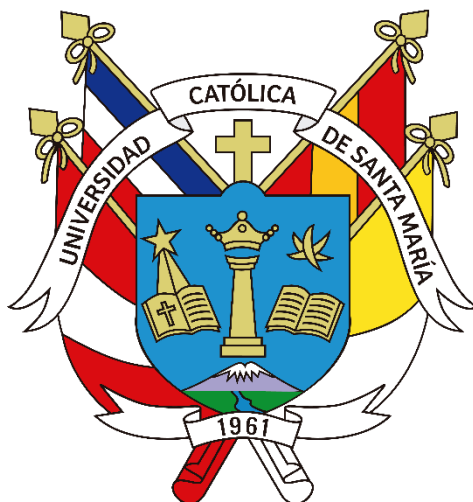


Universidad Católica de Santa María
Facultad de Arquitectura e Ingenierías Civil y del
Ambiente
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



**ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE LAS METODOLOGÍAS
CONVENCIONAL Y BIM 4D EN LA OPTIMIZACIÓN DEL TIEMPO
PROGRAMADO PARA LA EJECUCIÓN DE UNA OBRA DE
INFRAESTRUCTURA VIAL EN ETAPA DE DISEÑO, AREQUIPA 2021.**

Tesis Presentada por la Bachiller:

Huacallo Limpe Flor Angie

Para optar el Título Profesional

de: **Ingeniera Civil**

Asesor

**Dr. Díaz Galdos, Miguel
Renato**

Arequipa – Perú

2022

UCSM-ERP

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
INGENIERIA CIVIL
TITULACIÓN CON TESIS
DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR

Arequipa, 10 de Septiembre del 2022

Dictamen: 003640-C-EPIC-2022

Visto el borrador del expediente 003640, presentado por:

2015701222 - HUACALLO LIMPE FLOR ANGIE

Titulado:

**ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE LAS METODOLOGÍAS CONVENCIONAL Y BIM 4D EN LA
OPTIMIZACIÓN DEL TIEMPO PROGRAMADO PARA LA EJECUCIÓN DE UNA OBRA DE
INFRAESTRUCTURA VIAL EN ETAPA DE DISEÑO, AREQUIPA 2021.**

Nuestro dictamen es:

APROBADO

**2530 - TEJADA CALDERON JUAN CARLOS
DICTAMINADOR**



**3327 - GARCIA GODOS PEÑALOZA LUZ MATILDE
DICTAMINADOR**



**9633 - TORRES ALMIRON JENIFFER CARLA
DICTAMINADOR**



DEDICATORIA

A mis padres Matilde y Gusman por ser quienes me apoyaron en todo mi proceso formativo e incentivarne cada día a superar nuevos retos y a mis hermanos Cesar y Jhordan por ser la más grande motivación de mi día a día.



AGRADECIMIENTO



A mis padres Matilde y Gusman, por ser símbolo de fortaleza y perseverancia, por motivarme a superarme cada día, por su amor incondicional y apoyo permanente.

A mis hermanos Cesar y Jhordan porque sé que siempre contaré con ustedes, ustedes al igual que mis padres son mi mayor motivación.

A mi familia por celebrar mis éxitos y ser quienes me demuestran su apoyo y amor incondicional.

A mis amigos por ayudarme a superar malos momentos.

A la Universidad Católica de Santa María y a los docentes de la escuela profesional de ingeniería civil quienes impartieron sus conocimientos a lo largo de la carrera universitaria.

RESUMEN

El presente estudio comparativo entre la metodología convencional y la metodología BIM 4D tiene como objetivo dar a conocer el grado de impacto que tendrá en el proyecto de infraestructura vial que une el anexo de Uyupampa con la carretera EMP. PE 34 A, Yura, Arequipa, en la optimización del tiempo programado para la ejecución de la obra, en etapa de diseño. Puesto que el proyecto en mención está diseñado bajo los lineamientos convencionales y se aprecia que carece de un entorno colaborativo de diseño y no cuenta con la justificación del tiempo asignado a las tareas de programación del proyecto para su ejecución. En este estudio comparativo se tiene como muestra el proyecto de infraestructura vial que une el anexo de Uyupampa con la carretera 34 A, Yura, Arequipa, en el cual evaluaremos 3 elementos de la vía que son los más incidentes en el cronograma de obra según la metodología convencional, estos elementos son: vía, puente vehicular y muros de contención, serán analizados los lineamientos de la metodología BIM 4D y la metodología convencional utilizados para el proyecto en etapa de diseño, para ello se consiguió los archivos y planos del proyecto realizado por los lineamientos de la metodología convencional, por consiguiente se desarrollara el proyecto bajo los lineamientos de la metodología BIM 4D y por último se realizará el análisis comparativo entre las dos metodologías. Se presenta el proyecto realizado por los lineamientos de la metodología convencional, el cual solo presenta planos en segunda dimensión 2D y la programación está representada en un diagrama de Gantt. Por consiguiente, se comparará con los lineamientos de la metodología BIM, la cual cuenta con herramientas para la etapa de diseño, los softwares: Civil 3D, InfraWorks, Revit y Naviswork, esta metodología presenta planos en tercera dimensión 3D el cual trabaja en forma colaborativa con el cronograma del proyecto. Por último, para realizar el análisis comparativo entre estas metodologías se hará uso de cuadros comparativos para analizar las diferencias y similitudes que contengan en los ítems de actividades para cada elemento, metrados, programación y presentación del proyecto de infraestructura vial.

Palabras clave:

Bim, Dimensión 4D, Modelamiento 3D, Convencional, Analisis Comparativo, Etapa de diseño, Infraestructura Vial.

ABSTRACT

The present comparative study between the conventional methodology and the 4D BIM methodology has as objective to show the degree of impact it will have on the road infrastructure project that links the annex of Uyupampa with the highway EMP. PE 34 A, Yura, Arequipa, in the optimization of the time programmed for the execution of the work, in the design stage. Since the project in question is designed under conventional guidelines, it can be seen that it lacks a collaborative design environment and does not have the justification of the time allocated to the project scheduling tasks for its execution. In this comparative study we have as a sample the road infrastructure project that links the annex of Uyupampa with Highway 34 A, Yura, Arequipa, in which we will evaluate 3 elements of the road that are the most incident in the schedule of work according to the conventional methodology, these elements are: The guidelines of the BIM 4D methodology and the conventional methodology used for the project in the design stage will be analyzed, for this purpose the files and plans of the project carried out by the guidelines of the conventional methodology were obtained, consequently the project will be developed under the guidelines of the BIM 4D methodology and finally the comparative analysis between the two methodologies will be performed. The project is presented under the guidelines of the conventional methodology, which only presents plans in 2D second dimension and the programming is represented in a Gantt diagram. Therefore, it will be compared with the guidelines of the BIM methodology, which has tools for the design stage, the software: Civil 3D, InfraWorks, Revit and Naviswork, this methodology presents plans in third dimension 3D which works collaboratively with the project schedule. Finally, to perform the comparative analysis between these methodologies, comparative Tables will be used to analyze the differences and similarities contained in the items of activities for each element, metrics, scheduling and presentation of the road infrastructure project.

Keywords:

Bim, 4d Dimension, 3d Modeling, Conventional, Comparative Analysis, Design Stage, Road Infrastructure.

ÍNDICE

<i>DEDICATORIA</i>	iii
<i>AGRADECIMIENTO</i>	iv
RESUMEN.....	v
ABSTRACT.....	vi
LISTA DE TABLAS.....	x
LISTA DE FIGURAS.....	xi
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I.....	2
1. Planteamiento del problema.....	2
1.1. Descripción de la problemática.....	2
1.2. Fundamentación de la problemática.....	2
1.3. Hipótesis.....	3
1.4. Variables.....	3
1.5. Objetivos de la investigación.....	3
1.5.1. Objetivo General.....	3
1.5.2. Objetivos Específicos.....	4
1.6. Justificación de la investigación.....	4
1.7. Alcance.....	5
1.8. Limitaciones.....	7
CAPITULO II.....	9
2. Fundamento teórico.....	9
2.1. Análisis de antecedentes de la investigación.....	9
2.1.1. Local.....	9

2.1.2. Nacional	9
2.1.3. Internacional.....	10
2.2. Marco teórico.....	11
2.2.1. Metodología BIM	11
2.2.2. BIM para la infraestructura vial	15
2.2.3. Las Herramientas BIM para Infraestructura Vial.....	16
2.2.4. Dificultades en la adopción de BIM en proyectos de infraestructura vial 18	
2.2.5. Simulación del proyecto con la dimensión BIM 4D	18
2.2.6. BIM 4D	19
2.2.7. Proyectos de infraestructura vial.	25
2.2.8. Expediente técnico.....	27
2.2.9. Metodología convencional.....	29
2.2.10. Criterios de la guía de PMBOK del PMI.....	30
2.2.11. Marco legal.....	32
CAPITULO III.....	34
3. METODOLOGÍA.....	34
3.1. Tipo de investigación	34
3.2. Campo de verificación.....	34
3.2.1. Ubicación	35
3.3. Determinación de la muestra	35
3.4. Técnicas e instrumentos para recopilar datos	36
CAPITULO IV.....	37

4.	Resultados y análisis	37
4.1.	Desarrollo de la metodología convencional y metodología Bim 4D	37
4.1.1.	Metodología convencional	37
4.1.2.	Cronograma propuesto.....	44
4.1.3.	Metodología BIM 4D.....	47
4.1.4.	Selección de elementos a modelar en dimensión 3D.....	48
4.2.	Análisis comparativo.....	64
4.2.1.	Actividades para cada elemento	64
4.2.2.	Cuadro comparativo de metrados	68
4.2.3.	Cuadro comparativo de programación.....	72
4.2.4.	Cuadro comparativo de presentación de documentos y archivos.....	77
4.3.	Interpretación de análisis comparativo.....	98
4.3.1.	Actividades para cada elemento	98
4.3.2.	Metrados.....	99
4.3.3.	Programación.....	114
4.3.4.	Presentación	117
CAPITULO V		118
5.	Conclusiones y recomendaciones	118
5.1.	Conclusiones.....	118
5.2.	Recomendaciones.....	121
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		122
ANEXOS		126
ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA.....		127

ANEXO 2: FORMATO N°5: Registro de plan de ejecución BIM	128
ANEXO 2: FORMATO N°7 Registro de matriz de responsabilidades	132
ANEXO 3: Planos de la vía diseñados bajo la metodología BIM 4D.....	133
ANEXO 4: Planos de la Muros tipo I Y II diseñados bajo la metodología BIM 4D	162
ANEXO 5: Planos del puente vehicular obtenidos bajo la metodología BIM 4D	168

LISTA DE TABLAS

TABLA 1 NIVEL DE MADUREZ	12
TABLA 2 EMPRESAS DE DESARROLLO DE SOFTWARE.....	17
TABLA 3 HERRAMIENTAS QUE PERMITEN CREAR Y GESTIONAR METODOLOGÍAS BIM EN INFRAESTRUCTURA VIAL	22
TABLA 4 HERRAMIENTAS PARA MODELAR USADAS PARA EL ESTUDIO COMPARATIVO.	22
TABLA 5 HERRAMIENTAS PARA REALIZAR EL CRONOGRAMA DE OBRA.....	23
TABLA 6 PLANOS DE TOPOGRAFÍA-METODOLOGÍA CONVENCIONAL.....	37
TABLA 7 PLANOS DE ESTRUCTURAS, DRENAJE, PUENTE Y SEÑALIZACIÓN	38
TABLA 8 TIEMPO ESTIMADO SEGÚN RENDIMIENTOS	46
TABLA 9 ELEMENTOS A MODELAR	49
TABLA 10 ACTIVIDADES Y SUBACTIVIDADES PARA LOS ELEMENTOS DE LA VÍA	56
TABLA 11 ACTIVIDADES Y SUBACTIVIDADES PARA LOS ELEMENTOS DEL PUENTE VEHICULAR	57
TABLA 12 ACTIVIDADES Y SUBACTIVIDADES PARA LOS ELEMENTOS DE LOS MUROS DE CONTENCIÓN	58
TABLA 13 DURACIÓN ESTIMADA PARA ACTIVIDADES DE LA VÍA	59
TABLA 14 DURACIÓN ESTIMADA PARA LAS ACTIVIDADES DEL PUENTE VEHICULAR	60
TABLA 15 DURACIÓN ESTIMADA PARA LAS ACTIVIDADES DE MUROS DE CONTENCIÓN	61
TABLA 16 CUADRO COMPARATIVO PARA LAS ACTIVIDADES DE LA VÍA.....	65
TABLA 17 CUADRO COMPARATIVO PARA LAS ACTIVIDADES DEL PUENTE VEHICULAR	66

TABLA 18 CUADRO COMPARATIVO PARA LAS ACTIVIDADES DE LOS DOS TIPOS DE MUROS DE CONTENCIÓN. .	67
TABLA 19 CUADRO COMPARATIVO DE METRADOS METODOLOGÍA CONVENCIONAL VS METODOLOGÍA BIM- VÍA.....	68
TABLA 20 CUADRO COMPARATIVO DE METRADOS METODOLOGÍA CONVENCIONAL VS METODOLOGÍA BIM- PUENTE VEHICULAR	69
TABLA 21 CUADRO COMPARATIVO DE METRADOS METODOLOGÍA CONVENCIONAL VS METODOLOGÍA BIM- MUROS DE CONTENCIÓN TIPO I Y II.....	71
TABLA 22 COMPARACIÓN DE FECHAS Y TIEMPO DE ESTIMACIÓN PARA EL CRONOGRAMA DE VÍA.	73
TABLA 23 COMPARACIÓN DE FECHAS Y TIEMPO DE ESTIMACIÓN PARA EL CRONOGRAMA DE PUENTE VEHICULAR.....	74
TABLA 24 COMPARACIÓN DE FECHAS Y TIEMPO DE ESTIMACIÓN PARA EL CRONOGRAMA DE LOS MUROS DE CONTENCIÓN	76

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 <i>PROCEDIMIENTO PARA EL ANÁLISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO DE LA OBRA DE INFRAESTRUCTURA VIAL COMPARANDO EL USO DE LA METODOLOGÍA CONVENCIONAL CON LA METODOLOGÍA BIM 4D.</i>	7
FIGURA 2 <i>COMPONENTES BIM 4D</i>	20
FIGURA 3 <i>HERRAMIENTAS DISPONIBLES</i>	21
FIGURA 4 <i>FASES Y ETAPAS DEL CICLO DE UN PROYECTO.....</i>	25
FIGURA 5 <i>PROCESO PARA LA METODOLOGÍA TRADICIONAL PARA UN PROYECTO DE INFRAESTRUCTURA VIAL.</i>	30
FIGURA 6 <i>UBICACIÓN DE LA ZONA</i>	35
FIGURA 7 <i>PROCESO DE DISEÑO CONVENCIONAL.....</i>	39
FIGURA 8 <i>EJEMPLO DE PLANO TOPOGRÁFICO.....</i>	39
FIGURA 9 <i>EJEMPLO DE PLANO DE MURO DE CONTENCIÓN TIPO I</i>	41
FIGURA 10 <i>EJEMPLO DE PLANO DE MURO DE CONTENCIÓN TIPO II.....</i>	42
FIGURA 11 <i>PLANO DE VISTA EN PLANTA DEL PUENTE VEHICULAR</i>	43

FIGURA 12 CRONOGRAMA DEL PROYECTO	44
FIGURA 13 ELEMENTOS DEL PROYECTO VIAL.....	45
FIGURA 14 NIVEL DE DETALLE 400 PARA EL PROYECTO	48
FIGURA 15 FLUJO DE TRABAJO PARA BIM 4D	50
FIGURA 16 PROPIEDADES DEL TRAZO SEGÚN NORMA DG-2018	50
FIGURA 17 MODELADO DE SECCIÓN TÍPICA	51
FIGURA 18 MODELADO DE VÍA EN CIVIL 3D.....	51
FIGURA 19 MODELADO DE MURO TIPO I	52
FIGURA 20 MODELADO DE MURO TIPO II.....	52
FIGURA 21 MODELADO DE PUENTE VEHICULAR.....	53
FIGURA 22 VINCULACIÓN DE ELEMENTOS CON INFRAWORKS	54
FIGURA 23 VISTA DE PROGRAMACIÓN DE LA VÍA	62
FIGURA 24 VISTA DE PROGRAMACIÓN DEL PUENTE VEHICULAR.....	63
FIGURA 25 VISTA DE PROGRAMACIÓN DEL MURO TIPO 1	63
FIGURA 26 VISTA DE PROGRAMACIÓN DEL MURO DE CONTENCIÓN TIPO II	64
FIGURA 27 COMPARACIÓN DE PRESENTACIÓN DE PLANOS DE LA VÍA	77
FIGURA 28 PARTE DEL MODELO 3D DE LA VÍA.....	78
FIGURA 29 ARCHIVOS PARA LA VÍA SEGÚN LA METODOLOGÍA CONVENCIONAL Y BIM	78
FIGURA 30 COMPARACIÓN DE PRESENTACIÓN DE PLANOS DE PUENTE VEHICULAR- VISTA GENERAL	80
FIGURA 31 COMPARACIÓN DE PRESENTACIÓN DE PLANOS DE PUENTE VEHICULAR- ENCOFRADO DE ZAPATA Y ESTRIBO	81
FIGURA 32 COMPARACIÓN DE PRESENTACIÓN DE PLANOS DE PUENTE VEHICULAR- ARMADURA DE ESTRIBO .	82
FIGURA 33 COMPARACIÓN DE PRESENTACIÓN DE PLANOS DE PUENTE VEHICULAR- ARMADURA DE ZAPATA .	83
FIGURA 34 COMPARACIÓN DE PRESENTACIÓN DE PLANOS DE PUENTE VEHICULAR- VIGAS METÁLICAS.....	84
FIGURA 35 COMPARACIÓN DE PRESENTACIÓN DE PLANOS DE PUENTE VEHICULAR- LOSA	85
FIGURA 36 ARCHIVOS PARA EL PUENTE VEHICULAR SEGÚN LA METODOLOGÍA CONVENCIONAL Y BIM	86
FIGURA 37 COMPARACIÓN DE PRESENTACIÓN DE PLANOS DE MUROS DE CONTENCIÓN-TIPO 1 TRAMO 1.....	87

FIGURA 38 COMPARACIÓN DE PRESENTACIÓN DE PLANOS DE MUROS DE CONTENCIÓN-TIPO 2 TRAMO 1 Y 2 88	
FIGURA 39 ARCHIVOS PARA LOS MUROS DE CONTENCIÓN SEGÚN LA METODOLOGÍA CONVENCIONAL Y BIM .89	
FIGURA 40 COMPARACIÓN DEL CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES PARA LA VÍA-METODOLOGÍA CONVENCIONAL	
.....	90
FIGURA 41 COMPARACIÓN DEL CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES PARA LA VÍA-METODOLOGÍA BIM 4D	91
FIGURA 42 COMPARACIÓN DEL CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES PARA LOS MUROS DE CONTENCIÓN-	
METODOLOGÍA CONVENCIONAL.....	93
FIGURA 43 COMPARACIÓN DEL CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES PARA LOS MUROS DE CONTENCIÓN-	
METODOLOGÍA BIM 4D	94
FIGURA 44 COMPARACIÓN DEL CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES PARA EL PUENTE VEHICULAR- METODOLOGÍA	
CONVENCIONAL	96
FIGURA 45 COMPARACIÓN DEL CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES PARA EL PUENTE VEHICULAR- METODOLOGÍA	
BIM 4D.....	97
FIGURA 46 COMPARACIÓN PORCENTUAL DEL METRADO SEGÚN LA METODOLOGÍA CONVENCIONAL Y BIM 4D	
-MOVIMIENTO DE TIERRAS.....	100
FIGURA 47 COMPARACIÓN PORCENTUAL DEL METRADO SEGÚN LA METODOLOGÍA CONVENCIONAL Y BIM 4D	
- PAVIMENTO FLEXIBLE-MOVIMIENTO DE TIERRAS	101
FIGURA 48 COMPARACIÓN PORCENTUAL DEL METRADO SEGÚN LA METODOLOGÍA CONVENCIONAL Y BIM 4D -	
PAVIMENTO FLEXIBLE-IMPRIMACIÓN ASFÁLTICA.....	102
FIGURA 49 COMPARACIÓN PORCENTUAL DEL METRADO SEGÚN LA METODOLOGÍA CONVENCIONAL Y BIM 4D	
- PAVIMENTO FLEXIBLE-CARPETA ASFÁLTICA EN CALIENTE	103
FIGURA 50 COMPARACIÓN PORCENTUAL DEL METRADO SEGÚN LA METODOLOGÍA CONVENCIONAL Y BIM 4D -	
PUENTE VEHICULAR-ZAPATA	104
FIGURA 51 COMPARACIÓN PORCENTUAL DEL METRADO SEGÚN LA METODOLOGÍA CONVENCIONAL Y BIM 4D -	
PUENTE VEHICULAR- ESTRIBOS.....	105
FIGURA 52 COMPARACIÓN PORCENTUAL DEL METRADO SEGÚN LA METODOLOGÍA CONVENCIONAL Y BIM 4D -	
PUENTE VEHICULAR- VIGAS METÁLICAS.....	106

FIGURA 53 COMPARACIÓN PORCENTUAL DEL METRADO SEGÚN LA METODOLOGÍA CONVENCIONAL Y BIM 4D - PUENTE VEHICULAR- LOSAS Y VEREDAS DE CONCRETO	107
FIGURA 54 COMPARACIÓN PORCENTUAL DEL METRADO SEGÚN LA METODOLOGÍA CONVENCIONAL Y BIM 4D - MURO DE CONTENCIÓN TIPO 1- MOVIMIENTO DE TIERRA.	108
FIGURA 55 COMPARACIÓN PORCENTUAL DEL METRADO SEGÚN LA METODOLOGÍA CONVENCIONAL Y BIM 4D - MURO DE CONTENCIÓN TIPO 2- MOVIMIENTO DE TIERRA.	109
FIGURA 56 COMPARACIÓN PORCENTUAL DEL METRADO SEGÚN LA METODOLOGÍA CONVENCIONAL Y BIM 4D - MURO DE CONTENCIÓN TIPO 2- CONCRETO SIMPLE MURO TIPO 2.	110
FIGURA 57 COMPARACIÓN PORCENTUAL DEL METRADO SEGÚN LA METODOLOGÍA CONVENCIONAL Y BIM 4D - MURO DE CONTENCIÓN TIPO 1- ZAPATAS.....	111
FIGURA 58 COMPARACIÓN PORCENTUAL DEL METRADO SEGÚN LA METODOLOGÍA CONVENCIONAL Y BIM 4D - MURO DE CONTENCIÓN TIPO 1- PANTALLA.	112
FIGURA 59 COMPARACIÓN PORCENTUAL DEL METRADO SEGÚN LA METODOLOGÍA CONVENCIONAL Y BIM 4D - MURO DE CONTENCIÓN TIPO 1- VARIOS.....	113
FIGURA 60 GRÁFICO COMPARATIVO DE LOS DÍAS PROGRAMADOS ENTRE LA METODOLOGÍA CONVENCIONAL Y BIM, PARA EL ELEMENTO DE LA VÍA.....	114
FIGURA 61 GRÁFICO COMPARATIVO DE LOS DÍAS PROGRAMADOS ENTRE LA METODOLOGÍA CONVENCIONAL Y BIM, PARA EL ELEMENTO PUENTE VEHICULAR.....	115
FIGURA 62 GRÁFICO COMPARATIVO DE LOS DÍAS PROGRAMADOS ENTRE LA METODOLOGÍA CONVENCIONAL Y BIM, PARA EL ELEMENTO DE MURO DE CONTENCIÓN TIPO 1 Y 2.	116

INTRODUCCIÓN

En la actualidad el Perú cuenta con varios proyectos en infraestructura vial, pues es de gran importancia desarrollar una red vial que integre a todas las zonas del país, sin embargo, el desarrollo de los proyectos tanto como el estudio de pre-inversión, estudios técnicos, y ejecución de proyectos viales muestran deficiencias en los flujos de trabajo que conectan las etapas de un proyecto, esto debido a que no se ha implementado o mejorado las metodologías de gestión. La metodología BIM ha sido aplicada en otros países con mucho éxito en sus diferentes etapas, pues garantizan una activa, continua y temprana integración de los diferentes elementos interdisciplinarios que forman parte de un proyecto de infraestructura vial, proporcionando ahorros tanto en costo como tiempo.

Las herramientas que proporciona la metodología BIM 4D según el grupo corporativo Hildebrandt Gruppe, (2016), asegura que brindan capacidades avanzadas de visualización, simulación y mejora en los tiempos de trabajo beneficiando el flujo de información, simulando la realidad y estableciendo parámetros de trabajo.

La etapa que se pone en investigación para realizar el estudio comparativo de la metodología convencional y metodología BIM es la etapa de expediente técnico o de diseño, esta etapa resulta de gran importancia pues es donde empieza la conceptualización técnica de los elementos del proyecto y de esta etapa depende la ejecución del proyecto ya que estimas posibles metrados y plazos de ejecución.

Este presente estudio hará uso de las diferentes herramientas de la metodología BIM 4D para medir el grado de impacto en los diferentes componentes del proyecto de infraestructura vial.

CAPÍTULO I

1. Planteamiento del problema

1.1. Descripción de la problemática

Debido a que el proyecto de infraestructura vial en fase de diseño, que une el anexo de Uyupampa con la carretera 34 A, Yura, Arequipa, se realizó bajo los lineamientos de metodología convencional, se propone hacer un estudio comparativo con los lineamientos de la metodología BIM 4D. Puesto que el proyecto diseñado bajo los lineamientos convencionales carece de un entorno colaborativo de diseño y no cuenta con la justificación del tiempo asignado a las tareas de programación del proyecto para su ejecución. En consecuencia, este estudio comparativo nos dará a conocer el grado de impacto que tendrá en el proyecto de infraestructura vial, realizando el estudio comparativo de las diferentes metodologías.

1.2. Fundamentación de la problemática

El proyecto comprendido entre el anexo de Uyupampa hasta la carretera 34 A, ubicado en el distrito de Yura, provincia de Arequipa, región Arequipa, presenta varios elementos, como son obras de calzada, bermas, entre otros, este proyecto tiene un expediente técnico que presenta una programación de obra en base a diagrama de barras que no justifica el plazo que se considere adecuado para su ejecución, así como también no presenta un entorno colaborativo 3D de planificación, que ayude a reconocer las interferencias entre los elementos de la vía y por ende evitar la duplicación e inconsistencias. El proyecto tiene una duración de 393 días calendario y comprende aproximadamente 9 km de carretera.

La metodología convencional consiste, en la mayoría de los casos, en presentar planos en 2D donde se determina el uso de diferentes elementos viales, al no aplicar una metodología de gestión a lo largo de todas sus etapas generan una desvinculación de las áreas o elementos involucrados, cambios no controlados, duplicación de trabajos, interferencias e inconsistencias en la fase de diseño.

Por ende, las consecuencias de estos problemas se transforman en pérdidas de tiempo y recursos económicos en la etapa de ejecución, ya que no cuentan con una metodología que ayude a modelar los elementos utilizados en el proyecto y mejorar su diseño y programación. La mayor consecuencia que presenta el uso de la metodología convencional es también el doble trabajo ocasionado por los frecuentes cambios de algún elemento, teniendo como consecuencia

que el trabajo elaborado no llegue a ser utilizado o los planos o representaciones hechas deben realizarse nuevamente al igual que la cuantificación de la obra.

La metodología BIM 4D, propone solucionar y prever problemas constructivos de los elementos que intervienen en la infraestructura vial mejorando así la gestión de datos e información que contenga el proyecto en la etapa de planificación. Gracias a esto crea un entorno colaborativo para la creación y gestión del proyecto teniendo como objetivo centralizar toda la información del proyecto en un modelo digital.

Es así como teniendo estos datos podemos comparar cómo influye la implementación de la metodología BIM 4D en el tiempo programado del proyecto en la etapa de planificación y modelado de los elementos que interfieran en el proyecto.

1.3. Hipótesis

Los lineamientos de la metodología BIM 4D comparados con la metodología convencional lograrán una optimización del tiempo programado para la ejecución, de la obra de infraestructura vial que une el anexo de Uyupampa con la carretera 34 A, ubicado en el distrito de Yura región Arequipa.

1.4. Variables

- a. Variable independiente: Metodología BIM 4D
- b. Variable Dependiente: Optimización del tiempo

1.5. Objetivos de la investigación

1.5.1. Objetivo General

Realizar un estudio comparativo entre la metodología convencional y la metodología BIM 4D, en la optimización del tiempo programado para la ejecución de una obra de infraestructura vial en etapa de diseño, teniendo como caso de estudio la vía que une el anexo de Uyupampa con la carretera 34 A, Yura, Arequipa.

1.5.2. Objetivos Específicos

- Determinar los elementos a modelar en la dimensión 3D y el nivel de desarrollo que utilizará para la infraestructura vial, empleando las herramientas de software necesarios como son: Civil 3d, Navisworks, InfraWorks, para el caso de estudio del proyecto de infraestructura vial, que une al anexo de Uyupampa con la carretera 34 A.
- Establecer vínculos entre los elementos modelados tridimensionalmente con el tiempo asignado a las actividades del cronograma del proyecto, para poder tener la visión virtual del proyecto de infraestructura vial que une al anexo de Uyupampa con la carretera 34 A.
- Realizar un análisis comparativo entre el uso de la metodología BIM 4D y la metodología convencional para el diseño del proyecto de infraestructura vial que une al anexo de Uyupampa con la carretera 34 A en la etapa de expediente técnico.
- Determinar el impacto que tiene el uso de la metodología BIM 4D, realizando un análisis comparativo de los resultados obtenidos en la programación y el modelamiento tridimensional en la fase de planificación, para el proyecto de infraestructura vial que une al anexo de Uyupampa con la carretera 34 A en la etapa de diseño.

1.6. Justificación de la investigación

En la etapa de ejecución de las obras se aprecia a menudo los retrasos debido a la superposición e interferencias entre las diferentes actividades que comprende el proyecto éstas crean problemas provocando una interrupción de las obras, como consecuencia tenemos el aplazamiento de los tiempos, la necesidad de variar las actividades y la ineficiencia en algunas actividades del proyecto.

El principal problema que tiene este proyecto es la falta de implementar una metodología colaborativa que ayude a tener un modelado que nos ayude a identificar las interferencias o inconsistencias que hay entre los elementos del proyecto además hace falta un programa propio de planificación que nos ayude a justificar el plazo que se considere adecuado para la ejecución de la obra.

Es así como debido a la implementación de la metodología BIM 4D se puede obtener posibles mejoras en los aspectos de tiempos y modelado del proyecto en comparación de la metodología convencional, para el proyecto de infraestructura vial en la etapa de planificación del proyecto que une al anexo de Uyupampa con la carretera 34 A, en el distrito de Yura, región Arequipa.

El interés por dar una solución a los problemas presentados en esta etapa de diseño de un proyecto de infraestructura vial surge a partir de observar diferentes problemas en la gestión y calidad de entrega de expedientes a las entidades regionales o municipales que generan un retraso en la etapa de ejecución de los proyectos, como consecuencia se genera adicionales en la obra.

A lo largo del tiempo surgieron metodologías que ayudan al desarrollo de varios tipos de proyectos pero para un caso de proyecto vial se vio por conveniente comparar la metodología BIM 4D con la metodología convencional, ya que cuenta no solo con la modelación 3D del proyecto si no también una dimensión que permita controlar la eficiencia y duración de las distintas tareas involucradas en el proyecto, este control posibilita una planificación detallada, lo cual permite una coordinación eficiente de los especialistas y sus actividades, dando una posibilidad de mejorar el tiempo planificado para la ejecución de dicha obra y una posibilidad de reutilizar o mejorar el diseño de los elementos modelados.

1.7. Alcance

La investigación comprenderá en hacer un análisis comparativo del diseño de la obra de infraestructura vial comparando el uso de la metodología convencional con la metodología BIM 4D enfocados en la dimensión del tiempo programado para las diferentes actividades necesarias para ser ejecutada, tomando como muestra la vía que une el anexo de Uyupampa con la carretera 34 A, Yura, Arequipa.

Para comparar las diferentes metodologías se recolectarán datos del expediente técnico realizados de manera convencional, para ello los datos recolectados serán planos, cronograma de ejecución entre otros archivos de la obra de infraestructura.

Por consiguiente se revisara en el marco teórico todo lo relacionado con la metodología BIM 4D para obras viales en la etapa de diseño enfocándose en la programación de la obra, para esta investigación comprenderá diseñar el modelamiento BIM y los lineamientos que comprende esta metodología para la etapa de diseño del proyecto, es así como, se presentará una guía de

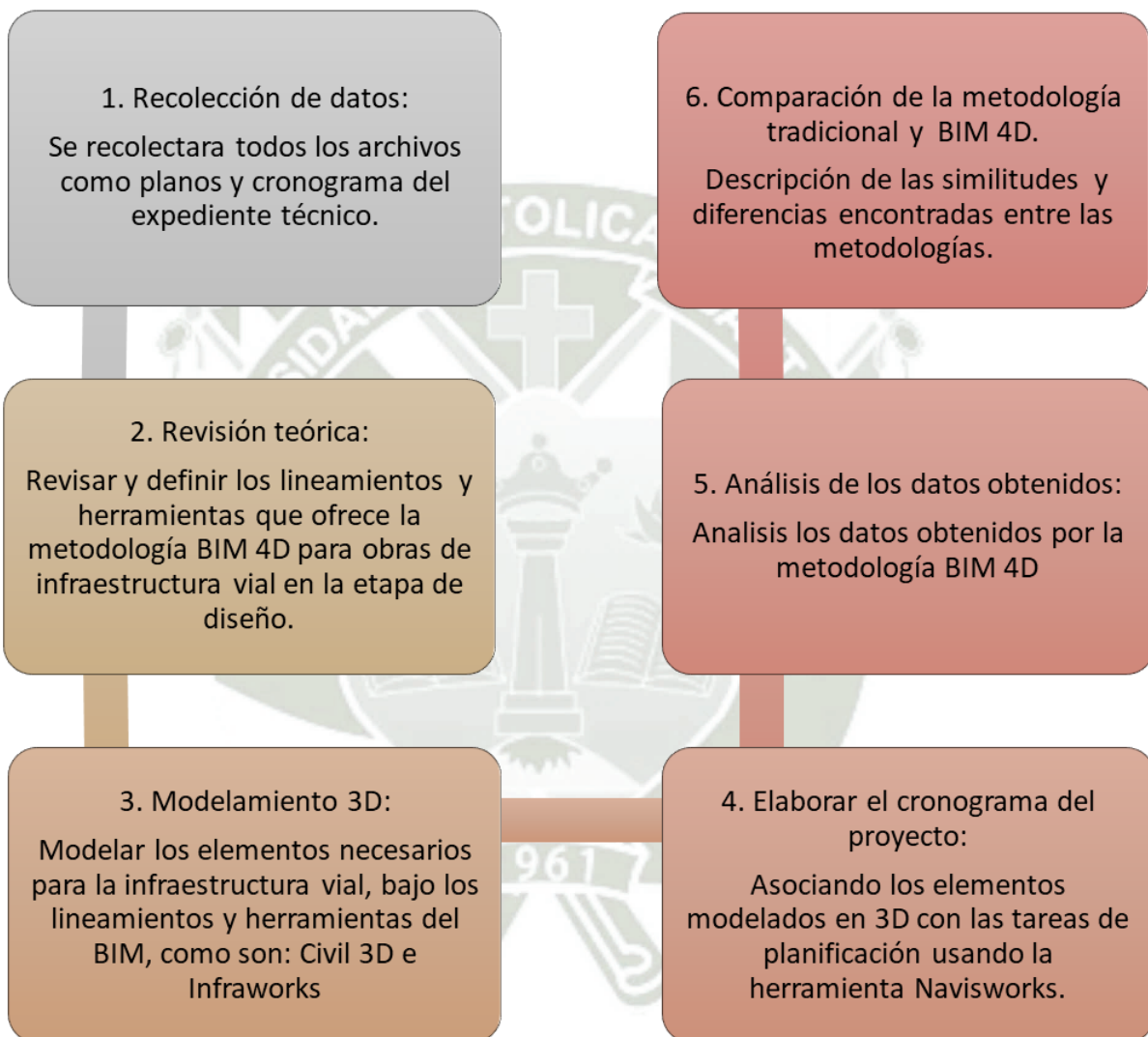
flujo de trabajo para modelar el proyecto de infraestructura vial en una dimensión 3D, del tramo que une al anexo de Uyupampa con la carretera 34 A.

Para lograr el desarrollo de la metodología BIM 4D, se contará con las herramientas de software en el modelamiento 3D como: Civil 3D, InfraWorks y Revit. Añadiendo la dimensión 4D la cual comprende gestionar el tiempo para la programación de la obra de infraestructura vial justificando el plazo que se considera adecuado para las partidas comprendidas en la dimensión 3D del proyecto utilizando los softwares como: Navisworks y Project.

Se seguirá los siguientes procedimientos para el análisis comparativo del diseño de la obra de infraestructura vial comparando el uso de la metodología convencional con la metodología BIM 4D enfocados en la dimensión del tiempo programado para la ejecución de la obra.



Figura 1 Procedimiento para el análisis comparativo del diseño de la obra de infraestructura vial comparando el uso de la metodología convencional con la metodología BIM 4D.



Nota. Pasos por seguir para realizar el estudio comparativo de la metodología convencional y metodología BIM 4D. Adaptación propia en base a la investigación realizada, 2022.

1.8. Limitaciones

- La implementación de esta metodología BIM 4D se hará en un tramo ubicado en el distrito de Yura.

- Se tendrá en cuenta solo los elementos de mayor incidencia en la programación de obra como son: vía, muros de contención y puente.
- La comparación de la metodología BIM 4D y metodología convencional se enfocará en comparar la planificación y la presentación de los elementos de mayor incidencia en el cronograma del proyecto obtenido por ambas metodologías.
- Para el uso de la metodología convencional se contará con los datos obtenidos del expediente realizado del proyecto.
- Para el uso de la metodología BIM 4D, se realizará el modelado 3D de la vía el cual se asociará con las tareas o actividades de planificación del programa de trabajo del proyecto.



CAPITULO II

2. Fundamento teórico

2.1. Análisis de antecedentes de la investigación

2.1.1. Local

Flores y Ramos (2018). Análisis y evaluación de la productividad en obras de construcción vial en la ciudad de Arequipa, Universidad Nacional De San Agustín De Arequipa, Arequipa.

En su investigación realizada el objetivo principal fue evaluar productividad y conocer las causas de la baja productividad en las obras de construcción en la ciudad de Arequipa; para el desarrollo de la investigación se utilizó la metodología LEAN junto con la metodología de trabajo colaborativo BIM, se evaluó una muestra representativa la cual se le hizo seguimiento durante una semana y se llegó a concluir que las obras de infraestructura vial para la ciudad de Arequipa (urbana) se desarrollan con un nivel medio de productividad de 27.7%. Valor encontrado a través del NGO. Este parámetro es un indicador del estado actual de cómo se ejecutan las obras en la ciudad de Arequipa y el nivel de gestión empleado. Esta investigación resulta ser importante pues evalúa un caso en la etapa de ejecución, demostrando que existen varias deficiencias en dicha etapa, por lo que se plantea analizar el problema de esta deficiencia desde la etapa de inicio de un proyecto, como es la etapa de expediente técnico.

2.1.2. Nacional

Bastidas y Herrera (2020). Análisis de interferencias para movimiento de tierras en las infraestructuras viales en el Perú para prevenir los retrabajos en la etapa de planeamiento, mediante la Metodología de Gestión BIM. Caso de estudio, Camino Vecinal Puente Techin – Cruce Chirimoyo, Distrito de Querocotillo- Provincia Cutervo-Cajamarca tramo km 0+000 al 15+000, Universidad Peruana De Ciencias Aplicadas, Lima.

En la investigación realizada el objetivo principal fue exponer la metodología de la Gestión BIM en la etapa de planeamiento para la optimización del proyecto mediante la identificación de interferencias e incompatibilidades en movimiento de tierras que puedan existir, para prevenir posibles retrabajos, generando resultados positivos a nivel económico, plazos de entrega y supervisión mejorada. para el desarrollo de esta investigación se utilizó las

herramientas que ofrece la metodología BIM, estas herramientas fueron aplicadas al caso de estudio, Camino Vecinal Puente Techin – Cruce Chirimoyo, Distrito de Querocotillo- Provincia Cutervo-Cajamarca tramo km 0+000 al 15+000, se llegó a concluir que con el uso de la herramienta Autodesk InfraWorks y RTK, se puede crear superficies mucho más rápido y exacto. (Superficie TIN, curvas de nivel), el cual este estos proporcionan datos precisos para el desarrollo de la geometría de la vía, a su vez, esta información desarrollada permite encontrar interferencias para posteriormente analizar y clasificar, de acuerdo con el criterio de cada especialista. Esta investigación resulta ser importante porque evalúa el uso de los softwares que utiliza la metodología BIM, los cuales se pretenden usar en el presente proyecto.

Prado (2019). Tecnologías aplicadas en Topografía y su relación con las deficiencias en las obras viales en el Perú, 2019, Universidad Ricardo Palma, Lima.

El objetivo principal de la investigación fue determinar la relación entre las metodologías aplicadas en la Topografía y las deficiencias en la infraestructura vial; para desarrollar esta investigación se utilizó un cuestionario semiestructurado que consta de preguntas cerradas, con valores politómicos y discretos, acerca del conocimiento sobre las metodologías en topografía relacionadas con la Ingeniería Vial, las encuestas se realizaron a las universidades existentes en Lima - Perú y que enseñan carreras de Ingeniería Civil y que son acreditadas según el SUNEDU, y se llegó a la conclusión que la población encuestada muestra desconocimiento parcial o total de las principales metodologías utilizadas en Topografía en el Perú esto genera deficiencias en los procesos inmersos en la Ingeniería vial, este trabajo permite saber que gran parte de la comunidad de ingeniería civil desconoce algunos términos y herramientas que nos ofrece la metodología BIM creando deficiencias en los proyectos realizados.

2.1.3. Internacional

Acuña (2016). Aplicación de modelo BIM para proyectos de infraestructura vial, Pontificia universidad católica, Ecuador.

En la investigación el objetivo principal fue determinar las tareas, actividades o trabajos serán necesarias ejecutar para el cumplimiento de los objetivos planteados para el proyecto, dichos objetivos deben ser medibles o cuantificables. Para desarrolla este proyecto se utilizó los softwares Civil 3D e InfraWorks pertenecientes a la metodología BIM ,estos instrumentos pueden ser aplicados a proyectos de infraestructura vial y se llegó a la conclusión que la

metodología aplicada sistemáticamente bajo parámetros y orden lógico permiten obtener proyectos cuyo diseño ha sido ajustado hasta conformarse en el óptimo posible, esta investigación es importante debido a que nos da a conocer las herramientas y orden de trabajo necesarios para aplicarlos en los proyectos de infraestructura vial.

2.2. Marco teórico

2.2.1. Metodología BIM

Para este tema de investigación nos avocaremos en conocer las características que nos ofrece la metodología para el caso de un proyecto de infraestructura vial. Según, el grupo corporativo Hildebrant Gruppe (2016) define que la metodología BIM está compuesta por una base de datos virtuales, como por ejemplo secciones tipo de vías, drenajes, tuberías, etc. Podemos encontrar varios conceptos referidos a la metodología BIM, esto gracias a que el origen de cada uno las experiencias adquiridas tras la aplicación de esta metodología en determinado país o continente, o determinado proyecto. Otorgando así según McGraw-Hill (2012) a la metodología BIM un concepto en expansión y en evolución.

2.2.1.1. Características

Las características que resaltan el uso de la metodología BIM según, Coloma (2008) determina que, la metodología BIM utiliza un conjunto de herramientas y metodologías que ayudan a que el uso de la información sea coordinada, coherente, computable y continua para lograr el correcto modelamiento de información del proyecto.

Es esencial según Coloma (2008), lograr que la información esté debidamente coordinada pues ayudara al correcto desarrollo del proyecto, para que pueda llevarse a cabo por parte de múltiples usuarios, pese a que sean diferentes especialistas.

Por otro lado, es importante resaltar una de las cualidades importantes de la metodología. Coloma (2008) refiere que esta metodología tiene la capacidad de cuantificar mediciones y otros aspectos como la ubicación de obras de arte en el modelado de la infraestructura vial.

2.2.1.2. Nivel de desarrollo

Este término hace referencia según, López (2017) dice que, determina el proceso de modelado de la información que posee cada uno de los componentes y los grados de precisión

para los trabajos de colaboración multidisciplinarios, por ello este nivel de detalle depende de la planeación del diseño y de los plazos. De ahí que podemos definir diferentes estándares según la característica que necesita el modelamiento.

Tabla 1
Nivel de desarrollo

LOD	DESCRIPCION
000	La primera realidad de cualquier proyecto desde sus fases de estudios previos viene condicionada por la ubicación, incluso con la posibilidad de modificación posterior de emplazamiento definitivo u orientación respecto a la parcela del conjunto.
100	Es el nivel básico en el que se enumeran los elementos conceptuales de un proyecto, con el grado de definición definido por: requerimiento y usos del proyecto.
200	Es el nivel en el que se definen gráficamente el elemento, especificando aproximadamente cantidades, tamaño, forma y/o ubicación respecto al conjunto del proyecto
300	Es el nivel en el que se definen gráficamente el elemento, especificando de forma precisa cantidades, tamaño, forma y/o ubicación respecto al conjunto del proyecto.
350	Equivalente al nivel LOD 300 pero incluyendo la detección de interferencias entre distintos elementos. Es propio de proyectos complejos desarrollados independientemente por disciplinas u otra desagregación de proyecto específica.
400	Nivel de desarrollo en el que se incorpora información adicional de otras disciplinas sobre la arquitectura, como instalaciones, estructuras, materiales, coordinación y similares.
500	Nivel de desarrollo en el que se incorpora información adicional de otras disciplinas sobre la arquitectura, como instalaciones, estructuras, materiales, coordinación y similares.

Nota. Los niveles de madurez descritos representan el grado de detalle que se puede emplear en el proyecto. Adaptado de “Spanish journal of BIM” por Bulging Smart, 2014.

2.2.1.3. Dimensiones BIM

El término “dimensiones” sirve para definir los temas que intervienen en la digitalización del proyecto. En la actualidad el solo modelar un proyecto en 3D no basta, también es importante aportar una planificación de costo, tiempos de obra, así como también la sostenibilidad y mantenimiento.

Por tanto, para diferenciar las dimensiones según Brenes (2020) “Se habla de 7 dimensiones BIM, las cuales describen la etapa de un proyecto” (p. 9).

- BIM 3D

En esta etapa el modelamiento digital del proyecto representa un detalle gráfico de nuestro diseño, para garantizar una representación realista. BibLus (2020) indica que, para esta parte de diseño del proyecto con diferentes disciplinas no deben ser independientes del resto, sino por el contrario deben contemplar una interacción de diversos especialistas de cada disciplina.

Es por ello surge la necesidad según BibLus (2020) de implementar la actividad conocida como “model checking” que se conforma principalmente por dos actividades: code checking y clash detection. BibLus (2020) define estas actividades como “code checking, es decir la evaluación de la conexión del modelo con las peticiones de diseño y las normativas. clash detection, o sea el análisis preventivo de los conflictos geométricos (y no) del modelo.” (BIM 3D: ¿solo un problema de modelación geométrica?, párr. 3).

- BIM 4D

La definición de la dimensión BIM 4D “consiste en integrar el tiempo al modelo BIM 3D, es decir, se puede asignar a cada elemento una secuencia de construcción” (Vivancos, 2018, p. 15).

Es así como, Hildebrandt Gruppe (2016) refiere que esta dimensión ayuda a controlar la eficiencia y duración de las diferentes actividades del proyecto, representando los tiempos de todas las fases y trabajos. Este registro da la posibilidad de una planificación más detallada con evaluaciones y la visualización del desarrollo de todas las tareas

Al integrar el tiempo al modelado 3D se podrá simular virtualmente una ejecución real, y así se tendrá una visualización del proyecto, resaltando los principales problemas que se presentaran e impactaran negativamente en el proceso, en consecuencia, se podrán alternativas de solución.

Además, Hildebrandt Gruppe (2016) refiere un rastreo detallado posibilita una coordinación eficiente de los diferentes especialistas y sus actividades, mejorando los tiempos y el uso de recursos.

En esta dimensión el uso de nuevas herramientas y metodologías para reducir, gestionar y reorganizar el tiempo es importante.

Para mejorar la eficiencia de esta dimensión, BibLus (2020) propone la realización del “WBS – Work Breakdown Structure”, que ayuda a el desglose analítico de un proyecto en fracciones elementales planeadas concretamente para conectarse con lo que se ha modelado. De manera que es viable extraer, organizar y visualizar sin mucho esfuerzo el progreso de la obra representando una de las formas de innovar la gestión de esta dimensión.

- BIM 5D

En esta dimensión se contempla todo lo expuesto en la dimensión BIM 4D y Tur, (2014), añade la dimensión de los costos de la obra produciendo un mayor control sobre el proyecto ya que cualquier alteración en el diseño queda reflejada inmediatamente en el presupuesto.

Para ello según Brenes (2020) se implementa el control de costos y estimación de gastos del proyecto, generando presupuestos a partir de estudios de viabilidad económica, su análisis es de suma importancia, pues estos afectan la rentabilidad del proyecto. Es preciso señalar que este modelo es una de las grandes fortalezas de utilizar BIM a comparación del sistema convencional

- BIM 6D

En esta dimensión Hildebrandt Gruppe (2016) indica que se simula el comportamiento de los sistemas de ahorro energético y la gestión de recursos, proporcionando información elemental para tomar decisiones. En base a esto es factible seleccionar las mejores técnicas y tecnologías para cada proyecto, optimizando el consumo de energía y minimizando los daños al medio ambiente.

Para NBS (2017) determinados autores llaman a esta dimensión “BIM integrado” o “iBIM” puesto que la información que contienen estos modelos están vinculados a todo el ciclo de vida del activo, para ello se proporcionas información de los instaladores, proveedores del material, fecha de instalación y tipo de mantenimiento requerido, es más se entregan detalles

de cómo deben ser operados los equipos del activo para que tenga una superior performance y niveles de energía que se consuman, para promover su uso de manera útil.

- BIM 7D

Para Brenes (2020) la dimensión 7D consiste en diligenciar el ciclo de vida del proyecto, precisando una guía para su uso y mantenimiento, con el fin de alargar y mantener su calidad, la cual ayuda a indicar futuras decisiones de rehabilitación o demolición; para los propietarios es fundamental, pues influye en la utilidad y gestión de los costos de conservación. Cabe destacar que a estos procesos se les puede incorporar otras dimensiones según los requerimientos del proyecto.

Uno de los beneficios que posee esta dimensión según Hildebrant Gruppe (2016), es proporcionar un control logístico y operacional para el uso y mantención del edificio. De manera análoga es posible agendar y monitorear inspecciones, reparaciones y tareas de mantenimiento, de igual forma de contar con información importante para identificar fallas de funcionamiento y áreas a mejorar.

2.2.2. BIM para la infraestructura vial

Metodología BIM para las infraestructuras

En el caso de BIM para infraestructuras según Zigurat Global Institute of Technology (2018) indica que, usar la metodología BIM en infraestructura vial no es tan minucioso como lo es en edificaciones, pues en edificaciones ya hay ciertos estándares que debe cumplir el modelamiento, dando lugar a diferentes plataformas de diferentes softwares que trabajan intercambiando datos entre sí.

Díaz (2019) dice que “La metodología BIM es versátil, y a pesar de que el campo de mayor desarrollo de BIM se ha dado en las edificaciones, el concepto se aplica de igual manera a través de diferentes softwares.” (p. 126).

Los softwares aplicados variaran según las necesidades del proyecto vial, como por ejemplo la creación de la superficie del terreno, alineamientos, perfiles longitudinales, secciones, muros, drenajes, puentes, entre otros.

Asimismo, definen el término BIM en infraestructura según Bentley Systems Latinoamérica (2015), como la metodología para originar y delegar la información durante el ciclo de vitalidad

del abastecimiento a través de un portafolio de soluciones de softwares. Para ello, se deben usar aplicaciones que estén conectadas, que realicen el intercambio de la información y permitan la cooperación de todo el conjunto de trabajo, no solo de los ingenieros civiles, que son los que encargan del trazo o diseño, sino también de los ingenieros estructurales, geotecnia, los de obras de arte y drenaje, los topógrafos, los cadistas, los de costos y planeamiento, etc. todo esto, a través de un único patrón virtual o tópico de documentación.

Vemos que la metodología abarcara varios procesos que deben ser analizados para ver si serán necesarios, pues cada proyecto necesita diferentes especialidades. Para ello se necesita establecer un flujo de procesos. Acuña (2016) aporta de manera general un flujo de procesos para la implementación de la metodología BIM en el proceso de proyectos de infraestructura vial, la cual se ejecuta con las siguientes etapas:

- Planificación vial BIM
- Diseño conceptual vial BIM
- Diseño detallado vial BIM
- Análisis vial BIM
- Documentación vial BIM
- Construcción vial BIM

2.2.3. Las Herramientas BIM para Infraestructura Vial

Hoy en día existe un amplio y variado catálogo de softwares disponibles con la metodología BIM, y estos softwares son desarrollados por diferentes empresas, algunas de estas empresas son según Diaz (2019):

Tabla 2
Empresas de desarrollo de software.

EMPRESAS	DESCRIPCION
Autodesk, Inc	Empresa estadounidense dedicada al desarrollo de softwares de diseño en 2D y 3D para las industrias de la Arquitectura, Ingeniería y Construcción (AEC por sus siglas en ingles)
Bentley System, Inc	Empresa especializada en software para el diseño, evaluación, simulación, planificación, construcción y operación de las infraestructuras, como carreteras, ferrovías, puentes, aeropuertos, edificios, plantas industriales y eléctricas, así como los sistemas de información geográficas (cartografía) y redes de agua y alcantarillado, entre otros. Cada solución está diseñada para garantizar que la información fluya entre los procesos de flujo de trabajo y los miembros del equipo del proyecto para permitir la interoperabilidad y la colaboración
Buhodra Ingeniería S.A.	Grupo empresarial que se han encargado de desarrollar la familia de productos ISTRAM®. Estas aplicaciones que también están dirigidas al sector de la AEC permiten diseñar y controlar el proceso constructivo de obras civiles. Compañía española, con mucha presencia en países de Europa e Hispanoamérica.

Nota. Las empresas descritas son las más reconocidas en la elaboración de proyectos. Adaptado de “Gestión de proyectos utilizando las herramientas BIM en la fase de diseño de proyectos de infraestructura vial” por J. Diaz, 2019, p. 129.

2.2.3.1. Ventajas del uso de las herramientas BIM

Según Econova institute (2020) da a conocer las ventajas al utilizar BIM en proyectos de infraestructura:

- Ayuda a reducir errores y omisiones.
- Facilita identificar los conflictos y solventar los mismos.
- Facilita la colaboración entre el equipo de trabajo.
- Permite una visualización más real y convincente.
- Se asocian elementos físicos con los homólogos elementos virtuales, mediante el levantamiento en campo para vincular el entorno físico con el modelo virtual.
- El modelo digital presenta resultados para obtener proyectos mucho más precisos, rápidos, y con la garantía de tener un menor número de problemas en la obra.
- Al modelar un proyecto se configuran sus componentes y el dibujo técnico se va preparando en paralelo.

- Por último, la presentación del proyecto se puede complementar con perspectivas creadas dentro del propio programa, sin la necesidad de cambiar plataformas.

2.2.4. Dificultades en la adopción de BIM en proyectos de infraestructura vial

En el Perú la implementación de la metodología se está dando poco a poco, pero hay lineamientos que dificultan la adopción de la metodología en diversas empresas como, por ejemplo:

- Inversión inicial, esto se refleja en la inversión que la empresa tiene que hacer para poder capacitar a todo su personal, e implementarse con licencias, material entre otros para poder aplicar la metodología de manera óptima.
- Baja demanda por parte de las entidades, si bien es cierto el gobierno peruano ha recomendado en su norma el uso de metodología BIM, esto no se aplica al momento de la entrega de los expedientes técnicos generando que la empresa ejecutora tenga consultas.
- Falta de profesionales con conocimiento BIM, al tener diferentes especialidades en un proyecto se debe tener personal capacitado para lograr el desarrollo del proyecto en todas sus fases.

2.2.5. Simulación del proyecto con la dimensión BIM 4D

El panorama actual en la etapa de diseño en un expediente técnico de una obra de infraestructura vial se caracteriza por la complejidad y un alto manejo interdisciplinario de diferentes áreas de ingeniería, esto conlleva a insistir en innovar las herramientas de planificación y comunicación cuyo fin sea lograr transmitir información práctica, útil, certera y concisa, de este modo es significativa lo importante que es implementar la herramienta BIM 4D para llegar a estos objetivos, pues permitirá a los ingenieros especialistas de diferentes áreas interactuar en un modelo virtual en tiempo real, que ayude a ver las interferencias o incompatibilidades del proyecto entre las áreas requeridas para diseñar una obra de infraestructura vial.

Para, Alvarez et al. (2020) construir virtualmente el proyecto ayuda a verificar el correcto funcionamiento de lo estipulado en el cronograma de obra, simular usando la dimensión Bim 4D ayuda a experimentar la secuencia constructiva antes de que se ejecute ayudando así a

controlar el proceso de verificación de la secuencia constructiva dinámica, mediante flujos de trabajo rápidos añadiendo fechas se podrá visualizar lo que está sucediendo en obra teniendo una visión más amplia de los escenarios o situaciones en el área de ejecución, las cuales podremos implementar o recomendar un mejor proceso constructivo. Es conveniente implementar esta simulación porque podrá ser editada fácilmente añadiendo nuevos elementos en caso de que se presenten problemas y se necesite reprogramaciones en el cronograma o adicionales.

El objetivo de esta simulación también será comparar el avance actual o real en la obra versus el avance programado o diseñado virtualmente en el expediente técnico, identificando las zonas donde se debe dedicar mayor atención tanto en el diseño como en la etapa de ejecución es así como, la simulación BIM 4D apoya en gran medida al control del progreso de la obra tanto real como virtualmente.

2.2.6. BIM 4D

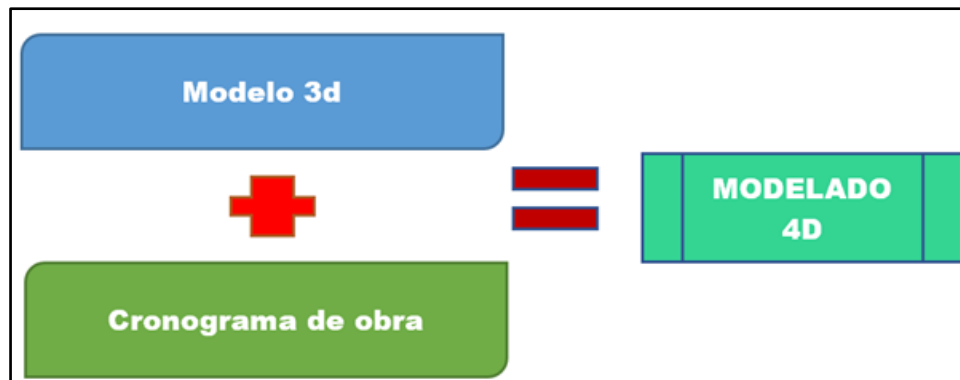
El presente trabajo se avocará al estudio de la dimensión BIM 4D, pues la característica principal de esta dimensión es realizar la construcción virtual antes de ejecutar la obra, para ello emplearemos el modelo 3D y la programación de la obra de infraestructura vial.

Según Eyzaguirre Vela (2015) nos dice que:

Al enlazar un modelo 3D y la programación, se logra simular una construcción virtual, siendo esta una visualización del proyecto más intuitiva, logrando anticiparse a los posibles conflictos entre los elementos de la obra, conocer el posible escenario de los procesos constructivos que tendrá el proyecto y reducir el impacto negativo que puedan ocasionar. Usar la dimensión 4D de la metodología BIM puede usarse como herramienta de análisis, por consiguiente, los diseñadores del proyecto podrán asegurar la consistencia de la información del diseño de manera que se pueda mejorar la comunicación entre los especialistas involucrados ya que se posee un modelo de fácil entendimiento general del proyecto.

2.2.6.1. Componentes BIM 4D

La integración del modelo 3D y la programación de obra es una de las bondades de la simulación BIM 4D pues ayuda a la construcción virtual antes de su ejecución real.

Figura 2 Componentes BIM 4D

Nota. Componentes de la dimensión BIM 4D. Adaptado de “Aplicación de la metodología BIM en la gestión de la construcción y análisis de los beneficios del modelamiento 4D-5D (tiempo-costos) en un edificio de 9 pisos en la ciudad de Arequipa” por S. Encalada, 2016, p. 26.

A. Metodología BIM 3D del proyecto de infraestructura vial.

El modelado BIM 3D según, Ubierna Suárez (2020) dice que el modelamiento BIM 3D consiste en generar el modelo 3D del proyecto a partir de la información relacionada con las partidas de la obra, para que luego dicho modelo sea exportado al siguiente nivel que es el BIM 4D.

Para este componente del BIM 4D se modelarán los diferentes componentes que necesita diseñarse para la obra lineal es importante preparar el modelo 3D para facilitar la tarea de asociar cada componente necesario y a esto añadir las tareas de programación de obra.

Para esta parte de simulación del modelo en 3D será necesario elaborar el modelo según el proceso constructivo, puesto que, en algunas ocasiones para acortar el tiempo del modelado 3D se colocan elementos unidos. Teniendo como ejemplo la unión de muros con la berma de la obra de infraestructura vial, para esta ocasión se recomienda tener los diferentes componentes que interfieran en el modelado por separado.

B. Cronograma del proyecto.

Para, Encalada Ojeda (2016) se tiene que vincular el cronograma del proyecto con el modelo 3D para obtener la dimensión 4D, el cronograma Gantt será utilizado para presentar las tareas a ejecutarse, estableciendo una duración y una secuencia entre las tareas.

Al vincular el modelo 3D con el cronograma del proyecto, se adecúa los plazos de ejecución del proyecto de infraestructura a un flujo de tareas de acuerdo con el procedimiento constructivo real.

2.2.6.2. Herramientas para BIM 4D

Según Bibblus (2021), las herramientas usadas para lograr una dimensión BIM 4D son softwares que posibilitan asociar la información relativa al tiempo de construcción del proyecto y la organización del modelo 3D., para ello se muestra la información a través de animaciones que registra la progresión de las distintas etapas y el avance del proyecto. Estas herramientas permiten descomponer el proyecto en diferentes actividades por consiguiente asociarlas, para obtener un diagrama que simulen en tiempo real el proceso del proyecto y tener presentaciones realistas. De manera que podamos identificar y resolver conflictos o incompatibilidades que se presenten. Por último, se puede compartir en diferentes formatos la dimensión 4D con las personas comprometidas en el proyecto.

Las herramientas BIM 4D ayudan a simular la evolución del modelo 3D para las diferentes etapas de la obra de infraestructura vial

Figura 3 *Herramientas disponibles*

Modelado 3D	Cronograma del proyecto
<ul style="list-style-type: none"> • ArchiCAD (Graphisoft) • Allplan (Nemetschek) • Aecosim (Bentley Systems) • Vectorworks (Nemetschek) • Edificius (ACCA Software) • REVIT (Autodesk) • Civil 3D (Autodesk) 	<ul style="list-style-type: none"> • Synchro Pro (Bentley) • <u>TCQi</u> • Project (Microsoft) • Primavera P6 • Naviswork (Autodesk)

Nota. Softwares disponibles para cada componente de la dimensión BIM 4D. Adaptado de “Ensayos y desarrollos de procesos BIM 3D, 4D Y 5D en obras lineales de infraestructura” por Ubierna Suárez, 2020, p. 34.

A. Metodología BIM 3D del proyecto de infraestructura vial.

Tenemos a la empresa Autodesk que tiene una amplia gama de softwares que nos ayuda a modelar en 3D los componentes que intervienen en la infraestructura vial.

Tabla 3

Herramientas que permiten crear y gestionar la metodología BIM en infraestructura vial

Empresa Autodesk	
Software	Función
ReCap	Permite crear modelos 3D con captura de la realidad, a través de escaneos laser o fotos capturadas
InfraWorks	Para diseño y visualizaciones preliminares
Civil 3D	Para diseño de infraestructura y documentación de construcción, también permite flujos de trabajo BIM
Vehicle Tracking	Permite el diseño y analizar el seguimiento de la trayectoria de vehículos.
Bentley Pointools	Para procesar nubes de puntos, permitiendo visualizar y editar para el flujo de trabajo

Nota. Software recomendado para el uso de modelamiento 3D. Adaptado de "Gestión de proyectos utilizando las herramientas BIM en la fase de diseño de proyectos de infraestructura vial" por J. Díaz, 2019, p. 152.

Las herramientas utilizadas para el modelado 3D en este trabajo son las siguientes:

Tabla 4

Herramientas para modelar usadas para el estudio comparativo.

Herramientas para modelar en 3D	
Software	Descripción
InfraWorks	Es un software más utilizado para el diseño conceptual de proyectos de infraestructura. Esta herramienta pertenece a la empresa Autodesk ,es un gran aliado en los flujos de trabajo BIM, ofrece diferentes opciones de trabajo colaborativo con otras plataformas y automatización de procesos.
Civil 3D	Software utilizado para el diseño de ingeniería civil y geométrico de la vía, contiene funciones integradas para mejorar el dibujo, diseño y documentación. Pertenecce a la empresa Autodesk y permite tener flujos de trabajo más eficientes para el modelado de superficies, el modelado de obra lineal y la producción y documentación de planos.
Revit	Software que integra en una plataforma funciones de ingeniería estructural y de diseño arquitectónico. Pertenecce a la empresa Autodesk y permite generar planos de diseño y metrados

Nota. Herramientas para modelar en 3D elementos de un proyecto vial. Adaptado de "Espacio BIM" por A. Esarte, 2020, *Blog de BIM, VR, AR, MR y espacio BIM.*

B. Cronograma del proyecto.

Para PB Projectia (2019) este componente del modelamiento BIM 4D no se debe de limitar a sólo generar un diagrama de barras. La elaboración del cronograma debe tener un plazo justificado que se considere para la ejecución de la obra de infraestructura vial.

Es por lo que para este componente se necesitan lineamientos que mejoren y justifiquen la gestión de tiempo para los procesos de producción de diferentes trabajos que intervengan en la construcción de la obra. Es así como en este componente es necesario implementar una filosofía que ayude a reconocer las actividades productivas para la ejecución de la infraestructura vial.

La herramienta que se utilizara en este trabajo se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 5
Herramientas para realizar el cronograma de obra

Herramienta para programar actividades para los elementos modelados en 3D	
Software	Descripción
NavisWork	Es un software de Autodesk, herramienta que permite visualizar los documentos en 3D para evaluar las interferencias e incompatibilidad de los elementos modelados, además que permite realizar una planificación de la obra.

Nota. Herramientas para planificar el cronograma de obra de un proyecto de infraestructura vial. Adaptado de “Espacio BIM” por A. Esarte, 2020, *Blog de BIM, VR, AR, MR y espacio BIM.*

2.2.6.3. Planificación del proyecto

Para analizar la dimensión BIM 4D es importante definir la planificación del proyecto por ello, Lobos Di-Lallo (2021) define la planificación de un proyecto como el desarrollo donde una serie de actividades simulan la ejecución real de un proyecto con la finalidad de tener una construcción eficiente dentro de un plazo determinado. Es así como la planificación de proyecto permite establecer estrategias, orden de la elaboración de las actividades, coordinar.

Para elaborar el cronograma del proyecto es necesario justificar el plazo que se considere adecuado para la ejecución del proyecto de infraestructura vial.

Los principales procesos que se seguirá en este trabajo para elaborar el cronograma del proyecto son los procesos del área de gestión del tiempo, encontrados en la guía PMBOK (Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos), de PMI (Project Management Institute).

Según, Project Management Institute (2017) presenta los procesos para el área gestión del cronograma del proyecto:

a. Planificar la Gestión del Cronograma

En este punto se debe establecer los requerimientos para el modelo 3D, pues el modelado será usado para el uso de la dimensión 4D.

b. Definir las Actividades

Las actividades se adecuarán a la asociación de los objetos 3D, estas actividades corresponden a las tareas necesarias para ejecutar la obra.

c. Secuenciar las Actividades

Consiste en relacionar las actividades definidas e identificar el orden de ejecución para las distintas tareas de la obra.

Se puede identificar situaciones de posibles retrasos en el modelo de ejecución virtual una vez obtenido la planificación 4D y así poder prever interferencias, por consecuencia elaborar otro orden de tareas antes de ser ejecutado.

d. Estimar la duración de la Actividades

Para cada tarea se le asigna los recursos que ayudaran a ejecutarla con sus rendimientos de trabajo.

Para poder estimar la duración de cada tarea es necesario contar primero con las mediciones del proyecto, y gracias al modelo 3D podremos obtener dicho requerimiento.

e. Desarrollar el Cronograma

Utilizar la dimensión BIM 4D en este proceso resulta de gran ayuda ya que puede crear distintos escenarios para la ejecución de la obra y así poder ver distintas realidades del proyecto.

Es por ello que para este proceso es necesario tener: secuencias, duraciones, recursos de los elementos a intervenir en la programación para la ejecución del proyecto.

f. Controlar el cronograma

Utilizar la dimensión BIM 4D permite ver virtualmente las variaciones del cronograma, para ello la herramienta a utilizar debe contar con análisis del cronograma y su gestión.

En este proceso será entregado para la etapa de ejecución ya que este representa el estado del proyecto y el uso de técnicas según la experiencia de ejecución aplicadas por el responsable de que se cumpla el plazo de ejecución.

2.2.7. Proyectos de infraestructura vial.

El objetivo del presente trabajo es el análisis comparativo de la metodología convencional con la metodología BIM 4D, en la etapa de diseño. Por esta razón es necesario conocer como es el proceso de los proyectos de infraestructura vial en la fase de diseño.

Por lo general las obras de infraestructura vial son obras públicas es por ello que son gestionadas por el gobierno nacional del Perú, el sistema nacional de inversión pública peruano define las fases y etapas de un proyecto, como se ve en la siguiente imagen.

Figura 4 Fases y etapas del ciclo de un proyecto



Nota. Fases y etapas del ciclo de un proyecto según el sistema de inversión pública del Perú. Adaptado de "Reglamento D.L. N°1252 sistema nacional de programación multianual y gestión de inversiones" por Sistema de inversión pública.

Para este caso de investigación solo se analizará la etapa de expediente técnico, ya que para este tema de investigación tenemos como problema la deficiencia de los planos de diseño presentados en esta etapa.

2.2.7.1. Etapas de un proyecto

A. Perfil

Según la guía metodológica para la identificación, formulación y evaluación social de proyectos de viabilidad urbana, a nivel perfil. Dirección General de Inversión Pública-DGIP (2015), define la etapa de perfil como el planteamiento de diferentes alternativas que den solución a los problemas divisados las alternativas de solución deberán estar enmarcados en aspectos técnicos basándose en el caso de proyectos de infraestructura vial en la demanda existente y proyecta a futuro sustentada a través del índice medio diario de la zona, condiciones geográficas y la función que desempeñaría dentro de la estructura vial urbana.

B. Factibilidad

La etapa de factibilidad es similar a la etapa del perfil, pero este estudio de pre-inversión busca mejorar la calidad de la información proveniente del estudio anterior con el fin de minimizar el riesgo en la toma de decisiones para su inversión. Este estudio solo es obligatorio cuando el proyecto de inversión tiene un costo superior a los 20 millones de soles.

