

PROYECTO DE PRÁCTICA PROFESIONAL
“APOYO A LA OFICINA TÉCNICA DE LA EMPRESA CCG ENERGY S.A.S.
E.S.P. EN LA PLANEACIÓN DE OBRAS PRELIMINARES DEL PROYECTO
PCH PATICO II.”



JESÚS SEBASTIÁN TORRES ROSERO
CÓDIGO: 100412020829

UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
INGENIERÍA CIVIL
POPAYÁN
2019

**“APOYO A LA OFICINA TÉCNICA DE LA EMPRESA CCG ENERGY S.A.S.
E.S.P. EN LA PLANEACIÓN DE OBRAS PRELIMINARES DEL PROYECTO
PCH PATICO II.”**



**JESÚS SEBASTIÁN TORRES ROSERO
CÓDIGO: 100412020829**

**DIRECTOR DE PASANTÍA:
ARQUITECTA DIANA VELASCO GALVIS
DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIÓN**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
INGENIERÍA CIVIL
POPAYÁN
2019**

NOTA DE ACEPTACIÓN

El director y Jurado de la Pasantía de Grado:
**“APOYO A LA OFICINA TÉCNICA DE LA
EMPRESA CCG ENERGY S.A.S. E.S.P. EN
LA PLANEACIÓN DE OBRAS
PRELIMINARES DEL PROYECTO PCH
PATICO II.”**, realizada por **JESÚS
SEBASTIÁN TORRES ROSERO**, una vez
revisado el escrito final y aprobado la
sustentación de la misma, autorizan para que
realice gestiones administrativas
correspondientes a su título profesional.

Director Pasantía de Grado

Jurado

Jurado

Popayán, Enero _31_ de 2019

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	6
INTRODUCCIÓN.....	7
1. OBJETIVOS.....	9
1.1. Objetivo general.....	9
1.2. Objetivos específicos.....	9
2. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO	10
2.1. INFORMACIÓN ESPECÍFICA	11
2.2. LABOR PASANTE	13
3. LOS DISEÑOS DE VÍAS COMO PRIORIDAD PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO PCH PATICO II	17
3.1. LA NECESIDAD DE LA VÍA PARA EL PROYECTO	18
3.1.1. VÍA DE ACCESO AL PORTAL SALIDA DEL TÚNEL 2.....	18
3.1.2. VÍA DE ACCESO A PORTAL ENTRADA DEL TÚNEL 3.....	18
3.2. DISEÑO EN PLANTA DE LA VÍA.....	19
3.2.1. VÍA DE ACCESO A PORTAL SALIDA DEL TÚNEL 2.....	19
3.2.2. VÍA DE ACCESO A PORTAL ENTRADA DEL TÚNEL 3.....	20
3.3. DISEÑO EN PERFIL DE LA VÍA.....	20
3.3.1. VÍA DE ACCESO A PORTAL SALIDA DEL TÚNEL 2.....	20
3.3.2. VÍA DE ACCESO A PORTAL ENTRADA DEL TÚNEL 3.....	21
3.4. MOVIMIENTO DE TIERRAS.....	21
3.4.1. VÍA DE ACCESO A PORTAL SALIDA DEL TÚNEL 2.....	21
3.4.2. VÍA DE ACCESO A PORTAL ENTRADA DEL TÚNEL 3.....	22
3.5. LOCALIZACIÓN DE LA VÍA.....	22
3.6. TALUDES Y CHAFLANES	22
4. LA PLANEACIÓN COMO EJE PRINCIPAL DEL PROYECTO. REORIENTACIONES NECESARIAS PARA EL DESARROLLO DE LA PCH PATICO II.....	23
4.1. CAMPAMENTOS	23
4.1.1. LOCALIZACIÓN.....	23
4.1.2. REPLANTEO DE MODULOS	24
4.1.3. CÁLCULO DE MOVIMIENTO DE TIERRA	25
4.1.4. CHEQUEO DE TALUDES	26
4.1.5. TIPOS DE RELLENO	26

4.2. PROCESO CONSTRUCTIVO PARA INTERVENCIÓN DE VÍA NACIONAL.....	28
4.2.1. ALTITUD DE LOS TALUDES.....	29
4.2.2. PORQUÉ SON UN PROBLEMA Y POSIBLES ALTERNATIVAS	29
4.2.3. MONTAÑA Y PRECIPICIO	30
4.2.4. AMPLIACIÓN.....	30
4.2.5. MANEJO DE TRÁFICO.....	31
4.3. PLANEACIÓN PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LOS CAMPAMENTOS Y LAS 2	
VÍAS DE ACCESO.	32
4.3.1. CÁLCULO DEL FACTOR PRESTACIONAL	32
4.3.2. ACTIVIDADES QUE SE VAN A REALIZAR EN CADA OBRA.....	33
4.3.3. CANTIDADES DE OBRA	35
4.3.4. ANALISIS DE PRECIO UNITARIO.....	36
4.3.5. VALOR TOTAL DE LA OBRA.....	38
4.3.6. TIEMPO DE EJECUCIÓN DE LA OBRA.....	40
4.3.7. CRONOGRAMA DE OBRA	41
4.3.8. HISTOGRAMA DE MANO DE OBRA	43
4.3.9. HISTOGRAMA DE EQUIPO Y MAQUINARIA.....	47
4.3.10. FLUJO DE CAJA.....	51
4.3.11. ORGANIZACIÓN FRENTES DE TRABAJO	53
5. DE LOS CONTENIDOS CURRICULARES AL CAMPO DE ACCIÓN.....	57
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	59
6.1. CONCLUSIONES.....	59
6.2. RECOMENDACIONES	60
BIBLIOGRAFÍA.....	61
ANEXOS.....	62

RESUMEN

Éste trabajo se centra en la oficina técnica de la empresa CCG Energy S.A.S. E.S.P., como apoyo al Ingeniero Residente realizando modificaciones a diseños, siendo propositivo en algunos aspectos técnicos, logrando así ahorros en tiempo y dinero.

Se optó por la modalidad de pasantía ya que ésta permite adquirir experiencia laboral y a su vez reforzar los conocimientos adquiridos durante la formación académica.

Palabras clave:

Planeación, talud, excavación, vía, cálculo, localización, replanteo, radio de curvatura, área, volumen, terraplén, corte.

ABSTRAC

This work focuses on the technical office of the company CCG Energy S.A.S. E.S.P., as a support to the Resident Engineer making modifications to designs, being proactive in some technical aspects, thus achieving thrift in time and money. The internship modality was chosen since it allows to acquire work experience and in turn to reinforce the knowledge acquired during the academic training.

Keywords:

Planning, slope, excavation, track, calculation, location, setting out, radius of curvature, area, volume, embankment, cut.

INTRODUCCIÓN

La ingeniería es la unión entre el conocimiento y la tecnología para la innovación, invención, desarrollo y mejora de las técnicas para satisfacer las necesidades y problemas de la sociedad.

La ingeniería civil es la disciplina encargada del diseño, construcción y mantenimiento de las infraestructuras civiles como: carreteras, ferrocarriles, puentes, canales, presas, puertos, aeropuertos, diques, represas y muchas otras construcciones relacionadas.

En la ingeniería civil, es importante tener una muy buena organización en cuanto a los proyectos, por eso, es indispensable contar con la disposición de cualquier equipo o mano de obra en el momento preciso para no llegar a tener contratiempos, también es de vital importancia llevar un control muy detallado sobre los procesos que se van a realizar y en qué orden, para poder cumplir con el objetivo propuesto.

Con el objetivo de adquirir el título de Ingeniero Civil, se presenta este proyecto de grado, basado en la modalidad pasantía, cubierto por el artículo N° 18 de la Resolución N° 820 del 14 de octubre de 2014 del Consejo de Facultad de Ingeniería Civil, de la Universidad del Cauca.

La práctica profesional se realizó en la empresa CCG Energy S.A.S. E.S.P, encargada del proyecto denominado Pequeña Central Hidroeléctrica –PCH-PATICO II, enfocada en la parte de diseño y planeación de algunos tramos pertenecientes a este proyecto.

Las actividades se desarrollaron bajo las solicitudes y requerimientos que presentó la empresa en un horario de tiempo completo, cumpliendo así con los objetivos¹ propuestos, permitiendo adquirir la experiencia necesaria para el desempeño profesional, aplicando activamente los conocimientos y criterios obtenidos en el aprendizaje universitario.

La ciudad de Popayán al ser la capital del departamento del Cauca y además una ciudad universitaria, genera un elevado consumo de energía con un crecimiento incierto. Por un lado, es indispensable contar con generadores de energía, que en este caso es el mejoramiento de una obra existente denominada PCH PATICO I.

¹ Aclarando que por motivos financieros la Empresa CCG Energy S.A.S. E.S.P., no pudo llevar a cabo la construcción de la PCH éste año, los objetivos inicialmente planteados en el anteproyecto tuvieron que ser reorientados en función de las necesidades de mi trabajo en campo. Para sustentar lo anterior, se adjunta una carta emitida por la Empresa (Ver Anexo 1).

Por otro lado, es importante realizar una práctica que vincule al estudiante con el ejercicio serio para fortalecer la base teórica adquirida durante la etapa estudiantil, ya que es de ésta forma que se logran afianzar los conocimientos obtenidos teóricamente.

Según el perfil profesional definido por la facultad, el Ingeniero Civil de la Universidad del Cauca tendrá habilidades diversas, resalto en las que tuve oportunidad de participar en el marco de mi práctica profesional: planear, coordinar y dirigir, ya que fueron las actividades más recurrentes en el área técnica. Con dicha experiencia, podré estar en panoramas diversos resolviendo problemas y plantear alternativas de solución. En todo lo anterior radica la importancia de la práctica, ya que se fortalecen habilidades y se desarrollan otras.

CCG Energy S.A.S. E.S.P., está encargada del diseño y construcción de la PCH PATICO II, ésta empresa tiene como fin la ampliación de la PCH PATICO I para poder generar una mayor cantidad de energía, brindar apoyo en este proyecto me permitió afianzar los siguientes temas: cálculo de terraplenes y rellenos, dibujo de los resultados obtenidos, planeación de los procesos a ejecutar y trazado de vías.

1. OBJETIVOS

1.1. Objetivo general

Realizar la modificación y planeación de los diseños de las vías de acceso y de los campamentos del Proyecto PCH Patico II como ayuda técnica a CCG Energy S.A.S. E.S.P.

1.2. Objetivos específicos

-) Apoyar la modificación de algunos diseños a las vías de acceso al proyecto PATICO II.
-) Realizar supervisión técnica de las diferentes actividades de obras y procesos constructivos según especificaciones técnicas aplicadas a la construcción de los campamentos del proyecto PATICO II.
-) Analizar la planeación previa a la construcción de la obra en aspectos como: Adquisición de materiales, contratación de la mano de obra, organización de frentes de trabajo, etc.
-) Realizar el seguimiento a la programación de obra de los campamentos del proyecto PATICO II.

2. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

En el país, según la normatividad existente se cuenta con empresas dedicadas a la generación de energía, otras a la distribución y otras a la comercialización de energía; en el caso de CCG ENERGY S.A.S. E.S.P., su función principal es la de generar energía y entregar ésta al sistema interconectado nacional únicamente.

El proyecto de la Pequeña Central Hidroeléctrica -PCH- Patico II se localiza dentro del departamento del Cauca, ubicado en el suroccidente del país, el cual limita al norte con el departamento del Valle, al oriente con los departamentos de Huila y Tolima, al sur con el departamento de Nariño y al occidente con el Océano Pacífico (ver Imagen 1.).

Imagen 1. Localización General del proyecto.

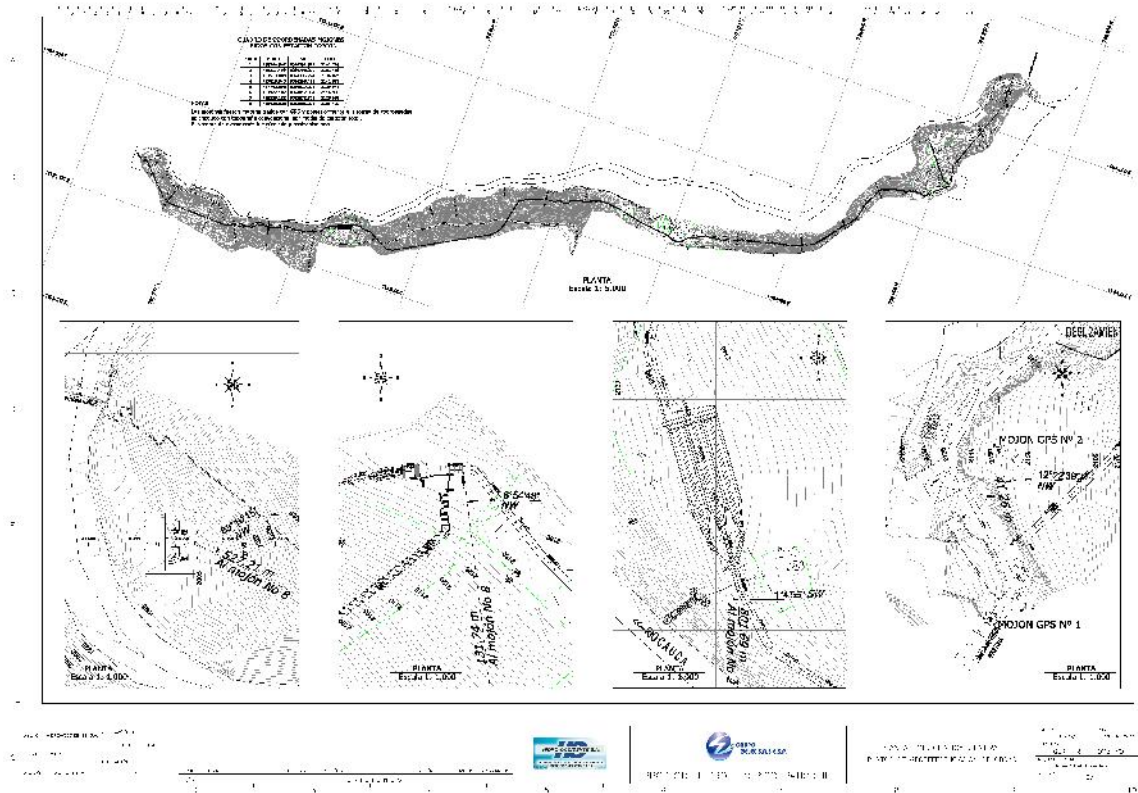


Fuente: Documento CCG Energy S.A.S. E.S.P. 2018.

2.1. INFORMACIÓN ESPECÍFICA

Las obras del proyecto se localizan en el municipio de Puracé-Coconuco, aproximadamente a 20 kilómetros al oriente de Popayán y corresponde al desarrollo hidroeléctrico del río Cauca en el tramo comprendido entre la actual bocatoma de la PCH Patico I y la confluencia del río Cauca con el río Vinagre (**ver imagen 2.**).

Imagen 2. Zona del proyecto, comprendida entre la actual bocatoma de la PCH Patico I y la confluencia del río Cauca con el río Vinagre.

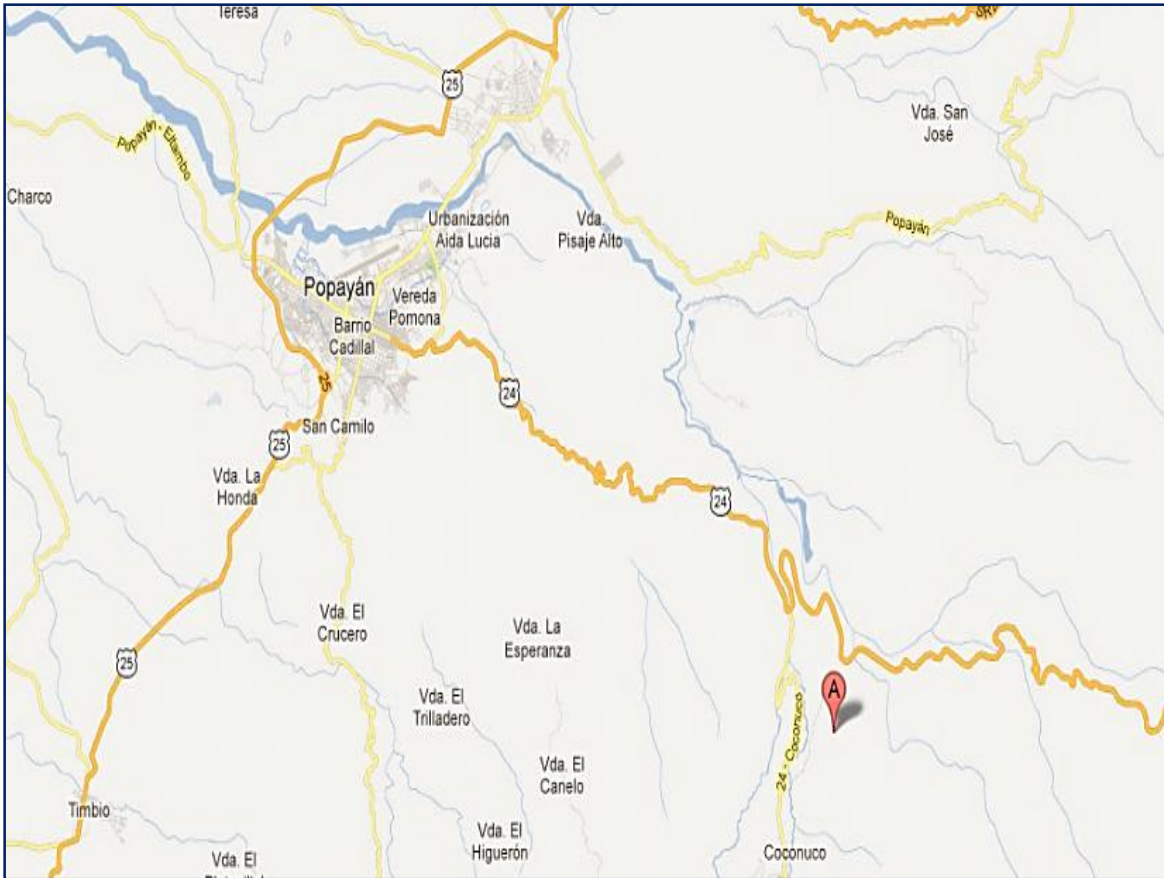


Fuente: Documento CCG Energy S.A.S. E.S.P. Modificaciones: Sebastián Torres R. 2018.

El acceso al área del proyecto se hace desde Popayán a través de la Ruta 24 de la Red Nacional de Carreteras, que conduce hasta la población de Coconuco (cabecera municipal del municipio de Puracé). El desvío se realiza a una distancia aproximada de 20 kilómetros de la capital (**ver imagen 3.**); la vía se encuentra pavimentada.

A partir del desvío se puede acceder al área del proyecto a través de una vía terciaria en buenas condiciones; el carreteable llega hasta el sitio de la bocatoma donde también se encuentra la casa de máquinas de la PCH Patico I.

Imagen 3. Acceso principal a la zona del proyecto.

