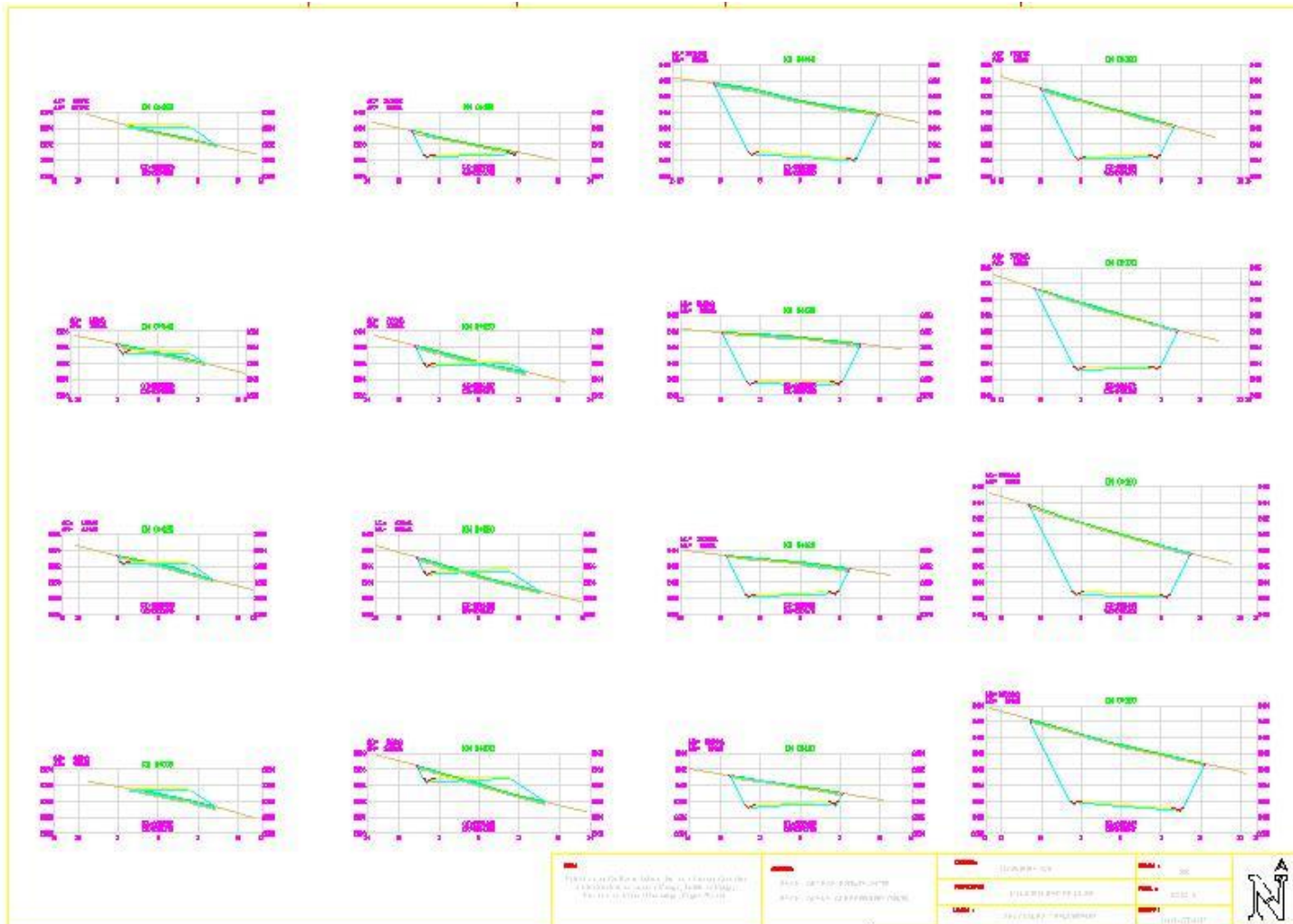
Manual de carreteras, Diseño Geométrico DG-2018. (R.D. N.º 03-2018-MTC/14, Vigente 08. Feb.2018).

ANEXOS

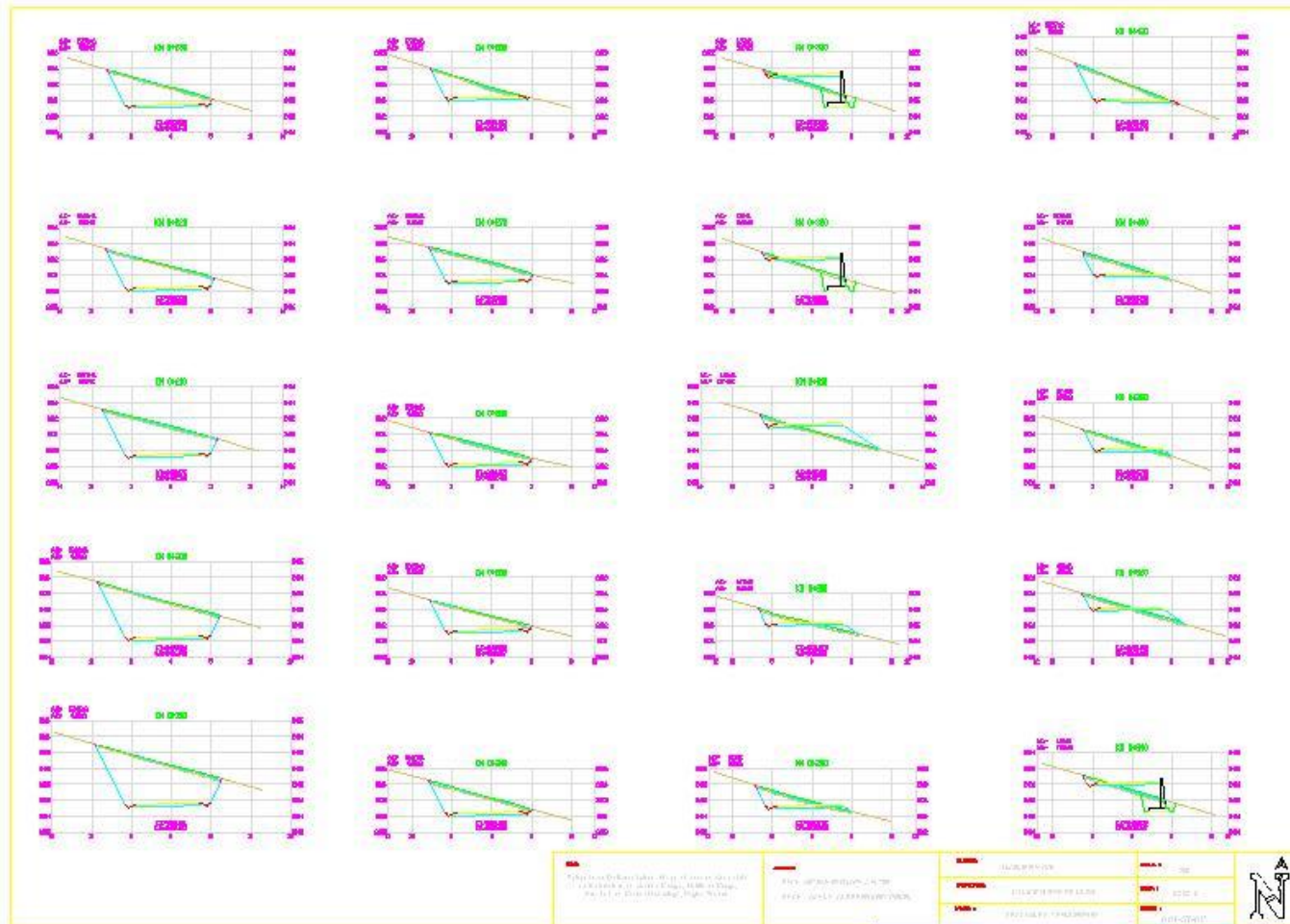
- ANEXO A: PLANOS
- ANEXO B: METRADOS
- ANEXO C: PANEL FOTOGRAFICO
- ANEXO D: CERTIFICADO DE TRABAJOS
- ANEXO E: CERTIFICADO DE FORMACION EN MANEJO DEL SOTFWARE
ISTRAM BIM.