C. Expediente técnico

El expediente técnico se identifica como el un grupo de documentos de carácter económico y sobre todo técnico según, OSCE (2011) permite la adecuada ejecución de una obra de infraestructura vial, el expediente técnico es elaborado por uno o más consultores de obra de diferentes especialidades según la complejidad del proyecto la elaboración del expediente técnico servirá como referencia para la ejecución de la obra siendo responsable el consultor o proyectista de la obra de la calidad del expediente técnico.

D. Ejecución

La ejecución es una etapa que está compuesta por diferentes actividades de construcción de las obras. se caracteriza por cumplir estrictamente las técnicas establecidas en el diseño del proyecto Refiriéndose al expediente técnico, durante esta etapa se debe controlar la calidad del proyecto y su avance en materiales y en los procesos constructivos empleados. la supervisión es constante durante el desarrollo de las actividades de esta etapa.

E. Operación y mantenimiento

Se implementa las actividades de conservación que aseguren la óptima operación de la obra ejecutada en esta etapa se considera un plan de conservación para el proyecto.

F. Evaluación Ex post

La evaluación ex post tiene el fin de adquirir lecciones que permitan mejorar inversiones póstumas. Para esta investigación resaltaremos la etapa de expediente técnico pues es la etapa de diseño de un proyecto y esto nos ayudará a tener una visión más clara de lo que contiene un expediente técnico y así realizar el análisis comparativo entre las metodologías.

2.2.8. Expediente técnico

Se define el expediente técnico de una obra como un conjunto de documentos de carácter económico y técnico que permiten ejecutar la obra de manera adecuada eso sí que por lo general el expediente técnico es elaborado por distintos especialistas que juntos forman el plantel técnico del consultor de obra, los estudios y diseños de la obra servirán como referencia para la ejecución póstuma de la obra.

2.2.8.1. Componentes del expediente técnico.

Según el organismo supervisor de las contrataciones del Estado da conocer los componentes del expediente técnico de una obra los cuales se explicarán a continuación:

Memoria descriptiva

Es la descripción del proyecto donde se encuentran los aspectos como la introducción, antecedentes, ubicación del proyecto estado actual, accesos entre otros. Se señala también la justificación técnica según la evaluación del Estado del proyecto es así que se deben indicar consideraciones técnicas cuya importancia depende de la obra a ejecutar señalando de forma precisa los objetivos a alcanzar con el desarrollo de la obra.

Estudios básicos y específicos

Según la naturaleza de la obra se ejecutarán estudios básicos como por ejemplo la topografía del terreno, las propiedades del suelo propiedades de las rocas, estudios de canteras estabilidad de taludes, hidrología entre otros. estos estudios corresponden específicamente a profesionales especializados en cada tema que necesite el proyecto de infraestructura vial todo cálculo o estimación deberá ser sustentado en el expediente técnico.

Especificaciones técnicas

Son un grupo de reglas y documentos enlazados a la descripción de los trabajos, Metodologías de construcción, sistemas de control, calidad de materiales, procedimientos constructivos y condiciones de pago.

Metrados

Los metrados son la cuantificación por partidas de cada trabajo de construcción programado a ejecutar en un determinado plazo están expresadas en la unidad de medida que haya sido contemplada para cada partida; son muy importantes para determinar el presupuesto aproximado de la obra y el control en la etapa de ejecución, así como también para el pago de la obra

Partidas

Las partidas son la definición de las actividades planificadas para la ejecución de la obra; está comprendida por el nombre de la partida, su unidad de medida, y metrado cuantificación de la partida.

Cronograma de ejecución de obra

El cronograma determina el plazo de ejecución de la obra esa sí que debe contemplar las restricciones que puedan existir para el normal desenvolvimiento de lo programado. Al elaborar el cronograma de ejecución de obra se precisará la cantidad de cuadrillas que realizarán los trabajos, turnos, horas diarias de trabajo, y todo lo que implique la determinación del plazo de la obra.

Planos de ejecución de obra.

Consiste en la representación gráfica mediante dibujos desde sus diferentes ángulos o secciones de la obra a ejecutar donde las dimensiones su distribución y componentes que lo integren serán importantes para tener la más mínima incidencia o interferencias al momento de ejecutar la obra estos documentos pueden presentarse en dos o 3 dimensiones. Para el tema de estudio se empleará la tercera dimensión cómo un componente que proporcione la mayor precisión para el proyecto de infraestructura vial.

El segmento de planos del expediente técnico para nuestro caso estudio será importante ya que plantaremos la opción tridimensional con la presentación en archivos que estén

vinculados para que sean adaptados ante cualquier cambio durante la revisión del expediente técnico y así evitar retrasos en la ejecución.

2.2.9. Metodología convencional

La definición de metodología convencional para este trabajo de estudio se enfoca en la metodología que se usó para diseñar el proyecto de infraestructura vial bajo los lineamientos convencionales los cuales se enfocan en el proyecto de una manera unitaria y constan de la elaboración de planos en dimensión 2D de los diferentes elementos que contemple el proyecto, estos elementos no están directamente conectados, es decir si necesitamos un plano de planta una vista longitudinal y secciones de la vía se debe de representar cada una de ellas, estos planos no estarán conectados directamente entre ellos, por lo que básicamente cualquier cambio que se realice en un plano no será visualizado en los otros, en consecuencia estos cambios deben realizarse individual mente en cada vista que se requiera.

Una vez obtenido los planos de los elementos de un proyecto de infraestructura vial, se procede a realizar el metrado y el cronograma del proyecto, bajo la metodología convencional estos se obtienen bajo un cálculo manual utilizando el conteo de datos en el caso de los metrados y para el caso del cronograma se realiza en función a las actividades necesarias para la ejecución de los elementos mostrados en los planos.

Bajo la metodología tradicional los diferentes especialistas que participan en el proyecto deben de esperar la terminación del diseño de cada elemento del proyecto de infraestructura vial, los datos entregados se acumulan antes de intercambiarse entre los equipos de diseño.

Figura 5 Proceso para la metodología tradicional para un proyecto de infraestructura vial.



Nota. Proceso para la metodología tradicional para un proyecto de infraestructura vial Adaptado del expediente “Trayectoria Uyupampa – EMP. pe-34 a (la balanza), distrito de Yura - provincia de Arequipa - departamento de Arequipa”, Municipalidad distrital de Yura.

2.2.10. Criterios de la guía de PMBOK del PMI

El Project Management Institute (PMI), se dedica al estudio y fomento de buenas prácticas para la gestión de proyectos.

Para lograr identificar, definir, combinar y coordinar los distintos procesos y actividades que implica gestionar un proyecto de infraestructura, se debe tener una gestión integrada adecuada de los procesos y actividades que ayude, la integración de los proyectos se caracteriza por la interrelación entre las diferentes etapas del proyecto.

Por lo que para planificar el cronograma del expediente técnico seguiremos los lineamientos de gestión del cronograma del proyecto adquiridos en la guía PMBOK.

2.2.10.1. Procesos de gestión del cronograma del proyecto de infraestructura

Para la elaboración del cronograma de trabajos para el proyecto se seguirán los procesos recogidos en la guía PMBOK del PMI.

- Planificar la gestión del cronograma

Planificar la gestión del cronograma proporcionará una guía de cómo se va a gestionar el cronograma incorporando la metodología BIM 4D, en esta parte se recogerán los requisitos solicitados para el modelo en dimensión 3D y 4D.

- Definir actividades

Las tareas de construcción necesarias para ejecutar la obra son las actividades que son necesarias reconocer en un proyecto, estas actividades deben ser fácilmente medibles para hacer seguimiento del cronograma, las actividades que se definan deben estar

asociadas al modelamiento de los objetos en dimensión 3D y verificar que cumpla su asociación con la dimensión 4D.

- Secuenciar las actividades

Este proceso consiste en establecer las relaciones entre las actividades propuestas, identificando el orden de la ejecución de estas.

El orden de ejecución de las actividades será revisado al elaborar la planificación 4D, ya que gracias a esta dimensión podemos tener una visión más clara de las situaciones que no son posibles mantener como precedencia fija para otra actividad y así observar actividades que pueden cambiar el orden para el avance de la obra.

En este proceso la dimensión 4D es importante para este trabajo de investigación ya que comprobaremos si la dimensión 4D ayudará a generar un cronograma justificando el orden de actividades con la representación virtual, comparándolo con la representación en diagrama de barras presentado por la metodología convencional.

- Estimar la duración de las actividades.

Una vez obtenido el modelo y la secuencia de actividades necesarias para realizar el proyecto de infraestructura vial estimaremos el tiempo necesario para cada tarea, siendo necesario también asignarle los recursos que la van a ejecutar, los rendimientos medios de trabajo, y por consiguiente la estimación de duración.

Para este trabajo se le asignará los mismos rendimientos de trabajo y los recursos a utilizar que la metodología convencional ya que nos avocaremos al estudio de las actividades modeladas tridimensionalmente y en su secuencia que impliquen estas actividades.

- Desarrollar el cronograma

Como resultado de las secuencias de actividades, relaciones, estimación de tiempo, recursos entre otros, entraremos al proceso de analizar todos estos puntos anteriormente expuestos.

En este proceso se debe enlazar el cronograma de barras con la dimensión 4D permitiendo ver en dimensión virtual la obra para optimizar el cronograma analizando el camino crítico del proyecto, cambiando las secuencias de las actividades cuando se vea visualmente que es posible y equilibrando los recursos para evitar tener muchos equipos de trabajo con tiempo de baja ocupación.

2.2.11. Marco legal

Con respecto al marco legal, la metodología BIM cuenta con normativas internacionales y peruanas siendo las internacionales más avanzadas, pues la implementación de esta metodología se vino dando con muchos años de anticipación al ver que esta metodología se aplica muy bien en la área de construcción se pudo implementar una guía base para el Perú, actualmente el Perú cuenta con un plan de implementación BIM para los proyectos de construcción pero estos proyectos estoy más abocados a la línea de construcción vertical como son edificios, para el tema lineal como los proyectos de infraestructura vial están en proceso de implementación y de desarrollo de las normativas legales, ya que como se explicó anteriormente las obras de infraestructura vial por lo general son obras de inversión pública, es por eso que el tema de investigación busca generar datos que verifiquen que el uso de la metodología BIM sea apto para una obra de infraestructura vial y así generar una mejor calidad en la etapa de diseño del proyecto.

2.2.11.1. Normativas y guías internacionales para el uso de la Metodología BIM

Reino Unido

Instituto de Normalización del Reino Unido (BSI – British Standards Institution), cuenta con una guía sobre normas y definiciones de la metodología bim en la norma ISO 19650

Esta norma es internacional de gestión de la información a lo largo del ciclo de vida de un proyecto, tiene como componentes diferentes normas avocadas a las diferentes etapas de un proyecto de infraestructura y de edificación:

- BS EN ISO 19650-1: Organización y digitalización de la información relativa a trabajos de edificación y de ingeniería civil, incluyendo BIM. Parte 1: Conceptos y principios (Concepts and Principles)
- BS EN ISO 19650-2: Organización y digitalización de la información relativa a trabajos de edificación y de ingeniería civil, incluyendo BIM. Parte 2: Fase de producción de los activos (Delivery phase of the assets)
- BS EN ISO 19650-3:2020: Organización y digitalización de la información sobre edificios y obras de ingeniería civil, incluyendo BIM. Gestión de la información mediante la modelización de la información de los edificios (Operational phase of the assets)

- BS EN ISO 19650-5:2020: Organización y digitalización de la información sobre edificios y obras de ingeniería civil, incluyendo BIM. Gestión de la información mediante la modelización de la información de los edificios. Enfoque de seguridad en la gestión de la información

2.2.11.2. Normativas y guías peruanas para el uso de la Metodología BIM

Guía nacional BIM para la gestión de información para inversiones desarrolladas con BIM, publicada por la dirección general de programación multianual de inversiones, julio de 2021.

Esta guía fue publicada recientemente en el Perú ya que el uso de la metodología BIM en otras partes del mundo se implementó con mayor incidencia en sus obras, esta incidencia fue positiva en gran parte de las obras internacionales, es así como el Perú ha optado por implementar las medidas necesarias para mejorar la calidad de la infraestructura pública, sobre todo en el sector construcción.

En este sentido en el marco de la medida legal, se aprueba el plan BIM mediante el Decreto Supremo N°237-2019-EF, se publicó el Decreto Supremo N°289-2019 EF.

CAPITULO III

3. METODOLOGÍA

3.1. Tipo de investigación

Para esta investigación se tiene un enfoque cuantitativo, pues se compararán la metodología de diseño convencional y el método bajo los lineamientos y herramientas de la metodología BIM 4D, siendo la programación del proyecto el principal factor de comparación entre ambos.

Es así como el presente trabajo también tendrá un alcance de carácter descriptivo pues se dará detalle del uso de la metodología BIM 4D en la etapa de diseño para el proyecto de infraestructura vial

3.2. Campo de verificación

Para lograr la verificación de la hipótesis planteada se sigue el siguiente diseño de verificación:

- Se tomará como dato principal el expediente del proyecto de infraestructura vial, realizado de manera convencional de la carretera vecinal ruta -711, trayectoria Uyupampa – EMP. PE-34 a (la balanza), para obtener este dato se enviará una solicitud al jefe de proyecto encargado de la elaboración de dicho expediente, solicitando los datos, planos y archivos del proyecto.
- Por consiguiente, una vez obtenido los materiales necesarios se procederá con la revisión de los planos y la programación del proyecto, analizando posibles incompatibilidades.
- Una vez obtenido los datos necesarios del proyecto se procederá a hacer el modelado en dimensión 3D, para las diferentes especialidades que requiera el proyecto en etapa de diseño. Utilizando herramientas designadas por la metodología BIM 4D, como son InfraWorks, Civil 3D y Revit.
- Por consiguiente, después de obtener el modelado en dimensión 3D procederemos a asignarle la gestión de tiempo a cada componente creado utilizando el software Navisworks.
- Estudio comparativo de la metodología convencional y metodología BIM 4D
- Redacción de resultados obtenidos en los que se incluye: comparaciones, propuestas para mejorar y constatación de hipótesis

- Presentación y sustentación

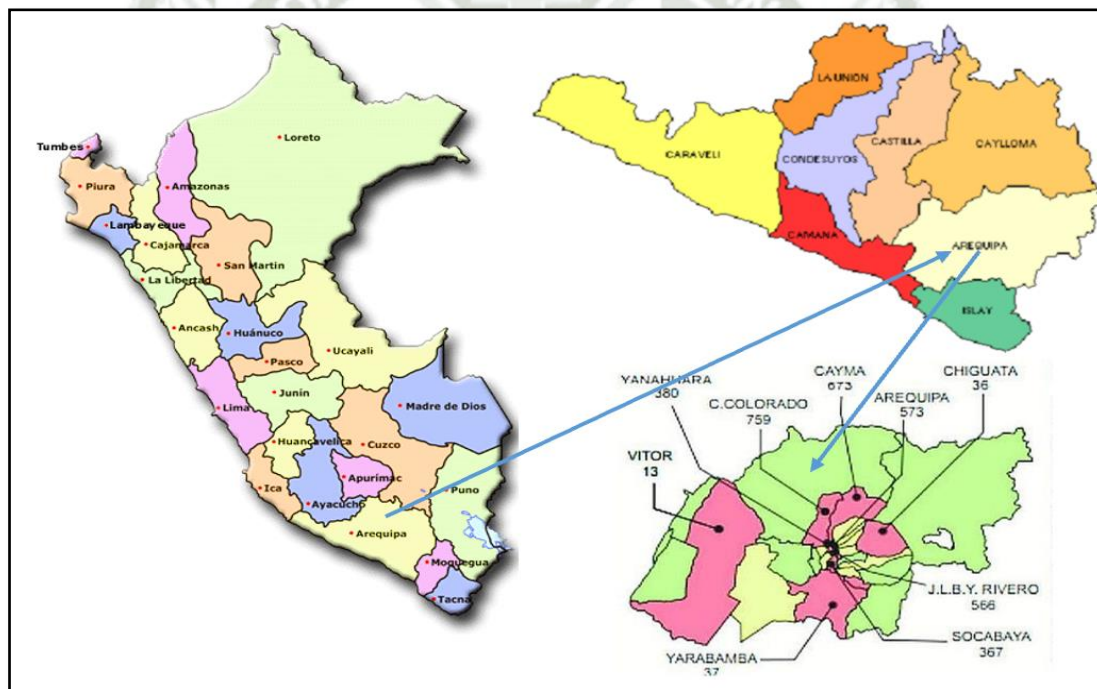
3.2.1. Ubicación

La ubicación del campo de estudio será en el distrito de Yura en la provincia de Arequipa, región Arequipa.

El tramo de muestra utilizado para la investigación se encuentra en:

Región : Arequipa
 Provincia : Arequipa
 Distrito : Yura
 Localidad : Carretera vecinal ruta n ar -711, trayectoria Uyupampa – EMP. PE-34 a (la balanza)

Figura 6 Ubicación de la zona



Nota. Ubicación en el ámbito nacional regional y distrital de tramo en estudio. Adaptado del expediente “Trayectoria Uyupampa – EMP. pe-34 A (la balanza), distrito de Yura - provincia de Arequipa - departamento de Arequipa”, Municipalidad distrital de Yura.

3.3. Determinación de la muestra

Para esta investigación se toma como muestra el proyecto de infraestructura vial ubicado en el distrito de Yura, trayectoria Uyupampa hacia la carretera EMP. PE-34 (la balanza).

3.4. Técnicas e instrumentos para recopilar datos

Para lograr la comparación de la metodología convencional con la metodología BIM 4D se contará con los diferentes programas que ofrece la metodología BIM para una obra de infraestructura vial como son:

- Autodesk InfraWorks 2022
- Autodesk Civil 3D 2022
- Autodesk Revit 2022
- Autodesk Naviswork 2022

Estos programas permitirán generar el modelo tridimensional que guardara toda la información del proyecto de infraestructura vial en este caso el tramo que une Uyupampa – EMP. pe-34 a (la balanza), distrito de Yura, a este modelo 3D se le agregara la dimensión 4D, que consiste en agregarle la dimensión tiempo a cada uno de los elementos generados tridimensionalmente como, por ejemplo: movimiento de tierras, construcción de muros de contención, obras de arte, entre otras.

Por consiguiente, respecto al análisis comparativo se analizará los datos y archivos obtenidos con la metodología BIM 4D con la metodología convencional teniendo como herramienta un cuadro comparativo para la presentación de la obra en etapa de diseño y hojas de cálculo de la obtención de datos de la programación de cada componente de la obra de infraestructura vial.

CAPITULO IV

4. Resultados y análisis

4.1. Desarrollo de la metodología convencional y metodología Bim 4D

4.1.1. Metodología convencional

4.1.1.1. Diagnóstico

La información proporcionada para el estudio comparativo contiene los archivos y planos correspondientes al tramo que une Uyupampa – EMP. PE-34 a (la balanza), distrito de Yura y consta de planos de topografía, estructuras, drenaje, puente, y señalización.

Al tener la información se procedió a analizar los planos de cada especialidad, estos planos contienen información de la especialidad de: topografía del terreno natural, diseño geométrico, muros de contención, puente, obras de drenaje y señalización

Tabla 6

Planos de topografía-Metodología convencional

ITEM	ESPECIALIDAD	DESCRIPCION	CODIGO	
1		Ubicación	U-01	
2			PP-01	
3			PP-02	
4			PP-03	
5			PP-04	
6		Planta y Perfil	PP-05	
7			PP-06	
8			PP-07	
9			PP-08	
10			PP-09	
11			PP-10	
12		Secciones Trasversales Típicas	STT-01	
13			ST-01	
14			ST-02	
15			ST-03	
16			ST-04	
17			ST-05	
18			ST-06	
19			ST-07	
20			ST-08	
21	TOPOGRAFIA		ST-09	
22			ST-10	
23			ST-11	
24			ST-12	
25			Secciones Trasversales	ST-13
26				ST-14
27				ST-15
28				ST-16
29				ST-17
30				ST-18
31				ST-19
32				ST-20
33			ST-21	
34			ST-22	
35			ST-23	
36			ST-24	
37			PD-01	
38			PD-02	
39		Planos de Demoliciones	PD-03	
40			PD-04	
41			PD-05	
42			PD-06	

Nota. Índice de planos de la especialidad de topografía y diseño geométrico. Adaptado del expediente “Trayectoria Uyupampa – EMP. PE-34 A (la balanza), distrito de Yura - provincia de Arequipa - departamento de Arequipa”, Municipalidad distrital de Yura.

Tabla 7

Planos de estructuras, drenaje, puente y señalización.

ITEM	ESPECIALIDAD	DESCRIPCION	CODIGO	
43			E-1	
44			E-2	
45		Planos de Muro de Contención	E-3	
46			E-4	
47			E-5	
48			E-6	
49			STM-01	
50			STM-02	
51		STM-03		
52	ESTRUCTURAS	Secciones Transversales Muro -Corte	STM-04	
53			STM-05	
54			STM-06	
55			STM-07	
56			STM-01	
57			STM-02	
58			STM-03	
59		Secciones Transversales Muro - Relleno	STM-04	
60			STM-05	
61			STM-06	
62			STM-07	
63			DS-1	
64			DS-2	
65			DS-3	
66	DRENAJE	Planta de Drenaje	DS-4	
67			DS-5	
68			DS-6	
69			DS-7	
70			DD-1	
71			DD-2	
72			DD-3	
73		PE-01		
74		PE-02		
75		PE-03		
76	PUENTE	Plano en vista general	PE-04	
77			PE-05	
78			PE-06	
79			PE-07	
80			PE-08	
81				PS-01
82				PS-02
83				SV-01
84	SEÑALIZACION	Señalización Vertical	SV-02	
85			SV-03	
86			SV-04	
87			SV-05	

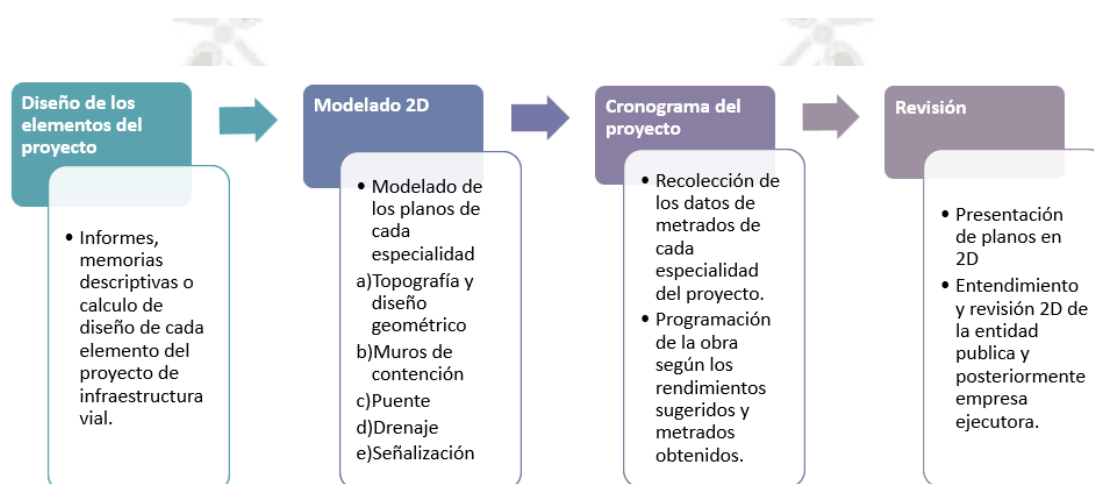
Nota. Índice de planos de la especialidad de estructuras, drenaje, puente y señalización. Adaptado del expediente “Trayectoria Uyupampa – EMP. PE-34

A (la balanza), distrito de Yura - provincia de Arequipa - departamento de Arequipa”, Municipalidad distrital de Yura.

4.1.1.2. *Procesos de diseño convencional*

La interfaz que presenta este proyecto realizado bajo los lineamientos convencionales se representa en la siguiente imagen.

Figura 7 *Proceso de diseño convencional*



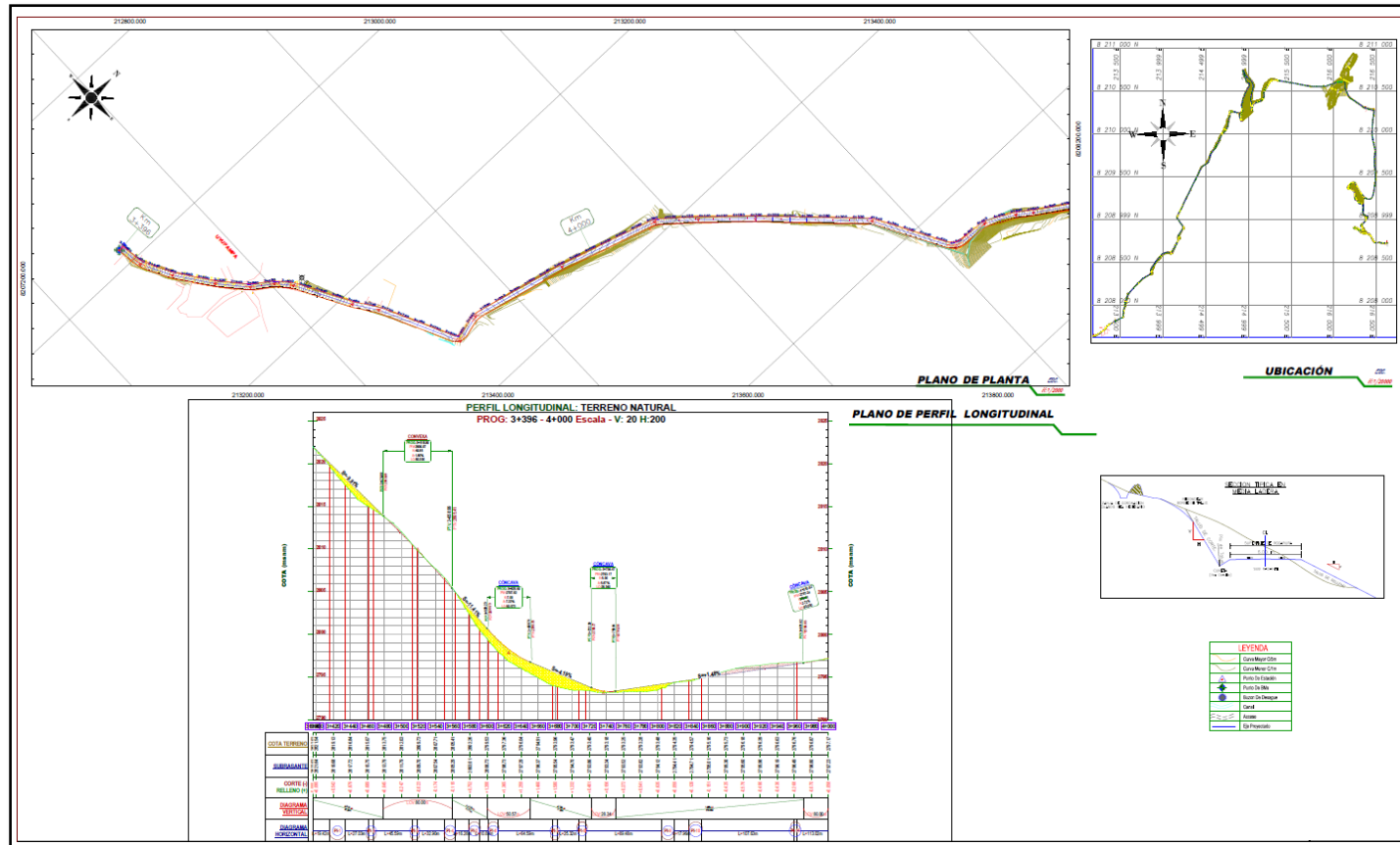
Nota. Proceso para el diseño de planos y cronograma de los diferentes elementos del proyecto de infraestructura vial. Adaptación propia.

4.1.1.3. *Planos topografía y diseño geométrico*

El proyecto cuenta con planos de topografía y diseño geométrico, donde se presenta la planta, perfil, ubicación y secciones. Son presentadas en un archivo ACAD con un total de 10 láminas.

Dichos planos contienen el trazo y las progresivas del proyecto vial, en la parte de perfil se ven los datos de cota de rasante, cota de terreno natural y datos de porcentaje de pendientes y radios de curvatura.

Figura 8 Ejemplo de plano topográfico



Nota. Plano de planta y perfil representativo de tramo. Adaptado del expediente “Trayectoria Uyupampa – EMP. pe-34 A (la balanza), distrito de Yura - provincia de Arequipa - departamento de Arequipa”, Municipalidad distrital de Yura.

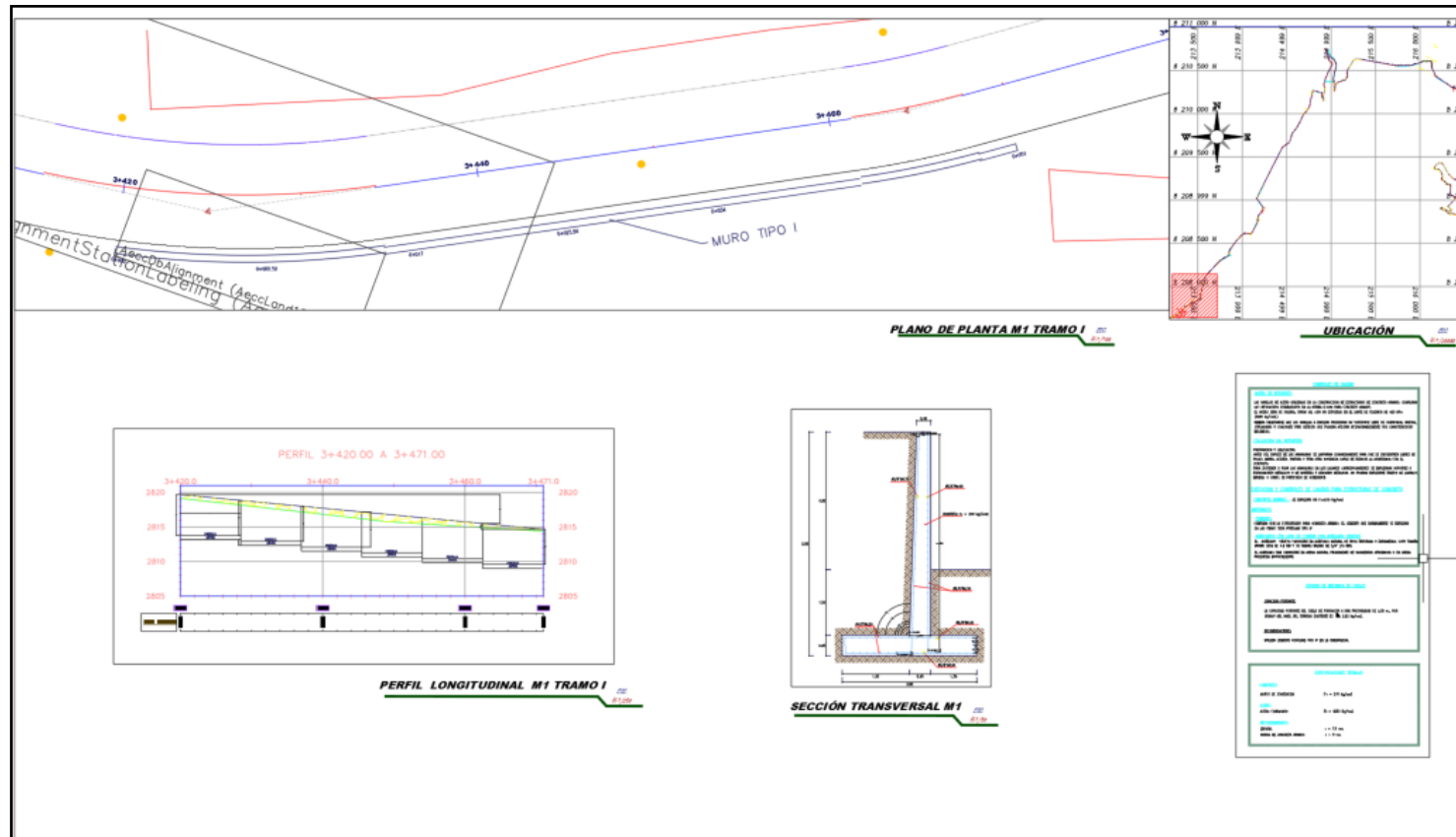
Con respecto a los planos de movimiento de tierras estos se presentan en los planos de secciones transversales y constan de 24 láminas, contiene detalles como cota de elevación, área de corte, área de relleno y se aprecia la ubicación de los muros y puente en su respectiva cota, pero no se toma en cuenta el área de relleno o corte de los muros de contención.

4.1.1.4. Planos de estructuras

El proyecto cuenta con planos de muros de contención ubicados en diferentes tramos del proyecto, en el archivo presentado se encuentran 6 láminas en un archivo ACAD, presenta dos tipos de muro de contención: muro tipo I de concreto armado, y muro de tipo II de concreto ciclópeo.

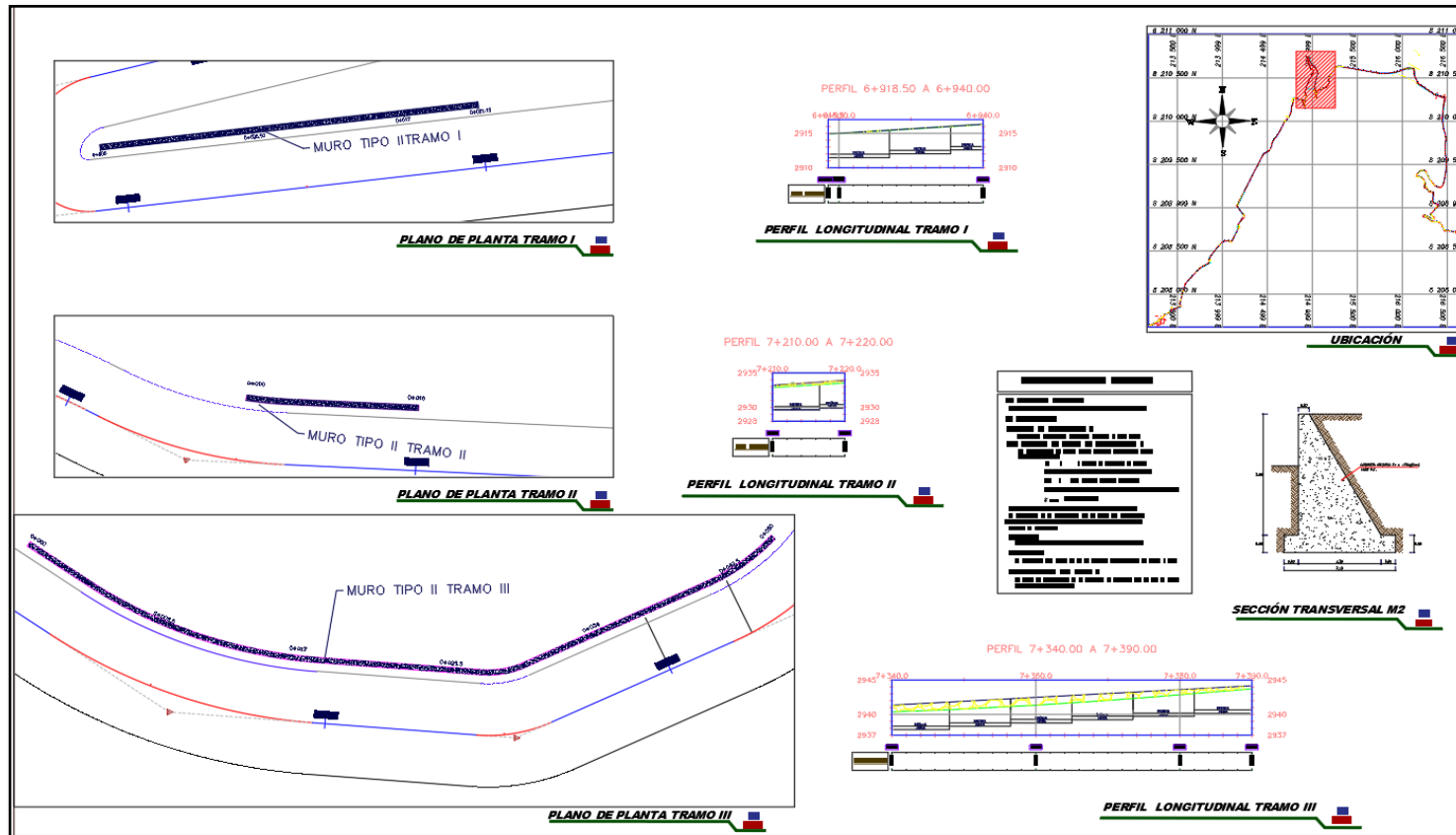
El plano de muro de contención tipo I presenta tramos curvos que no presentan detalles constructivos de la pantalla ni de la zapata, representado un problema al momento de la ejecución del proyecto.

Figura 9 Ejemplo de plano de muro de contención tipo I



Nota. Plano de muros de contención representativo. Adaptado del expediente “Trayectoria Uyupampa – EMP. pe-34 a (la balanza), distrito de Yura - provincia de Arequipa - departamento de Arequipa”, Municipalidad distrital de Yura.

Figura 10 Ejemplo de plano de muro de contención tipo II



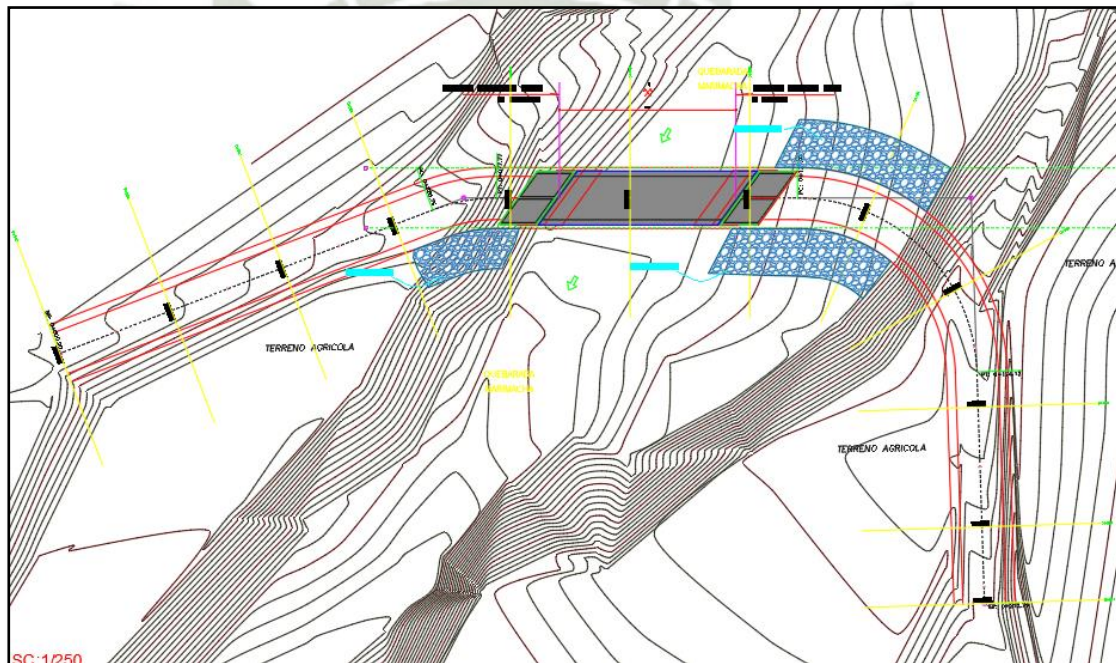
Nota. Plano de muros de contención representativo. Adaptado del expediente “Trayectoria Uyupampa – EMP. pe-34 a (la balanza), distrito de Yura - provincia de Arequipa - departamento de Arequipa”, Municipalidad distrital de Yura.

Como se aprecia en la imagen algunos tramos de los muros de contención son curvos y no presentan detalles para su construcción.

4.1.1.5. Planos de puente.

El proyecto cuenta con un puente de 40 m de largo, en el archivo presentado se encuentran 8 láminas en un archivo ACAD.

Figura 11 Plano de vista en planta del puente vehicular



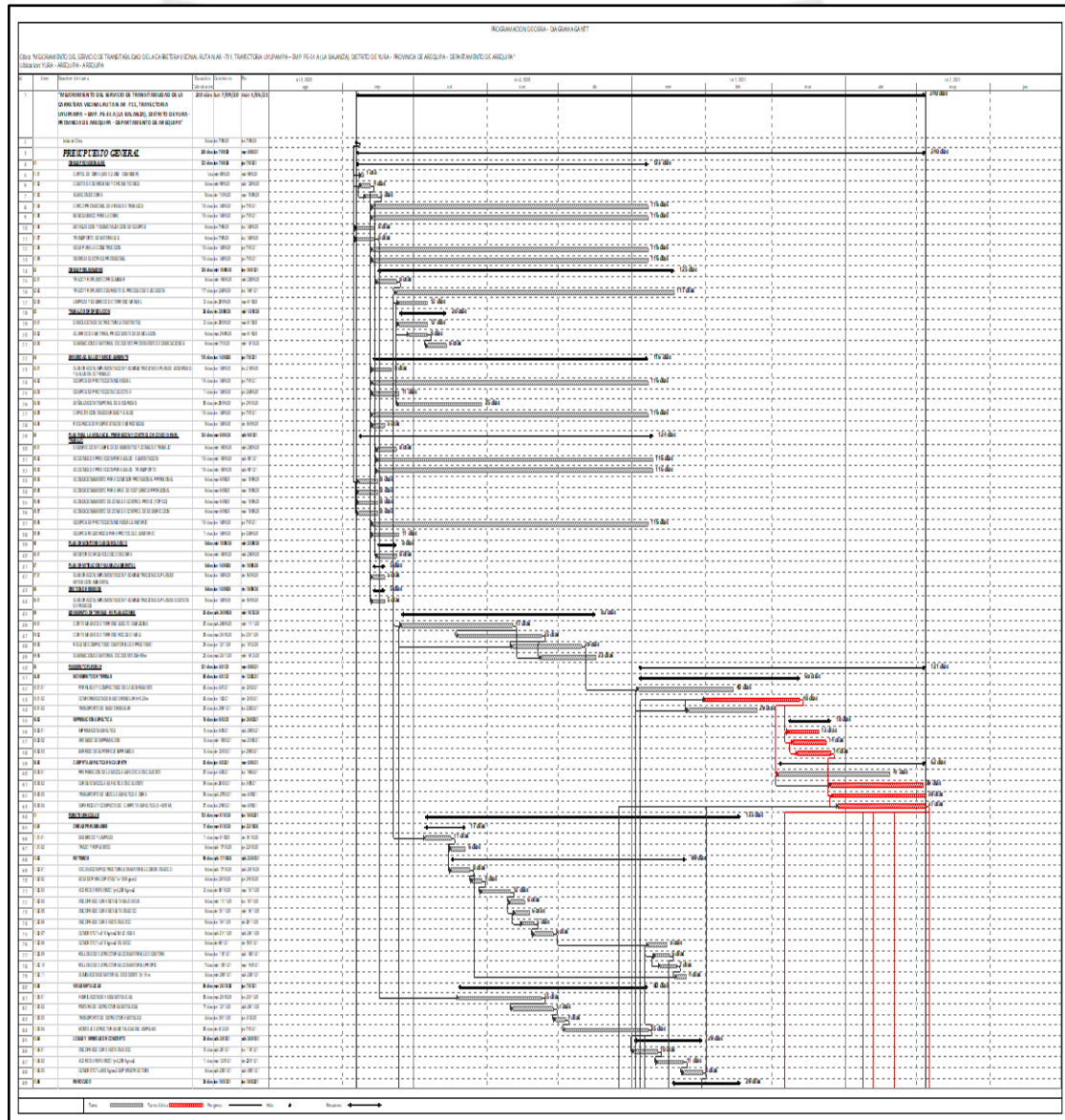
Nota. Plano de puente ubicado en el tramo de estudio. Adaptado del expediente “Trayectoria Uyupampa – EMP. pe-34 a (la balanza), distrito de Yura - provincia de Arequipa - departamento de Arequipa”, Municipalidad distrital de Yura.

Los planos del puente cuentan con detalles de armadura para zapatas, estribos, armado de vigas y losa, en dichos planos se presentan detalles de secciones transversales de la colocación de acero.

4.1.2. Cronograma propuesto

El cronograma esta presentado en un diagrama de Gantt y justifica los plazos contemplados para cada tarea según el rendimiento adoptado en el análisis de costos unitarios del expediente técnico.

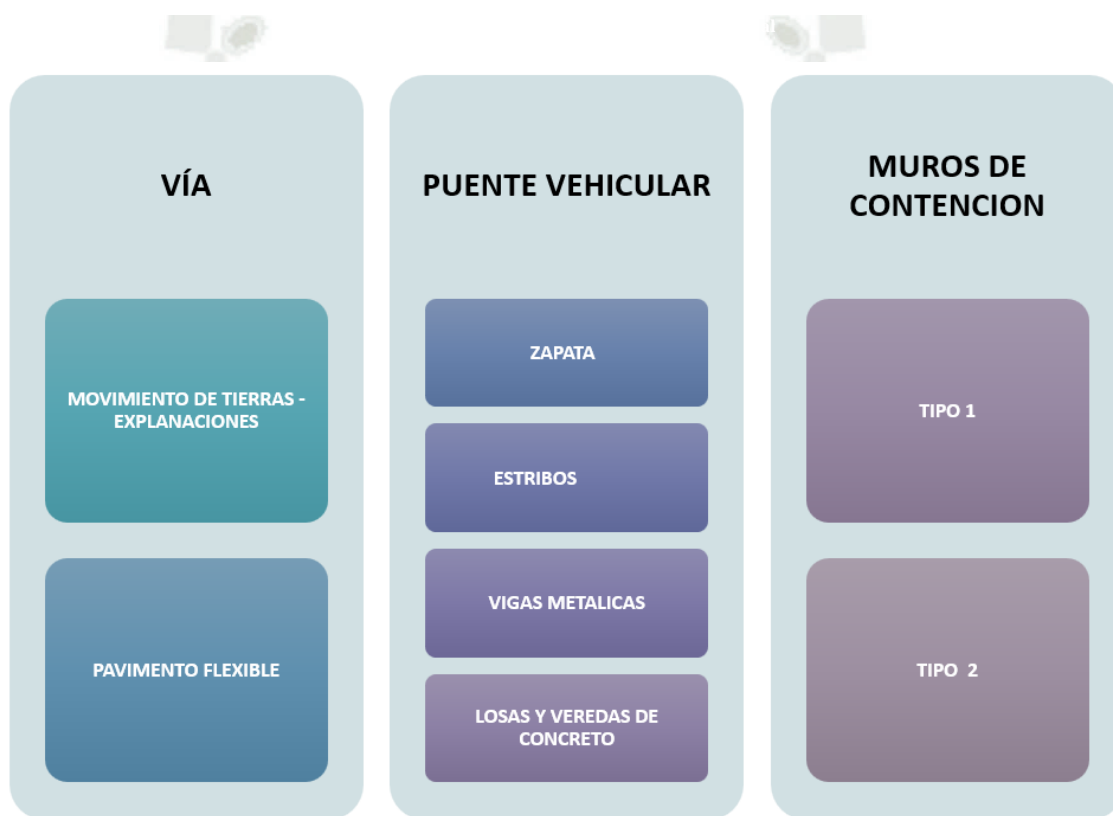
Figura 12 Cronograma del proyecto



Nota. Cronograma del proyecto presentado en un diagrama de Gantt. Adaptado del expediente “Trayectoria Uyupampa – EMP. pe-34 a (la balanza), distrito de Yura - provincia de Arequipa - departamento de Arequipa”, Municipalidad distrital de Yura.

Según el cronograma presentado, se considera dentro de la ruta crítica a los siguientes elementos presentados en la Figura 12, estos elementos también representan una gran incidencia en el metrado del proyecto siendo estos los elementos a analizar en el presente estudio comparativo.

Figura 13 Elementos del proyecto vial



Nota. Elementos de mayor incidencia en el proyecto de infraestructura vial. Adaptado del expediente “Trayectoria Uyupampa – EMP. pe-34 a (la balanza), distrito de Yura - provincia de Arequipa - departamento de Arequipa”, Municipalidad distrital de Yura.

Se puede observar en la siguiente tabla que, al comparar los plazos propuestos con los metrados y rendimientos de las partidas incidentes en el proyecto, estas no coinciden y no presenta la justificación debida para proponer el plazo estimado.

Tabla 8

Tiempo estimado según rendimientos

TIEMPO ESTIMADO PARA PARTIDAS DE MAYOR INCIDENCIA EN EL PROYECTO VIAL

<i>Descripción</i>	<i>Unidad</i>	<i>Metrado</i>	<i>Rend</i>	<i>Nc</i>	<i>Tiempo</i>	<i>Tiempo en cronograma (Días)</i>
VIA						
MOVIMIENTO DE TIERRAS - EXPLANACIONES						
CORTE MASIVO DE TERRENO SUELTO C/MAQUINA	M3	20,488.55	300.000	1	69	40
CORTE MASIVO DE TERRENO ROCOSO / MAQ.	M3	13,659.04	50.000	1	274	30
RELLENO COMPACTADO C/ MATERIAL DE PRESTAMO	M3	10,199.55	250.000	1	41	25
ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE DM>1Km	M3	29,935.05	132.000	1	227	20
PAVIMENTO FLEXIBLE						
MOVIMIENTO DE TIERRAS						
PERFILADO Y COMPACTADO DE LA SUB RASANTE	M2	64,827.00	800.000	1	81	35
CONFORMACION DE BASE GRANULAR H=0.20m	M2	64,827.00	350.000	1	186	35
TRANSPORTE DE BASE GRANULAR	M3	16,206.75	33.000	1	492	25
IMPRIMACION ASFÁLTICA						
IMPRIMACION ASFALTICA	M2	64,827.00	2,000.000	1	33	12
ARENADO DE IMPRIMACION	M2	64,827.00	200.000	1	325	12
BARRIDO DE SUPERFICIE IMPRIMADA	M2	64,827.00	2,000.000	1	33	12
CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE						
PREPARACION DE LA MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE	M3	3,241.35	150.000	1	22	40
CARGUJO MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE	M3	3,241.35	80.000	1	41	33
TRANSPORTE DE MEZCLA ASFALTICA A OBRA	M3	3,241.35	28.000	1	116	33
ESPARCIDO Y COMPACTADO - CARPETA ASFALTICA (E=0.05 M)	M2	64,827.00	500.000	1	130	32
PUENTE VEHICULAR						
ESTRIBOS						
EXCAVACION P/ESTRUCTURAS EN MATERIAL COMUN EN SECO	M3	702.00	350.000	1	2	7
SOLADO PARA ZAPATAS $f_c=100$ Kg/cm ²	M2	13.80	20.000	1	1	4
ACERO DE REFUERZO $f_y=4,200$ Kg/cm ²	KG	36,054.00	350.000	1	103	10
ENCOFRADO CARA NO VISTA BAJO AGUA	M2	844.16	15.000	1	57	5
ENCOFRADO CARA NO VISTA EN SECO	M2	813.26	15.000	1	55	5
ENCOFRADO CARA VISTA EN SECO	M2	74.52	15.000	1	5	5
CONCRETO $f_c=210$ kg/cm ² BAJO AGUA	M3	392.87	12.000	1	33	7
CONCRETO $f_c=210$ kg/cm ² EN SECO	M3	146.38	13.000	1	12	7
RELLENO DE ESTRUCTURAS CON MATERIAL DE CANTERA	M3	708.81	50.000	1	15	6
RELLENO DE ESTRUCTURAS CON MATERIAL PROPIO	M3	2,053.00	250.000	1	9	6
ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE D<1 Km	M3	1,351.01	312.000	1	5	4
VIGAS METALICAS						
FABRICACION DE VIGAS METALICAS	TON	36.98	1.000	1	37	36
PINTURA DE ESTRUCTURAS METALICAS	TON	36.98	30.000	1	2	15
TRANSPORTE DE ESTRUCTURA METALICA	TON	36.98	45.000	1	1	4
MONTAJE ESTRUCTURAS METALICAS INC.EMPALME	TON	36.98	50.000	1	1	30

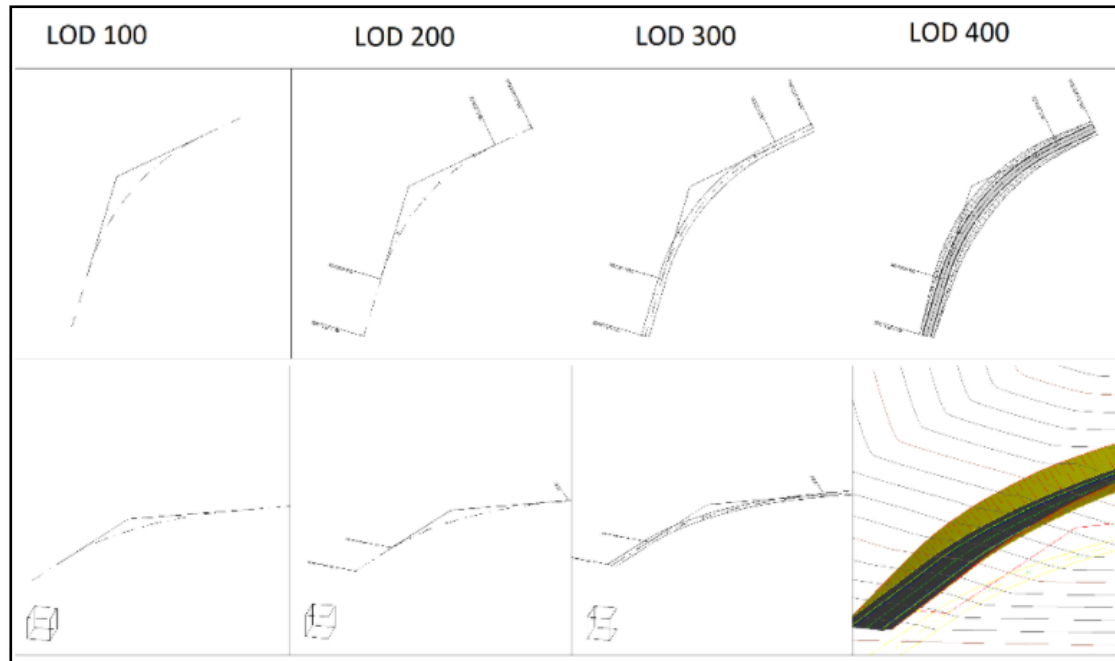
LOSAS Y VEREDAS DE CONCRETO							
ENCOFRADO CARA VISTA EN SECO	M2	371.27	15.000	1	25	8	
ACERO DE REFUERZO $f_y=4,200$ Kg/cm ²	KG	8,598.00	350.000	1	25	10	
CONCRETO $f_c=280$ Kg/cm ² SUPERESTRUCTURA	M3	76.19	13.000	1	6	7	
MUROS DE CONTENCIÓN							
MOVIMIENTO DE TIERRA							
EXCAVACIÓN MASIVA DE MATERIAL SUELTO C/MAQUINARIA P.	M3	6,125.53	150.000	1	41	10	
PERFILADO Y COMPACTADO EN ZONA DE CORTE Y EXCAVAC	M2	1,284.39	15.000	1	86	7	
RELLENO COMPACTADO MASIVO PARA MC CON MATERIAL PF	M3	3,359.03	160.000	1	21	5	
ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE C/MAQUINA	M3	3,458.13	65.000	1	54	3	
OBRAS DE CONCRETO SIMPLE							
ENCOFRADO Y DEENCOFRADO PARA ZAPATAS	M2	2,645.20	14.000	1	189	10	
CONCRETO CICLOPEO PARA MUROS DE CONTENCIÓN $f_c=17!$	M3	1,959.10	13.000	1	151	10	
OBRAS DE CONCRETO ARMADO							
ZAPATAS							
ACERO, $f_y=4200$ kg/cm ² , PARA ZAPATA	KG	6,231.64	250.000	1	25	10	
ENCOFRADO Y DEENCOFRADO PARA ZAPATAS	M2	61.20	14.000	1	5	10	
CONCRETO $f_c=210$ KG/CM ² , PARA ZAPATAS	M3	116.28	15.000	1	8	10	
PANTALLA							
ACERO, $f_y=4200$ kg/cm ² , PARA PANTALLA	KG	9,142.06	250.000	1	37	10	
ENCOFRADO Y DEENCOFRADO PARA PANTALLA	M2	601.80	12.000	1	51	10	
CONCRETO $f_c=210$ KG/CM ² , PARA PANTALLA	M3	150.45	12.000	1	13	10	
SOLAQUEADO DE MUROS DE CONTENCIÓN Y PARAPETO	M2	224.50	40.000	1	6	10	
VARIOS							
CURADO DE CONCRETO CON ADITIVO	M2	3,456.69	240.000	1	15	10	
DRENAJE CON GRAVA FILTRANTE (1/2" - 3/4")	M3	39.67	30.000	1	2	5	
TUBERIA PARA DRENAJE DE PVC Ø=2"	M	75.80	18.000	1	5	5	
JUNTAS ASFÁLTICA, E=1"	M	77.11	80.000	1	1	10	
JUNTA DE CONSTRUCCIÓN CON TEKNOPORT, E=2"	M	186.00	20.000	1	10	10	

Nota. Tiempo estimado para cada Elementos y actividad de mayor incidencia en el proyecto de infraestructura vial según el análisis de rendimiento y el cronograma presentado. Adaptado del expediente “Trayectoria Uyupampa – EMP. pe-34 a (la balanza), distrito de Yura - provincia de Arequipa - departamento de Arequipa”, Municipalidad distrital de Yura.

4.1.3. Metodología BIM 4D

Para la adaptación de los elementos elegidos del proyecto siguiendo los lineamientos de la metodología BIM 4D, definiremos en primera instancia el nivel de detalle o desarrollo que se modelará, este nivel de detalle será el nivel LOD 400.

Figura 14 Nivel de detalle 400 para el proyecto



Nota. Tiempo estimado para cada Elementos y actividad de mayor incidencia en el proyecto de infraestructura vial según el análisis de rendimiento y el cronograma presentado. Adaptado de “BIM para infraestructuras” por Autodesk Latam.

Según indica la Guía, Gestión de la información para inversiones (2021) se consigna la información del proyecto en los formatos requeridos como son:

- Formato N°5: Registro de plan de ejecución BIM. (Anexo N°1)
- Formato N°7: Registro de matriz de responsabilidades. (Anexo N°2)

4.1.4. Selección de elementos a modelar en dimensión 3D.

Para establecer el uso de las diferentes herramientas BIM se debe establecer los elementos que se modelaran para el proyecto, ente caso de estudio comparativo seguiremos los elementos implicados en la ruta crítica del modelo bajo la metodología convencional, para poder compararlos en el posterior análisis las metodologías.

Según la ruta crítica de la metodología convencional los elementos a modelar son:

Tabla 9

Elementos a modelar

ELEMENTOS A MODELAR
VÍA
<u>MOVIMIENTO DE TIERRAS - EXPLANACIONES</u>
<u>PAVIMENTO FLEXIBLE</u>
PUENTE VEHICULAR
<u>ZAPATA</u>
<u>ESTRIBOS</u>
<u>VIGAS METALICAS</u>
<u>LOSAS Y VEREDAS DE CONCRETO</u>
MUROS DE CONTENCIÓN
<u>TIPO 1</u>
<u>TIPO 2</u>

Nota. Adaptación propia en base a la investigación realizada, 2022

4.1.4.1. Diseño del flujograma de softwares para BIM 4D

Para el diseño del flujo grama se tomaron en cuenta el uso de las herramientas o softwares para cada especialidad del proyecto de infraestructura vial, detallando la actividad para la cual sirve el modelo 3D.

Figura 15 Flujo de trabajo para BIM 4D



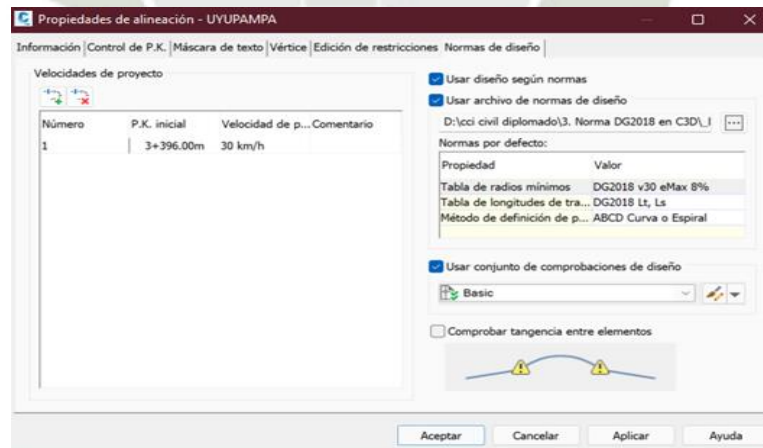
Nota. Flujo de trabajo bajo los lineamientos y herramientas de la metodología BIM 4D. Adaptación propia en base a la investigación realizada, 2022

4.1.4.2. Procedimiento de modelado 3D

A. Modelamiento de la vía en Civil 3D

Diseño de vía bajo los alineamientos del manual de diseño geométrico Dg-2018.

Figura 16 Propiedades del trazo según norma DG-2018

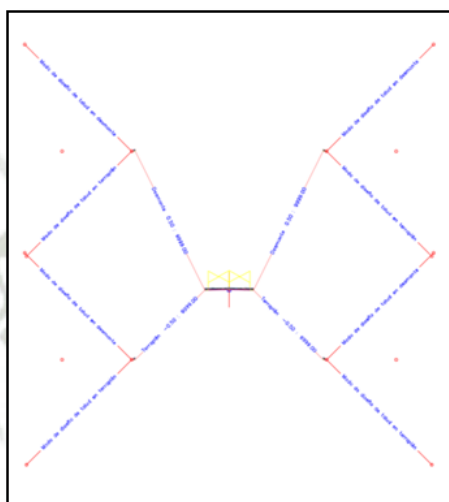


Nota. La imagen representa las propiedades que sigue la vía según DG2018 para una carretera con velocidad de 30 km/h y una pendiente máxima de 8%. Adaptación propia.

Sección típica de la vía

La vía cuenta con una sección típica, para el modelado de las secciones en cada progresiva se toma en cuenta el diseño requerido en el expediente.

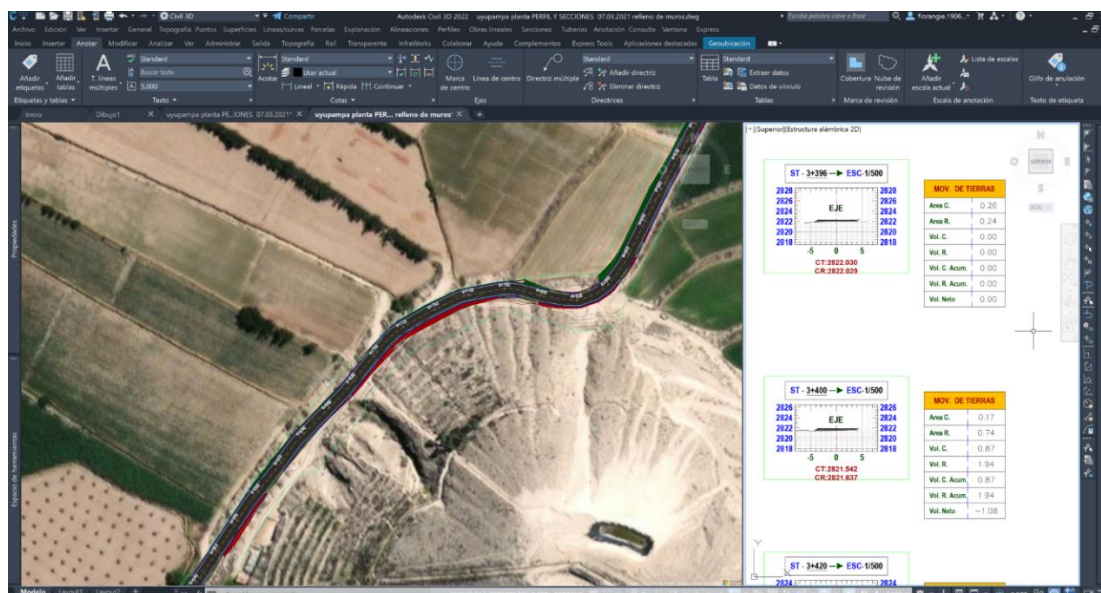
Figura 17 Modelado de sección típica



Nota. Adaptación propia.

FIGURA 15 Modelado de vía en civil 3D.

Figura 18 Modelado de vía en civil 3D.

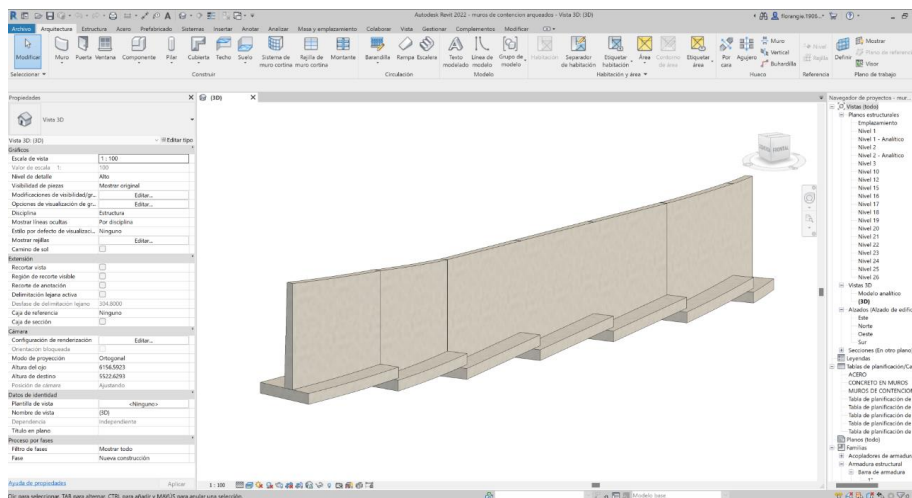


Nota. Adaptación propia

4.1.4.2.1. Modelamiento de puente y muros de contención en Revit

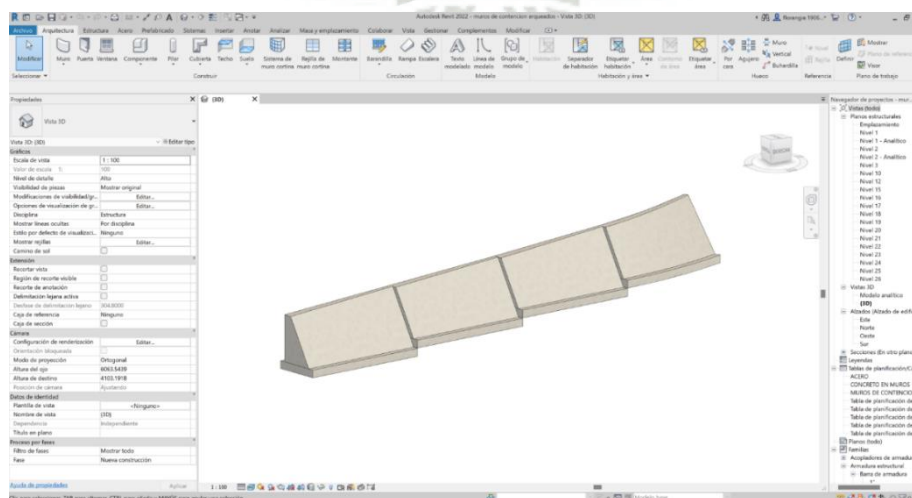
Para modelar los muros en Revit se tomaron en cuenta los planos elaborados por la metodología convencional, por lo que los detalles están sujetos a la presentación de los planos de estructuras, ya que los muros de contención no presentan un detalle longitudinal del acero para los muros que tienen forma de arco en ciertos tramos, siendo este un detalle importante para la construcción.

Figura 19 Modelado de muro tipo I



Nota. Adaptación propia

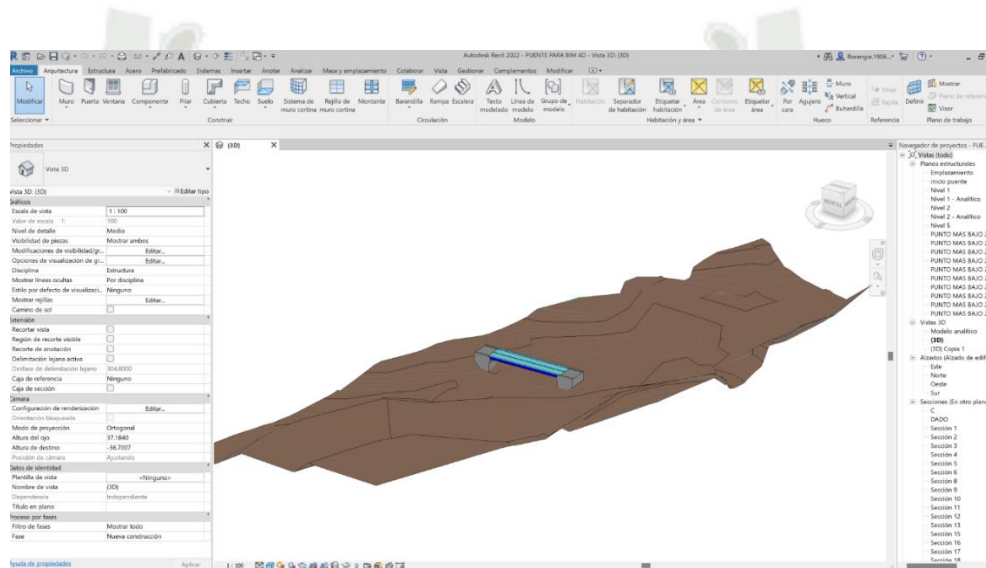
Figura 20 Modelado de muro tipo II



Nota. Adaptación propia

Para el modelado del puente vehicular se siguió el diseño dado en el expediente técnico según los detalles de armadura de acero para zapata y estribos, vigas, y losa de concreto.

Figura 21 Modelado de puente vehicular

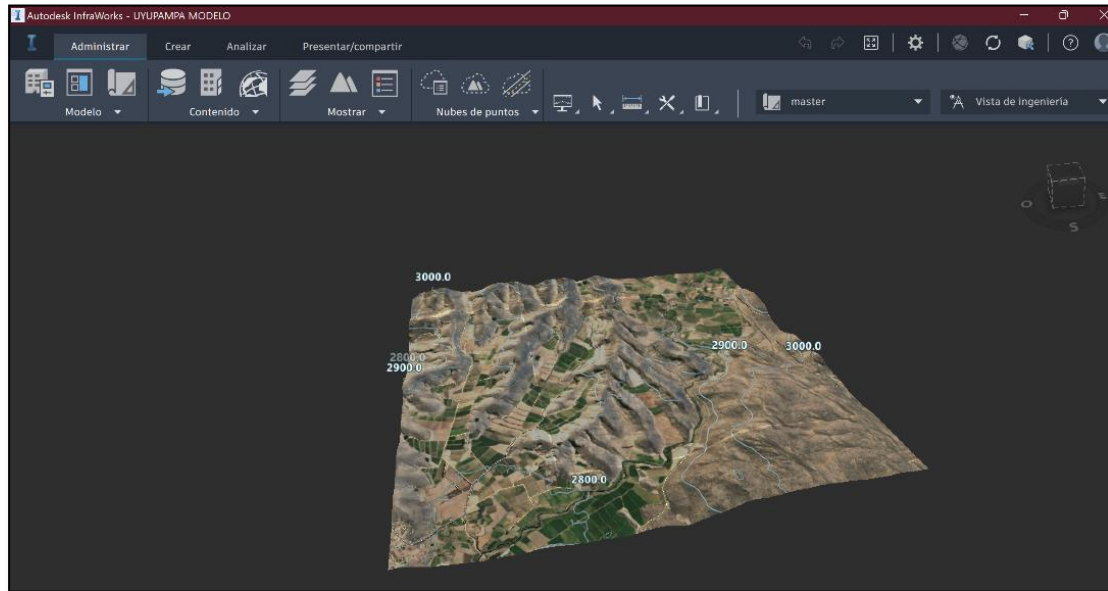


Nota. Adaptación propia.