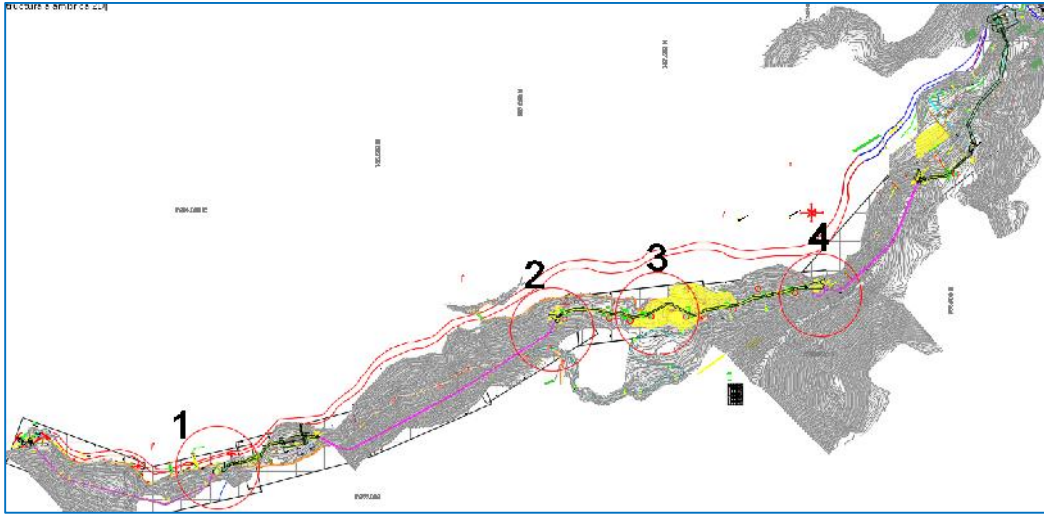


Fuente: Documento CCG Energy S.A.S. E.S.P. 2018.

2.2. LABOR PASANTE

El Proyecto se desarrollará en una amplia zona con una geografía diversa, se establecieron unos tramos donde mi labor sería más representativa que en otros, por ello, destaco la localización general del Proyecto en la Imagen 4. y señalo los puntos en ella referenciados en las Imágenes 5 a 8.

Imagen 4. Localización general del proyecto con puntos específicos de la actuación del pasante.

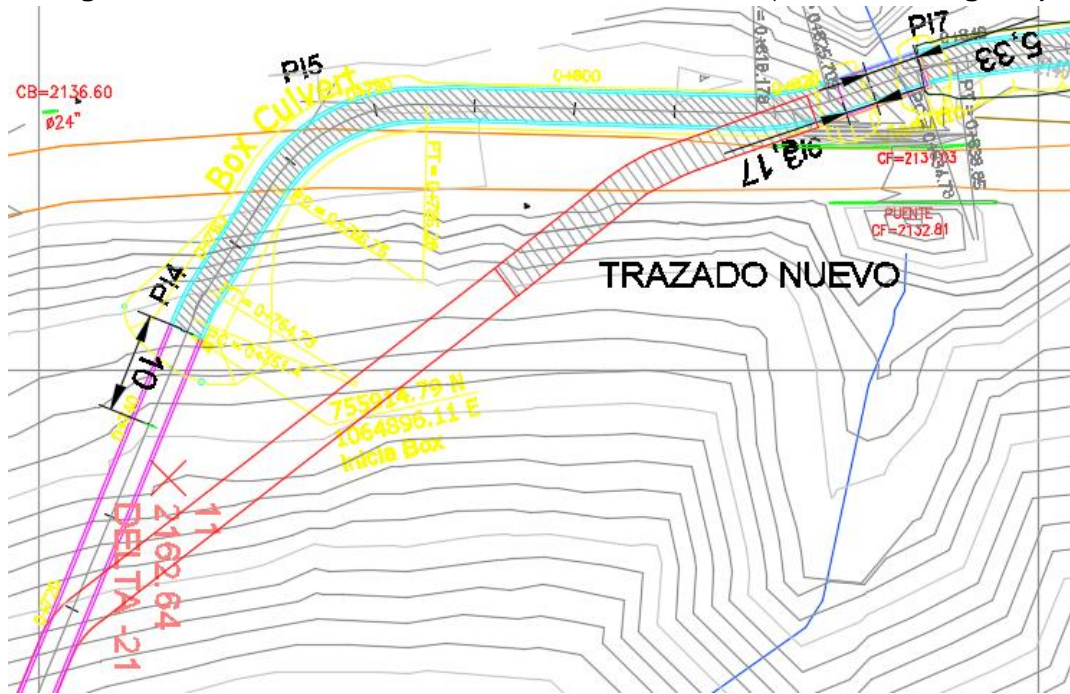


Fuente: Plano CCG Energy S.A.S. E.S.P. Modificaciones: Sebastián Torres R. 2018.

Punto 1: Intervención vía Nacional Patíco - Candelaria municipio Puracé – Cauca para paso de Box Culvert (Ver **Imagen 5.**). Ésta intervención es necesaria debido al cambio del trazado del túnel, desplazando de forma directa la conducción en Box Culvert.

El trazado del túnel fue cambiado por solicitud del Instituto Nacional de Vías – INVIAS-, ya que en el primero, intervenía la vía que está con superficie de rodadura en asfalto situación que molestaba a ésta entidad, en el trazado nuevo, se evita interferir éste tramo, ya que pasa por la superficie de rodadura que está en afirmado.

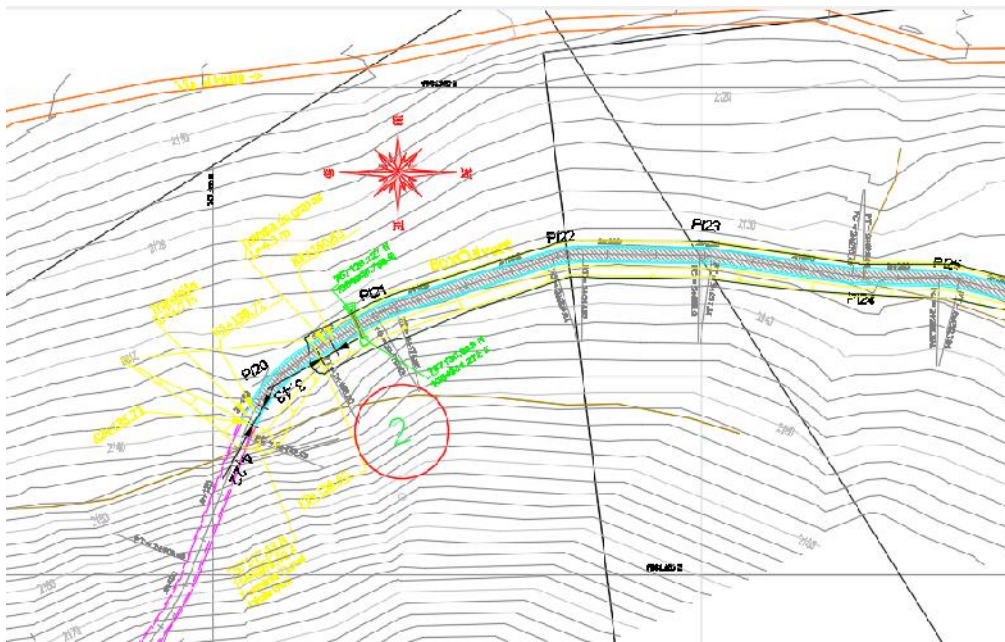
Imagen 5. Ubicación cambio de trazado de Box Culvert. (PUNTO 1 Imagen 4).



Fuente: Plano CCG Energy S.A.S. E.S.P. Modificaciones: Sebastián Torres R. 2018.

Punto 2: Ésta vía es importante para poder ubicar la maquinaria necesaria para la excavación del túnel 2 y así mismo la extracción de la rezaga producida por éste, además de tener acceso en un futuro para el mantenimiento (Ver Imagen 6.)

Imagen 6. Ubicación vía provisional portal salida túnel 2 (PUNTO 2 Imagen 4).



Fuente: Plano CCG Energy S.A.S. E.S.P. Modificaciones: Sebastián Torres R. 2018.

Punto 3: La modificación de la distribución de los campamentos del proyecto fue necesaria a la gran cantidad de movimiento de tierras que daba como estaba planteada en un principio, es por esto que en mi labor como pasante realice una nueva distribución (Ver **Imagen7.**).

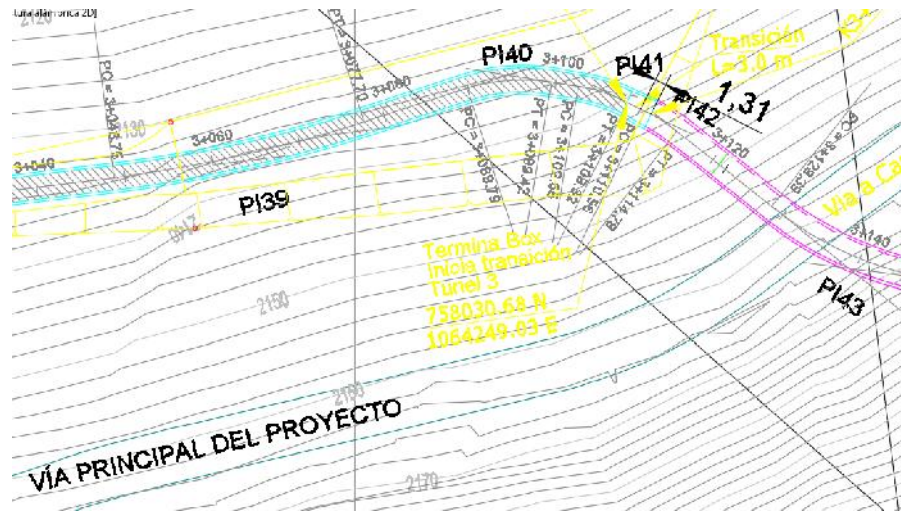
Imagen 7. Ubicación campamentos del proyecto (PUNTO 3 **Imagen 4**).



Fuente: Plano CCG Energy S.A.S. E.S.P. Modificaciones: Sebastián Torres R. 2018.

Punto 4: Ésta vía es importante para poder ubicar la maquinaria necesaria para la excavación del túnel 3 y así mismo la extracción de la rezaga producida por éste, además de tener acceso en un futuro para el mantenimiento (Ver **Imagen 8.**)

Imagen 8. Ubicación vía provisional portal entrada túnel 3 (PUNTO 4 Imagen 4).



Fuente: Plano CCG Energy S.A.S. E.S.P. Modificaciones: Sebastián Torres R. 2018.

3. LOS DISEÑOS DE VÍAS COMO PRIORIDAD PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO PCH PATICO II

El Proyecto PCH Patico II al tener una gran longitud, necesita en varios de sus sectores vías provisionales para lograr acceder a ciertos puntos y poder realizar la preparación del terreno y la construcción que se ubique en el sector.

Durante el periodo de la pasantía apoyé el diseño de vías de acceso a los portales de entrada y portales de salida de los túneles del proyecto PCH Patico II.

Para un diseño adecuado de una vía es necesario contar con una topografía de muy buena calidad sobre la zona donde estará ubicada la misma, esto es necesario ya que el trazado de la vía depende directamente del tipo de terreno que esté presente en el lugar de donde estará, a su vez, el tipo de terreno influye sobre la calidad de la vía y principalmente su costo, en este último porque está ligado con el movimiento de tierra que se deba hacer según su trazado sobre el terreno existente.

Para el cumplimiento de éste objetivo, es importante remitirse al manual de diseño geométrico formalizado por el Gobierno de Colombia a través del Instituto Nacional de Vías – INVIAS-, el cual expone las especificaciones técnicas para el diseño adecuado de vías. Según dicho manual, este tipo de vías se clasifica como terciaria y de acuerdo a la pendiente, el terreno es montañoso. Partiendo de esta clasificación, el manual indica ciertos rangos de valores necesarios para el diseño geométrico de las vías permitiendo el funcionamiento adecuado de ellas.

En este proceso fueron utilizados los programas TOPO 3 y AUTOCAD, siendo el primero el principal software usado para el diseño adecuado de estas vías cumpliendo todas las especificaciones como lo indica el manual del INVIAS, este a su vez indica la magnitud del movimiento de tierra necesario para poder lograr la excavación de la vía.

3.1. LA NECESIDAD DE LA VÍA PARA EL PROYECTO

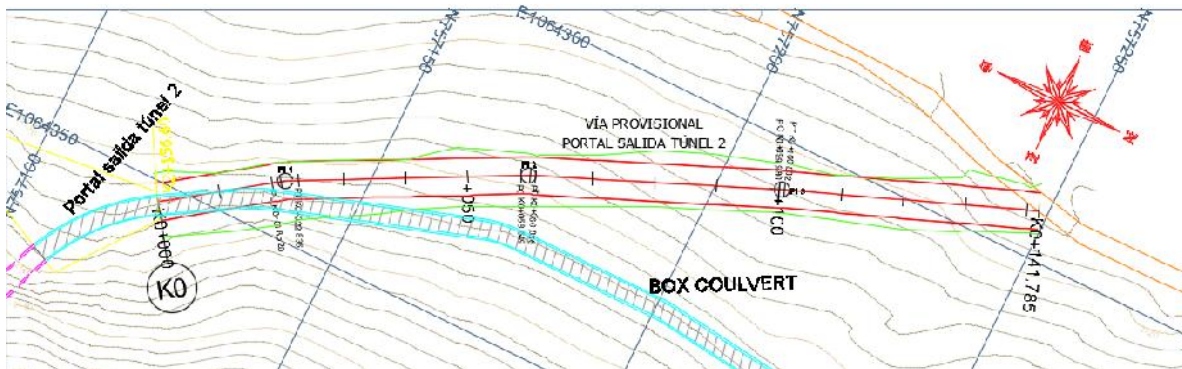
Una vía genera comunicación y desarrollo social, en este caso generará comunicación entre dos tramos que tienen que ser unidos para poder completar la construcción de la conducción.

3.1.1. VÍA DE ACCESO AL PORTAL SALIDA DEL TÚNEL 2.

Esta vía de acceso es necesaria para desarrollar el empalme entre el túnel 2 y la conducción tipo Box Culvert previa al inicio del túnel de una forma adecuada y no generar dificultad en el momento de su construcción, además en un futuro poder tener acceso a estos empalmes para realizar el debido mantenimiento.

Este tramo parte desde la abscisa K2 + 156.6 teniendo como referencia la conducción del Proyecto PCH Patico II y se conecta con la vía principal del Proyecto PCH Patico II en la abscisa K1 + 328.38 según el abscisado de la vía (ver **Imagen 9.**)

Imagen 9. Ubicación vía provisional portal salida túnel 2.



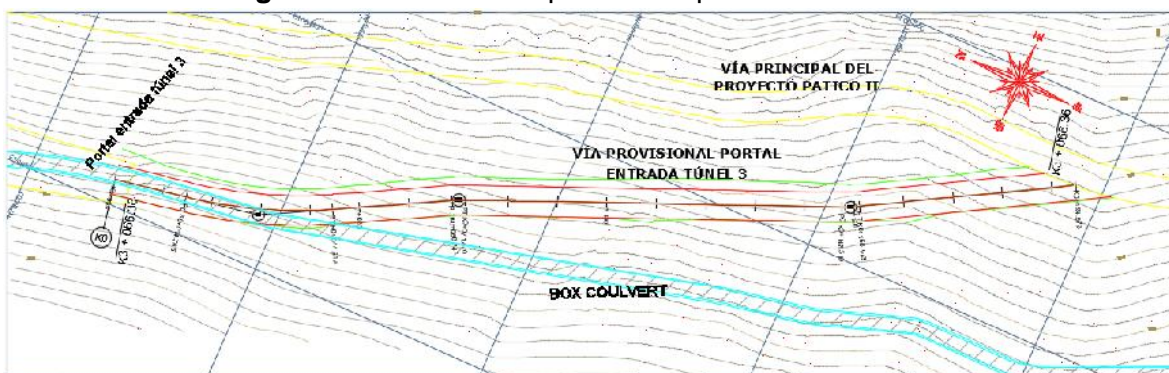
Fuente: Plano CCG Energy S.A.S. E.S.P. Modificaciones: Sebastián Torres R. 2018.

3.1.2. VÍA DE ACCESO A PORTAL ENTRADA DEL TÚNEL 3.

Esta vía de acceso es necesaria para desarrollar el empalme entre el túnel 3 y la conducción tipo Box Culvert posterior al túnel de una forma adecuada y no generar dificultad en el momento de su construcción, además en un futuro poder tener acceso a estos empalmes para realizar el debido mantenimiento.

Este tramo parte desde la abscisa K3 + 066.36 teniendo como referencia la conducción del Proyecto PCH Patico II y se conecta con la vía principal del Proyecto PCH Patico II en la abscisa K1 + 328.38 según la vía principal del Proyecto PCH Patico II (Ver **Imagen 10.**)

Imagen 10. Ubicación vía provisional portal entrada túnel 3.



Fuente: Plano CCG Energy S.A.S. E.S.P. Modificaciones: Sebastián Torres R. 2018.

3.2. DISEÑO EN PLANTA DE LA VÍA

Una vía está compuesta principalmente por rectas y curvas, para estas dos vías de acceso se trabajó con un empalme circular simple, que presenta “una curvatura constante, la cual es inversamente proporcional al valor del radio”.²

El diseño en planta del eje de la vía está ligado al tipo de terreno presente y a la velocidad que se desee.

3.2.1. VÍA DE ACCESO A PORTAL SALIDA DEL TÚNEL 2.

Para este tramo se utilizaron radios de curvatura de 30 m, permitiendo así un desarrollo óptimo en la curva y así mismo comodidad para el conductor, los resultados obtenidos se expresan en la siguiente tabla:

Tabla 1. Características diseño en planta de vía provisional portal salida túnel 2.

PI#	Tipo	Coordenadas		Delta [q,m,s,ID]	Abscisas		Longitud Total [m]	Tangente Entrada [m]	Radio Entrada [m]	DeltaC Entrada [q,m,s]	Entretangencia	
		PI			PC-TE [m]	PT-ET [m]					Real [m]	Chequeo [m]
		NORTE	ESTE									
K0+000		757120.83	1064353.12								18.52	18.52
1	Circular	757137.68	1064341.12	8,14,33 D	18.52	22.835	4.316	2.162	30	8,14,33	35.713	35.713
2	Circular	757172.37	1064323.27	4,22,3 D	58.549	60.836	2.287	1.144	30	4,22,3	39.145	39.145
3	Circular	757209.89	1064307.45	1,37,39 D	99.98	100.83	0.852	0.426	30	1,37,39	40.952	40.952
K0+141.785		757248.46	1064292.47									

Fuente: Elaboración propia.

² INVIAS. Manual de diseño geométrico de carreteras. Capítulo 3. Documento PDF. 2008. p. 4.

3.2.2. VÍA DE ACCESO A PORTAL ENTRADA DEL TÚNEL 3.

Para este tramo se utilizaron radios de curvatura de 30 m y uno de 96 m, permitiendo así un desarrollo óptimo en la curva y también comodidad para el conductor, los resultados obtenidos se expresan en la siguiente tabla:

Tabla 2. Características diseño en planta de vía provisional portal entrada túnel 3.