1.1. ANEXO A: PLANOS

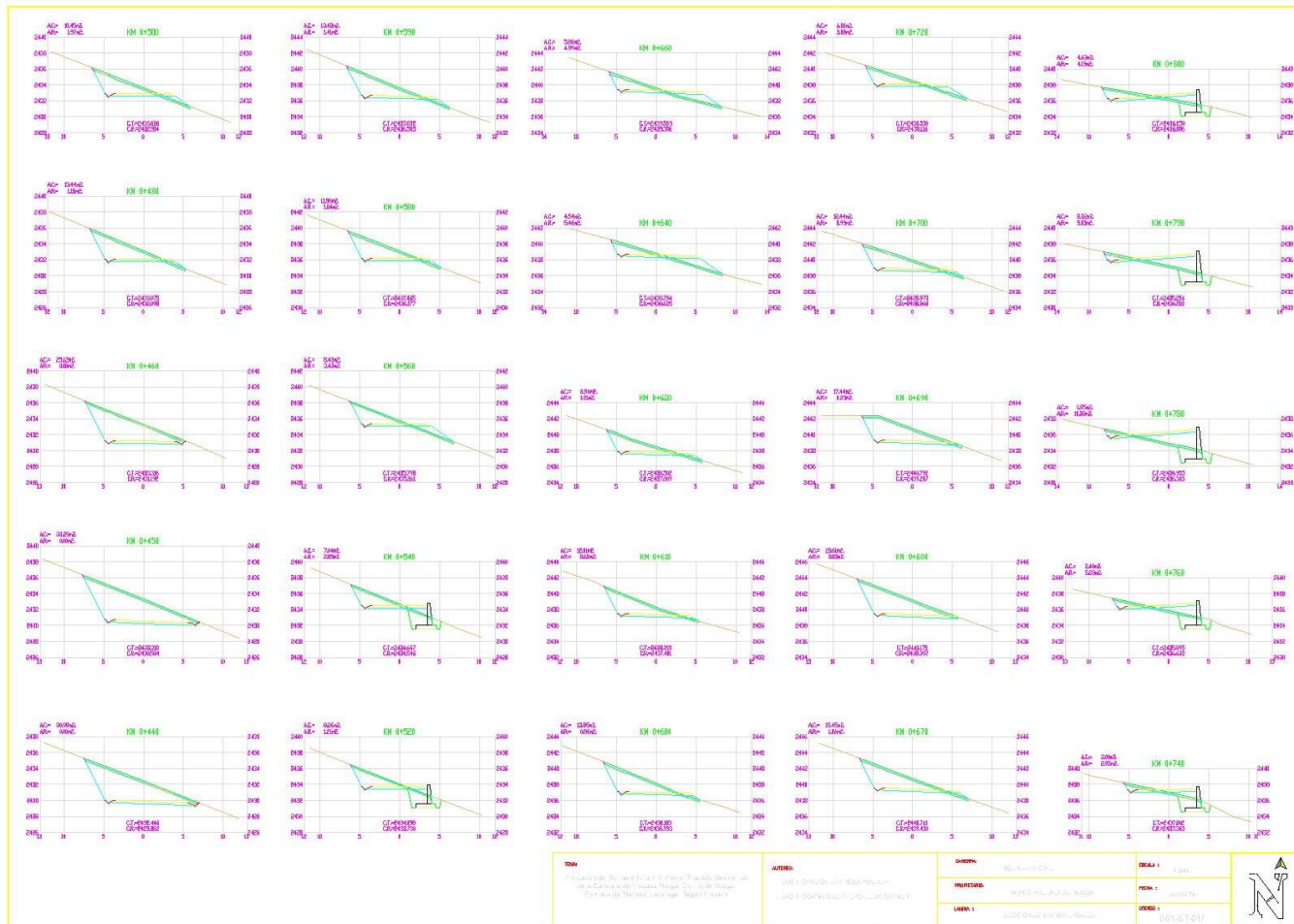
- SECCION TRANVERSAL DEL KM 0+060 HASTA EL KM 0+150