4.1.4.3. Reconocimiento del proyecto en InfraWorks.

Análisis del trazo y posibles interferencias entre los elementos del proyecto de infraestructura vial, el puente vehicular fue modelado con elementos predeterminados del programa, esto debido a que el puente presenta un diseño que no se encuentra predeterminado en el programa, se vinculó los elementos modelados en civil 3D como son: topografía, movimiento de tierras, pavimento y base

Figura 22 Vinculación de elementos con InfraWorks



Nota. Adaptación propia

4.1.4.4. Gestión del tiempo, dimensión 4D

Con la dimensión BIM 4D se integra la dimensión de tiempo para los elementos de modelado 3D, para ello es necesario tener un plan de gestión del cronograma del proyecto.

4.1.4.4.1. Planificación del proyecto

Para la elaboración del cronograma del proyecto de infraestructura vial, se seguirá los lineamientos del grupo de procesos de gestión del tiempo. recogidos por la guía PMBOK del PMI.

4.1.4.4.1.1 Plan de Gestión del Cronograma

En este punto se establecen las políticas, procedimiento y documentación requeridos para planificar el cronograma del proyecto.

Para ello se requerirá información de los elementos del modelado 3D para incorporar en la dimensión 4D como son:

- **Vía**
 - Movimiento de tierras – explanaciones
 - Pavimento flexible
- **Puente vehicular**
 - Zapatas
 - Estribos
 - Vigas metálicas
 - Losas y veredas de concreto
- **Muros de contención**
 - Movimiento de tierra
 - Obras de concreto simple muro tipo 1
 - Obras de concreto armado muro tipo 2

4.1.4.4.1.2 Definir actividades

Se identifican las acciones específicas que necesita cada modelo 3D, para la futura ejecución del proyecto de infraestructura vial.

En el programa Navisworks se asocia las actividades planteadas con los elementos 3D generados.

Tabla 10

Actividades y Subactividades para los elementos de la vía

VÍA	
<u>MOVIMIENTO DE TIERRAS - EXPLANACIONES</u>	
	DESCRIPCION
ACTIVIDAD	MOVIMIENTO DE TIERRAS - EXPLANACIONES
SUB-ACTIVIDAD	CORTE MASIVO DE TERRENO SUELTO C/MAQUINA
	CORTE MASIVO DE TERRENO ROCOSO / MAQ.
	RELLENO COMPACTADO C/ MATERIAL DE PRESTAMO
	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE DM>1Km
<u>PAVIMENTO FLEXIBLE</u>	
	DESCRIPCION
ACTIVIDAD	MOVIMIENTO DE TIERRAS
SUB-ACTIVIDAD	PERFILADO Y COMPACTADO DE LA SUB RASANTE
	CONFORMACION DE BASE GRANULAR H=0.20m
	TRANSPORTE DE BASE GRANULAR (f.e=1.25)
ACTIVIDAD	IMPRIMACION ASFÁLTICA
SUB-ACTIVIDAD	IMPRIMACION ASFALTICA
	ARENADO DE IMPRIMACION
	BARRIDO DE SUPERFICIE IMPRIMADA
ACTIVIDAD	CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE
SUB-ACTIVIDAD	PREPARACION DE LA MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE
	CARGUIO MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE
	TRANSPORTE DE MEZCLA ASFALTICA A OBRA
	ESPARCIDO Y COMPACTADO - CARPETA ASFALTICA (E=0.05 M)

Nota. Adaptación propia

Tabla 11

Actividades y subactividades para los elementos del puente vehicular

PUENTE VEHICULAR	
ZAPATA	
	DESCRIPCION
ACTIVIDAD	ZAPATA
	SOLADO PARA ZAPATAS $f_c=100 \text{ Kg/cm}^2$ e 0.10m
SUB-ACTIVIDAD	ACERO DE REFUERZO $f_y=4,200 \text{ Kg/cm}^2$
	CONCRETO BAJO AGUA $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$
	EXCAVACION DE ZAPATA
	ENCOFRADO CARA NO VISTA BAJO AGUA
ESTRIBOS	
	DESCRIPCION
ACTIVIDAD	ESTRIBOS
	ACERO DE REFUERZO $f_y=4,200 \text{ Kg/cm}^2$
	ENCOFRADO CARA NO VISTA BAJO AGUA
	ENCOFRADO CARA NO VISTA EN SECO
SUB-ACTIVIDAD	ENCOFRADO CARA VISTA EN SECO
	CONCRETO $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ EN SECO
	RELLENO DE ESTRUCTURAS CON MATERIAL DE CANTERA
	RELLENO DE ESTRUCTURAS CON MATERIAL PROPIO
	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE $D<1 \text{ Km}$ ($f.e=1.25=$
VIGAS METALICAS	
	DESCRIPCION
ACTIVIDAD	VIGAS METALICAS
	FABRICACION DE VIGAS METALICAS
SUB-ACTIVIDAD	PINTURA DE ESTRUCTURAS METALICAS
	TRANSPORTE DE ESTRUCTURA METALICA
	MONTAJE ESTRUCTURAS METALICAS INC.EMPALME
LOSAS Y VEREDAS DE CONCRETO	
	DESCRIPCION
ACTIVIDAD	LOSAS Y VEREDAS DE CONCRETO
	ENCOFRADO CARA VISTA EN SECO
SUB-ACTIVIDAD	ACERO DE REFUERZO $f_y=4,200 \text{ Kg/cm}^2$
	CONCRETO $f_c=280 \text{ Kg/cm}^2$ SUPERESTRUCTURA

Nota. Adaptación propia

Tabla 12

Actividades y subactividades para los elementos de los muros de contención

MUROS DE CONTENCION	
<u>TIPO 1</u>	
<u>TIPO 2</u>	
ACTIVIDAD	DESCRIPCION
MOVIMIENTO DE TIERRA MURO TIPO 1	
	EXCAVACIÓN MASIVA DE MATERIAL SUELTO C/MAQUINARIA PARA ESTRUCTURAS
SUB-ACTIVIDAD	PERFILADO Y COMPACTADO EN ZONA DE CORTE Y EXCAVACIÓN
	RELLENO COMPACTADO MASIVO PARA MC CON MATERIAL PROPIO
	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE C/MAQUINA (f.e=1.25)
MOVIMIENTO DE TIERRA MURO TIPO 2	
	EXCAVACIÓN MASIVA DE MATERIAL SUELTO C/MAQUINARIA PARA ESTRUCTURAS
SUB-ACTIVIDAD	PERFILADO Y COMPACTADO EN ZONA DE CORTE Y EXCAVACIÓN
	RELLENO COMPACTADO MASIVO PARA MC CON MATERIAL PROPIO
	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE C/MAQUINA (f.e=1.25)
OBRAS DE CONCRETO SIMPLE MURO TIPO 2	
	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA ZAPATAS
SUB-ACTIVIDAD	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA PANTALLA
	CONCRETO CICLOPEO PARA MUROS DE CONTENCION FC=175 KG/CM2+30% P.G.
OBRAS DE CONCRETO ARMADO MURO TIPO 1	
ZAPATAS	
	ACERO, fy=4200 kg/cm2, PARA ZAPATA
SUB-ACTIVIDAD	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA ZAPATAS
	CONCRETO f _c =210 KG/CM2, PARA ZAPATAS
PANTALLA	
	ACERO, fy=4200 kg/cm2, PARA PANTALLA
SUB-ACTIVIDAD	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA PANTALLA
	CONCRETO f _c =210 KG/CM2, PARA PANTALLA
	SOLAQUEADO DE MUROS DE CONTENCIÓN Y PARAPETO (AREA VISIBLE)
VARIOS	
	CURADO DE CONCRETO CON ADITIVO
SUB-ACTIVIDAD	DRENAJE CON GRAVA FILTRANTE (1/2" - 3/4")
	JUNTAS ASFÁLTICA, E=1"
	JUNTA DE CONSTRUCCIÓN CON TEKNOPORT, E=2"

Nota. Adaptación propia

4.1.4.4.1.3 Secuenciar actividades

Después de tener las actividades definidas se identifica el orden de ejecución.

En este punto se puede ver en realidad virtual la construcción de la obra, logrando identificar el orden de las tareas a ejecutar anticipándose a futuras incompatibilidades del cronograma.

4.1.4.4.1.4 Estimar duración

Para este punto es necesario contar con las mediciones de los elementos en 3D, para estimar el tiempo necesario que dispondrá cada actividad del proyecto.

Para estimar la duración de cada actividad también es necesario los rendimientos de cada actividad propuesta es así como, en este trabajo se usarán los rendimientos propuestos bajo la metodología convencional, debido a que el rendimiento de las actividades no es una variable por estudiar en este trabajo.

Tabla 13
Duración estimada para actividades de la vía



Tabla 13 Duración estimada para actividades de la vía

Datos del modelado 3D de vías para actividades de la vía

VÍA

MOVIMIENTO DE TIERRAS - EXPLANACIONES



DATOS DEL MODELADO 3D DE VIAS	VOLUMEN DE CORTE ACUMULADO M3	METRADO	UND	VOLUMEN DE RELLENO ACUMULADO M3	METRADO	UND
		21,218.11	M3			
		18,708.59	M3			

ACTIVIDAD	DESCRIPCION	METRADO	UND	RENDIMIENTO	UND	TIEMPO CALCULADO (DÍA)	NUMERO DE CUADRILLA	TIEMPO ESTIMADO (DÍA)
ACTIVIDAD	MOVIMIENTO DE TIERRAS - EXPLANACIONES							
SUB-ACTIVIDAD	CORTE MASIVO DE TERRENO SUELTO C/MAQUINA	12,730.87	M3	300.000	M3/DIA	42.44	1	42.5
SUB-ACTIVIDAD	CORTE MASIVO DE TERRENO ROCOSO / MAQ.	8,487.24	M3	50.000	M3/DIA	169.74	5	34
SUB-ACTIVIDAD	RELLENO COMPACTADO C/ MATERIAL DE PRESTAMO	18,708.59	M3	250.000	M3/DIA	74.83	3	25
SUB-ACTIVIDAD	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE DM>1Km	3,136.90	M3	132.000	M3/DIA	23.76	1	23.8

PAVIMENTO FLEXIBLE

DATOS DEL MODELADO 3D DE VIAS	BASE	METRADO	UND	PAVIMENTO	METRADO	UND
		74,084.86	M2		14,074.11	M3
		74,084.86	M2		3,340.29	M3

ACTIVIDAD	DESCRIPCION	METRADO	UND	RENDIMIENTO	UND	TIEMPO CALCULADO (DÍA)	NUMERO DE CUADRILLA	TIEMPO ESTIMADO (DÍA)
ACTIVIDAD	MOVIMIENTO DE TIERRAS							
SUB-ACTIVIDAD	PERFILADO Y COMPACTADO DE LA SUB RASANTE	74,084.86	M2	800.000	M2/DIA	92.61	3	31
SUB-ACTIVIDAD	CONFORMACION DE BASE GRANULAR H=0.20m	74,084.86	M2	350.000	M2/DIA	211.67	4	53
SUB-ACTIVIDAD	TRANSPORTE DE BASE GRANULAR (f _s =1.25)	17,592.64	M3	33.000	M3/DIA	533.11	20	27
ACTIVIDAD	IMPRIMACION ASFÁLTICA							
SUB-ACTIVIDAD	IMPRIMACION ASFALTICA	74,084.86	M2	2000.000	M2/DIA	37.04	2	19
SUB-ACTIVIDAD	ARENADO DE IMPRIMACION	74,084.86	M2	2000.000	M2/DIA	37.04	2	19
SUB-ACTIVIDAD	BARRIDO DE SUPERFICIE IMPRIMADA	74,084.86	M2	2000.000	M2/DIA	37.04	2	19
ACTIVIDAD	CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE							
SUB-ACTIVIDAD	PREPARACION DE LA MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE	3,340.29	M3	150.000	M3/DIA	22.27	1	23
SUB-ACTIVIDAD	CARGUIO MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE	3,340.29	M3	80.000	M3/DIA	41.75	1	42
SUB-ACTIVIDAD	TRANSPORTE DE MEZCLA ASFALTICA A OBRA	3,340.29	M3	28.000	M3/DIA	119.30	3	40
SUB-ACTIVIDAD	ESPARCIDO Y COMPACTADO - CARPETA ASFALTICA (E=0.05 M)	74,084.86	M2	500.000	M2/DIA	148.17	3	50

Nota. Adaptación propia

Tabla 14

Duración estimada para las actividades del puente vehicular

PUENTE VEHICULAR

ZAPATA

DATOS DEL MODELADO 3D DE ZAPATA PUENTE		DESCRIPCION	METRADO	UND		R
	SOLADO e=0.1m		135.00	M2		
	ACERO		21,647.14	KG		
	CONCRETO $f_c=210$ kg/cm ²		717.60	M3		
	ENCOFRADO CARA NO VISTA BAJO AGUA		755.84	M2		

ACTIVIDAD	DESCRIPCION	METRADO	UND	RENDIMIENTO	UND	TIEMPO CALCULADO (DÍA)	NUMERO DE CUADRILLA	TIEMPO ESTIMADO (DÍA)
ACTIVIDAD	ZAPATA							
	SOLADO PARA ZAPATAS $f_c=100$ Kg/cm ² e 0.10m	135.00	M2	20.000	M2/DIA	6.75	2	4
	ACERO DE REFUERZO $f_y=4,200$ Kg/cm ²	21,647.14	KG	350.000	KG/DIA	61.85	4	16
SUB-ACTIVIDAD	CONCRETO BAJO AGUA $f_c=210$ kg/cm ²	717.60	M3	12.000	M3/DIA	59.80	4	15
	EXCAVACION DE ZAPATA	702.00	M3	350.000	M3/DIA	2.01	1	3
	ENCOFRADO CARA NO VISTA BAJO AGUA	755.84	M2	15.000	M2/DIA	50.39	4	13

ESTRIBOS

DATOS DEL MODELADO 3D DE ESTRIBOS PUENTE		DESCRIPCION	METRADO	UND		R
	ACERO		15906.03	KG		
	CONCRETO $f_c=210$ kg/cm ²		857.20	M3		
	ENCOFRADO CARA NO VISTA BAJO AGUA		88.32	M2		
	ENCOFRADO CARA NO VISTA EN SECO		813.26	M2		
	ENCOFRADO CARA VISTA EN SECO		74.52	M2		

ACTIVIDAD	DESCRIPCION	METRADO	UND	RENDIMIENTO	UND	TIEMPO CALCULADO (DÍA)	NUMERO DE CUADRILLA	TIEMPO ESTIMADO (DÍA)
ACTIVIDAD	ESTRIBOS							
	ACERO DE REFUERZO $f_y=4,200$ Kg/cm ²	15,906.03	KG	350.000	KG/DIA	45.45	4	12
	ENCOFRADO CARA NO VISTA BAJO AGUA	88.32	M2	15.000	M2/DIA	5.89	4	2
	ENCOFRADO CARA NO VISTA EN SECO	813.26	M2	15.000	M2/DIA	54.22	4	14
SUB-ACTIVIDAD	ENCOFRADO CARA VISTA EN SECO	74.52	M2	15.000	M2/DIA	4.97	1	5
	CONCRETO $f_c=210$ kg/cm ² EN SECO	857.20	M3	12.000	M3/DIA	71.43	4	18
	RELLENO DE ESTRUCTURAS CON MATERIAL DE CANTERA	708.81	M3	50.000	M3/DIA	14.18	2	8
	RELLENO DE ESTRUCTURAS CON MATERIAL PROPIO	2,053.00	M3	250.000	M3/DIA	8.21	2	5
	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE D<1 Km ($f_e=1.25=$	1,688.75	M3	312.000	M3/DIA	5.41	1	6

VIGAS METALICAS

DATOS DEL MODELADO 3D DE VIGAS PUENTE		DESCRIPCION	METRADO	UND		R
	VIGAS		37	TN		
	PINTURA		37	TN		

ACTIVIDAD	DESCRIPCION	METRADO	UND	RENDIMIENTO	UND	TIEMPO CALCULADO (DÍA)	NUMERO DE CUADRILLA	TIEMPO ESTIMADO (DÍA)
ACTIVIDAD	VIGAS METALICAS							
	FABRICACION DE VIGAS METALICAS	37.00	TN	1.000	TON/DIA	37.00	1	37
SUB-ACTIVIDAD	PINTURA DE ESTRUCTURAS METALICAS	37.00	TN	30.000	TON/DIA	1.23	1	2
	TRANSPORTE DE ESTRUCTURA METALICA	37.00	TN	45.000	TON/DIA	0.82	1	1
	MONTAJE ESTRUCTURAS METALICAS INC.EMPALME	37.00	TN	50.000	TON/DIA	0.74	1	1

LOSAS Y VEREDAS DE CONCRETO

DATOS DEL MODELADO 3D DE LOSA PUENTE		DESCRIPCION	METRADO	UND		R
	ENCOFRADO		371.29	M2		
	ACERO		6974.434	KG		
	CONCRETO $f_c=210$ kg/cm ²		87.16	M3		

ACTIVIDAD	DESCRIPCION	METRADO	UND	RENDIMIENTO	UND	TIEMPO CALCULADO (DÍA)	NUMERO DE CUADRILLA	TIEMPO ESTIMADO (DÍA)
ACTIVIDAD	LOSAS Y VEREDAS DE CONCRETO							
	ENCOFRADO CARA VISTA EN SECO	371.29	M2	15.000	M2/DIA	24.75	3	9
SUB-ACTIVIDAD	ACERO DE REFUERZO $f_y=4,200$ Kg/cm ²	6,974.43	KG	350.000	KG/DIA	19.93	2	10
	CONCRETO $f_c=280$ Kg/cm ² SUPERESTRUCTURA	87.16	M3	13.000	M3/DIA	6.70	1	7

Nota. Adaptación propia

Tabla 15

Duración estimada para las actividades de muros de contención

MUROS DE CONTENCION

TIPO 1

DESCRIPCION	METRADO	UND		
VOLUMEN DE EXCAVACION	862.06	M3		
VOLUMEN DE RELLENO	645.79	M3		
ACERO ZAPATA	4976.02	KG		
ACERO PANTALLA	11286.91	KG		
CONCRETO PANTALLA	153.60	M3		
CONCRETO ZAPATA	110.30	M3		
ENCOFRADO PANTALLA	675.10	M2		
ENCOFRADO ZAPATA	61.50	M2		
LONGITUD MURO	51.22	M		
NUMERO DE MUROS	7.00			

TIPO 2

DESCRIPCION	METRADO	UND		
VOLUMEN DE EXCAVACION	3903.14	M3		
VOLUMEN DE RELLENO	2210.89	M3		
CONCRETO PANTALLA Y ZAPATA	2004.93	M3		
ENCOFRADO PANTALLA	2440.00	M2		
ENCOFRADO ZAPATA	327.30	M2		
LONGITUD MURO	327.25	M		
NUMERO DE MUROS	42.00			

DESCRIPCION	METRADO	UND	RENDIMIENTO	UND	TIEMPO CALCULADO (DÍA)	NUMERO DE CUADRILLA	TIEMPO ESTIMADO (DÍA)	
ACTIVIDAD	MOVIMIENTO DE TIERRA MURO TIPO 1							
SUB-ACTIVIDAD	EXCAVACIÓN MASIVA DE MATERIAL SUELTO C/MAQUINARIA PARA EST	862.06	M3	150.000	M3/DIA	5.75	1	6
SUB-ACTIVIDAD	PERFILADO Y COMPACTADO EN ZONA DE CORTE Y EXCAVACIÓN	193.80	M2	15.000	M2/DIA	12.92	2	7
SUB-ACTIVIDAD	RELLENO COMPACTADO MASIVO PARA MC CON MATERIAL PROPIO	645.79	M3	160.000	M3/DIA	4.04	1	5
SUB-ACTIVIDAD	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE C/MAQUINA (f.e=1.25)	270.34	M3	65.000	M3/DIA	4.16	4	2
ACTIVIDAD	MOVIMIENTO DE TIERRA MURO TIPO 2							
SUB-ACTIVIDAD	EXCAVACIÓN MASIVA DE MATERIAL SUELTO C/MAQUINARIA PARA EST	3,903.14	M3	150.000	M3/DIA	26.02	2	14
SUB-ACTIVIDAD	PERFILADO Y COMPACTADO EN ZONA DE CORTE Y EXCAVACIÓN	1,090.59	M2	15.000	M2/DIA	72.71	4	19
SUB-ACTIVIDAD	RELLENO COMPACTADO MASIVO PARA MC CON MATERIAL PROPIO	2,210.89	M3	160.000	M3/DIA	13.82	2	7
SUB-ACTIVIDAD	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE C/MAQUINA (f.e=1.25)	2,115.31	M3	65.000	M3/DIA	32.54	4	9
ACTIVIDAD	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE MURO TIPO 2							
SUB-ACTIVIDAD	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA ZAPATAS	327.30	M2	14.000	M2/DIA	23.38	2	12
SUB-ACTIVIDAD	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA PANTALLA	2,440.00	M2	12.000	M2/DIA	203.33	4	51
SUB-ACTIVIDAD	CONCRETO CICLOPEO PARA MUROS DE CONTENCION FC=175 KG/CM ²	2,004.93	M3	13.000	M3/DIA	154.23	4	39
ACTIVIDAD	OBRAS DE CONCRETO ARMADO MURO TIPO 1							
ACTIVIDAD	ZAPATAS							
SUB-ACTIVIDAD	ACERO, f _y =4200 kg/cm ² , PARA ZAPATA	4,976.02	KG	250.000	KG/DIA	19.90	1	20
SUB-ACTIVIDAD	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA ZAPATAS	61.50	M2	14.000	M2/DIA	4.39	1	5
SUB-ACTIVIDAD	CONCRETO f _c =210 KG/CM ² , PARA ZAPATAS	110.30	M3	15.000	M3/DIA	7.35	1	8
ACTIVIDAD	PANTALLA							
SUB-ACTIVIDAD	ACERO, f _y =4200 kg/cm ² , PARA PANTALLA	11,286.91	KG	250.000	KG/DIA	45.15	3	16
SUB-ACTIVIDAD	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA PANTALLA	675.10	M2	12.000	M2/DIA	56.26	4	15
SUB-ACTIVIDAD	CONCRETO f _c =210 KG/CM ² , PARA PANTALLA	153.60	M3	12.000	M2/DIA	12.80	2	7
SUB-ACTIVIDAD	SOLAQUEADO DE MUROS DE CONTENCION Y PARAPETO (AREA VISIBL	337.55	M2	40.000	M2/DIA	8.44	2	5
ACTIVIDAD	VARIOS							
SUB-ACTIVIDAD	CURADO DE CONCRETO CON ADITIVO	3,612.96	M2	240.000	M2/DIA	15.05	1	16
SUB-ACTIVIDAD	DRENAJE CON GRAVA FILTRANTE (1/2" - 3/4")	41.63	M3	30.000	M3/DIA	1.39	1	2
SUB-ACTIVIDAD	JUNTAS ASFÁLTICA, E=1"	85.40	M	80.000	M/DIA	1.07	1	2
SUB-ACTIVIDAD	JUNTA DE CONSTRUCCIÓN CON TEKNOPORT, E=2"	203.70	M	20.000	M/DIA	10.19	1	11

Nota. Adaptación propia

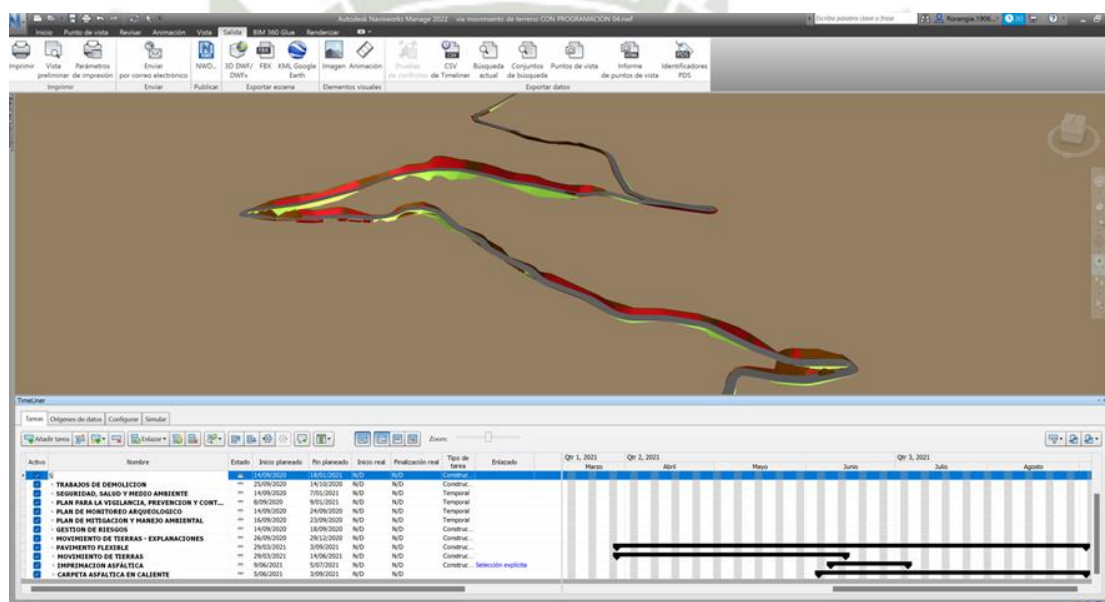
4.1.4.4.1.5 Desarrollar cronograma

En este punto se analizará las secuencias, relaciones, duraciones y recursos de las actividades.

Al interactuar con el programa 4D (Navisworks), se creará una visión de la obra, que permitirá equilibrar el desarrollo de las actividades del cronograma.

Programación vía:

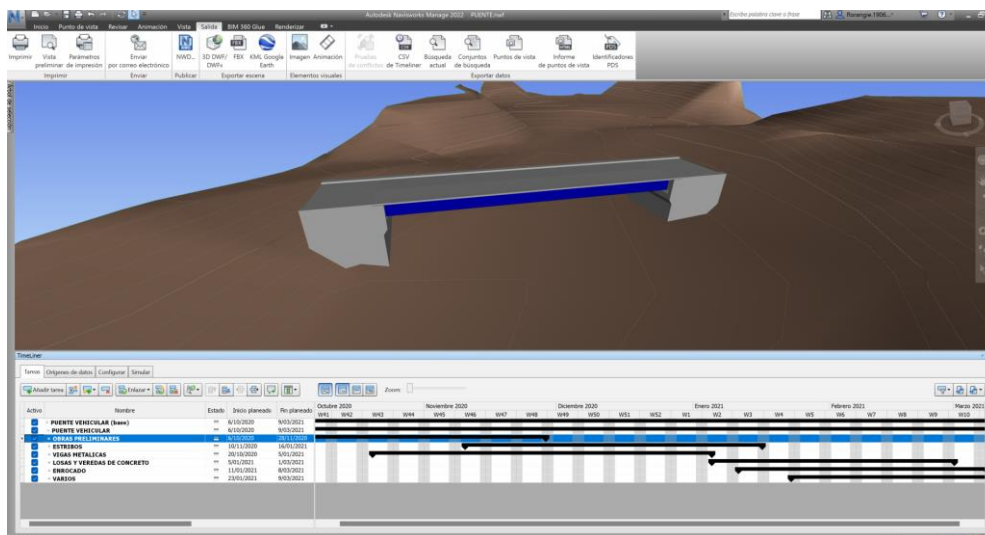
Figura 23 Vista de programación de la vía



Nota. Adaptación propia

Programación puente:

Figura 24 Vista de programación del puente vehicular



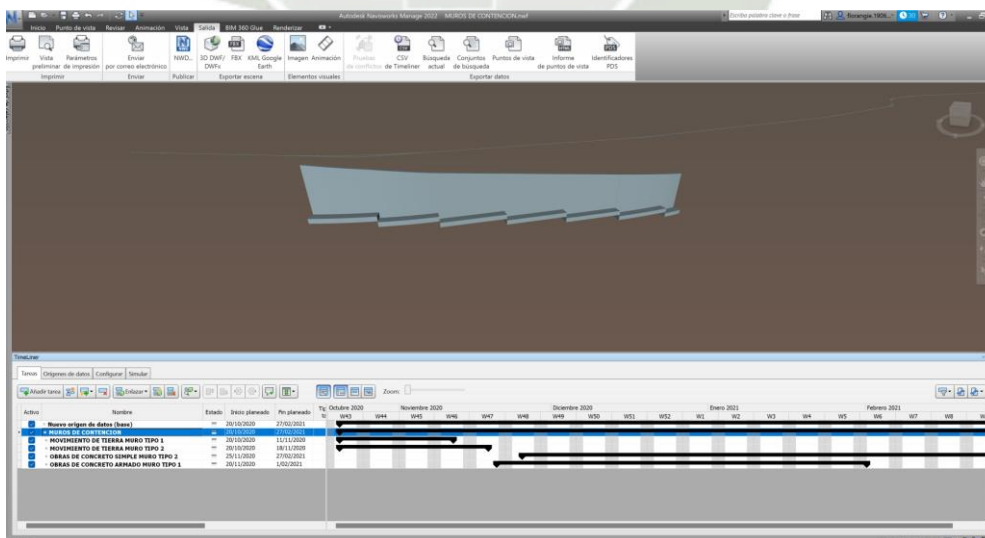
Nota. Adaptación propia

Programación muros de contención:

Tipo 1

Figura 25 Vista de programación del muro tipo 1

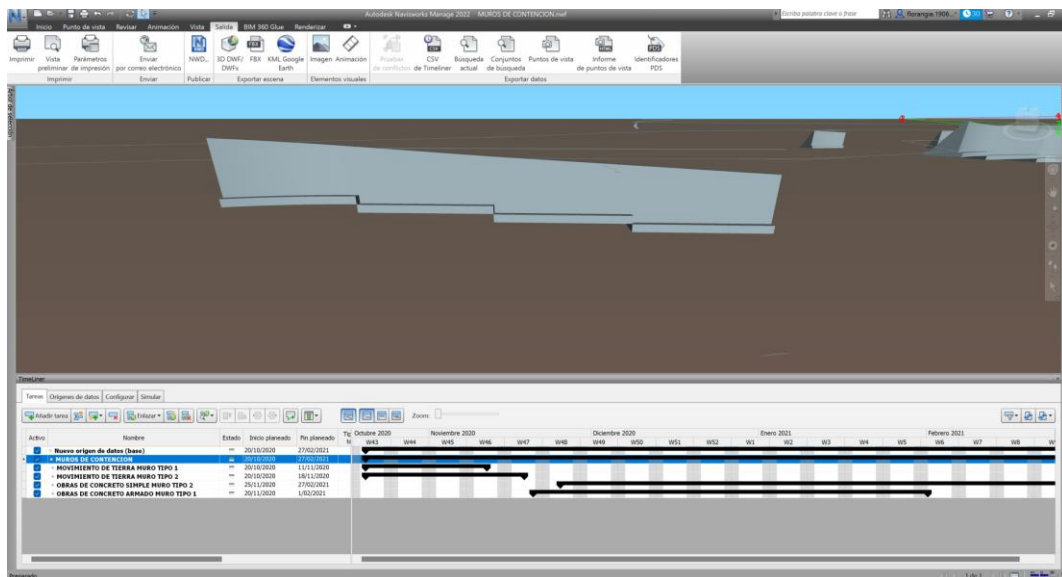
FIGURA 22 Vista de programación del muro tipo 1



Nota. Adaptación propia

Tipo 2

Figura 26 Vista de programación del muro de contención tipo II



Nota. Adaptación propia

4.2. Análisis comparativo

Para realizar el análisis comparativo tomaremos los siguientes puntos para el diseño de proyecto vial que son: actividades para cada elemento, metrados, programación y presentación de los documentos y archivos.

4.2.1. Actividades para cada elemento

Como definimos anteriormente, para este proyecto tendremos 3 importantes elementos para analizar como son: vía, puente vehicular y muros de contención.

4.2.1.1. Vía

Se compararon las actividades para el desarrollo de la vía en el siguiente cuadro

Tabla 16

Cuadro comparativo para las actividades de la vía

ACTIVIDADES PARA CADA ELEMENTO		
METODOLOGIA CONVENCIONAL	METODOLOGIA BIM	Analisis de actividad
vía		
MOVIMIENTO DE TIERRAS - EXPLANACIONES	MOVIMIENTO DE TIERRAS - EXPLANACIONES	IGUAL
CORTE MASIVO DE TERRENO SUELTO C/MAQUINA	CORTE MASIVO DE TERRENO SUELTO C/MAQUINA	IGUAL
CORTE MASIVO DE TERRENO RÓCOSO / MAQ.	CORTE MASIVO DE TERRENO RÓCOSO / MAQ.	IGUAL
RELLENO COMPACTADO C/MATERIAL DE PRESTAMO	RELLENO COMPACTADO C/MATERIAL DE PRESTAMO	IGUAL
ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE DM-5Km	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE DM-5Km	IGUAL
PAVIMENTO FLEXIBLE	PAVIMENTO FLEXIBLE	IGUAL
MOVIMIENTO DE TIERRAS	MOVIMIENTO DE TIERRAS	IGUAL
PERFILADO Y COMPACTADO DE LA SUB RASANTE	PERFILADO Y COMPACTADO DE LA SUB RASANTE	IGUAL
CONFORMACION DE BASE GRANULAR H=0.20m	CONFORMACION DE BASE GRANULAR H=0.20m	IGUAL
TRANSPORTE DE BASE GRANULAR	TRANSPORTE DE BASE GRANULAR	IGUAL
IMPRIMACION ASFÁLTICA	IMPRIMACION ASFÁLTICA	IGUAL
IMPRIMACION ASFÁLTICA	IMPRIMACION ASFÁLTICA	IGUAL
ARENADO DE IMPRIMACION	ARENADO DE IMPRIMACION	IGUAL
BARRIDO DE SUPERFICIE IMPRIMADA	BARRIDO DE SUPERFICIE IMPRIMADA	IGUAL
CARPETA ASFÁLTICA EN CALIENTE	CARPETA ASFÁLTICA EN CALIENTE	IGUAL
PREPARACION DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE	PREPARACION DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE	IGUAL
CARGUIO MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE	CARGUIO MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE	IGUAL
TRANSPORTE DE MEZCLA ASFÁLTICA A OBRA	TRANSPORTE DE MEZCLA ASFÁLTICA A OBRA	IGUAL
ESPARCIDO Y COMPACTADO - CARPETA ASFÁLTICA (E=0.05 M)	ESPARCIDO Y COMPACTADO - CARPETA ASFÁLTICA (E=0.05 M)	IGUAL

Nota. Esta tabla representa la comparación de las actividades para la vía definidas según la metodología convencional y la metodología BIM 4D. Adaptación propia.

En la tabla 14 podemos observar que las actividades según la metodología convencional coinciden con la metodología BIM 4D.

4.2.1.2. Puente vehicular

En el siguiente cuadro podemos observar la comparación de las actividades para el desarrollo del puente vehicular.

Tabla 17

Cuadro comparativo para las actividades del puente vehicular

ACTIVIDADES PARA CADA ELEMENTO		
METODOLOGIA CONVENCIONAL	METODOLOGIA BIM	
PUENTE VEHICULAR		
ESTRIBOS	ZAPATA	DIFERENTE
SOLADO PARA ZAPATAS $f_c=100$ Kg/cm ²	SOLADO PARA ZAPATAS $f_c=100$ Kg/cm ² e 0.10m	IGUAL
CONCRETO $f_c=210$ kg/cm ² BAJO AGUA	ACERO DE REFUERZO $f_y=4,200$ Kg/cm ²	DIFERENTE
EXCAVACION P/ESTRUCTURAS EN MATERIAL COMUN EN SECO	CONCRETO BAJO AGUA $f_c=210$ kg/cm ²	IGUAL
	EXCAVACION DE ZAPATA	IGUAL
	ENCOFRADO CARA NO VISTA BAJO AGUA	DIFERENTE
ESTRIBOS	ESTRIBOS	IGUAL
ACERO DE REFUERZO $f_y=4,200$ Kg/cm ²	ACERO DE REFUERZO $f_y=4,200$ Kg/cm ²	IGUAL
ENCOFRADO CARA NO VISTA BAJO AGUA	ENCOFRADO CARA NO VISTA BAJO AGUA	IGUAL
ENCOFRADO CARA NO VISTA EN SECO	ENCOFRADO CARA NO VISTA EN SECO	IGUAL
ENCOFRADO CARA VISTA EN SECO	ENCOFRADO CARA VISTA EN SECO	IGUAL
CONCRETO $f_c=210$ kg/cm ² EN SECO	CONCRETO $f_c=210$ kg/cm ² EN SECO	IGUAL
RELLENO DE ESTRUCTURAS CON MATERIAL DE CANTERA	RELLENO DE ESTRUCTURAS CON MATERIAL DE CANTERA	IGUAL
RELLENO DE ESTRUCTURAS CON MATERIAL PROPIO	RELLENO DE ESTRUCTURAS CON MATERIAL PROPIO	IGUAL
ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE D<1 Km	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE D<1 Km	IGUAL
VIGAS METALICAS	VIGAS METALICAS	IGUAL
FABRICACION DE VIGAS METALICAS	FABRICACION DE VIGAS METALICAS	IGUAL
PINTURA DE ESTRUCTURAS METALICAS	PINTURA DE ESTRUCTURAS METALICAS	IGUAL
TRANSPORTE DE ESTRUCTURA METALICA	TRANSPORTE DE ESTRUCTURA METALICA	IGUAL
MONTAJE ESTRUCTURAS METALICAS INC.EMPALME	MONTAJE ESTRUCTURAS METALICAS INC.EMPALME	IGUAL
LOSAS Y VEREDAS DE CONCRETO	LOSAS Y VEREDAS DE CONCRETO	IGUAL
ENCOFRADO CARA VISTA EN SECO	ENCOFRADO CARA VISTA EN SECO	IGUAL
ACERO DE REFUERZO $f_y=4,200$ Kg/cm ²	ACERO DE REFUERZO $f_y=4,200$ Kg/cm ²	IGUAL
CONCRETO $f_c=280$ Kg/cm ² SUPERESTRUCTURA	CONCRETO $f_c=280$ Kg/cm ² SUPERESTRUCTURA	IGUAL

Nota. Esta tabla representa la comparación de las actividades para el puente vehicular definidas según la metodología convencional y la metodología BIM 4D. Adaptación propia.

En el cuadro comparativo podemos apreciar que las actividades para la zapata están incluidas dentro del estribo en forma general según la metodología convencional, mientras que para la metodología BIM 4D cada elemento tiene sus respectivas actividades gracias a que podemos observarlas en el modelo 3D de cada elemento.

4.2.1.3. Muros de contención

En el siguiente cuadro se observa la comparación de las actividades para el desarrollo de los dos tipos de muros de contención del proyecto de infraestructura vial.

Tabla 18

Cuadro comparativo para las actividades de los dos tipos de muros de contención.

ACTIVIDADES PARA CADA ELEMENTO		
METODOLOGIA CONVENCIONAL	METODOLOGIA BIM	
MUROS DE CONTENCION		
MOVIMIENTO DE TIERRA(GENERAL)	MOVIMIENTO DE TIERRA MURO TIPO 1	DIFERENTE
EXCAVACION DE TERRENO NORMAL	EXCAVACION DE TERRENO NORMAL	DIFERENTE
REFINE, NIVELACION Y COMPACTACION	REFINE, NIVELACION Y COMPACTACION	DIFERENTE
RELLENO COMPACTADO MASIVO PARA MC CON MATERIAL PROPIA	RELLENO COMPACTADO MASIVO PARA MC CON MATERIAL PROPIA	DIFERENTE
ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE C/MAQUINA	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE C/MAQUINA	DIFERENTE
	MOVIMIENTO DE TIERRA MURO TIPO 2	DIFERENTE
	EXCAVACION DE TERRENO NORMAL	DIFERENTE
	REFINE, NIVELACION Y COMPACTACION	DIFERENTE
	RELLENO COMPACTADO MASIVO PARA MC CON MATERIAL PROPIA	DIFERENTE
	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE C/MAQUINA	DIFERENTE
OBRAS DE CONCRETO SIMPLE	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE MURO TIPO 2	DIFERENTE
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA ZAPATAS	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA ZAPATAS	IGUAL
	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA PANTALLA	DIFERENTE
CONCRETO CICLOPEO PARA MUROS DE CONTENCION FC=175 KG/CM2+30% P.G.	CONCRETO CICLOPEO PARA MUROS DE CONTENCION FC=175 KG/CM2+30% P.G.	IGUAL
OBRAS DE CONCRETO ARMADO	OBRAS DE CONCRETO ARMADO MURO TIPO 1	IGUAL
ZAPATAS	ZAPATAS	IGUAL
ACERO, fy=4200 kg/cm2, PARA ZAPATA	ACERO, fy=4200 kg/cm2, PARA ZAPATA	IGUAL
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA ZAPATAS	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA ZAPATAS	IGUAL
CONCRETO fc=210 KG/CM2, PARA ZAPATAS	CONCRETO fc=210 KG/CM2, PARA ZAPATAS	IGUAL
PANTALLA	PANTALLA	IGUAL
ACERO, fy=4200 kg/cm2, PARA PANTALLA	ACERO, fy=4200 kg/cm2, PARA PANTALLA	IGUAL
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA PANTALLA	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA PANTALLA	IGUAL
CONCRETO fc=210 KG/CM2, PARA PANTALLA	CONCRETO fc=210 KG/CM2, PARA PANTALLA	IGUAL
SOLAQUEADO DE MUROS DE CONTENCION Y PARAPETO (AREA VISIBLE)	SOLAQUEADO DE MUROS DE CONTENCION Y PARAPETO (AREA VISIBLE)	IGUAL
VARIOS	VARIOS	IGUAL
CURADO DE CONCRETO CON ADITIVO	CURADO DE CONCRETO CON ADITIVO	IGUAL
DRENAJE CON GRAVA FILTRANTE (1/2"-3/4")	DRENAJE CON GRAVA FILTRANTE (1/2"-3/4")	IGUAL
TUBERIA PARA DRENAJE DE PVC D=2"	TUBERIA PARA DRENAJE DE PVC D=2"	IGUAL
JUNTAS ASFÁLTICA, E=1"	JUNTAS ASFÁLTICA, E=1"	IGUAL
JUNTA DE CONSTRUCCIÓN CON TEKNOPORT, E=2"	JUNTA DE CONSTRUCCIÓN CON TEKNOPORT, E=2"	IGUAL

Nota. Esta tabla representa la comparación de las actividades para el puente vehicular definidas según la metodología convencional y la metodología BIM 4D. Adaptación propia.

Se aprecia en el cuadro comparativo que en la metodología convencional generaliza la actividad del movimiento de tierras para los dos tipos de muros de contención, y no contempla algunas actividades necesarias para la planificación del muro tipo 2, mientras que para la metodología BIM 4D las actividades se dividen para cada tipo de muro según el modelamiento en 3 D.

4.2.2. Cuadro comparativo de metrados

Los metrados representan la dimensión 3D del proyecto estos se obtuvieron de los modelados en los programas de Revit, y Civil 3D bajo los lineamientos de la metodología BIM.

Mientras que los lineamientos bajo la metodología convencional se usa la dimensión 2D en planos realizados con el programa ACAD.

A continuación, se muestra la variación en porcentaje de cada elemento analizado del proyecto de infraestructura vial.

Tabla 19

Cuadro comparativo de metrados Metodología Convencional vs Metodología BIM- vía

PARTIDAS		UND	METRADO METODOLOGIA CONVENCIONAL	METRADO METODOLOGIA BIM	VARIACION	VARIACION (%)
VÍA						
MOVIMIENTO DE TIERRAS - EXPLANACIONES						
DESCRIPCION						
ACTIVIDAD	MOVIMIENTO DE TIERRAS - EXPLANACIONES					
	CORTE MASIVO DE TERRENO SUELTO C/MAQUINA	M3	20488.55	12730.87	7757.68	-37.86%
	CORTE MASIVO DE TERRENO ROCOSO / MAQ.	M3	13659.04	8487.24	5171.796	-37.86%
	RELLENO COMPACTADO C/ MATERIAL DE PRESTAMO	M3	10199.55	18708.59	-8509.04	83.43%
	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE DM>1Km	M3	29935.05	3136.90	26798.15	-89.52%
PAVIMENTO FLEXIBLE						
DESCRIPCION						
ACTIVIDAD	MOVIMIENTO DE TIERRAS					
	PERFILADO Y COMPACTADO DE LA SUB RASANTE	M2	64827.00	74084.86	-9257.856	14.28%
	CONFORMACION DE BASE GRANULAR H=0.20m	M2	64827.00	74084.86	-9257.856	14.28%
	TRANSPORTE DE BASE GRANULAR (te=1.25)	M3	16206.75	17592.64	-1385.8875	8.55%
ACTIVIDAD	IMPRIMACION ASFÁLTICA					
	IMPRIMACION ASFALTICA	M2	64827.00	74084.86	-9257.856	14.28%
	ARENADO DE IMPRIMACION	M2	64827.00	74084.86	-9257.856	14.28%
	BARRIDO DE SUPERFICIE IMPRIMADA	M2	64827.00	74084.86	-9257.856	14.28%
ACTIVIDAD	CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE					
	PREPARACION DE LA MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE	M3	3241.35	3340.29	-98.94	3.05%
	CARGUIO MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE	M3	3241.35	3340.29	-98.94	3.05%
	TRANSPORTE DE MEZCLA ASFALTICA A OBRA	M3	3241.35	3340.29	-98.94	3.05%
	ESPARCIDO Y COMPACTADO - CARPETA ASFALTICA (E=0.05 M)	M2	64827	74084.86	-9257.856	14.28%

Nota. Adaptación propia

4.2.2.1. Cuadro comparativo de metrados para la vía

En la partida de movimiento de tierras se puede apreciar una mayor variación en el área de relleno esto debido a que no se consideró bajo el lineamiento convencional el

relleno de las zonas de ancho de berma, y esto influye en la eliminación del material ya que al diferenciarlo con el corte se tendrá menos material que eliminar.

4.2.2.2. Cuadro comparativo de metrados para el puente vehicular

Tabla 20

*Cuadro comparativo de metrados Metodología Convencional vs Metodología BIM-
Puente vehicular*

PARTIDAS		UND	METRADO METODOLOGIA CONVENCIONAL	METRADO METODOLOGIA BIM	VARIACION	VARIACION (%)
PUENTE VEHICULAR						
ZAPATA						
	DESCRIPCION					
ACTIVIDAD	ZAPATA					
	SOLADO PARA ZAPATAS $f_c=100$ Kg/cm ² e 0.10m	M2	13.80	135.00	-121.20	878.26%
	ACERO DE REFUERZO $f_y=4,200$ Kg/cm ²	KG	0.00	21647.14	-21647.14	100.00%
SUB-ACTIVIDAD	CONCRETO BAJO AGUA $f_c=210$ kg/cm ²	M3	392.87	717.60	-324.73	82.66%
	EXCAVACION DE ZAPATA	M3	702.00	702.00	0.00	0.00%
	ENCOFRADO CARA NO VISTA BAJO AGUA	M2	0.00	755.84	-755.84	100.00%
ESTRIBOS						
	DESCRIPCION					
ACTIVIDAD	ESTRIBOS					
	ACERO DE REFUERZO $f_y=4,200$ Kg/cm ²	KG	36054.00	15906.03	20147.97	-55.88%
	ENCOFRADO CARA NO VISTA BAJO AGUA	M2	844.16	88.32	755.84	-89.54%
	ENCOFRADO CARA NO VISTA EN SECO	M2	813.26	813.26	0.00	0.00%
SUB-ACTIVIDAD	ENCOFRADO CARA VISTA EN SECO	M2	74.52	74.52	0.00	0.00%
	CONCRETO $f_c=210$ kg/cm ² EN SECO	M3	146.38	857.20	-710.82	485.60%
	RELLENO DE ESTRUCTURAS CON MATERIAL DE CANTERA	M3	708.81	708.81	0.00	0.00%
	RELLENO DE ESTRUCTURAS CON MATERIAL PROPIO	M3	2053.00	2053.00	0.00	0.00%
	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE $D<1$ Km ($f_e=1.25$)	M3	1351.01	1688.75	-337.74	25.00%
VIGAS METALICAS						
	DESCRIPCION					
ACTIVIDAD	VIGAS METALICAS					
	FABRICACION DE VIGAS METALICAS	TON	36.98	37.00	-0.02	0.05%
	PINTURA DE ESTRUCTURAS METALICAS	TON	36.98	37.00	-0.02	0.05%
SUB-ACTIVIDAD	TRANSPORTE DE ESTRUCTURA METALICA	TON	36.98	37.00	-0.02	0.05%
	MONTAJE ESTRUCTURAS METALICAS INC.EMPALME	TON	36.98	37.00	-0.02	0.05%
LOSAS Y VEREDAS DE CONCRETO						
	DESCRIPCION					
ACTIVIDAD	LOSAS Y VEREDAS DE CONCRETO					
	ENCOFRADO CARA VISTA EN SECO	M2	371.27	371.29	-0.02	0.01%
SUB-ACTIVIDAD	ACERO DE REFUERZO $f_y=4,200$ Kg/cm ²	KG	8598.00	6974.43	1623.57	-18.88%
	CONCRETO $f_c=280$ Kg/cm ² SUPERESTRUCTURA	M3	76.19	87.16	-10.97	14.40%

Nota. Adaptación propia

En la parte de puente vehicular se observa que no se consideraron algunas actividades como el acero de refuerzo en zapatas y el encofrado, estas actividades representan gran

incidencia en la obra ya que es una actividad estructural y base de las demás actividades siguientes.



4.2.2.3. Cuadro comparativo de metrados para los muros de contención tipo 1 y tipo 2.

Tabla 21

Cuadro comparativo de metrados Metodología Convencional vs Metodología BIM- Muros de contención tipo I y II

PARTIDAS		UND	METRADO METODOLOGIA CONVENCIONAL	METRADO METODOLOGIA BIM	VARIACION	VARIACION (%)
MUROS DE CONTENCIÓN TIPO 1 Y TIPO 2						
MURO DE CONTENCIÓN TIPO 1 Y TIPO 2						
DESCRIPCION						
ACTIVIDAD	MOVIMIENTO DE TIERRA MURO TIPO 1					
SUB-ACTIVIDAD	EXCAVACIÓN MASIVA DE MATERIAL SUELTO C/MAQUINARIA PARA ESTRUCTURAS	M3	988.81	862.06	126.75	-12.82%
	PERFILADO Y COMPACTADO EN ZONA DE CORTE Y EXCAVACIÓN	M2	193.80	193.80	0.00	0.00%
	RELLENO COMPACTADO MASIVO PARA MC CON MATERIAL PROPIO	M3	603.07	645.79	-42.72	7.08%
	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE C/MAQUINA (fe=1.25)	M3	385.74	270.34	115.40	-29.92%
ACTIVIDAD	MOVIMIENTO DE TIERRA MURO TIPO 2					
SUB-ACTIVIDAD	EXCAVACIÓN MASIVA DE MATERIAL SUELTO C/MAQUINARIA PARA ESTRUCTURAS	M3	5136.72	3903.14	1233.58	-24.01%
	PERFILADO Y COMPACTADO EN ZONA DE CORTE Y EXCAVACIÓN	M2	1090.59	1090.59	0.00	0.00%
	RELLENO COMPACTADO MASIVO PARA MC CON MATERIAL PROPIO	M3	2755.96	2210.89	545.07	-19.78%
	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE C/MAQUINA (fe=1.25)	M3	2380.76	2115.31	265.45	-11.15%
ACTIVIDAD	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE MURO TIPO 2					
SUB-ACTIVIDAD	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA ZAPATAS	M2	2645.2	327.3	2317.90	87.63%
	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA PANTALLA	M2	0	2440	-2440.00	100.00%
	CONCRETO CICLOPEO PARA MUROS DE CONTENCIÓN FC=175 KG/CM2+30% P.G.	M3	1959.1	2004.93	-45.83	2.34%
ACTIVIDAD	OBRAS DE CONCRETO ARMADO MURO TIPO 1					
ACTIVIDAD	ZAPATAS					
SUB-ACTIVIDAD	ACERO, fy=4200 kg/cm2, PARA ZAPATA	KG	6231.64	4976.02	1255.62	-20.15%
	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA ZAPATAS	M2	61.20	61.50	-0.30	0.49%
	CONCRETO fc=210 KG/CM2, PARA ZAPATAS	M3	116.28	110.30	5.98	-5.14%
ACTIVIDAD	PANTALLA					
SUB-ACTIVIDAD	ACERO, fy=4200 kg/cm2, PARA PANTALLA	KG	9142.06	11286.91	-2144.85	23.46%
	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA PANTALLA	M2	601.80	675.10	-73.30	12.18%
	CONCRETO fc=210 KG/CM2, PARA PANTALLA	M3	150.45	153.60	-3.15	2.09%
	SOLAQUEADO DE MUROS DE CONTENCIÓN Y PARAPETO (AREA VISIBLE)	M2	224.50	337.55	-113.05	50.36%
ACTIVIDAD	VARIOS					
SUB-ACTIVIDAD	CURADO DE CONCRETO CON ADITIVO	M2	3456.69	3612.96	-156.27	4.52%
	DRENAJE CON GRAVA FILTRANTE (1/2" - 3/4")	M3	39.67	41.63	-1.96	4.95%
	JUNTAS ASFÁLTICA, E=1"	M	77.11	85.40	-8.29	10.75%
	JUNTA DE CONSTRUCCIÓN CON TECNOPOR, E=2"	M	186.00	203.70	-17.70	9.52%

Nota. Adaptación propia

En el caso de muros de contención bajo los lineamientos convencionales no se separaron los tipos de muros, esto causa confusión al momento de separar las tareas para la ejecución, mientras que bajo los lineamientos de BIM se considera diferentes actividades para cada tipo de muro para lograr un entorno colaborativo en el que se pueda modificar el metrado o el tipo de material a usar según se vea por conveniente.

4.2.3. Cuadro comparativo de programación

La programación del proyecto bajo la metodología convencional presenta ciertas inconsistencias en los plazos asignados para cada elemento analizado. Esto genera confusión al momento de interpretar el tiempo requerido para la ejecución del proyecto y por consiguiente retraso en la obra proyectada.

La etapa de planificación del proyecto es de vital importancia para la ejecución pues según los tiempos demandados se dará plazos al ejecutor.

Debido a que bajo los lineamientos convencionales se cuenta con el cronograma en Ms- Project seguiremos este calendario para compararlo con los lineamientos de la metodología BIM 4D.

4.2.3.1. Comparación de programación de las actividades para la vía

Tabla 22

Comparación de fechas y tiempo de estimación para el cronograma de vía.

ACTIVIDADES PARA CADA ELEMENTO		ESTIMACION DE DURACION EN LA PROGRAMACION					
METODOLOGIA CONVENCIONAL	METODOLOGIA BIM	METODOLOGIA CONVENCIONAL			METODOLOGIA BIM		
VÍA		Días hábiles	Comienzo	Fin	Días hábiles	Comienzo	Fin
		174	26 septiembre 2020	4 mayo 2021	218	26 septiembre 2020	25 septiembre 2021
MOVIMIENTO DE TIERRAS - EXPLANACIONES	MOVIMIENTO DE TIERRAS - EXPLANACIONES	70 días	26 septiembre 2020	16 diciembre 2020	81 días	26 septiembre 2020	29 diciembre 2020
CORTE MASIVO DE TERRENO SUELTO C/MAQUINA	CORTE MASIVO DE TERRENO SUELTO C/MAQUINA	40 días	26 septiembre 2020	11 noviembre 2020	43 días	26 septiembre 2020	14 noviembre 2020
CORTE MASIVO DE TERRENO ROCOSO / MAQ.	CORTE MASIVO DE TERRENO ROCOSO / MAQ.	30 días	20 octubre 2020	23 noviembre 2020	34 días	23 octubre 2020	1 diciembre 2020
RELLENO COMPACTADO C/MATERIAL DE PRESTAMO	RELLENO COMPACTADO C/MATERIAL DE PRESTAMO	25 días	12 noviembre 2020	10 diciembre 2020	25 días	12 noviembre 2020	10 diciembre 2020
ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE DM=5Km	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE DM=5Km	20 días	24 noviembre 2020	16 diciembre 2020	24 días	2 diciembre 2020	29 diciembre 2020
PAVIMENTO FLEXIBLE	PAVIMENTO FLEXIBLE	104 días	4 enero 2021	4 mayo 2021	137 días	20 abril 2021	25 septiembre 2021
MOVIMIENTO DE TIERRAS	MOVIMIENTO DE TIERRAS	59 días	4 enero 2021	12 marzo 2021	67 días	20 abril 2021	6 julio 2021
PERFILADO Y COMPACTADO DE LA SUB RASANTE	PERFILADO Y COMPACTADO DE LA SUB RASANTE	35 días	4 enero 2021	12 febrero 2021	31 días	20 abril 2021	25 mayo 2021
CONFORMACION DE BASE GRANULAR H=0.20m	CONFORMACION DE BASE GRANULAR H=0.20m	35 días	1 febrero 2021	12 marzo 2021	53 días	6 mayo 2021	6 julio 2021
TRANSPORTE DE BASE GRANULAR	TRANSPORTE DE BASE GRANULAR	25 días	25 enero 2021	22 febrero 2021	27 días	1 mayo 2021	1 junio 2021
IMPRIMACION ASFÁLTICA	IMPRIMACION ASFÁLTICA	16 días	8 marzo 2021	25 marzo 2021	23 días	1 julio 2021	27 julio 2021
IMPRIMACION ASFÁLTICA	IMPRIMACION ASFÁLTICA	12 días	8 marzo 2021	20 marzo 2021	19 días	1 julio 2021	22 julio 2021
ARENADO DE IMPRIMACION	ARENADO DE IMPRIMACION	12 días	10 marzo 2021	23 marzo 2021	19 días	3 julio 2021	24 julio 2021
BARRIDO DE SUPERFICIE IMPRIMADA	BARRIDO DE SUPERFICIE IMPRIMADA	12 días	12 marzo 2021	25 marzo 2021	19 días	6 julio 2021	27 julio 2021
CARPETA ASFÁLTICA EN CALIENTE	CARPETA ASFÁLTICA EN CALIENTE	53 días	4 marzo 2021	4 mayo 2021	78 días	28 junio 2021	25 septiembre 2021
PREPARACION DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE	PREPARACION DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE	40 días	4 marzo 2021	19 abril 2021	23 días	28 junio 2021	23 julio 2021
CARGUIO MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE	CARGUIO MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE	33 días	26 marzo 2021	3 mayo 2021	42 días	28 julio 2021	14 septiembre 2021
TRANSPORTE DE MEZCLA ASFÁLTICA A OBRA	TRANSPORTE DE MEZCLA ASFÁLTICA A OBRA	33 días	27 marzo 2021	4 mayo 2021	40 días	29 julio 2021	13 septiembre 2021
ESPARCIDO Y COMPACTADO - CARPETA ASFÁLTICA (E=0.05)	ESPARCIDO Y COMPACTADO - CARPETA ASFÁLTICA (E=0.05)	32 días	29 marzo 2021	4 mayo 2021	50 días	30 julio 2021	25 septiembre 2021

Nota. Adaptación propia

Los tiempos estimados para la vía según la metodología BIM, contempla la interacción con los elementos diseñados por el programa Civil 3D y los datos métricos que se obtengan del mismo.

La metodología convencional contempla cuadros de metrados realizados por el programa Civil 3D, pero no presenta un entorno colaborativo con la programación.

4.2.3.2. Comparación de programación de actividades para puente vehicular

Tabla 23

Comparación de fechas y tiempo de estimación para el cronograma de puente vehicular.

ACTIVIDADES PARA CADA ELEMENTO		ESTIMACION DE DURACION EN LA PROGRAMACION					
METODOLOGIA CONVENCIONAL	METODOLOGIA BIM	METODOLOGIA CONVENCIONAL			METODOLOGIA BIM		
		Días hábiles	Comienzo	Fin	Días hábiles	Comienzo	Fin
PUENTE VEHICULAR		134 días	6 octubre 2020	10 marzo 2021	134 días	6 octubre 2020	10 marzo 2021
ESTRIBOS	ZAPATA	98 días	17 octubre 2020	8 febrero 2021	37 días	17 octubre 2020	28 noviembre 2020
SOLADO PARA ZAPATAS $f_c=100$ Kg/cm ²	SOLADO PARA ZAPATAS $f_c=100$ Kg/cm ² e 0.10m	4 días	26 octubre 2020	29 octubre 2020	4 días	19 octubre 2020	22 octubre 2020
ACERO DE REFUERZO $f_y=4,200$ Kg/cm ²	ACERO DE REFUERZO $f_y=4,200$ Kg/cm ²	16 días	23 octubre 2020	10 noviembre 2020	16 días	23 octubre 2020	10 noviembre 2020
CONCRETO $f_c=210$ kg/cm ² BAJO AGUA	CONCRETO BAJO AGUA $f_c=210$ kg/cm ²	7 días	21 noviembre 2020	28 noviembre 2020	18 días	9 noviembre 2020	28 noviembre 2020
EXCAVACION P/ESTRUCTURAS EN MATERIAL COMUN EN SECO	EXCAVACION DE ZAPATA	7 días	17 octubre 2020	24 octubre 2020	3 días	15 octubre 2020	17 octubre 2020
	ENCOFRADO CARA NO VISTA BAJO AGUA				13 días	26 octubre 2020	9 noviembre 2020
ESTRIBOS	ESTRIBOS	122 días	20 octubre 2020	10 marzo 2021	12 días	11 noviembre 2020	24 noviembre 2020
ACERO DE REFUERZO $f_y=4,200$ Kg/cm ²	ACERO DE REFUERZO $f_y=4,200$ Kg/cm ²	10 días	30 octubre 2020	10 noviembre 2020	12 días	11 noviembre 2020	24 noviembre 2020
ENCOFRADO CARA NO VISTA BAJO AGUA	ENCOFRADO CARA NO VISTA BAJO AGUA	5 días	11 noviembre 2020	16 noviembre 2020	8 días	25 noviembre 2020	3 diciembre 2020
ENCOFRADO CARA NO VISTA EN SECO	ENCOFRADO CARA NO VISTA EN SECO	5 días	13 noviembre 2020	18 noviembre 2020	7 días	4 diciembre 2020	11 diciembre 2020
ENCOFRADO CARA VISTA EN SECO	ENCOFRADO CARA VISTA EN SECO	5 días	16 noviembre 2020	20 noviembre 2020	5 días	12 diciembre 2020	17 diciembre 2020
CONCRETO $f_c=210$ kg/cm ² EN SECO	CONCRETO $f_c=210$ kg/cm ² EN SECO	7 días	23 enero 2021	30 enero 2021	20 días	18 diciembre 2020	9 enero 2021
RELLENO DE ESTRUCTURAS CON MATERIAL DE CANTERA	RELLENO DE ESTRUCTURAS CON MATERIAL DE CANTERA	6 días	26 enero 2021	1 febrero 2021	8 días	4 enero 2021	12 enero 2021
RELLENO DE ESTRUZZO CON MATERIAL PROPIO	RELLENO DE ESTRUCTURAS CON MATERIAL PROPIO	6 días	28 enero 2021	3 febrero 2021	5 días	6 enero 2021	11 enero 2021
ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE D<1 Km	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE D<1 Km	4 días	4 febrero 2021	8 febrero 2021	6 días	12 enero 2021	18 enero 2021
VIGAS METALICAS	VIGAS METALICAS	82 días	20 octubre 2020	22 enero 2021	72 días	20 octubre 2020	11 enero 2021
FABRICACION DE VIGAS METALICAS	FABRICACION DE VIGAS METALICAS	36 días	20 octubre 2020	8 diciembre 2020	29 días	20 octubre 2020	30 noviembre 2020
PINTURA DE ESTRUCTURAS METALICAS	PINTURA DE ESTRUCTURAS METALICAS	15 días	27 noviembre 2020	14 diciembre 2020	2 días	30 noviembre 2020	1 diciembre 2020
TRANSPORTE DE ESTRUCTURA METALICA	TRANSPORTE DE ESTRUCTURA METALICA	4 días	15 diciembre 2020	18 diciembre 2020	1 día	2 diciembre 2020	2 diciembre 2020
MONTAJE ESTRUCTURAS METALICAS INC.EMPALME	MONTAJE ESTRUCTURAS METALICAS INC.EMPALME	30 días	19 diciembre 2020	22 enero 2021	1 día	11 enero 2021	11 enero 2021
LOSAS Y VEREDAS DE CONCRETO	LOSAS Y VEREDAS DE CONCRETO	25 días	18 enero 2021	15 febrero 2021	25 días	12 enero 2021	9 febrero 2021
ENCOFRADO CARA VISTA EN SECO	ENCOFRADO CARA VISTA EN SECO	8 días	18 enero 2021	26 enero 2021	8 días	12 enero 2021	20 enero 2021
ACERO DE REFUERZO $f_y=4,200$ Kg/cm ¹	ACERO DE REFUERZO $f_y=4,200$ Kg/cm ²	10 días	27 enero 2021	6 febrero 2021	10 días	21 enero 2021	1 febrero 2021
CONCRETO $f_c=280$ Kg/cm ² SUPERESTRUCTURA	CONCRETO $f_c=280$ Kg/cm ² SUPERESTRUCTURA	7 días	8 febrero 2021	15 febrero 2021	7 días	2 febrero 2021	9 febrero 2021

Nota. Adaptación propia

Para la estimación del tiempo de duración de las actividades requeridas para el puente vehicular se utilizó el programa Revit para tener la cuantificación de los materiales y luego formar un entorno colaborativo con el programa Naviswork.

Mientras que para la metodología convencional se utiliza el programa ACAD para la cuantificación de los materiales y no presenta un entorno colaborativo con el cronograma del proyecto.



4.2.3.3. Comparación de programación de actividades para muros de contención

Tabla 24

Comparación de fechas y tiempo de estimación para el cronograma de los muros de contención.

ACTIVIDADES PARA CADA ELEMENTO		ESTIMACION DE DURACION EN LA PROGRAMACION							
METODOLOGIA CONVENCIONAL	METODOLOGIA BIM	METODOLOGIA CONVENCIONAL				METODOLOGIA BIM			
		Días hábiles	Comienzo	Fin	Días hábiles	Comienzo	Fin		
MUROS DE CONTENCIÓN		85 días	20 octubre 2020	26 enero 2021	169 días	20 octubre 2020	4 mayo 2021		
MOVIMIENTO DE TIERRA (GENERAL)	MOVIMIENTO DE TIERRA MURO TIPO 1	20 días	20 octubre 2020	11 noviembre 2020	40 días	20 octubre 2020	4 diciembre 2020		
EXCAVACION DE TERRENO NORMAL	EXCAVACION DE TERRENO NORMAL	10 días	20 octubre 2020	30 octubre 2020	6 días	20 octubre 2020	26 octubre 2020		
REFINE, NIVELACION Y COMPACTACION	REFINE, NIVELACION Y COMPACTACION	7 días	26 octubre 2020	2 noviembre 2020	7 días	26 octubre 2020	2 noviembre 2020		
RELLENO COMPACTADO MASIVO PARA MC CON MATERIAL PI	RELLENO COMPACTADO MASIVO PARA MC CON MATERIAL P	5 días	3 noviembre 2020	7 noviembre 2020	5 días	3 noviembre 2020	7 noviembre 2020		
ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE C/MAQUINA	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE C/MAQUINA	3 días	9 noviembre 2020	11 noviembre 2020	3 días	9 noviembre 2020	11 noviembre 2020		
	MOVIMIENTO DE TIERRA MURO TIPO 2				40 días	20 octubre 2020	4 diciembre 2020		
	EXCAVACION DE TERRENO NORMAL				14 días	20 octubre 2020	4 noviembre 2020		
	REFINE, NIVELACION Y COMPACTACION				19 días	26 octubre 2020	16 noviembre 2020		
	RELLENO COMPACTADO MASIVO PARA MC CON MATERIAL PROPIO				7 días	17 noviembre 2020	24 noviembre 2020		
	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE C/MAQUINA				9 días	25 noviembre 2020	4 diciembre 2020		
OBRAS DE CONCRETO SIMPLE	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE MURO TIPO 2	15 días	3 noviembre 2020	19 noviembre 2020	82 días	25 noviembre 2020	27 febrero 2021		
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA ZAPATAS	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA ZAPATAS	10 días	3 noviembre 2020	13 noviembre 2020	11 días	25 noviembre 2020	7 diciembre 2020		
	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA PANTALLA				67 días	8 diciembre 2020	23 febrero 2021		
CONCRETO CICLOPEO PARA MUROS DE CONTENCIÓN FC=17	CONCRETO CICLOPEO PARA MUROS DE CONTENCIÓN FC=17	10 días	9 noviembre 2020	19 noviembre 2020	48 días	4 enero 2021	27 febrero 2021		
OBRAS DE CONCRETO ARMADO	OBRAS DE CONCRETO ARMADO MURO TIPO 1	38 días	20 noviembre 2020	2 enero 2021	43 días	1 marzo 2021	19 abril 2021		
ZAPATAS	ZAPATAS	20 días	20 noviembre 2020	12 diciembre 2020	20 días	1 marzo 2021	23 marzo 2021		
ACERO, fy=4200 kg/cm2, PARA ZAPATA	ACERO, fy=4200 kg/cm2, PARA ZAPATA	10 días	20 noviembre 2020	1 diciembre 2020	20 días	1 marzo 2021	23 marzo 2021		
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA ZAPATAS	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA ZAPATAS	10 días	26 noviembre 2020	7 diciembre 2020	5 días	6 marzo 2021	11 marzo 2021		
CONCRETO fc=210 KG/CM2, PARA ZAPATAS	CONCRETO fc=210 KG/CM2, PARA ZAPATAS	10 días	2 diciembre 2020	12 diciembre 2020	8 días	12 marzo 2021	20 marzo 2021		
PANTALLA	PANTALLA	25 días	5 diciembre 2020	2 enero 2021	20 días	27 marzo 2021	19 abril 2021		
ACERO, fy=4200 kg/cm2, PARA PANTALLA	ACERO, fy=4200 kg/cm2, PARA PANTALLA	10 días	5 diciembre 2020	16 diciembre 2020	15 días	27 marzo 2021	13 abril 2021		
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA PANTALLA	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA PANTALLA	10 días	11 diciembre 2020	22 diciembre 2020	15 días	2 abril 2021	19 abril 2021		
CONCRETO fc=210 KG/CM2, PARA PANTALLA	CONCRETO fc=210 KG/CM2, PARA PANTALLA	10 días	17 diciembre 2020	28 diciembre 2020	7 días	8 abril 2021	15 abril 2021		
SOLAQUEADO DE MUROS DE CONTENCIÓN Y PARAPETO (AR)	SOLAQUEADO DE MUROS DE CONTENCIÓN Y PARAPETO (AR)	10 días	23 diciembre 2020	2 enero 2021	5 días	14 abril 2021	19 abril 2021		
VARIOS	VARIOS	25 días	29 diciembre 2020	26 enero 2021	16 días	16 abril 2021	4 mayo 2021		
CURADO DE CONCRETO CON ADITIVO	CURADO DE CONCRETO CON ADITIVO	10 días	29 diciembre 2020	8 enero 2021	16 días	16 abril 2021	4 mayo 2021		
DRENAJE CON GRAVA FILTRANTE (1/2"-3/4")	DRENAJE CON GRAVA FILTRANTE (1/2"-3/4")	5 días	4 enero 2021	8 enero 2021	2 días	22 abril 2021	23 abril 2021		
TUBERIA PARA DRENAJE DE PVC D=2"	TUBERIA PARA DRENAJE DE PVC D=2"	5 días	29 diciembre 2020	2 enero 2021	5 días	16 abril 2021	21 abril 2021		
JUNTAS ASFÁLTICA, E=1"	JUNTAS ASFÁLTICA, E=1"	10 días	4 enero 2021	14 enero 2021	2 días	20 abril 2021	21 abril 2021		
JUNTA DE CONSTRUCCIÓN CON TEKNOPORT, E=2"	JUNTA DE CONSTRUCCIÓN CON TEKNOPORT, E=2"	10 días	15 enero 2021	26 enero 2021	11 días	22 abril 2021	4 mayo 2021		

Nota. Adaptación propia

Es tiempo estimados según la metodología BIM 4D se realizó con Revit y Naviswork presentando un entorno colaborativo para establecer el orden de las actividades y la duración de estas.