PI#	Tipo	Coordenadas		Delta	Abscisas		Longitud Total	Tangente Entrada	Radio	DeltaC	Entretangencia	
		PI			PC-TE	PT-ET					Real	Chequeo
		NORTE	ESTE									
K0+000		757983.252	1064254.9								14.785	14.785
1	Circular	757953.914	1064260.3	17,48,21 I	14.785	44.619	29.834	15.038	96	17,48,21	24.129	24.129
2	Circular	757918.178	1064279.4	5,12,2 D	68.747	71.47	2.723	1.362	30	5,12,2	76.04	76.04
3	Circular	757845.306	1064310.3	6,36,46 I	147.51	150.97	3.463	1.733	30	6,36,46	44.006	44.006
K0+194.979		757805.521	1064332.8									

Fuente: Elaboración propia

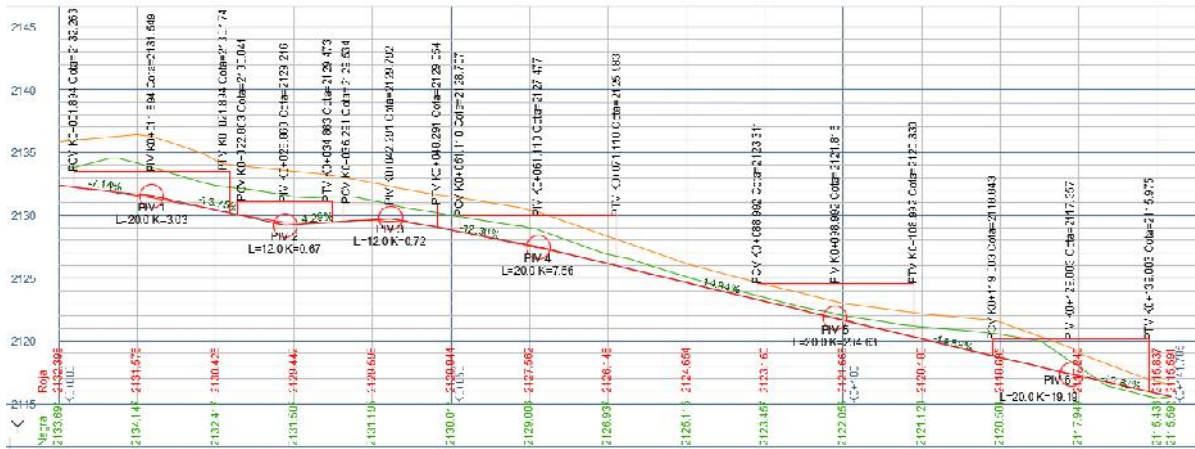
3.3. DISEÑO EN PERFIL DE LA VÍA

Para un buen diseño en perfil y al ser una vía privada, prima el volumen de excavación antes que la pendiente, debido a que los vehículos que van a transitar son de alto cilindraje y no tendrán inconvenientes con la pendiente. Por ello, se manejan pendientes mayores a las sugeridas por el INVIAS.

3.3.1. VÍA DE ACCESO A PORTAL SALIDA DEL TÚNEL 2.

La mayor pendiente desarrollada en éste tramo es del 15%, la cual es baja con respecto a una del 22% que soporta la maquinaria que transitará por éste tramo (Ver Imagen 11.).

Imagen 11. Trazado en perfil vía provisional portal salida túnel 2.

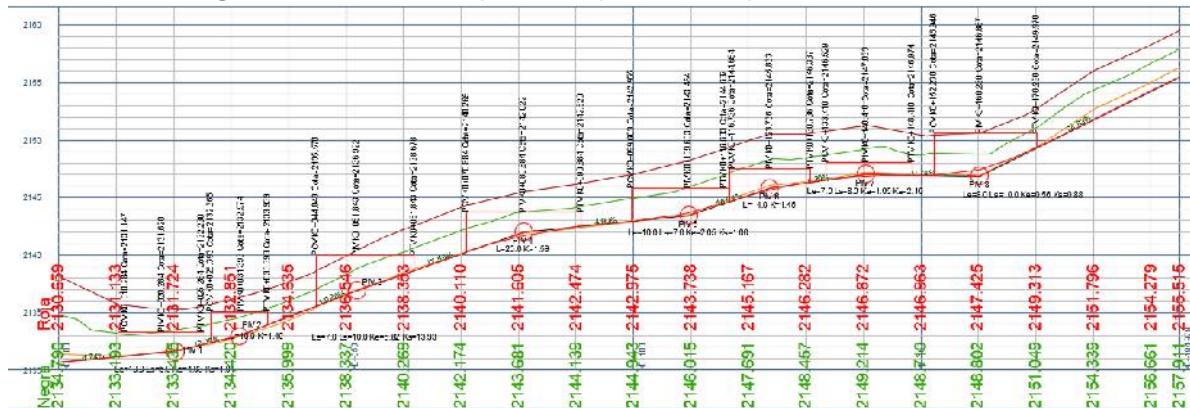


Fuente: Elaboración propia

3.3.2. VÍA DE ACCESO A PORTAL ENTRADA DEL TÚNEL 3.

La mayor pendiente desarrollada en éste tramo es del 15%, la cual es baja con respecto a una del 22% que soporta la maquinaria que transitará por éste tramo (Ver **Imagen 12.**)

Imagen 12. Trazado en perfil vía provisional portal entrada túnel 3.



Fuente: Elaboración propia

3.4. MOVIMIENTO DE TIERRAS

Éste es uno de los factores que más influye en el costo de una vía que no estará pavimentada, por esto, se debe buscar un movimiento de tierras bajo por metro lineal de vía.

3.4.1. VÍA DE ACCESO A PORTAL SALIDA DEL TÚNEL 2.

En cuanto al talud que se manejó, en ambos tramos fue de 1/3, valor que se obtuvo con estudios geotécnicos precedentes a mi llegada a la empresa. Teniendo en cuenta este valor y el trazado de la vía y sus características se obtuvo un volumen de excavación de 2003.68 m³ en corte y 10.92m³ en terraplén (Ver **Anexo 2**)

3.4.2. VÍA DE ACCESO A PORTAL ENTRADA DEL TÚNEL 3.

En cuanto al talud que se manejó, en ambos tramos fue de 1/3, valor que se obtuvo con estudios geotécnicos precedentes a mi llegada a la empresa. Teniendo en cuenta este valor y el trazado de la vía y sus características se obtuvo un volumen de excavación de 3789.88 m³ en corte y en este caso no habrá ningún tramo en terraplén (Ver **Anexo 3**)

3.5. LOCALIZACIÓN DE LA VÍA

Es importante tener bien referenciado en el terreno por donde va a pasar la vía, su eje y bordes, es por esto que se debe contar con una cartera de localización la cual debe contener toda esta información.

Para una mejor precisión se deben incluir los puntos de las curvas y en las rectas contar con información continua, es decir donde haya cambios de pendientes o cualquier otro cambio en la vía, además de que los puntos no estén muy alejados.

Para este caso se podrán ver los valores obtenidos en los Anexos 4 y 5.

3.6. TALUDES Y CHAFLANES

Para tener un buen manejo en la excavación de la vía es necesario contar con la localización de los chaflanes, teniendola bien realizada se podrá ahorrar tiempo y con ello dinero, además permite ir de forma precisa por donde se demarca el talud y no generar excavaciones extras.

Los resultados obtenidos se pueden visualizar en los anexos 6 y 7.

4. LA PLANEACIÓN COMO EJE PRINCIPAL DEL PROYECTO. REORIENTACIONES NECESARIAS PARA EL DESARROLLO DE LA PCH PATICO II

Inicialmente se propuso el análisis de la planeación previa a la construcción de la obra, pero debido a las modificaciones fue necesario realizar como tal la planeación de las actividades en los campos de acción de mi labor como pasante. Si bien se contó con el apoyo del Ingeniero Residente, reorientar la planeación a partir de los planos suministrados por la Empresa estuvo bajo mi responsabilidad, apoyándome en los programas AUTOCAD, Topo 3 y Excel, con ello, pude plantear alternativas que fueron tenidas en cuenta por el equipo técnico del Proyecto, adquiriendo así conocimientos que podré aplicar en futuros proyectos.

Además de ser propositivo en aspectos técnicos, se realizó un nuevo cálculo de cantidades (movimiento de tierras, cantidad de concreto, acero, entre otras), también aprobadas por el Ingeniero Residente. Con ello se desarrolla éste capítulo, ya que da cuenta de la distribución de los campamentos y adicionalmente el proceso constructivo remitido al contratista y que éste realice los diseños definitivos para la solicitud de un permiso de intervención al INVIAS.

4.1. CAMPAMENTOS

En todo proyecto de construcción es importante tener un sector denominado: campamento, y es de mayor relevancia en un proyecto de esta magnitud, el cual se va a ejecutar en un periodo de tiempo largo. El campamento del Proyecto PCH Patico II está compuesto por: dormitorios, oficinas, bodega, zona de lavado, área de cocina, comedor, taller, almacén, patio del taller, patio del almacén, cancha de futbol, zona de descanso, PTAP y unidad de tratamiento para basuras (UTB).

En un principio, los campamentos estaban establecidos para que toda su estructura estuviera ubicada en una misma cota, pero no tenía contemplado el movimiento de tierra. Una de mis labores como pasante fue calcular dicho movimiento y dio como resultado una cantidad enorme de lleno y corte, lo cual incrementaría el costo de construcción.

4.1.1. LOCALIZACIÓN

Los campamentos se ubicaran en la zona media de la totalidad de la conducción del Proyecto PCH Patico II, entre las abscisas K2 + 420 y K2 +540 teniendo como referencia el abscisado del proyecto (Ver **Imagen 13**).

Imagen 13. Ubicación vía provisional portal entrada túnel 3.



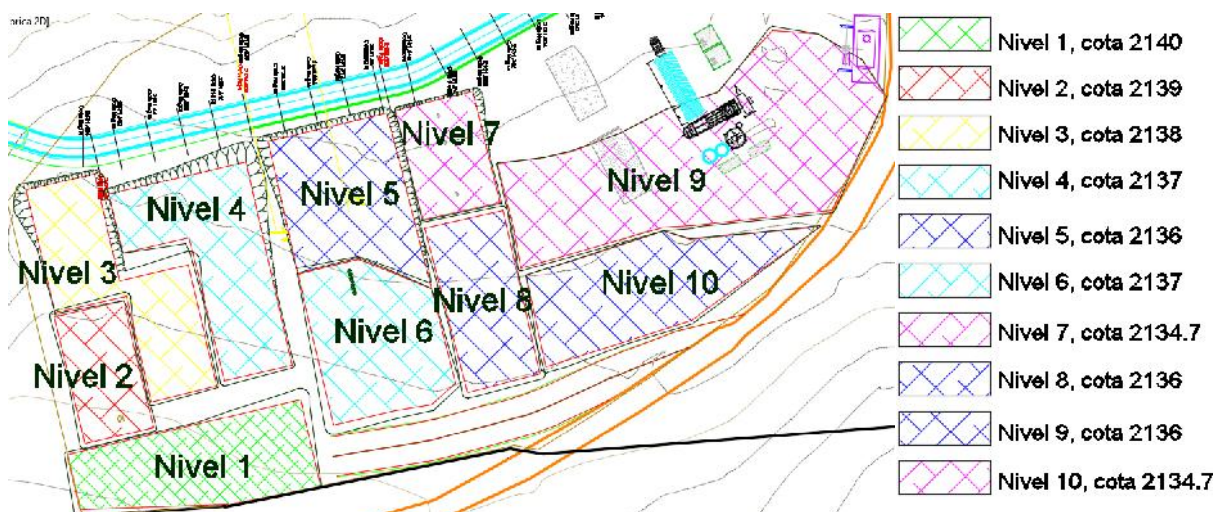
Fuente: Plano CCG Energy S.A.S. E.S.P. Modificaciones: Sebastián Torres R. 2018.

Esta ubicación es estratégica debido a que brinda una distancia cómoda ante todo el proyecto, generando un ahorro sustancial de tiempo en cuanto al desplazamiento que deban realizar todos los empleados y contratistas involucrados en el proyecto.

4.1.2. REPLANTEO DE MODULOS

Debido al problema mencionado anteriormente con respecto a la cantidad de relleno y corte en el movimiento de tierras, se tuvo que realizar un cambio en la distribución de los módulos, para que de esta forma se pueda reducir el volumen de dicho movimiento. Se propusieron varias alternativas de distribución dando como resultado valores menores; pero la opción que arrojó las menores cantidades y una mejor comodidad para el desplazamiento dentro del campamento fue manejando diferentes niveles para los módulos, dejando plazas continuas para los módulos que lo permitían, dando como resultado el siguiente:

Imagen 14. Replanteo de módulos.



Fuente: Plano CCG Energy S.A.S. E.S.P. Modificaciones: Sebastián Torres R. 2018.

Los niveles se exponen en la siguiente tabla:

Tabla 3. Contenido de los niveles de distribución.

Nivel	Especificaciones
1	zona de lavado, UTB, bodega, área de cocina, comedor, zona de descanso y baños.
2	bloque 1 de dormitorios.
3	bloque 2 de dormitorios y cancha de futbol.
4	bloque 3 y 4 de dormitorios.
5	oficinas, enfermería, sala de capacitación, baños y parqueadero.
6	oficinas, cafetín, sala de juntas, dirección y parqueadero.
7	taller.
8	almacén.
9	patio almacén.
10	patio taller.

Fuente: Elaboración propia.

4.1.3. CÁLCULO DE MOVIMIENTO DE TIERRA

El estudio de suelos en este sector arrojó que para ese terreno un talud 1/1 en relleno es suficiente para el tipo de carga que va a soportar y para las alturas, en cuanto al talud en corte se trabajará 1/3; según este dato y teniendo en cuenta la distribución planteada en el punto 4.2, los resultados obtenidos fueron:

Tabla 4. Volúmenes de excavación de los campamentos.

Nivel	Cota	Area (m2)	Volúmen de excavación(m3)	
			Corte	Relleno
1	2140	416.54	235.5	65.82
2	2139	205.83	96.96	45.75
3	2138	387.88	38.36	374.17
4	2137	423.57	95.76	256.59
5	2136	410.04	1	535.94
6	2137	409.29	514.42	2
7	2134.7	202.68	9.8	119.8
8	2136	293.06	172.82	47.66
9	2136	1061.42	285.98	1
10	2134.7	455.16	526.57	9
	Total	4265.47	1977.17	1457.73

Fuente: Elaboración propia.

Estas cantidades fueron calculadas con ayuda de los programas TOPO 3 y AUTOCAD, teniendo en cuenta las especificaciones ya mencionadas. Estos valores fueron tomados por los ingenieros como cantidades pequeñas comparadas con los 5780 m³ de corte y 2146 m³ de relleno que daban calculados dejando todas las estructuras en un mismo nivel.

4.1.4. CHEQUEO DE TALUDES

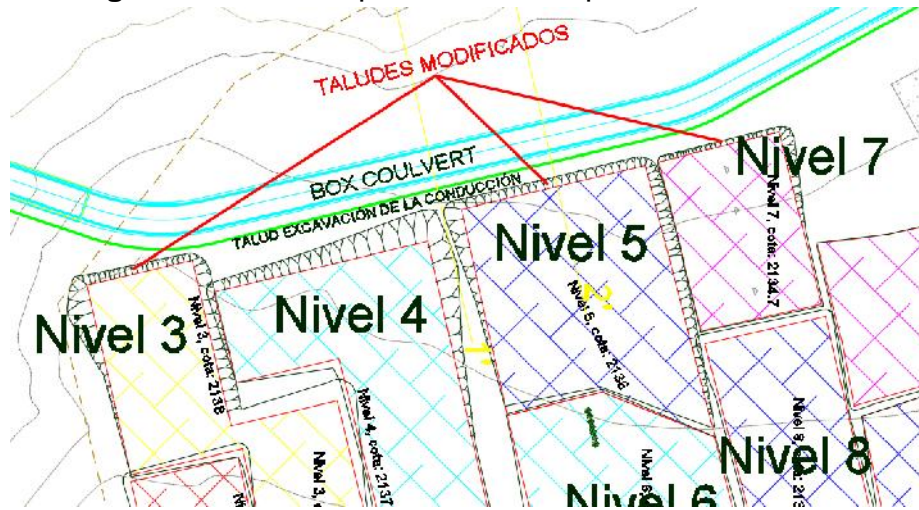
Para el chequeo de los taludes se realizó un proceso de retroalimentación entre los puntos 4.2 y 4.3, debido a que algunos de los taludes daban lleno en el mismo lado, dejando así la opción de traslapar la parte de la estructura sobre el talud siguiente sin llegar a interrumpir el desarrollo del talud 1/1. Este proceso se realizó de forma manual hasta que se obtuvo desde el punto de vista técnico una diferencia entre taludes cómoda para poder desarrollar un cruce cómodo entre niveles sin generar escaleras de mucha longitud.

Mientras realicé este proceso, observé que a futuro se generarían problemas, puntualmente cuando llegara el momento de excavar y construir esta parte de la conducción, debido a que ciertos taludes obstruirían el trazado del proyecto, por esta razón se buscaron alternativas para no generar los inconvenientes ya mencionados.

4.1.5. TIPOS DE RELLENO

Los taludes que generaron problemas están ubicados en el oeste del campamento junto al margen derecho de la conducción (ver **Imagen 15**).

Imagen 15. Taludes que obstruían el paso del Box Culvert.

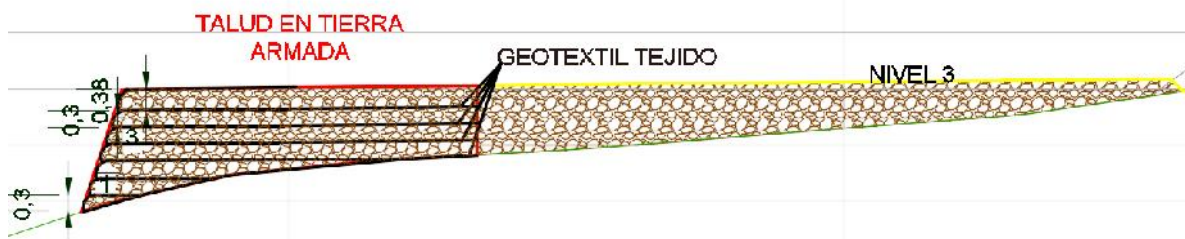


Fuente: Plano CCG Energy S.A.S. E.S.P. Modificaciones: Sebastián Torres R. 2018.

La solución más óptima en cuanto a tiempo y valor de construcción fue la de trabajar con taludes en tierra armada, estos taludes se trabajaron de la siguiente manera: a partir de 1/3 de la longitud total del nivel se rellenará con tierra armada, ésta a su vez será elaborada con el mismo material de relleno y con capas de Geotextil tejido cada 0.3 m de altura dejando el último nivel a convenir, dando como resultado un talud 1/3.

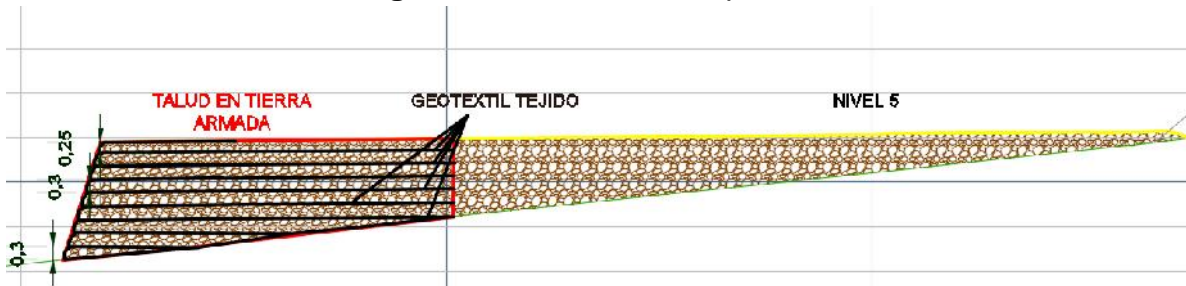
Los resultados obtenidos para cada talud se representan en las siguientes imágenes:

Imagen 16. Nivel 3 del campamento.