- SECCION TRANVERSAL DEL KM 0+230 HASTA EL KM 0+340



- SECCION TRANSVERSAL DEL KM 0+500 HASTA EL KM 0+740



- SECCION TRANVERSAL DEL KM 0+880 HASTA EL KM 1+020



1.2. ANEXO B: METRADOS

- METRADO DE CAPAS DE AFIRMADO

FASE		Grupo 1							
GRUPO 1		Eje VISCACHA-MUSGA							
EJE 1									
RESPONSABLE									
MEDICIONES DE LOS PERFILES TRANSVERSALES									
CAPAS DE FIRME									
PERFIL	AREA PERFIL	Afirmado			Rellenos			VOL. ACUMUL.	
		VOL. PARCIAL	VOL. ACUMUL.	AREA PERFIL	VOL. PARCIAL	VOL. ACUMUL.			
0.000	2.188	0.00	0.0	0.000	0.00	0.00	0.0		
20.000	2.265	45.23	45.2	0.000	0.00	0.00	0.0		
40.000	2.265	45.31	90.5	0.000	0.00	0.00	0.0		
60.000	2.325	45.28	135.8	0.000	0.00	0.00	0.0		
70.000	2.901	27.03	162.8	0.000	0.00	0.00	0.0		
80.000	2.901	29.01	191.8	0.000	0.00	0.00	0.0		
90.000	2.901	29.01	220.9	0.000	0.00	0.00	0.0		
100.000	2.870	28.98	249.8	0.000	0.00	0.00	0.0		
110.000	2.916	29.13	279.0	0.000	0.00	0.00	0.0		
120.000	2.911	29.13	308.1	0.000	0.00	0.00	0.0		
130.000	2.957	28.92	337.0	0.001	0.00	0.00	0.0		
140.000	3.490	32.23	369.2	0.000	0.00	0.00	0.0		
150.000	3.602	36.08	405.3	0.001	0.00	0.00	0.0		
160.000	3.054	33.75	439.1	0.000	0.00	0.00	0.0		
170.000	2.593	27.58	466.7	0.001	0.00	0.00	0.0		
180.000	2.582	25.83	492.5	0.000	0.00	0.00	0.0		
190.000	2.582	25.82	518.3	0.000	0.00	0.00	0.0		
200.000	2.582	25.82	544.1	0.000	0.00	0.00	0.0		
210.000	2.582	25.82	569.9	0.000	0.00	0.00	0.0		
220.000	2.582	25.82	595.8	0.000	0.00	0.00	0.0		
230.000	2.582	25.82	621.6	0.000	0.00	0.00	0.0		
240.000	2.582	25.82	647.4	0.000	0.00	0.00	0.0		
250.000	2.582	25.82	673.2	0.000	0.00	0.00	0.0		
260.000	2.582	25.82	699.1	0.000	0.00	0.00	0.0		
270.000	2.582	25.82	724.9	0.000	0.00	0.00	0.0		
280.000	2.582	25.82	750.7	0.000	0.00	0.00	0.0		
290.000	2.563	25.60	776.3	0.000	0.00	0.00	0.0		
300.000	2.563	25.63	801.9	0.000	0.00	0.00	0.0		
310.000	2.563	25.63	827.6	0.000	0.00	0.00	0.0		
320.000	2.500	25.19	852.8	0.000	0.00	0.00	0.0		
330.000	2.500	25.00	877.8	0.000	0.00	0.00	0.0		
340.000	2.479	24.97	902.7	0.000	0.00	0.00	0.0		
360.000	2.424	49.60	952.3	0.000	0.00	0.00	0.0		
380.000	2.305	47.30	999.6	0.000	0.00	0.00	0.0		
400.000	2.398	46.18	1,045.8	0.001	0.00	0.00	0.0		
420.000	2.665	50.55	1,096.3	0.000	0.00	0.00	0.0		
440.000	2.909	55.74	1,152.1	0.000	0.00	0.00	0.0		
450.000	2.917	29.17	1,181.3	0.000	0.00	0.00	0.0		
460.000	2.404	27.59	1,208.9	0.000	0.00	0.00	0.1		
480.000	2.265	45.53	1,254.4	0.000	0.00	0.00	0.1		
500.000	2.265	45.31	1,299.7	0.000	0.00	0.00	0.1		
520.000	2.195	45.24	1,344.9	0.000	0.00	0.00	0.1		
540.000	2.195	43.91	1,388.8	0.000	0.00	0.00	0.1		
560.000	2.265	43.98	1,432.8	0.000	0.00	0.00	0.1		
580.000	2.260	45.29	1,478.1	0.000	0.00	0.00	0.1		
590.000	2.496	24.15	1,502.2	0.000	0.00	0.00	0.1		
600.000	2.496	24.96	1,527.2	0.000	0.00	0.00	0.1		
610.000	2.496	24.96	1,552.2	0.000	0.00	0.00	0.1		
620.000	2.501	24.96	1,577.1	0.000	0.00	0.00	0.1		