En tanto la metodología convencional uso el diseño realizado en Acad para la cuantificación y generaliza las actividades que necesita los muros de contención, debido a que son dos tipos de muros y el muro tipo 1 está ubicado casis al inicio del proyecto estos deben estar separado para que no haya retrasos en la obra.

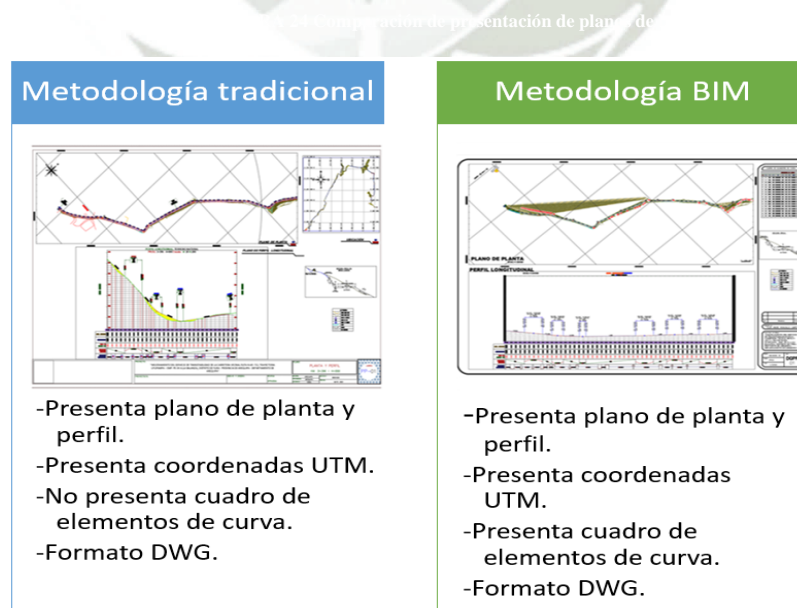
4.2.4. Cuadro comparativo de presentación de documentos y archivos

La presentación de archivos y documentos es importante para el desarrollo del proyecto en la etapa de ejecución, ya que de ellos se desprenden los elementos y actividades requeridos para el desarrollo del proyecto de infraestructura vial.

4.2.4.1. Comparación de presentación de documentos y archivos para la vía.

Planos obtenidos por la metodología convencional y BIM

Figura 27 Comparación de presentación de planos de la vía



Nota. Adaptación propia

En los lineamientos de la metodología BIM para la vía también se establece el trabajo colaborativo de la representación 3D del proyecto y este se da con el software InfraWorks.

La visualización de los planos generados según la metodología BIM de la vía está en los anexos.

Figura 28 Parte del modelo 3D de la vía.



Nota. Adaptación propia

Archivos obtenidos por la metodología convencional y BIM

Figura 29 Archivos para la vía según la metodología convencional y BIM

FIGURA 26 Archivos para la vía según la metodología convencional y BIM

Nombre	Nombre
16.01.01 UBICACION UYUPAMPA	1. FAHL-SDG-P2-DGUBICACION-P01.1
16.01.02 PERFIL Y PLANTA	2. FAHL-SDG-P2-DGPP-P01.1
16.01.03 SECCION TIPICA	3. FAHL-SDG-P2-DGST-P01.1
16.01.04 SECCIONES TRANSVERSALES AUTOCAD	4. FAHL-SDG-P2-DGSECCION TIPICA-P01.1
	5. INFRAWORKS 3D VIA

Metodología
tradicional

Metodología BIM

Nota. Adaptación propia

La metodología BIM presenta un orden de identificación para cada archivo establecido en el ANEXO N°1, y establece la colaboración entre programas para mayor visualización del diseño de la vía.

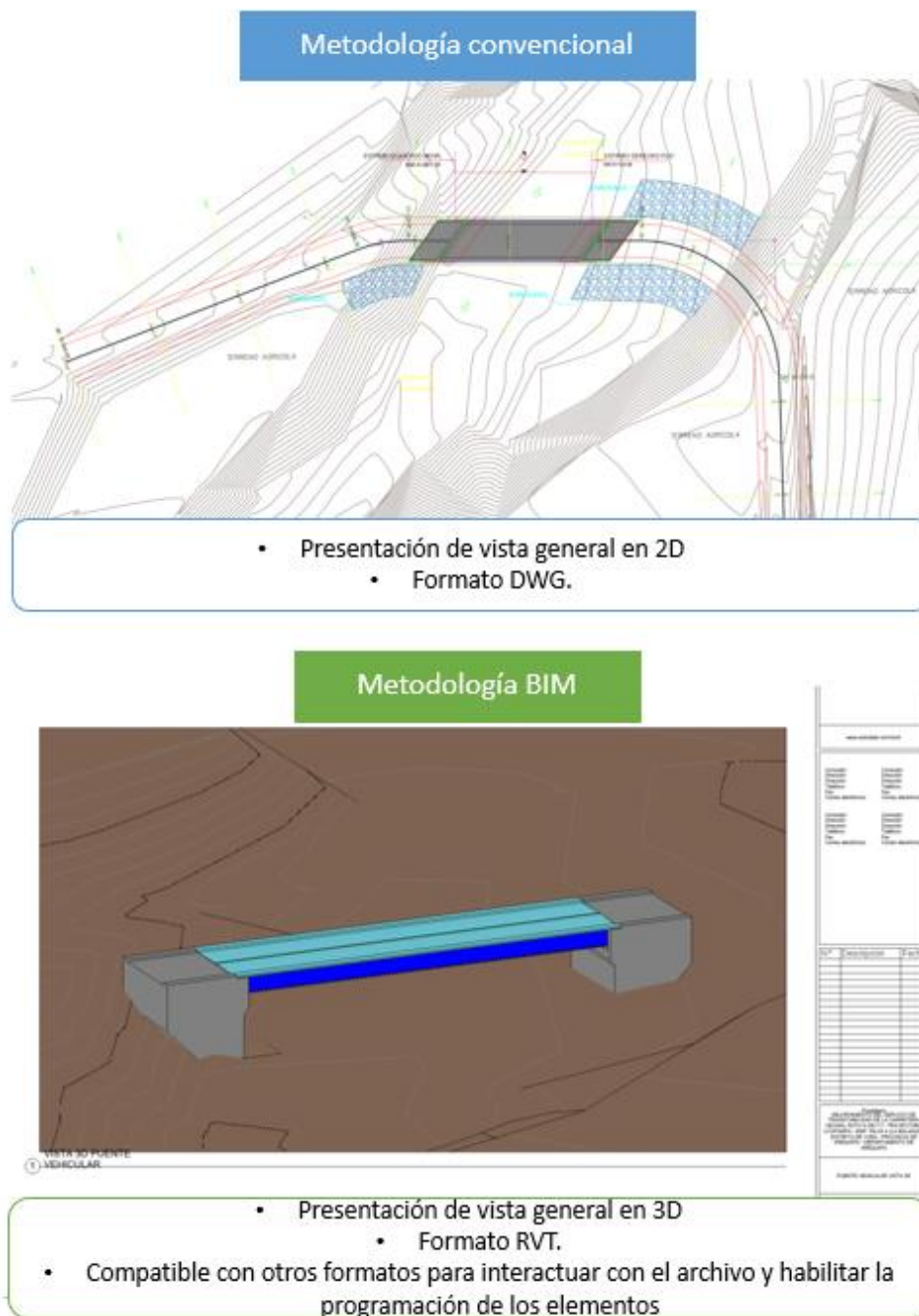
4.2.4.2. Comparación de presentación de documentos y archivos para el puente vehicular.

Se presenta la comparación de los documentos obtenidos por metodología convencional y por la metodología BIM.



Vista general del puente vehicular.

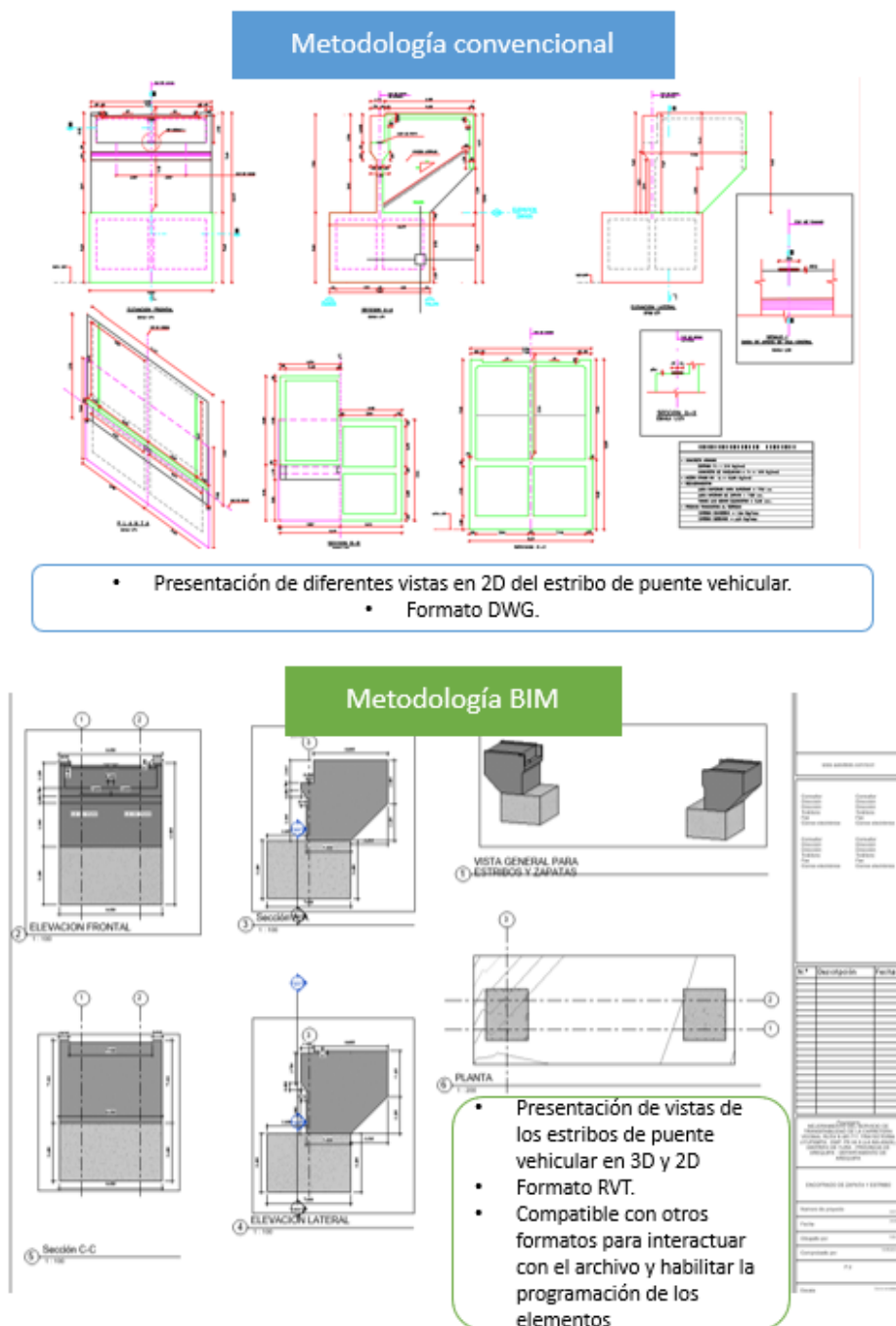
Figura 30 Comparación de presentación de planos de puente vehicular- Vista general



Nota. Adaptación propia

Encofrado de zapata y estribo

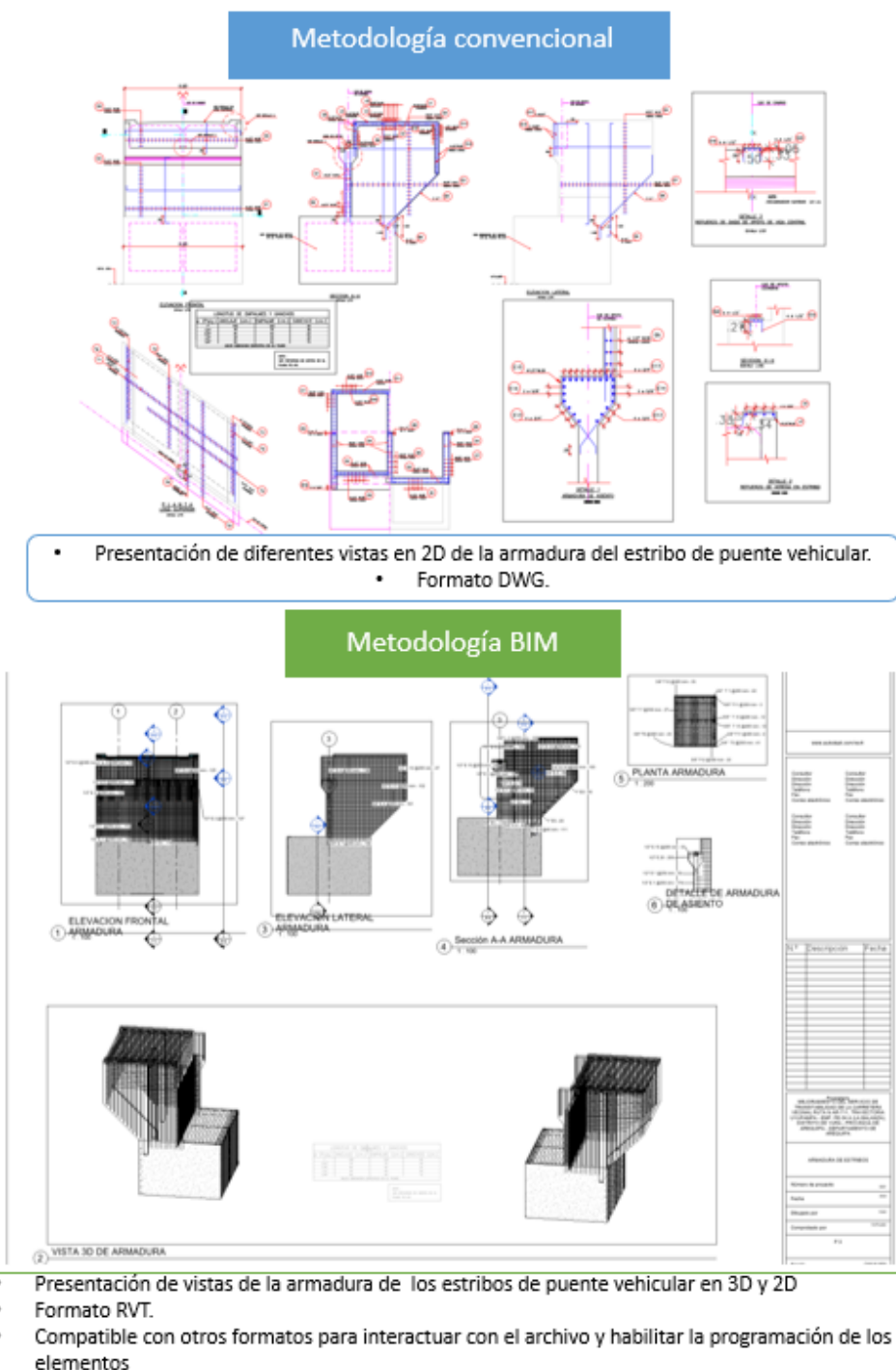
Figura 31 Comparación de presentación de planos de puente vehicular-
Encofrado de zapata y estribo



Nota. Adaptación propia

Armadura de estribo

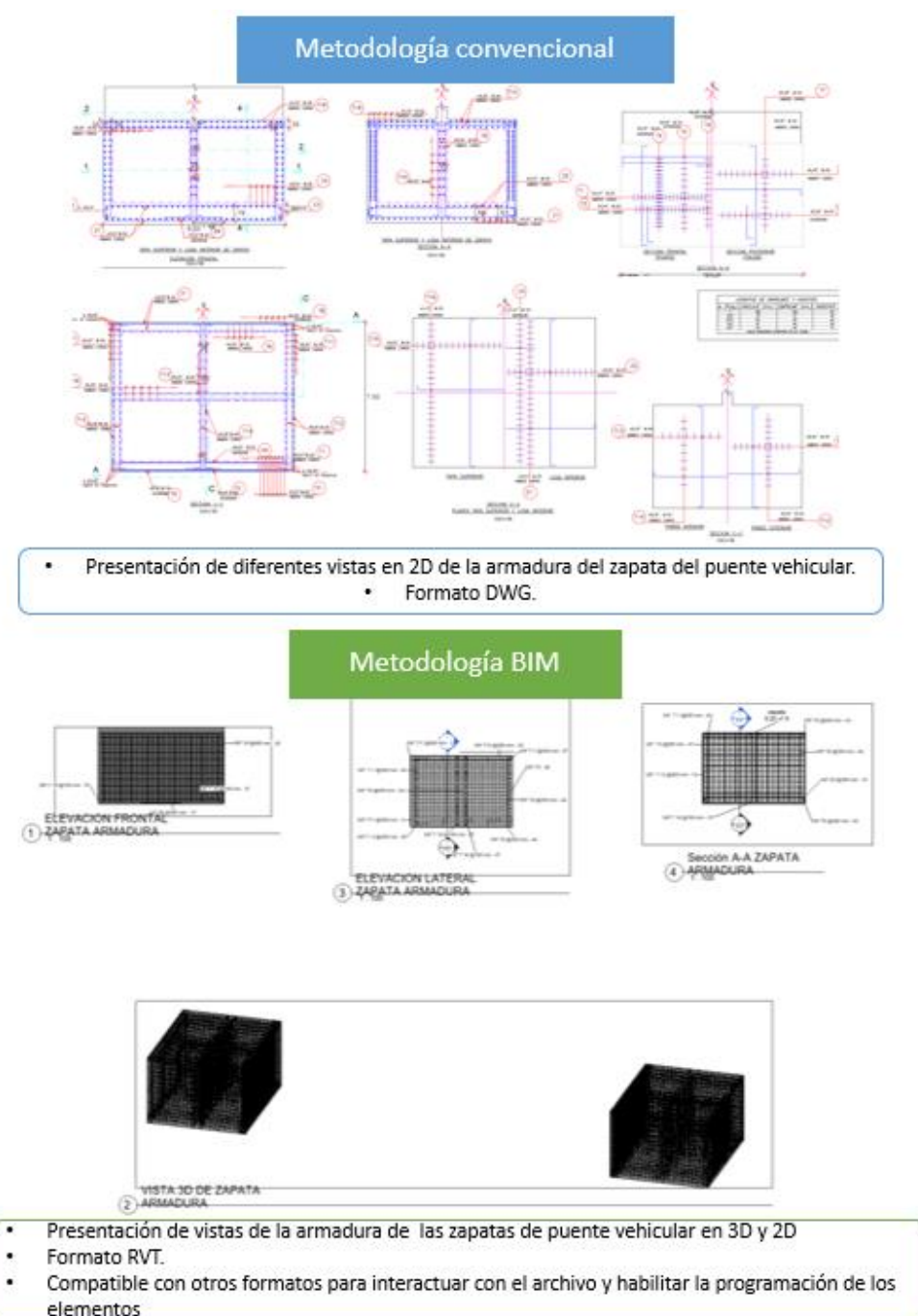
Figura 32 Comparación de presentación de planos de puente vehicular-
Armadura de estribo



Nota. Adaptación propia

Armadura de zapata

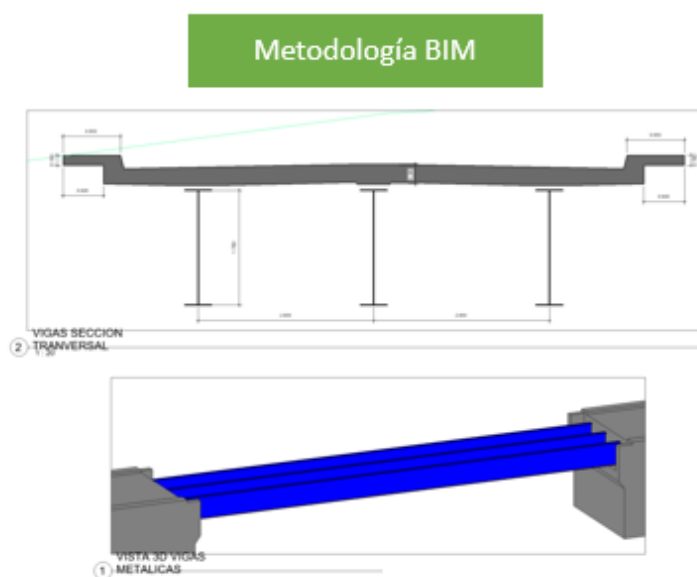
Figura 33 Comparación de presentación de planos de puente vehicular-
Armadura de zapata



Nota. Adaptación propia.

Vigas metálicas

Figura 34 Comparación de presentación de planos de puente vehicular- Vigas metálicas

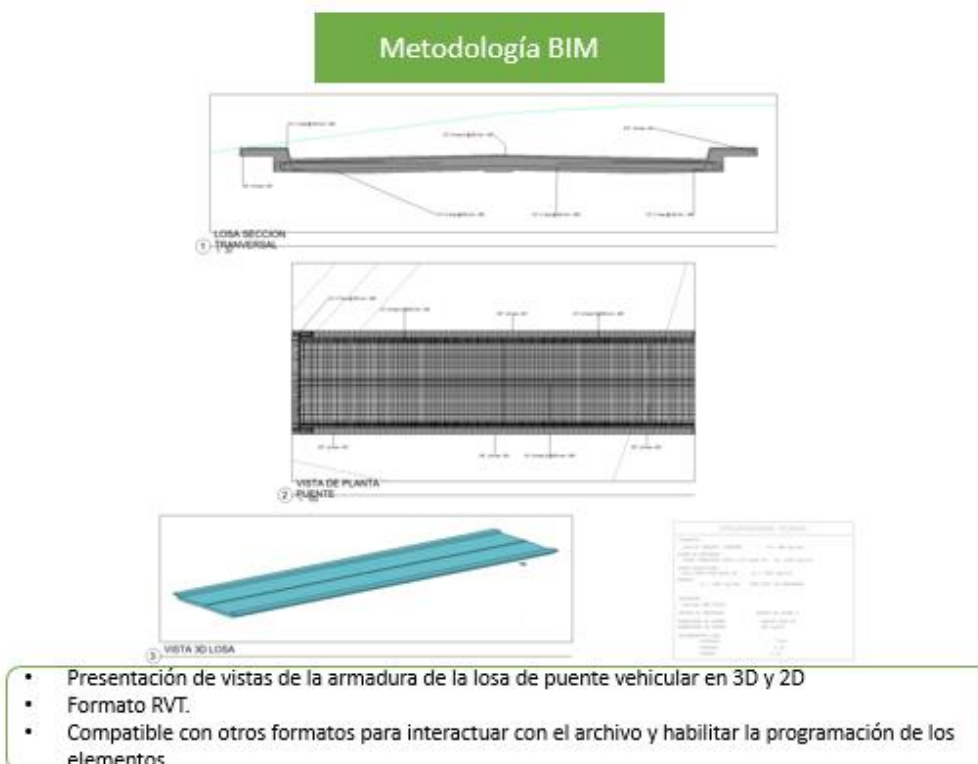
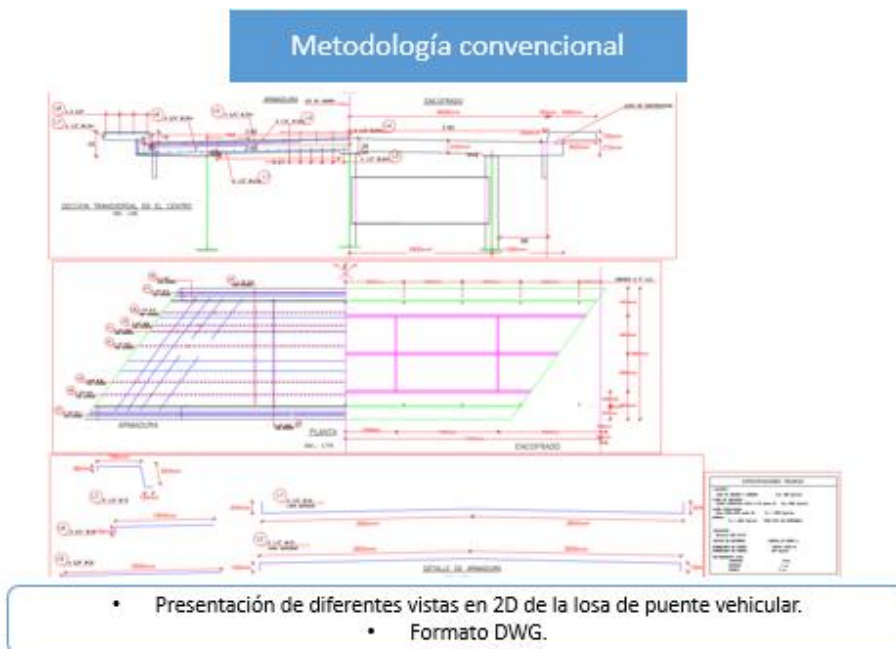


- Presentación de vistas de las vigas de puente vehicular en 3D y 2D
- Formato RVT.
- Compatible con otros formatos para interactuar con el archivo y habilitar la programación de los elementos

Nota. Adaptación propia

Losa

Figura 35 Comparación de presentación de planos de puente vehicular- Losa

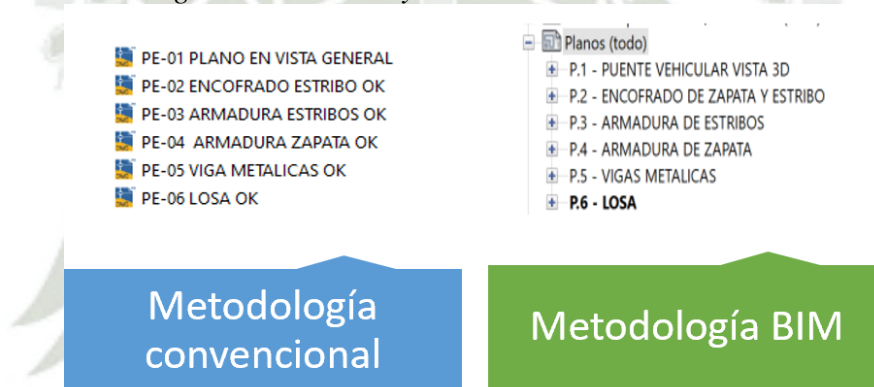


Nota. Adaptación propia

Se puede observar la diferencia en la presentación de planos de las dos metodologías siendo más notable como la metodología BIM presenta una vista 3D que ayuda a la comprensión de los elementos necesarios para el puente vehicular esto ayuda a tener en cuenta todas las actividades necesarias para estimar la duración en la programación del proyecto.

En la siguiente figura se aprecia el orden de los archivos generados para cada metodología, para la metodología BIM se sigue un código de identificación establecido en el ANEXO 1.

Figura 36 Archivos para el puente vehicular según la metodología convencional y BIM



Nota. Adaptación propia

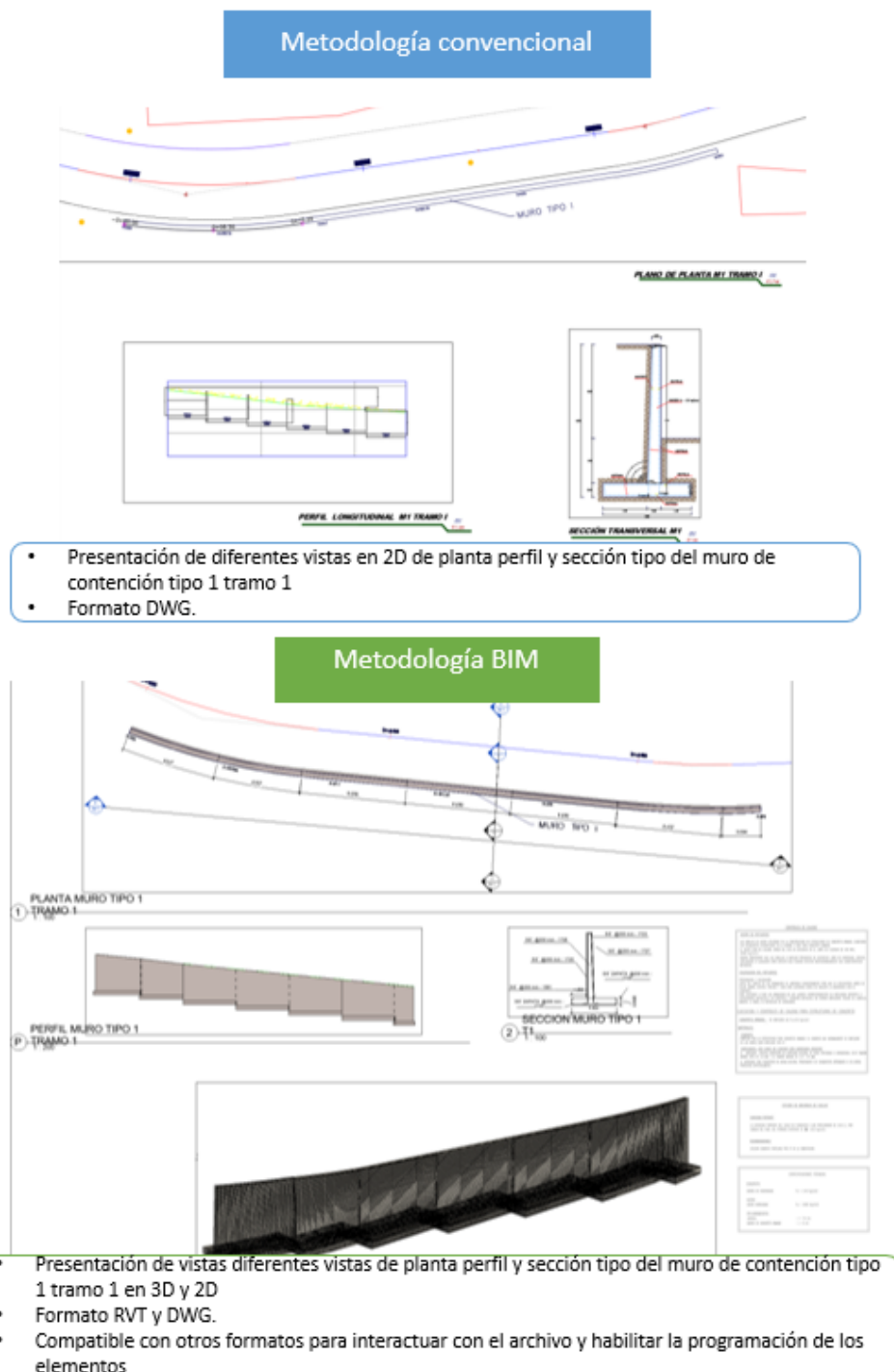
Para mejorar la visualización de los planos obtenidos por cada metodología se presentan en la sección de ANEXOS.

4.2.4.3. Comparación de presentación de documentos y archivos para los muros de contención.

Para los muros de contención se presenta la comparación de los archivos generados por las diferentes metodologías en las siguientes imágenes.

MURO TIPO 1

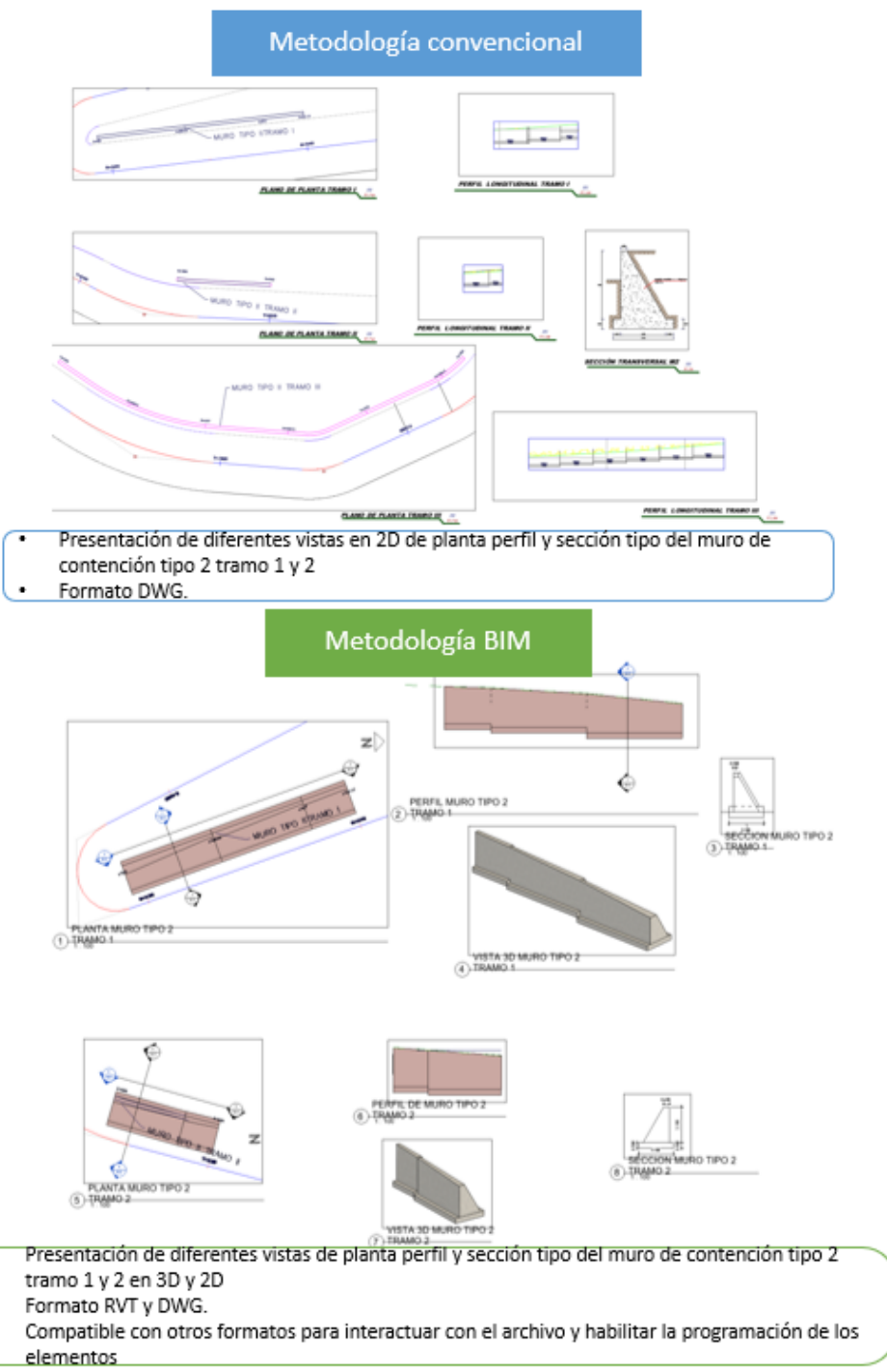
Figura 37 Comparación de presentación de planos de muros de contención-Tipo 1 tramo 1



Nota. Adaptación propia

MURO TIPO 2

Figura 38 Comparación de presentación de planos de muros de contención-Tipo 2 tramo 1 y 2



Nota. Adaptación propia

El listado de archivos generados para los muros de contención según cada metodología se presenta en la siguiente figura.

Figura 39 Archivos para los muros de contención según la metodología convencional y BIM

Nombre	Nombre
 16.02.01 PLANO DE ESTRUCTURAS MUROS DE CONTENCIÓN	 1.FAHL-SE-(P2 Y M3)-M-P01.1
 16.02.02 PERFIL Y SECCIONES MUROS CORTE	 2.FAHL-SDG-P2-MSTCORTE-P01.1
 16.02.03 PERFIL Y SECCIONES MUROS RELLENO	 3.FAHL-SE-P2-MSTRELLENO-P01.1

Metodología
convencional

Metodología BIM

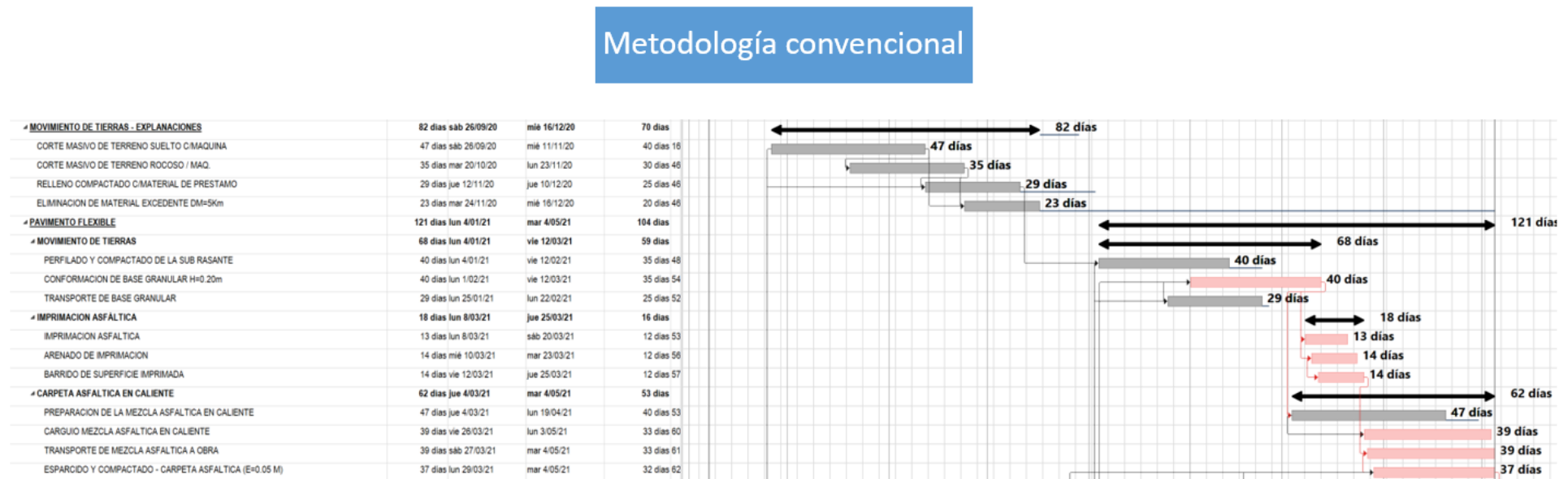
NOTA. Adaptación propia



4.2.4.4. Comparación de presentación de programación del proyecto.

4.2.4.4.1. VIA

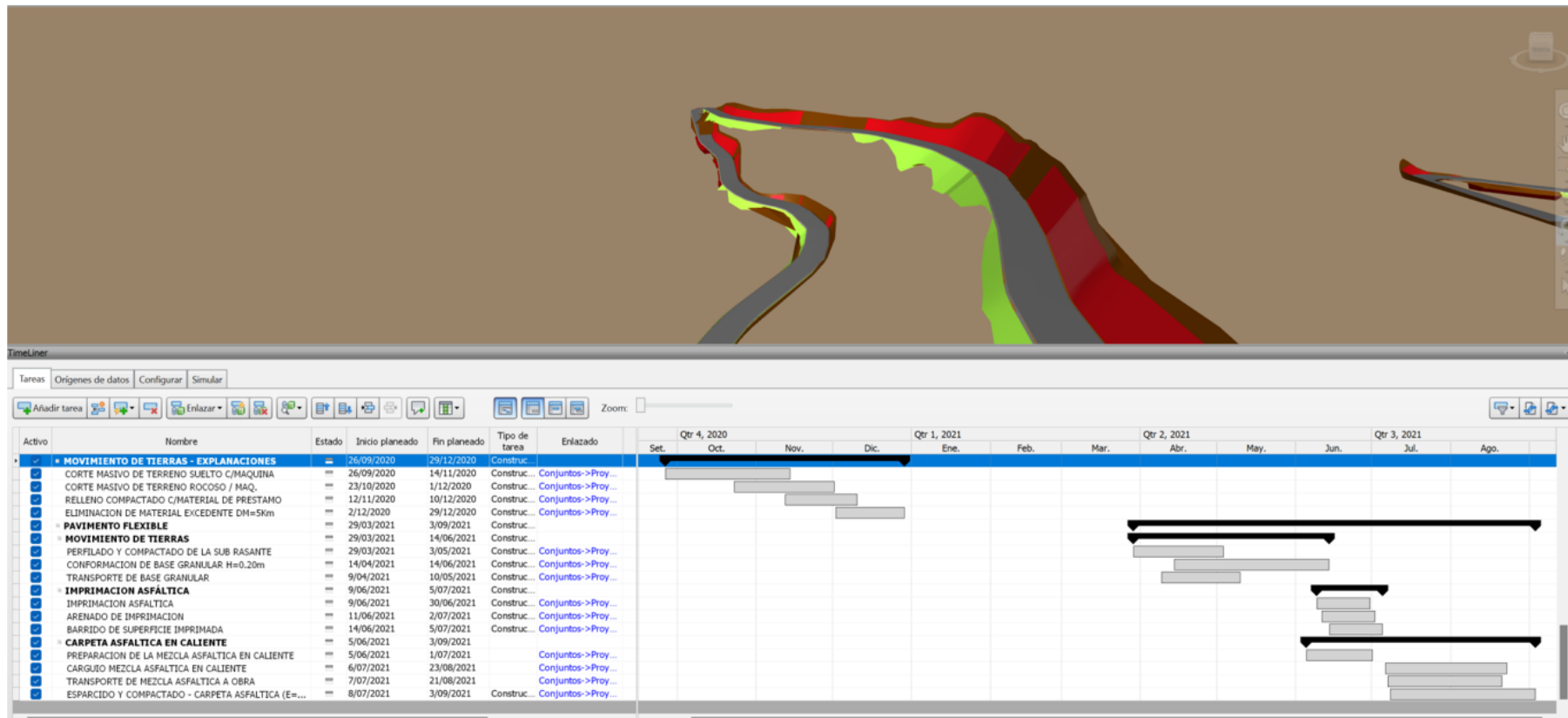
Figura 40 Comparación del cronograma de actividades para la vía-metodología convencional



Nota. Adaptación propia

Figura 41 Comparación del cronograma de actividades para la vía-metodología BIM 4D

Metodología BIM



Nota. Adaptación propia

Para la comparación del cronograma de las actividades para el elemento de la vía se puede ver que la metodología convencional adopta el diagrama de Gantt, mientras que el modelo según la metodología BIM 4D adopta además de la representación del diagrama de Gantt el modelado 3D el cual sirve para tener una mejor visión del proyecto ya que se puede ver en la realidad virtual los diferentes elementos necesarios del proyecto y tener una visión más clara de las actividades y del tiempo estimado para cada una de ellas.

4.2.4.4.2. Muros de contención

La imagen representa la comparación de la presentación de cada metodología con respecto a los muros de contención, ente caso se encontró que en el caso de la metodología convencional adopta actividades muy generales para el movimiento de tierras esto influye en el cronograma, porque en este proyecto tiene 2 tipos de muros los cuales están ubicados en diferentes tramos, y el generalizar las actividades para ambos no representaría el valor real del tiempo estimado para cada actividad.

Para los muros de contención

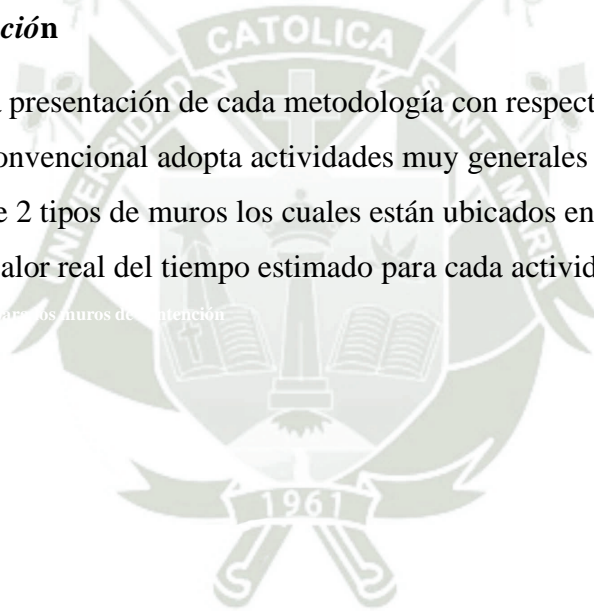
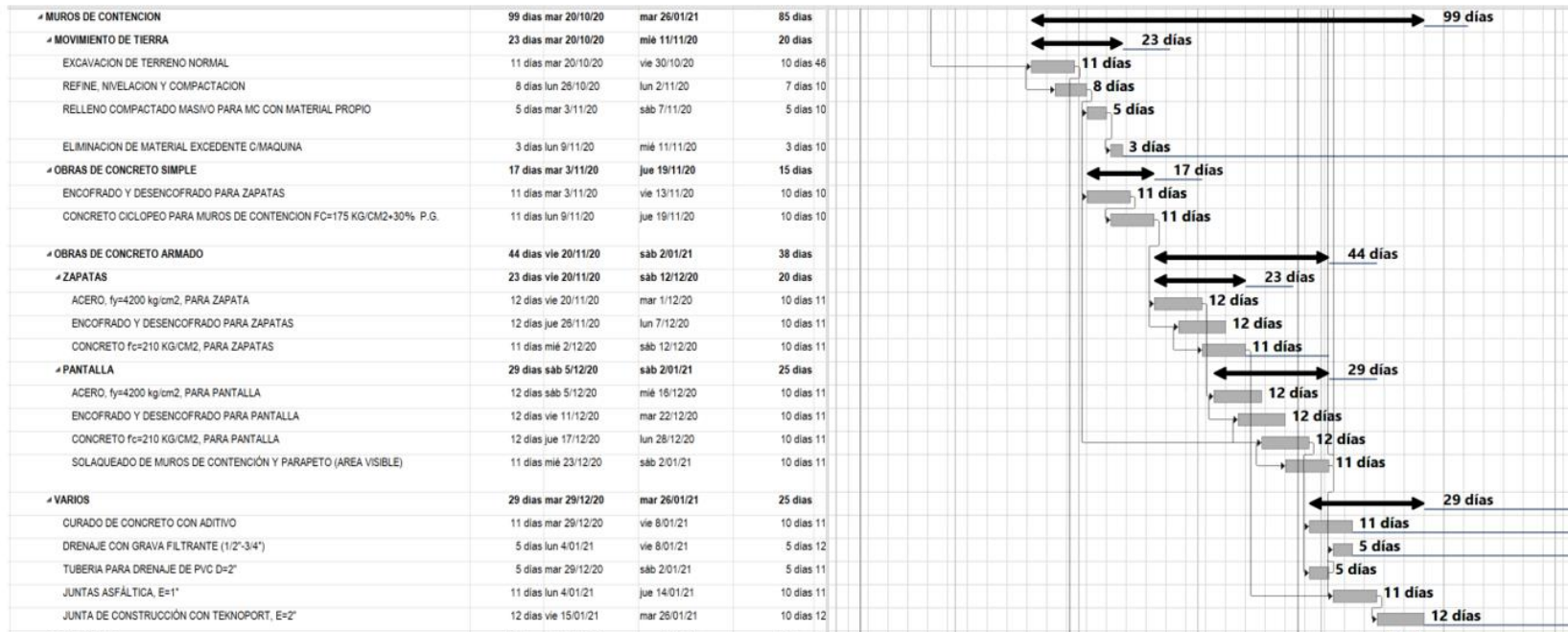


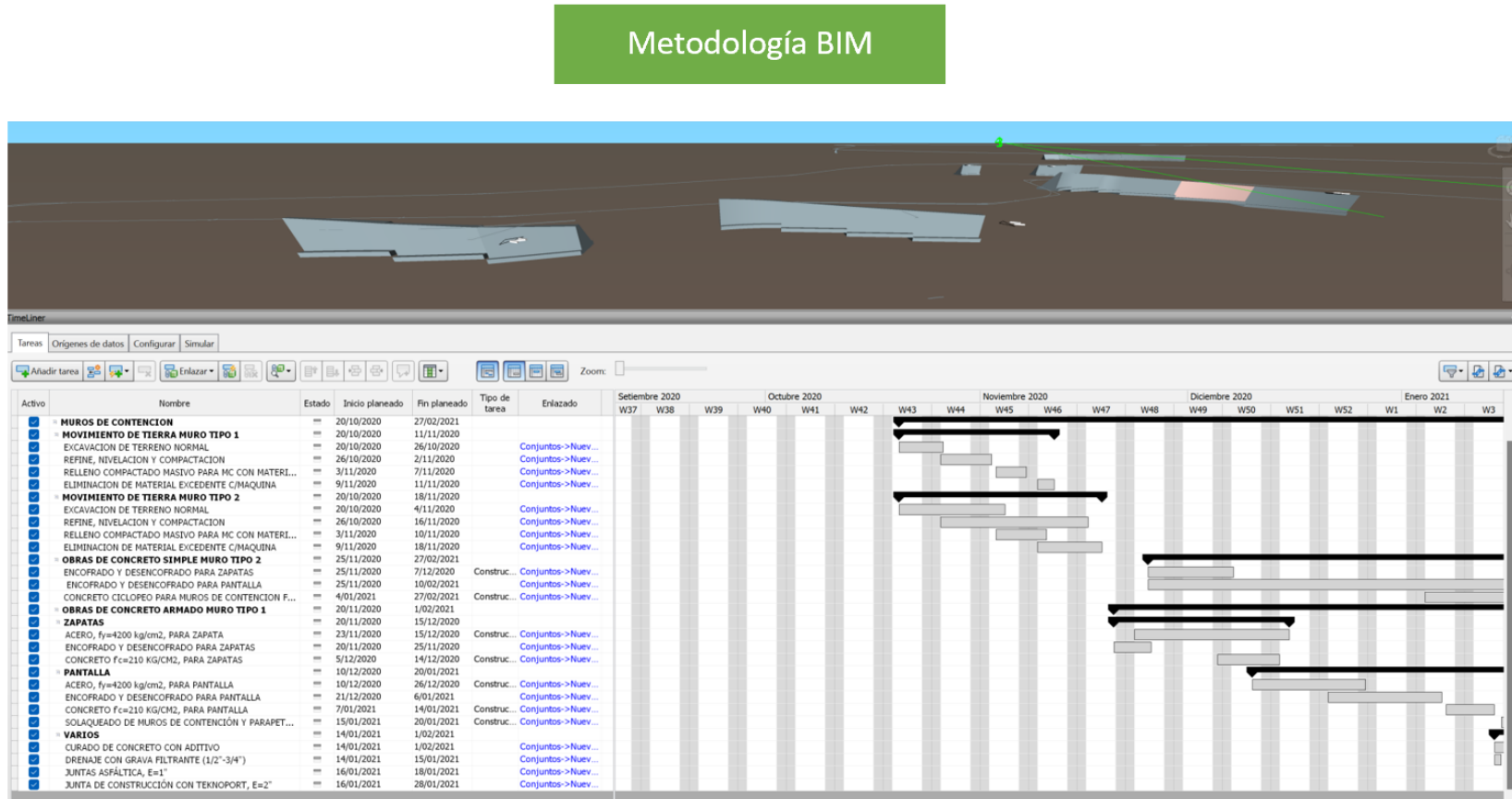
Figura 42 Comparación del cronograma de actividades para los muros de contención- Metodología Convencional

Metodología convencional



Nota. Adaptación propia

Figura 43 Comparación del cronograma de actividades para los muros de contención- Metodología BIM 4D



Nota. Adaptación propia

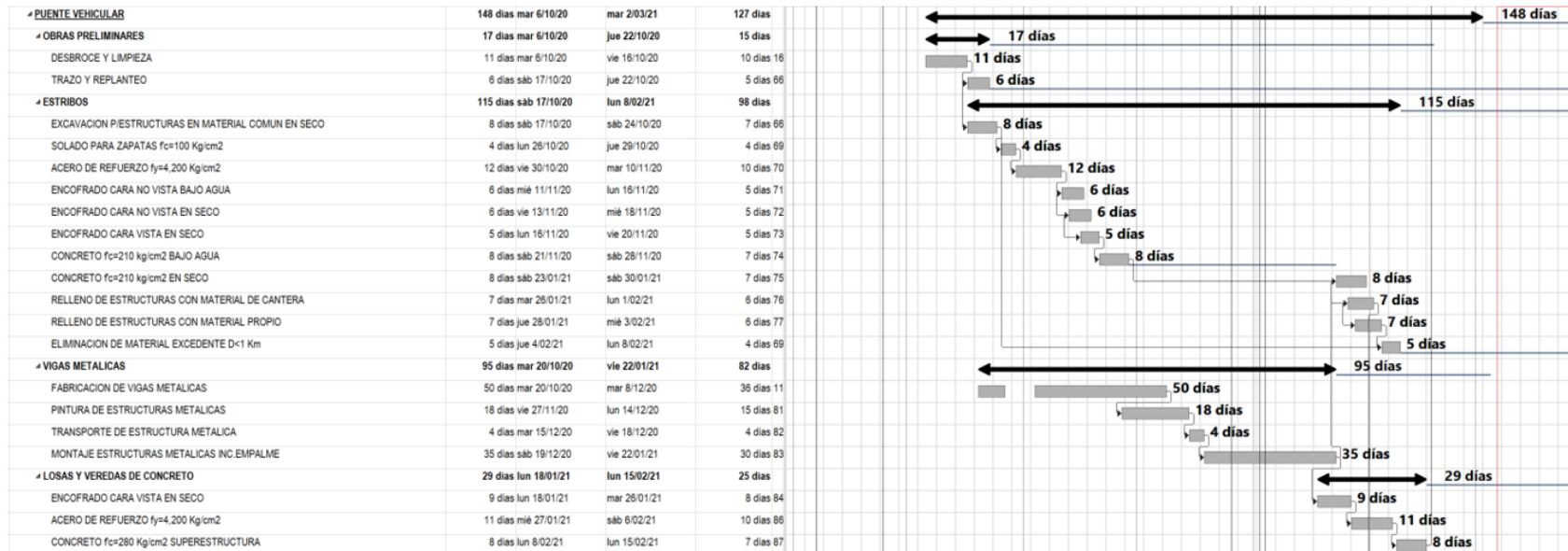
4.2.4.4.1. Puente vehicular

La comparación del cronograma para el puente vehicular presentada en la imagen se puede observar que bajo los lineamientos de la metodología BIM 4D el entorno colaborativo entre el modelado 3D y la programación logra un mayor campo de visualización de las actividades y de la estimación de días



Figura 44 Comparación del cronograma de actividades para el puente vehicular- Metodología Convencional

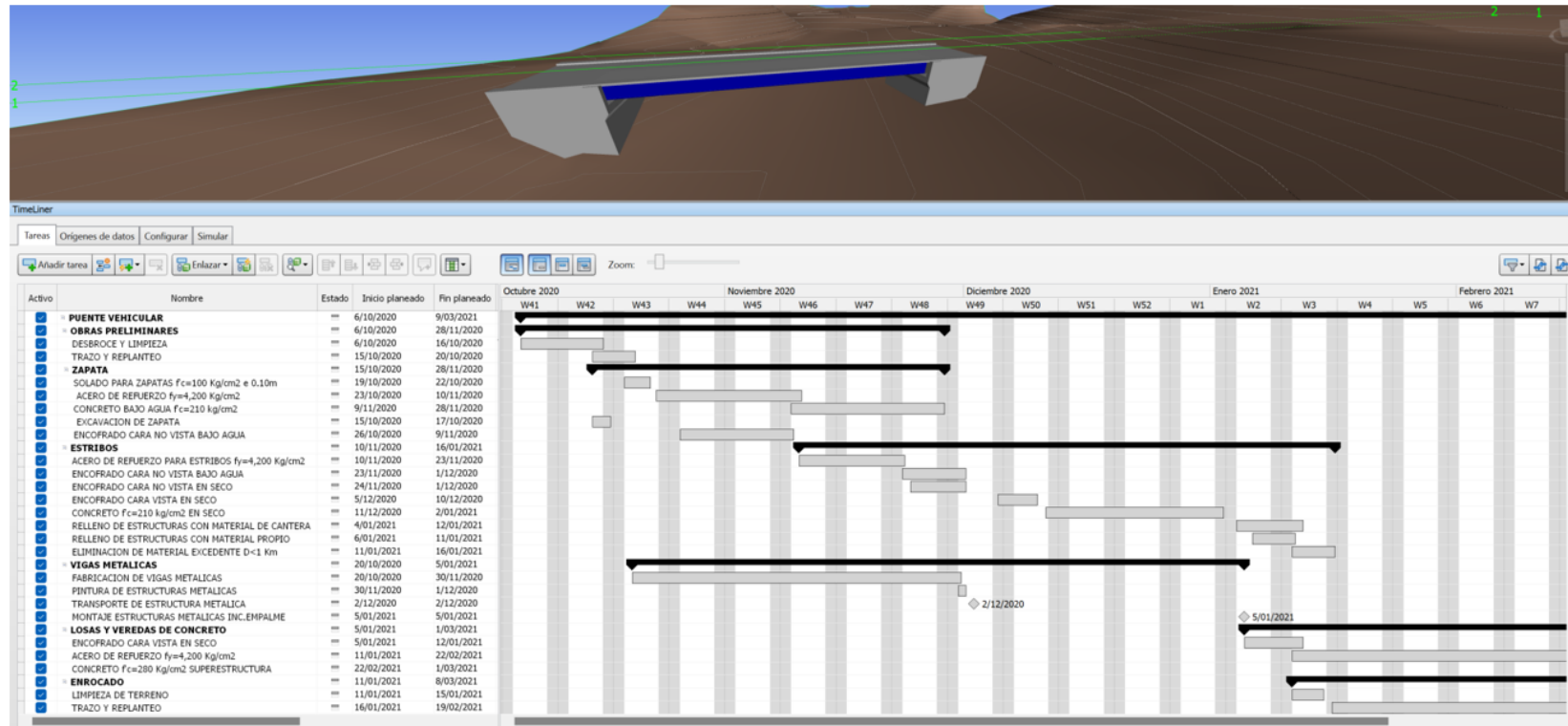
Metodología convencional



Nota. Adaptación propia

Figura 45 Comparación del cronograma de actividades para el puente vehicular- Metodología BIM 4D

Metodología BIM



Nota. Adaptación propia

4.3. Interpretación de análisis comparativo

4.3.1. Actividades para cada elemento

Como se puede ver en el capítulo 5 en la comparación de actividades para cada elemento según la metodología convencional y la metodología BIM 4D, en el elemento de la vía las actividades son similares, mientras que en los elementos de puente vehicular y muros de contención se diferencian en algunas actividades puesto que en el caso del puente vehicular se generalizó el elemento del estribo para el puente y omitiendo la actividad de acero de refuerzo y encofrado para la zapata siendo éstas actividades necesarias para realizar la ejecución de dicho componente.

En el caso de muros de contención según la metodología convencional, se aprecia que se diseñan dos tipos de muros siendo el muro tipo 1 de concreto armado y el muro de tipo 2 de concreto simple, para estos elementos la actividad de movimiento de tierras se generalizó para los dos tipos de muro, esta generalización se ve en un problema reflejado en la programación de las actividades ya que los muros de contención están ubicados en diferentes tramos, otra actividad omitida para el muro tipo dos de concreto simple es el encofrado y desencofrado de la pantalla, esta actividad representa gran importancia en el desarrollo del diseño de la obra ya que consta de 11 tramos ubicados en diferentes progresivas y la omisión de esta actividad se vería reflejada en la programación del proyecto ya que al no contemplarla se omite también la duración de esta actividad.

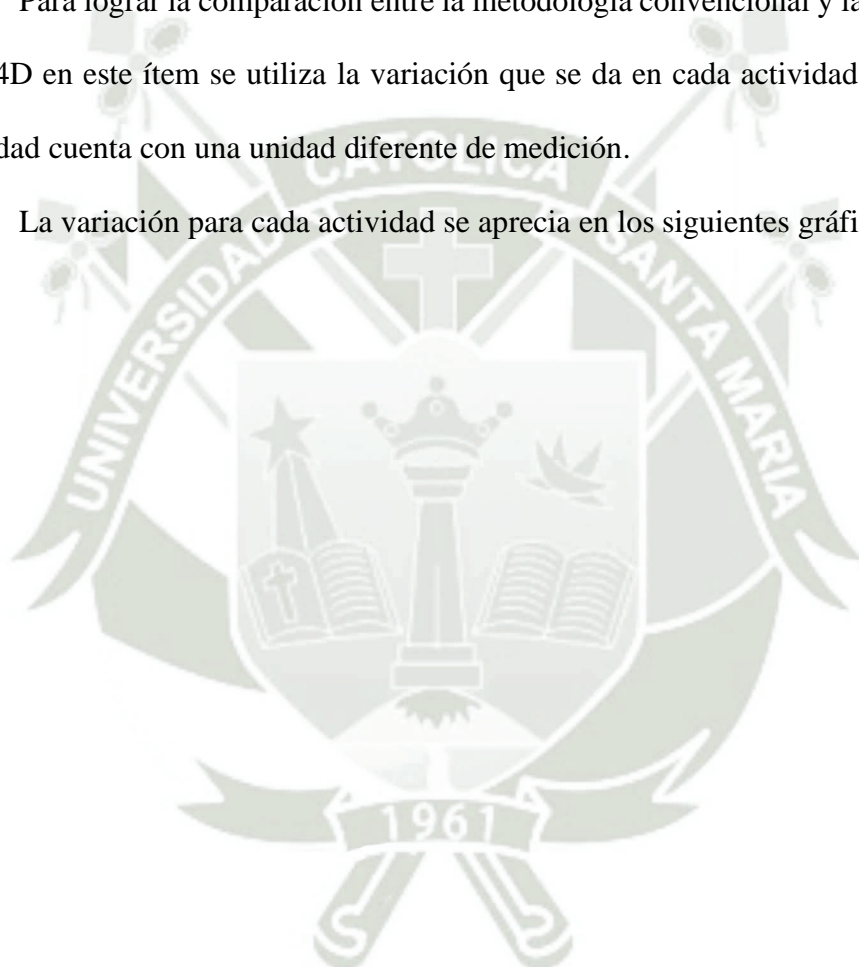
Según los lineamientos de la metodología BIM 4D, las actividades se definirán según las necesidades de cada elemento modelado en 3D, siendo de gran ayuda visualizar los elementos para contemplar todas las actividades necesarias que necesiten,

en la parte del modelado 3D de cada elemento es necesario definir el nivel de detalle que requiere el proyecto para ser modelado, a más detalle del elemento se podrán contemplar una mayor cantidad de actividades para su desarrollo.

4.3.2. Metrados

Para lograr la comparación entre la metodología convencional y la metodología BIM 4D en este ítem se utiliza la variación que se da en cada actividad, ya que cada actividad cuenta con una unidad diferente de medición.

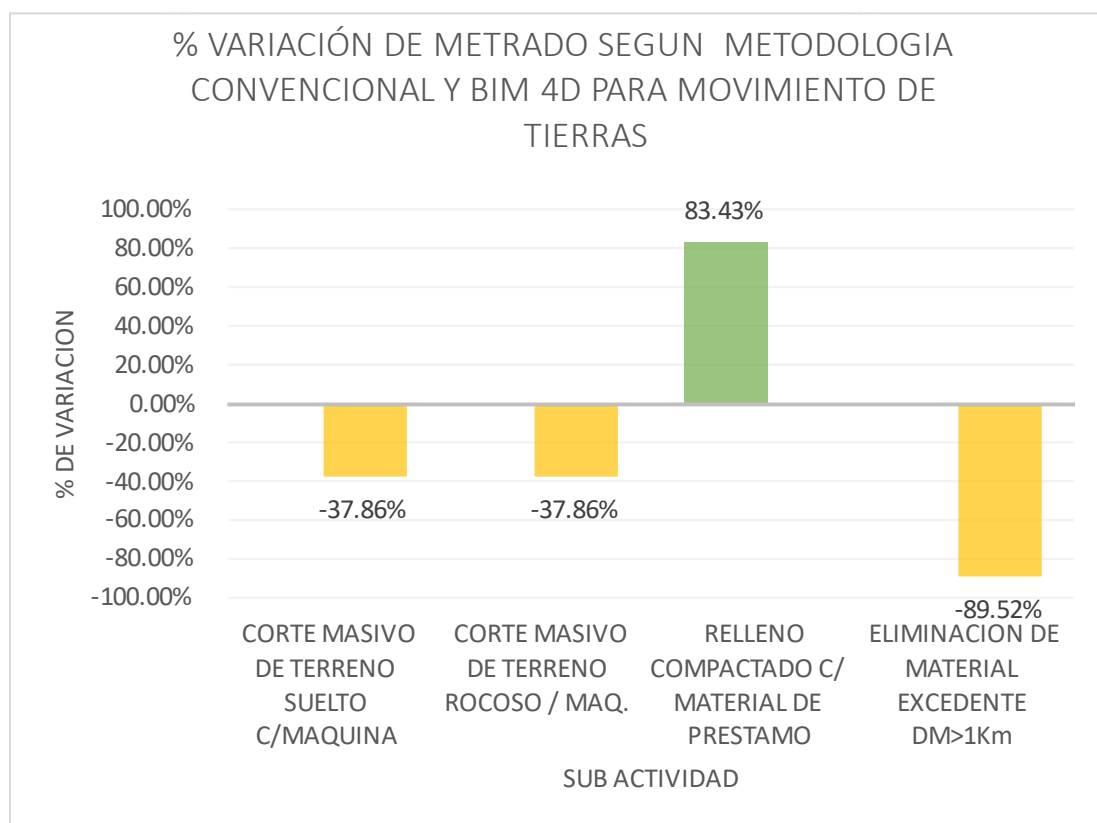
La variación para cada actividad se aprecia en los siguientes gráficos:



4.3.2.1. Vía

4.3.2.1.1. Movimiento de tierras – explanaciones

Figura 46 Comparación porcentual del metrado según la metodología convencional y BIM 4D -movimiento de tierras



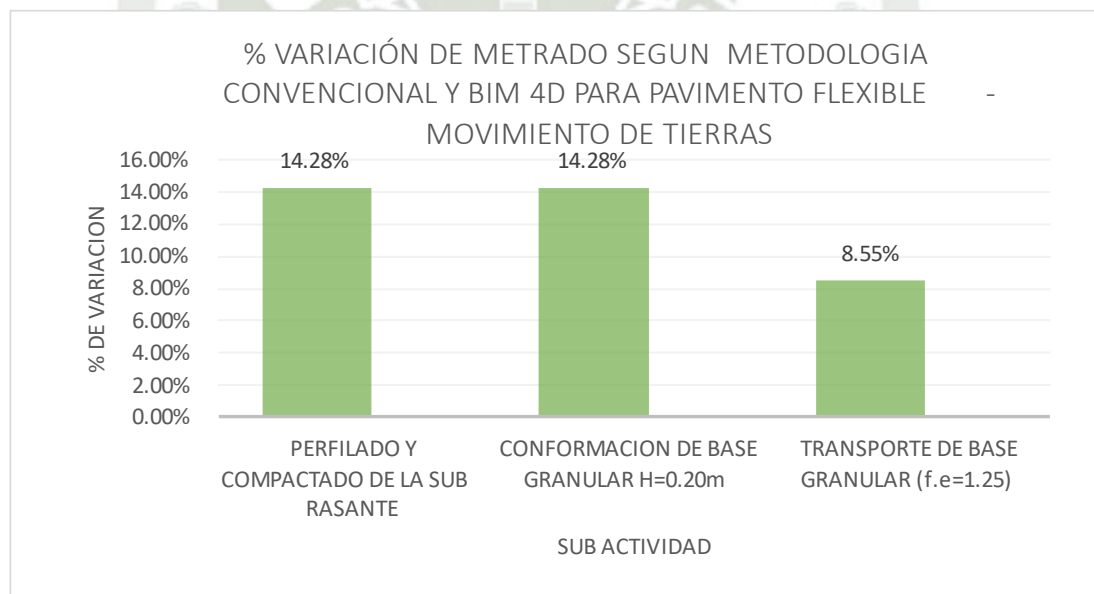
Nota. El gráfico representa la variación porcentual que se encuentra en el metrado según las metodologías estudiadas para la actividad del movimiento de tierras de la vía. Adaptación propia

La variación porcentual para el movimiento de tierras de la vía del proyecto representada en la figura anterior, se puede interpretar los resultados para cada subactividad que comprende el movimiento de tierras, para el caso del corte masivo de terreno suelto con máquina se interpreta que hubo una reducción en el metrado al aplicar la metodología BIM, al igual que en los ítems de corte masivo de terreno rocoso con maquinaria y eliminación de material excedente. Para el caso de relleno

compactado con material de préstamo se ve una variación positiva ya que según el metrado presentado por los lineamientos de la metodología BIM se debería considerar mayor material de relleno.

4.3.2.1.2. Pavimento flexible

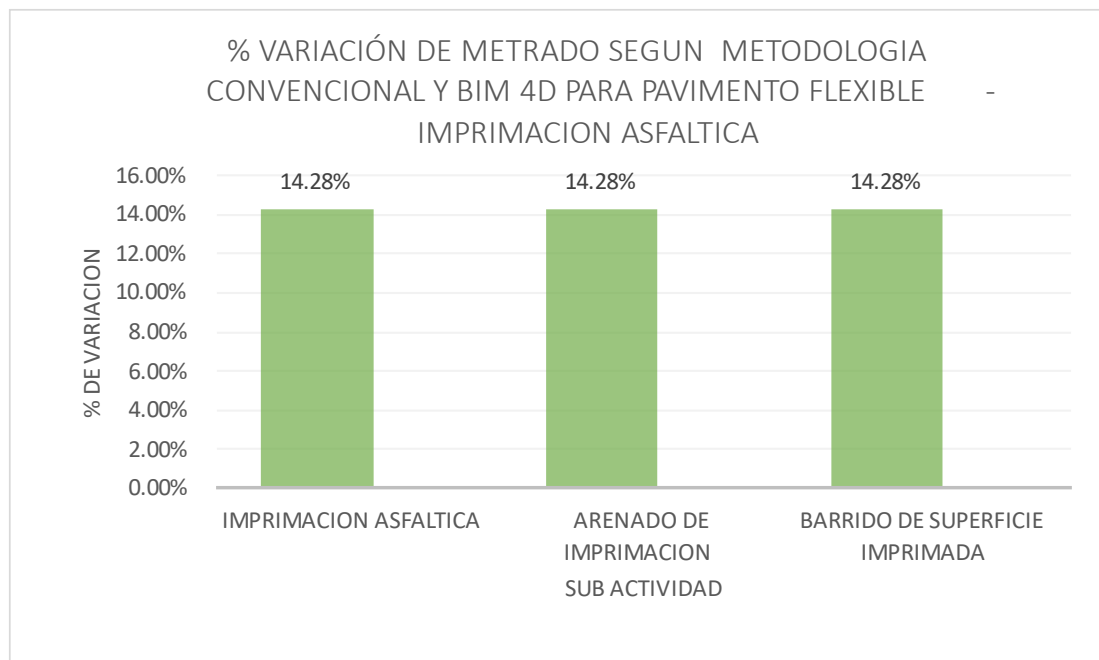
Figura 47 Comparación porcentual del metrado según la metodología convencional y BIM 4D - Pavimento flexible-movimiento de tierras



Nota. El gráfico representa la variación porcentual que se encuentra en el metrado según las metodologías estudiadas para el elemento de pavimento flexible, actividad movimiento de tierras. Adaptación propia.