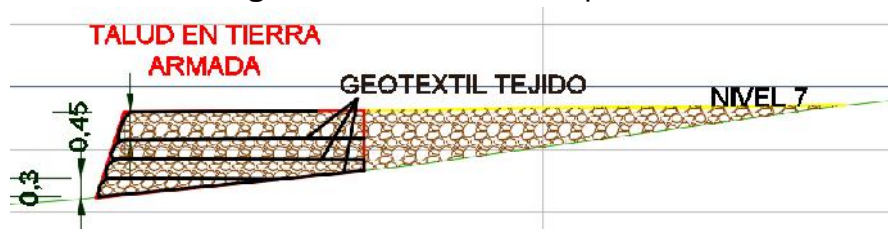
Fuente: Elaboración propia

Imagen 17. Nivel 5 del campamento.



Fuente: Elaboración propia

Imagen 18. Nivel 7 del campamento.



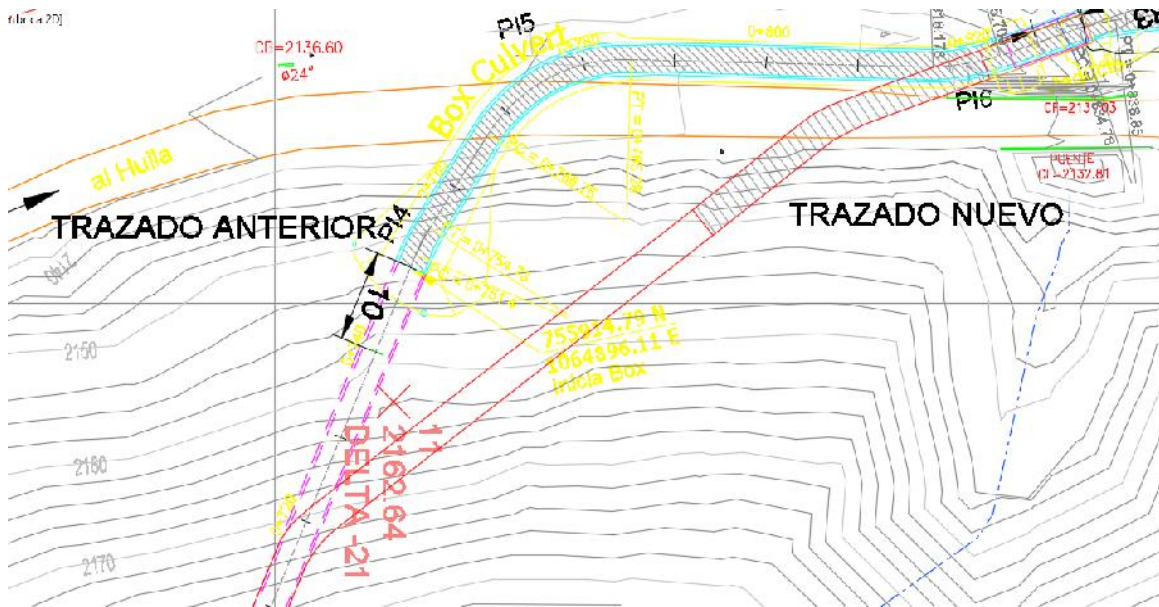
Fuente: Elaboración propia

Manejando los taludes de esta forma, se evitaron los inconvenientes futuros y a su vez generó un espacio necesario para otros procesos indispensables en los campamentos como las cunetas de recolección de aguas lluvias.

4.2. PROCESO CONSTRUCTIVO PARA INTERVENCIÓN DE VÍA NACIONAL.

En un principio el paso de la vía Nacional Patico - Candelaria municipio Puracé – Cauca estaba sobre un tramo en pavimento, a su vez, la conducción iba junto al margen izquierdo de la vía durante una longitud de 35 m (Ver **Imagen 19.**). Al INVIAS no le gustó esta propuesta debido a que no querían que el pavimento fuera intervenido principalmente y veían poco viable el muro de contención que habría junto a la vía durante la longitud que estas compartían. Por esta razón, el trazado debió ser desplazado 50 m en el sentido positivo del abscisado de la vía, debido a este cambio se generaron unos taludes de gran magnitud, aspecto que no le gustó a la entidad y por esto se tuvo que presentar una propuesta convincente para que aprueben la intervención en su vía.

Imagen 19. Trazado original y modificado del Box Culvert.



Fuente: Plano CCG Energy S.A.S. E.S.P. Modificaciones: Sebastián Torres R. 2018.

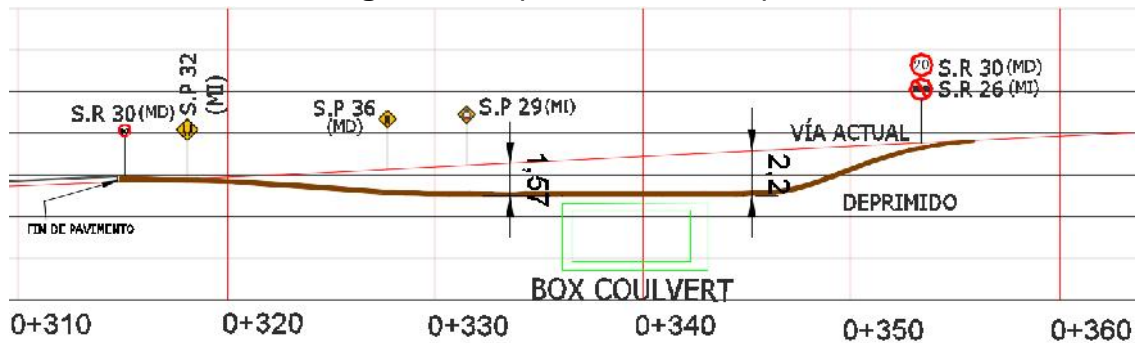
4.2.1. ALTITUD DE LOS TALUDES.

La pendiente en este sector de la vía es ascendente en el sentido de su abscisado, debido a la modificación del trazado de la conducción se generó un incremento en la altura de los taludes de la excavación para la conducción. Los taludes generados por esta excavación están entre 5.8m y 6.8m, estas alturas son considerables es por esto que debe intervenir la vía de cierto modo.

4.2.2. PORQUÉ SON UN PROBLEMA Y POSIBLES ALTERNATIVAS

La vía en este sector tiene un ancho promedio de 5.3 m, lo que impide que el talud se desarrolle de forma que no impida el tráfico. Debido a este impedimento se tuvo que adicionar tareas. En mi actuación como pasante debí plantear un deprimido en la vía para que de esta forma se reduzca la altura de los taludes y se puedan manejar con mayor facilidad, gracias a este proceso se pudo reducir la altura de los taludes entre 1.5 m y 2.3 m (ver **Imagen 20**).

Imagen 20. Deprimido, vista en perfil.



Fuente: Plano CCG Energy S.A.S. E.S.P. Modificaciones: Sebastián Torres R. 2018.

De esta forma se puede observar como la excavación va a estar mucho más cerca y con taludes menores comparados con el estado actual de la vía, gracias a este proceso se gana un poco más de espacio para no interrumpir el tráfico de la vía.

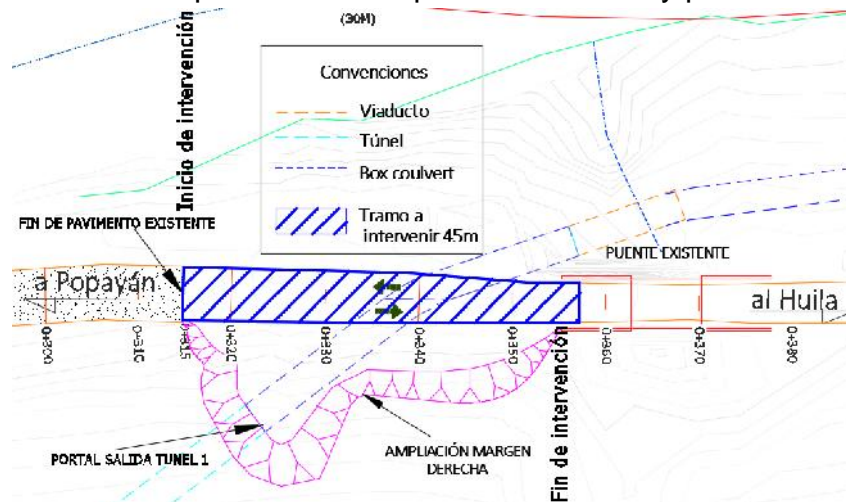
4.2.3. MONTAÑA Y PRECIPICIO

El lugar por donde pasa la conducción presenta una topografía complicada, puesto que en la margen derecha de la vía nos encontramos inmediatamente con una montaña de tamaño considerable y en la margen izquierda está presente un precipicio, impidiendo así el desvío de forma inmediata en la vía.

4.2.4. AMPLIACIÓN

La solución para este problema fue una ampliación en ambos lados de la vía, aprovechando que la excavación en la margen derecha es obligatoria debido a que en esta dirección está situado el portal salida del túnel. Con una excavación extra en la margen derecha y en la margen izquierda será suficiente con el deprimido puesto que así se nivela con la cota del terreno existente y de esta forma poder manejar en dos etapas la construcción del Box Culvert y en ambas etapas de construcción mantener el tránsito normal de los vehículos con un ancho promedio mayor o igual al actual de la vía (Ver **Imagen 21**).

Imagen 21. Vista en planta de la ampliación de la vía y portal salida túnel 1.



Fuente: Plano CCG Energy S.A.S. E.S.P. Modificaciones: Sebastián Torres R. 2018.

Con esta ampliación se va a tener un ancho adecuado de la calzada para que el tráfico circule de manera normal y al mismo tiempo tener suficiente espacio para la operación de la maquinaria en este sector.

4.2.5. MANEJO DE TRÁFICO.

Para el manejo de tráfico, un contratista realizó un plan de manejo de tránsito (PMT).

Teniendo el proceso constructivo completo, se pudo estructurar el diseño definitivo para presentar al INVIAS, este diseño será realizado por la empresa IGEI.

4.3. PLANEACIÓN PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LOS CAMPAMENTOS Y LAS 2 VÍAS DE ACCESO.

La planeación es la definición de un proceso para que este cumpla un objetivo ya definido, en tiempo y costo estimados. La planeación reduce el riesgo en la construcción, ya que este prevé inconvenientes que puedan llegar a presentarse en su ejecución, dando como resultado un mejor aprovechamiento de los recursos y del tiempo.

4.3.1. CÁLCULO DEL FACTOR PRESTACIONAL

Para una adecuada planeación es necesario partir desde el cálculo del factor prestacional (ver tabla 6.1 y tabla 6.2), para esta obra se contrataran ayudantes y oficiales conformando para cada actividad la cuadrilla según como sea necesario para cumplir cada tarea.

Tabla 5. Factor prestacional del jornal para ayudantes.

FACTOR PRESTACIONAL JORNAL PARA AYUDANTES			
DESCRIPCION	MES	DIA	FACTOR (%)
Salario minimo 2018	\$ 781,242	\$ 26,041	
Auxilio de transporte	\$ 88,211	\$ 2,940	11%
Cesantías	\$ 72,454	\$ 2,415	9%
Intereses a las cesantías	\$ 725	\$ 24	0.1%
Prima de servicios	\$ 72,454	\$ 2,415	9%
Vacaciones	\$ 32,552	\$ 1,085	4%
Caja de compensación familiar (4%)	\$ 31,250	\$ 1,042	4%
Sena (2%)	\$ 15,625	\$ 521	2%
I.C.B.F (3%)	\$ 23,437	\$ 781	3%
Salud (12,5%)	\$ 97,655	\$ 3,255	13%
Pensión (16%)	\$ 124,999	\$ 4,167	16%
A.R.L Riesgo 5 (6,96%)	\$ 53,906	\$ 1,797	7%
F.I.C (1%)	\$ 7,812	\$ 260	1%
TOTAL	\$ 1,402,322	\$ 46,744	79%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6. Factor prestacional del jornal para oficiales.

FACTOR PRESTACIONAL JORNAL PARA OFICIALES			
DESCRIPCION	MES	DIA	FACTOR (%)
Salario básico 2018	\$ 1,200,000	\$ 40,000	
Auxilio de transporte	\$ 88,211	\$ 2,940	7%
Cesantías	\$ 107,351	\$ 3,578	9%
Intereses a las cesantías	\$ 1,074	\$ 36	0.1%
Prima de servicios	\$ 107,351	\$ 3,578	9%
Vacaciones	\$ 50,000	\$ 1,667	4%
Caja de compensación familiar (4%)	\$ 48,000	\$ 1,600	4%
Sena (2%)	\$ 24,000	\$ 800	2%
I.C.B.F (3%)	\$ 36,000	\$ 1,200	3%
Salud (12,5%)	\$ 150,000	\$ 5,000	13%
Pensión (16%)	\$ 192,000	\$ 6,400	16%
A.R.L Riesgo 5 (6,96%)	\$ 82,800	\$ 2,760	7%
F.I.C (1%)	\$ 12,000	\$ 400	1%
TOTAL	\$ 2,098,786	\$ 69,960	75%

Fuente: Elaboración propia.

En mi actividad como pasante estuve involucrado en la planeación de los campamentos del Proyecto y dos vías de acceso ya mencionadas en capítulos anteriores, para poder lograr este objetivo en un menor tiempo y con un costo menor fue necesario que estas 3 actividades estuvieran ejecutándose en un mismo periodo. De esta forma se logró obtener una reducción de tiempo en ejecución de 9 semanas contadas a partir del día de terminación de los campamentos que en este caso será la primera actividad a ejecutar.

4.3.2. ACTIVIDADES QUE SE VAN A REALIZAR EN CADA OBRA

Es importante realizar un análisis detallado de las actividades que se van a ejecutar para realizar el objetivo. En primera instancia realice esta tarea para los campamentos, puesto que por consejo del Ingeniero a cargo era el objetivo más dispendioso por tener involucradas variedad de tareas. Luego de terminar este objetivo y tener el visto bueno, proseguí con las vías de acceso que comparten características generando de esta forma un análisis igual para este proyecto.

Algunas actividades que se obtuvieron para los campamentos (ver tabla 6.3) se ejecutaran mediante un subcontratista, generando así un ahorro en cuanto al análisis necesario para su adecuada planeación.

Tabla 7. Actividades para construcción de los campamentos

PRELIMINARES
DESMONTE Y LIMPIEZA
DESCAPOTE
REPLANTEO
EXCAVACIONES
CORTE
RELLENOS
RELLENOS EN TIERRA ARMADA
ESTRUCTURAS EN CONCRETO
LOSA
COLUMNAS
VIGAS
REDES HUMEDAS
Sanitaria
Hidraulicas
CONSTRUCCIÓN DE CAMPAMENTOS CON PLACA PREFABRICADA
CUBIERTA
INSTALACIONES ELÉCTRICAS
URBANISMO

Fuente: Elaboración propia

En cuanto a las vías de acceso como comparten características y necesidades sus actividades serán las mismas (ver tabla 6.4), cambiando únicamente las cantidades de obra.

Tabla 8. Actividades para construcción de vías de acceso

PRELIMINARES
DESMONTE Y LIMPIEZA
DESCAPOTE
REPLANTEO
EXCAVACIONES
CORTE
RELLENOS
ESTABILIZACIÓN DE TALUDES
PERNOS
MALLA ELECTROSOLDADA
CONCRETO LANZADO
AFIRMADO

Fuente: Elaboración propia

Algunos detalles a tener en cuenta son:

-) Las actividades que tienen que ver con concreto se cotizaron con concreto en Mixer puesto en obra y los rendimientos con encofrado incluido dentro de la fundición.
-) Las actividades que tienen dentro de ellas otras tareas fueron tenidas en cuenta en su totalidad, como en el caso del encofrado dentro de la fundición.

4.3.3. CANTIDADES DE OBRA

Luego de tener bien establecidas las actividades que se van a realizar se procede a calcular las cantidades totales de obra y definiendo en qué tipo de unidad que se va a manejar en su análisis unitario (Ver **Tabla 9 a 11**).

Las unidades que se van a manejar para este capítulo son: metros lineales (m), metros cuadrados (m2), metros cúbicos (m3) y Global (Glb).

Tabla 9. Cantidades de obra y unidades de análisis campamentos PCH Patico II.

No.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
1.00	Desmonte y limpieza	m2	6450
2.00	Descapote	m3	1935
3.00	Replanteo	m2	6450
4.00	Corte del terreno	m3	1978
5.00	Lleno y compactacion del terreno	m3	820
6.00	Lleno y compactacion del terraplen con tierra armada	m3	638
7.00	Fundicion de la losa	m3	215
8.00	Columnas	m	591
9.00	Vigas	m	1364
10.00	Redes húmedas	Glb	1
11.00	Construcción de campamentos con placa prefabricada	Glb	1
12.00	Cubierta	Glb	1
13.00	Instalaciones eléctricas	Glb	1
14.00	Urbanismo	Glb	1

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 10. Cantidades de obra y unidades de análisis vía de acceso portal entrada del túnel 3.

No.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
1.00	Desmonte y limpieza	m2	1540
2.00	Descapote	m3	462
3.00	Replanteo	m2	1540
4.00	Corte del terreno	m3	3790
5.00	Lleno y compactacion del terreno	m3	0
6.00	Estabilización de taludes	Glb	1
6.10	Pernos	UNIDAD	294
6.20	Malla electrosoldada	m2	748
6.30	Concreto lanzado	m2	660
7.00	Afirmado	m3	351

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 11. Cantidades de obra y unidades de análisis vía de acceso portal salida del túnel 2.

No.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
1.00	Desmonte y limpieza	m2	1243
2.00	Descapote	m3	373
3.00	Replanteo	m2	1243
4.00	Corte del terreno	m3	2004
5.00	Lleno y compactacion del terreno	m3	11
6.00	Estabilización de taludes	Glb	1
6.10	Pernos	UNIDAD	267
6.20	Malla electrosoldada	m2	720
6.30	Concreto lanzado	m2	600
7.00	Afirmado	m3	256

Fuente: Elaboración propia.

4.3.4. ANALISIS DE PRECIO UNITARIO

Luego de tener las cantidades y las unidades con las que se van a trabajar se procede a realizar el análisis de precio unitario (APU) para cada actividad, en este caso es un poco dispendioso indicar el proceso para cada actividad, por esta razón indicare un proceso típico y luego el resultado final de cada precio unitario (Ver **Tabla 12.**)

Tabla 12. Análisis de precios unitarios, Construcción campamentos PCH Patico II, actividad “Lleno y compactación del terreno”.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS				
OBRA:	CONSTRUCCIÓN CAMPAMENTOS PCH PATICO II			
FECHA:	Septiembre de 2018		ITEM:	5
ACTIVIDAD:	Lleno y compactacion del terreno		UNIDAD:	m3
MATERIALES				
CANT	DESCRIPCION	UND	V/UNIT	VALOR TOTAL
1	Material de lleno	m3	\$ 63,604	\$ 63,604
1	Agua	m3	\$ 1,000	\$ 1,000
	Desperdicio 2%			\$ 1,292
			SUB TOTAL:	\$ 65,896
HERRAMIENTA Y EQUIPO				
CANTIDAD	HERRAMIENTA Y EQUIPO	TARIFA /hora	RENDIMIENTO hora/m3	VALOR PARCIAL
1	Bulldozer (potencia al volante de 305 HP, motor de 2100 RPM, longitud de hoja 6,39m).	202710.51	0.01	\$ 2,027
1	Camion de agua (1000gal)	68598.25	0.033	\$ 2,264
1	Volqueta 6m3	77900.00	0.033	\$ 2,571
1	Vibrocompactador (tipo DD-20)	73124.04	0.033	\$ 2,413
1	Herramienta menor (10% MO)			\$ 80
			SUB TOTAL:	\$ 9,355
MANO DE OBRA				
	TRABAJADOR	JORNAL/hora	RENDIMIENTO hora/m3	VALOR TOTAL
1	Comision de topografia	\$ 29,752	0.02	\$ 595
2	Ayudante	\$ 5,843	0.01	\$ 117
1	Oficial	\$ 8,745	0.01	\$ 87
			TOTAL	\$ 799
TOTAL COSTO DIRECTO				\$ 76,050

Fuente: Elaboración propia.