640.000	2.697	51.98	1,629.1	0.000	0.00	0.1
660.000	2.855	55.83	1,684.9	0.000	0.00	0.1
670.000	2.854	28.55	1,713.5	0.000	0.00	0.1
680.000	2.887	28.67	1,742.1	0.000	0.00	0.1
690.000	2.887	28.87	1,771.0	0.000	0.00	0.1
700.000	2.723	27.96	1,799.0	0.000	0.00	0.1
720.000	2.451	51.72	1,850.7	0.000	0.00	0.1
740.000	2.311	46.29	1,897.0	0.000	0.00	0.1
760.000	2.724	50.35	1,947.3	0.000	0.00	0.1
780.000	3.088	58.57	2,005.9	0.000	0.00	0.1
790.000	3.088	30.88	2,036.8	0.000	0.00	0.1
800.000	3.088	30.88	2,067.6	0.000	0.00	0.1
810.000	3.145	31.39	2,099.0	0.000	0.00	0.1
820.000	2.948	30.37	2,129.4	0.000	0.00	0.1
840.000	2.514	54.62	2,184.0	0.000	0.00	0.1
860.000	2.336	47.13	2,231.2	0.000	0.00	0.1
880.000	2.457	47.93	2,279.1	0.000	0.00	0.1
890.000	2.518	24.88	2,304.0	0.001	0.00	0.1
900.000	2.522	25.21	2,329.2	0.000	0.00	0.1
910.000	2.522	25.22	2,354.4	0.000	0.00	0.1
920.000	2.522	25.22	2,379.6	0.000	0.00	0.1
930.000	2.522	25.22	2,404.8	0.000	0.00	0.1
940.000	2.522	25.22	2,430.0	0.000	0.00	0.1
950.000	2.522	25.22	2,455.3	0.000	0.00	0.1
960.000	2.522	25.22	2,480.5	0.000	0.00	0.1
980.000	2.470	50.07	2,530.5	0.000	0.00	0.1
1,000.000	2.397	48.67	2,579.2	0.000	0.00	0.1
1,020.000	2.323	47.20	2,626.4	0.000	0.00	0.1
1,040.000	2.306	45.97	2,672.4	0.000	0.00	0.1
1,060.000	2.371	46.78	2,719.2	0.000	0.00	0.1
1,080.000	2.435	48.07	2,767.2	0.000	0.00	0.1
1,100.000	2.491	49.34	2,816.6	0.000	0.00	0.1
1,110.000	2.491	24.91	2,841.5	0.000	0.00	0.1
1,120.000	2.417	24.84	2,866.3	0.000	0.00	0.1
1,130.000	2.471	24.62	2,890.9	0.000	0.00	0.1
1,140.000	2.460	23.72	2,914.7	0.000	0.00	0.1
1,160.000	2.466	49.32	2,964.0	0.000	0.00	0.1
1,170.000	2.466	24.66	2,988.6	0.000	0.00	0.1
1,180.000	2.466	24.66	3,013.3	0.000	0.00	0.1
1,190.000	2.466	24.66	3,037.9	0.000	0.00	0.1
1,200.000	2.466	24.66	3,062.6	0.000	0.00	0.1
1,210.000	2.466	24.66	3,087.3	0.000	0.00	0.1
1,220.000	2.466	24.66	3,111.9	0.000	0.00	0.1
1,230.000	2.466	24.66	3,136.6	0.000	0.00	0.1
1,240.000	2.445	24.61	3,161.2	0.000	0.00	0.1
1,260.000	2.259	46.44	3,207.6	0.000	0.00	0.1
1,280.000	2.169	44.30	3,251.9	0.000	0.00	0.1
1,300.000	2.324	44.91	3,296.8	0.000	0.00	0.1
1,320.000	2.440	47.48	3,344.3	0.000	0.00	0.1
1,330.000	2.510	24.85	3,369.2	0.000	0.00	0.1
1,340.000	2.564	25.02	3,394.2	0.000	0.00	0.1
1,350.000	2.564	25.64	3,419.8	0.000	0.00	0.1
1,360.000	2.625	25.94	3,445.8	0.000	0.00	0.1
1,370.000	2.643	26.26	3,472.0	0.000	0.00	0.1
1,380.000	2.643	26.43	3,498.5	0.000	0.00	0.1
1,390.000	2.643	26.43	3,524.9	0.000	0.00	0.1
1,400.000	2.641	26.43	3,551.3	0.001	0.00	0.1
1,410.000	2.348	24.81	3,576.1	0.001	0.00	0.1
1,420.000	2.779	25.63	3,601.8	0.000	0.00	0.1
1,430.000	3.214	29.96	3,631.7	0.000	0.00	0.1

1,440.000	3.311	33.01	3,664.7	0.000	0.00	0.1
1,450.000	2.948	31.61	3,696.3	0.000	0.00	0.1
1,460.000	2.516	27.32	3,723.7	0.001	0.00	0.1
1,470.000	2.729	24.47	3,748.1	0.000	0.00	0.1
1,480.000	3.311	31.42	3,779.6	0.000	0.00	0.1
1,490.000	3.311	33.11	3,812.7	0.000	0.00	0.1
1,500.000	3.245	32.95	3,845.6	0.000	0.00	0.1
1,520.000	2.974	62.18	3,907.8	0.000	0.00	0.1
1,540.000	2.703	56.77	3,964.6	0.000	0.00	0.1
1,550.000	2.653	26.75	3,991.3	0.000	0.00	0.1
1,560.000	2.656	26.56	4,017.9	0.000	0.00	0.1
1,580.000	2.902	54.96	4,072.8	0.000	0.00	0.1
1,600.000	3.088	60.25	4,133.1	0.000	0.00	0.1
1,610.000	3.088	30.88	4,164.0	0.000	0.00	0.1
1,620.000	3.088	30.88	4,194.8	0.000	0.00	0.1
1,630.000	3.161	31.43	4,226.3	0.000	0.00	0.1
1,640.000	3.079	31.26	4,257.5	0.000	0.00	0.1
1,660.000	2.887	59.65	4,317.2	0.000	0.00	0.1
1,680.000	2.695	55.82	4,373.0	0.001	0.00	0.1
1,700.000	2.505	52.00	4,425.0	0.000	0.00	0.1
1,710.000	2.491	24.92	4,449.9	0.000	0.00	0.1
1,720.000	2.491	24.91	4,474.8	0.000	0.00	0.1
1,740.000	2.409	49.01	4,523.9	0.000	0.00	0.1
1,760.000	2.324	47.33	4,571.2	0.000	0.00	0.1
1,780.000	2.442	46.61	4,617.8	0.001	0.00	0.1
1,800.000	2.787	52.29	4,670.1	0.000	0.00	0.1
1,820.000	3.134	59.19	4,729.3	0.000	0.00	0.1
1,830.000	3.161	31.59	4,760.9	0.000	0.00	0.1
1,840.000	3.161	31.61	4,792.5	0.000	0.00	0.1
1,850.000	3.161	31.61	4,824.1	0.000	0.00	0.1
1,860.000	3.161	31.61	4,855.7	0.000	0.00	0.1
1,870.000	3.161	31.61	4,887.3	0.000	0.00	0.1
1,880.000	3.161	31.61	4,918.9	0.000	0.00	0.1
1,890.000	3.161	31.61	4,950.5	0.000	0.00	0.1
1,900.000	3.157	31.60	4,982.1	0.000	0.00	0.1
1,910.000	2.818	30.52	5,012.6	0.000	0.00	0.1
1,920.000	2.306	25.43	5,038.1	0.000	0.00	0.1
1,930.000	3.070	27.74	5,065.8	0.000	0.00	0.1
1,940.000	3.070	30.70	5,096.5	0.000	0.00	0.1
1,960.000	2.586	57.02	5,153.5	0.000	0.00	0.1
1,980.000	2.535	48.45	5,202.0	0.001	0.00	0.1
2,000.000	3.148	56.82	5,258.8	0.000	0.00	0.2
2,010.000	3.161	31.60	5,290.4	0.000	0.00	0.2
2,020.000	2.446	26.85	5,317.2	0.000	0.00	0.2
2,030.000	3.000	27.22	5,344.5	0.000	0.00	0.2
2,040.000	3.161	31.38	5,375.8	0.000	0.00	0.2
2,050.000	2.736	29.99	5,405.8	0.000	0.00	0.2
2,060.000	2.428	24.80	5,430.6	0.000	0.00	0.2
2,070.000	2.915	27.71	5,458.4	0.000	0.00	0.2
2,080.000	2.917	29.17	5,487.5	0.000	0.00	0.2
2,090.000	2.917	29.17	5,516.7	0.000	0.00	0.2
2,100.000	2.763	28.70	5,545.4	0.000	0.00	0.2
2,120.000	2.292	50.30	5,595.7	0.000	0.00	0.2
2,140.000	2.770	50.69	5,646.4	0.000	0.00	0.2
2,150.000	2.901	28.67	5,675.1	0.000	0.00	0.2
2,160.000	2.901	29.01	5,704.1	0.000	0.00	0.2
2,170.000	2.901	29.01	5,733.1	0.000	0.00	0.2
2,180.000	2.823	28.82	5,761.9	0.000	0.00	0.2
2,200.000	2.525	53.55	5,815.4	0.000	0.00	0.2
2,210.000	2.522	25.22	5,840.7	0.000	0.00	0.2