Según el gráfico anterior podemos interpretar que para cada subactividad que comprende el movimiento de tierras para el elemento de pavimento flexible el metrado obtenido por la metodología BIM es mayor a la metodología convencional, representando este porcentaje de variación mayores metrados y por consecuencia una mayor estimación de duración para ejecutar el elemento.

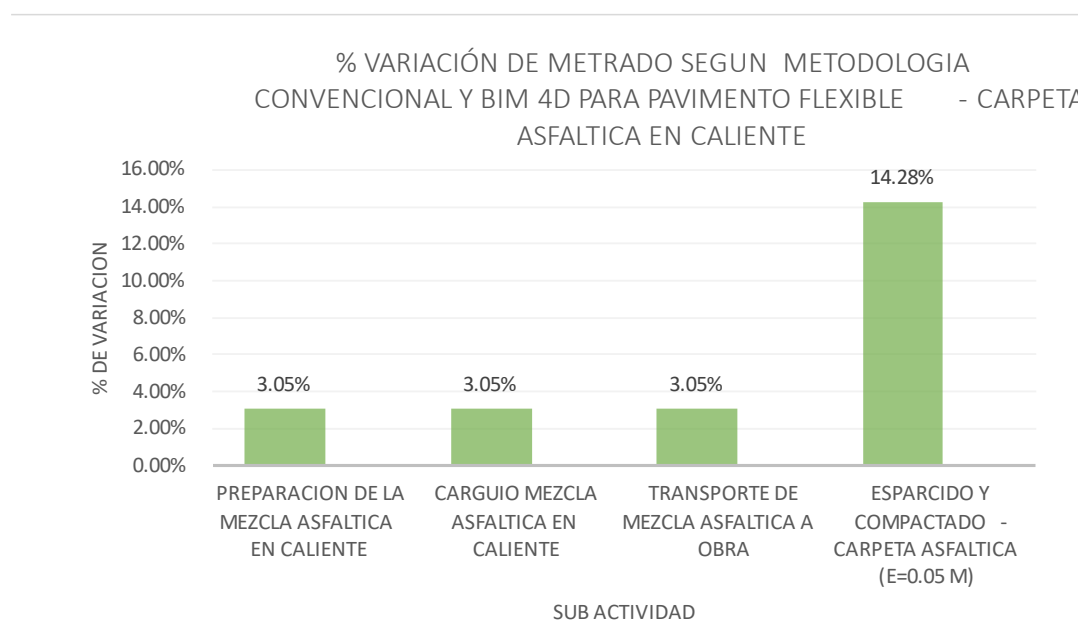
Figura 48 Comparación porcentual del metrado según la metodología convencional y BIM 4D - Pavimento flexible-imprimación asfáltica.



Nota. El gráfico representa la variación porcentual que se encuentra en el metrado según las metodologías estudiadas para el elemento de pavimento flexible, actividad imprimación asfáltica. Adaptación propia.

Se puede interpretar el gráfico anterior que para la actividad de imprimación asfáltica el metrado obtenido por la metodología BIM es mayor que el metrado obtenido por la metodología convencional, esto se debe a que en el modelo 3D obtenido bajo los lineamientos de la metodología BIM, el software civil 3D contabiliza los anchos de curvatura adicionales para la vía.

Figura 49 Comparación porcentual del metrado según la metodología convencional y BIM 4D - Pavimento flexible-carpeta asfáltica en caliente



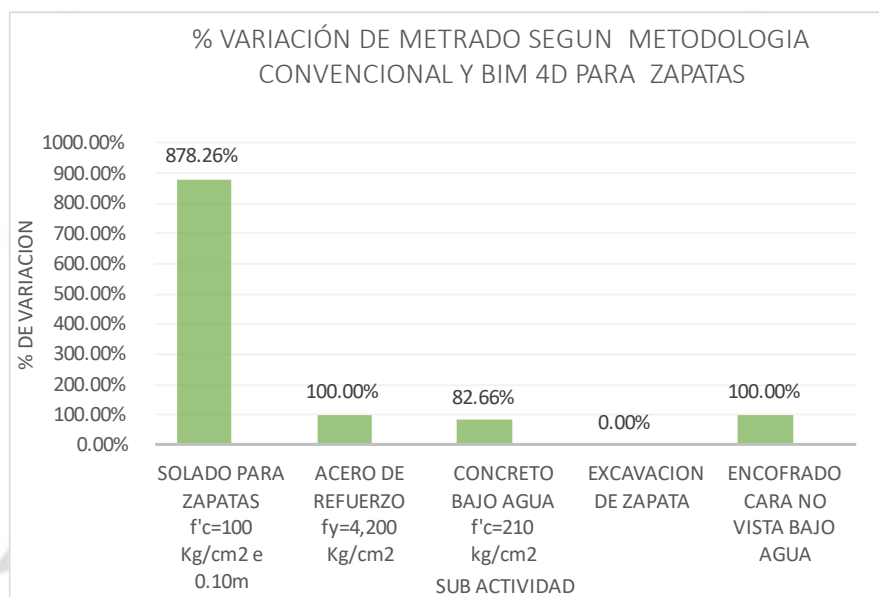
Nota. El gráfico representa la variación porcentual que se encuentra en el metrado según las metodologías estudiadas para el elemento de pavimento flexible, actividad carpeta asfáltica en caliente. Adaptación propia.

Para el caso de la actividad de carpeta asfáltica en caliente del elemento pavimento flexible de la vía, se observa que el mayor porcentaje de variación entre las metodologías convencional y BIM es el esparcido y compactado de la carpeta asfáltica presenta una mayor variación.

4.3.2.2. Puente vehicular

4.3.2.2.1. Zapata

Figura 50 Comparación porcentual del metrado según la metodología convencional y BIM 4D - Puente vehicular-zapata

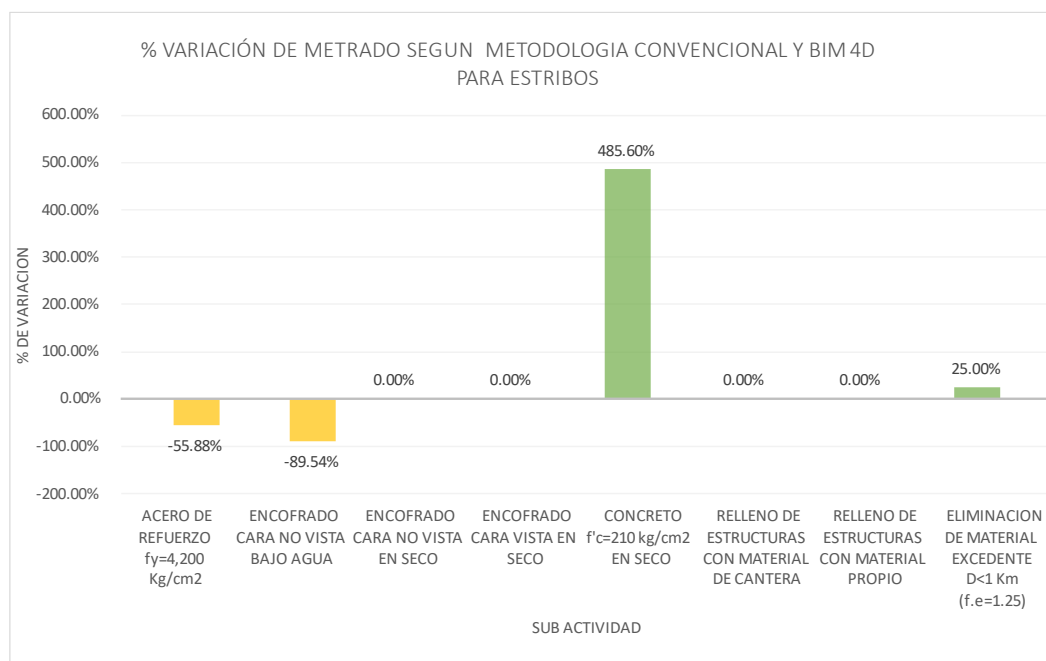


Nota. El gráfico representa la variación porcentual que se encuentra en el metrado según las metodologías estudiadas para el elemento de puente vehicular, actividad zapata. Adaptación propia.

En el gráfico anterior podemos observar que para la subactividad de solado para zapatas tiene una variación mayor a las demás debido a que en los metrados según la metodología convencional no se tomó en cuenta el área total de la zapata, mientras que en los metrados obtenidos por la metodología BIM se puede observar claramente en el programa Revit el área que utilizara la zapata.

4.3.2.2.2. Estribos

Figura 51 Comparación porcentual del metrado según la metodología convencional y BIM 4D - Puente vehicular- estribos



Nota. El gráfico representa la variación porcentual que se encuentra en el metrado según las metodologías estudiadas para el elemento de puente vehicular, actividad zapata. Adaptación propia.

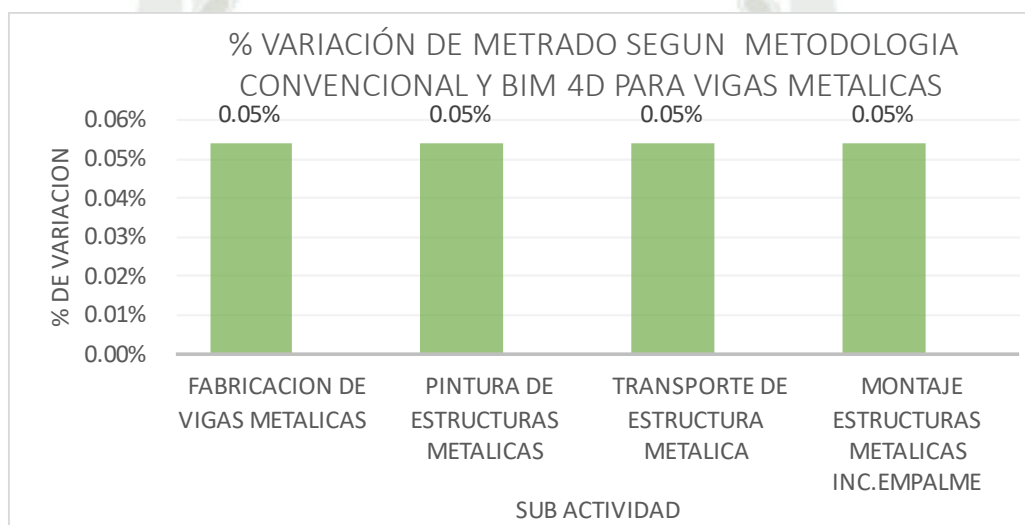
Se interpreta del gráfico anterior que los porcentajes negativos representan que se obtuvo un mayor metrado según la metodología convencional para las subactividades de acero de refuerzo y encofrado esto se debe a que el metrado presentado está basado en conteo utilizando las vistas en 2D de los planos para el puente vehicular, mientras que según la metodología BIM se modeló en vista 3D cada elemento necesario para la actividad y gracias al conteo de materiales del programa Revit se puede obtener una lista más clara y precisa de los materiales ya que el modelado 3D representa la construcción virtual del proyecto.

En el caso de la subactividad de concreto para los estribos según el porcentaje de variación el metrado presentado por la metodología BIM 4D presenta un mayor metrado que la metodología convencional, esto es debido a que los metrados presentados por la metodología BIM son obtenidos a partir de modelar en 3D el

elemento y el programa Revit metra el volumen de la estructura, siendo este modelo más preciso ya que simula con construcción virtual del estribo.

4.3.2.2.3. Vigas metálicas

Figura 52 Comparación porcentual del metrado según la metodología convencional y BIM 4D - Puente vehicular- vigas metálicas

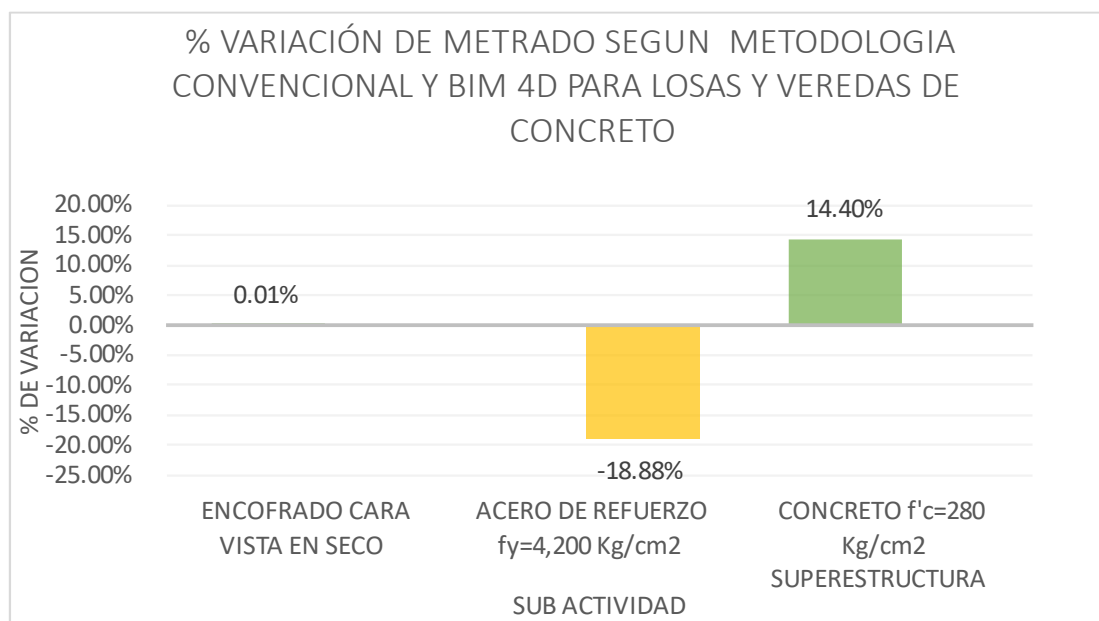


Nota. El gráfico representa la variación porcentual que se encuentra en el metrado según las metodologías estudiadas para el elemento de puente vehicular, actividad vigas metálicas Adaptación propia.

Las vigas metálicas según el gráfico no presentan una gran variación esto debido a que tanto para la metodología convencional como para la metodología BIM, el conteo de elementos necesarios es puntual, pero gracias a la metodología BIM, podemos ver en dimensión 3D la posición de las vigas.

4.3.2.2.4. Losas y veredas de concreto

Figura 53 Comparación porcentual del metrado según la metodología convencional y BIM 4D - Puente vehicular- losas y veredas de concreto



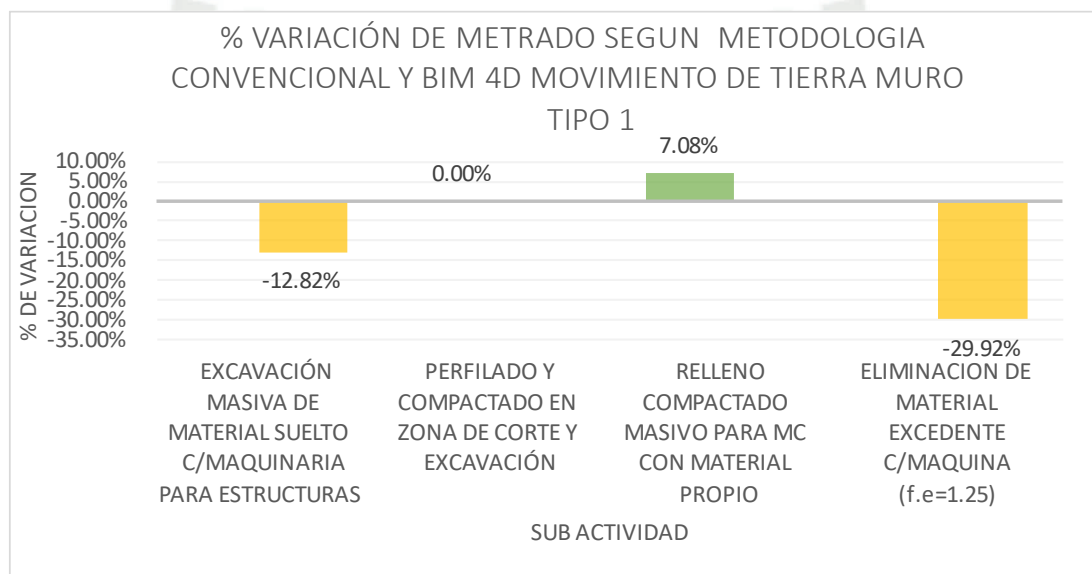
Nota. El gráfico representa la variación porcentual que se encuentra en el metrado según las metodologías estudiadas para el elemento de puente vehicular, actividad vigas metálicas Adaptación propia. Adaptación propia.

En el caso de las losas y veredas para el puente vehicular, la subactividad de encofrado presenta un menor porcentaje de variación debido a que la forma de la losa se logra apreciar en la vista 2D y 3D, se presenta mayor metrado según la metodología tradicional en la subactividad de acero esto debido a que en los planos 2D se puede contabilizar dos veces el mismo material, mientras que la metodología BIM se modela en 3D todos los elementos necesarios y presentando los metrados de una forma instantánea en el programa Revit, en el caso de la subactividad de concreto el mayor metrado es por la metodología BIM ya que contempla la forma exacta de la losa y vereda.

4.3.2.3. Muros de contención tipo 1 y tipo 2

4.3.2.3.1. Movimiento de tierra muro tipo 1

Figura 54 Comparación porcentual del metrado según la metodología convencional y BIM 4D - Muro de contención tipo 1- movimiento de tierra.

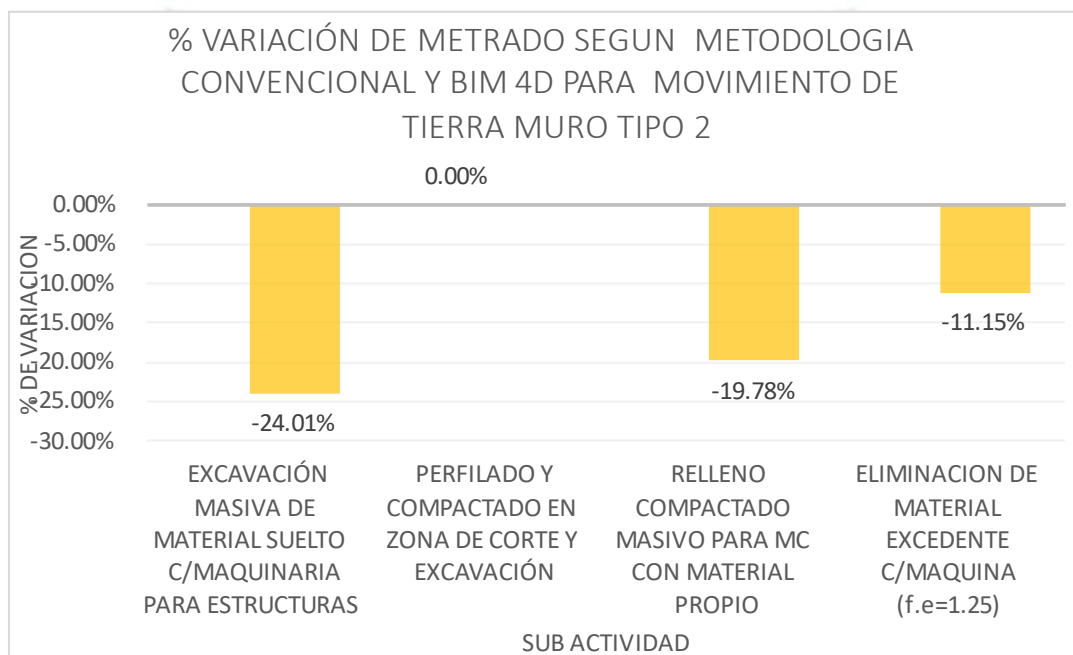


Nota. El gráfico representa la variación porcentual que se encuentra en el metrado según las metodologías estudiadas para el elemento de los dos tipos de muro de contención, actividad movimiento de tierra muro tipo 1. Adaptación propia.

Para la actividad de movimiento de tierra del elemento muro tipo 1, la subactividad de perfilado y compactado presenta una variación de 0 % esto debido a que el área del muro tipo 1 es la misma en los metrados según la metodología convencional y la metodología BIM 4D.

4.3.2.3.2. Movimiento de tierra muro tipo 2

Figura 55 Comparación porcentual del metrado según la metodología convencional y BIM 4D - Muro de contención tipo 2- movimiento de tierra.

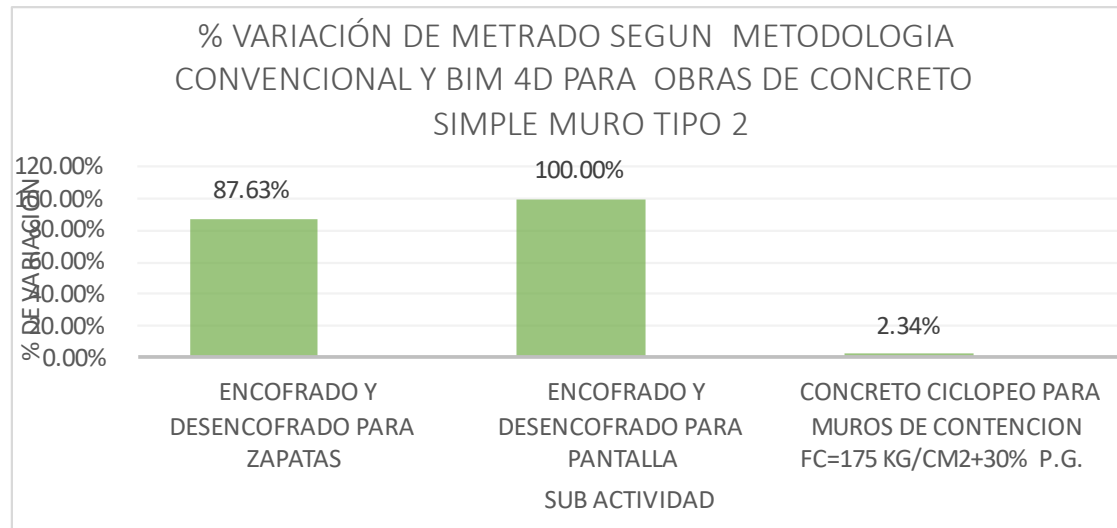


Nota. El gráfico representa la variación porcentual que se encuentra en el metrado según las metodologías estudiadas para el elemento de los dos tipos de muro de contención, actividad movimiento de tierra muro tipo 2. Adaptación propia.

Según el gráfico se aprecia que la variación de metrados según la metodología tradicional es mayor pues esto es debido a que la metodología BIM contempla el detalle de cada tipo de muro.

4.3.2.3.3. Obras de concreto simple muro tipo 2

Figura 56 Comparación porcentual del metrado según la metodología convencional y BIM 4D - Muro de contención tipo 2- concreto simple muro tipo 2.



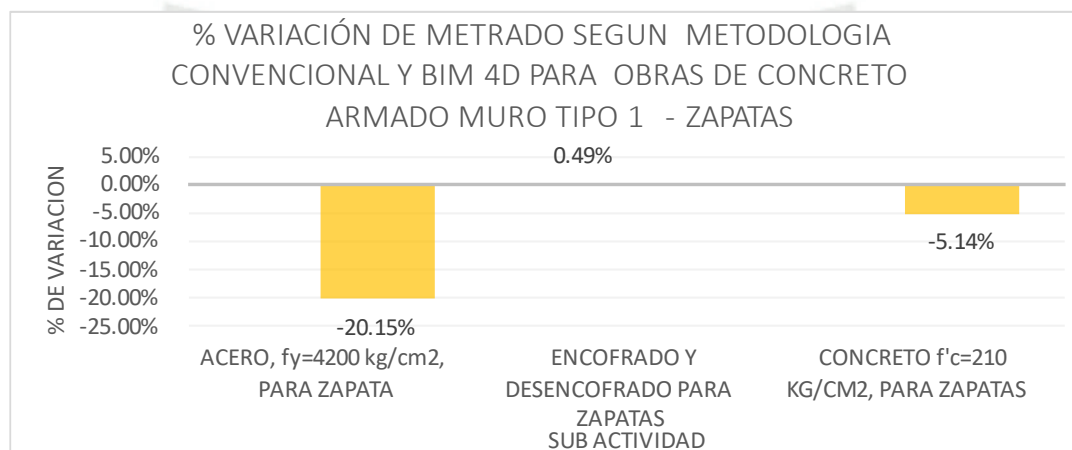
Nota. El gráfico representa la variación porcentual que se encuentra en el metrado según las metodologías estudiadas para el elemento de los dos tipos de muro de contención, concreto simple muro tipo 2. Adaptación propia.

En el caso de la actividad de concreto simple para el muro tipo 2 la variación de los metrados se debe a que en los planos de la metodología convencional no contempla a detalle la forma del tipo de muro ya que hay tramos curvos que no son considerados, mientras que siguiendo los lineamientos de la metodología BIM el nivel de detalle para los diferentes tramos de muro tipo 2 es más real, gracias a los programas civil 3D y Revit podemos modelar a detalle en 3D el tipo de muro.

4.3.2.3.4. Obras de concreto armado muro tipo 1

4.3.2.3.4.1 Zapatas

Figura 57 Comparación porcentual del metrado según la metodología convencional y BIM 4D - Muro de contención tipo 1- zapatas.

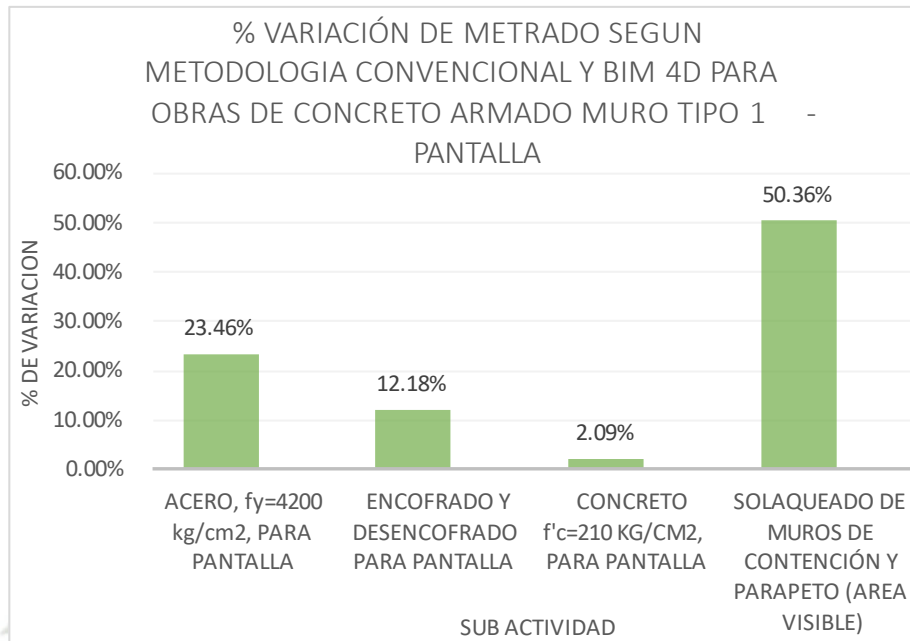


Nota. El gráfico representa la variación porcentual que se encuentra en el metrado según las metodologías estudiadas para el elemento de los dos tipos de muro de contención, concreto armado muro tipo 1-zapata. Adaptación propia.

En el caso de las zapatas para el muro de contención tipo 1 el metrado según los planos de la metodología convencional tienen mayor conteo de acero y concreto.

4.3.2.3.4.2 Pantalla

Figura 58 Comparación porcentual del metrado según la metodología convencional y BIM 4D - Muro de contención tipo 1- pantalla.

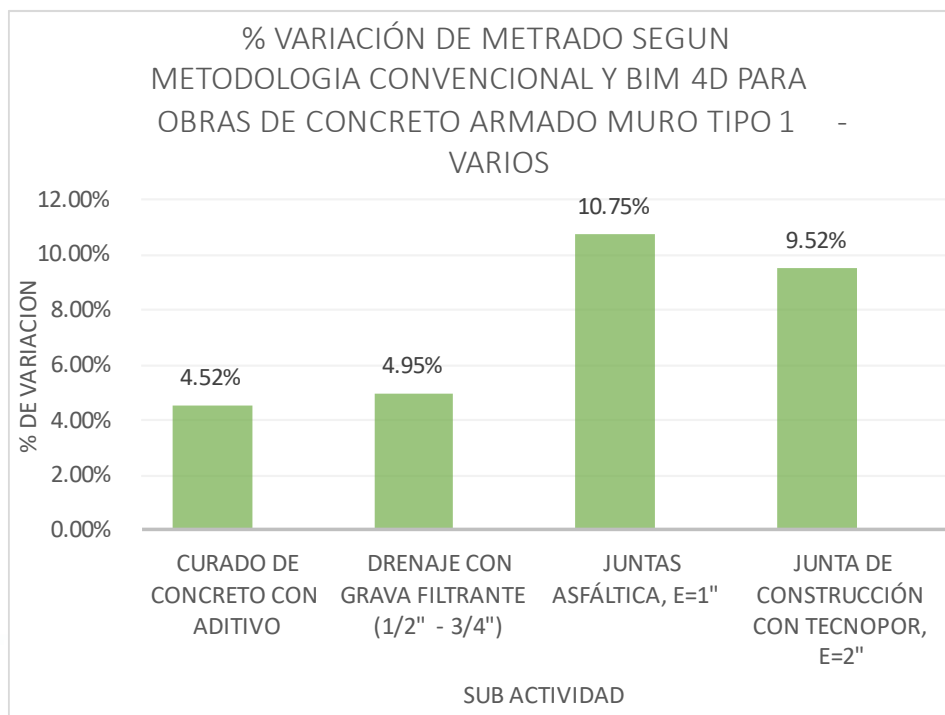


Nota. El gráfico representa la variación porcentual que se encuentra en el metrado según las metodologías estudiadas para el elemento de los tipos de muro de contención, concreto armado muro tipo 1-pantalla. Adaptación propia.

Para el muro de tipo 1 la actividad de concreto armado para la pantalla, la variación presentada en el gráfico anterior se debe a que la metodología BIM contempla la forma real y más detallada del muro es por ello que para las actividades de acero, encofrado, concreto y solaqueado presentan mayor metrado.

4.3.2.3.4.3 Varios

Figura 59 Comparación porcentual del metrado según la metodología convencional y BIM 4D - Muro de contención tipo 1- varios.



Nota. El gráfico representa la variación porcentual que se encuentra en el metrado según las metodologías estudiadas para el elemento de los dos tipos de muro de contención, concreto armado muro tipo 1-varios. Adaptación propia.

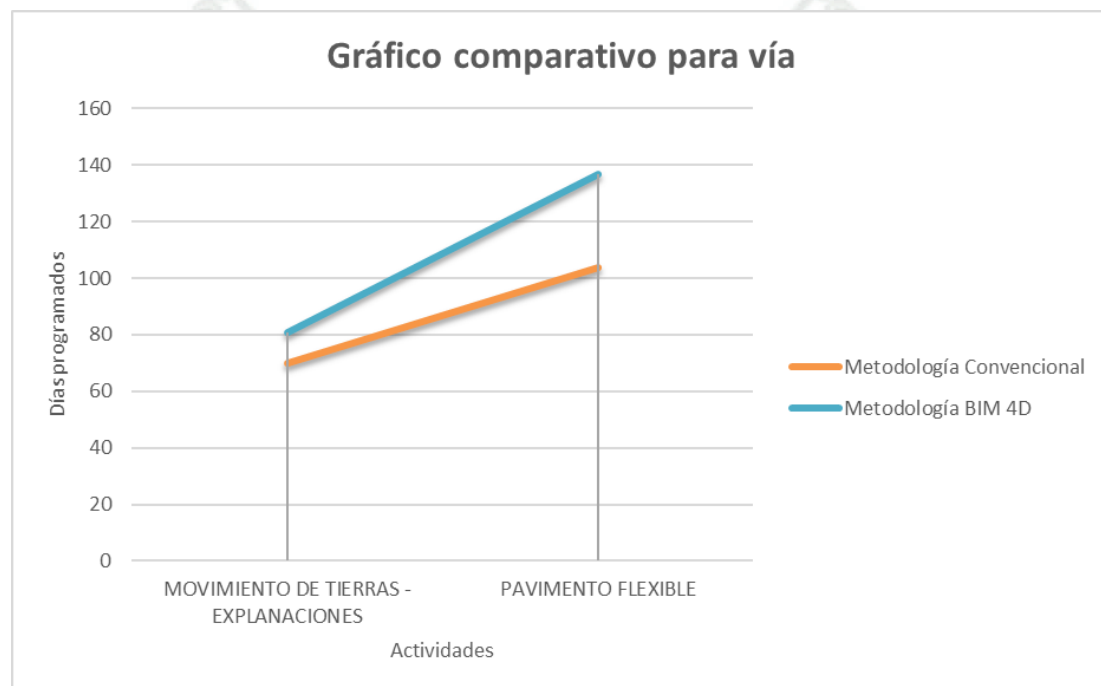
La actividad denominada varios contemplan varias subactividades que son necesarias para la ejecución del muro de contención tipo 1, estas es subactividades como el curado del concreto, drenaje, junta asfáltica. junta de construcción con Tecnopor, presenta mayor grado según la metodología BIM ya que gracias al programa Revit se puede modelar y contabilizar los elementos necesarios para su ejecución.

4.3.3. Programación

Tiempo estimado

4.3.3.1. VIA

Figura 60 Gráfico comparativo de los días programados entre la metodología convencional y BIM, para el elemento de la vía

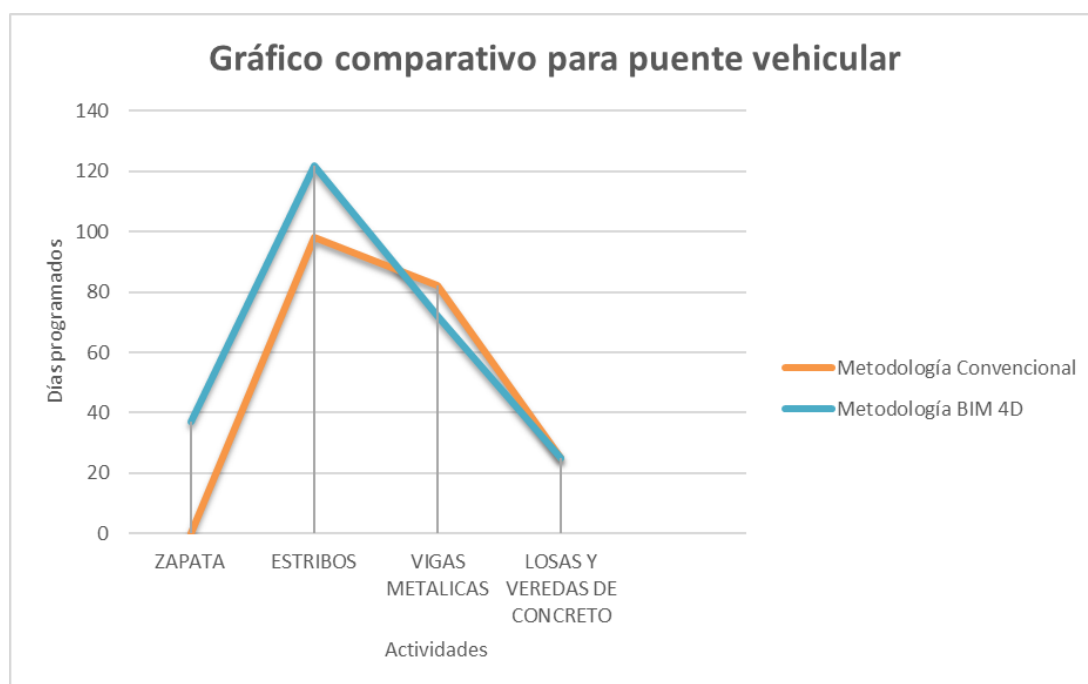


Nota. El gráfico representa la variación de días estimados para la programación del proyecto según las metodologías estudiadas para el elemento de la vía. Adaptación propia.

El gráfico representa la diferencia de días que se tiene para cada actividad del elemento de la vía en este caso el movimiento de tierras representa una menor duración según la metodología convencional que la metodología BIM 4D y esto es debido a que la metodología BIM 4D incluye en los días estimados el metrado obtenido, gracias a la visualización que se obtuvo del programa Naviswork se pudo concluir que para la construcción de la vía se tiene que tener en cuenta primero los elementos de muros de contención.

4.3.3.2. Puente vehicular

Figura 61 Gráfico comparativo de los días programados entre la metodología convencional y BIM, para el elemento puente vehicular

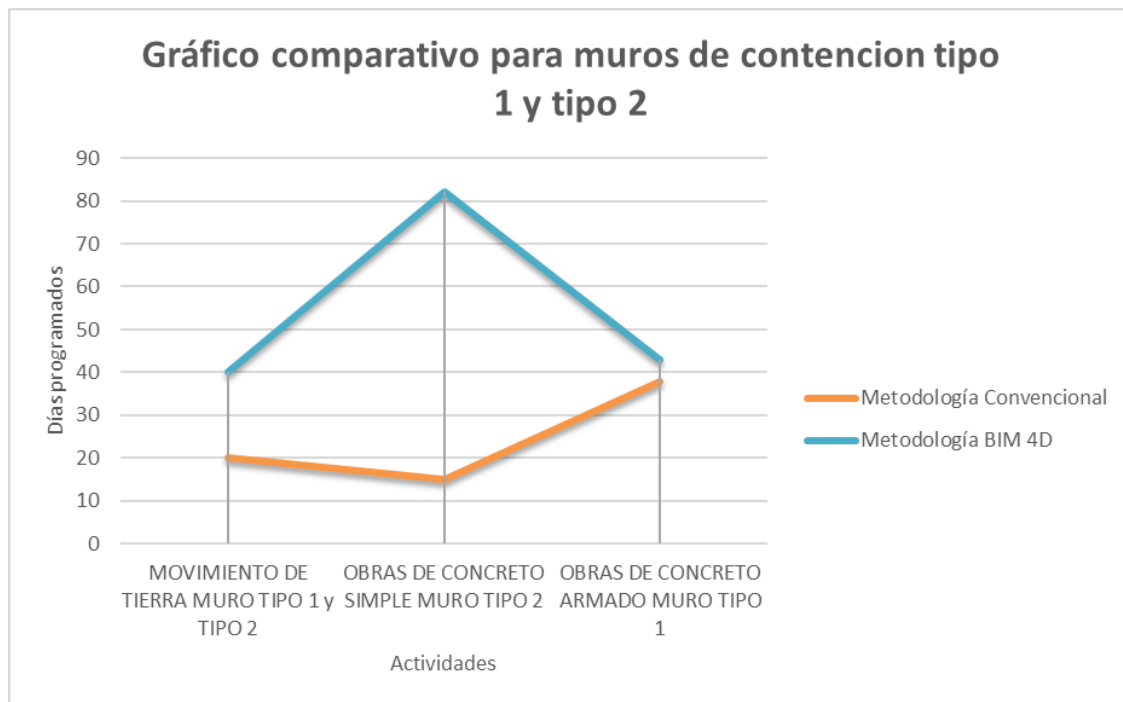


Nota. El gráfico representa la variación de días estimados para la programación del proyecto según las metodologías estudiadas para el elemento del puente vehicular. Adaptación propia.

En el gráfico anterior se observa la comparación de los días programados según la metodología convencional y BIM 4D para cada elemento del puente vehicular en este caso la metodología convencional no contempló los días para la zapata siendo esta un gran elemento del puente vehicular ya que es una estructura importante, mientras que para las otras actividades si se toman en cuenta, pero la variación de cada una según cada metodología es de gran importancia pues mientras que se contempla menos días según la metodología convencional en el caso de estribos esto dará como consecuencia mayor plazo al momento de la ejecución de del puente.

4.3.3.3. Muros de contención tipo 1 y tipo 2

Figura 62 Gráfico comparativo de los días programados entre la metodología convencional y BIM, para el elemento de muro de contención tipo 1 y 2.



Nota. El gráfico representa la variación de días estimados para la programación del proyecto según las metodologías estudiadas para el elemento de la vía.

Para los dos tipos de muros de contención se presenta en la gráfica que la metodología BIM 4D estima una mayor duración debido a que los metrados según esta metodología son contemplados según el tipo de actividad que necesita cada tipo de muro, basados en el análisis del muro tipo 1 este muro necesita ser realizado con mucha anticipación para el desarrollo correcto del proyecto pues se ubica en una progresiva inicial, también se observó que en el cronograma del proyecto realizado de la manera convencional no se tomó en cuenta el desarrollo de los tramos de muro tipo dos, claro ejemplo es el encofrado y desencofrado de las pantallas para este tipo de muro.

4.3.4. Presentación

Como consta en el capítulo 4.2.4.2, en el análisis comparativo del ítem de presentación de archivos y documentos para cada elemento es notable la diferencia en presentación, ya que destaca más la presentación bajo los lineamientos de la metodología BIM, pues cuenta con una vista 3D que interactúa con las actividades asignadas y a estas se puede agregar el tiempo estimado y así resolver interferencias entre los elementos y el tiempo de estimación de las actividades antes de ser ejecutadas.



CAPITULO V

5. Conclusiones y recomendaciones

5.1. Conclusiones

- Se determinó el uso del nivel de desarrollo LOD 400 y los elementos a modelar en la dimensión 3D para este proyecto de infraestructura vial son: vía, muro de contención y puente vehicular. Para ello se utilizó en el caso de la vía el software civil 3D e Infra Works, en el caso de muros de contención se utilizó el software civil 3D y Revit y por último en el caso del puente vehicular se utilizó el software Revit. En tanto para la programación de los elementos de la vía se utilizó el software Naviswork.
- Según los vínculos establecidos entre los elementos 3D con el tiempo estimado para cada actividad de cada elemento, se obtuvo una mayor visualización del proyecto en la realidad virtual para reconocer cada actividad necesaria que requirió los elementos de la vía y así se estimó un mejor tiempo para cada actividad. Esto genera un entorno colaborativo entre los elementos del proyecto y el cronograma.
- Mediante el análisis comparativo entre las metodologías convencional y BIM 4D se obtuvo la siguiente variación de metrados: para el caso de la vía está dividida en dos principales actividades movimiento de tierras- explanaciones y pavimentos flexible, siendo el porcentaje de variación de -81.82% y 103.39% respectivamente, para el caso de movimiento de tierras se obtuvo con la metodología BIM un valor menor con respecto a la metodología convencional debido a que la metodología convencional consideraba en su metrado un doble relleno para los tramos donde se tenía muros de contención, mientras que para la actividad de pavimento flexible el porcentaje de variación en el metrado según la metodología BIM se obtuvo un mayor metrado con respecto a la metodología convencional pues se observó que la metodología convencional no contempló los anchos de vía en las curvas, esto se logró determinar gracias al modelado 3D en los programas Civil 3D e InfraWorks. Por consiguiente, para el puente vehicular se tienen

las actividades de: zapata, estribos, vigas metálicas, losas y veredas de concreto armado, la variación para cada actividad es: 1160.92%, 365.18,0.22%, -4.48% respectivamente. Para las actividades de zapata, estribos y vigas metálicas el valor positivo del porcentaje de variación es debido a que el metrado de estas actividades utilizando los lineamientos de la metodología BIM es mayor que la metodología convencional y esto se debe a que gracia al modelamiento 3D que se hizo se reconocieron elementos que no se cuantificaron siendo de mayor incidencia el acero y el concreto utilizado para las zapatas y los estribos. Para los muros de contención se reconocieron las siguientes actividades: movimiento de tierra muro tipo 1, movimiento de tierra muro tipo 2, obras de concreto simple muro tipo 2 y obras de concreto armado muro tipo 1 esta última actividad se divide en zapatas, pantalla y varios, el porcentaje de variación de cada actividad es:-35.65%, -54.94%,189.97%,-24.8%,88.09% y 29.73% respectivamente, los valores positivos representan que, según la metodología BIM el metrado obtenido es mayor que el obtenido por la metodología convencional en este caso se debe que la metodología convencional generaliza las actividades afectando así el metrado de los tipos de muros que se tiene para este proyecto. En el caso de los valores negativos ocurre lo contrario los metrados obtenidos por la metodología convencional son mayores a los metrados obtenidos por los lineamientos de la metodología BIM, en este caso se observa que no se consideran algunos elementos como el encofrado y desencofrado para la pantalla de muro tipo 2 esta subactividad es de gran importancia para el proyecto porque se ubica en varios tramos del proyecto. Es así que al variar los metrados por ende también variara el tiempo programado para el proyecto de infraestructura vial, para este caso de investigación la metodología BIM 4D tiene estimado una duración de 521 días hábiles, mientras que para la programación convencional se estima un tiempo de 393 días hábiles, la diferencia de las dos metodologías es 128 días hábiles esta variación representaría una ampliación de plazo considerable para el proyecto

- Basados en los resultados del análisis comparativo, el impacto que tiene el uso de la metodología BIM 4D se refleja en el metrado de los elementos, pues se muestra una variación considerable que afecta directamente a la programación estimada para el proyecto, por otro lado, se ve una mejora en la presentación del proyecto en etapa de diseño, ya que los archivos al ser generados con los diferentes softwares, estos presentan un entorno colaborativo, en el cual si se tiene una modificación se actualiza de forma automática, esto ayuda en obtener en menor tiempo el metrado. La mejora de la presentación desde un modelado 3D ayudó a la mejor visualización del proyecto al momento de determinar las actividades necesarias para cada elemento del proyecto y evitar interferencias entre ellos.
- Mediante los resultados obtenidos con la aplicación de la metodología BIM 4D en este estudio comparativo se aprecia la ventaja del uso de la metodología pues se logra visualizar cada elemento del proyecto gracias al modelado 3D, el cual ayuda durante la fase de diseño a: obtener metrados de los elementos de una manera automática, predecir y planificar las actividades en función a la interacción en simultaneo del modelado 3D con el cronograma mejorando la interpretación de las actividades necesarias. Es por ello que según la metodología BIM 4D en la programación del proyecto se obtiene 521 días calendario, mientras que bajo la metodología convencional se obtiene 393 días, siendo el porcentaje de variación de 32.56% para el tiempo programado del proyecto, en este caso la optimización del tiempo representa el valor real que tiene el proyecto, esto debido a la variación de metrados obtenidos según el modelado 3D del proyecto y a las actividades que no fueron consideradas para el proyecto según la metodología convencional.

5.2. Recomendaciones

- Para lograr una adecuada interacción entre los diferentes softwares usados para cada elemento de la vía es necesario contar con un flujo de trabajo que determine qué uso se le dará a cada software según requiera el proyecto de infraestructura vial.
- Es muy importante determinar el nivel de detalle que tendrá el proyecto para tener en cuenta los elementos a modelar en 3D.
- Se recomienda el uso del modelado 3D, para una mejor visualización e interpretación de los elementos que integren el proyecto.
- El uso de los diferentes softwares que siguen los lineamientos de la metodología BIM es determinado para cada proyecto, no siempre se usaran todos, debido a que cada proyecto es diferente, pero si se recomienda para llegar a una dimensión 4D el uso del programa Naviswork ya que tiene una gran compatibilidad con varios programas para establecer el cronograma del proyecto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Eyzaguirre Vela, R. R. (2015). *Potenciando la capacidad de análisis y comunicación de los proyectos de construcción, mediante herramientas virtuales BIM 4D durante la etapa de planificación*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Acuña, F. (2016). *Aplicación de modelo BIM para proyectos de infraestructura vial*. Quito: Pontificia Universidad Católica del Ecuador .
- Alvarez, E., Ccahuana, W., Quiroz, H., & Quispe, C. (2020). *Estudio comparativo del sistema de gestión tradicional versus la metodología bim, en la etapa de diseño y construcción en las dimensiones 4d y 5d*. Lima: Universidad de Ciencias Aplicadas.
- Bastidas, J., & Herrera, J. (2020). *Análisis de interferencias para movimiento de tierras en las infraestructuras viales en el Perú para prevenir los retrabajos en la etapa de planeamiento, mediante la Metodología de Gestión BIM. Caso de estudio, Camino Vecinal Puente Techin – Cruce Chirimo*. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.
- Bibblus. (01 de 10 de 2021). *Bibblus*. Obtenido de El BIM 4D, qué es y para qué sirve: biblus.accasoftware.com/es/el-bim-4d-que-es-y-para-que-sirve/
- BibLus. (2020). *Las dimensiones del BIM: 3D, 4D, 5D, 6D, 7D*. Obtenido de BibLus: <https://biblus.accasoftware.com/es/las-dimensiones-del-bim-3d-4d-5d-6d-7d/>
- Brenes, N. (2020). *Implementación de la Metodología BIM en el Diseño de Proyectos de Infraestructura Vial de la Organización INTRA Consultores*. Costa Rica: Instituto Tecnológico de Costa Rica.
- Bulging Smart. (2014). *Spanish journal of BIM*. España: Universidad de Extremadura.

- Coloma, E. (2008). *Introducción a la metodología BIM*. Barcelona: Universidad politecnica de Cataluña.
- Diaz, J. (2019). *Gestión de proyectos utilizando las herramientas BIM en la fase de diseño de proyectos de infraestructura vial*. Tarapoto.
- Econova Institute. (2020). *Econova Institute*. Obtenido de <https://www.econova-institute.com/cursos-y-talleres/planificacion-bim>
- Encalada Ojeda, S. L. (2016). *Aplicacion de la metodología BIM en la gestion de construcción y análisis de los beneficios del modelamiento 4D-5D (tiempo-coste) en un edificio de 9 pisos en la ciudad de Arequipa*. Arequipa: Universidad Católica de Santa María.
- ESEVERRI, A. (22 de 10 de 2020). *BLOG DE BIM, VR, AR, MR Y ESPACIO BIM*. Obtenido de <https://www.espaciobim.com>
- Flores, E., & Ramos, M. (2018). *Análisis y evaluación de la productividad en obras de construcción vial en la ciudad de Arequipa*. Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín.
- Hildebrant Gruppe. (17 de 05 de 2016). *Hildebrant Gruppe*. Obtenido de Hildebrant Gruppe: <http://www.hildebrandt.cl/dimensiones-bim-proyectos-de-alta-complejidad/>
- Limas, D. (2019). *Metodología BIM aplicada a la fase de prefactibilidad de un proyecto vial de tercer orden Colombia*. Bogotá.
- Lobos Di-Lallo, R. F. (2021). *Analilis del impacto de realizar una planificación de obra utilizando metodología BIM en función a tiempo, costo y calidad*. Santiago: Universidad Mayor .

- López, L. (2017). *Planteamiento de una estrategia de inclusión de Bim para empresas medianas de arquitectura en la etapa de diseño*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Mendoza, L. (2020). *Aplicación de la metodología BIM para la etapa de planificación y control de obra bajo lineamientos de lean construction en proyectos multifamiliares*. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.
- Ministerio de Economía y finanzas . (1 de diciembre de 2016). *Reglamento de la Ley N° 30225 Ley de contrataciones del estado*. Lima: El peruano.
- Ministerio de economía y finanzas . (17 de junio de 2021). *Definición de inversión*. Obtenido de https://www.mef.gob.pe/es/?option=com_content&view=article&id=311&Itemid=101138
- Ministerio de economía y finanzas. (agosto de 2020). *Pautas para elaborar un expediente técnico más eficiente*. Obtenido de https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/capacitaciones/Pautas_para_elaborar_expediente_tecnico.pdf
- Ministerio de transporte y comunicaciones. (2018). *Manual de diseño Geométrico-2018*.
- Organismo Supervisor del Estado OSCE. (2011). *Contratación de obras públicas* . Lima: OSCE.
- Patel, A. (2011). *The last planner sistem for reliable project delivery*. Texas: The university of texas at Arlington.
- PBProjectia. (30 de Septiembre de 2019). *pbprojectia.es*. Obtenido de <https://www.pbprojectia.es/bim-4d-como-se-planifica/>

- Porras, H., Sanchez, O., & Galvis, J. (2014). *Filosofía Lean Construction para la gestión de proyectos*. Colombia.
- Prado Amaya, G. (2019). *Tecnologías aplicadas en Topografía y su relación con las deficiencias en las obras viales en el Perú, 2019*. Lima: Universidad Ricardo Palma .
- Project Management Institute. (2017). *Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos*. Pennsylvania: Project Management Institute, Inc.
- Sistema de inversión pública. (2017). *Reglamento del decreto Legislativo N° 1252*. Lima: IDiario Oficial “El Peruano”.
- Tur, A. (2014). *Desarrollo de un proyecto de construcción con la metodología Building Information Modeling (BIM). Edificio La Venta (Lliria, Valencia)*. Valencia: Universidad Politecnica de Valencia.
- Ubierna Suárez, F. (2020). *Ensayos y desarrollo de procesos BIM 3D, 4D Y 5D en obras lineales de infraestructura* . Santander: Universidad de Cantabria.
- Vivancos, P. (2018). *Modelado con información para la construcción BIM de anteproyecto de edificio de viviendas*. Cartagena: Universidad politecnica de Valencia.
- Zigurat Global Institute of Technology. (16 de Febrero de 2018). *BIM obra civil: Posibilidades de uso – Parte 1*. Obtenido de Zigurat Global Institute of Technology: <https://www.e-zigurat.com/blog/es/bim-obra-civil-posibilidades-uso-parte-1/>



ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

Proyecto: Estudio comparativo entre las metodologías convencional y bim 4d en la optimización del tiempo programado para la ejecución de una obra de infraestructura vial en etapa de diseño, Arequipa 2021

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES	INSTRUMENTOS	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	MUESTRA
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVOS GENERALES	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLE INDEPENDIENTE			
¿ Se logra optimizar el tiempo programado para la ejecución de una obra de infraestructura vial con el estudio comparativo entre los lineamientos de la metodología BIM 4D y metodología convencional en la etapa de diseño para la vía que une el anexo de Uyupampa con la carretera 34 A, Yura, Arequipa.?	Realizar un estudio comparativo entre la metodología convencional y la metodología BIM 4D, en la optimización del tiempo programado para la ejecución de una obra de infraestructura vial en etapa de diseño, teniendo como caso de estudio la vía que une el anexo de Uyupampa con la carretera 34 A, Yura, Arequipa.	Los lineamientos de la metodología BIM 4D comparados con la metodología convencional logran una optimización del tiempo programado para la ejecución, de la obra de infraestructura vial que une el anexo de Uyupampa con la carretera 34 A, ubicado en el distrito de Yura región Arequipa.	Metodología BIM 4D	Autodesk Infraworks 2021 Autodesk Civil 3D 2021 Autodesk Naviswork 2021 Autodesk Revit 2021	Tipo de Investigación Descriptiva Cuantitativo	Tramo comprendido entre el anexo de Uyupampa con la carretera 34 A, ubicado en el distrito de Yura provincia de Arequipa, región Arequipa
PROBLEMAS ESPECIFICOS	OBJETIVOS ESPECIFICOS		VARIABLE DEPENDIENTE			
¿Cuáles son los elementos a modelar en 3D y su respectivo nivel de desarrollo para el proyecto de infraestructura vial?	Determinar los elementos a modelar en la dimensión 3D y el nivel de desarrollo que utilizara para la infraestructura vial, empleando las herramientas de software necesarios como son: Civil 3d, Navisworks, InfraWorks, para el caso de estudio del proyecto de infraestructura vial, que une al anexo de Uyupampa con la carretera 34 A.		Optimizacion del tiempo	Análisis comparativo		
¿Cómo se puede tener una visión virtual de los elementos y las actividades del cronograma del proyecto?	Establecer vínculos entre los elementos modelados tridimensionalmente con el tiempo asignado a las actividades del cronograma del proyecto, para poder tener la visión virtual del proyecto de infraestructura vial que une al anexo de Uyupampa con la carretera 34 A.		INDICADORES: Análisis comparativo del tiempo obtenido por la metodología BIM 4D y la metodología convencional			
¿Cómo medir la diferencias entre el uso de la metodología BIM 4D y metodología convencional en la etapa de diseño para un proyecto infraestructura vial?	Realizar un análisis comparativo entre el uso de la metodología BIM 4D y la metodología convencional para el diseño del proyecto de infraestructura vial que une al anexo de Uyupampa con la carretera 34 A en la etapa de expediente técnico.					
¿Cómo medir el impacto de los resultados del uso de la metodología BIM 4D y la metodología convencional para los elementos y el cronograma del proyecto de infraestructura vial?	Determinar el impacto que tiene el uso de la metodología BIM 4D, realizando un análisis comparativo de los resultados obtenidos en el cronograma y el modelamiento tridimensional en la fase de planificación, para el proyecto de infraestructura vial que une al anexo de Uyupampa con la carretera 34 A en la etapa de diseño.					

ANEXO 2: FORMATO N°5: Registro de plan de ejecución BIM

FORMATO N° 05: REGISTRO DEL PLAN DE EJECUCIÓN BIM - BEP				
(La información registrada en este formato tiene carácter de Declaración Jurada - D.S. N° 284-2018-EF)				
Nota: Para el llenado del Formato N° 05: Registro del Plan de Ejecución BIM - BEP, se sugiere revisar el Instructivo correspondiente, el cual estará publicado en el sitio web del Plan BIM Perú: mef.gob.pe/planbimperu				
Nombre de la organización:	METODOLOGIA BIM FAHL.			
Nombre de la inversión:	MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DE LA CARRETERA VECINAL RUTA N° 711, TRAYECTORIA UYUPAMPA – EMP. PE-34 A (LA BALANZA)			
Fase o etapa de la inversión:	Desarrollo del expediente técnico			
Código de la inversión: (Asignado por el Aplicativo Informático)	2470268			
Tipo de inversión:	Proyecto de infraestructura vial			
Localización geográfica de la unidad productora de la inversión:	CARRETERA VECINAL RUTA N° 711, TRAYECTORIA UYUPAMPA – EMP. PE-34 A (LA BALANZA), DISTRITO DE YURA - AREQUIPA - AREQUIPA		Coordenadas: 212848.67 m E, 8207161.09 m S	
Entidad responsable de la inversión:	MDDY			
A. Aspectos generales de la inversión y del equipo de ejecución				
1. Características de la inversión				
<p>El proyecto consiste en diseñar virtualmente bajo la metodología BIM en la dimensión 4D, para el mejoramiento del servicio de transitabilidad de la carretera vecinal ruta n°AR-711, trayectoria Uyupampa – Emp. PE-34 a (la balanza).</p> <p>El proyecto de infraestructura vial, se ubica en el (), distrito de yura - provincia de Arequipa - departamento de Arequipa, cuenta con 9+260.61 Km de longitud dentro de este tramo se contempla pavimentación de la calzada, diseño de obras de arte y la adecuada señalización de la vía.</p> <p>La inversión del proyecto tiene como objetivo resolver la problemática de la escasa infraestructura vial de la CARRETERA VECINAL RUTA N° 711, TRAYECTORIA UYUPAMPA – EMP. PE-34 A (LA BALANZA), además de ofrecer una mejor calidad de vida en las zonas involucradas como son: Uyupampa, Quiscos y La Balanza.</p>				
2. Alcance y objetivos de colaboración del equipo de ejecución				
Alcance del equipo de ejecución	Realizar el diseño virtual del proyecto de infraestructura vial, siguiendo las normativas vigentes para el modelado del proyecto, y cumpliendo con lo requerido en los términos de referencias del proyecto.			
Objetivos del equipo de ejecución	Realizar el diseño de la infraestructura vial en la etapa de expediente técnico con mayor detalle y precisión en la estimación de cantidades y planificación. Prevenir interferencias e incompatibilidades en el modelo de la información virtual.			
3. Responsabilidades de gestión de la información BIM del equipo de ejecución				
Proceso	Sub actividades de gestión de la información	Nombres y Apellidos	Organización / Equipo de trabajo	Email
Entrega del modelo de información	Comprobar la disponibilidad de la información de referencia y los recursos compartidos.	Flor Angie Huacallo Limpe	Equipo de diseño de información	
	Producir información.	Flor Angie Huacallo Limpe	Equipo de diseño de información	
	Realizar un control de calidad.	Flor Angie Huacallo Limpe	Equipo de diseño de información	
	Revisar y aprobar el intercambio de información.	Flor Angie Huacallo Limpe	Equipo de diseño de información	
	Revisar el modelo de información.	Flor Angie Huacallo Limpe	Equipo de diseño de información	
Entrega del modelo de información	Presentar al proveedor el Modelo de Información para su autorización.	Flor Angie Huacallo Limpe	Equipo de diseño de información	
	Revisar y autorizar el modelo de información.	-----		
	Presentar a la entidad pública el Modelo de Información para su aceptación.	MDDY	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE YURA	
	Revisar y aceptar el modelo de información.	MDDY	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE YURA	

B. Estrategia de entrega de Información del equipo de ejecución

1. Objetivos para la producción colaborativa del Modelo de información

Objetivos generales	Asegurar el diseño virtual bajo la metodología BIM 4D para el proyecto de infraestructura vial.	
Prioridad	Objetivos de gestión de la información BIM	Usos BIM solicitados por la entidad pública
-		<i>Elija uso BIM</i>
Prioridad	Objetivos de gestión de la información BIM	Otros usos BIM sugeridos por el equipo de ejecución
1	Incrementar la ingeniería de valor por medio del uso de BIM y los Modelos de información.	<i>Diseño de especialidades</i>
2	Modelado 3D de la infraestructura vial	<i>Visualización 3D y postproducción</i>
3	Integración del factor tiempo en el modelado 3D para llegar a la dimensión 4D	<i>Coordinación de la Información</i>
4	Prevenir sobrecostos y contratiempos en la Ejecución Física de la inversión, a través de la anticipada detección de interferencias e incompatibilidades en el modelo de información.	<i>Detección de interferencias e incompatibilidades</i>

2. Estructura organizativa y composición del equipo de ejecución

Organización / Equipo de trabajo	Nombres y apellidos	Rol BIM del participante	Autorización de seguridad (si es aplicable)	Contacto de la persona	Responsable de la persona
	Flor Angie Huacallo Limpe	<i>Director BIM</i>	L1		
	Flor Angie Huacallo Limpe	<i>Coordinador BIM</i>	L1		
	Flor Angie Huacallo Limpe	<i>Modelador BIM</i>	L1		

3. Lista de recursos informáticos necesarios

Tipo de información	Nombre del recurso informático	Formato nativo de la información	Versión
Diseño preliminar	Infraworks	FBX	2022
Diseño geométrico de la vía	Civil 3D	DWG	2022
Diseño de obras de arte de la vía	Revit	RVT	2022
Coordinación 3D y detección de interferencias	Navisworks	NWF	2022

4. Estrategia de Federación

5. Plan de movilización

5.1. Lista de actividades que conforman la movilización

Referencia	Tarea	Responsabilidades	Equipo de trabajo	Plazo de entrega	Otras acciones / comentarios
Recursos informáticos (Software & Hardware)					
1	Verificación del correcto funcionamiento de los recursos informáticos (softwares).	Verificar que todos los equipos cuenten con la versión requerida de los recursos informáticos, que se hayan instalado correctamente y/o estén actualizados.	FAHL	Hasta 2 días calendario	Ver numeral 3. Lista de recursos informáticos necesarios
Normas, estándares, métodos y procedimientos					
2	Revisión de la NTP-ISO 19650 Parte 1 y 2	Verificar el cumplimiento de la gestión de la información BIM	FAHL	Hasta 2 días calendario	
3	Revisión de la Guía Nacional BIM Perú	Verificar el cumplimiento de la gestión de la información BIM articulado con el sistema nacional de inversiones Invierte.pe	FAHL	Hasta 2 días calendario	
Capacitaciones					
4	Realizar capacitación interna acerca de las actividades y procesos de la Gestión de la información BIM aplicados en el presente proyecto de inversión.	Se informará a todos los equipos sobre los requisitos de información, procesos, actividades de la Gestión de la Información BIM. Además, se explicará la importancia de alinearse a lo establecido en el Plan de Ejecución BIM.	Equipo de Gestión y Administración	Hasta 4 días calendario	

6. Estrategia de entrega del Modelo de Información

N° Entregable	Descripción del entregable	Equipo de Trabajo a cargo del desarrollo	Contenedor de información	Método de entrega
Producto 1	1. Modelo 3D preeliminar de la vía. 2. Diseño geométrico de la vía. 3. Planta y perfil de la vía. 4. Secciones transversales de la vía.	Equipo de diseño vial	1. Formato .FBX 2. Formato .DWG y PDF 3. Formato .DWG y PDF 4. Formato .DWG y PDF	Archivo General e impreso.
Producto 2	1. Planos de planta y secciones del puente del proyecto. 2. Planos de planta y secciones de muros de contención.	Equipo de estructuras	1. Formato .DWG, .RVT y PDF 2. Formato .DWG, .RVT y PDF	Archivo General e impreso.
Producto 3	1. Cronograma del proyecto	Equipo de planificación del proyecto	1. Formato .NWF y PDF 2. Formato .DWG, .RVT y PDF	Archivo General e impreso.

C. Propuesta de modificación o adición de normas de Información

1. Normas de información

	Normas, estándares, métodos o procedimientos	Descripción	Sustento de modificación o adición
Establecidas por la entidad	Diseño Geométrico de carreteras.	Documento técnico de carácter normativo para regir el cumplimiento de las técnicas y procedimientos para el diseño de la infraestructura vial.	
	AHSTO 2002 ("Standard Specifications for Highway Bridges, 17th Edition),	Norma estándar de puentes	
Propuesta por el Equipo de Ejecución	Guía Nacional BIM Perú	Documento que tiene como objetivo definir y estandarizar los conceptos referidos a la gestión de la información BIM, en el desarrollo de las inversiones.	Analizar la incoherencia entre las especialidades del proyecto para una mejor presentación del mismo.

1.1. Convenciones de identificación de contenedores de información

Detalle y propuesta de convenciones de identificación			
Convenios de identificación	Obligación	Código	Nombre / descripción
Código de Inversión	Requerido	2470268	MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DE LA CARRETERA VECINAL RUTA N AR - 711, TRAYECTORIA UYUPAMPA – EMP. PE-34 A (LA BALANZA), DISTRITO DE YURA - PROVINCIA DE AREQUIPA - DEPARTAMENTO DE AREQUIPA
Autor	Requerido	FAHL	Tesista: Flor Angie Huacallo Limpe
Volumen o sistema	Requerido	SDG	Sistema de la vía del proyecto vial.
		SE	Sistema estructural.
Nivel o localización	Requerido	SP	Sistema de planificación del proyecto.
		N° Progresiva	Progresiva del proyecto 0+000 - 12+656.61
Tipo de Documento	Requerido	DE	Planos - detalles
		U	Planos Ubicación y localización
		P2	Planos 2D
		M3	Modelo 3D
Disciplina	Requerido	DG	Diseño geométrico de la vía
		M	Muros de contención
		P	Puente
Número	Requerido	'0001	Modelo 3D (M3)
		'0001	Dibujo 2D
Descripción	Opcional	Model3D	Modelo 3D de la vía
		Model RVT	Modelo 3D de puente y muros de contención
Código de estado	Opcional	-	-
Revisión	Opcional	P01.1	Versión 1
		P01.2	Versión 2

1.2. Propuesta de calidad del modelo de información

Aspecto del contenedor de información	Requisitos de calidad
Modelo de información	<p>La información gestionada del proyecto debería ser comprensible por todas las partes, para lo cual, se debe realizar la verificación de los modelos antes de compartírselos, esto debe incluir, pero no se limita a:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Los modelos de información compartidos deben respetar la convención de identificación de contenedores de información establecida en la sección C, punto 1.1 del presente documento. - El formato de los modelos de información compartidos, deben cumplir con lo establecido en la sección B, punto 3. <i>Lista de recursos informáticos</i> necesarios del presente documento. - Los modelos de información (archivos de modelos nativos en vivo) han sido auditados y purgados, antes de ser compartidos. - El modelo 3D y los dibujos 2D están actualizados y que la información 2D ha sido derivada del modelo 3D. - Los archivos modelo se separan del archivo central

1.3. Propuesta de indicadores de rendimiento

Nombre del indicador	Método de cálculo	Meta	Frecuencia	Fuente de información	Responsable
% de Interferencias al momento de construir	(Cantidad o número de interferencias detectadas en obra / Metros cuadrados construidos) *100	Reducir interferencias al momento de construir	Mensual	Ejecución del proyecto, control y seguimiento	Empresa ejecutora

2. Métodos y procedimientos de producción de información

2.1. Estrategia de coordinación entre especialidades

Se propone la metodología para desarrollar la identificación de interferencia manteniendo la coordinación espacial

1. El equipo de ejecución produce información, sujeta a acuerdos de propiedad intelectual, que controlan y verifican, tomando en cuenta la información de referencia provista por la entidad.
2. Cada equipo de trabajo es responsable de la coordinación de su diseño, cualquier problema actual o potencial debe identificarse mediante la función de comentario/visión en el Entorno Común de Datos y su resolución debe acordarse durante las reuniones de coordinación.
3. Los requisitos de información elaborados por la entidad serán provistos a todas las partes involucradas en el desarrollo de la inversión.
4. Los modelos de información se producirán utilizando tecnologías que permitan el desarrollo de trabajos colaborativos.

2.2. Actividades para la detección y resolución de interferencias

Actividades	Descripción
Revisar la lista de tolerancia a interferencias en todo el proyecto	La entidad será responsable de facilitar la lista de tolerancia a interferencias. Cada Equipo de Ejecución será responsable de aportar sus conjuntos de interferencias y tolerancias requeridas.
Compartir los contenedores de información	Cada equipo de trabajo será responsable de cargar una versión actualizada de los modelos de información respetando el formato y los convenios de identificación establecidos en el presente documento.
Federación de los contenedores de información	La Parte Designada Principal federará los modelos de entrega para la detección de interferencias.
Realizar pruebas para la detección de interferencias	La Parte Designada Principal importará y ejecutará la lista de tolerancia acordadas para realizar las pruebas y obtener el reporte de interferencias.
Evaluación y subsanación de interferencias	Durante la sesión de coordinación, la Parte Designada como líder evaluará los resultados de los enfrentamientos y asignará acciones según el propietario del enfrentamiento. Después de la reunión se publicará un informe sobre la resolución de interferencias.
Seguimiento de la acción y compartir	Los asignados de tareas serán responsables de resolver los enfrentamientos registrados.
Reporte de la resolución de interferencias	El modelo con las interferencias resueltas será compartido manteniendo una única fuente de información. Los informes de progreso de las interferencias serán producidos mensualmente por la Parte Designada Principal como una hoja de cálculo separada para su revisión en los talleres de coordinación mensuales.

2.3. Tolerancia y evaluación de interferencias

Elementos del modelo de información	Tipo de interferencia	Tolerancia
Longitud de la vía	Dura	. +/- 5 m
Longitud de muros	Blanda	. +/- 5 m

2.4. Requisitos de seguridad de la información

Requisitos de seguridad de la información
Toda la información generada para este proyecto debe cumplir con los requisitos de seguridad, en términos de protección de cualquier dato/información comercialmente sensible y/o personal.