Para la obtención de estos valores fue necesario basarme en:

-) Especificaciones de los equipos.
-) Tipo de obra.
-) Tipo de terreno.
-) Calidad del control de la productividad.
-) Experiencia del ingeniero encargado.
-) Cotizaciones.

4.3.5. VALOR TOTAL DE LA OBRA

Luego de que realicé este análisis para cada actividad obtuve el APU y con esto calculé el valor final del objetivo (Ver **Tabla 13 a 15**), este proceso se repite para cada objetivo u obra en general. De esta forma se obtienen los costos directos de la ejecución de cada obra luego de tener este valor, sobre este realicé incrementos llamados costos indirectos, en los cuales están incluidos la administración, interés y utilidad llamado AIU, y también el interés del IVA que en este caso es del 19% aplicado sobre la utilidad que es del 5% en este caso.

Tabla 13. Total costos construcción campamentos PCH Patico II.

CONSTRUCCIÓN CAMPAMENTOS PCH PATICO II					
No.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	OCTUBRE DEL 2018	
				VR. UNITARIO	TOTAL
1.00	Desmante y limpieza	m2	6450	\$ 2,906	\$ 18,745,973
2.00	Descapote	m3	1935	\$ 5,928	\$ 11,470,767
3.00	Replanteo	m2	6450	\$ 2,762	\$ 17,816,075
4.00	Corte del terreno	m3	1978	\$ 4,225	\$ 8,356,352
5.00	Lleno y compactacion del terreno	m3	820	\$ 76,050	\$ 62,361,008
6.00	Lleno y compactacion del terraplen con tierra armada	m3	638	\$ 115,807	\$ 73,884,811
7.00	Fundicion de la losa	m3	215	\$ 446,193	\$ 95,931,586
8.00	Columnas	m	591	\$ 128,264	\$ 75,803,941
9.00	Vigas	m	1364	\$ 153,748	\$ 209,712,321
10.00	Redes húmedas	Glb	1	\$ 100,000,000	\$ 100,000,000
11.00	Construcción de campamentos con placa prefabricada	Glb	1	\$ 500,000,000	\$ 500,000,000
12.00	Cubierta	Glb	1	\$ 20,000,000	\$ 20,000,000
13.00	Instalaciones eléctricas	Glb	1	\$ 100,000,000	\$ 100,000,000
14.00	Urbanismo	Glb	1	\$ 20,000,000	\$ 20,000,000
				SUBTOTAL	\$ 1,314,082,834
				COSTOS DIRECTOS	\$ 1,314,082,834
			AIU (%)	25	\$ 328,520,709
			IVA 19% SOBRE LA UTILIDAD DEL 5%		\$ 13,305,089
			COSTO TOTAL (COSTO INDIRECTO + COSTO DIRECTO)		\$ 1,655,908,632

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 14. Total costos construcción vía de acceso portal salida túnel 2.

CONSTRUCCIÓN VÍA DE ACCESO PORTAL SALIDA TÚNEL 2					
No.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	OCTUBRE DEL 2018	
				VR. UNITARIO	TOTAL
1.00	Desmonte y limpieza	m2	1243	\$ 2,906	\$ 3,612,596
2.00	Descapote	m3	373	\$ 7,211	\$ 2,689,552
3.00	Replanteo	m2	1243	\$ 2,788	\$ 3,465,937
4.00	Corte del terreno	m3	2004	\$ 4,225	\$ 8,466,193
5.00	Lleno y compactacion del terreno	m3	11	\$ 73,479	\$ 808,272
6.00	Estabilización de taludes	Glb	1		\$ 86,591,005
6.10	Pernos	UNIDAD	267	\$ 143,564	\$ 38,331,491
6.20	Malla electrosoldada	m2	720	\$ 19,027	\$ 13,699,778
6.30	Concreto lanzado	m2	600	\$ 57,600	\$ 34,559,735
7.00	Afirmado	m3	256	\$ 73,479	\$ 18,810,703
				SUBTOTAL	\$ 124,444,258
				COSTOS DIRECTOS	\$ 124,444,258
			AIU (%)	25	\$ 31,111,065
			IVA 19% SOBRE LA UTILIDAD DEL 5%		\$ 1,259,998
			COSTO TOTAL (COSTO INDIRECTO +COSTO DIRECTO)		\$ 156,815,321

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 15. Total costos construcción vía de acceso portal entrada túnel 3.

CONSTRUCCIÓN VÍA DE ACCESO PORTAL ENTRADA TÚNEL 3					
No.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	OCTUBRE DEL 2018	
				VR. UNITARIO	TOTAL
1.00	Desmonte y limpieza	m2	1540	\$ 2,906	\$ 4,475,783
2.00	Descapote	m3	462	\$ 7,211	\$ 3,331,295
3.00	Replanteo	m2	1540	\$ 2,788	\$ 4,294,081
4.00	Corte del terreno	m3	3790	\$ 4,225	\$ 16,011,413
5.00	Lleno y compactacion del terreno	m3	0	\$ 73,479	\$ -
6.00	Estabilización de taludes	Glb	1		\$ 93,927,449
6.10	Pernos	UNIDAD	294	\$ 143,564	\$ 42,207,710
6.20	Malla electrosoldada	m2	748	\$ 18,321	\$ 13,704,030
6.30	Concreto lanzado	m2	660	\$ 57,600	\$ 38,015,709
7.00	Afirmado	m3	351	\$ 73,479	\$ 25,791,238
				SUBTOTAL	\$ 147,831,258
				COSTOS DIRECTOS	\$ 147,831,258
			AIU (%)	25	\$ 36,957,815
			IVA 19% SOBRE LA UTILIDAD DEL 5%		\$ 1,496,792
			COSTO TOTAL (COSTO INDIRECTO +COSTO DIRECTO)		\$ 186,285,865

Fuente: Elaboración propia.

4.3.6. TIEMPO DE EJECUCIÓN DE LA OBRA

Dos factores influyen de forma directa en un proyecto, uno es su costo que ya fue mencionado el segundo es el tiempo, el cual se calcula basado en el rendimiento de cada actividad, la cantidad en su misma unidad a ejecutar y el número de cuadrillas que van a realizar la actividad. Teniendo el tiempo de ejecución (Ver **Tabla 6.16 a 18**) se realiza un cronograma, el cual maneje por semana a petición del ingeniero a cargo, en este se analizó que tareas podrían realizarse en paralelo e indicando de forma gráfica el tiempo para cada actividad.

Tabla 16. Tiempos de ejecución construcción campamentos PCH Patico II.

Semana #	Total	Unidad	Rendimiento	Días	Semanas	Cantidad	Semanas
			Unidad/día			cuadrillas	
PRELIMINARES							
DESMONTE Y LIMPIEZA	6450	m2	750	9	2.00	1	2.00
DESCAPOTE	1935	m3	330	6	1.00	1	1.00
REPLANTEO	6450	m2	540	12	2.00	1	2.00
EXCAVACIONES							
CORTE	1978.00	m3	400	5	1.00	1	1.00
RELLENOS	820.00	m3	240	4	1.00	1	1.00
RELLENOSEN TIERRA ARMADA	638.00	m3	240	3	1.00	1	1.00
ESTRUCTURAS EN CONCRETO							
LOSA	215	m3	100	3	1.00	1	1.00
COLUMNAS	591	mL	40	15	3.00	4	1.00
VIGAS	1364	mL	40	35	6.00	4	2.00
REDES HUMEDAS							
Sanitaria	1	Glb	0.025	40	7.00	1	7.00
Hidraulicas	1	Glb	0.025	40	7.00	1	7.00
CONSTRUCCIÓN DE CAMPAMENTOS CON PLACA PREFABRICADA							
CUBIERTA	1	Glb	0.1	10	2.00	1	2.00
INSTALACIONES ELÉCTRICAS	1	Glb	0.045	23	4.00	1	4.00
URBANISMO	1	Glb	0.04	25	5.00	1	5.00

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 17. Tiempos de ejecución construcción vía de acceso portal salida túnel 2.

Semana #	Total	Unidad	Rendimiento	Días	Semanas	Cantidad	Semanas
			Unidad/día			cuadrillas	
PRELIMINARES							
DESMONTE Y LIMPIEZA	1243	m2	750	2	1.00	1	1.00
DESCAPOTE	373	m3	250	2	1.00	1	1.00
REPLANTEO	1243	m2	370	4	1.00	1	1.00
EXCAVACIONES							
CORTE	2004	m3	400	6	1.00	1	1.00
RELLENOS	11.00	m3	240	1	1.00	1	1.00
ESTABILIZACIÓN DE TALUDES							
PERNOS	267	UND	12	23	4.00	1	4.00
MALLA ELECTROSOLDADA	720	m2	20	36	6.00	2	3.00
CONCRETO LANZADO	600	m2	40	15	3.00	2	2.00
AFIRMADO	256	m3	240	2	1.00	1	1.00

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 18. Tiempos de ejecución construcción vía de acceso portal entrada túnel 3.

Semana #	Total	Unidad	Rendimiento	Días	Semanas	Cantidad	Semanas
			Unidad/día			cuadrillas	
PRELIMINARES							
DESMONTE Y LIMPIEZA	1540	m2	750	3	1.00	1	1.00
DESCAPOTE	462	m3	250	2	1.00	1	1.00
REPLANTEO	1540	m2	370	5	1.00	1	1.00
EXCAVACIONES							
CORTE	3790	m3	400	10	2.00	1	2.00
RELLENOS	0.00	m3	240	0	0.00	1	0.00
ESTABILIZACIÓN DE TALUDES							
PERNOS	294	UND	12	25	5.00	1	5.00
MALLA ELECTROSOLDADA	748	m2	21	36	6.00	2	3.00
CONCRETO LANZADO	660	m2	40	17	3.00	2	2.00
AFIRMADO	351	m3	240	2	1.00	1	1.00

Fuente: Elaboración propia.

Resaltando que en los 3 objetivos fue necesario tener más cuadrillas en cuanto a actividades relacionadas con concreto, esto es por diferentes razones, entre ellas:

-) Para que la estructura presente un acabado uniforme.
-) No se presenten juntas de concreto muy seguidas, evitando así posibles rupturas.
-) Ahorro en manejo de juntas.

Por estos motivos es indispensable poder lograr la fundición de la mayor cantidad de unidades en concreto, esto se logra con más trabajadores, mas equipo y jornadas de trabajo más extensas si se presentara el caso, para esta obra no fue necesario, puesto que incrementando el número de cuadrillas fue suficiente para terminar en un tiempo que estaba programado.

4.3.7. CRONOGRAMA DE OBRA

Para poder realizar un cronograma (Ver **Tabla 19 a 21**) de forma adecuada es necesario tener en cuenta el tiempo de ejecución de cada actividad en días para así mismo saber si en una semana se pueden realizar 2 o más actividades en términos de tiempo o por cuestión de querer terminar antes se puedan realizar actividades conjuntas contratando más cuadrillas.

Tabla 19. Cronograma construcción campamentos PCH Patico II.

Semana #	Mes 1				Mes 2				Mes 3			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
PRELIMINARES												
DESMONTE Y LIMPIEZA												
DESCAPOTE												
REPLANTEO												
EXCAVACIONES												
CORTE												
RELLENOS												
RELLENOS TIERRA ARMADA												
ESTRUCTURAS EN CONCRETO												
LOSA												
COLUMNAS												
VIGAS												
REDES HUMEDAS												
Sanitarias												
Hidraulicas												
CONSTRUCCIÓN DE CAMPAMENTOS CON PLACA PREFABRICADA												
CUBIERTA												
INSTALACIONES ELÉCTRICAS												
URBANISMO												

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 20. Cronograma construcción vía de acceso portal salida túnel 2.

Semana #	Mes 1			
	1	2	3	4
PRELIMINARES				
DESMONTE Y LIMPIEZA				
DESCAPOTE				
REPLANTEO				
EXCAVACIONES				
CORTE				
RELLENOS				
ESTABILIZACIÓN DE TALUDES				
PERNOS				
MALLA ELECTROSOLDADA				
CONCRETO LANZADO				
AFIRMADO				

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 21. Cronograma construcción vía de acceso portal entrada túnel 3.

Semana #	Mes 1				Mes 2			
	1	2	3	4	5	6	7	8
PRELIMINARES								
DESMONTE Y LIMPIEZA								
DESCAPOTE								
REPLANTEO								
EXCAVACIONES								
CORTE								
RELLENOS								
ESTABILIZACIÓN DE TALUDES								
PERNOS								
MALLA ELECTROSOLDADA								
CONCRETO LANZADO								
AFIRMADO								

Fuente: Elaboración propia.

4.3.8. HISTOGRAMA DE MANO DE OBRA

Después de tener el cronograma definitivo se procede a realizar los histogramas de mano de obra (MO) y maquinaria, estos se realizan planteando los tipos de cuadrillas que se definieron y en qué actividad estarán presentes, luego se realiza la suma de cada tipo de trabajador que va a estar incluido en cada etapa de la obra, para luego poder totalizar cada tipo de trabajador y de equipo por semanas.

Las cuadrillas de obreros estarán conformadas por número de ayudantes y número de oficiales, mientras que las comisiones de topografía estarán siempre conformadas por 1 topógrafo y 2 cadeneros.

Siguiendo estas indicaciones se procede así a indicar qué tipo de cuadrilla y cuántas estarán definidas para cada actividad (Ver Tabla 22 a 25). En esta tabla se puede apreciar cómo en el cronograma se adiciona el tipo y cantidad de cuadrilla, para que de esta forma se pueda detallar por semana qué tanto personal se va a necesitar, a esto se le llama histograma.

Cada obra necesita su propio análisis debido a que las cuadrillas no estarán conformadas con el mismo número de trabajadores y menos habrá el mismo número de cuadrillas por muy similar que sea la actividad que se va a realizar.

Tabla 22. Histograma mano de obra construcción campamentos PCH Patico II.

Semana #	Mes 1				Mes 2				Mes 3			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
PRELIMINARES												
DESMONTE Y LIMPIEZA												
Cuadrilla tipo 2	2	2										
DESCAPOTE												
Cuadrilla tipo 2	1											
REPLANTEO												
Comisión de topografía	1	1										
EXCAVACIONES												
CORTE												
Comisión de topografía		1										
RELLENOS												
Cuadrilla tipo 1, Comisión de topografía		1										
RELLENOSEN TIERRA ARMADA												
Cuadrilla tipo 1, Comisión de topografía		1										
ESTRUCTURAS EN CONCRETO												
LOSA												
Cuadrilla tipo 3			1									
COLUMNAS												
Cuadrilla tipo 3			4	4								
VIGAS												
Cuadrilla tipo 3					4	4	4	4	4			
REDES HUMEDAS												
Sanitarias												
Hidraulicas												
CONSTRUCCIÓN DE CAMPAMENTOS CON PLACA PREFABRICADA												
CUBIERTA												
INSTALACIONES ELÉCTRICAS												
URBANISMO												
Cuadrilla tipo 4			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 23. Tipos de cuadrillas construcción campamentos PCH Patico II.

TIPO DE CUADRILLAS
Cuadrilla tipo 1: 2 Ayudantes, 1 Oficial
Cuadrilla tipo 2: 4 Ayudantes
Cuadrilla tipo 3: 6 Ayudantes, 1 Oficial
Comisión de topografía: 1 Topografo, 2 Cadeneros
Cuadrilla tipo 4: 8 Ayudantes, 2 Oficiales

Fuente: Elaboración propia.

Para las actividades que empiezan a partir de redes húmedas hasta la última actividad que es urbanismo se contará con una cuadrilla exclusivamente para las actividades que están indicadas

Tabla 24. Histograma mano de obra construcción vía de acceso portal salida túnel 2.

Semana #	Mes 1			
	1	2	3	4
PRELIMINARES				
DESMONTE Y LIMPIEZA				
Cuadrilla tipo 2	1			
DESCAPOTE				
Cuadrilla tipo 2	1			
REPLANTEO				
Comisión de topografía	1			
EXCAVACIONES				
CORTE				
Comisión de topografía	1			
RELLENOS				
Cuadrilla tipo 1, Comisión de topografía	1			
ESTABILIZACIÓN DE TALUDES				
PERNOS				
Cuadrilla tipo 4	1	1	1	1
MALLA ELECTROSOLDADA				
Cuadrilla tipo 4		2	2	2
CONCRETO LANZADO				
Cuadrilla tipo 3		2	2	
AFIRMADO				
Cuadrilla tipo 1, Comisión de topografía	1			

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 25. Histograma mano de obra construcción vía de acceso portal entrada túnel 3.

Semana #	Mes 1				Mes 2			
	1	2	3	4	5	6	7	8
PRELIMINARES								
DESMONTE Y LIMPIEZA								
Cuadrilla tipo 2	1							
DESCAPOTE								
Cuadrilla tipo 2	1							
REPLANTEO								
Comisión de topografía	1							
EXCAVACIONES								
CORTE								
Comisión de topografía	1	1						
ESTABILIZACIÓN DE TALUDES								
PERNOS								
Cuadrilla tipo 4	1	1	1	1	1			
MALLA ELECTROSOLDADA								
Cuadrilla tipo 4		2	2	2				
CONCRETO LANZADO								
Cuadrilla tipo 3		2	2					
AFIRMADO								
Cuadrilla tipo 1, Comisión de topografía		1						

Fuente: Elaboración propia.

La construcción de ambos accesos contará con la misma composición de las cuadrillas (Ver Tabla 26) debido a su parentesco en características y retos mencionados en puntos anteriores.

Tabla 26. Tipos de cuadrillas construcción vía de acceso portal salida túnel 2 y portal entrada del túnel 3.

TIPO DE CUADRILLAS
Cuadrilla tipo 1: 2 Ayudantes, 1 Oficial
Cuadrilla tipo 2: 4 Ayudantes
Cuadrilla tipo 3: 6 Ayudantes, 1 Oficial
Comisión de topografía: 1 Topografo, 2 Cadeneros
Cuadrilla tipo 4: 4 Ayudantes, 1 Oficial

Fuente: Elaboración propia.

La cantidad total de trabajadores según su tipo es necesaria para el momento de conseguir el personal para la ejecución de la obra, es por eso que teniendo la conformación de las cuadrillas es más cómodo para la obtención de la totalidad de trabajadores por semana, luego de esto se debe realizar un balance (Ver **Tabla 27 a 29**) para que no hayan cambios continuos entre el número de trabajadores por semana, siempre y cuando esto no afecte el desarrollo de las actividades.

Tabla 27. Total de trabajadores para construcción campamentos y su balanceo.

Semana #	Mes 1				Mes 2				Mes 3			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
TOTAL TRABAJADORES												
Ayudantes	12	12	38	32	32	32	32	32	32	8	8	8
Cadeneros	2	2										
Oficiales		2	7	6	6	6	6	6	6	2	2	2
Topografos	1	1										
BALANCEO												
Ayudantes	12	12	32	33	33	33	33	33	33	8	8	8
Cadeneros	2	2										
Oficiales		2	6	6	6	6	6	6	6	2	2	2
Topografos	1	1										

Fuente: Elaboración propia.

En este caso se distribuyeron 6 ayudantes desde la semana 3 hasta la semana 9, disminuyendo de esta forma el total de trabajadores en la semana 3 y dejando de forma más equilibrada el número de contratos por estas semanas.