2,230.000	2.522	25.22	5,891.1	0.000	0.00	0.2
2,240.000	2.522	25.22	5,916.3	0.000	0.00	0.2
2,250.000	2.522	25.22	5,941.5	0.000	0.00	0.2
2,260.000	2.522	25.22	5,966.7	0.000	0.00	0.2
2,270.000	2.522	25.22	5,992.0	0.000	0.00	0.2
2,280.000	2.502	25.09	6,017.1	0.000	0.00	0.2
2,290.000	2.502	25.02	6,042.1	0.000	0.00	0.2
2,300.000	2.439	24.96	6,067.0	0.000	0.00	0.2
2,310.000	2.439	24.39	6,091.4	0.000	0.00	0.2
2,340.000	2.328	71.82	6,163.2	0.000	0.00	0.2
2,360.000	2.236	45.65	6,208.9	0.000	0.00	0.2
2,380.000	2.262	44.40	6,253.3	0.000	0.00	0.2
2,430.000	2.644	123.77	6,377.1	0.001	0.01	0.2
2,440.000	2.669	26.47	6,403.5	0.000	0.01	0.2
2,460.000	2.899	55.76	6,459.3	0.000	0.00	0.2
2,480.000	3.070	60.31	6,519.6	0.000	0.00	0.2
2,490.000	3.070	30.70	6,550.3	0.000	0.00	0.2
2,500.000	3.070	30.70	6,581.0	0.000	0.00	0.2
2,520.000	2.908	60.54	6,641.6	0.000	0.00	0.2
2,540.000	2.603	55.11	6,696.7	0.000	0.00	0.2
2,550.000	2.505	25.58	6,722.2	0.000	0.00	0.2
2,560.000	2.555	25.35	6,747.6	0.000	0.00	0.2
2,570.000	2.555	25.55	6,773.1	0.000	0.00	0.2
2,580.000	2.555	25.55	6,798.7	0.000	0.00	0.2
2,590.000	2.535	25.22	6,823.9	0.000	0.00	0.2
2,600.000	2.536	25.36	6,849.3	0.000	0.00	0.2
2,610.000	2.536	25.36	6,874.6	0.000	0.00	0.2
2,620.000	2.442	25.14	6,899.8	0.000	0.00	0.2
2,640.000	2.984	49.29	6,949.1	0.000	0.00	0.2
2,650.000	3.442	33.00	6,982.1	0.000	0.00	0.2
2,660.000	3.442	34.42	7,016.5	0.000	0.00	0.2
2,670.000	3.458	34.49	7,051.0	0.000	0.00	0.2
2,680.000	3.458	34.58	7,085.6	0.000	0.00	0.2
2,690.000	3.374	34.51	7,120.1	0.000	0.00	0.2
2,700.000	2.855	31.14	7,151.2	0.000	0.00	0.2
2,720.000	2.633	50.37	7,201.6	0.000	0.00	0.2
2,730.000	3.034	28.33	7,229.9	0.000	0.00	0.2
2,740.000	3.161	31.41	7,261.3	0.000	0.00	0.2
2,750.000	3.161	31.61	7,292.9	0.000	0.00	0.2
2,760.000	3.104	31.41	7,324.3	0.000	0.00	0.2
2,780.000	2.936	60.39	7,384.7	0.000	0.00	0.2
2,790.000	2.917	29.19	7,413.9	0.000	0.00	0.2
2,800.000	2.917	29.17	7,443.1	0.000	0.00	0.2
2,810.000	2.879	29.15	7,472.3	0.000	0.00	0.2
2,820.000	2.556	27.17	7,499.4	0.000	0.00	0.2
2,840.000	2.707	49.26	7,548.7	0.000	0.00	0.2
2,850.000	2.996	28.85	7,577.5	0.000	0.00	0.2
2,860.000	2.996	29.96	7,607.5	0.000	0.00	0.2
2,880.000	2.897	58.89	7,666.4	0.000	0.00	0.2
2,900.000	2.495	54.51	7,720.9	0.000	0.00	0.2
2,910.000	2.563	25.01	7,745.9	0.000	0.00	0.2
2,920.000	2.563	25.63	7,771.5	0.000	0.00	0.2
2,930.000	2.563	25.63	7,797.2	0.000	0.00	0.2
2,940.000	2.523	25.50	7,822.7	0.000	0.00	0.3
2,960.000	2.299	47.40	7,870.1	0.000	0.00	0.3
2,980.000	2.522	48.09	7,918.2	0.000	0.00	0.3
2,990.000	2.514	25.22	7,943.4	0.001	0.00	0.3
3,000.000	2.344	24.18	7,967.5	0.000	0.00	0.3
3,020.000	2.650	48.11	8,015.7	0.000	0.00	0.3