2.5. Nivel de seguridad

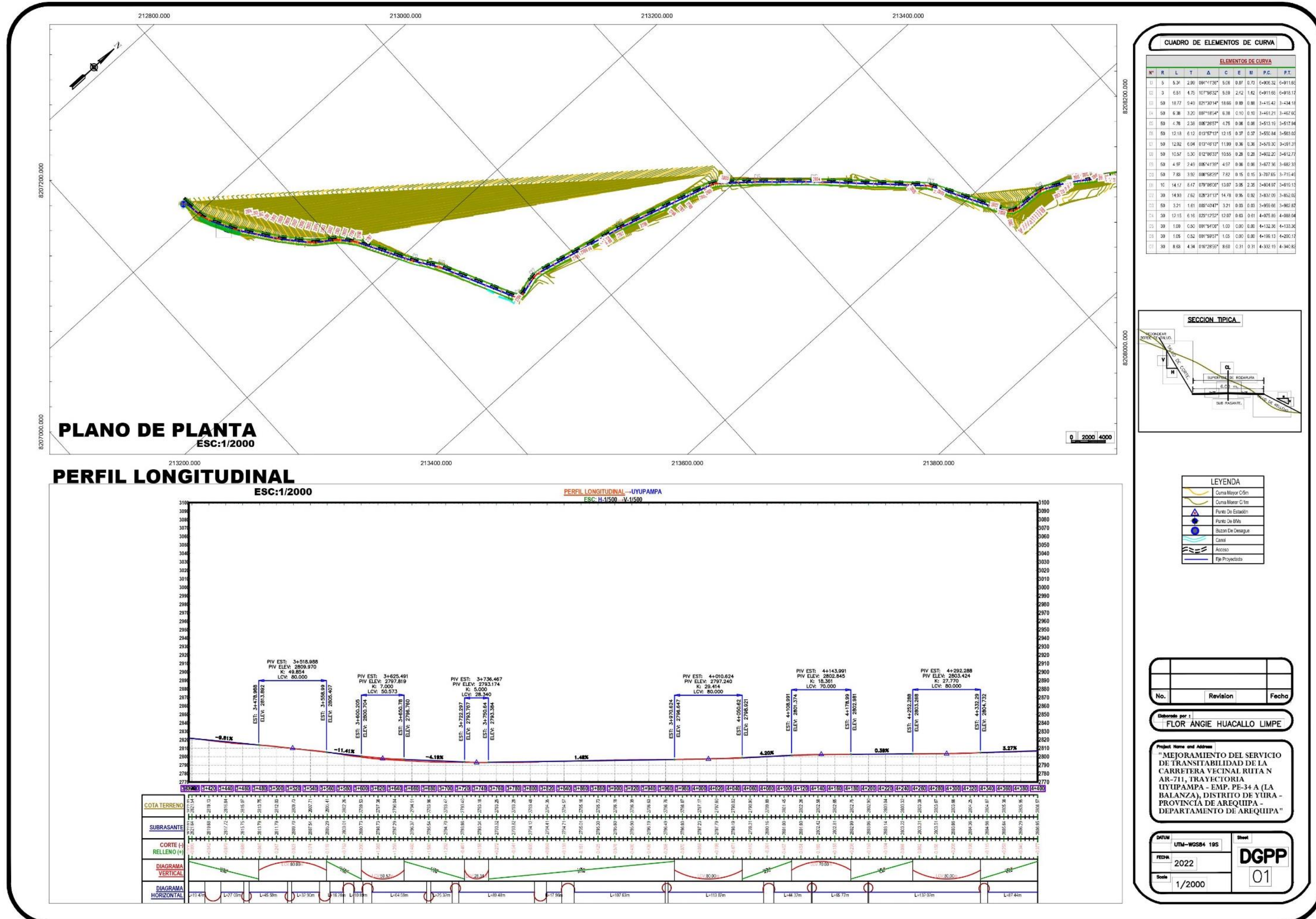
Código del nivel	Visible al Equipo de Ejecución	Protegido por contraseña	Visible al Equipo de Trabajo	Visible al Equipo de Proyecto	Información descargable		
L02		X	X		X		
L04				X	X		

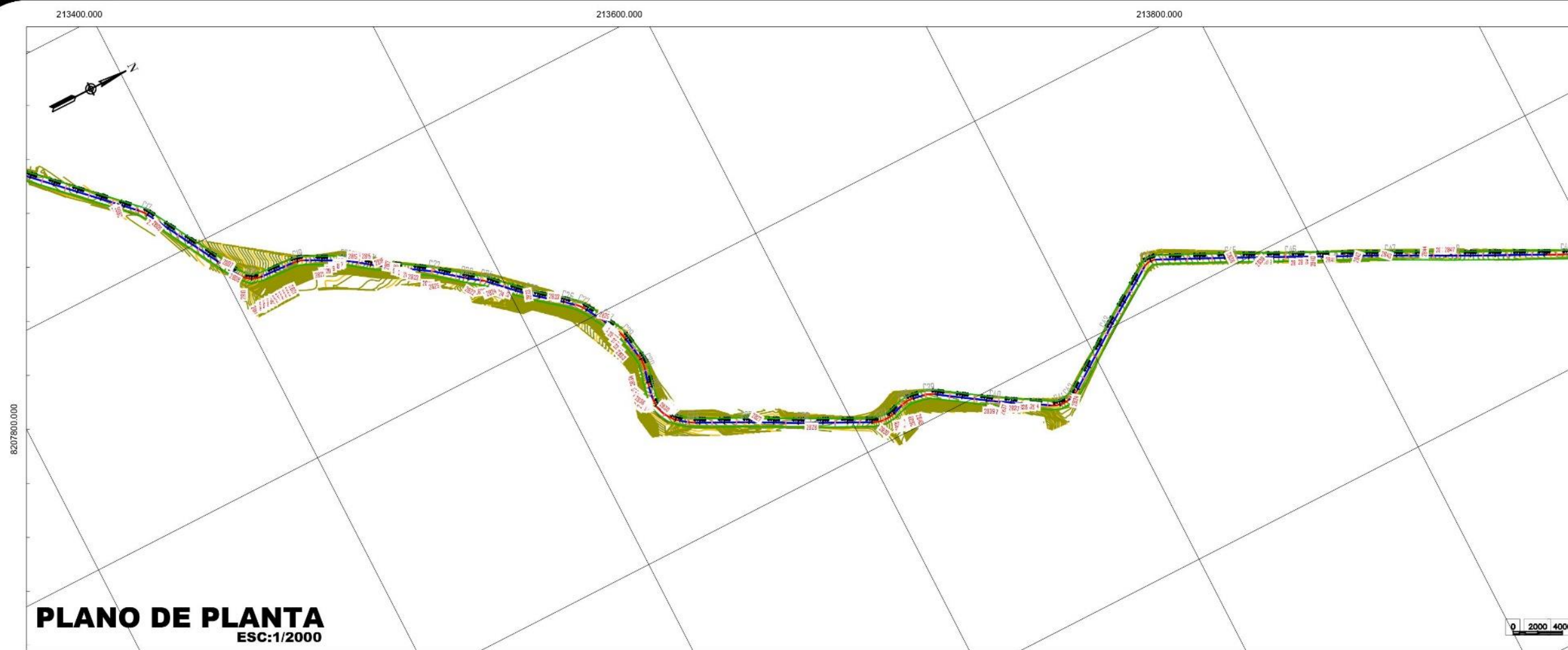
ANEXO 2: FORMATO N°7 Registro de matriz de responsabilidades

FORMATO N° 07: MATRIZ DE RESPONSABILIDADES															
Nota: Para el llenado del Formato N° 07: Matriz de Responsabilidades, se sugiere revisar el Instructivo correspondiente, el cual estará publicado en el sitio web del Plan BIM Perú: mef.gob.pe/plnbimperu															
Estudio de la metodología BIM en la etapa de diseño de la carretera vial N° 711, trayectoria Uyupampa - EMP PE-34 A (La balanza)															
N° Hito de la inversión															
HITOS DE LA INVERSIÓN			Modelo de información específico de todas las disciplinas						Visualización 3D			Visualización del cronograma 4D			
Equipo responsable y Nivel de Información necesaria			LOIN			LOIN			LOIN			LOIN			
			LOD	LOI		LOD	LOI		LOD	LOI		LOD	LOI		
Especialidad			Inf. geométrica			Inf. alfanumérica			Inf. geométrica			Inf. alfanumérica			
			Inf. geométrica	Inf. alfanumérica	Documentación asociada	Inf. geométrica	Inf. alfanumérica	Documentación asociada	Inf. geométrica	Inf. alfanumérica	Documentación asociada	Inf. geométrica	Inf. alfanumérica	Documentación asociada	
1	Diseño Vial	1.1	Modelo 3D preliminar de la vía	Equipo de diseño vial	3	3	Modelo 3D	Eqp. DV	3	3	Archivo FBX	N/A	N/A	N/A	No es requerido
		1.2	Diseño geométrico de la vía	Equipo de diseño vial	3	3	Modelo 3D	Eqp. DV	3	3	Archivo DWG	N/A	N/A	N/A	No es requerido
		1.3	Plano y perfil de la vía	Equipo de diseño vial	3	3	Equipos as de dibujo	Eqp. DV	3	3	Archivo DWG	N/A	N/A	N/A	No es requerido
		1.4	Secciones transversales de la vía	Equipo de diseño vial	3	3	Equipos as de dibujo	Eqp. DV	3	3	Archivo DWG	N/A	N/A	N/A	No es requerido
2	Estructura vial	2.1	Plano de planta y secciones del puente del proyecto	Equipo de estructuras	3	3	Equipos as de dibujo	Eqp. E	3	3	Archivo RVT	N/A	N/A	N/A	No es requerido
		2.2	Plano de planta y secciones de muro de contención	Equipo de estructuras	3	3	Equipos as de dibujo	Eqp. E	3	3	Archivo RVT	N/A	N/A	N/A	No es requerido
3	Planificación	3.1	Cronograma del proyecto	Equipo de planificación	4	4	libro 4D	Eqp.P	3	3	Archivo IWF	Eqp.P	4	4	Archivo IWF



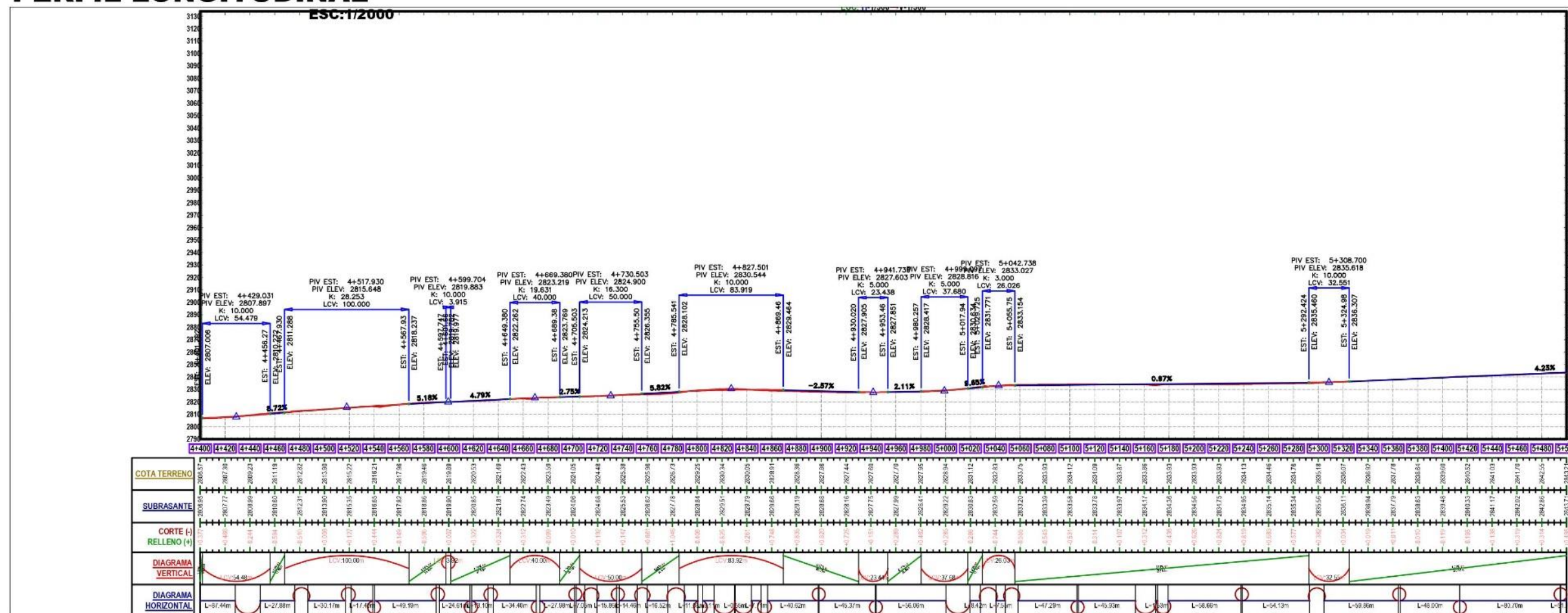
ANEXO 3: Planos de la vía diseñados bajo la metodología BIM 4D





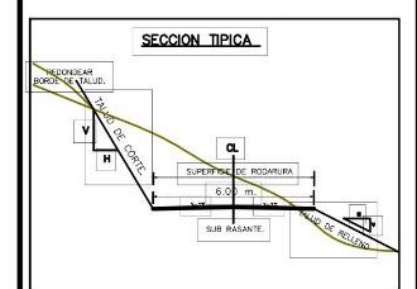
PLANO DE PLANTA
ESC:1/2000

PERFIL LONGITUDINAL
ESC:1/2000



CUADRO DE ELEMENTOS DE CURVA

ELEMENTOS DE CURVA									
Nº	ES	ES	ES	ES	ES	ES	ES	ES	ES
1	5	3.51	2.96	0.06111281	5.06	2.42	1.42	51906.32	61811.85
2	3	8.51	4.75	1.0758321	5.58	2.42	1.42	51911.85	61818.15
3	50	15.77	9.49	0.2132154	18.89	0.89	0.89	3495.42	24534.16
4	50	6.28	3.28	0.05718151	6.28	0.10	0.10	3495.21	24537.90
5	50	4.76	2.38	0.05292517	4.76	0.06	0.06	3493.19	24517.94
6	50	12.18	6.12	0.13757137	12.15	0.37	0.37	3498.84	24553.02
7	50	12.02	6.04	0.13746137	11.99	0.36	0.36	3498.30	24581.31
8	50	10.57	5.28	0.12106337	10.55	0.28	0.28	3492.20	24412.72
9	50	4.97	2.49	0.05741337	4.97	0.06	0.06	3497.36	24682.35
10	50	7.83	3.93	0.08158237	7.83	0.15	0.15	3493.85	24715.45
11	10	14.17	8.47	0.27106137	13.87	0.35	0.35	3494.87	24819.13
12	30	14.93	7.62	0.29131137	14.78	0.35	0.35	3497.89	24853.02
13	30	3.21	1.61	0.03740137	3.21	0.03	0.03	3499.86	24983.02
14	30	12.15	6.08	0.22712137	12.07	0.03	0.03	4105.89	14688.04
15	30	1.06	0.53	0.01761337	1.06	0.03	0.03	4152.36	14133.36
16	30	1.05	0.52	0.01761337	1.05	0.03	0.03	4199.83	14203.17
17	30	8.83	4.34	0.16728137	8.83	0.31	0.31	44332.19	44943.82



LEYENDA

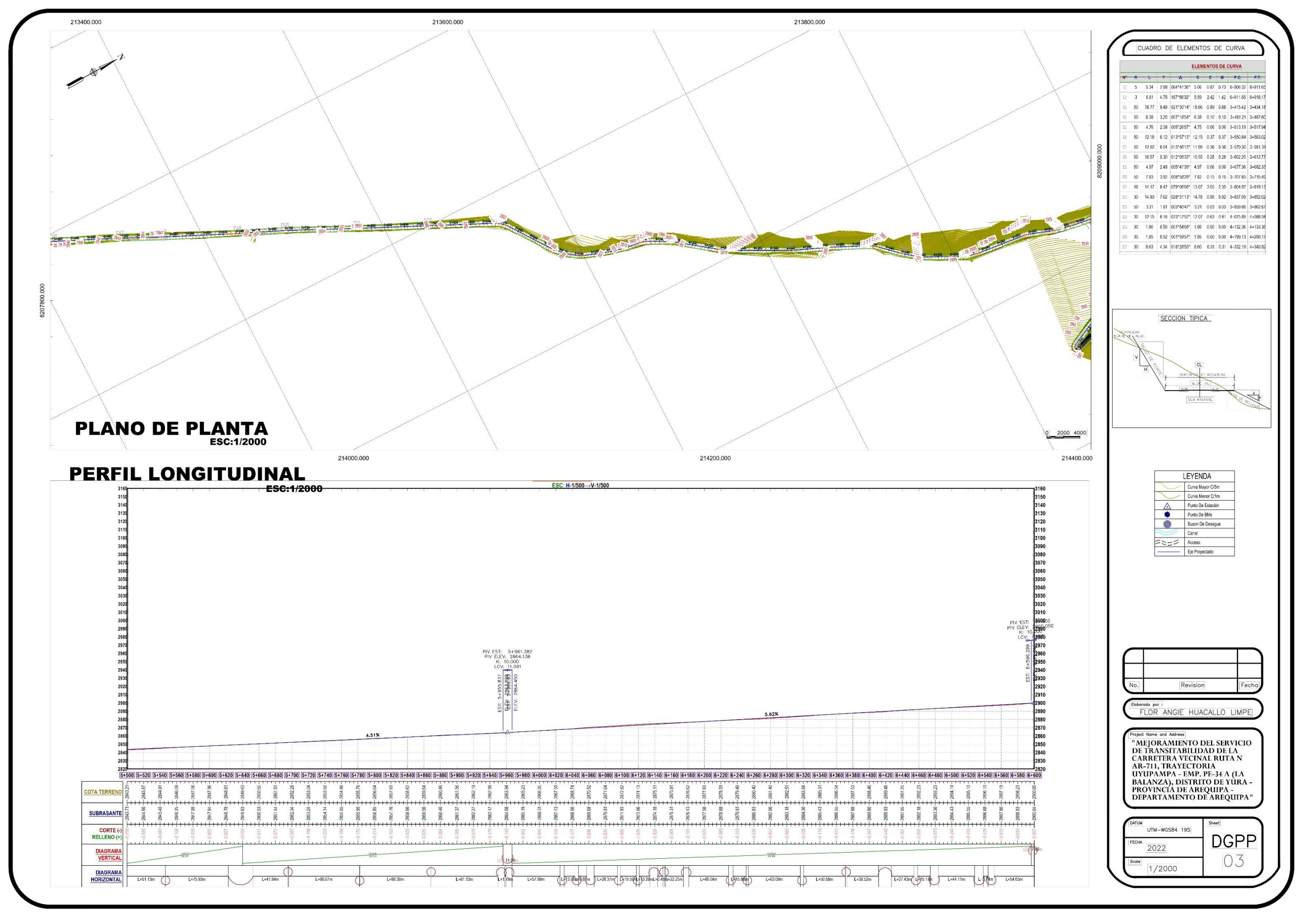
- Curva Mayor C/te
- Curva Menor C/te
- Punto De Estación
- Punto De Bala
- Buzón De Desague
- Canal
- Acceso
- Eje Proyectado

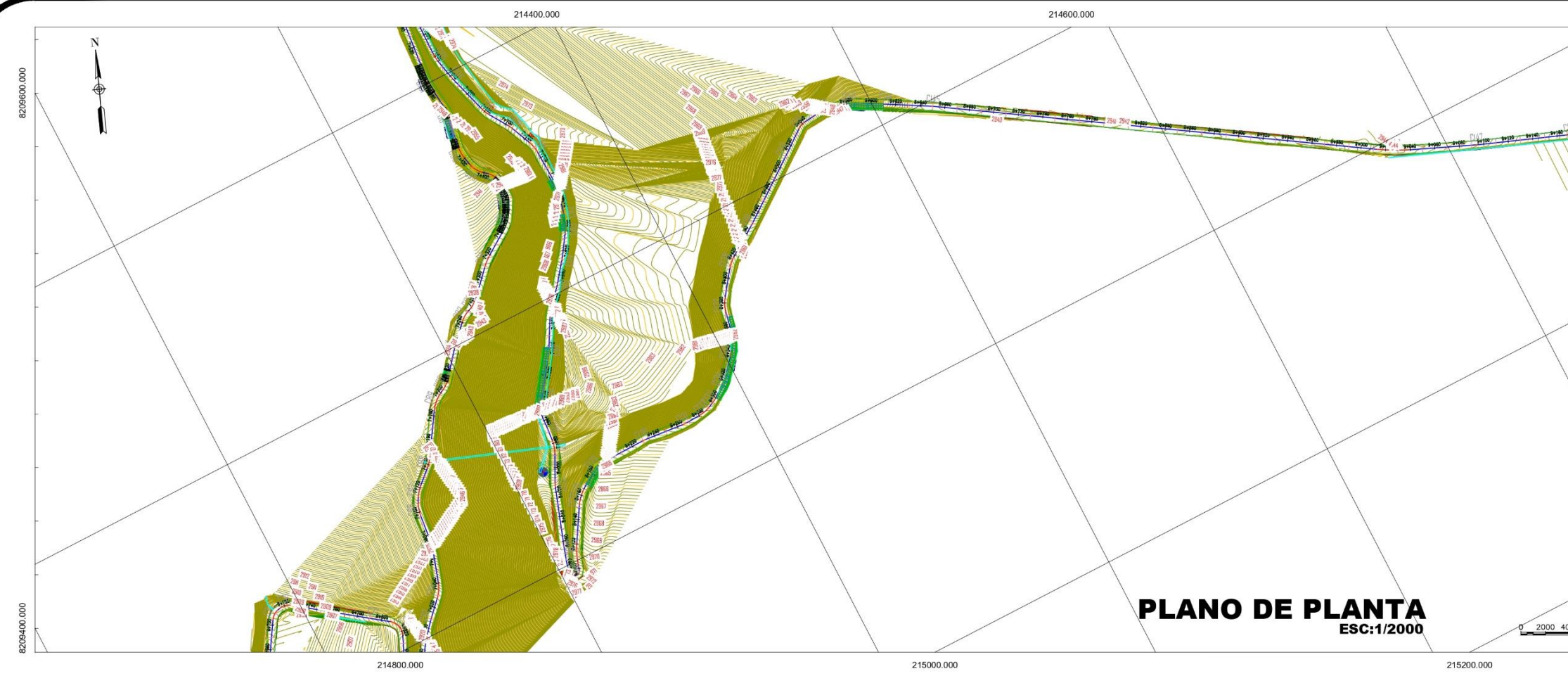
No.	Revisión	Fecha

Elaborado por: **FLOR ANGIE HUACALLO LIMPE**

Project Name and Address:
"MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DE LA CARRETERA VECINAL RUTA N AR-711, TRAYECTORIA UYUPAMPA - EMP. PE-34 A (LA BALANZA), DISTRITO DE YURA - PROVINCIA DE AREQUIPA - DEPARTAMENTO DE AREQUIPA"

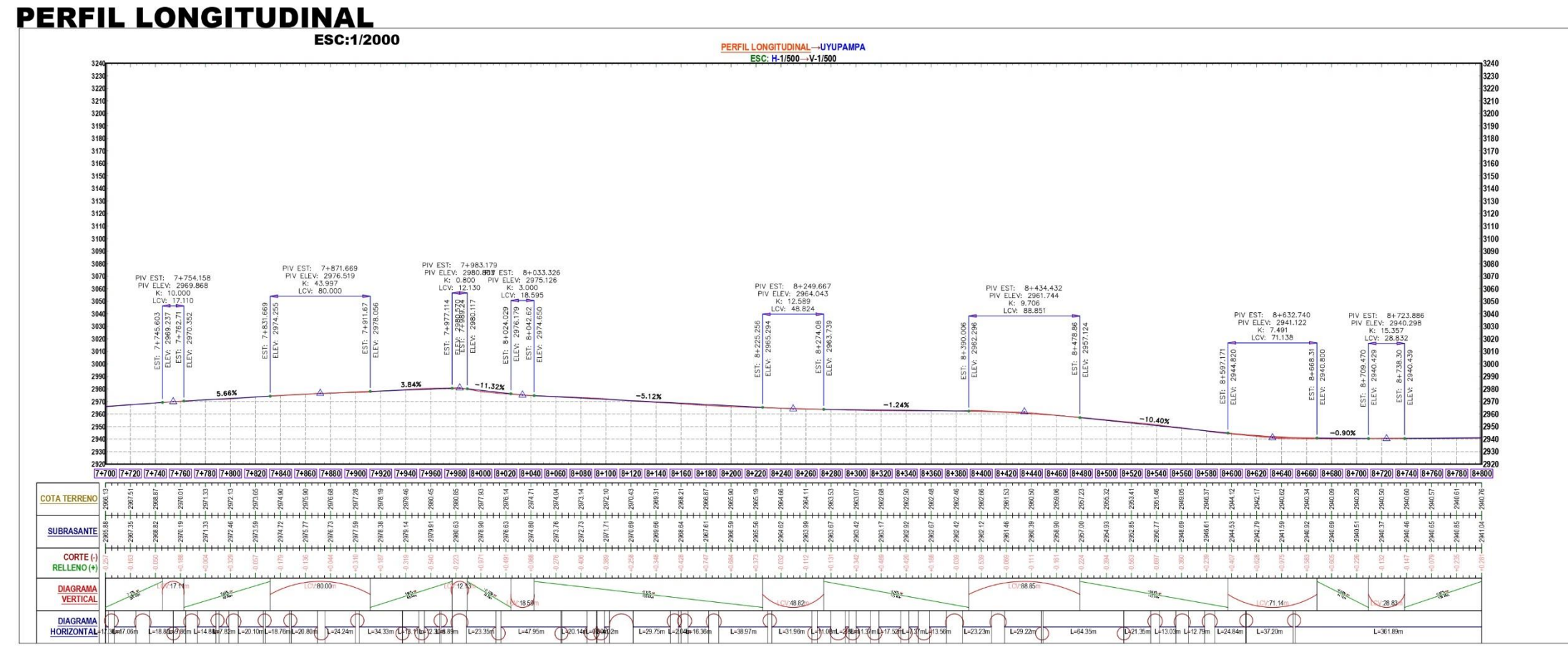
DATUM	UTM-WGS84 19S	Sheet	DGPP
FECHA	2022		02
Scale	1/2000		





CUADRO DE ELEMENTOS DE CURVA

ELEMENTOS DE CURVA									
Nº	R	L	T	A	C	E	M	P.C.	P.T.
001	30	4.91	2.46	00°22'41"	4.60	0.10	0.10	7+702.33	7+702.24
002	30	11.06	5.50	02°10'11"	11.00	0.50	0.51	7+724.30	7+726.36
003	30	0.20	0.10	00°22'53"	0.20	0.00	0.00	7+754.16	7+754.36
004	30	9.27	4.67	01°14'24"	9.24	0.36	0.36	7+764.22	7+773.56
005	30	2.46	1.23	00°41'27"	2.45	0.03	0.03	7+783.37	7+783.65
006	30	7.96	3.98	01°49'27"	7.94	0.04	0.04	7+788.03	7+789.23
007	30	1.86	0.93	00°32'27"	1.85	0.01	0.01	7+820.51	7+820.58
008	30	1.68	0.84	00°13'48"	1.68	0.01	0.01	7+846.02	7+846.02
009	30	6.17	3.10	01°14'22"	6.16	0.01	0.01	7+863.42	7+873.55
010	30	3.07	1.54	00°51'48"	3.07	0.00	0.00	7+889.83	7+892.96
011	30	0.23	0.11	00°28'18"	0.23	0.00	0.00	7+927.23	7+927.44
012	30	4.42	2.26	00°26'12"	4.38	0.31	0.31	7+950.56	7+954.06
013	30	1.13	0.56	00°17'43"	1.13	0.00	0.00	7+967.28	7+968.41
014	30	11.36	5.75	02°14'53"	11.29	0.55	0.54	7+977.30	7+988.06
015	30	4.12	2.06	00°27'20"	4.12	0.07	0.07	8+020.21	8+040.15
016	30	0.75	0.38	00°12'59"	0.75	0.00	0.00	8+044.08	8+044.08
017	4	7.33	4.82	00°43'03"	6.53	2.11	1.43	8+044.07	8+092.35
018	4	5.73	3.58	00°47'03"	5.20	1.42	1.00	8+093.00	8+098.94
019	72	18.03	9.52	01°02'02"	18.07	0.62	0.62	8+102.85	8+121.71
020	30	0.43	0.22	01°27'45"	0.42	0.01	0.01	8+151.53	8+151.96
021	30	5.79	2.91	01°10'34"	5.78	0.14	0.14	8+160	8+160.76
022	13	8.13	4.15	03°24'20"	8.00	0.64	0.61	8+182.15	8+190.26
023	30	3.36	1.76	00°40'28"	3.39	0.05	0.05	8+220.25	8+230.65
024	30	4.20	2.10	00°49'17"	4.20	0.07	0.07	8+264.61	8+268.81
025	30	11.46	5.86	02°13'24"	11.39	0.55	0.55	8+270.89	8+291.35
026	30	5.83	2.90	01°19'17"	5.82	0.14	0.14	8+284.22	8+300.05
027	30	6.83	3.43	01°32'11"	6.81	0.20	0.19	8+311.42	8+318.25
028	30	0.50	0.26	01°24'30"	0.49	0.01	0.01	8+325.76	8+340.26
029	30	8.93	4.50	01°12'58"	8.89	0.34	0.33	8+340.63	8+358.55
030	30	12.85	6.52	02°42'14"	12.75	0.69	0.69	8+372.11	8+384.96
031	30	10.46	5.28	01°58'53"	10.41	0.46	0.45	8+408.19	8+418.05
032	30	1.48	0.73	00°27'43"	1.46	0.01	0.01	8+447.88	8+449.34
033	30	0.36	0.18	00°47'41"	0.39	0.00	0.00	8+513.69	8+514.08
034	13	7.02	3.60	03°32'03"	6.93	0.47	0.47	8+526.43	8+542.45
035	30	10.24	5.17	01°57'33"	10.19	0.44	0.44	8+555.48	8+565.72
036	30	8.11	4.08	01°52'48"	8.08	0.28	0.27	8+578.51	8+586.62
037	30	0.57	0.28	00°14'52"	0.57	0.00	0.00	8+611.46	8+612.02
038	30	1.51	0.75	00°32'56"	1.51	0.01	0.01	8+640.23	8+650.74



SECCION TÍPICA

LEYENDA

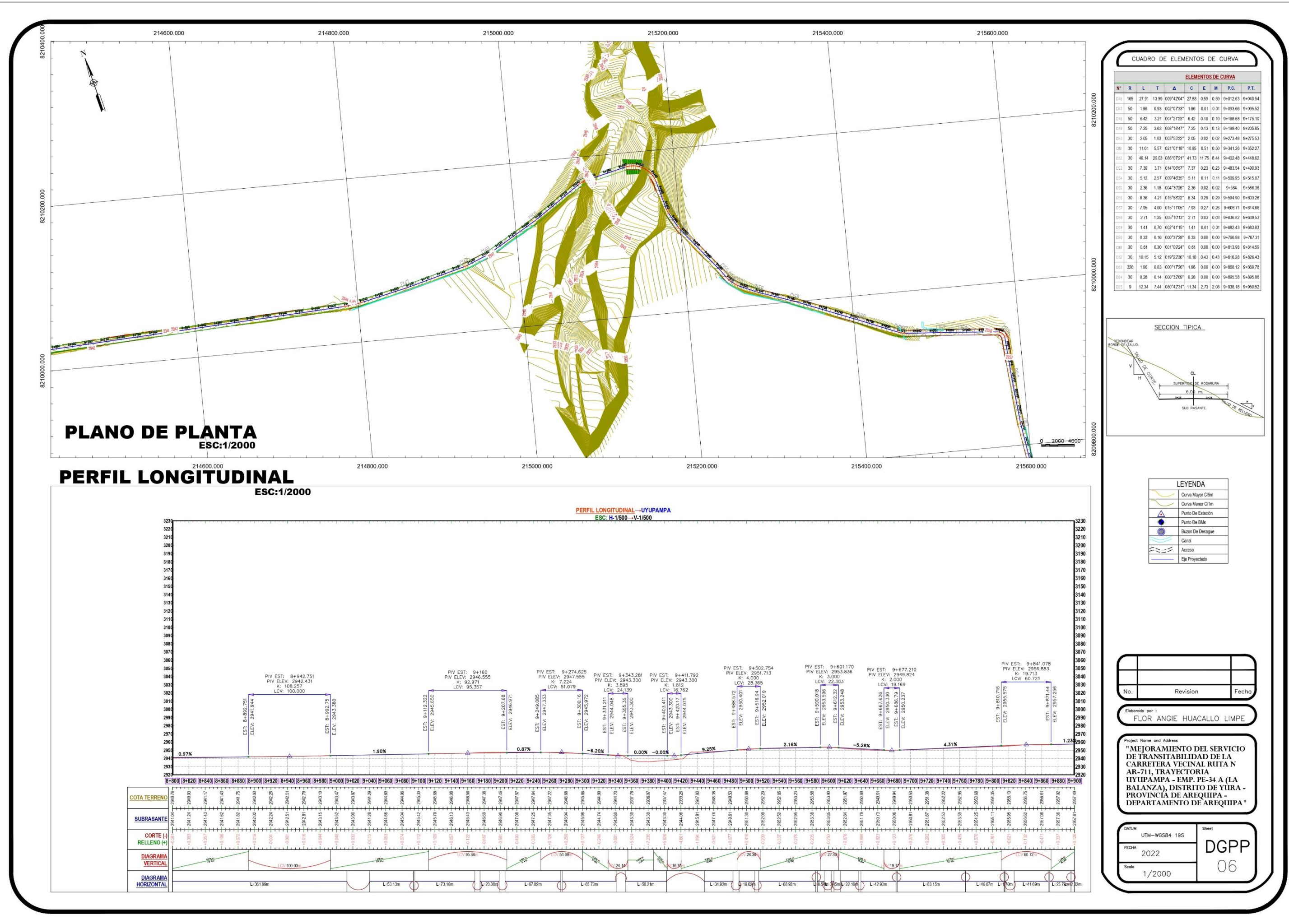
- Cuna Mayor C15m
- Cuna Menor C1m
- Punto de Estación
- Punto de Eje
- Buzón De Desague
- Canales
- Acero
- Eje Propuesto

No.	Revisión	Fecha

Elaborado por:
FLOR ANGIE HUACALLO LIMPE

Project Name and Address:
"MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DE LA CARRETERA VECINAL RUTA AR-711, TRAYECTORIA UYUPAMPA - EMP. PE-34 A (LA BALANZA), DISTRITO DE YURA - PROVINCIA DE AREQUIPA - DEPARTAMENTO DE AREQUIPA"

DATUM	Sheet
UTM-WGS84 19S	DGPP
FECHA	Scale
2022	1/2000
	05

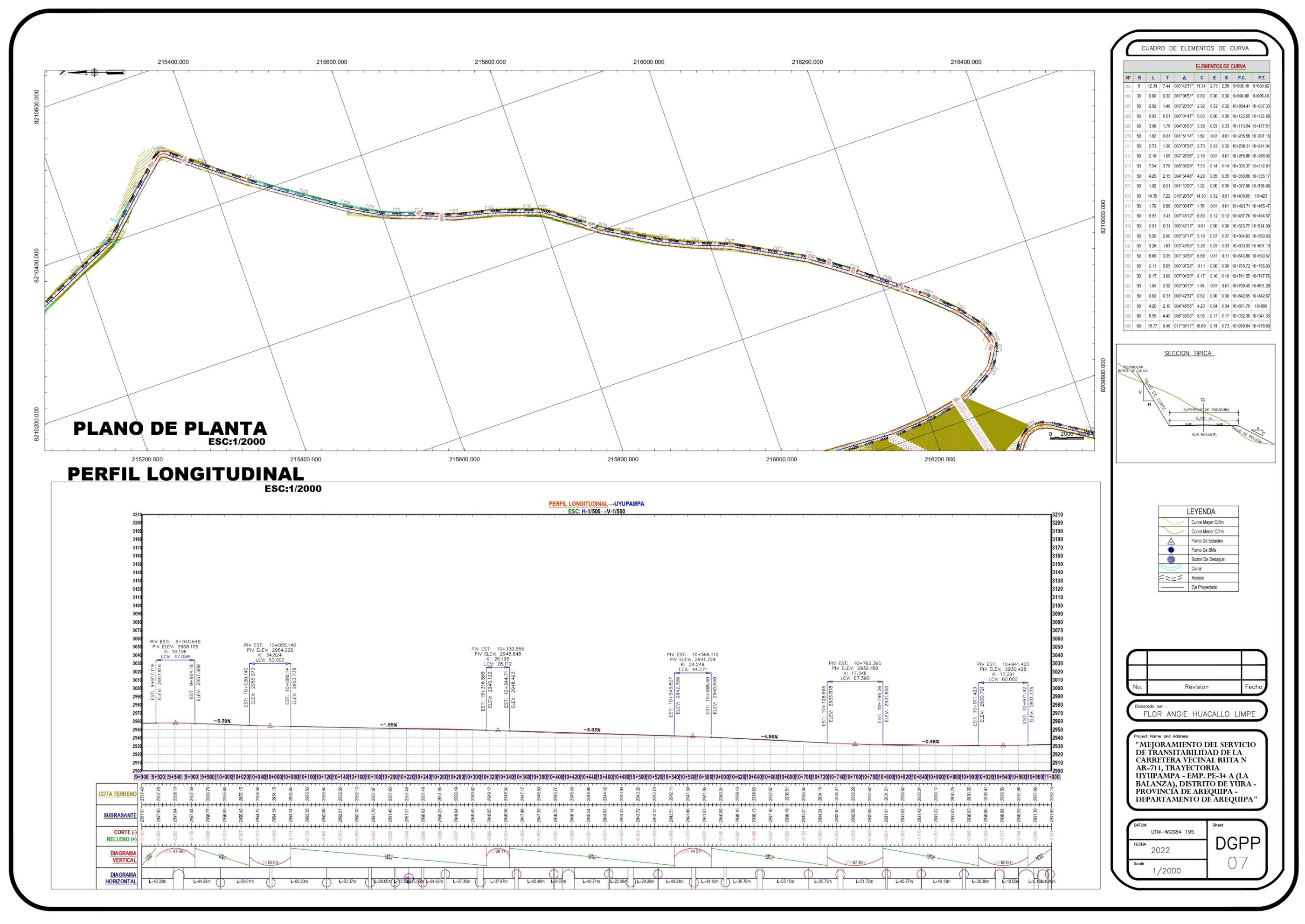


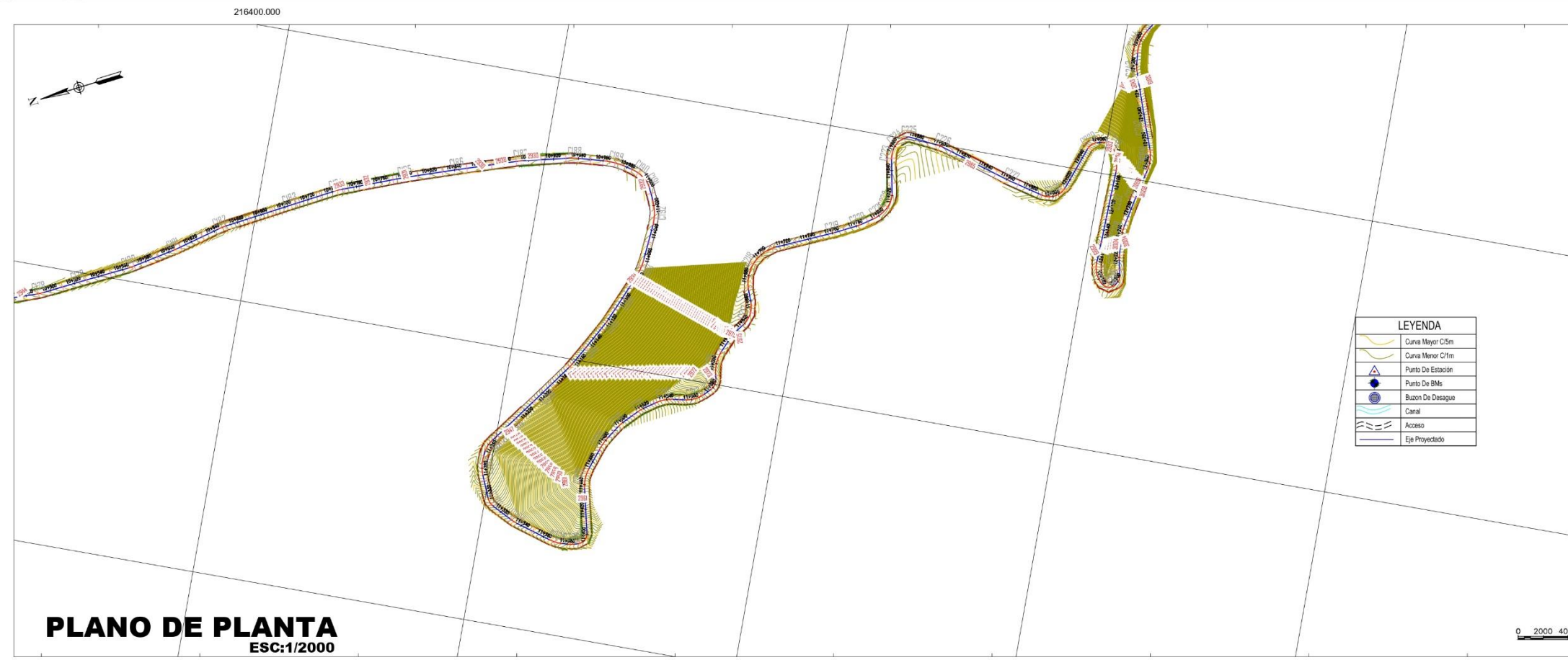
No.	Revision	Fecha

Elaborado por:
FLOR ANGIE HUACALLO LIMPE

Project Name and Address:
"MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DE LA CARRETERA VECINAL RUTA N° AR-711, TRAYECTORIA YUYUPAMPA - EMP. PE-34 A (LA BALANZA), DISTRITO DE YURA - PROVINCIA DE AREQUIPA - DEPARTAMENTO DE AREQUIPA"

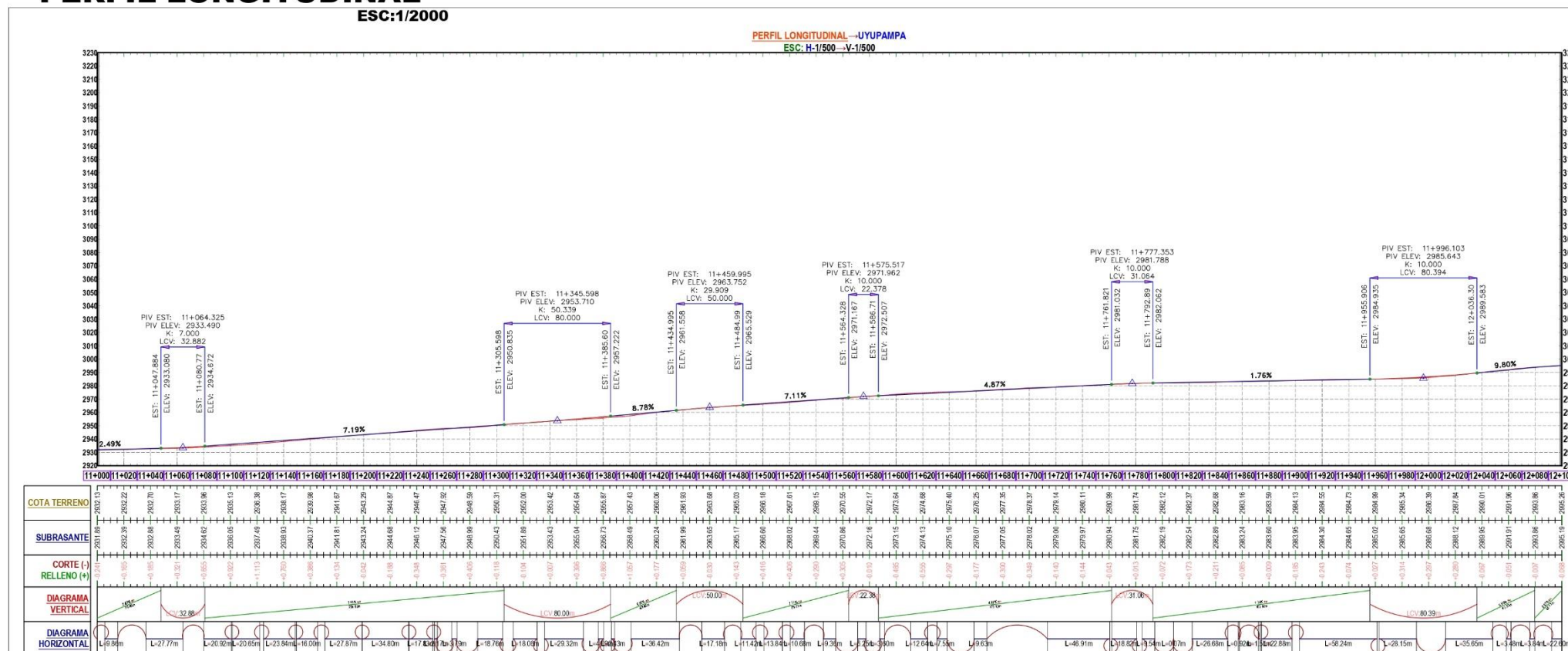
DATUM	UTM-WGS84 19S	Sheet
FECHA	2022	DGPP
Scale	1/2000	06





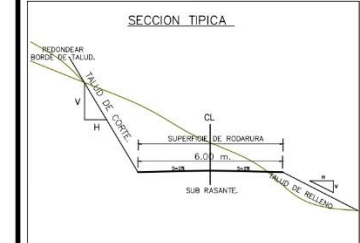
PLANO DE PLANTA
ESC:1/2000

PERFIL LONGITUDINAL
ESC:1/2000



CUADRO DE ELEMENTOS DE CURVA

ELEMENTOS DE CURVA										
N°	R	L	T	A	C	E	M	P	C	P.T.
001	30	11.77	5.96	102°28'24"	11.70	1.531	0.28	107°56'17"	107°56'17"	107°56'17"
002	20	10.08	5.15	102°53'10"	9.98	0.65	0.63	104°06'55"	11+056.64	11+056.64
003	40	21.05	10.78	103°38'20"	20.81	1.43	1.38	11+015.50	11+026.95	11+026.95
004	50	15.81	7.87	117°52'34"	15.55	0.62	0.61	11+064.32	11+079.94	11+079.94
005	50	6.59	0.26	100°42'22"	6.59	0.00	0.00	11+100.86	11+101.44	11+101.44
006	30	2.79	1.40	100°19'32"	2.79	0.03	0.03	11+122.69	11+124.88	11+124.88
007	50	0.89	0.45	101°51'24"	0.89	0.00	0.00	11+148.72	11+149.62	11+149.62
008	50	5.49	2.70	100°11'26"	5.40	0.07	0.07	11+155.42	11+171.02	11+171.02
009	30	0.17	0.09	100°20'00"	0.17	0.00	0.00	11+198.89	11+199.06	11+199.06
010	50	0.37	0.19	100°25'40"	0.37	0.00	0.00	11+233.86	11+234.23	11+234.23
011	50	1.25	0.62	101°25'36"	1.24	0.00	0.00	11+255.06	11+253.11	11+253.11
012	20	10.83	5.55	101°32'38"	10.70	0.76	0.73	11+255.46	11+266.11	11+266.11
013	30	15.81	7.96	102°42'20"	15.44	1.05	1.01	11+278.10	11+285.71	11+285.71
014	11	7.93	4.14	102°10'00"	7.77	0.73	0.69	11+304.48	11+312.41	11+312.41
015	30	5.47	2.74	101°27'00"	5.46	0.13	0.12	11+338.47	11+335.94	11+335.94
016	30	11.04	5.58	101°52'20"	10.98	0.52	0.51	11+365.25	11+376.31	11+376.31
017	30	5.83	2.91	111°58'10"	5.82	0.14	0.14	11+388.36	11+398.21	11+398.21
018	8	12.31	7.87	100°34'00"	11.97	3.09	2.22	11+388.65	11+403.07	11+403.07
019	30	16.74	8.38	101°51'50"	16.52	1.21	1.16	11+432.50	11+454.03	11+454.03
020	50	12.17	6.11	113°36'41"	12.14	0.37	0.37	11+471.21	11+483.26	11+483.26
021	30	6.00	3.01	111°27'20"	5.99	0.15	0.15	11+498.61	11+502.72	11+502.72
022	30	5.88	2.95	111°14'42"	5.87	0.14	0.14	11+514.63	11+520.52	11+520.52
023	30	14.16	7.21	102°32'41"	14.03	0.86	0.83	11+531.20	11+545.36	11+545.36
024	25	16.48	8.56	103°42'52"	16.18	1.42	1.35	11+564.72	11+571.02	11+571.02
025	10	10.26	5.03	100°47'20"	9.82	1.48	1.29	11+577.40	11+587.71	11+587.71
026	30	18.76	10.25	103°44'04"	18.40	1.70	1.61	11+591.31	11+611.06	11+611.06
027	30	7.11	3.57	113°34'41"	7.09	0.21	0.21	11+623.70	11+628.81	11+628.81
028	20	29.25	11.09	106°30'32"	28.40	2.87	2.51	11+638.35	11+658.61	11+658.61
029	30	45.44	28.36	106°46'40"	41.22	11.28	8.20	11+684.24	11+713.07	11+713.07
030	30	14.2	0.71	102°42'30"	14.2	0.01	0.01	11+703.59	11+702	11+702
031	30	4.91	2.01	100°36'20"	4.91	0.07	0.07	11+704.82	11+704.83	11+704.83
032	30	13.98	7.12	102°42'22"	13.88	0.83	0.81	11+754.58	11+808.38	11+808.38
033	20	13.94	7.27	103°56'00"	13.88	1.28	1.20	11+808.43	11+822.37	11+822.37
034	20	8.04	4.07	102°51'00"	7.98	0.41	0.40	11+848.05	11+857.38	11+857.38
035	15	13.97	7.54	102°21'41"	13.47	1.70	1.60	11+858.81	11+871.98	11+871.98
036	2	1.07	0.56	100°36'44"	1.06	0.07	0.07	11+873.49	11+874.58	11+874.58
037	30	5.54	2.78	110°36'19"	5.54	0.13	0.13	11+897.44	11+902.98	11+902.98
038	30	1.50	0.75	102°51'30"	1.50	0.01	0.01	11+901.22	11+902.72	11+902.72
039	15	21.85	13.43	104°32'17"	19.85	5.16	3.83	11+902.73	12+012.73	12+012.73
040	19	10.05	5.49	107°38'31"	9.63	1.41	1.24	12+048.37	12+058.42	12+058.42
041	19	14.04	8.40	100°25'19"	12.91	3.09	2.36	12+061.00	12+079.94	12+079.94
042	30	12.81	6.40	104°54'47"	12.51	0.67	0.66	12+079.77	12+080.38	12+080.38

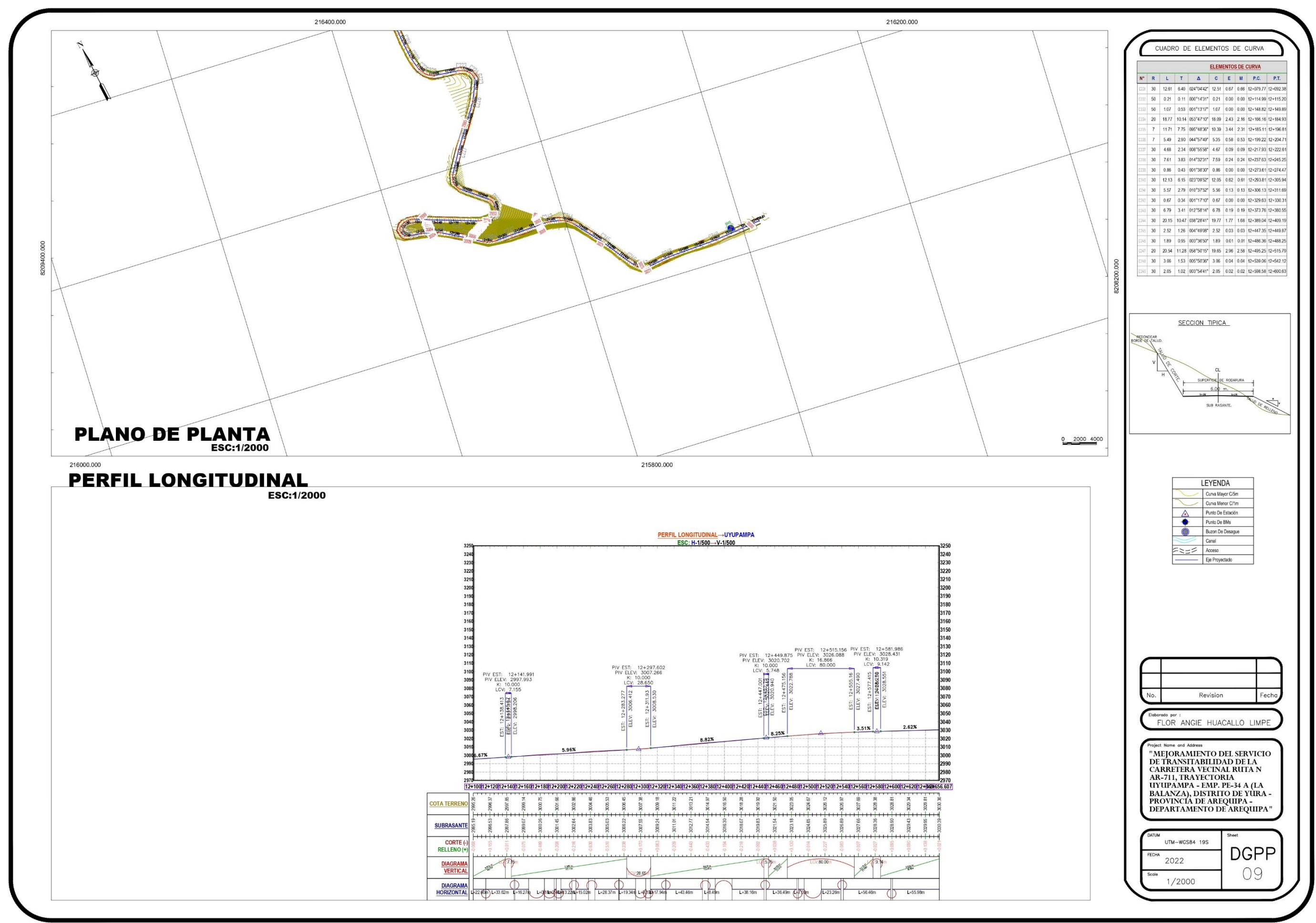


No.	Revision	Fecha

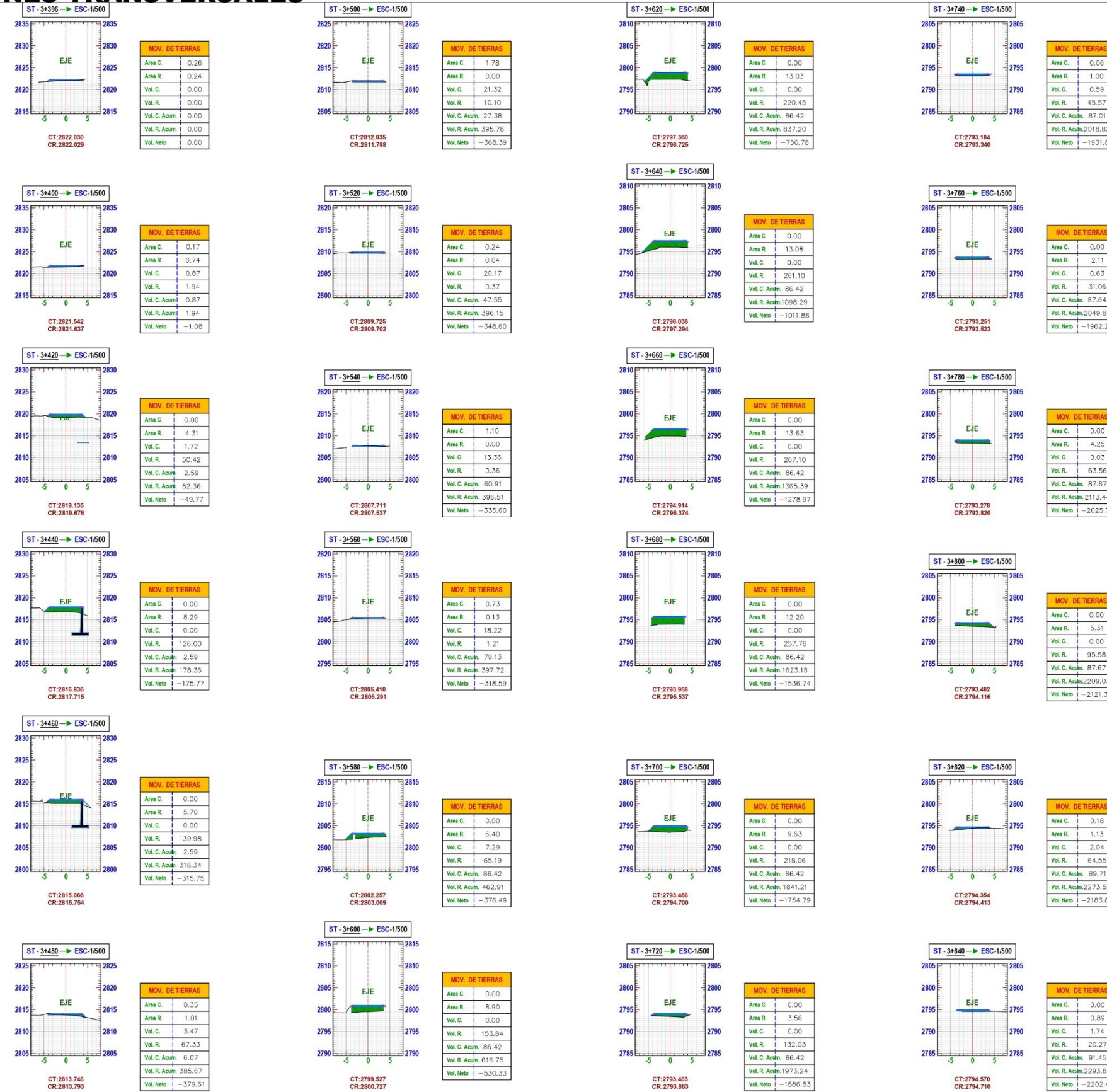
Diseñado por :
FLOR ANGIE HUACALLO LIMPE

Project Name and Address:
"MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DE LA CARRETERA VECINAL RITTA N° AR-711, TRAYECTORIA UYUPAMPA - EMP. PE-34 A (LA BALANZA), DISTRITO DE YURA - PROVINCIA DE AREQUIPA - DEPARTAMENTO DE AREQUIPA"

FECHA:	2022	Sheet DGPP 08
Scale:	1/2000	

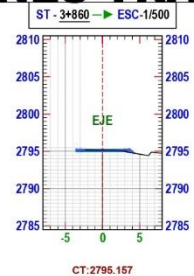


SECCIONES TRANSVERSALES



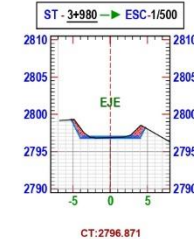
No.	Revision	Fecha
Elaborado por: FLOR ANGE HUACALLO LIMPE		
Project Name and Address: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DE LA CARRETERA VECINAL RUTA N AR-711, TRAYECTORIA IVUPAMPA - EMP. PE-34 A (LA BALANZA), DISTRITO DE YURA - DEPARTAMENTO DE AREQUIPA"		
DATUM	UTM - WGS84 19S	Sheet
FECHA	2022	DGST
Scale	1/500	01

SECCIONES TRANSVERSALES



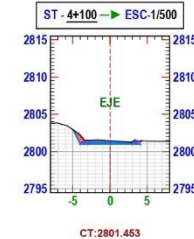
MOV. DE TIERRAS	
Area C.	0.74
Area R.	0.17
Vol. C.	7.42
Vol. R.	10.27
Vol. C. Acum.	98.86
Vol. R. Acum.	2304.12
Vol. Neto	-2205.25

CT:2796.167
CR:2796.006



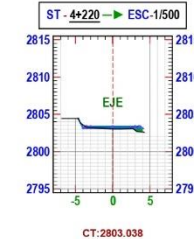
MOV. DE TIERRAS	
Area C.	4.36
Area R.	0.00
Vol. C.	110.00
Vol. R.	0.00
Vol. C. Acum.	707.26
Vol. R. Acum.	2307.44
Vol. Neto	-1600.17

CT:2796.871
CR:2796.801



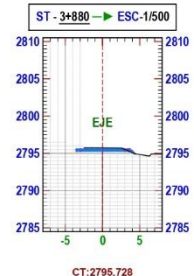
MOV. DE TIERRAS	
Area C.	4.50
Area R.	0.00
Vol. C.	45.92
Vol. R.	0.00
Vol. C. Acum.	622.90
Vol. R. Acum.	2532.93
Vol. Neto	-1710.03

CT:2801.453
CR:2800.996



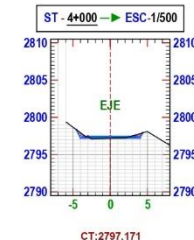
MOV. DE TIERRAS	
Area C.	0.29
Area R.	0.89
Vol. C.	17.98
Vol. R.	17.21
Vol. C. Acum.	1130.41
Vol. R. Acum.	2617.04
Vol. Neto	-1486.63

CT:2803.038
CR:2803.142



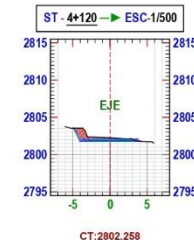
MOV. DE TIERRAS	
Area C.	2.35
Area R.	0.08
Vol. C.	30.89
Vol. R.	2.50
Vol. C. Acum.	129.75
Vol. R. Acum.	2306.61
Vol. Neto	-2176.86

CT:2796.728
CR:2796.903



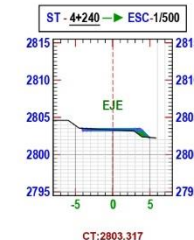
MOV. DE TIERRAS	
Area C.	1.28
Area R.	0.32
Vol. C.	56.38
Vol. R.	3.25
Vol. C. Acum.	763.64
Vol. R. Acum.	2310.68
Vol. Neto	-1547.04

CT:2797.171
CR:2797.229



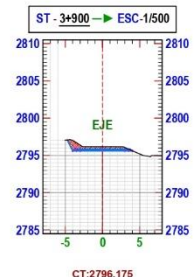
MOV. DE TIERRAS	
Area C.	4.91
Area R.	0.00
Vol. C.	94.16
Vol. R.	0.01
Vol. C. Acum.	917.06
Vol. R. Acum.	2532.93
Vol. Neto	-1615.87

CT:2802.258
CR:2801.864



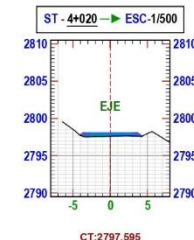
MOV. DE TIERRAS	
Area C.	0.92
Area R.	0.94
Vol. C.	12.02
Vol. R.	18.29
Vol. C. Acum.	1142.43
Vol. R. Acum.	2635.33
Vol. Neto	-1492.90

CT:2803.317
CR:2803.220



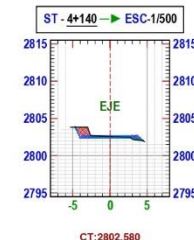
MOV. DE TIERRAS	
Area C.	5.38
Area R.	0.00
Vol. C.	77.27
Vol. R.	0.82
Vol. C. Acum.	207.02
Vol. R. Acum.	2307.43
Vol. Neto	-2100.42

CT:2796.175
CR:2796.599



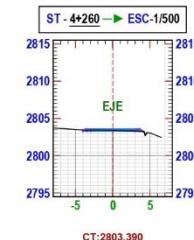
MOV. DE TIERRAS	
Area C.	0.00
Area R.	1.63
Vol. C.	12.77
Vol. R.	19.51
Vol. C. Acum.	776.41
Vol. R. Acum.	2330.19
Vol. Neto	-1553.79

CT:2797.595
CR:2797.793



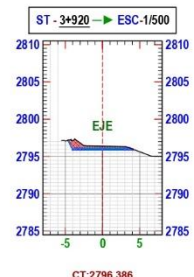
MOV. DE TIERRAS	
Area C.	3.11
Area R.	0.38
Vol. C.	60.50
Vol. R.	3.81
Vol. C. Acum.	997.55
Vol. R. Acum.	2536.74
Vol. Neto	-1539.19

CT:2802.580
CR:2802.415



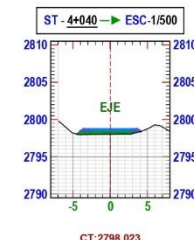
MOV. DE TIERRAS	
Area C.	0.61
Area R.	0.07
Vol. C.	15.24
Vol. R.	10.02
Vol. C. Acum.	1157.67
Vol. R. Acum.	2645.35
Vol. Neto	-1487.68

CT:2803.390
CR:2803.308



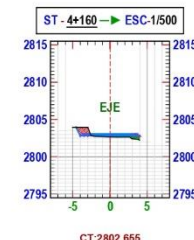
MOV. DE TIERRAS	
Area C.	5.00
Area R.	0.00
Vol. C.	103.75
Vol. R.	0.00
Vol. C. Acum.	310.76
Vol. R. Acum.	2307.43
Vol. Neto	-1996.67

CT:2796.298
CR:2796.898



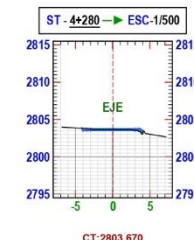
MOV. DE TIERRAS	
Area C.	0.00
Area R.	3.75
Vol. C.	0.00
Vol. R.	53.79
Vol. C. Acum.	776.41
Vol. R. Acum.	2383.98
Vol. Neto	-1607.57

CT:2798.023
CR:2798.484



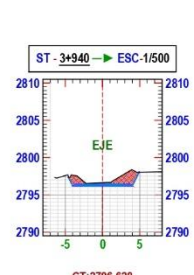
MOV. DE TIERRAS	
Area C.	1.74
Area R.	0.28
Vol. C.	48.48
Vol. R.	16.58
Vol. C. Acum.	1046.03
Vol. R. Acum.	2553.33
Vol. Neto	-1507.30

CT:2802.655
CR:2802.809



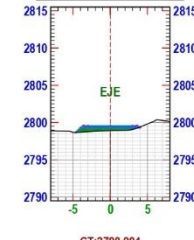
MOV. DE TIERRAS	
Area C.	1.23
Area R.	0.19
Vol. C.	18.41
Vol. R.	2.57
Vol. C. Acum.	1176.08
Vol. R. Acum.	2647.92
Vol. Neto	-1471.83

CT:2803.670
CR:2803.514



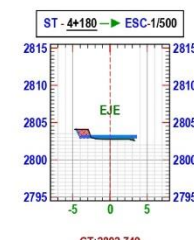
MOV. DE TIERRAS	
Area C.	8.50
Area R.	0.00
Vol. C.	134.97
Vol. R.	0.00
Vol. C. Acum.	445.73
Vol. R. Acum.	2307.43
Vol. Neto	-1861.70

CT:2796.628
CR:2796.192



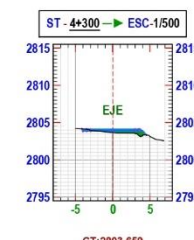
MOV. DE TIERRAS	
Area C.	0.01
Area R.	3.35
Vol. C.	0.14
Vol. R.	71.01
Vol. C. Acum.	776.55
Vol. R. Acum.	2454.99
Vol. Neto	-1678.44

CT:2798.904
CR:2799.315



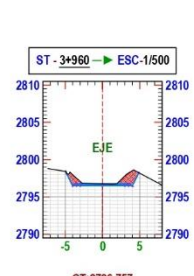
MOV. DE TIERRAS	
Area C.	1.69
Area R.	1.27
Vol. C.	34.26
Vol. R.	25.49
Vol. C. Acum.	1080.29
Vol. R. Acum.	2578.82
Vol. Neto	-1498.53

CT:2802.749
CR:2802.965



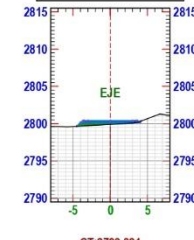
MOV. DE TIERRAS	
Area C.	0.30
Area R.	1.73
Vol. C.	15.36
Vol. R.	19.20
Vol. C. Acum.	1191.45
Vol. R. Acum.	2667.12
Vol. Neto	-1475.67

CT:2803.659
CR:2803.864



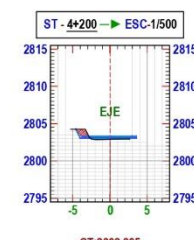
MOV. DE TIERRAS	
Area C.	6.65
Area R.	0.00
Vol. C.	151.53
Vol. R.	0.00
Vol. C. Acum.	597.26
Vol. R. Acum.	2307.43
Vol. Neto	-1710.17

CT:2796.757
CR:2796.489



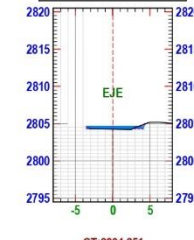
MOV. DE TIERRAS	
Area C.	0.03
Area R.	2.18
Vol. C.	0.43
Vol. R.	55.72
Vol. C. Acum.	776.98
Vol. R. Acum.	2510.71
Vol. Neto	-1733.73

CT:2799.884
CR:2800.156



MOV. DE TIERRAS	
Area C.	1.51
Area R.	0.83
Vol. C.	32.15
Vol. R.	21.01
Vol. C. Acum.	1112.43
Vol. R. Acum.	2599.83
Vol. Neto	-1487.40