Tabla 28. Total de trabajadores para construcción vía de acceso portal salida túnel 2 y su balanceo.

Semana #	Mes 1			
	1	2	3	4
TOTAL TRABAJADORES				
Ayudantes	18	24	24	12
Cadeneros	2			
Oficiales	3	5	5	3
Topografos	1			
BALANCEO				
Ayudantes	18	24	24	12
Cadeneros	2			
Oficiales	3	5	5	3
Topografos	1			

Fuente: Elaboración propia.

En esta ocasión no fue necesario un balanceo, puesto que la variación de la cantidad de trabajadores es muy mínima entre semana, por esto es evidente que el balanceo es el mismo de los totales originales.

Tabla 29. Total de trabajadores para construcción vía de acceso portal entrada túnel 3 y su balanceo.

Semana #	Mes 1				Mes 2			
	1	2	3	4	5	6	7	8
TOTAL TRABAJADORES								
Ayudantes	12	26	24	12	4			
Cadeneros	2	2						
Oficiales	1	6	5	3	1			
Topografos	1	1						
BALANCEO								
Ayudantes	12	25	25	12	4			
Cadeneros	2	2						
Oficiales	1	6	5	3	1			
Topografos	1	1						

Fuente: Elaboración propia.

Para esta ocasión solo fue el desplazamiento de un ayudante de la semana 2 a la semana 3, dejando así una distribución más cómoda entre semana.

4.3.9. HISTOGRAMA DE EQUIPO Y MAQUINARIA

En cuanto al histograma del equipo y maquinaria es necesario saber cuál es la capacidad de cada uno de estos y su rendimiento, para de esta forma saber qué cantidad se necesita para cumplir con la actividad. Cabe aclarar que cuando se indica un valor decimal se interpretará de forma que no es necesario que el equipo esté tiempo completo en esa actividad, dejando así, la posibilidad de que el equipo comparta actividades en el histograma de maquinaria (Ver **Tabla 30 a 32**).

Tabla 30. Histograma maquinaria construcción campamentos PCH Patico II.

Semana #	Mes 1				Mes 2				Mes 3			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
PRELIMINARES												
DESMONTE Y LIMPIEZA												
Motosierra, 93.6 cm3 - 7.1 HP, 45-90 cm - 7.9 kg	8	8										
DESCAPOTE												
Bulldozer (potencia al volante de 305 HP, motor de 2100 RPM, longitud de hoja 6,39m).	1											
REPLANTEO												
EXCAVACIONES												
CORTE												
Excavadora hidráulica CAT 320		1										
RELLENOS												
Bulldozer (potencia al volante de 305 HP, motor de 2100 RPM, longitud de hoja 6,39m).		0.5										
Volqueta 6 m3		0.5										
Camion de agua (1000gal)		0.5										
Vibrocompactador (tipo DD-20)		0.5										
RELLENOS EN TIERRA ARMADA												
Bulldozer (potencia al volante de 305 HP, motor de 2100 RPM, longitud de hoja 6,39m).		0.5										
Volqueta 6 m3		0.5										
Camion de agua (1000gal)		0.5										
Vibrocompactador (tipo DD-20)		0.5										
ESTRUCTURAS EN CONCRETO												
LOSA												
Vibrador de concreto, Motor de 3 hp a 18.000 rpm Mangueras de 4 mt			1									
COLUMNAS												
Vibrador de concreto, Motor de 3 hp a 18.000 rpm Mangueras de 4 mt			4	4								
VIGAS												
Vibrador de concreto, Motor de 3 hp a 18.000 rpm Mangueras de 4 mt					4	4	4	4	4			
TOTAL MAQUINARIA												
Motosierra, 93.6 cm3 - 7.1 HP, 45-90 cm - 7.9 kg	8	8										
Bulldozer (potencia al volante de 305 HP, motor de 2100 RPM, longitud de hoja 6,39m).	1	1										
Volqueta 6 m3		1										
Camion de agua (1000gal)		1										
Vibrocompactador (tipo DD-20)		1										
Excavadora hidráulica CAT 320		1										
Vibrador de concreto, Motor de 3 hp a 18.000 rpm Mangueras de 4 mt			5	4	4	4	4	4	4			

Fuente: Elaboración propia.

Para las actividades que inician a partir de las redes húmedas, la maquinaria y el equipo va por parte del contratista, es por esto que no se incluyen estas actividades en el histograma de maquinaria, al final de la tabla se indica el total de maquinaria y equipo que se va a necesitar por semana. En éste análisis es necesario tener en

cuenta que cada cuadrilla debe contar con mínimo una motosierra o vibradores de concreto.

Tabla 31. Histograma maquinaria construcción vía de acceso portal salida túnel 2.

Semana #	Mes 1			
	1	2	3	4
PRELIMINARES				
DESMONTE Y LIMPIEZA				
Motosierra, 93.6 cm3 - 7.1 HP, 45-90 cm - 7.9 kg	4			
DESCAPOTE				
Bulldozer (potencia al volante de 305 HP, motor de 2100 RPM, longitud de hoja 6,39m).	0.3			
REPLANTEO				
EXCAVACIONES				
CORTE				
Excavadora hidráulica CAT 320	1			
RELLENOS				
Bulldozer (potencia al volante de 305 HP, motor de 2100 RPM, longitud de hoja 6,39m).	0.3			
Volqueta 6 m3	1			
Camion de agua (1000gal)	0.5			
Vibrocompactador (tipo DD-20)	0.5			
ESTABILIZACIÓN DE TALUDES				
PERNOS				
Trackdrill	1	1	1	1
MALLA ELECTROSOLDADA				
CONCRETO LANZADO				
Bomba para concreto		1	1	
AFIRMADO				
Bulldozer (potencia al volante de 305 HP, motor de 2100 RPM, longitud de hoja 6,39m).	0.3			
Volqueta 6 m3	1			
Camion de agua (1000gal)	0.5			
Vibrocompactador (tipo DD-20)	0.5			
TOTAL EQUIPOS Y MAQUINARIA				
Motosierra, 93.6 cm3 - 7.1 HP, 45-90 cm - 7.9 kg	4			
Bulldozer (potencia al volante de 305 HP, motor de 2100 RPM, longitud de hoja 6,39m).	1			
Excavadora hidráulica CAT 320	1			
Volqueta 6 m3	2			
Camion de agua (1000gal)	1			
Vibrocompactador (tipo DD-20)	1			
Trackdrill	1	1	1	1
Bomba para concreto		1	1	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 32. Histograma maquinaria construcción vía de acceso portal entrada túnel 3.

Semana #	Mes 1				Mes 2			
	1	2	3	4	5	6	7	8
PRELIMINARES								
DESMONTE Y LIMPIEZA								
Motosierra, 93.6 cm ³ - 7.1 HP, 45-90 cm - 7.9 kg	4							
DESCAPOTE								
Bulldozer (potencia al volante de 305 HP, motor de 2100 RPM, longitud de hoja 6,39m).	1							
REPLANTEO								
EXCAVACIONES								
CORTE								
Excavadora hidráulica CAT 320	1	1						
ESTABILIZACIÓN DE TALUDES								
PERNOS								
Trackdrill	1	1	1	1	1			
MALLA ELECTROSOLDADA								
CONCRETO LANZADO								
Bomba para concreto		1	1					
AFIRMADO								
Bulldozer (potencia al volante de 305 HP, motor de 2100 RPM, longitud de hoja 6,39m).		1						
Volqueta 6 m ³		1						
Camion de agua (1000gal)		1						
Vibrocompactador (tipo DD-20)		1						
TOTAL EQUIPOS Y MAQUINARIA								
Motosierra, 93.6 cm ³ - 7.1 HP, 45-90 cm - 7.9 kg	4							
Bulldozer (potencia al volante de 305 HP, motor de 2100 RPM, longitud de hoja 6,39m).	1	1						
Excavadora hidráulica CAT 320	1	1						
Volqueta 6 m ³		1						
Camion de agua (1000gal)		1						
Vibrocompactador (tipo DD-20)								
Trackdrill	1	1	1	1	1			
Bomba para concreto		1	1					

Fuente: Elaboración propia.

4.3.10. FLUJO DE CAJA

Luego de realizar estos pasos, se procede a desarrollar el flujo de caja semanal (Ver **Tabla 33 a 35**), que es uno de los índices para saber si la obra se está ejecutando de forma adecuada, para ello se divide la cantidad total de cada actividad entre el número de semanas disponibles para realizarla y luego esto se multiplica por el valor unitario de cada actividad, se hace esto con cada actividad y por cada semana, generando de esta forma el total de cada actividad por semana. Luego de esto se totaliza y se realiza los incrementos ya mencionados en capítulos anteriores.

Aunque sea redundante, cabe aclarar que el total del costo obtenido en el flujo de caja debe coincidir con el total ya obtenido de forma directa con el total de las cantidades.

Tabla 33. Flujo de caja semanal para construcción vía de acceso portal entrada túnel 3.

Semana #	Mes 1				Mes 2			TOTAL
	1	2	3	4	5	6	7	
PRELIMINARES								
DESMONTE Y LIMPIEZA (m2)	1540							
DESCAPOTE (m3)	462							
REPLANTEO (m2)	1540							
EXCAVACIONES								
CORTE (m3)	1895	1895						
ESTRUCTURAS EN CONCRETO								
PERNOS (UND)	58.8	58.8	58.8	58.8	58.8			
MALLA ELECTROSOLDADA (m2)		249.3333333	249.3333333	249.3333333				
CONCRETO LANZADO (m2)		330	330					
AFIRMADO (m3)		351						
COSTO DIRECTO	\$ 28,548,407	\$ 65,814,351	\$ 32,017,406	\$ 13,009,552	\$ 8,441,542			\$ 147,831,258
AIU (25%)	\$ 7,137,102	\$ 16,453,588	\$ 8,004,352	\$ 3,252,388	\$ 2,110,385			\$ 36,957,815
IVA 19% SOBRE LA UTILIDAD DEL 5%	\$ 289,053	\$ 666,370	\$ 324,176	\$ 131,722	\$ 85,471			\$ 1,496,792
COSTO TOTAL(COSTO INDIRECTO +COSTO	\$ 35,974,562	\$ 82,934,309	\$ 40,345,935	\$ 16,393,662	\$ 10,637,398			\$ 186,285,865

Fuente: Elaboración propia.

En el flujo de caja semanal para la construcción de la vía de acceso para el portal entrada del túnel 3 se requiere el 45% del valor de la obra solamente en la semana 2, esto es debido a que se culmina el afirmado en esta misma semana y se cruza con actividades como el corte del terreno, colocación de pernos y colocación de concreto lanzado.

Tabla 34. Flujo de caja semanal para construcción de campamentos.

Semana #	Mes 1				Mes 2				Mes 3				TOTAL
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
PRELIMINARES													
DESMONTE Y LIMPIEZA (m2)	3225	3225											
DESCAPOTE (m3)	1935												
REPLANTEO (m2)	3225	3225											
EXCAVACIONES													
CORTE (m3)		1978											
RELLENOS (m3)		820											
RELLENOS EN TIERRA ARMADA (m3)		638											
ESTRUCTURAS EN CONCRETO													
LOSA (m3)			215										
COLUMNAS (mL)			295.5	295.5									
VIGAS (mL)					272.8	272.8	272.8	272.8	272.8				
REDES HUMEDAS													
Sanitarias			\$ 6,428,571	\$ 6,428,571	\$ 6,428,571	\$ 6,428,571	\$ 6,428,571	\$ 6,428,571	\$ 6,428,571	\$ 6,428,571			
Hidraulicas			\$ 7,857,143	\$ 7,857,143	\$ 7,857,143	\$ 7,857,143	\$ 7,857,143	\$ 7,857,143	\$ 7,857,143	\$ 7,857,143			
CONSTRUCCIÓN DE CAMPAMENTOS CON PLACA PREFABRICADA							\$ 125,000,000	\$ 125,000,000	\$ 125,000,000	\$ 125,000,000			
CUBIERTA											\$ 10,000,000	\$ 10,000,000	
INSTALACIONES ELÉCTRICAS							\$ 16,666,667	\$ 16,666,667	\$ 16,666,667	\$ 16,666,667	\$ 16,666,667	\$ 16,666,667	
URBANISMO							\$ 5,000,000	\$ 5,000,000	\$ 5,000,000	\$ 5,000,000			
COSTO DIRECTO	\$ 29,751,791	\$ 162,883,196	\$ 148,119,271	\$ 52,187,685	\$ 56,228,178	\$ 56,228,178	\$ 202,894,845	\$ 202,894,845	\$ 202,894,845	\$ 146,666,667	\$ 26,666,667	\$ 26,666,667	\$ 1,314,082,835
AIU (25%)	\$ 7,437,948	\$ 40,720,799	\$ 37,029,818	\$ 13,046,921	\$ 14,057,045	\$ 14,057,045	\$ 50,723,711	\$ 50,723,711	\$ 50,723,711	\$ 36,666,667	\$ 6,666,667	\$ 6,666,667	\$ 328,520,710
IVA 19% SOBRE LA UTILIDAD DEL 5%	\$ 301,237	\$ 1,649,192	\$ 1,499,708	\$ 528,400	\$ 569,310	\$ 569,310	\$ 2,054,310	\$ 2,054,310	\$ 2,054,310	\$ 1,485,000	\$ 270,000	\$ 270,000	\$ 13,305,089
COSTO TOTAL(COSTO INDIRECTO +COSTO DIRECTO)	\$ 37,490,976	\$ 205,253,187	\$ 186,648,797	\$ 65,763,006	\$ 70,854,534	\$ 70,854,534	\$ 255,672,866	\$ 255,672,866	\$ 255,672,866	\$ 184,818,334	\$ 33,603,334	\$ 33,603,334	\$ 1,655,908,634

Fuente: Elaboración propia.

En la construcción de los campamentos el flujo más alto se va a presentar desde la semana 7 hasta la semana 10, que es el periodo en el que se realiza la colocación de la placa prefabricada para para los campamentos, sus cubiertas y la parte urbanística, además de estas actividades también se cruza con la fundición de vigas y la ejecución de la actividad de redes húmedas.

Tabla 35. Flujo de caja semanal para construcción vía de acceso portal salida túnel 2.

Semana #	Mes 1				TOTAL
	1	2	3	4	
PRELIMINARES					
DESMONTE Y LIMPIEZA (m2)	1243				
DESCAPOTE (m3)	373				
REPLANTEO (m2)	1243				
EXCAVACIONES					
CORTE (m3)	2004				
RELLENOS (m3)	11				
ESTRUCTURAS EN CONCRETO					
PERNOS (UND)	66.75	66.75	66.75	66.75	
MALLA ELECTROSOLDADA (m2)		240	240	240	
CONCRETO LANZADO (m2)		300	300		
AFIRMADO (m3)	256				
COSTO DIRECTO	\$ 47,436,126	\$ 31,429,333	\$ 31,429,333	\$ 14,149,466	\$ 124,444,258
AIU (25%)	\$ 11,859,032	\$ 7,857,333	\$ 7,857,333	\$ 3,537,366	\$ 31,111,064
IVA 19% SOBRE LA UTILIDAD DEL 5%	\$ 480,291	\$ 318,222	\$ 318,222	\$ 143,263	\$ 1,259,998
COSTO TOTAL(COSTO INDIRECTO +COSTO DIRECTO)	\$ 59,775,449	\$ 39,604,888	\$ 39,604,888	\$ 17,830,095	\$ 156,815,320

Fuente: Elaboración propia.

En esta obra se inicia en paralelo con 7 actividades, de esta forma genera un costo mayor en la semana 1 y una disminución considerable en el flujo a medida que va pasando el tiempo.

4.3.11. ORGANIZACIÓN FRENTES DE TRABAJO

Es imprescindible que los campamentos sean la primera obra a ejecutar del proyecto, es por esto, que se debe realizar esta labor lo más rápido posible para no llegar a retrasar las otras obras, para cumplir este objetivo es necesario llevar a cabo una planeación minuciosa, para esto es indispensable que la planeación cuente con tareas detalladas de sus actividades y también con los tiempos necesarios para realizar las actividades que llevan a cumplir la construcción de los campamentos.

Aprovechando que hay maquinaria que estará en este sector se realizará de forma paralela la construcción de los campamentos con la construcción de las vías de acceso, de esta forma aprovechando el tiempo de alquiler de la maquinaria y evitando que esta esté sin uso por periodos largos de tiempo.

Es por esto que se realizará la construcción de los campamentos y la vía de acceso al portal salida del túnel 2, luego de culminar la construcción de la segunda se procede a construir la vía de acceso al portal entrada del túnel 3, mientras la construcción de los campamentos sigue en curso, para así contar con las 3 obras

en un mismo periodo constructivo, generando de esta forma un ahorro en el tiempo y por ende en dinero.

Para poder realizar esta labor, es necesario generar un cruce de información entre las obras que se van a realizar de forma paralela, para así poder elaborar una planeación de forma ordenada y saber qué personal se necesitará en total y la cantidad de equipo y maquinaria por semana.

En esta parte crucé la información de los histogramas de mano de obra (Ver Tabla 36), equipo y maquinaria (Ver Tabla 37) y además el flujo de caja (Ver Tabla 38), el cronograma no fue necesario, debido a que se manejó de forma continua en cada una de las siguientes tareas.

Tabla 36. Histograma mano de obra, obras en paralelo.

	Mes 1				Mes 2				Mes 3			
Semana #	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Campamentos												
Ayudantes	12	12	32	33	33	33	33	33	33	8	8	8
Cadeneros	2	2										
Oficiales		2	6	6	6	6	6	6	6	2	2	2
Topografos	1	1										
Vías de acceso	Portal salida túnel 2				Portal entrada túnel 3							
Ayudantes	18	24	24	12	12	25	25	12	4			
Cadeneros	2				2	2						
Oficiales	3	5	5	3	1	6	5	3	1			
Topografos	1				1	1						
Total												
Ayudantes	30	36	56	45	45	58	58	45	37	8	8	8
Cadeneros	4	2	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0
Oficiales	3	7	11	9	7	12	11	9	7	2	2	2
Topografos	2	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia.

Se puede ver cómo hay una movilidad entre el número de trabajadores por cada semana, sin embargo este cambio no es brusco, gracias al balanceo que se pudo realizar en cada obra, de esta forma se obtienen contrataciones uniformes entre las semanas 1 y 9, a partir de la semana 10 solamente estarán contratada la cuadrilla tipo 4 que estará presente en la terminación de los campamentos.

Tabla 37. Histograma equipos y maquinaria, obras en paralelo.

Semana #	Mes 1				Mes 2				Mes 3			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Campamentos												
Motosierra, 93.6 cm3 - 7.1 HP, 45-90 cm - 7.9 kg	8	8										
Bulldozer (potencia al volante de 305 HP, motor de 2100 RPM, longitud de hoja 6,39m).	1	1										
Volqueta 6 m3		1										
Camion de agua (1000gal)		1										
Vibrocompactador (tipo DD-20)		1										
Excavadora hidráulica CAT 320		1										
Vibrador de concreto, Motor de 3 hp a 18.000 rpm Mangueras de 4 mt			5	4	4	4	4	4	4			
Vías de acceso	Portal salida túnel 2				Portal entrada túnel 3							
Motosierra, 93.6 cm3 - 7.1 HP, 45-90 cm - 7.9 kg	4				4							
Bulldozer (potencia al volante de 305 HP, motor de 2100 RPM, longitud de hoja 6,39m).	1				1	1						
Excavadora hidráulica CAT 320	1				1	1						
Volqueta 6 m3	2					1						
Camion de agua (1000gal)	1					1						
Vibrocompactador (tipo DD-20)	1											
Trackdrill	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
Bomba para concreto		1	1			1	1					
Total												
Motosierra, 93.6 cm3 - 7.1 HP, 45-90 cm - 7.9 kg	12	8	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0
Bulldozer (potencia al volante de 305 HP, motor de 2100 RPM, longitud de hoja 6,39m).	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
Excavadora hidráulica CAT 320	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
Volqueta 6 m3	2	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Camion de agua (1000gal)	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Vibrocompactador (tipo DD-20)	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trackdrill	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
Bomba para concreto	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0
Vibrador de concreto, Motor de 3 hp a 18.000 rpm Mangueras de 4 mt	0	0	5	4	4	4	4	4	4	0	0	0

Fuente: Elaboración propia.