3,030.000	2.779	27.50	8,043.2	0.000	0.00	0.3
3,040.000	2.779	27.79	8,070.9	0.000	0.00	0.3
3,060.000	2.779	55.57	8,126.5	0.000	0.00	0.3
3,080.000	2.779	55.57	8,182.1	0.000	0.00	0.3
3,100.000	2.779	55.57	8,237.7	0.000	0.00	0.3
3,120.000	2.779	55.29	8,292.9	0.000	0.00	0.3
3,130.000	2.779	27.79	8,320.7	0.000	0.00	0.3
3,140.000	2.779	27.79	8,348.5	0.000	0.00	0.3
3,150.000	2.779	27.79	8,376.3	0.000	0.00	0.3
3,160.000	2.779	27.79	8,404.1	0.000	0.00	0.3
3,210.000	3.161	135.54	8,539.6	0.000	0.00	0.3
3,220.000	3.161	31.61	8,571.2	0.000	0.00	0.3
3,230.000	3.134	31.55	8,602.8	0.000	0.00	0.3
3,240.000	3.076	31.10	8,633.9	0.000	0.00	0.3
3,250.000	3.911	37.66	8,671.5	0.001	0.00	0.3
3,260.000	3.416	37.22	8,708.8	0.001	0.00	0.3
3,280.000	2.925	60.74	8,769.5	0.000	0.01	0.3
3,290.000	2.917	29.18	8,798.7	0.000	0.00	0.3
3,300.000	2.854	28.99	8,827.7	0.000	0.00	0.3
3,320.000	2.643	54.97	8,882.7	0.000	0.00	0.3
3,340.000	2.433	50.75	8,933.4	0.000	0.00	0.3
3,360.000	2.358	46.93	8,980.3	0.000	0.00	0.3
3,380.000	2.630	49.60	9,029.9	0.000	0.00	0.3
3,400.000	2.883	55.22	9,085.2	0.000	0.00	0.3
3,420.000	3.110	60.59	9,145.7	0.000	0.00	0.3
3,430.000	3.094	31.07	9,176.8	0.000	0.00	0.3
3,470.000	2.675	123.05	9,299.9	0.000	0.00	0.3
3,480.000	2.403	24.39	9,324.2	0.000	0.00	0.3
3,490.000	2.834	26.18	9,350.4	0.000	0.00	0.3
3,500.000	3.270	30.52	9,380.9	0.000	0.00	0.3
3,520.000	3.311	66.21	9,447.2	0.000	0.00	0.3
3,530.000	3.311	33.11	9,480.3	0.000	0.00	0.3
3,540.000	3.311	33.11	9,513.4	0.000	0.00	0.3
3,560.000	3.311	66.23	9,579.6	0.000	0.00	0.3
3,570.000	3.311	33.11	9,612.7	0.000	0.00	0.3
3,580.000	3.263	33.09	9,645.8	0.000	0.00	0.3
3,590.000	2.827	30.45	9,676.3	0.000	0.00	0.3
3,600.000	2.396	26.11	9,702.4	0.000	0.00	0.3
3,610.000	2.656	24.33	9,726.7	0.000	0.00	0.3
3,620.000	3.175	29.15	9,755.9	0.000	0.00	0.3
3,630.000	3.296	32.89	9,788.7	0.000	0.00	0.3
3,640.000	3.202	32.65	9,821.4	0.000	0.00	0.3
3,650.000	3.156	31.95	9,853.3	0.000	0.00	0.3
3,660.000	3.014	30.85	9,884.2	0.000	0.00	0.3
3,680.000	2.819	57.93	9,942.1	0.000	0.00	0.3
3,700.000	2.535	53.07	9,995.2	0.000	0.00	0.3
3,720.000	2.282	47.98	10,043.2	0.000	0.00	0.3
3,740.000	2.342	46.24	10,089.4	0.000	0.00	0.3
3,760.000	2.402	47.44	10,136.9	0.000	0.00	0.3
3,780.000	2.462	48.64	10,185.5	0.000	0.00	0.3
3,790.000	2.491	24.77	10,210.3	0.000	0.00	0.3
3,820.000	2.491	74.74	10,285.0	0.000	0.00	0.3
3,830.000	2.491	23.94	10,308.9	0.000	0.00	0.3
3,840.000	2.491	24.91	10,333.9	0.000	0.00	0.3
3,860.000	2.491	49.82	10,383.7	0.000	0.00	0.3
3,870.000	2.491	24.91	10,408.6	0.000	0.00	0.3
3,880.000	2.492	24.02	10,432.6	0.000	0.00	0.3
3,890.000	3.046	27.68	10,460.3	0.000	0.00	0.3
3,900.000	3.161	31.47	10,491.8	0.000	0.00	0.3
3,910.000	3.161	31.61	10,523.4	0.000	0.00	0.3