CT:2802.905
CR:2803.963

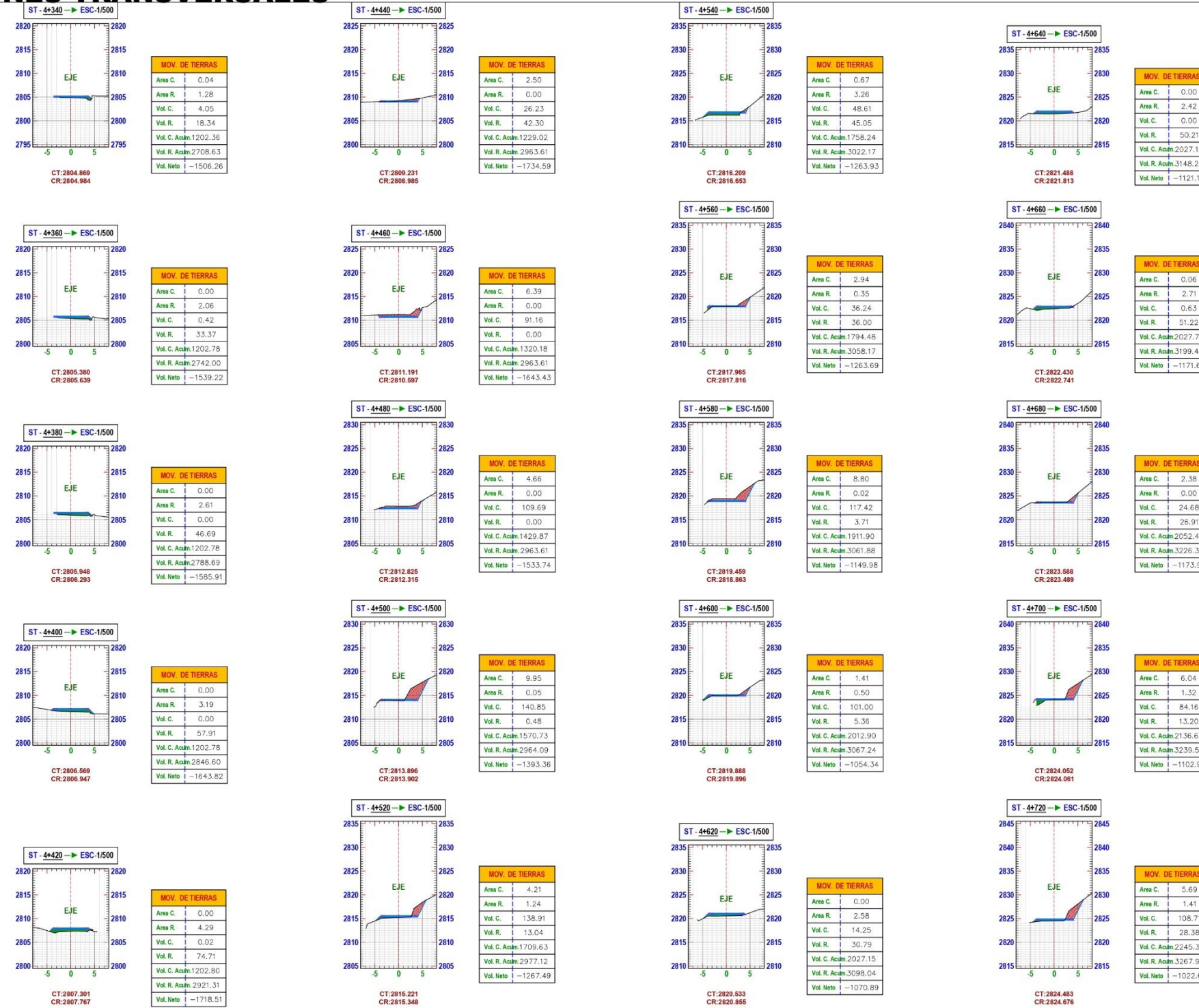


MOV. DE TIERRAS	
Area C.	0.38
Area R.	0.59
Vol. C.	6.87
Vol. R.	23.17
Vol. C. Acum.	1198.32
Vol. R. Acum.	2690.29
Vol. Neto	-1491.97

CT:2804.251
CR:2804.307

No.	Revision	Fecha
Elaborado por: FLOR ANGIE HUACALLO LIMPE		
Project Name and Address: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DE LA CARRETERA VECINAL RUTA N AR-711, TRAYECTORIA IYUPAMPA - EMP. PE-34 A (LA BALANZA), DISTRITO DE YURA - PROVINCIA DE AREQUIPA - DEPARTAMENTO DE AREQUIPA"		
UTM	UTM-WGS84 19S	Sheet
FECHA	2022	DGST
ESCALA	1/500	02

SECCIONES TRANSVERSALES



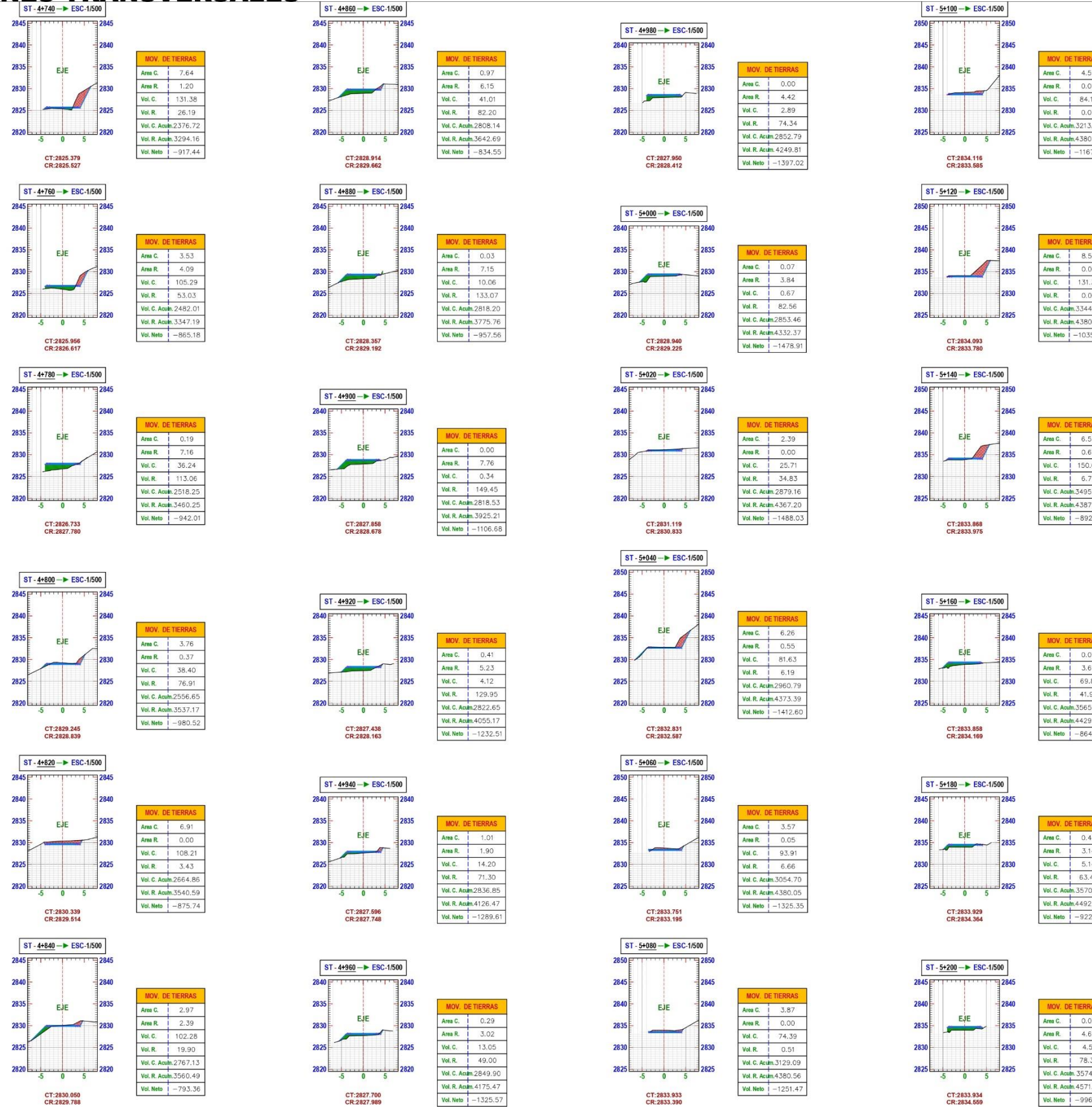
No.	Revision	Fecha

Elaborado por:
FLOR ANGE HUACALLO LIMPE

Project Name and Address:
"MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DE LA CARRETERA VECINAL RUTA N AR-711, TRAYECTORIA (UYUPAMPA - EMP. PE-34 A (LA BALANZA), DISTRITO DE YURA - PROVINCIA DE AREQUIPA - DEPARTAMENTO DE AREQUIPA"

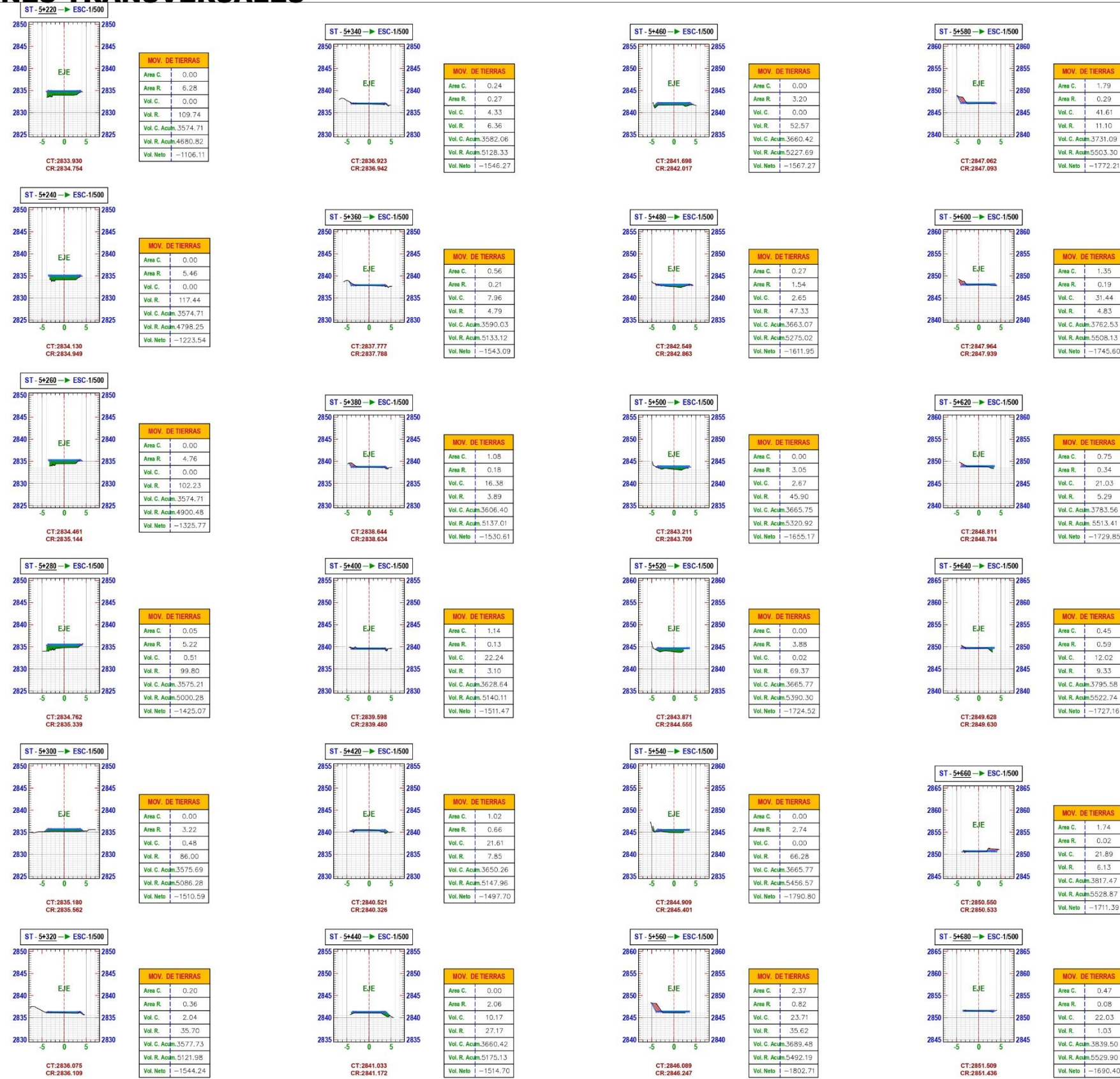
DTM	UTM-WGS84 19S	Sheet
FECHA	2022	DGST
Scale	1/500	03

SECCIONES TRANSVERSALES



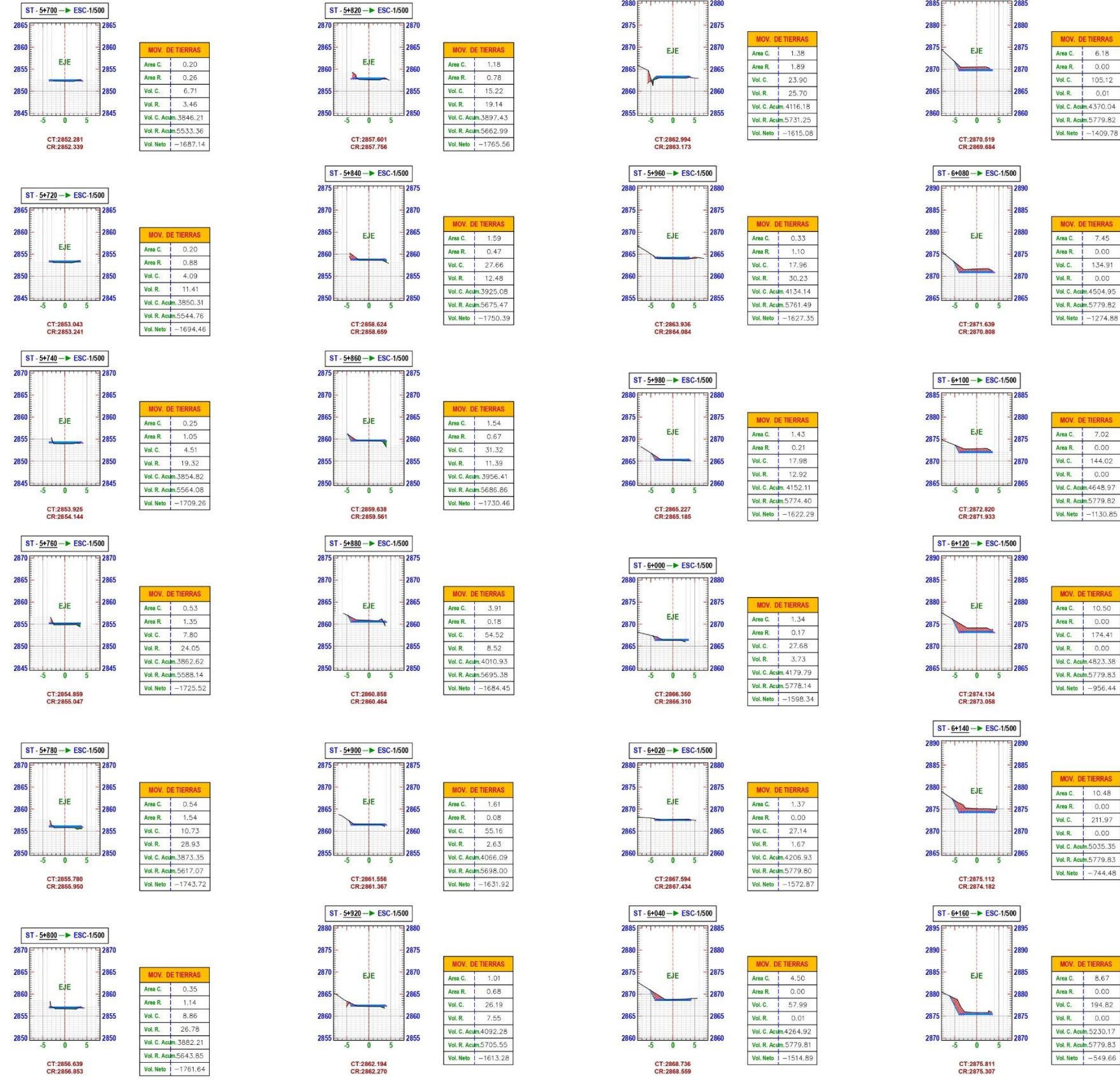
No.	Revision	Fecha
Elaborado por: FLOR ANGIE HUACALLO LIMPE		
Project Name and Address "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DE LA CARRETERA VECINAL RUTA N° AR-711, TRAYECTORIA (YUYUPAMPA - EMP. PE-34 A (LA BALANZA)), DISTRITO DE YURA - PROVINCIA DE AREQUIPA - DEPARTAMENTO DE AREQUIPA"		
UTM	UTM-WGS84 19S	Sheet
FECHA	2022	DGST
Scale	1/500	04

SECCIONES TRANSVERSALES



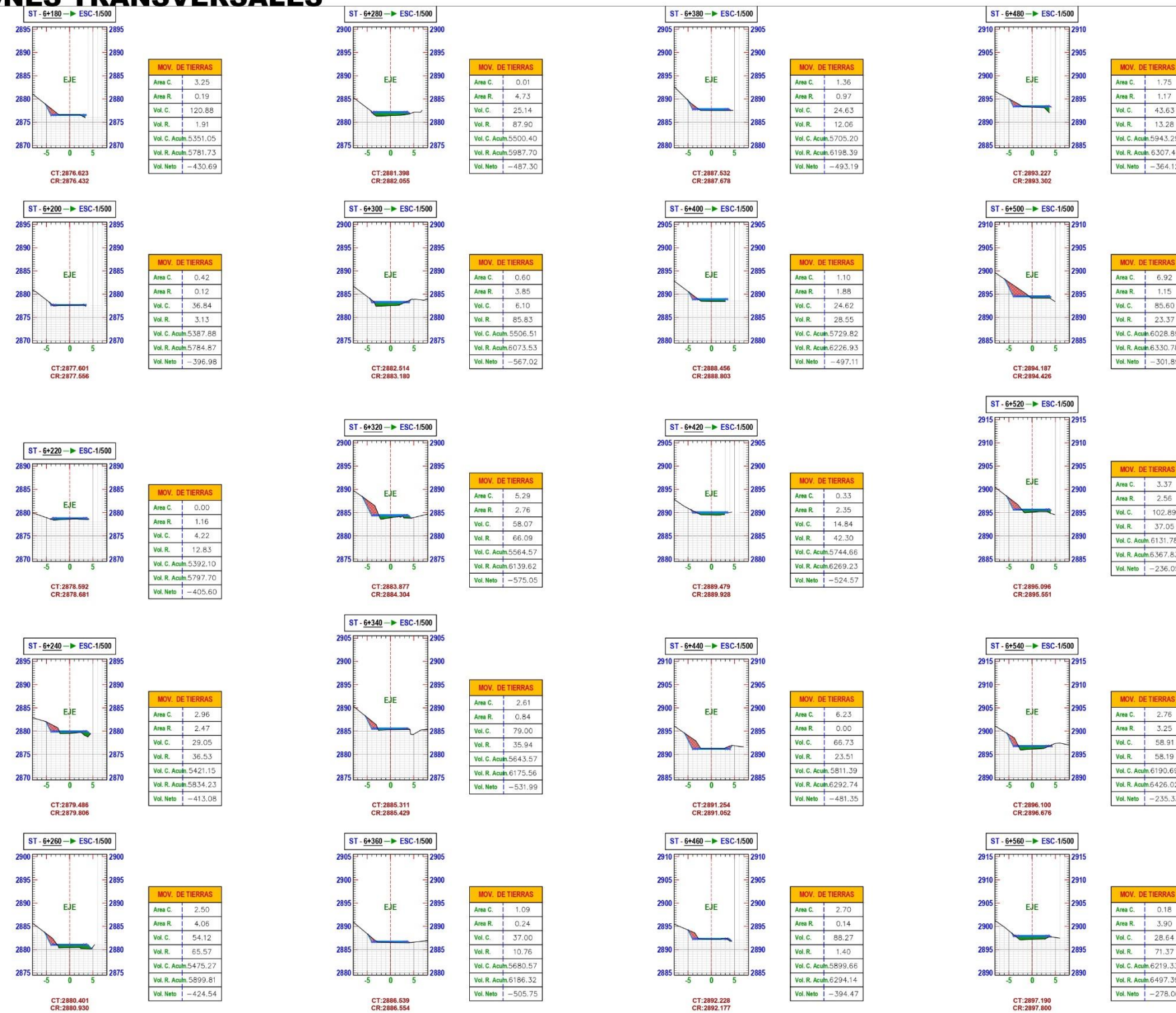
No.	Revision	Fecha
Eliberado por: FLOR ANGIE HUACALLO LIMPE		
Project Name and Address: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DE LA CARRETERA VECINAL RUTA N AR-711, TRAYECTORIA HUYPAMPA - EMP. PE-34 A (LA BALANZA), DISTRITO DE YURA - DEPARTAMENTO DE AREQUIPA"		
DATUM UTM-WGS84 19S	Sheet DGST 05	
FECHA 2022	Scale 1/500	

SECCIONES TRANSVERSALES



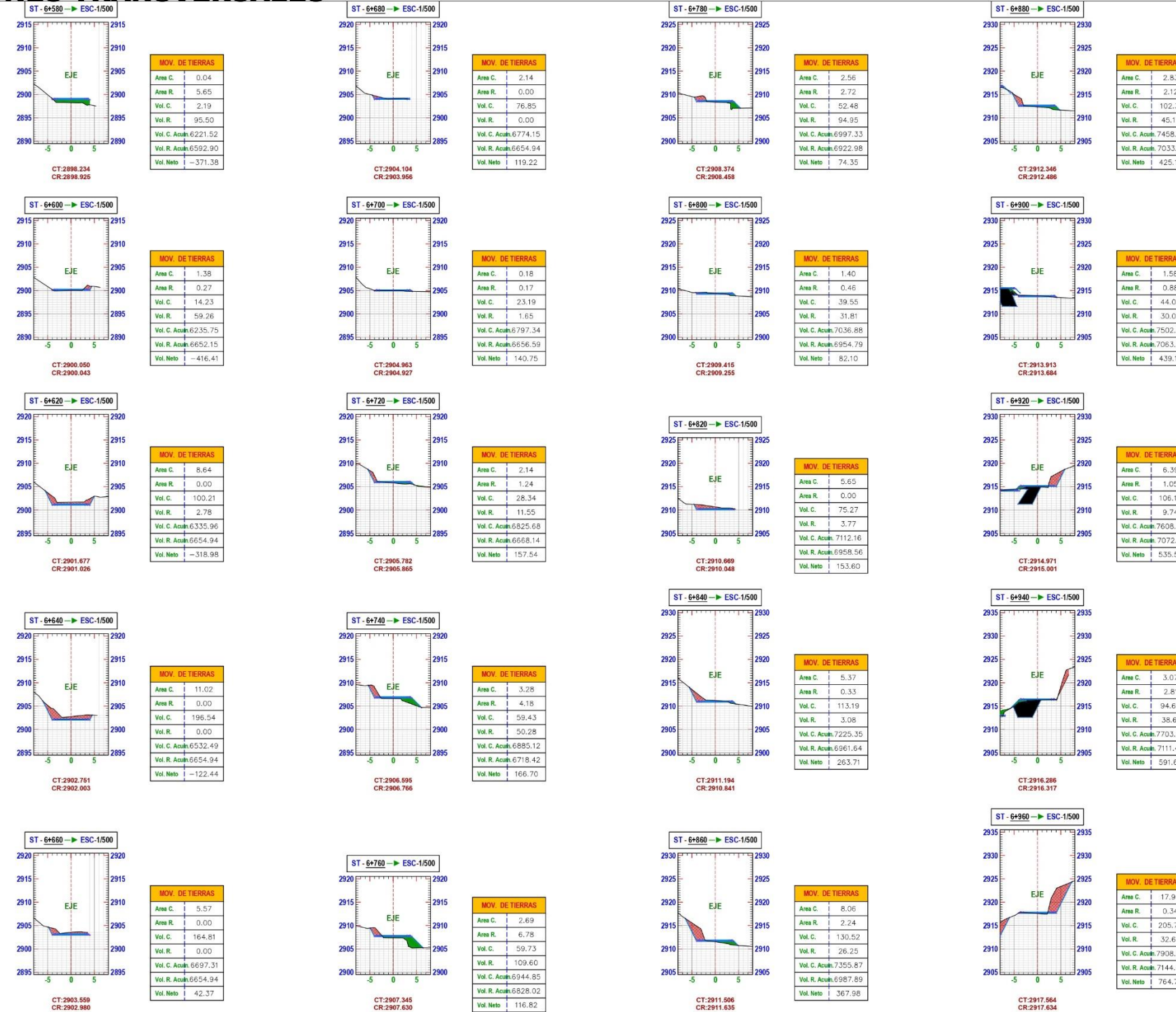
No.	Revision	Fecha
Elaborado por:		
FLOR ANGIE HUACALLO LIMPE		
Project Name and Address		
"MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DE LA CARRETERA VECINAL RUTA N AR-711, TRAYECTORIA UYUPAMPA - EMP. PE-34 A (LA BALANZA), DISTRITO DE YURA - PROVINCIA DE AREQUIPA - DEPARTAMENTO DE AREQUIPA"		
DATUM	UTM-WGS84 19S	Sheet
FECHA	2022	DGST
Scale	1/500	06

SECCIONES TRANSVERSALES



No.	Revision	Fecha
Dibujado por: FLOR ANGIE HUACALLO LIMPE		
Project Name and Address: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DE LA CARRETERA VECINAL RUTA N° AR-711, TRAYECTORIA HUAYPAMPA - EMP. PE-34 A (LA BALANZA), DISTRITO DE YURA - PROVINCIA DE AREQUIPA - DEPARTAMENTO DE AREQUIPA"		
DTM	UTM-WGS84 19S	Sheet
FECHA	2022	DGST
Scale	1/500	07

SECCIONES TRANSVERSALES

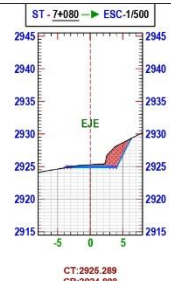


No.	Revisión	Fecha
Elaborado por: FLOR ANGIE HUACALLO LIMPE		
Project Name and Address: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSTABILIDAD DE LA CARRETERA VECINAL RUTA N AR-711, TRAYECTORIA UYUPAMPA - EMP. PE-34 A (LA BALANZA), DISTRITO DE YURA - PROVINCIA DE AREQUIPA - DEPARTAMENTO DE AREQUIPA"		
DATUM UTM-WGS84 19S	Sheet DGST	
FECHA 2022		08
Scale 1/500		

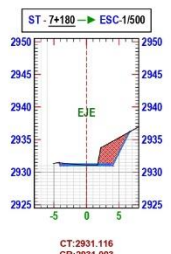
SECCIONES TRANSVERSALES



MOV. DE TIERRAS	
Área C.	1.31
Área R.	0.00
Vol. C.	185.48
Vol. R.	3.38
Vol. C. Acum.	8034.20
Vol. R. Acum.	7147.44
Vol. Neto	916.82



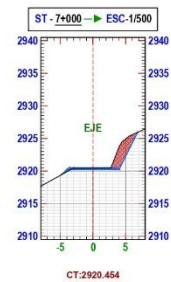
MOV. DE TIERRAS	
Área C.	10.32
Área R.	0.00
Vol. C.	191.70
Vol. R.	0.31
Vol. C. Acum.	8805.53
Vol. R. Acum.	7229.28
Vol. Neto	1576.25



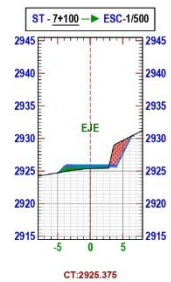
MOV. DE TIERRAS	
Área C.	12.57
Área R.	0.00
Vol. C.	236.36
Vol. R.	0.00
Vol. C. Acum.	9043.75
Vol. R. Acum.	7295.56
Vol. Neto	2308.19



MOV. DE TIERRAS	
Área C.	0.89
Área R.	1.45
Vol. C.	56.53
Vol. R.	18.08
Vol. C. Acum.	9433.17
Vol. R. Acum.	7532.60
Vol. Neto	2297.58



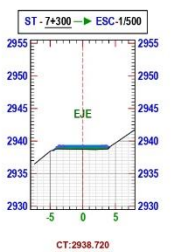
MOV. DE TIERRAS	
Área C.	9.17
Área R.	0.27
Vol. C.	102.07
Vol. R.	2.78
Vol. C. Acum.	8196.33
Vol. R. Acum.	7150.22
Vol. Neto	1046.11



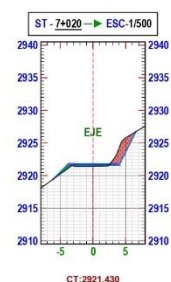
MOV. DE TIERRAS	
Área C.	6.89
Área R.	3.17
Vol. C.	167.17
Vol. R.	32.01
Vol. C. Acum.	8972.70
Vol. R. Acum.	7261.30
Vol. Neto	1711.40



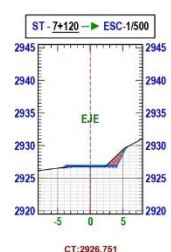
MOV. DE TIERRAS	
Área C.	0.26
Área R.	1.94
Vol. C.	117.52
Vol. R.	19.67
Vol. C. Acum.	9721.27
Vol. R. Acum.	7315.23
Vol. Neto	2406.05



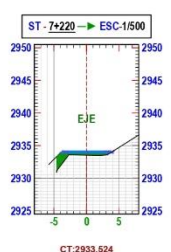
MOV. DE TIERRAS	
Área C.	0.00
Área R.	2.89
Vol. C.	9.17
Vol. R.	43.20
Vol. C. Acum.	9830.34
Vol. R. Acum.	7575.80
Vol. Neto	2263.55



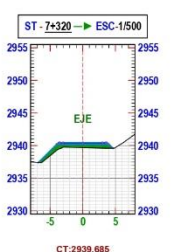
MOV. DE TIERRAS	
Área C.	6.13
Área R.	1.74
Vol. C.	151.65
Vol. R.	20.21
Vol. C. Acum.	8347.98
Vol. R. Acum.	7170.43
Vol. Neto	1177.55



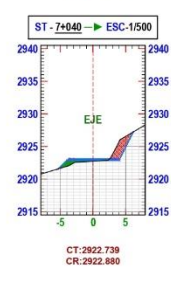
MOV. DE TIERRAS	
Área C.	3.07
Área R.	0.05
Vol. C.	86.35
Vol. R.	33.76
Vol. C. Acum.	9059.04
Vol. R. Acum.	7295.04
Vol. Neto	1763.98



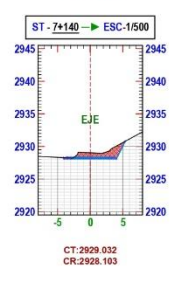
MOV. DE TIERRAS	
Área C.	0.05
Área R.	4.99
Vol. C.	3.31
Vol. R.	67.20
Vol. C. Acum.	9724.59
Vol. R. Acum.	7382.43
Vol. Neto	2342.16



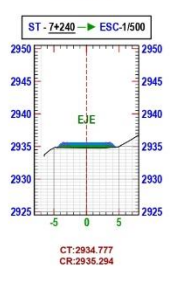
MOV. DE TIERRAS	
Área C.	0.00
Área R.	6.64
Vol. C.	0.00
Vol. R.	96.26
Vol. C. Acum.	9830.34
Vol. R. Acum.	7672.08
Vol. Neto	2167.28



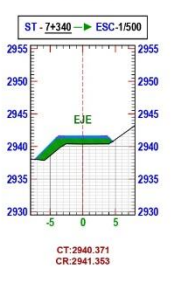
MOV. DE TIERRAS	
Área C.	5.51
Área R.	2.16
Vol. C.	127.09
Vol. R.	36.73
Vol. C. Acum.	8475.08
Vol. R. Acum.	7207.17
Vol. Neto	1267.90



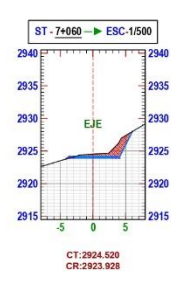
MOV. DE TIERRAS	
Área C.	6.19
Área R.	0.00
Vol. C.	113.05
Vol. R.	0.49
Vol. C. Acum.	9772.09
Vol. R. Acum.	7295.56
Vol. Neto	1876.54



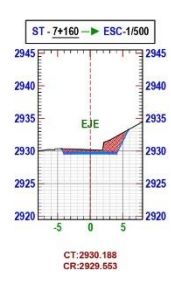
MOV. DE TIERRAS	
Área C.	0.00
Área R.	4.22
Vol. C.	0.48
Vol. R.	92.48
Vol. C. Acum.	9772.09
Vol. R. Acum.	7474.89
Vol. Neto	2250.18



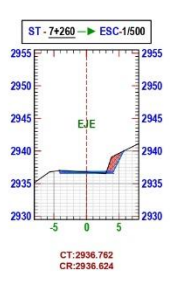
MOV. DE TIERRAS	
Área C.	0.00
Área R.	13.14
Vol. C.	0.00
Vol. R.	197.83
Vol. C. Acum.	9830.34
Vol. R. Acum.	7803.89
Vol. Neto	1963.45



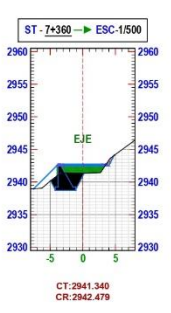
MOV. DE TIERRAS	
Área C.	8.30
Área R.	0.03
Vol. C.	138.76
Vol. R.	21.81
Vol. C. Acum.	8613.83
Vol. R. Acum.	7228.98
Vol. Neto	1384.85



MOV. DE TIERRAS	
Área C.	11.07
Área R.	0.00
Vol. C.	195.30
Vol. R.	0.00
Vol. C. Acum.	9367.39
Vol. R. Acum.	7295.56
Vol. Neto	2071.83



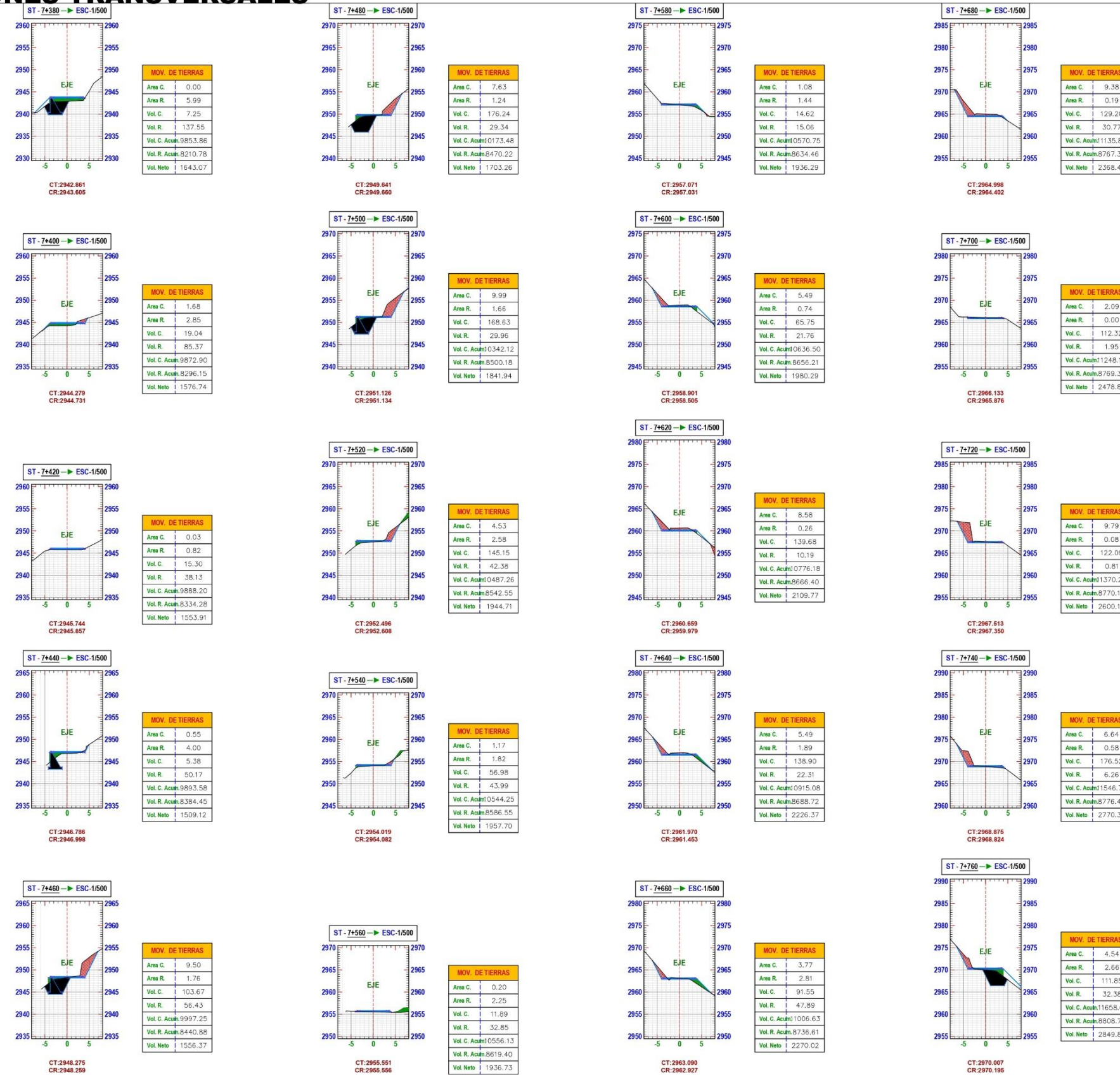
MOV. DE TIERRAS	
Área C.	4.86
Área R.	0.05
Vol. C.	48.58
Vol. R.	42.65
Vol. C. Acum.	9773.65
Vol. R. Acum.	7517.54
Vol. Neto	2256.11



MOV. DE TIERRAS	
Área C.	0.65
Área R.	7.99
Vol. C.	7.26
Vol. R.	203.34
Vol. C. Acum.	9846.61
Vol. R. Acum.	8073.23
Vol. Neto	1773.38

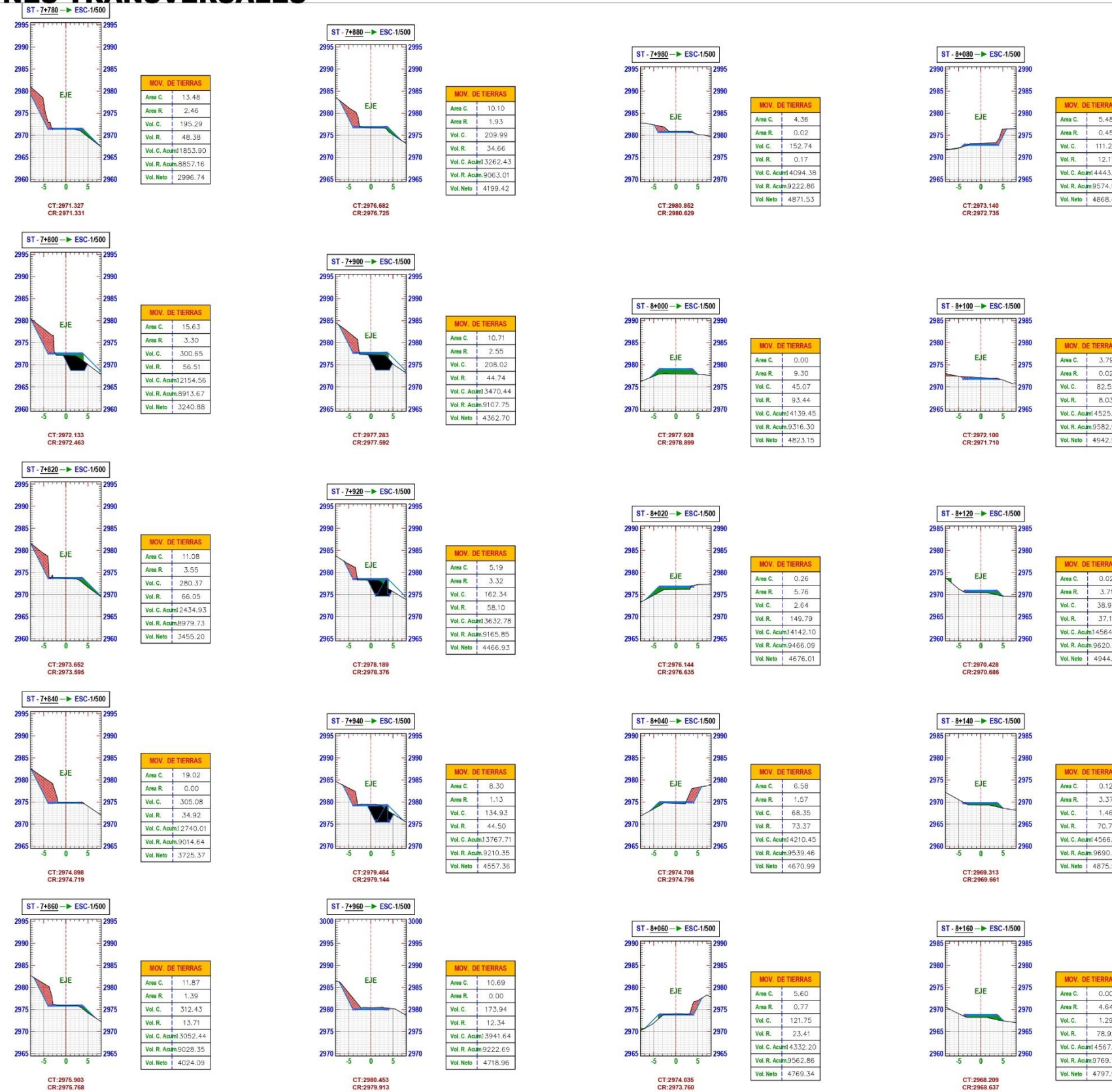
No.	Revision	Fecha
Elaborado por : FLOR ANGIE HUACALLO LIMPE		
Proyecto Name and Address: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DE LA CARRETERA VECINAL RUTA N AR-711, TRAYECTORIA UYUPAMPA - EMP. PL-34 A (LA BALANZA) - DISTRITO DE YURA - PROVINCIA DE AREQUIPA - DEPARTAMENTO DE AREQUIPA"		
DTM	UTM - WGS84 19S	Sheet
FECHA	2022	DGST
Scale	1/500	09

SECCIONES TRANSVERSALES



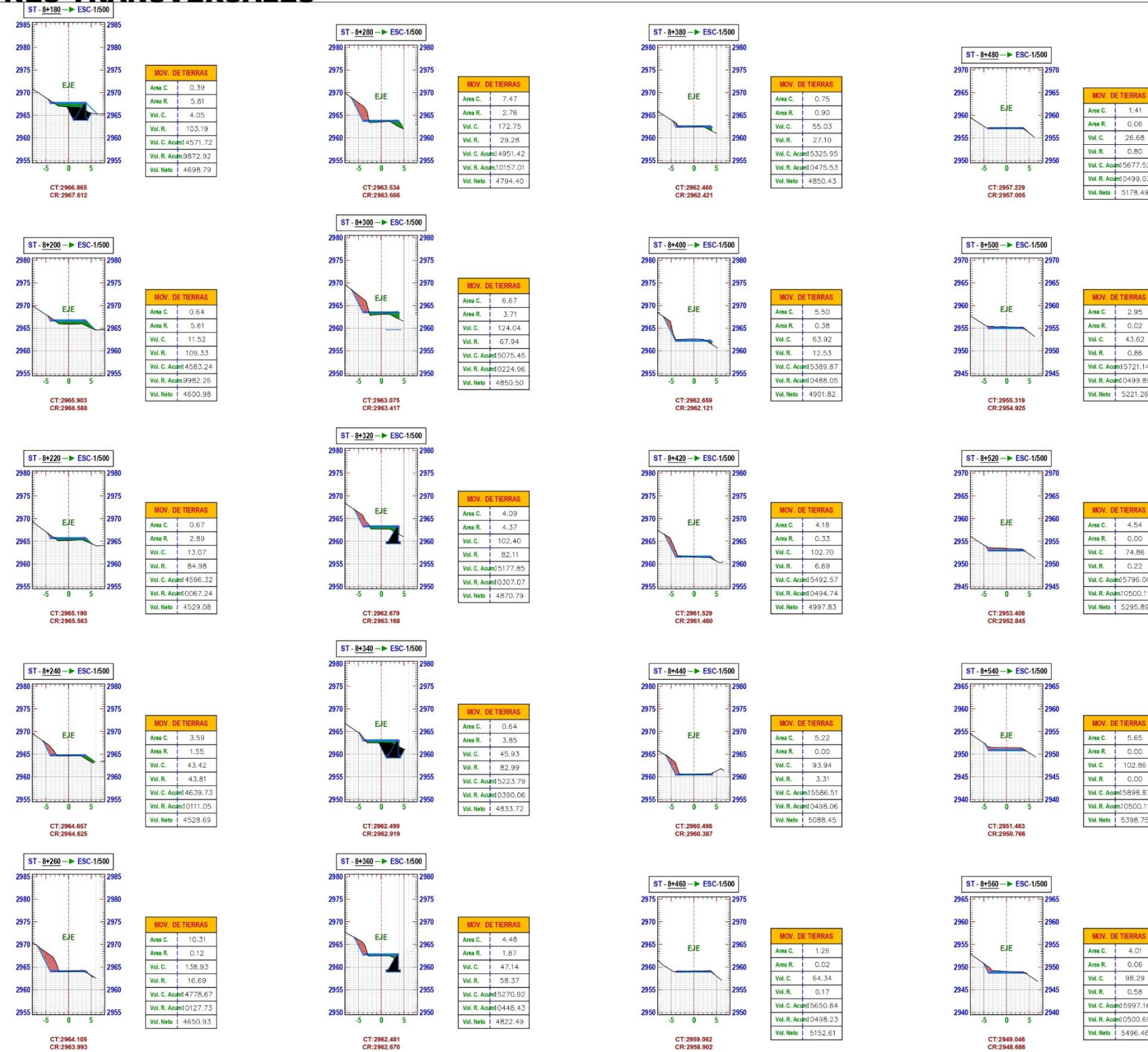
No.	Revision	Fecha
Elaborado por: FLOR ANGIE HUACALLO LIMPE		
Project Name and Address: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DE LA CARRETERA VECINAL RUTA N° AR-711, TRAYECTORIA UYUPAMPA - EMP. PE-34 A (LA BALANZA), DISTRITO DE YURA - PROVINCIA DE AREQUIPA - DEPARTAMENTO DE AREQUIPA"		
UTM	UTM=WGS84 19S	Sheet
FECHA	2022	DGST
ESCALA	1/500	10

SECCIONES TRANSVERSALES



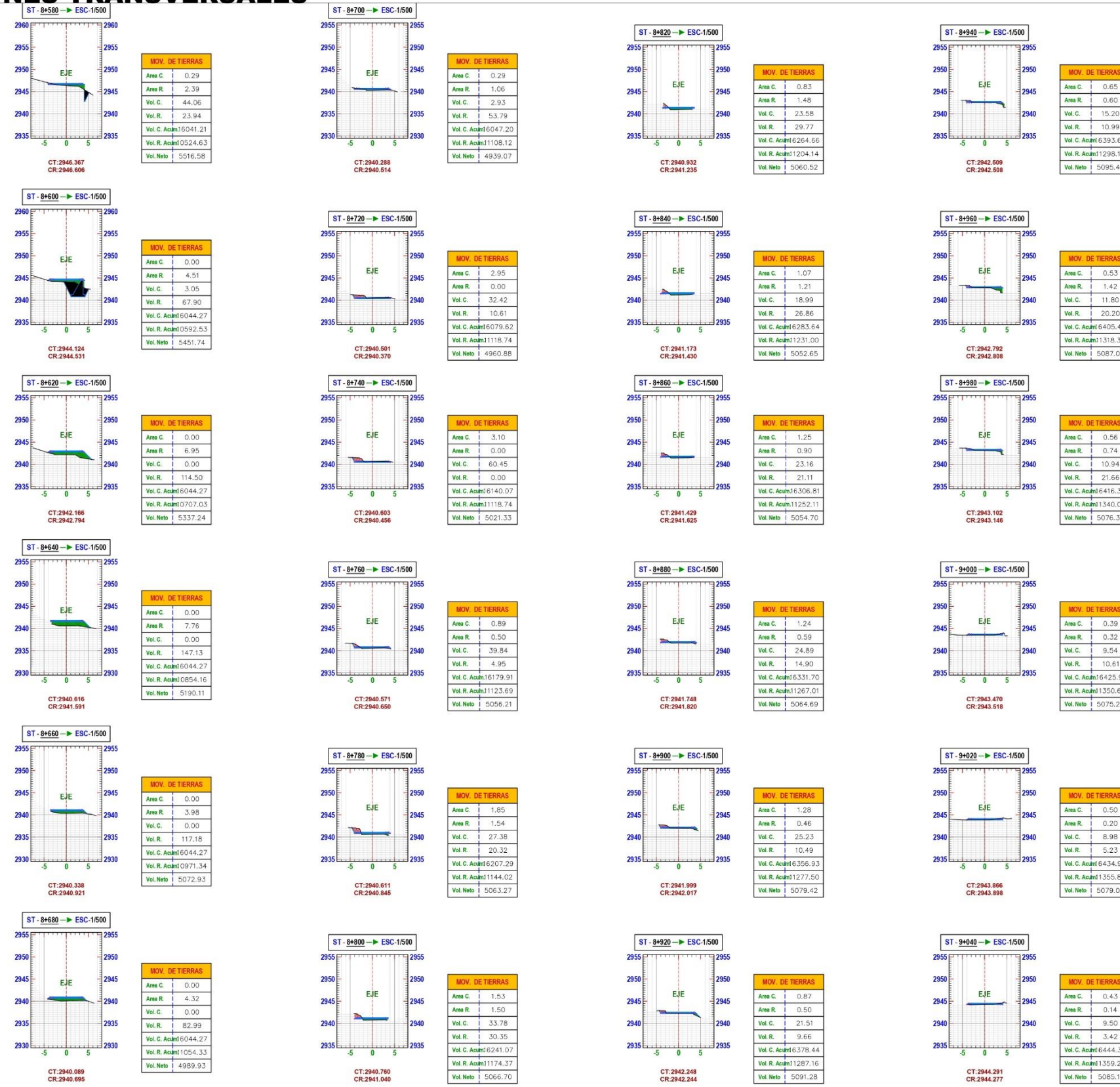
No.	Revision	Fecha
Elaborado por: FLOR ANGIE HUACALLO LIMPE		
Project Name and Address: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DE LA CARRETERA VECINAL RUTA N° AR-711, TRAYECTORIA IYUPAMPÁ - EMP. PE-34 A (LA BALANZA), DISTRITO DE YURA - PROVINCIA DE AREQUIPA - DEPARTAMENTO DE AREQUIPA"		
DTM	UTM-WGS84 19S	Sheet
FECHA	2022	DGST
ESCALA	1/500	11

SECCIONES TRANSVERSALES



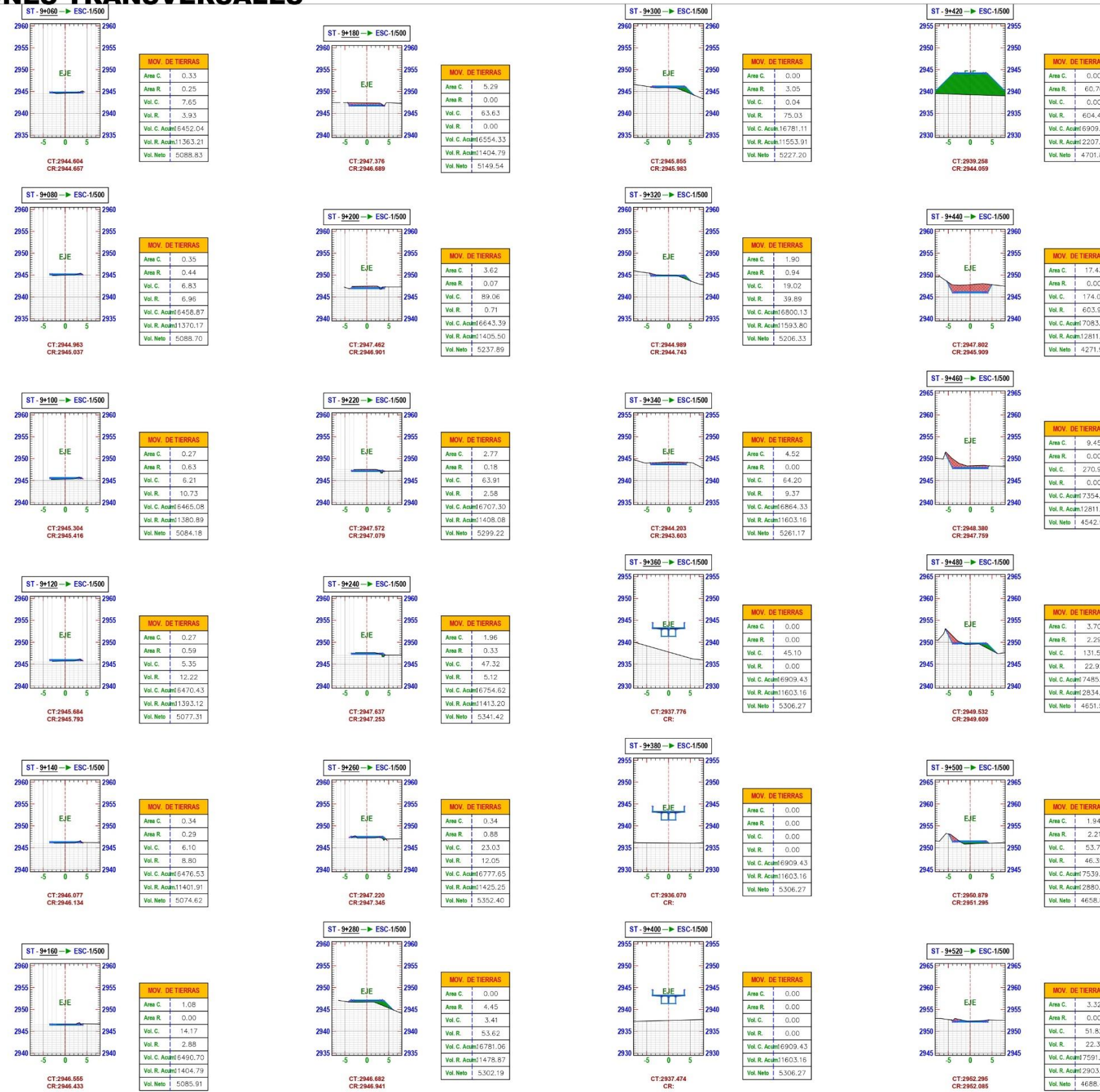
No.	Revisión	Fecha
Elaborado por: FLOR ANGIE HUACALLO LIMPE		
Project Name and Address: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSIBILIDAD DE LA CARRETERA VECINAL RHTA N AR-711, TRAYECTORIA (TUTUPAMPA - EMP. PE-34 A (LA BALANZA), DISTRITO DE YURA - PROVINCIA DE AREQUIPA - DEPARTAMENTO DE AREQUIPA"		
UTM	UTM - WGS84 19S	Sheet
FECHA	2022	DGST
ESCALA	1/500	12

SECCIONES TRANSVERSALES



No.	Revision	Fecha
Elaborado por: FLOR ANGIE HUACALLO LIMPE		
Proyecto Name and Address: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DE LA CARRETERA VECINAL RUTA N AR-711, TRAYECTORIA LUYDAMPÁ - EMP. PE-54 A (LA BALANZA), DISTRITO DE YUIRA - PROVINCIA DE AREQUIPA - DEPARTAMENTO DE AREQUIPA"		
DATUM	UTM-WGS84-19S	Sheet
FECHA	2022	DGST
Scale	1/500	13

SECCIONES TRANSVERSALES



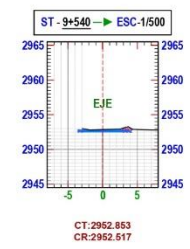
No.	Revision	Fecha

Elaborado por:
FLOR ANGIE HUACALLO LIMPE

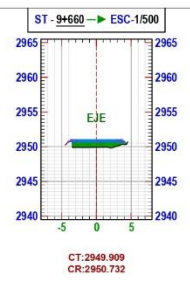
Project Name and Address:
"MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DE LA CARRETERA VECINAL RUTA N° AR-711, TRAYECTORIA IYUPAMPÁ - EMP. PE-34 A (LA BALANZA), DISTRITO DE YURA - DEPARTAMENTO DE AREQUIPA"

DATE	Sheet
UTM-WGS84 19S	DGST
FECHA	14
2022	
Scale	1/500

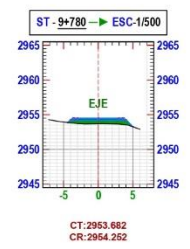
SECCIONES TRANSVERSALES



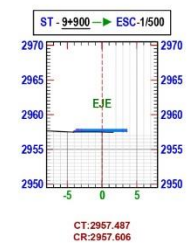
MOV. DE TIERRAS	
Area C	2.89
Area R	0.00
Vol. C.	62.11
Vol. R.	0.00
Vol. C. Acopl	7553.61
Vol. R. Acopl	2903.09
Vol. Neto	4750.51



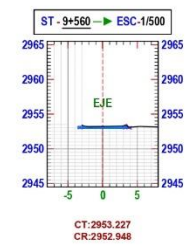
MOV. DE TIERRAS	
Area C	0.00
Area R	6.07
Vol. C.	0.16
Vol. R.	122.44
Vol. C. Acopl	7787.78
Vol. R. Acopl	3212.29
Vol. Neto	4575.50



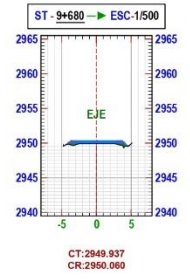
MOV. DE TIERRAS	
Area C	0.00
Area R	5.03
Vol. C.	0.00
Vol. R.	94.80
Vol. C. Acopl	7787.91
Vol. R. Acopl	3640.34
Vol. Neto	4147.57



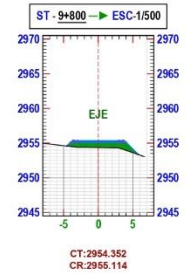
MOV. DE TIERRAS	
Area C	0.00
Area R	0.65
Vol. C.	0.00
Vol. R.	28.54
Vol. C. Acopl	7804.35
Vol. R. Acopl	4139.20
Vol. Neto	3665.15



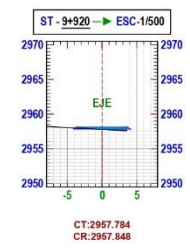
MOV. DE TIERRAS	
Area C	2.11
Area R	0.00
Vol. C.	50.01
Vol. R.	0.00
Vol. C. Acopl	7703.62
Vol. R. Acopl	2903.09
Vol. Neto	4800.52



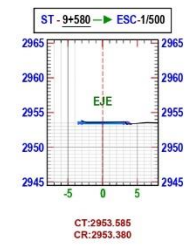
MOV. DE TIERRAS	
Area C	0.01
Area R	1.71
Vol. C.	0.07
Vol. R.	77.13
Vol. C. Acopl	7787.85
Vol. R. Acopl	3288.42
Vol. Neto	4498.43



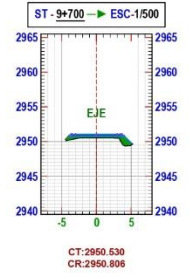
MOV. DE TIERRAS	
Area C	0.00
Area R	7.41
Vol. C.	0.00
Vol. R.	124.46
Vol. C. Acopl	7787.91
Vol. R. Acopl	3764.80
Vol. Neto	4023.11



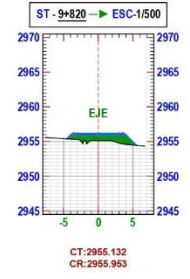
MOV. DE TIERRAS	
Area C	0.27
Area R	0.59
Vol. C.	2.73
Vol. R.	12.34
Vol. C. Acopl	7807.08
Vol. R. Acopl	4151.54
Vol. Neto	3655.54



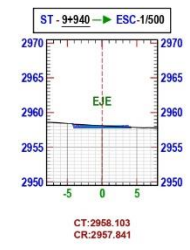
MOV. DE TIERRAS	
Area C	1.46
Area R	0.02
Vol. C.	35.76
Vol. R.	0.21
Vol. C. Acopl	7739.58
Vol. R. Acopl	2903.30
Vol. Neto	4836.08



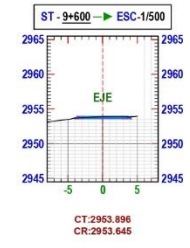
MOV. DE TIERRAS	
Area C	0.00
Area R	4.16
Vol. C.	0.07
Vol. R.	58.58
Vol. C. Acopl	7787.91
Vol. R. Acopl	3258.00
Vol. Neto	4439.92



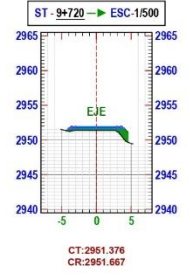
MOV. DE TIERRAS	
Area C	0.00
Area R	8.42
Vol. C.	0.07
Vol. R.	158.99
Vol. C. Acopl	7787.91
Vol. R. Acopl	3923.79
Vol. Neto	3864.12



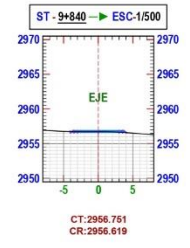
MOV. DE TIERRAS	
Area C	2.16
Area R	0.00
Vol. C.	24.69
Vol. R.	5.75
Vol. C. Acopl	7831.76
Vol. R. Acopl	4157.29
Vol. Neto	3674.48



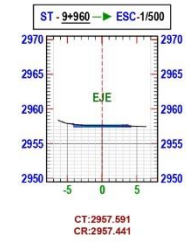
MOV. DE TIERRAS	
Area C	1.66
Area R	0.00
Vol. C.	31.25
Vol. R.	0.21
Vol. C. Acopl	7770.63
Vol. R. Acopl	2903.51
Vol. Neto	4567.12



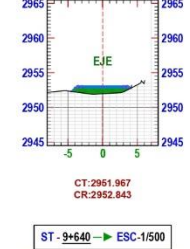
MOV. DE TIERRAS	
Area C	0.00
Area R	4.08
Vol. C.	0.00
Vol. R.	82.42
Vol. C. Acopl	7787.91
Vol. R. Acopl	3430.42
Vol. Neto	4357.49



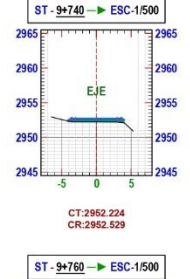
MOV. DE TIERRAS	
Area C	0.83
Area R	0.00
Vol. C.	8.18
Vol. R.	84.95
Vol. C. Acopl	7799.10
Vol. R. Acopl	4008.75
Vol. Neto	3787.35



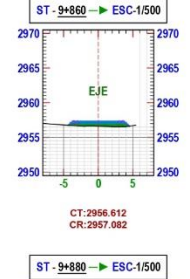
MOV. DE TIERRAS	
Area C	1.32
Area R	0.00
Vol. C.	36.95
Vol. R.	0.01
Vol. C. Acopl	7868.71
Vol. R. Acopl	4157.30
Vol. Neto	3711.42



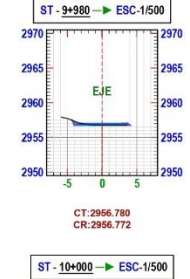
MOV. DE TIERRAS	
Area C	0.00
Area R	6.24
Vol. C.	16.78
Vol. R.	61.94
Vol. C. Acopl	7787.41
Vol. R. Acopl	2965.46
Vol. Neto	4821.95



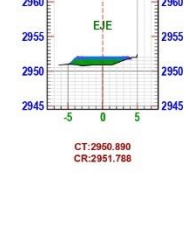
MOV. DE TIERRAS	
Area C	0.00
Area R	2.49
Vol. C.	0.00
Vol. R.	65.71
Vol. C. Acopl	7787.91
Vol. R. Acopl	3496.13
Vol. Neto	4291.78



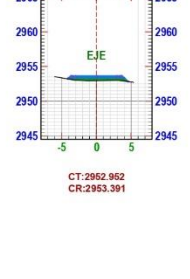
MOV. DE TIERRAS	
Area C	0.00
Area R	3.99
Vol. C.	8.25
Vol. R.	59.94
Vol. C. Acopl	7804.35
Vol. R. Acopl	4048.68
Vol. Neto	3755.66



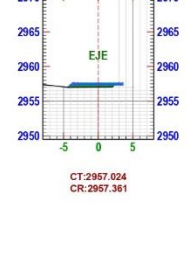
MOV. DE TIERRAS	
Area C	0.70
Area R	0.01
Vol. C.	20.27
Vol. R.	0.07
Vol. C. Acopl	7888.98
Vol. R. Acopl	4157.36
Vol. Neto	3731.62



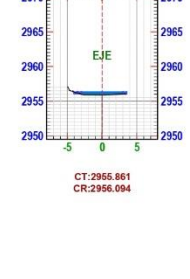
MOV. DE TIERRAS	
Area C	0.02
Area R	6.24
Vol. C.	9.19
Vol. R.	124.39
Vol. C. Acopl	7787.60
Vol. R. Acopl	3089.84
Vol. Neto	4697.75



MOV. DE TIERRAS	
Area C	0.00
Area R	3.45
Vol. C.	0.00
Vol. R.	59.41
Vol. C. Acopl	7787.91
Vol. R. Acopl	3555.54
Vol. Neto	4232.38



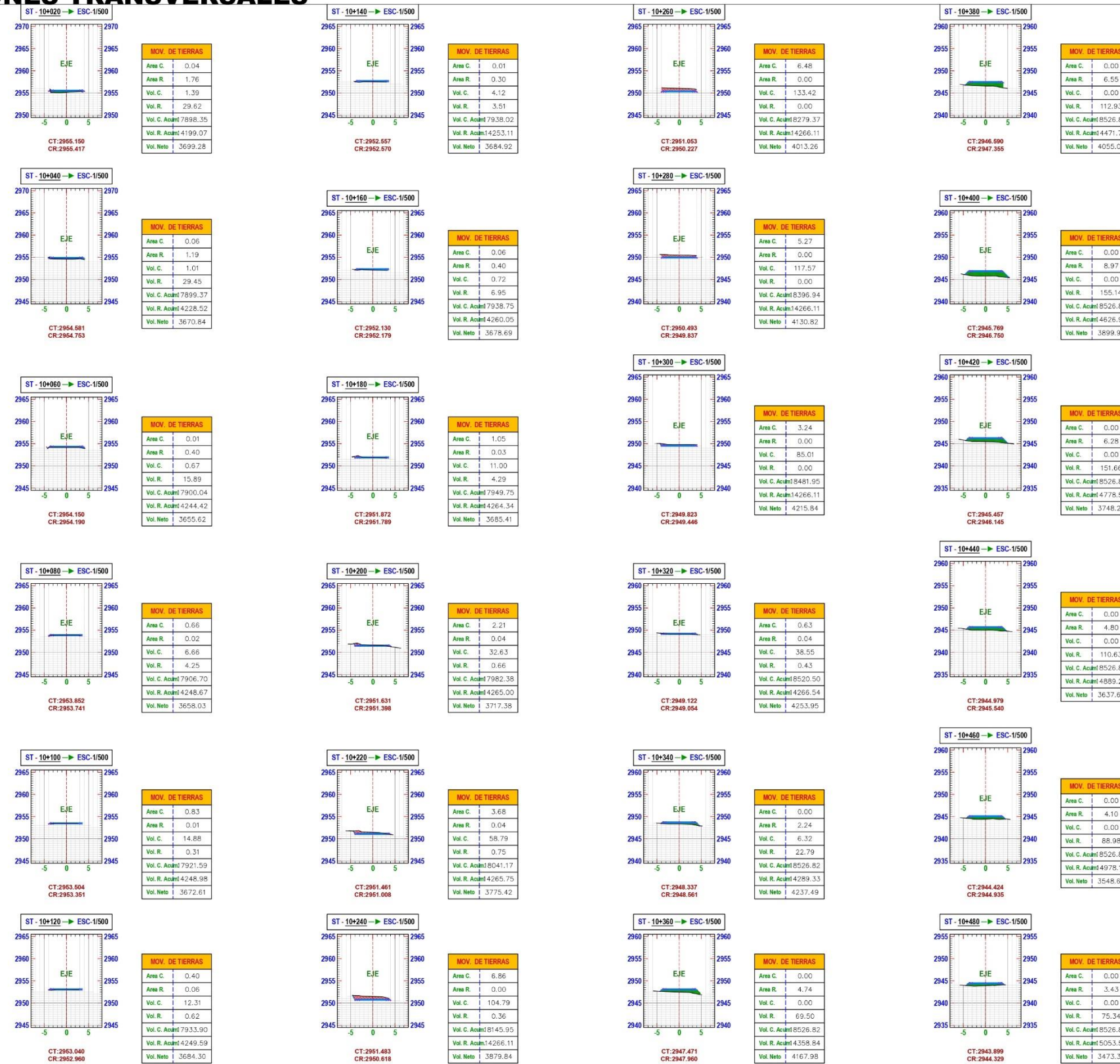
MOV. DE TIERRAS	
Area C	0.00
Area R	2.21
Vol. C.	0.00
Vol. R.	61.97
Vol. C. Acopl	7804.35
Vol. R. Acopl	4110.65
Vol. Neto	3693.70



MOV. DE TIERRAS	
Area C	0.10
Area R	1.20
Vol. C.	7.98
Vol. R.	12.09
Vol. C. Acopl	7806.96
Vol. R. Acopl	4169.45
Vol. Neto	3727.50

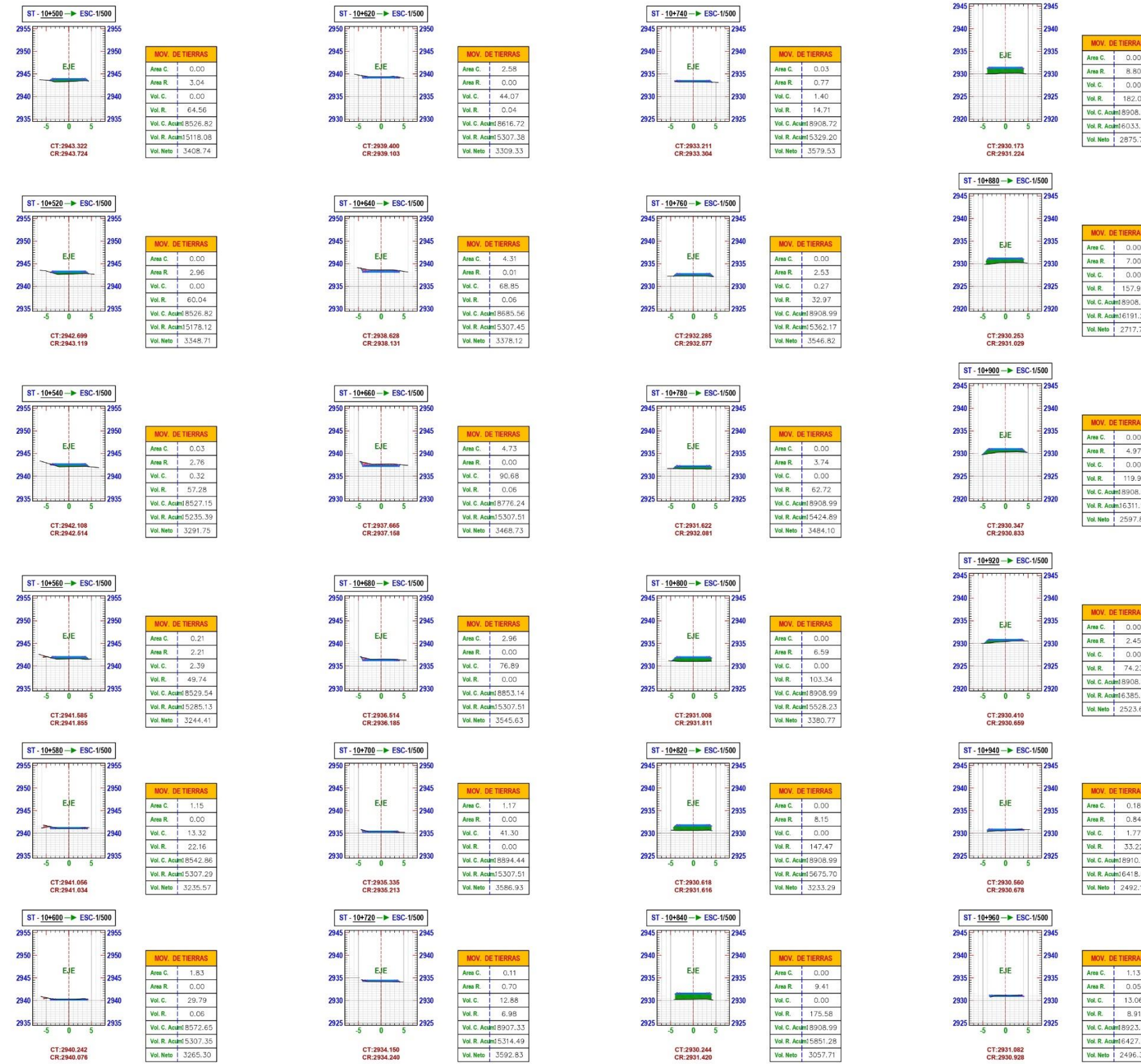
No.	Revision	Fecha
Elaborado por: FLOR ANGIE HUACALLO LIMPE		
Project Name and address: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DE LA CARRETERA VECINAL RUTA N° AR-711, TRAYECTORIA HUVPAMPA - EMP. PE-34 A (LA BALANZA), DISTRITO DE YURA - DEPARTAMENTO DE AREQUIPA"		
DATUM UTM-WGS84 19S	Sheet DGST 15	Scale 1/500