En algunas semanas se cruza maquinaria y no es contada el número de veces que está, esto es debido a que su uso está indicado por semanas, pero en realidad serán días los que se va a utilizar el equipo, por esto es posible trasladar el mismo equipo a la otra obra y utilizarla al máximo.

Tabla 38. Flujo de caja semanal, obras en paralelo.

Semana #	Mes 1				Mes 2				Mes 3				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Campamentos													
COSTO DIRECTO	\$ 29,751,791	\$ 162,883,196	\$ 148,119,271	\$ 52,187,685	\$ 56,228,178	\$ 56,228,178	\$ 202,894,845	\$ 202,894,845	\$ 202,894,845	\$ 146,666,667	\$ 26,666,667	\$ 26,666,667	
AIU (25%)	\$ 7,437,948	\$ 40,720,799	\$ 37,029,818	\$ 13,046,921	\$ 14,057,045	\$ 14,057,045	\$ 50,723,711	\$ 50,723,711	\$ 50,723,711	\$ 36,666,667	\$ 6,666,667	\$ 6,666,667	
IVA 19% SOBRE LA UTILIDAD	\$ 301,237	\$ 1,649,192	\$ 1,499,708	\$ 528,400	\$ 569,310	\$ 569,310	\$ 2,054,310	\$ 2,054,310	\$ 2,054,310	\$ 1,485,000	\$ 270,000	\$ 270,000	
COSTO TOTAL(COSTO INDIRECTO +COSTO DIRECTO)	\$ 37,490,976	\$ 205,253,187	\$ 186,648,797	\$ 65,763,006	\$ 70,854,534	\$ 70,854,534	\$ 255,672,866	\$ 255,672,866	\$ 255,672,866	\$ 184,818,334	\$ 33,603,334	\$ 33,603,334	
Vías de acceso	Portal salida del túnel 2				Portal entrada del túnel 3								
COSTO DIRECTO	\$ 47,436,126	\$ 31,429,333	\$ 31,429,333	\$ 14,149,466	\$ 28,548,407	\$ 65,814,351	\$ 32,017,406	\$ 13,009,552	\$ 8,441,542				
AIU (25%)	\$ 11,859,032	\$ 7,857,333	\$ 7,857,333	\$ 3,537,366	\$ 7,137,102	\$ 16,453,588	\$ 8,004,352	\$ 3,252,388	\$ 2,110,385				
IVA 19% SOBRE LA UTILIDAD	\$ 480,291	\$ 318,222	\$ 318,222	\$ 143,263	\$ 289,053	\$ 666,370	\$ 324,176	\$ 131,722	\$ 85,471				
COSTO TOTAL(COSTO INDIRECTO +COSTO DIRECTO)	\$ 59,775,449	\$ 39,604,888	\$ 39,604,888	\$ 17,830,095	\$ 35,974,562	\$ 82,934,309	\$ 40,345,935	\$ 16,393,662	\$ 10,637,398				
Total													
COSTO DIRECTO	\$ 77,187,917	\$ 194,312,529	\$ 179,548,604	\$ 66,337,150	\$ 84,776,585	\$ 122,042,529	\$ 234,912,251	\$ 215,904,397	\$ 211,336,387	\$ 146,666,667	\$ 26,666,667	\$ 26,666,667	\$ 1,586,358,351
AIU (25%)	\$ 19,296,980	\$ 48,578,132	\$ 44,887,151	\$ 16,584,287	\$ 21,194,147	\$ 30,510,633	\$ 58,728,063	\$ 53,976,099	\$ 52,834,096	\$ 36,666,667	\$ 6,666,667	\$ 6,666,667	\$ 396,589,589
IVA 19% SOBRE LA UTILIDAD	\$ 781,528	\$ 1,967,414	\$ 1,817,930	\$ 671,664	\$ 858,363	\$ 1,235,681	\$ 2,378,487	\$ 2,186,032	\$ 2,139,781	\$ 1,485,000	\$ 270,000	\$ 270,000	\$ 16,061,878
COSTO TOTAL(COSTO INDIRECTO +COSTO DIRECTO)	\$ 97,266,425	\$ 244,858,075	\$ 226,253,685	\$ 83,593,101	\$ 106,829,095	\$ 153,788,843	\$ 296,018,801	\$ 272,066,528	\$ 266,310,264	\$ 184,818,334	\$ 33,603,334	\$ 33,603,334	\$ 1,999,009,819

Fuente: Elaboración propia.

En el flujo de caja semanal se puede notar como la mayor cantidad de dinero necesaria esta en las semanas centrales de la obra, este comportamiento se debe a que en este periodo es donde se realizaran la mayor cantidad de actividades además de ser las más costosas.

5. DE LOS CONTENIDOS CURRICULARES AL CAMPO DE ACCIÓN.

Antes de abordar las conclusiones y recomendaciones de éste trabajo, considero importante desarrollar algunos aspectos, si bien, el plan de estudios es completo, se requiere la experiencia en campo para poder solucionar algunas adversidades no contempladas por el plan de estudios y es precisamente a lo que me referiré en éste aparte.

En el aspecto teórico y técnico de los contenidos del programa puntualmente en el caso de vías, dibujo técnico y geometría descriptiva, fueron fundamentales para mi práctica profesional, gracias a ellos, pude interpretar los planos existentes, identificar qué se quería plasmar con ellos y realizar las debidas modificaciones. A nivel tecnológico, manejar herramientas como Autocad y Topo 3 me permitieron, aportarle al ingeniero residente en aspectos como: diseño, reorientación, cálculo de movimiento de tierras, taludes de corte y terraplén.

Es importante destacar que el uso del programa Topo 3, está incluida en el plan de estudios en Vías I y II, por ello, fue más fácil lograr los objetivos propuestos por el ingeniero a cargo, entre ellos, plantear alternativas de vía frente a las existentes y calcular el movimiento de tierras en los campamentos.

El manual de diseño geométrico contempla un tráfico vehicular normal, las vías de acceso del proyecto serian transitadas por vehículos especiales, debido a esto, tuve que remitirme a las especificaciones de cada vehículo para poder saber cuál era el vehículo crítico tanto en pendiente máxima a soportar como en radio de giro mínimo, ya que son las variables que cambian respecto al manual.

El programa no contempla el uso del software Autocad dentro de las asignaturas así como Topo 3, pero sí ofrece el curso, si bien no todos los estudiantes lo toman, para mí, manejar esta herramienta me permitió tener ventajas al momento de la selección de la pasantía, fui elegido por la empresa por tener ésta destreza y aplicar sobre los planos iniciales las modificaciones solicitadas.

En cuanto a mecánica de suelos, puedo acotar que si bien hacemos los ensayos e interpretamos los resultados, no abordamos cómo mejorarlos, esto ocurrió en los campamentos, ya que la longitud de desarrollo del talud interrumpía la futura excavación de la conducción, generando así inconvenientes de estabilidad a futuro.

Si bien, sabía que la solución era estabilizar el talud, planteé la posibilidad de un muro de contención, pero el ingeniero residente manifestó que era más viable la

construcción de tarraplenes en tierra armada, ya que era una carga baja y su costo era menor que el de un muro, aprendiendo en la práctica sobre su diseño y método constructivo ya que es una modalidad muy usada actualmente debido a que reduce de forma significativa la longitud de desarrollo del talud.

Con respecto a los costos de la construcción, se enfoca en el presupuesto de una obra y/o proyecto, éste es importante para tener claridad sobre la inversión que se va a hacer, el tiempo de construcción y la contratación, todo esto lo apliqué en mi práctica y me permitió ahorrar tiempo y dinero para la Empresa. Debo resaltar que independientemente de las similitudes del proyecto, es importante realizar una planeación minuciosa en cada uno de ellos, ya que el mínimo detalle cambiará su análisis y resultados.

A pesar de que la PCH Patico II es un proyecto grande a nivel departamental, es evidente cómo pasaron por alto factores como lo ocurrido en 2016, respecto a la Consulta Previa. En ese momento, contaban con los recursos para la construcción de la PCH, pero al desconocer la importancia de la Consulta Previa, se realizó el primer cierre financiero, teniendo que iniciar con dicho proceso que es normativo para las intervenciones en territorios con presencia de comunidades indígenas.

Para todo lo anterior, debo mencionar que de manera transversal está la metodología de la investigación, ya que es con base en ella que se desarrolló éste documento, pues permite estructurar, abordar y desarrollar los objetivos de manera ordenada y contemplando cada una de las etapas del proyecto.

Es importante fortalecer aspectos como la redacción de informes, planteamiento de problemas de investigación y elaboración de proyectos a lo largo de la carrera, éste es uno de los ámbitos con más falencias para nosotros como ingenieros, es importante tener claro lo técnico, pero al tiempo, el poseer herramientas descriptivas y narrativas nos permite tener ventaja frente a otros profesionales en entrevistas laborales.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. CONCLUSIONES

-) El costo por metro de la vía de acceso a portal salida del túnel 2 es de \$1'104.333 mientras que el de la vía de acceso a portal entrada del túnel 3 es de \$955.312. Esta diferencia nos indica que por muy parecido que sea un proyecto no se puede asumir un mismo costo, ya que si en este siendo un mismo proyecto y son tramos de vías muy cercanos y compartiendo características da un valor diferente sirve como ejemplo para realizar un análisis propio para cada proyecto.
-) Así hayan unos diseños preliminares, en actividades previas al inicio de obra se pueden presentar inconvenientes, en éste caso se contaba con un diseño para los campamentos, pero luego del cálculo de movimiento de tierras se optó por rediseñar y distribuir de una manera diferente éstos espacios.
-) Los cálculos realizados permitieron realizar una planificación adecuada sobre el uso de materiales de obra y la cantidad, logrando ahorrar dinero y disminuyendo el tiempo de construcción en algunos tramos del proyecto.
-) Es importante contar con los permisos necesarios para intervenir vías nacionales o locales, ya que el no contar con dichos permisos genera retrasos en la construcción del proyecto, en éste caso el INVIAS no aprobó el primer diseño y se tuvo que trabajar en uno nuevo y cabe anotar que los tiempos en las entidades no siempre son los más convenientes para las empresas constructoras.
-) Este proyecto espera servir como guía a otros con objetivos similares y además será un apoyo para mí en futuras experiencias.
-) La práctica profesional es un complemento importante para fortalecer lo aprendido teóricamente, además de estar *in situ*, permite analizar la magnitud de la obra y los cambios que sufrirá el paisaje cuando sea intervenido, permitiendo reorientar aspectos si fuese necesario.
-) Como pasante fue de suma importancia contar con la supervisión de un profesional en el área, ya que compartió su conocimiento y experiencia, aportando ideas para éste proyecto, y con ello fortalecí la toma de decisiones en aspectos técnicos para futuros proyectos.

6.2. RECOMENDACIONES

-) Es importante que cada proyecto cuente con un análisis detallado, puesto que el menor detalle hará que varíe el proceso constructivo, cantidades de obra, tipo de cuadrillas, costo y tiempo de ejecución.
-) Todo proyecto a pesar de que la planeación sea muy minuciosa, en obra puede haber variaciones o inconvenientes, por esto es necesario contemplar otras opciones que permitan que el proyecto no se detenga o que se afecte lo menos posible el cronograma.
-) A pesar de ya contar con la planeación es necesario tener un tiempo adicional para realizar la contratación, alquiler de equipos y/o adquisición; para poder empezar la obra sin alterar el cronograma y cumplir el objetivo en los tiempos y costos establecidos.

BIBLIOGRAFÍA

INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS – INVIAS-. Manual de diseño geométrico. Documento PDF. 2008.

SANCHEZ MALAGON, Rubén. Tesis: Estudio de Mecánica de suelos en la Planta Procesadora de Nopal Los Remedios San Bernardino Tlaxcalancingo, Municipio San Andrés Cholula, Puebla. Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental. Escuela de Ingeniería y Ciencias, Universidad de las Américas Puebla. Mayo de 2006. Capítulo 1. Disponible en:

http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lic/sanchez_m_r/capitulo1.pdf

UNIVERSIDAD DEL CAUCA. Reglamento de trabajo de grado. Facultad de Ingeniería Civil. Disponible en:

<http://www.unicauca.edu.co/versionP/documentos/resoluciones/resoluci%C3%B3n-fic-820-de-2014-reglamento-de-trabajo-de-grado-en-la-facultad-de-ingenier%C3%AD-civil>

Información técnica de la empresa CCG ENERGY S.A.S. ESP.

Diseños entregados a CCG ENERGY S.A.S. ESP.

ANEXOS

1. Volumen de excavación vía de acceso portal salida túnel 2.
2. Volumen de excavación vía de acceso portal entrada túnel 3.
3. Información de localización vía de acceso portal salida túnel 2.
4. Información de localización vía de acceso portal entrada túnel 3.
5. Información de localización talud y chaflán de la vía de acceso portal salida túnel 2.
6. Información de localización talud y chaflán de la vía de acceso portal entrada túnel 3.
7. Carta de certificación de horas en la empresa.

Anexo 1. Volumen de excavación vía de acceso portal salida túnel 2.

Tipo Punto	Abscisa [m]	Longitud [m]	Area Sección [m2]		Volumen [m3]	
			Corte	Terraplen	Corte	Terraplen
	0		21.754	4.793		
		10			256.314	3.347
	10		27.811			
		8.52			226.664	
PC	18.52		24.382			
		1.48			32.731	
	20		22.886			
		2.835			59.789	
PT	22.835		22.319			
		7.165			161.333	
	30		22.543			
		10			202.234	
	40		16.662			
		10			141.108	
	50		13.365			
		8.549			120.936	
PC	58.549		15.02			
		1.451			20.917	
	60		15.161			
		0.836			12.126	
PT	60.836		15.203			
		9.164			119.183	
	70		10.637			
		10			87.646	0.955
	80		7.153	0.467		
		10			65.589	4.991
	90		6.162	0.468		
		9.98			63.237	1.396
PC	99.98		6.812			
		0.02			0.129	
	100		6.818			
		0.832			5.575	
PT	100.832		7.07			
		9.168			80.89	
	110		10.87			
		10			141.481	
	120		17.3			
		10			139.789	
	130		9.199			
		10			58.303	0.064
	140		3.762			
		1.785			7.701	0.166
	141.785		4.897	0.291		
		0				
				Total	2,003.68	10.92

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 2. Volumen de excavación vía de acceso portal entrada túnel 3.

Tipo	Abscisa	Longitud	Area Sección [m2]		Volumen [m3]	
			Corte	Terraplen	Corte	Terraplen
	0		42.194			
		10			314.298	
	10		21.787			
		4.785			97.439	
PC	14.785		18.962			
		5.215			92.009	
	20		17.111			
		10			160.479	
	30		15.521			
		10			145.178	
	40		13.987			
		4.619			64.304	
PT	44.619		14.471			
		5.381			84.031	
	50		16.806			
		10			180.197	
	60		18.572			
		8.747			164.756	
PC	68.747		19.3			
		1.253			25.227	
	70		19.397			
		1.47			29.528	
PT	71.47		19.163			
		8.53			162.283	
	80		18.86			
		10			177.202	
	90		16.753			
		10			178.223	
	100		18.983			
		10			202.466	
	110		22.053			
		10			232.639	
	120		24.059			
		10			234.812	
	130		20.774			
		10			212.365	
	140		22.095			
		7.51			151.414	
PC	147.51		17.916			
		2.49			41.211	
	150		16.945			
		0.973			15.92	
PT	150.973		17.078			
		9.027			145.4	
	160		14.366			
		10			153.976	
	170		16.608			
		10			195.603	
	180		22.825			
		10			221.507	
	190		21.499			
		4.979			107.416	
	194.979		21.662			
		0				
			Total volumen:		3,789.88	

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 3. Información delocalización vía de acceso portal salida túnel 2.

PI	Tipo	Tipo	Abscisa	Eje [m]			Cota Roja Eje	Cota de Trabajo	Peralte [%]		Ancho Carril [m]		Coordenadas borde izquierdo		Coordenadas borde derecho		Cota Borde [m]	
				#	Curva	Punto			[m]	N	E	Cota	[m]	[m]	Izquierda	Derecha	Izquierdo	Derecho
			0	757120.834	1064353.12	2132.959	2132.398	-0.56	-2	-2	3	3	757119.093	1064350.676	757122.575	1064355.563	2132.338	2132.338
			10	757128.978	1064347.32	2134.147	2131.576	-2.572	-2	-2	3	3	757127.238	1064344.873	757130.719	1064349.76	2131.516	2131.516
1	Circular	PC	18.52	757135.917	1064342.37	2132.612	2130.619	-1.993	-2	-2	3	3	757134.177	1064339.93	757137.658	1064344.817	2130.559	2130.559
			20	757137.144	1064341.54	2132.417	2130.428	-1.989	-2	-2	3	3	757135.525	1064339.018	757138.762	1064344.071	2130.368	2130.368
1	Circular	PT	22.835	757139.6	1064340.13	2132.165	2130.044	-2.121	-2	-2	3	3	757138.227	1064337.462	757140.972	1064342.798	2129.984	2129.984
			30	757145.971	1064336.85	2131.507	2129.442	-2.065	-2	-2	3	3	757144.598	1064334.185	757147.343	1064339.52	2129.382	2129.382
			40	757154.863	1064332.28	2131.195	2129.598	-1.597	-2	-2	3	3	757153.49	1064329.61	757156.235	1064334.945	2129.538	2129.538
			50	757163.755	1064327.7	2130.014	2128.844	-1.17	2	-2	3	3	757162.383	1064325.035	757165.128	1064330.37	2128.904	2128.784
2	Circular	PC	58.549	757171.357	1064323.79	2129.172	2127.756	-1.417	2	-2	3	3	757169.984	1064321.124	757172.729	1064326.459	2127.816	2127.696
			60	757172.663	1064323.16	2129.006	2127.562	-1.444	2	-2	3	3	757171.421	1064320.429	757173.905	1064325.89	2127.622	2127.502
2	Circular	PT	60.836	757173.428	1064322.82	2128.898	2127.448	-1.449	2	-2	3	3	757172.263	1064320.06	757174.594	1064325.589	2127.508	2127.388
			70	757181.873	1064319.26	2126.937	2126.148	-0.789	2	-2	3	3	757180.708	1064316.5	757183.038	1064322.029	2126.208	2126.088
			80	757191.088	1064315.38	2125.116	2124.654	-0.461	2	-2	3	3	757189.922	1064312.616	757192.253	1064318.144	2124.714	2124.594
			90	757200.302	1064311.5	2123.457	2123.16	-0.297	-2	-2	3	3	757199.137	1064308.731	757201.468	1064314.26	2123.1	2123.1
3	Circular	PC	99.98	757209.499	1064307.62	2122.059	2121.671	-0.388	-2	-2	3	3	757208.334	1064304.854	757210.664	1064310.383	2121.611	2121.611
			100	757209.517	1064307.61	2122.056	2121.668	-0.388	-2	-2	3	3	757208.354	1064304.846	757210.681	1064310.376	2121.608	2121.608
3	Circular	PT	100.832	757210.289	1064307.3	2121.969	2121.544	-0.425	-2	-2	3	3	757209.203	1064304.503	757211.375	1064310.095	2121.484	2121.484
			110	757218.834	1064303.98	2121.12	2120.181	-0.94	-2	-2	3	3	757217.748	1064301.183	757219.921	1064306.776	2120.121	2120.121
			120	757228.156	1064300.36	2120.501	2118.695	-1.806	-2	-2	3	3	757227.069	1064297.562	757229.242	1064303.155	2118.635	2118.635
			130	757237.477	1064296.74	2117.949	2117.24	-0.708	-2	-2	3	3	757236.391	1064293.941	757238.563	1064299.534	2117.18	2117.18
			140	757246.798	1064293.12	2115.438	2115.837	0.399	-2	-2	3	3	757245.712	1064290.32	757247.885	1064295.912	2115.777	2115.777
			141.785	757248.462	1064292.47	2115.592	2115.591	-0.001	-2	-2	3	3	757247.376	1064289.673	757249.548	1064295.266	2115.531	2115.531

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 4. Información de localización vía de acceso portal entrada túnel 3.