3,920.000	3.161	31.61	10,555.0	0.000	0.00	0.3
3,960.000	2.702	122.34	10,677.3	0.000	0.01	0.3
3,980.000	2.380	49.26	10,726.6	0.000	0.00	0.3
4,000.000	2.935	52.87	10,779.4	0.000	0.00	0.3
4,020.000	3.296	63.68	10,843.1	0.000	0.00	0.3
4,040.000	3.296	65.92	10,909.0	0.000	0.00	0.3
4,060.000	3.296	65.92	10,975.0	0.000	0.00	0.3
4,070.000	3.296	32.96	11,007.9	0.000	0.00	0.3
4,080.000	3.296	32.96	11,040.9	0.000	0.00	0.3
4,100.000	2.900	62.79	11,103.7	0.000	0.00	0.3
4,120.000	2.420	52.89	11,156.6	0.000	0.00	0.3
4,140.000	2.358	46.56	11,203.1	0.000	0.00	0.3
4,160.000	2.466	48.24	11,251.4	0.000	0.00	0.4
4,170.000	2.491	24.85	11,276.2	0.000	0.00	0.4
4,180.000	2.491	24.91	11,301.1	0.000	0.00	0.4
4,190.000	2.491	24.91	11,326.0	0.000	0.00	0.4
4,200.000	2.491	24.91	11,350.9	0.000	0.00	0.4
4,210.000	2.491	24.91	11,375.9	0.000	0.00	0.4
4,220.000	2.491	24.91	11,400.8	0.000	0.00	0.4
4,230.000	2.491	24.91	11,425.7	0.000	0.00	0.4
4,240.000	2.491	24.91	11,450.6	0.000	0.00	0.4
4,250.000	2.491	24.91	11,475.5	0.000	0.00	0.4
4,260.000	2.491	24.91	11,500.4	0.000	0.00	0.4
4,280.000	2.295	47.97	11,548.4	0.000	0.00	0.4
4,300.000	2.901	52.13	11,600.5	0.000	0.00	0.4
4,320.000	2.411	54.20	11,654.7	0.000	0.00	0.4
4,340.000	2.561	48.13	11,702.8	0.000	0.00	0.4
4,350.000	2.613	26.05	11,728.9	0.000	0.00	0.4
4,360.000	2.613	26.13	11,755.0	0.000	0.00	0.4
4,370.000	2.558	26.07	11,781.1	0.000	0.00	0.4
4,390.000	2.963	51.53	11,832.6	0.000	0.00	0.4
4,400.000	2.963	29.63	11,862.3	0.000	0.00	0.4
4,420.000	2.349	53.15	11,915.4	0.000	0.00	0.4
4,440.000	3.161	58.67	11,974.1	0.000	0.00	0.4
4,450.000	3.161	31.61	12,005.7	0.000	0.00	0.4
4,460.000	3.101	31.37	12,037.0	0.000	0.00	0.4
4,480.000	2.298	53.79	12,090.8	0.000	0.00	0.4
4,500.000	3.007	51.83	12,142.7	0.000	0.00	0.4
4,510.000	3.260	31.84	12,174.5	0.000	0.00	0.4
4,520.000	3.260	32.60	12,207.1	0.000	0.00	0.4
4,530.000	3.296	32.51	12,239.6	0.000	0.00	0.4
4,540.000	3.038	32.34	12,272.0	0.000	0.00	0.4
4,560.000	2.512	51.54	12,323.5	0.000	0.00	0.4
4,570.000	2.939	27.25	12,350.8	0.000	0.00	0.4
4,580.000	3.070	30.50	12,381.3	0.000	0.00	0.4
4,590.000	3.070	30.70	12,412.0	0.000	0.00	0.4
4,600.000	3.070	30.70	12,442.7	0.000	0.00	0.4
4,610.000	2.996	30.64	12,473.3	0.000	0.00	0.4
4,620.000	2.482	27.39	12,500.7	0.001	0.00	0.4
4,640.000	3.070	52.56	12,553.2	0.000	0.00	0.4
4,650.000	3.070	30.70	12,583.9	0.000	0.00	0.4
4,660.000	3.053	30.52	12,614.5	0.000	0.00	0.4
4,680.000	3.054	61.08	12,675.5	0.000	0.00	0.4
4,700.000	3.054	61.08	12,736.6	0.000	0.00	0.4
4,740.000	3.051	122.16	12,858.8	0.000	0.00	0.4
4,750.000	3.033	30.44	12,889.2	0.000	0.00	0.4
4,760.000	2.289	27.40	12,916.6	0.000	0.00	0.4
4,780.000	3.311	60.80	12,977.4	0.000	0.00	0.4
4,790.000	3.311	33.11	13,010.5	0.000	0.00	0.4
4,800.000	3.212	32.63	13,043.2	0.000	0.00	0.4

4,820.000	3.006	62.18	13,105.3	0.000	0.00	0.4
4,840.000	2.826	58.11	13,163.5	0.001	0.00	0.4
4,850.000	2.826	28.26	13,191.7	0.001	0.01	0.4
4,860.000	2.682	27.23	13,218.9	0.000	0.00	0.4
4,880.000	2.397	50.86	13,269.8	0.001	0.00	0.4
4,900.000	2.331	45.62	13,315.4	0.001	0.00	0.4
4,920.000	2.715	50.80	13,366.2	0.000	0.00	0.4
4,930.000	2.809	27.80	13,394.0	0.001	0.00	0.4
4,940.000	2.809	28.09	13,422.1	0.001	0.01	0.4
4,950.000	2.826	28.03	13,450.1	0.001	0.01	0.4
4,960.000	2.826	27.92	13,478.1	0.001	0.01	0.4
4,970.000	2.822	28.24	13,506.3	0.000	0.00	0.4
4,980.000	2.404	25.42	13,531.7	0.000	0.00	0.4
4,990.000	2.763	26.72	13,558.4	0.000	0.00	0.4
5,000.000	2.765	27.65	13,586.1	0.000	0.00	0.4
5,010.000	2.765	27.65	13,613.7	0.000	0.00	0.4
5,020.000	2.645	27.24	13,641.0	0.000	0.00	0.4
5,030.000	2.702	26.82	13,667.8	0.000	0.00	0.4
5,040.000	2.706	27.06	13,694.9	0.000	0.00	0.4
5,060.000	2.190	47.43	13,742.3	0.000	0.00	0.4
5,078.071	2.290	40.60	13,782.9	0.000	0.00	0.4

1.3. ANEXO C: PANEL FOTOGRAFICO



Foto N°01: Vista en Google Earth de todo el tramo de la carretera



Foto N°03: Vista Panorámica de proyecto.