SECCIONES TRANSVERSALES



No.	Revision	Fecha
Elaborado por: FLOR ANGE HUACALLO LIMPE		
Proyecto: Nombre y/o Address "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DE LA CARRETERA VECINAL RUTA N° AR-711, TRAYECTORIA ITUWAPAMPA - EMP. PE-34 A (LA BALANZA), DISTRITO DE YUIRA - PROVINCIA DE AREQUIPA - DEPARTAMENTO DE AREQUIPA"		
DTM	UTM - WGS84 19S	DGST 16
FECHA	2022	
ESCALA	1/500	

SECCIONES TRANSVERSALES



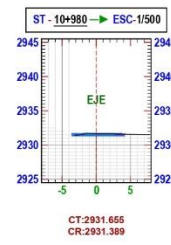
No.	Revisión	Fecha

Elaborado por:
FLOR ANGIE HUACALLO LIMPE

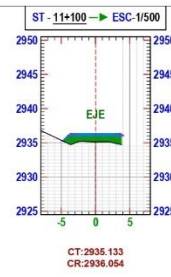
Product Name and Address:
"MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DE LA CARRETERA VICINAL RUTA N AR-711, TRAYECTORIA UYUPAMPA - EMP. PE-34 A (LA BALANZA), DISTRITO DE YURA - PROVINCIA DE AREQUIPA - DEPARTAMENTO DE AREQUIPA"

DATUM	UTM-WGS84 19S	Sheet	DGST
FECHA	2022		17
ESCALA	1/500		

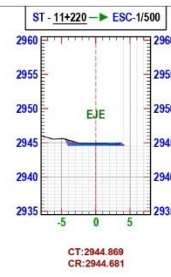
SECCIONES TRANSVERSALES



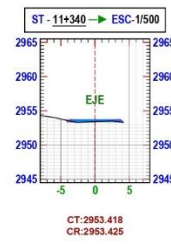
MOV. DE TIERRAS	
Area C.	1.64
Area R.	0.00
Vol. C.	27.42
Vol. R.	0.56
Vol. C. Acopl	8951.24
Vol. R. Acopl	6428.03
Vol. Neto	2523.20



MOV. DE TIERRAS	
Area C.	0.00
Area R.	8.25
Vol. C.	0.00
Vol. R.	135.42
Vol. C. Acopl	8999.08
Vol. R. Acopl	6710.42
Vol. Neto	2288.67



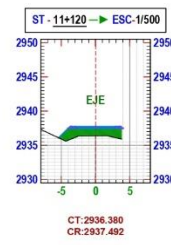
MOV. DE TIERRAS	
Area C.	1.97
Area R.	0.00
Vol. C.	26.73
Vol. R.	0.00
Vol. C. Acopl	9038.70
Vol. R. Acopl	7225.21
Vol. Neto	1813.49



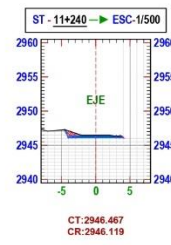
MOV. DE TIERRAS	
Area C.	0.21
Area R.	0.26
Vol. C.	13.67
Vol. R.	2.61
Vol. C. Acopl	9218.42
Vol. R. Acopl	7297.20
Vol. Neto	1921.22



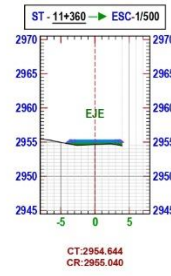
MOV. DE TIERRAS	
Area C.	1.60
Area R.	0.00
Vol. C.	31.95
Vol. R.	0.00
Vol. C. Acopl	8983.19
Vol. R. Acopl	6428.03
Vol. Neto	2555.16



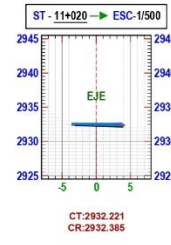
MOV. DE TIERRAS	
Area C.	0.00
Area R.	11.08
Vol. C.	0.00
Vol. R.	193.31
Vol. C. Acopl	8999.08
Vol. R. Acopl	6903.73
Vol. Neto	2095.35



MOV. DE TIERRAS	
Area C.	3.47
Area R.	0.00
Vol. C.	54.37
Vol. R.	0.00
Vol. C. Acopl	9053.07
Vol. R. Acopl	7225.21
Vol. Neto	1867.87



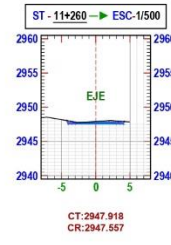
MOV. DE TIERRAS	
Area C.	0.00
Area R.	3.27
Vol. C.	2.07
Vol. R.	35.38
Vol. C. Acopl	9220.49
Vol. R. Acopl	7332.59
Vol. Neto	1887.91



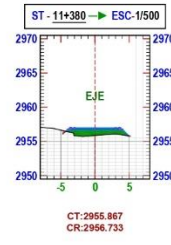
MOV. DE TIERRAS	
Area C.	0.00
Area R.	1.24
Vol. C.	15.89
Vol. R.	12.17
Vol. C. Acopl	8999.08
Vol. R. Acopl	6440.21
Vol. Neto	2558.88



MOV. DE TIERRAS	
Area C.	0.00
Area R.	7.00
Vol. C.	0.00
Vol. R.	181.16
Vol. C. Acopl	8999.08
Vol. R. Acopl	7084.89
Vol. Neto	1914.19



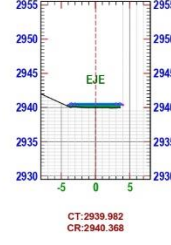
MOV. DE TIERRAS	
Area C.	3.00
Area R.	0.00
Vol. C.	64.39
Vol. R.	0.00
Vol. C. Acopl	9157.46
Vol. R. Acopl	7225.21
Vol. Neto	1932.26



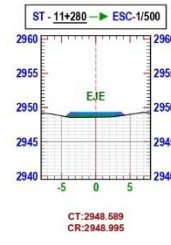
MOV. DE TIERRAS	
Area C.	0.11
Area R.	6.65
Vol. C.	1.02
Vol. R.	99.45
Vol. C. Acopl	9221.52
Vol. R. Acopl	7432.04
Vol. Neto	1789.48



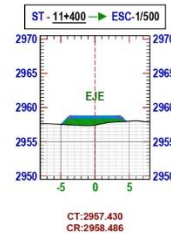
MOV. DE TIERRAS	
Area C.	0.00
Area R.	1.28
Vol. C.	0.00
Vol. R.	24.50
Vol. C. Acopl	8999.08
Vol. R. Acopl	6464.71
Vol. Neto	2534.37



MOV. DE TIERRAS	
Area C.	0.00
Area R.	2.83
Vol. C.	0.00
Vol. R.	98.26
Vol. C. Acopl	8999.08
Vol. R. Acopl	7183.15
Vol. Neto	1815.93



MOV. DE TIERRAS	
Area C.	0.00
Area R.	1.28
Vol. C.	30.33
Vol. R.	30.55
Vol. C. Acopl	9187.79
Vol. R. Acopl	7256.75
Vol. Neto	1932.04



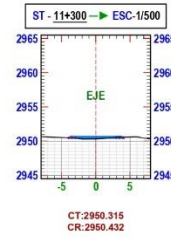
MOV. DE TIERRAS	
Area C.	0.00
Area R.	7.90
Vol. C.	0.71
Vol. R.	142.48
Vol. C. Acopl	9222.22
Vol. R. Acopl	7574.52
Vol. Neto	1647.70



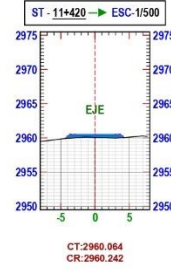
MOV. DE TIERRAS	
Area C.	0.00
Area R.	2.25
Vol. C.	0.00
Vol. R.	35.16
Vol. C. Acopl	8999.08
Vol. R. Acopl	6499.86
Vol. Neto	2499.22



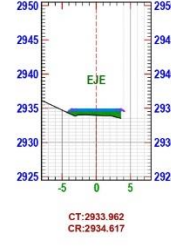
MOV. DE TIERRAS	
Area C.	0.29
Area R.	0.69
Vol. C.	2.94
Vol. R.	35.15
Vol. C. Acopl	9002.02
Vol. R. Acopl	7218.31
Vol. Neto	1783.72



MOV. DE TIERRAS	
Area C.	0.24
Area R.	0.41
Vol. C.	2.44
Vol. R.	34.89
Vol. C. Acopl	9190.23
Vol. R. Acopl	7290.64
Vol. Neto	1899.59



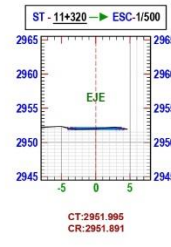
MOV. DE TIERRAS	
Area C.	0.00
Area R.	1.78
Vol. C.	0.00
Vol. R.	86.51
Vol. C. Acopl	9222.22
Vol. R. Acopl	7671.03
Vol. Neto	1551.20



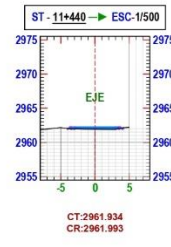
MOV. DE TIERRAS	
Area C.	0.00
Area R.	5.29
Vol. C.	0.00
Vol. R.	75.13
Vol. C. Acopl	8999.08
Vol. R. Acopl	6575.00
Vol. Neto	2424.08



MOV. DE TIERRAS	
Area C.	0.71
Area R.	0.00
Vol. C.	9.95
Vol. R.	6.90
Vol. C. Acopl	9101.97
Vol. R. Acopl	7225.21
Vol. Neto	1786.76



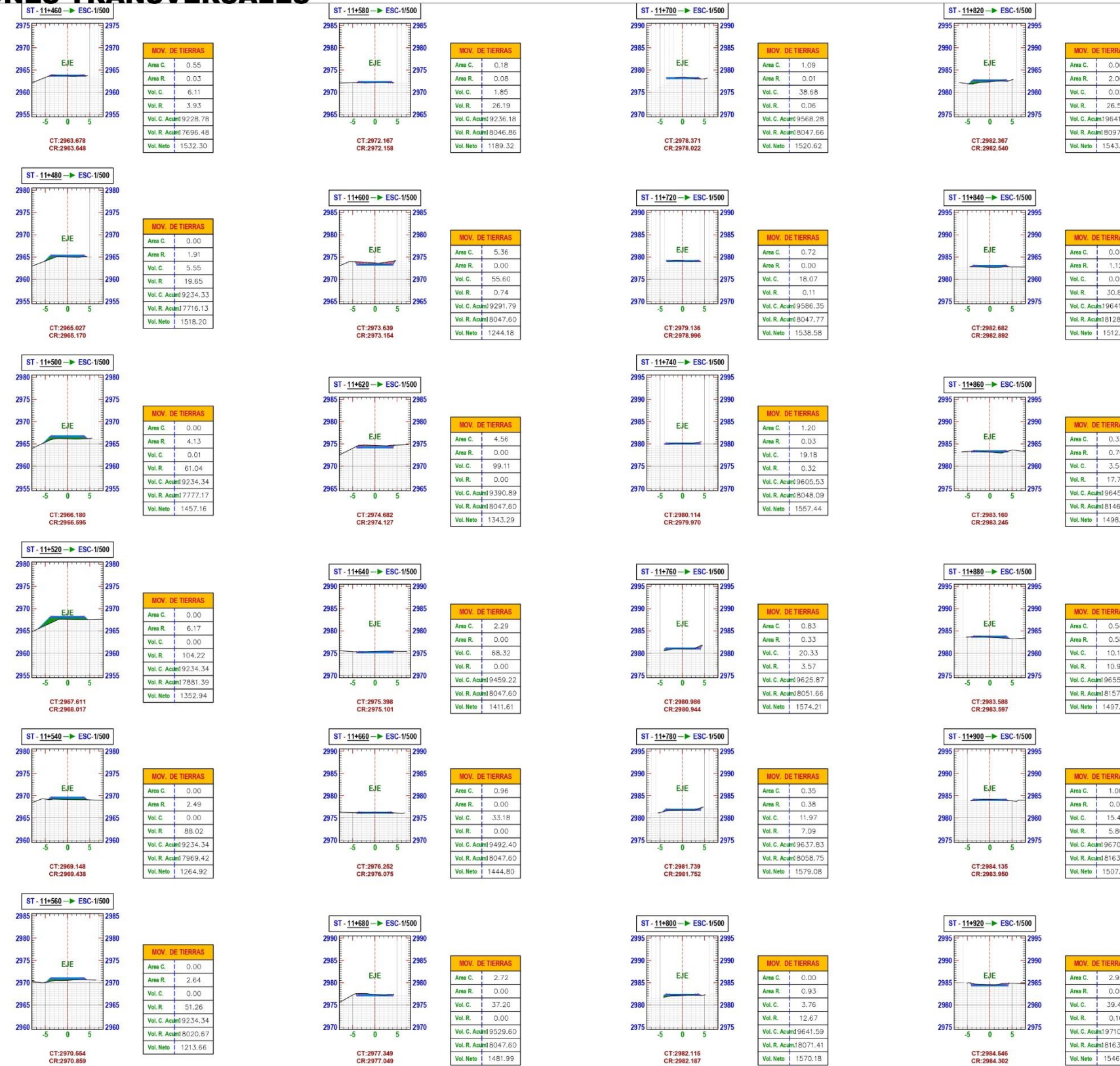
MOV. DE TIERRAS	
Area C.	1.15
Area R.	0.00
Vol. C.	14.51
Vol. R.	3.95
Vol. C. Acopl	9204.75
Vol. R. Acopl	7294.59
Vol. Neto	1910.15



MOV. DE TIERRAS	
Area C.	0.05
Area R.	0.37
Vol. C.	0.45
Vol. R.	21.52
Vol. C. Acopl	9222.68
Vol. R. Acopl	7692.55
Vol. Neto	1530.13

No.	Revisión	Fecha
Elaborado por: FLOR ANGIE HUACALLO LIMPE		
Project Name and Address: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DE LA CARRETERA VECINAL RUTA N AR-711, TRAYECTORIA UYUPAMPA - EMP. PE-34 A (LA BALANZA), DISTRITO DE YURA - PROVINCIA DE AREQUIPA - DEPARTAMENTO DE AREQUIPA"		
DATUM UTM-WGS84 19S	Sheet DGST	
FECHA 2022	18	
Scale 1/500		

SECCIONES TRANSVERSALES



No.	Revision	Fecha

Elaborado por:

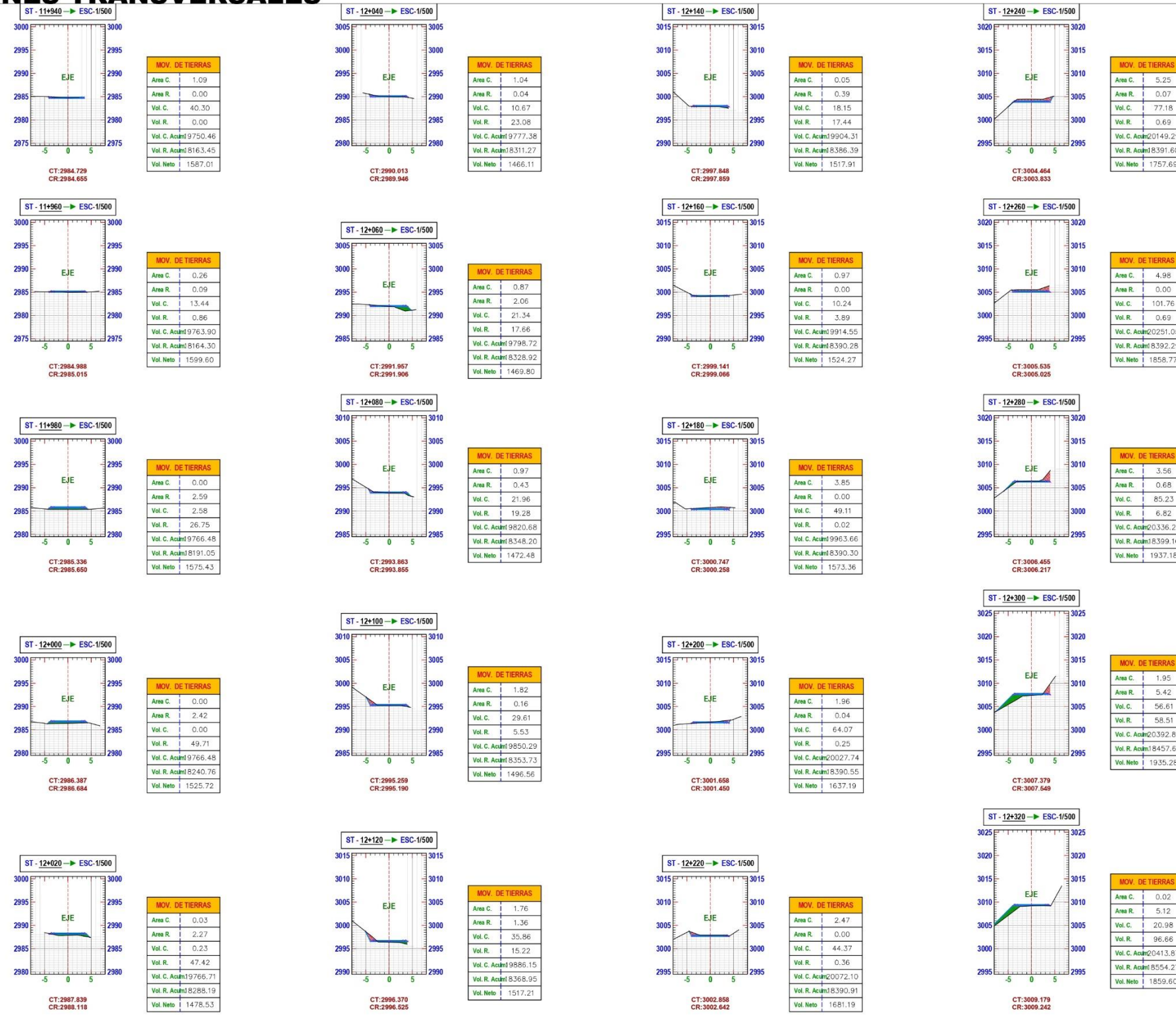
FLOR ANGIE HUACALLO LIMPE

Project Name and Address:

"MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSIBILIDAD DE LA CARRETERA VECINAL RUTA N° AR-711, TRAYECTORIA UYUPAMPA - EMP. PE-34 A (LA BALANZA), DISTRITO DE YURA - PROVINCIA DE AREQUIPA"

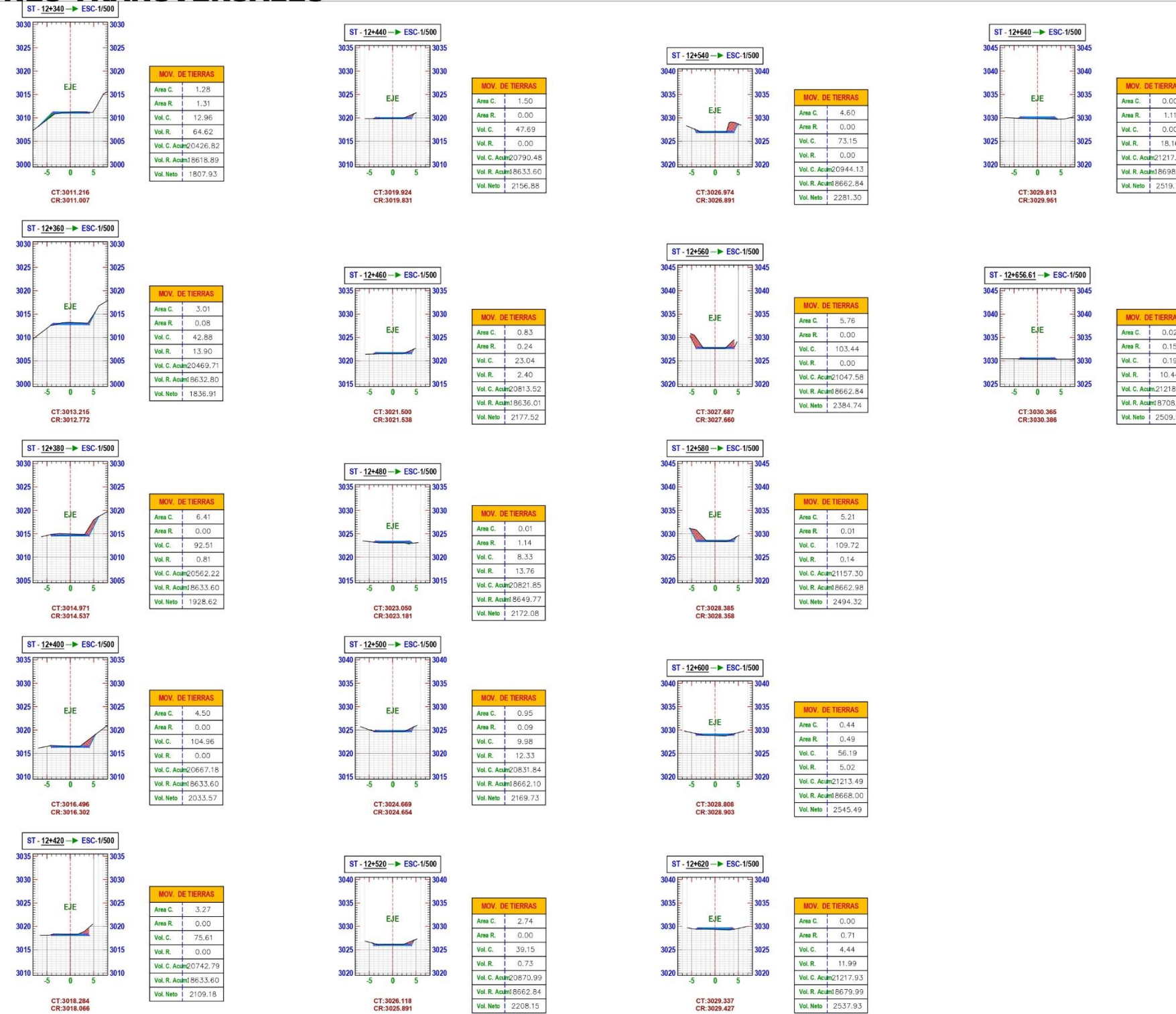
Código	UTM-WGS84 19S	Sheet	DGST
FECHA	2022		19
Scale	1/500		

SECCIONES TRANSVERSALES

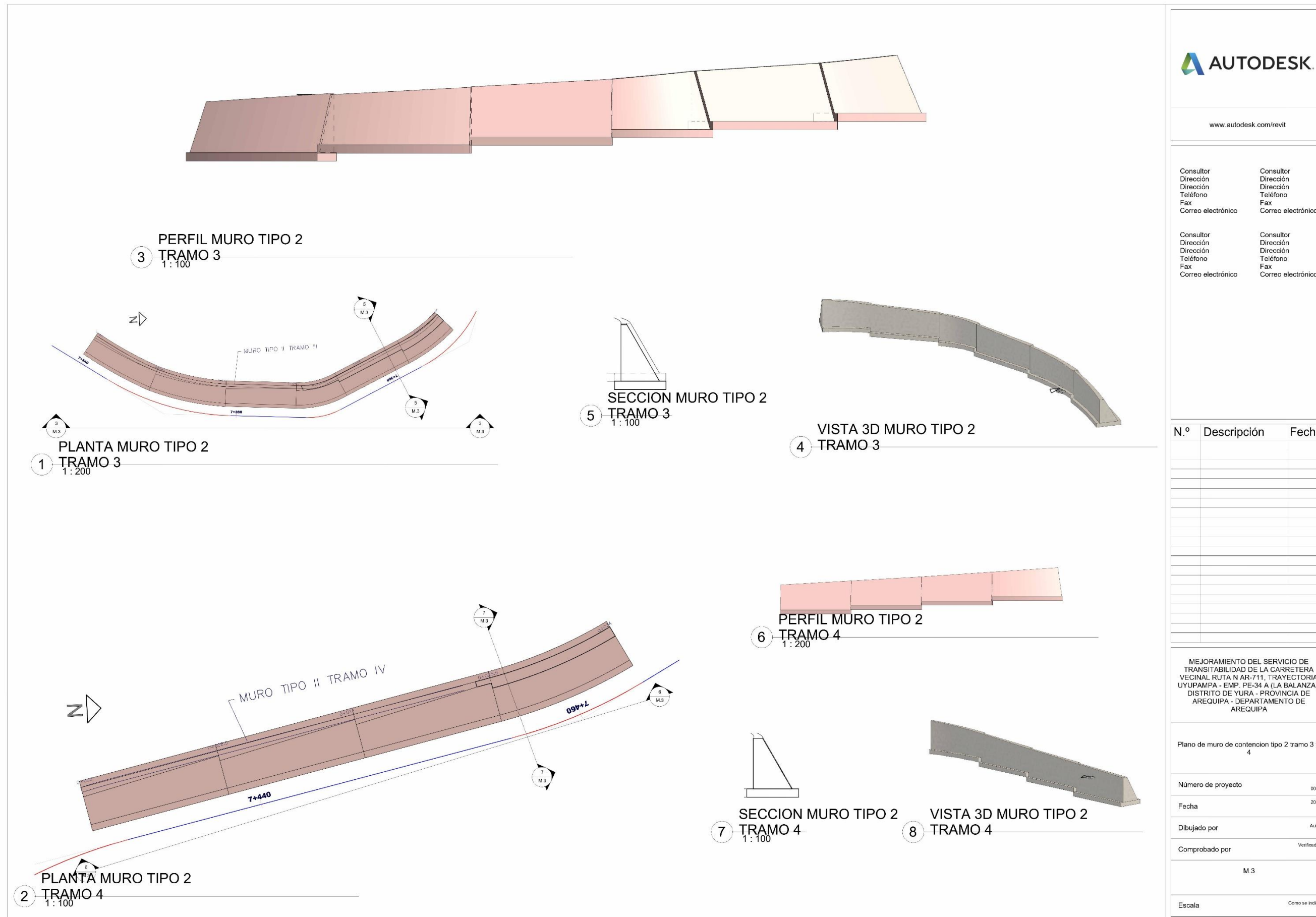


No.	Revision	Fecha
Elaborado por: FLOR ANGIE HUACALLO LIMPE		
Project Name and Address: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DE LA CARRETERA VECINAL RITA N AR-711, TRAYECTORIA UYUPAMPA - EMP. PE-34 A (LA BALANZA), DISTRITO DE YURA - PROVINCIA DE AREQUIPA - DEPARTAMENTO DE AREQUIPA"		
DATUM	UTM-WGS84 19S	Sheet
FECHA	2022	DGST
Scale	1/500	20

SECCIONES TRANSVERSALES



No.	Revision	Fecha
Elaborado por : FLOR ANGIE HUACALLO LIMPE		
Project Name and Address: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSIBILIDAD DE LA CARRETERA VECINAL RUTA N° AR-711, TRAYECTORIA UYUPAMPA - EMP. PE-34 A (LA BALANZA), DISTRITO DE YURA - PROVINCIA DE AREQUIPA - DEPARTAMENTO DE AREQUIPA"		
DATUM	UTM-WGS84 19S	Sheet
FECHA	2022	DGST
Scale	1/500	21



www.autodesk.com/revit

Consultor Dirección Teléfono Fax Correo electrónico

Consultor Dirección Teléfono Fax Correo electrónico

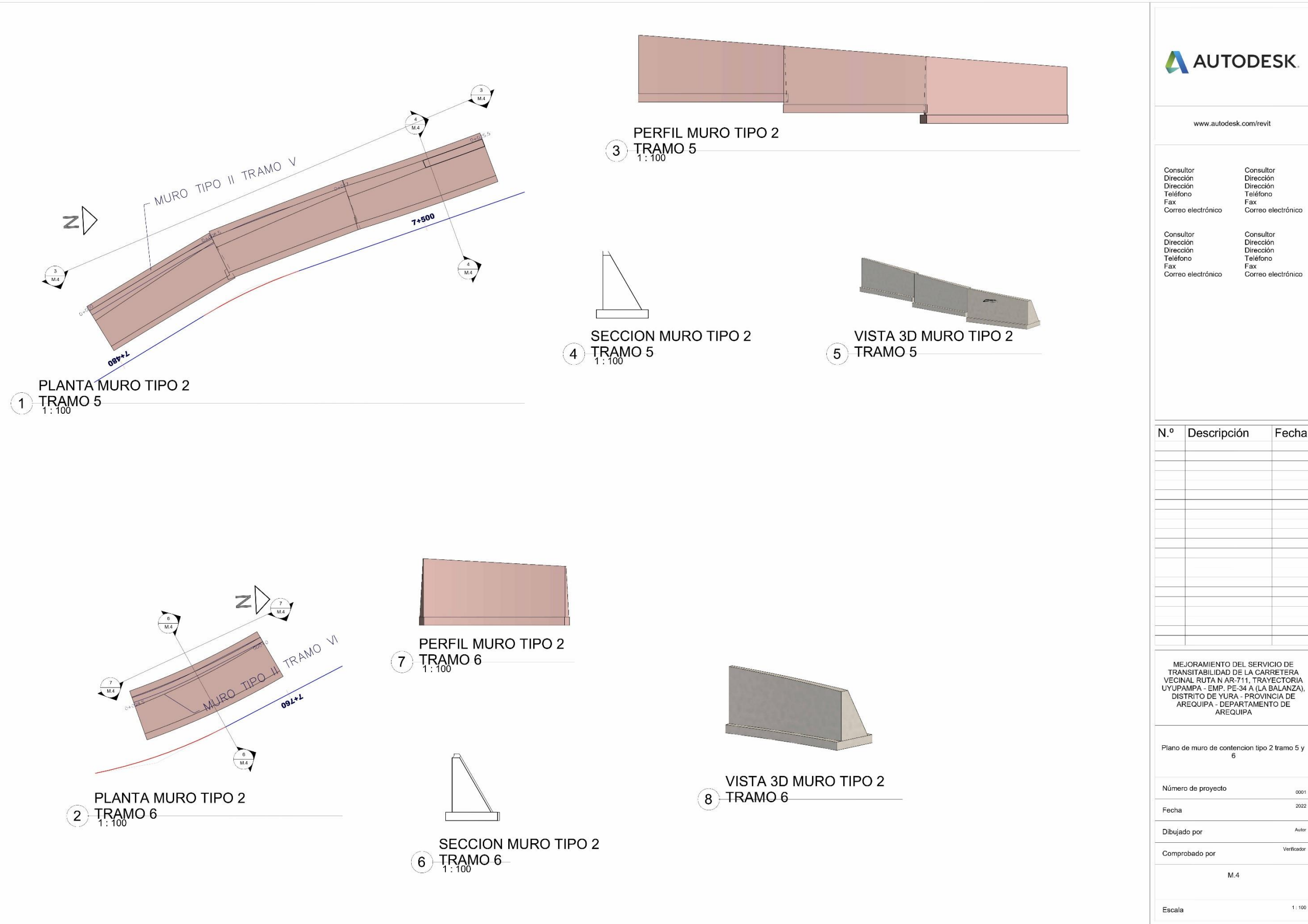
N.º	Descripción	Fecha

MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DE LA CARRETERA VECINAL RUTA N AR-711, TRAYECTORIA UYUPAMPA - EMP. PE-34 A (LA BALANZA), DISTRITO DE YURA - PROVINCIA DE AREQUIPA - DEPARTAMENTO DE AREQUIPA

Plano de muro de contención tipo 2 tramo 3 y 4

Número de proyecto	0001
Fecha	2022
Dibujado por	Autor
Comprobado por	Verificador
Escala	M:3
	Como se indica

25/04/2022 16:12:11



www.autodesk.com/revit

Consultor	Consultor
Dirección	Dirección
Dirección	Dirección
Teléfono	Teléfono
Fax	Fax
Correo electrónico	Correo electrónico

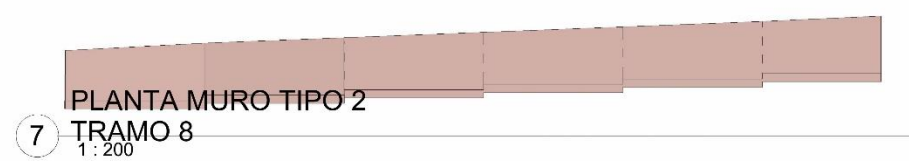
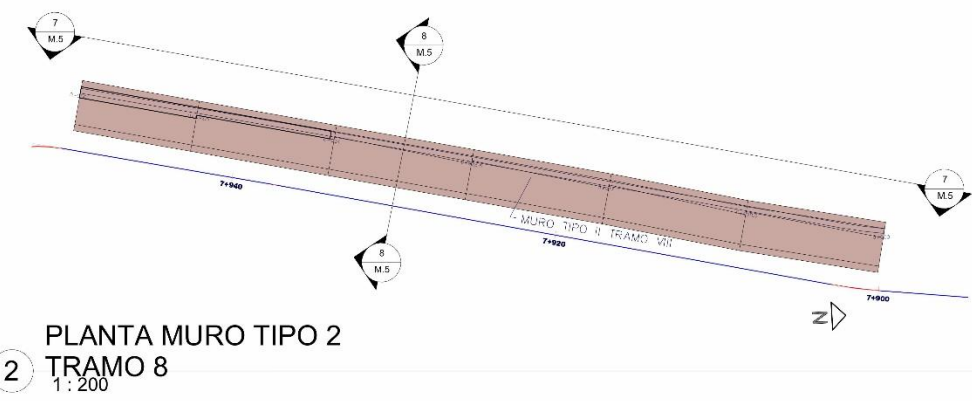
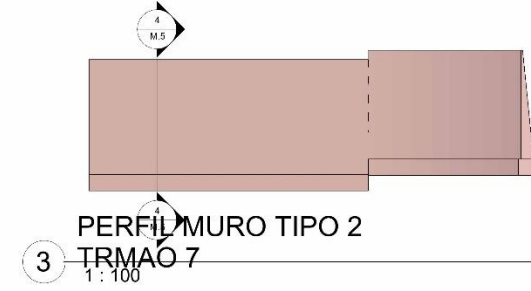
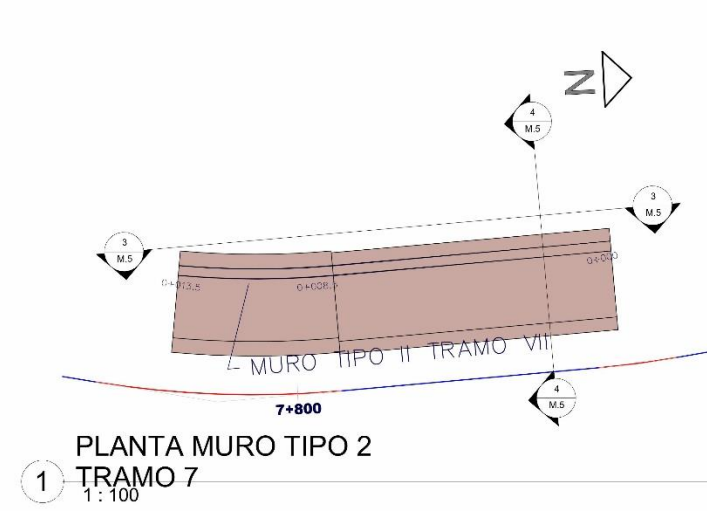
N.º	Descripción	Fecha

MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DE LA CARRETERA VECINAL RUTA N.º 711, TRAYECTORIA UYUPAMPA - EMP. PE-34 A (LA BALANZA), DISTRITO DE YURA - PROVINCIA DE AREQUIPA - DEPARTAMENTO DE AREQUIPA

Plano de muro de contención tipo 2 tramo 5 y 6

Número de proyecto	0001
Fecha	2022
Dibujado por	Autor
Comprobado por	Verificador
	M.4
Escala	1:100

25/04/2022 16:16:56



www.autodesk.com/revit

Consultor Dirección
Dirección Dirección
Teléfono Dirección
Fax Teléfono
Correo electrónico Fax Correo electrónico

Consultor Dirección
Dirección Dirección
Teléfono Dirección
Fax Teléfono
Correo electrónico Fax Correo electrónico

N.º	Descripción	Fecha

MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DE LA CARRETERA VECINAL RUTA N° AR-711, TRAYECTORIA UYURAMPYA - EMP. PE-54 A (LA BALANZA), DISTRITO DE YURA - PROVINCIA DE AREQUIPA - DEPARTAMENTO DE AREQUIPA

Plano de muro de contención tipo 2 tramo 7 Y 8

Número de proyecto 0001

Fecha 2022

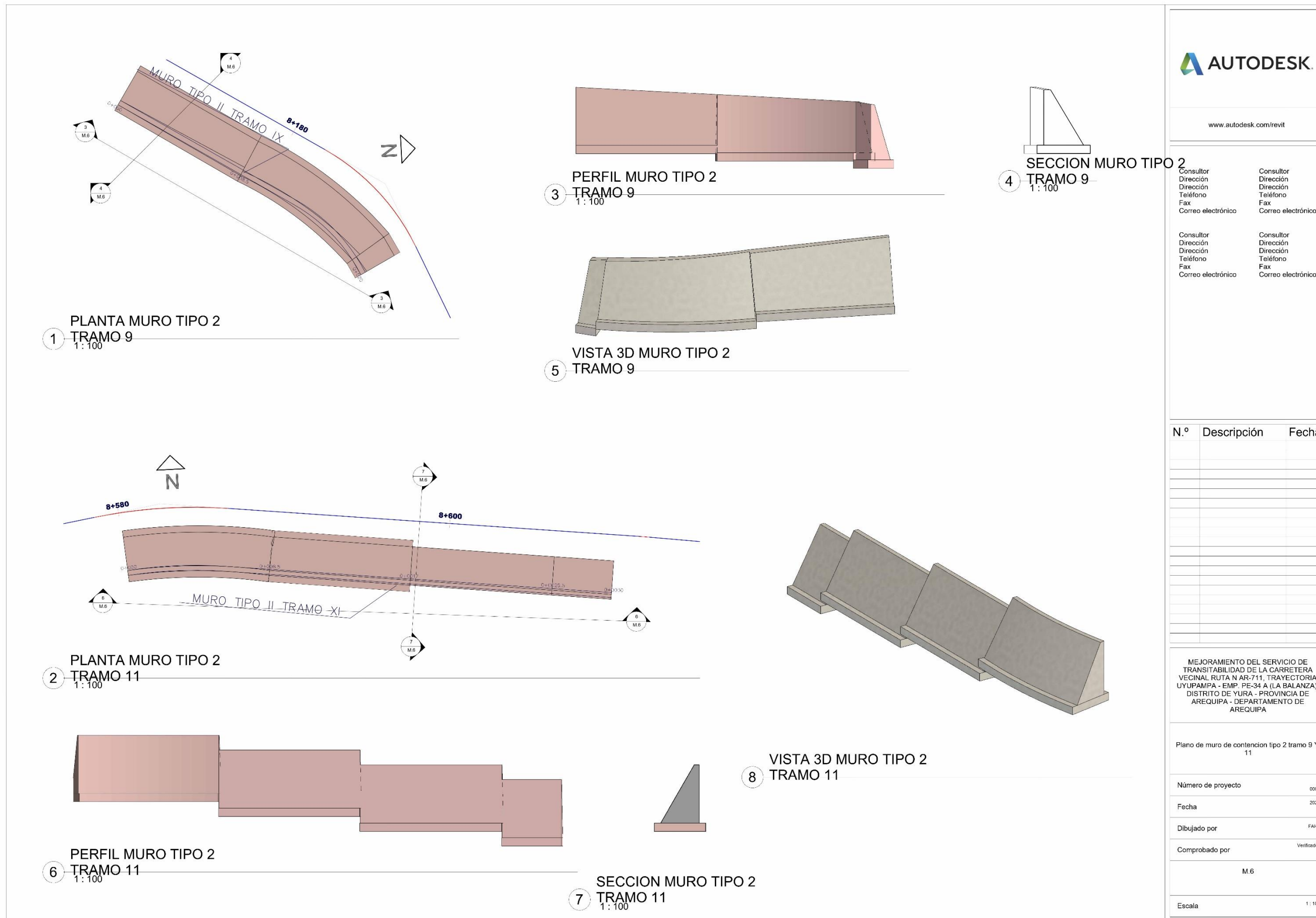
Dibujado por Autor

Comprobado por Verificador

M.5

Escala Como se indica

25/04/2022 16:17:34



www.autodesk.com/revit

Consultor Dirección Teléfono Fax Correo electrónico

Consultor Dirección Teléfono Fax Correo electrónico

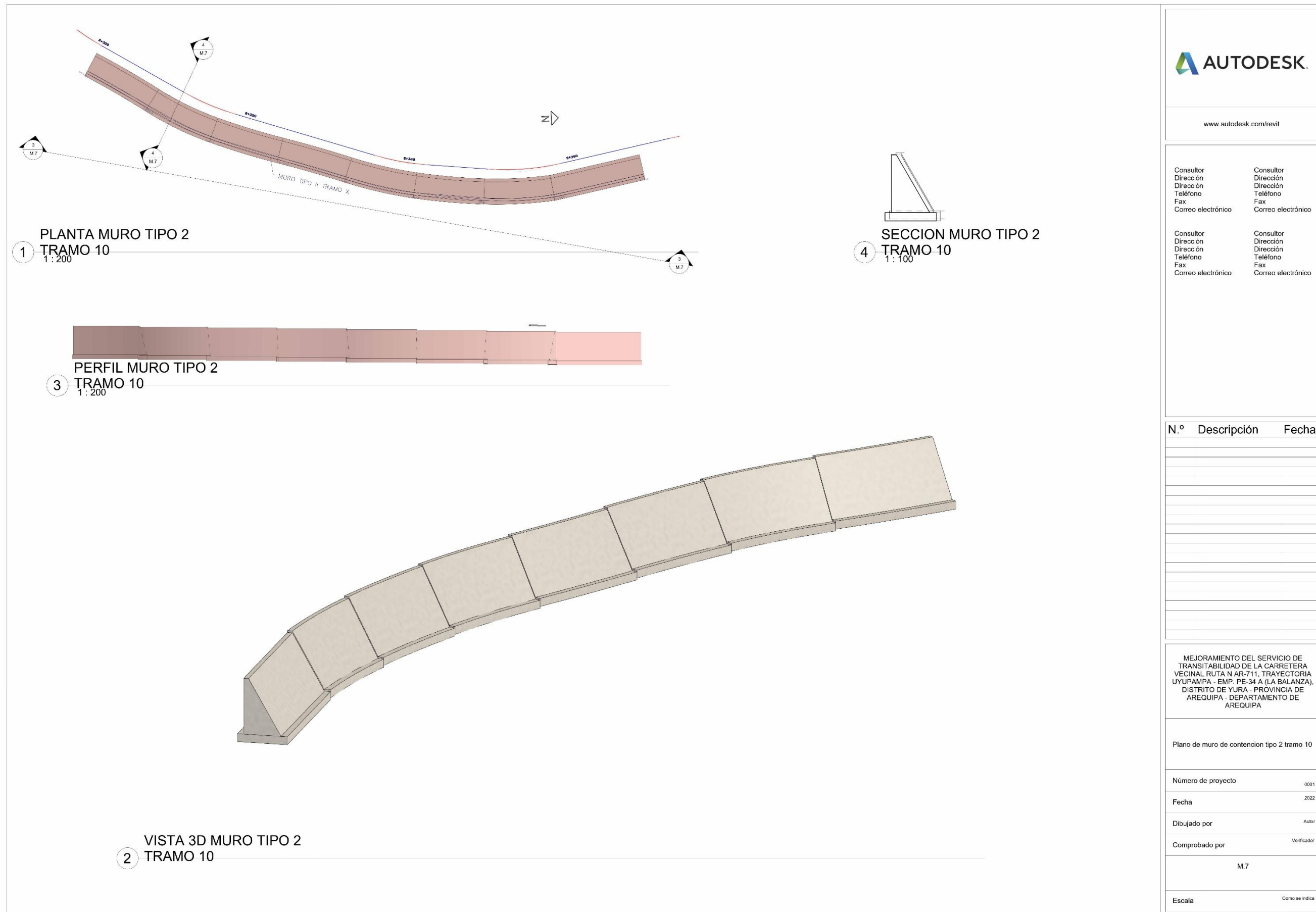
N.º	Descripción	Fecha

MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DE LA CARRETERA VECINAL RUTA N AR-711, TRAYECTORIA UYUPAMPA - EMP. PE-34 A (LA BALANZA), DISTRITO DE YURA - PROVINCIA DE AREQUIPA - DEPARTAMENTO DE AREQUIPA

Plano de muro de contención tipo 2 tramo 9 Y 11

Número de proyecto	0001
Fecha	2022
Dibujado por	FAHL
Comprobado por	Verificador
	M.6
Escala	1:100

25/04/2022 16:18:00



www.autodesk.com/revit

Consultor Dirección
Dirección Dirección
Teléfono Teléfono
Fax Fax
Correo electrónico Correo electrónico

Consultor Dirección
Dirección Dirección
Teléfono Teléfono
Fax Fax
Correo electrónico Correo electrónico

N.º	Descripción	Fecha

MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DE LA CARRETERA VECINAL RUTA N.º AR-711, TRAYECTORIA UYUPAMPA - EMP. PE 34 A (LA BALANZA), DISTRITO DE YURA - PROVINCIA DE AREQUIPA - DEPARTAMENTO DE AREQUIPA

Plano de muro de contención tipo 2 tramo 10

Número de proyecto 0001

Fecha 2022

Dibujado por Autor

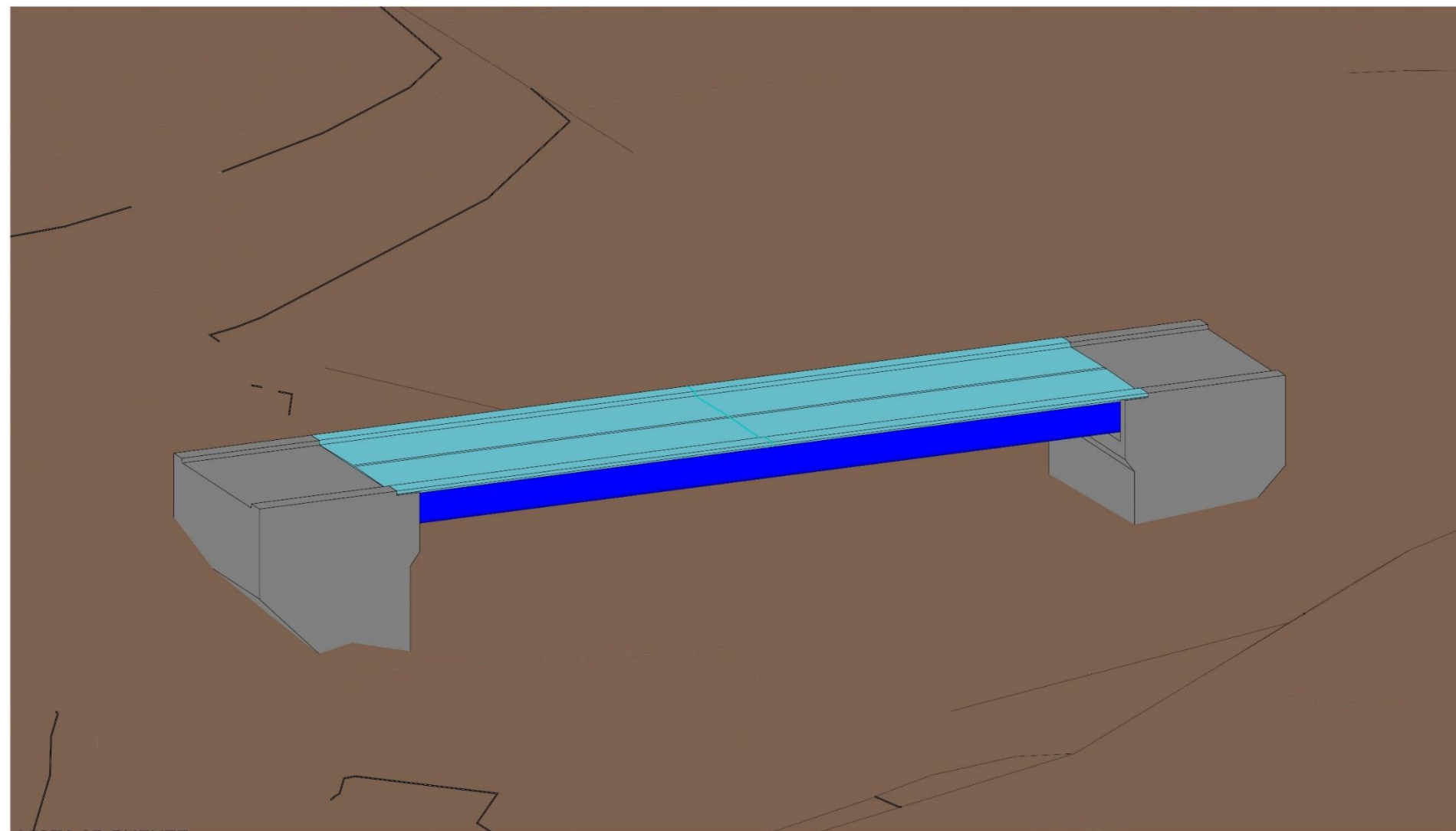
Comprobado por Verificador

M.7

Escala Como se indica

25/04/2022 16:18:25

ANEXO 5: Planos del puente vehicular obtenidos bajo la metodología BIM 4D



① VISTA 3D PUENTE
VEHICULAR

www.autodesk.com/revit

Consultor	Consultor
Dirección	Dirección
Teléfono	Teléfono
Fax	Fax
Correo electrónico	Correo electrónico

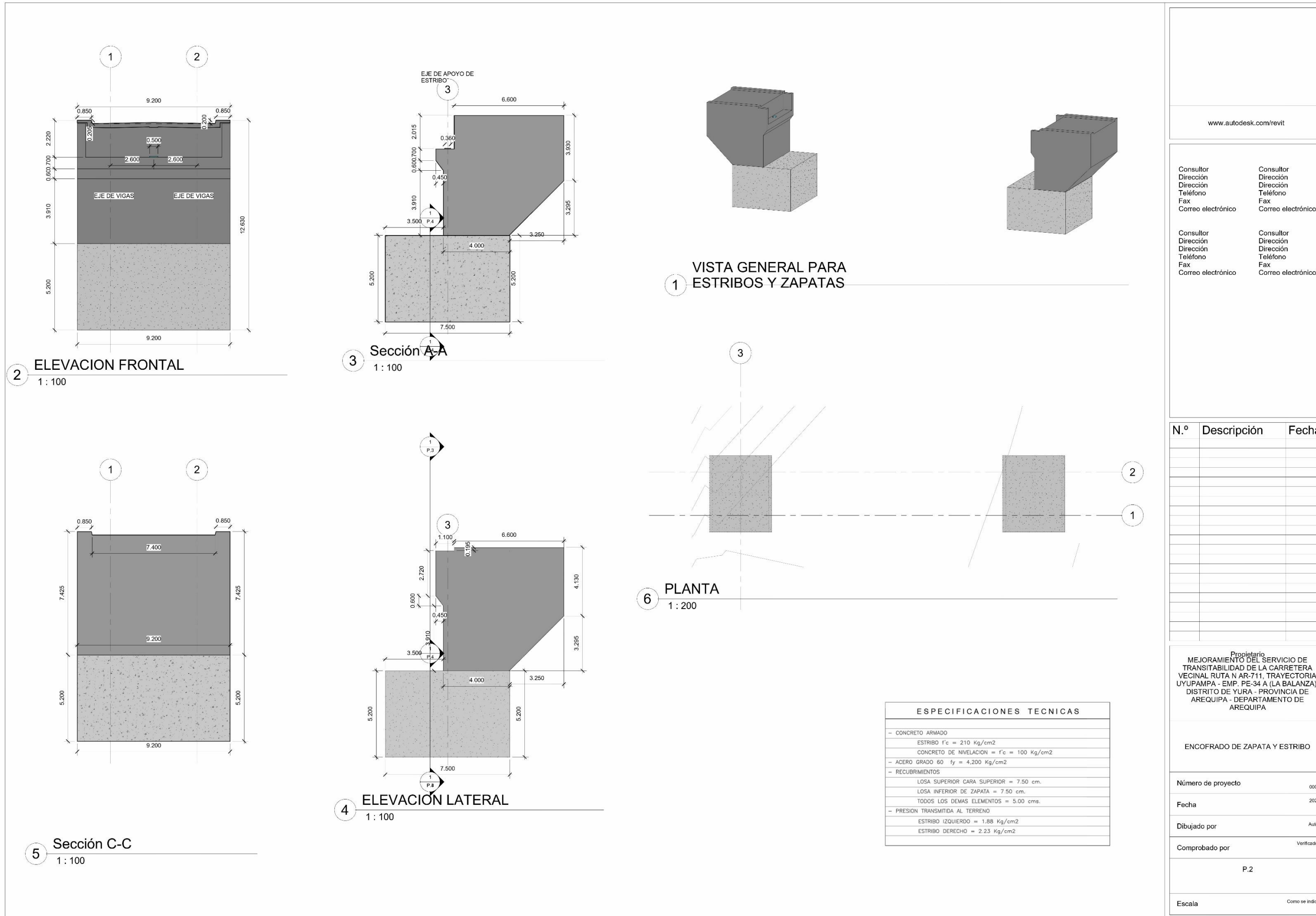
N.º	Descripción	Fecha

Propietario
MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE
TRANSITABILIDAD DE LA CARRETERA
VECINAL RUTA N° AR-711, TRAYECTORIA
UYUPAMPA - EMP. PE-34 A LA BALANZA,
DISTRITO DE YURA - PROVINCIA DE
AREQUIPA - DEPARTAMENTO DE
AREQUIPA

PUENTE VEHICULAR VISTA 3D

Número de proyecto	0001
Fecha	2022
Dibujado por	FAH
Comprobado por	Verificador
	P.1
Escala	

25/04/2022 18:42:53



www.autodesk.com/revit

Consultor
Dirección
Teléfono
Fax
Correo electrónico

Consultor
Dirección
Teléfono
Fax
Correo electrónico

Consultor
Dirección
Teléfono
Fax
Correo electrónico

Consultor
Dirección
Teléfono
Fax
Correo electrónico

N.º	Descripción	Fecha

Propietario
MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DE LA CARRETERA VECINAL RUTA N AR-711, TRAYECTORIA UYUPAMPA - EMP. PE-34 A (LA BALANZA), DISTRITO DE YURA - PROVINCIA DE AREQUIPA - DEPARTAMENTO DE AREQUIPA

ENCOFRADO DE ZAPATA Y ESTRIBO

Número de proyecto 0001

Fecha 2022

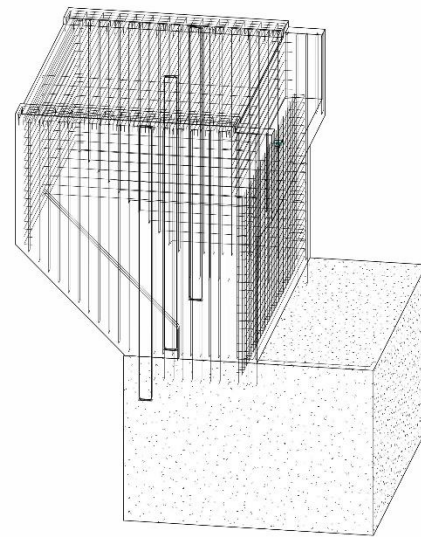
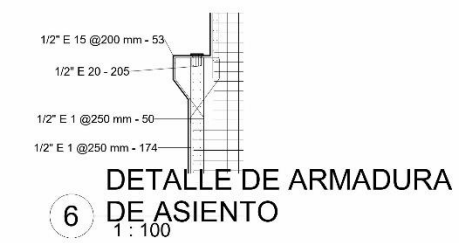
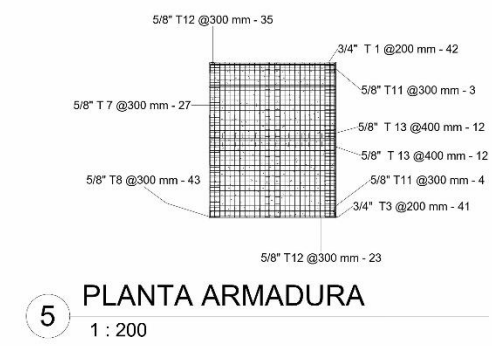
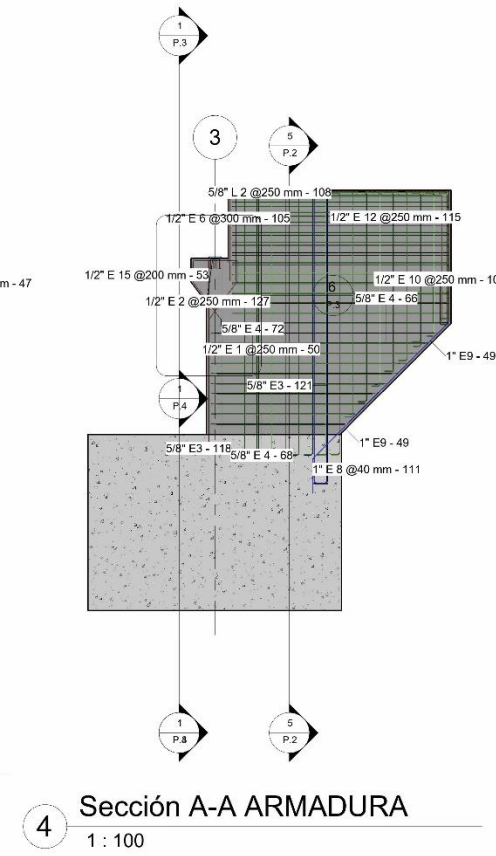
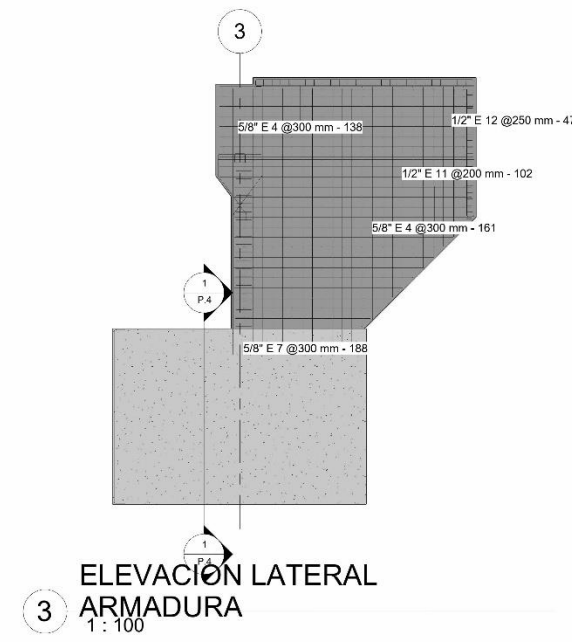
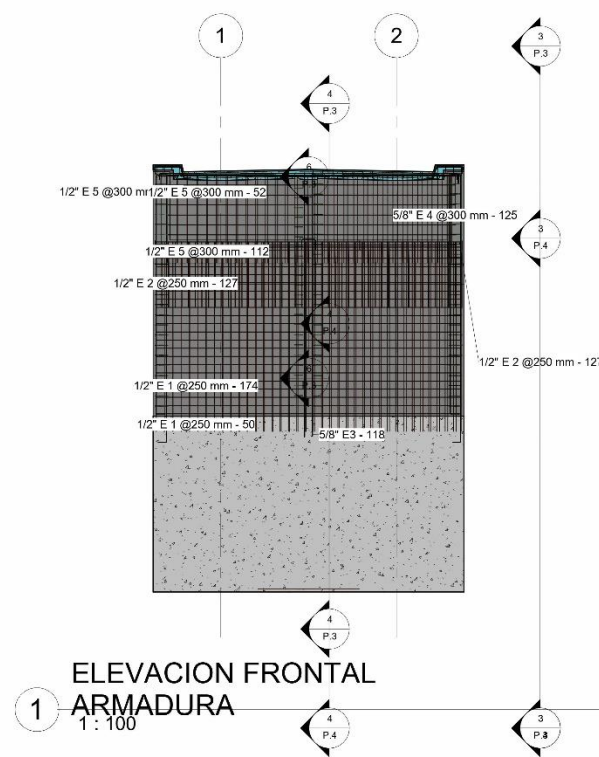
Dibujado por Autor

Comprobado por Verificador

P.2

Escala Como se indica

25/04/2022 16:43:16



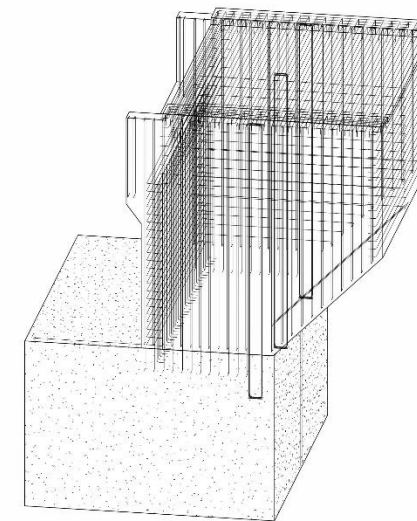
2 VISTA 3D DE ARMADURA

LONGITUD DE EMPALMES Y GANCHOS

a (Pulg.)	ANCLAJE (cm.)	EMPALME (cm.)	GANCHOS (cm.)
1"	100	100	40
3/4"	75	75	30
5/8"	60	60	25
1/2"	45	45	20
3/8"	30	30	15

BAJO INDICACION ESPECIAL EN EL PLANO

NOTA:
SER REFERIDO DE ZANJA EN EL PLANO PE-05



www.autodesk.com/revit

Consultor Dirección Teléfono Fax Correo electrónico

Consultor Dirección Teléfono Fax Correo electrónico

N.º	Descripción	Fecha

Propietario
MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE
TRANSITABILIDAD DE LA CARRETERA
VECINAL RUTA N AR-711, TRAYECTORIA
UYUPAMPA - EMP. PE-34 A (LA BALANZA),
DISTRITO DE YURA - PROVINCIA DE
AREQUIPA - DEPARTAMENTO DE
AREQUIPA

ARMADURA DE ESTRIBOS

Número de proyecto 0001

Fecha 2022

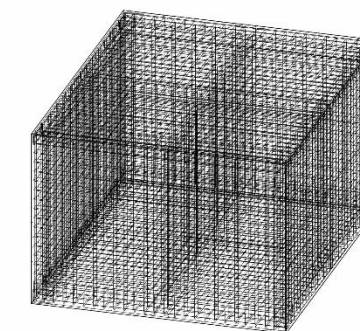
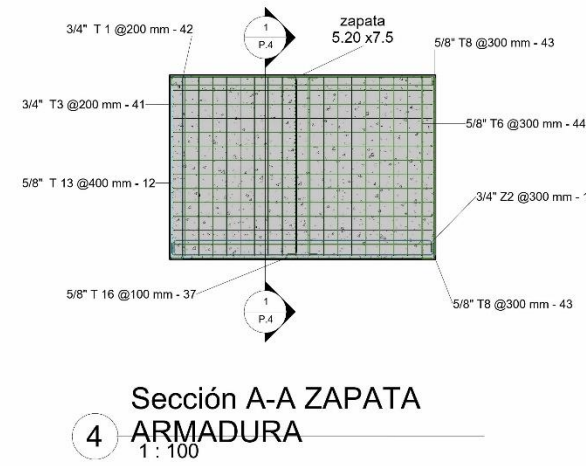
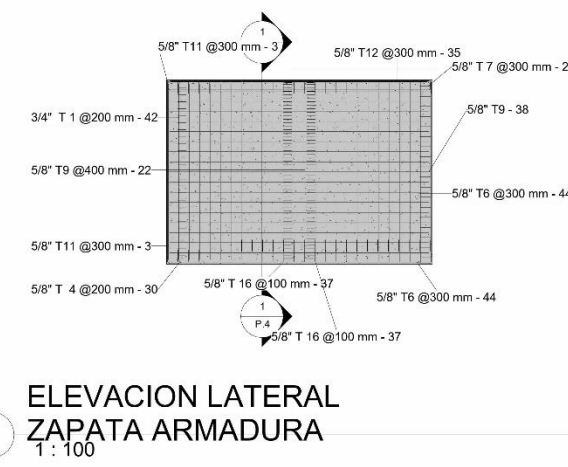
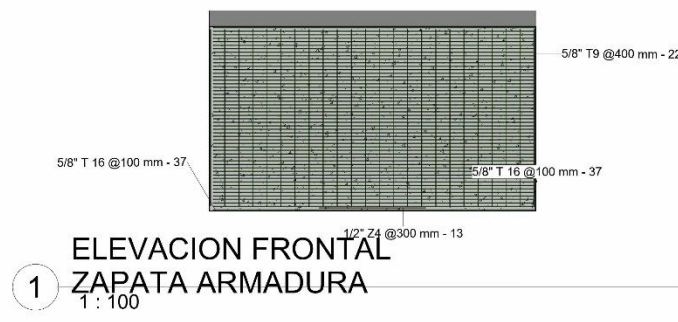
Dibujado por Autor

Comprobado por Verificador

P.3

Escala Como se indica

25/04/2022 16:43:34



www.autodesk.com/revit

Consultor
Dirección
Dirección
Teléfono
Fax
Correo electrónico

Consultor
Dirección
Dirección
Teléfono
Fax
Correo electrónico

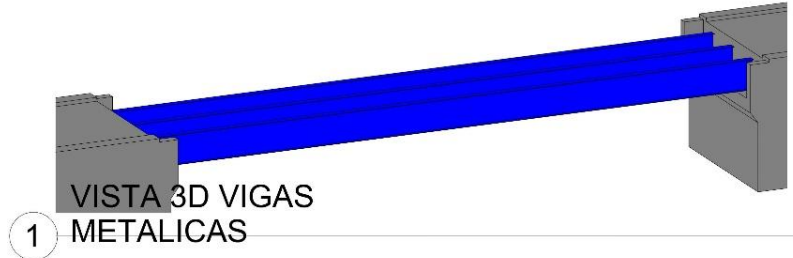
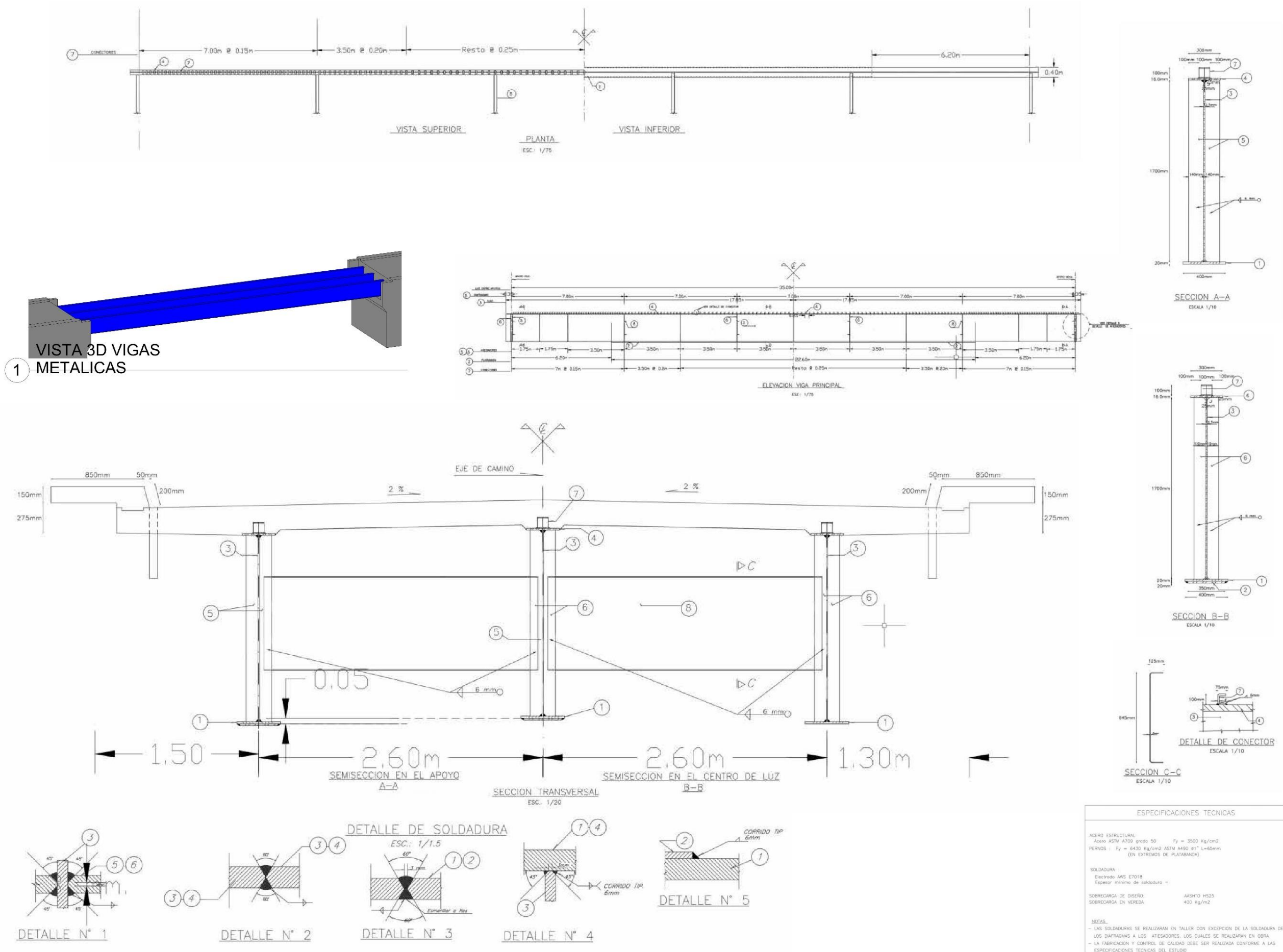
N.º	Descripción	Fecha

Propietario
MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE
TRANSITABILIDAD DE LA CARRETERA
VECINAL RUTA N° AR-711, TRAYECTORIA
UYUPAMPA - EMP. PE-34 A (LA BALANZA),
DISTRITO DE YURA - PROVINCIA DE
AREQUIPA - DEPARTAMENTO DE
AREQUIPA

ARMADURA DE ZAPATA

Número de proyecto	0001
Fecha	2022
Dibujado por	Autor
Comprobado por	Verificador
P.4	
Escala	1 : 100

25/04/2022 16:43:52



www.autodesk.com/revit		
Consultor	Consultor	
Dirección	Dirección	
Teléfono	Teléfono	
Fax	Fax	
Correo electrónico	Correo electrónico	
Consultor	Consultor	
Dirección	Dirección	
Teléfono	Teléfono	
Fax	Fax	
Correo electrónico	Correo electrónico	
N.º	Descripción	Fecha
Proyecto: MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DE LA CARRETERA VECINAL RUTA N° 711, TRAYECTORIA UYUPAMPA - EMP. PE-34 A (LA BALANZA), DISTRITO DE YURA - PROVINCIA DE AREQUIPA - DEPARTAMENTO DE AREQUIPA		
VIGAS METALICAS		
Número de proyecto	0001	
Fecha	2022	
Dibujado por	Autor	
Comprobado por	Verificador	
	P.5	
Escala		

25/04/2022 16:44:08