PI #	Tipo Curva	Tipo Punto	Abscisa [m]	Eje [m]			Cota Roja Eje [m]	Cota de Trabajo [m]	Peralte [%]		Ancho Carril [m]		Coordenadas borde izquierdo		Coordenadas borde derecho		Cota Borde [m]	
				N	E	Cota			Izquierda	Derecha	Izquierdo	Derecho	N	E	N	E	Izquierda	Derecha
			0	757983.252	1064254.94	2134.79	2130.659	-4.13	-2	-2	3	3	757983.791	1064257.895	757982.713	1064251.992	2130.599	2130.599
			10	757973.415	1064256.74	2133.193	2131.133	-2.06	-2	-2	3	3	757973.953	1064259.69	757972.876	1064253.788	2131.073	2131.073
1	Circular	PC	14.785	757968.707	1064257.6	2133.162	2131.385	-1.777	-2	-2	3	3	757969.246	1064260.549	757968.169	1064254.647	2131.325	2131.325
			20	757963.605	1064258.67	2133.435	2131.724	-1.711	-2	-2	3	3	757964.303	1064261.591	757962.907	1064255.756	2131.664	2131.664
			30	757954.018	1064261.5	2134.42	2132.851	-1.569	-2	-2	3	3	757955.016	1064264.332	757953.021	1064258.673	2132.791	2132.791
			40	757944.778	1064265.31	2135.999	2134.635	-1.363	-2	-2	3	3	757946.064	1064268.023	757943.491	1064262.603	2134.575	2134.575
1	Circular	PT	44.619	757940.654	1064267.39	2136.982	2135.527	-1.455	-2	-2	3	3	757942.07	1064270.038	757939.239	1064264.748	2135.467	2135.467
			50	757935.91	1064269.93	2138.337	2136.546	-1.79	-2	-2	3	3	757937.325	1064272.577	757934.494	1064267.287	2136.486	2136.486
			60	757927.092	1064274.65	2140.269	2138.353	-1.916	0.55	-0.55	3	3	757928.508	1064277.295	757925.677	1064272.004	2138.369	2138.336
2	Circular	PC	68.747	757919.38	1064278.78	2141.948	2139.89	-2.057	2	-2	3	3	757920.795	1064281.421	757917.964	1064276.131	2139.95	2139.83
			70	757918.263	1064279.34	2142.174	2140.11	-2.064	2	-2	3	3	757919.567	1064282.046	757916.959	1064276.642	2140.17	2140.05
2	Circular	PT	71.47	757916.924	1064279.95	2142.394	2140.367	-2.027	2	-2	3	3	757918.094	1064282.713	757915.754	1064277.188	2140.427	2140.307
			80	757909.069	1064283.28	2143.681	2141.605	-2.076	1.551	-1.551	3	3	757910.239	1064286.039	757907.899	1064280.513	2141.652	2141.558
			90	757899.861	1064287.18	2144.139	2142.474	-1.665	1.025	-1.025	3	3	757901.03	1064289.938	757898.691	1064284.413	2142.504	2142.443
			100	757890.652	1064291.07	2144.943	2142.975	-1.968	0.499	-0.499	3	3	757891.822	1064293.837	757889.482	1064288.312	2142.99	2142.96
			110	757881.444	1064294.97	2146.015	2143.738	-2.278	-2	-2	3	3	757882.613	1064297.736	757880.274	1064292.211	2143.678	2143.678
			120	757872.235	1064298.87	2147.691	2145.167	-2.524	-2	-2	3	3	757873.405	1064301.635	757871.065	1064296.11	2145.107	2145.107
			130	757863.027	1064302.77	2148.457	2146.282	-2.175	-2	-2	3	3	757864.196	1064305.534	757861.857	1064300.009	2146.222	2146.222
			140	757853.818	1064306.67	2149.214	2146.872	-2.341	-2	-2	3	3	757854.988	1064309.433	757852.648	1064303.908	2146.812	2146.812
3	Circular	PC	147.51	757846.902	1064309.6	2148.854	2146.979	-1.875	-2	-2	3	3	757848.072	1064312.362	757845.732	1064306.836	2146.919	2146.919
			150	757844.652	1064310.66	2148.71	2146.963	-1.748	-2	-2	3	3	757846.047	1064313.32	757843.258	1064308.008	2146.903	2146.903
3	Circular	PT	150.973	757843.798	1064311.13	2148.79	2146.955	-1.834	-2	-2	3	3	757845.279	1064313.739	757842.318	1064308.52	2146.895	2146.895
			160	757835.947	1064315.58	2148.802	2147.425	-1.378	-2	-2	3	3	757837.427	1064318.193	757834.466	1064312.974	2147.365	2147.365
			170	757827.248	1064320.52	2151.049	2149.313	-1.736	-2	-2	3	3	757828.728	1064323.127	757825.768	1064317.908	2149.253	2149.253
			180	757818.55	1064325.45	2154.339	2151.796	-2.543	-2	-2	3	3	757820.03	1064328.06	757817.07	1064322.841	2151.736	2151.736
			190	757809.852	1064330.38	2156.661	2154.279	-2.383	-2	-2	3	3	757811.332	1064332.994	757808.372	1064327.775	2154.219	2154.219
			194.979	757805.521	1064332.84	2157.911	2155.515	-2.396	-2	-2	3	3	757807.001	1064335.45	757804.041	1064330.232	2155.455	2155.455

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 5. Información de localización talud y chaflán de la vía de acceso portal salida túnel 2.

Abscisa	Lado Izquierdo								Eje				Lado Derecho							
	Chaflan				Pie Talud				Coordenada [m]		Cota [m]		Pie Talud				Chaflan			
	[m]	Cota [m]	Distancia Eje [m]	N	E	Cota [m]	Distancia Eje [m]	N	E	N	E	Negra	Subrasante	N	E	Distancia Eje [m]	Cota [m]	N	E	Distancia Eje [m]
0	2131.287	4.577	757118.178	1064349.391	2131.738	3	757119.093	1064350.676	757120.834	1064353.119	2132.959	2131.798	757124.047	1064357.629	3	2131.738	757122.575	1064355.563	5.538	2137.414
10	2131.638	3.061	757127.202	1064344.824	2130.916	3	757127.238	1064344.873	757128.978	1064347.317	2134.147	2130.976	757132.762	1064352.628	3	2130.916	757130.719	1064349.76	6.521	2138.557
PC1 18.520	2130.673	3.057	757134.144	1064339.884	2129.959	3	757134.177	1064339.93	757135.917	1064342.373	2132.612	2130.019	757139.858	1064347.905	3	2129.959	757137.658	1064344.817	6.791	2138.142
20	2130.403	3.017	757135.516	1064339.004	2129.768	3	757135.525	1064339.018	757137.144	1064341.544	2132.417	2129.828	757140.703	1064347.102	3	2129.768	757138.762	1064344.071	6.6	2137.569
PT1 22.835	2130.001	3.008	757138.224	1064337.455	2129.384	3	757138.227	1064337.462	757139.6	1064340.13	2132.165	2129.444	757142.511	1064345.788	3	2129.384	757140.972	1064342.798	6.363	2136.71
30	2129.549	3.083	757144.56	1064334.111	2128.782	3	757144.598	1064334.185	757145.971	1064336.852	2131.507	2128.842	757148.689	1064342.136	3	2128.782	757147.343	1064339.52	5.942	2135.266
40	2129.726	3.094	757153.447	1064329.526	2128.938	3	757153.49	1064329.61	757154.863	1064332.278	2131.195	2128.998	757157.217	1064336.853	3	2128.938	757156.235	1064334.945	5.145	2133.828
50	2127.868	4.554	757161.672	1064323.654	2128.304	3	757162.383	1064325.035	757163.755	1064327.703	2130.014	2128.244	757165.95	1064331.969	3	2128.184	757165.128	1064330.37	4.797	2132.378
PC2 58.549	2127.384	3.647	757169.689	1064320.549	2127.216	3	757169.984	1064321.124	757171.357	1064323.792	2129.172	2127.156	757173.602	1064328.155	3	2127.096	757172.729	1064326.459	4.907	2131.51
60	2127.346	3.413	757171.25	1064320.053	2127.022	3	757171.421	1064320.429	757172.663	1064323.159	2129.006	2126.962	757174.698	1064327.636	3	2126.902	757173.905	1064325.89	4.917	2131.336
PT2 60.836	2127.357	3.228	757172.175	1064319.85	2126.908	3	757172.263	1064320.06	757173.428	1064322.824	2128.898	2126.848	757175.344	1064327.369	3	2126.788	757174.594	1064325.589	4.932	2131.253
70	2125.616	3.888	757180.363	1064315.681	2125.608	3	757180.708	1064316.5	757181.873	1064319.264	2126.937	2125.548	757183.622	1064323.414	3	2125.488	757183.038	1064322.029	4.504	2129.095
80	2123.286	5.142	757189.09	1064310.642	2124.114	3	757189.922	1064312.616	757191.088	1064315.38	2125.116	2124.054	757192.631	1064319.041	3	2123.994	757192.253	1064318.144	3.973	2126.54
90	2121.772	4.992	757198.363	1064306.896	2122.5	3	757199.137	1064308.731	757200.302	1064311.496	2123.457	2122.56	757201.792	1064315.028	3	2122.5	757201.468	1064314.26	3.833	2124.767
PC3 99.980	2120.82	4.186	757207.873	1064303.761	2121.011	3	757208.334	1064304.854	757209.499	1064307.619	2122.059	2121.071	757210.982	1064311.136	3	2121.011	757210.664	1064310.383	3.817	2123.244
100	2120.818	4.185	757207.894	1064303.754	2121.008	3	757208.354	1064304.846	757209.517	1064307.611	2122.056	2121.068	757210.998	1064311.13	3	2121.008	757210.681	1064310.376	3.817	2123.242
PT3 100.832	2120.738	4.119	757208.797	1064303.46	2120.884	3	757209.203	1064304.503	757210.289	1064307.299	2121.969	2120.944	757211.68	1064310.881	3	2120.884	757211.375	1064310.095	3.842	2123.169
110	2120.177	3.028	757217.738	1064301.156	2119.521	3	757217.748	1064301.183	757218.834	1064303.979	2121.12	2119.581	757220.371	1064307.936	3	2119.521	757219.921	1064306.776	4.245	2122.61
120	2119.342	3.354	757226.941	1064297.232	2118.035	3	757227.069	1064297.562	757228.156	1064300.358	2120.501	2118.095	757229.871	1064304.775	3	2118.035	757229.242	1064303.155	4.738	2122.111
130	2115.498	5.523	757235.477	1064291.589	2116.58	3	757236.391	1064293.941	757237.477	1064296.737	2117.949	2116.64	757238.98	1064300.607	3	2116.58	757238.563	1064299.534	4.152	2119.484
140	2115.321	3.684	757245.464	1064289.682	2115.177	3	757245.712	1064290.32	757246.798	1064293.116	2115.438	2115.237	757248.126	1064296.535	3	2115.177	757247.885	1064295.912	3.668	2117.112
141.785	2114.659	4.307	757246.902	1064288.455	2114.931	3	757247.376	1064289.673	757248.462	1064292.47	2115.592	2114.991	757249.78	1064295.863	3	2114.931	757249.548	1064295.266	3.641	2116.812

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 6. Información de localización talud y chafalán de la vía de acceso portal entrada túnel 3.

Abscisa	Lado Izquierdo								Eje				Lado Derecho							
	Chaffan				Pie Talud				Coordenada [m]		Cota [m]		Pie Talud				Chaffan			
	[m]	Cota [m]	Distancia Eje [m]	N	E	Cota [m]	Distancia Eje [m]	N	E	N	E	Negra	Subrasante	N	E	Distancia Eje [m]	Cota [m]	N	E	Distancia Eje [m]
0	2141.169	6.488	757984.417	1064261.33	2129.999	3	757983.791	1064257.9	757983.252	1064254.94	2134.79	2130.059	757982.678	1064251.8	3	2129.999	757982.713	1064251.99	3.198	2131.2
10	2137.556	5.139	757974.337	1064261.8	2130.473	3	757973.953	1064259.69	757973.415	1064256.74	2133.193	2130.533	757972.868	1064253.74	3	2130.473	757972.876	1064253.79	3.044	2131.207
PC1 14.785	2137.084	4.9	757969.587	1064262.42	2130.725	3	757969.246	1064260.55	757968.707	1064257.6	2133.162	2130.785	757968.165	1064254.62	3	2130.725	757968.169	1064254.65	3.023	2131.394
20	2136.722	4.669	757964.692	1064263.21	2131.064	3	757964.303	1064261.59	757963.605	1064258.67	2133.435	2131.124	757962.905	1064255.75	3	2131.064	757962.907	1064255.76	3.007	2131.685
30	2136.912	4.36	757955.468	1064265.61	2132.191	3	757955.016	1064264.33	757954.018	1064261.5	2134.42	2132.251	757952.954	1064258.48	3	2132.191	757953.021	1064258.67	3.201	2132.59
40	2138.358	4.248	757946.599	1064269.15	2133.975	3	757946.064	1064268.02	757944.778	1064265.31	2135.999	2134.035	757943.257	1064262.11	3	2133.975	757943.491	1064262.6	3.545	2134.031
PT1 44.619	2139.241	4.245	757942.657	1064271.14	2134.867	3	757942.07	1064270.04	757940.654	1064267.39	2136.982	2134.927	757939.18	1064264.64	3	2134.867	757939.239	1064264.75	3.124	2135.343
50	2140.628	4.367	757937.97	1064273.78	2135.886	3	757937.325	1064272.58	757935.91	1064269.93	2138.337	2135.946	757934.472	1064267.25	3	2135.886	757934.494	1064267.29	3.046	2136.627
60	2143.421	4.667	757929.294	1064278.76	2137.769	3	757928.508	1064277.3	757927.092	1064274.65	2140.269	2137.753	757925.659	1064271.97	3	2137.769	757925.677	1064272	3.039	2138.454
PC2 68.747	2145.049	4.683	757921.589	1064282.91	2139.35	3	757920.795	1064281.42	757919.38	1064278.78	2141.948	2139.29	757917.948	1064276.1	3	2139.23	757917.964	1064276.13	3.035	2139.937
70	2145.323	4.7	757920.306	1064283.58	2139.57	3	757919.567	1064282.05	757918.263	1064279.34	2142.174	2139.51	757916.946	1064276.61	3	2139.45	757916.959	1064276.64	3.031	2140.143
PT2 71.470	2145.578	4.7	757918.756	1064284.28	2139.827	3	757918.094	1064282.71	757916.924	1064279.95	2142.394	2139.767	757915.748	1064277.17	3	2139.707	757915.754	1064277.19	3.015	2140.352
80	2146.392	4.564	757910.849	1064287.48	2141.052	3	757910.239	1064286.04	757909.069	1064283.28	2143.681	2141.005	757907.88	1064280.47	3	2140.958	757907.899	1064280.51	3.049	2141.706
90	2147.236	4.562	757901.639	1064291.38	2141.904	3	757901.03	1064289.94	757899.861	1064287.18	2144.139	2141.874	757898.586	1064284.16	3	2141.843	757898.691	1064284.41	3.27	2142.173
100	2148.267	4.741	757892.501	1064295.44	2142.39	3	757891.822	1064293.84	757890.652	1064291.07	2144.943	2142.375	757889.45	1064288.24	3	2142.36	757889.482	1064288.31	3.082	2142.878
110	2149.774	5.012	757883.398	1064299.59	2143.078	3	757882.613	1064297.74	757881.444	1064294.97	2146.015	2143.138	757880.132	1064291.88	3	2143.078	757880.274	1064292.21	3.365	2143.313
120	2151.53	5.119	757874.231	1064303.59	2144.507	3	757873.405	1064301.64	757872.235	1064298.87	2147.691	2144.567	757871.031	1064296.03	3	2144.507	757871.065	1064296.11	3.088	2145.375
130	2151.778	4.834	757864.911	1064307.22	2145.622	3	757864.196	1064305.53	757863.027	1064302.77	2148.457	2145.682	757861.839	1064299.97	3	2145.622	757861.857	1064300.01	3.047	2146.363
140	2152.58	4.903	757855.73	1064311.19	2146.212	3	757854.988	1064309.43	757853.818	1064306.67	2149.214	2146.272	757852.613	1064303.82	3	2146.212	757852.648	1064303.91	3.091	2147.09
PC3 147.510	2151.585	4.54	757848.672	1064313.78	2146.319	3	757848.072	1064312.36	757846.902	1064309.6	2148.854	2146.379	757845.718	1064306.8	3	2146.319	757845.732	1064306.84	3.036	2147.028
150	2151.347	4.467	757846.729	1064314.62	2146.303	3	757846.047	1064313.32	757844.652	1064310.66	2148.71	2146.363	757843.244	1064307.98	3	2146.303	757843.258	1064308.01	3.029	2146.992
PT3 150.973	2151.29	4.45	757845.994	1064315	2146.295	3	757845.279	1064313.74	757843.798	1064311.13	2148.79	2146.355	757842.305	1064308.5	3	2146.295	757842.318	1064308.52	3.027	2146.979
160	2151.467	4.354	757838.095	1064319.37	2146.765	3	757837.427	1064318.19	757835.947	1064315.58	2148.802	2146.825	757833.959	1064312.08	3	2146.765	757834.466	1064312.97	4.028	2146.337
170	2153.478	4.394	757829.416	1064324.34	2148.653	3	757828.728	1064323.13	757827.248	1064320.52	2151.049	2148.713	757825.749	1064317.87	3	2148.653	757825.768	1064317.91	3.038	2149.37
180	2156.945	4.719	757820.878	1064329.56	2151.136	3	757820.03	1064328.06	757818.55	1064325.45	2154.339	2151.196	757816.94	1064322.61	3	2151.136	757817.07	1064322.84	3.264	2152.536
190	2159.175	4.636	757812.139	1064334.42	2153.619	3	757811.332	1064332.99	757809.852	1064330.38	2156.661	2153.679	757808.259	1064327.58	3	2153.619	757808.372	1064327.78	3.228	2154.911
194.979	2160.422	4.639	757807.81	1064336.88	2154.855	3	757807.001	1064335.45	757805.521	1064332.84	2157.911	2154.915	757803.92	1064330.02	3	2154.855	757804.041	1064330.23	3.245	2156.199

Fuente: Elaboración propia