Foto N°04: Trabajos de Nivelación en proyecto, verificación de pendientes longitudinales



Foto N°05: Trabajos de Nivelación en proyecto, verificación de pendientes longitudinales



Foto N°05: Trabajos de Replanteo en proyecto con equipo de estación total

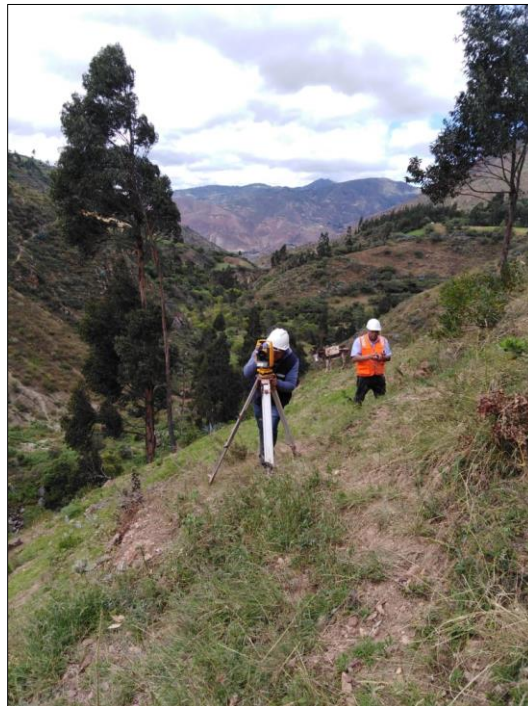


Foto N°05: Trabajos de Replanteo en proyecto con equipo de estación total.



Foto N°06: Trabajos de exploración de suelos y toma de muestras mediante calicatas.



Foto N°07: Trabajos de exploración de suelos y toma de muestras mediante calicatas.



Foto N°08: Trabajos de movimiento de tierras, corte a media ladera.



Foto N°09: Trabajos de movimiento de tierras, corte a media ladera.



Foto N°10: Trabajos de movimiento de tierras, perfilado en taludes.

1.4. ANEXO D: CERTIFICADOS DE TRABAJOS

Certificado de Grupo Montaña Contratistas Sociedad Anónima Cerrada, dejando constancia de los trabajos desarrollados en el proyecto en mención.



GM CONTRATISTAS GENEAL S.A.C

CERTIFICADO DE TRABAJO

Quien suscribe, Montaña Valverde Augusto Herminio Identificado con DNI 42135717, representante legal y Gerente General de la empresa Grupo Montaña Contratistas Generales Sociedad Anónima Cerrada con RUC No 20547308884.

CERTIFICA:

Que, el Sr. **WALTER ORTEGA ESPINOZA**, Identificado con DNI N° 42103480, ha laborado en nuestra empresa, Cumpliendo satisfactoriamente las labores encomendadas, dichas labores las realizo en el área de **Construcción y Otras Actividades**, durante el periodo comprendido desde el 12/07/2017 hasta el 13/09/2019, demostrando durante su permanencia responsabilidad, honestidad y dedicación en las labores que le fueron encomendadas.

Se expide la presente a solicitud del interesado, para los fines que crea conveniente.

Lima, 24 de setiembre del 2019.

Atentamente


GRUPO MONTAÑA CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
Augusto Herminio Montaña Valverde
GERENTE GENERAL

GRUPO MONTAÑA CONTRATISTAS GENERALES SAC
RUC: 20547308884
Montaña Valverde Augusto Herminio
GERENTE GENERAL

CAL.26 MZA. F LOTE. 04 A.H. LOS JAZMINES DEL NARANJAL (A ESPALDAS DEL GRIFO REPSOL)



GM CONTRATISTAS GENEAL S.A.C

CERTIFICADO DE TRABAJO

Quien suscribe, Montaña Valverde Augusto Herminio Identificado con DNI 42135717, representante legal y Gerente General de la empresa **Grupo Montaña Contratistas Generales Sociedad Anónima Cerrada** con RUC No 20547308884.

CERTIFICA:

Que, el **Sra. LEIDY CARMEN OCAÑA GUERRERO**, Identificado con DNI N° 46468682, ha laborado en nuestra empresa, Cumpliendo satisfactoriamente las labores encomendadas, dichas labores las realizo en el área de **Construcción y Otras Actividades**, durante el periodo comprendido desde el 29/11/2018 hasta el 10/11/2020, demostrando durante su permanencia responsabilidad, honestidad y dedicación en las labores que le fueron encomendadas.

Se expide la presente a solicitud del interesado, para los fines que crea conveniente.

Lima, 17 de noviembre del 2020.

Atentamente


GRUPO MONTAÑO CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
Augusto Herminio Montaña Valverde
GERENTE GENERAL
GRUPO MONTAÑO CONTRATISTAS GENERALES SAC
RUC: 20547308884
Montaña Valverde Augusto Herminio
GERENTE GENERAL

CAL.26 MZA. F LOTE. 04 A.H. LOS JAZMINES DEL NARANJAL (A ESPALDAS DEL GRIFO REPSOL)

1.5. ANEXO E: CERTIFICADO DE FORMACIÓN EN MANEJO DE SOFTWARE

ISTRAM BIM



Buhodra Ingeniería S.A. Certifica a:

ORTEGA ESPINOZA, Walter

Por haber concluido satisfactoriamente el curso de:

“Obras Lineales Aplicado al Diseño Geométrico de Carreteras”

Dictado en los laboratorios de Buhodra Ingeniería Perú (BINPESA S.A.C) con una duración de 24 horas teórico-practico.

Módulos ISTRAM® utilizados en la capacitación: Cartografía Digital 3D, Carreteras y Virtual 3D.

Agosto, 2019

Fecha

Cert: PE-OL-OEW-08-19
Verifique la autenticidad del certificado al e-mail: lima@istram.net


José Ramón Garela Fresno
Gerente




Alex Matos del Aguila
Responsable Delegación



BUHODRA INGENIERÍA S.A.
www.istram.net



Buhodra Ingeniería S.A. Certifica a:

OCAÑA GUERRERO, Leidy Carmen

Por haber concluido satisfactoriamente el curso de:

“Obras Lineales Aplicado al Diseño Geométrico de Carreteras”

Dictado en los laboratorios de Buhodra Ingeniería Perú (BINPESA S.A.C) con una duración de 24 horas teórico-practico.

Módulos ISTRAM® utilizados en la capacitación: Cartografía Digital 3D, Carreteras y Virtual 3D.

Agosto, 2019

Fecha

Cert: PE-OL-OGL-08-19

Verifique la autenticidad del certificado al e-mail: lma@istram.net


José Ramón García Fresno
Gerente




Alex Matos del Aguila
Responsable Delegación



 BUHODRA INGENIERÍA S.A.
www.istram.net