

PROYECTO PARA LA VARIANTE DE POPAYÁN

PASTO – POPAYÁN – CALI

COMPONENTE GEOLÓGICO

UNIVERSIDAD DEL CAUCA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL

POPAYÁN

ABRIL DE 2003

INTRODUCCIÓN

Todas las ramas de la Ingeniería Civil afectan a la superficie de la tierra, puesto que se asientan o se abren en alguna parte de la corteza terrestre. La Ingeniería proyecta esas obras y dirige e inspecciona su ejecución. Se llama Geología el amplio campo de investigación científica que se ocupa de la composición y disposición de la corteza terrestre. Este informe trata de la aplicación de esta clase de estudios a la técnica y práctica de la Ingeniería de carreteras.

Un ingeniero que conozca la Geología estará en condiciones de resolver la mayor parte de las dificultades que dependen de la naturaleza del terreno, de la constitución de las rocas y de las corrientes de agua y, lo que no es menos importante, sabrá decidir cuando es necesario consultar a un especialista.

OBJETIVOS

- Reconocer e identificar la importancia de la geología en el diseño de una vía.
- Seguir el procedimiento de estudio geológico para la construcción de una carretera, en este caso la variante de Popayán.

PROYECTO PARA LA VARIANTE DE POPAYÁN

PASTO – POPAYÁN – CALI

ESTUDIO GEOLÓGICO

La gran densidad del tráfico que pasa por la ciudad de Popayán, llevó al MOPT a estudiar una variante para aliviar dicha circunstancia. La ruta escogida se localiza al occidente de la ciudad.

Las condiciones geológicas, miradas desde un punto de vista primordialmente geomorfológico y geodinámico, se describen a continuación

GEOLOGÍA GENERAL:

Recientemente y con motivo del terremoto el 31 de marzo de 1983, se estudiaron las condiciones geológicas,

hidrogeológicas y estratigráficas de una zona aledaña al proyecto para la variante de Popayán (Tenjo, Padilla, Otros). De dicho estudio puede correlacionarse, en cuanto a estratigrafía y a geología estructural se refiere, lo siguiente:

ESTRATIGRAFIA

Se ha dividido la estratigrafía de la zona en dos formaciones, basados en los resultados de cinco perforaciones efectuadas por C.V.C.

FORMACION POPAYAN: Incluye un conjunto de rocas principalmente volcánicas (ignimbritas), aglomerados, areniscas y en menor proporción arcillolitas. Son desde el punto de vista de calidad de roca, rocas blandas (medianamente litificadas) y como producto de su meteorización dan suelos Limo–Arcillosos de color Amarillo, Amarillo–Café, Amarillo–Rojizo, medianamente plásticos.

FORMACION PUBENZA: Esta constituido por suelos o depósitos inconsolidados de gravas y arenas, los cuales forman los varios pisos de las terrazas del río Cauca. El espesor total de esta formación alcanza unos 80 metros aprox.

GEOLÓGIA ESTRUCTURAL

La zona está afectada por dos sistemas regionales de Fallas geológicas a saber:

SISTEMA ROMERAL: De dirección Nor–Noreste, de fallas prácticamente verticales. Comprende las fallas de Cadillal, de Ejido y de Julumito.

SISTEMA RIO CAUCA: Se le llamó así para diferenciarlo del sistema Cauca–Patía. Su rumbo es aproximado este–oeste y controla el curso actual del río Cauca (de allí su nombre); comprende además la falla del río Molino. Los sistemas de diaclasas están poco desarrollados en la formación Popayán, solo parece claro el control de la red hidrográfica por un sistema de fracturas orientadas este–oeste en el tramo Km 11 a KM 14. Dicho patrón de diaclasamiento se orienta, regionalmente, en forma paralela a la falla del Río Cauca.

Reconocida la estratigrafía y la geología estructural de la zona–proyecto, se puede describir las condiciones que estudiaron a lo largo del corredor.

GEOMORFOLOGIA:

El área de estudio esta constituida por dos zonas geomorfológicas; La primera por montículos redondeados a suavemente ondulados y la segunda por el llano de Pubenza, constituido por los pisos de terraza del río Cauca. Estas zonas se corresponden con dos tipos de textura fluvial. La primera corresponde a una textura dendrítica de alta frecuencia con corrientes de tipo consecuente las cuales recorren los terrenos relativamente impermeables de la formación Popayán; en esta red fluvial se distingue claramente valles fluviales relativamente muy amplios para los tamaños de las corrientes actuales, lo cual sugiere la presencia de ríos que no encajan, dicha circunstancia se explica muy posiblemente, debido a la presencia pleistocénica de glaciación con el consecuente aumento de caudales en las corrientes; dentro de este drenaje dendrítico se distingue una sub–zona con fracturas orientadas este–oeste (patrón Trellis).

La segunda zona es de tipo dendrítico de textura gruesa, reflejando el carácter relativamente permeable de los suelos sobre los que se desarrolla; corresponden a las terrazas aluviales del río Cauca (K 4 + 500 a K 6 + 400) el cual conforma un valle de tipo transversal y genéticamente de tipos subsecuente. Se destaca el poco caudal, poca competencia de las quebradas de la región, las cuales muestran riveras estables con buena cobertura vegetal y sin geoformas que indiquen fenómenos de erosión lateral activa, erosión concentrada u otros fenómenos asociados.

Esta condición de estabilidad debe reflejar en últimas un buen equilibrio de la red debido a la poca diferencia de altura que existe con respecto al nivel de base de erosión regional constituido por río Cauca.

DESCRIPCION POR TRAMOS

TRAMO K0 + 000 A K3 + 000

En forma general la vía se proyecta sobre suelos negruzcos, orgánicos, saturados, muy blandos, con espesor del orden de 10 metros probados por sondeos mecánicos. Su caracterización debe realizarse con base en los sondeos de suelos para analizar en forma general las características del movimiento del agua subterránea en este tramo, se recomienda tomar cuidadosamente las profundidades de los niveles estáticos para construir con los resultados obtenidos un mapa de líneas y sopiesas y deducir posteriormente las líneas de flujo; sobre este mapa se podrá programar un sistema de drenaje.

TRAMO K3+000 A K3+650

En este tramo el proyecto se desarrolla sobre suelos residuales Arcillo-limosos de color amarillo-rojizo, plásticos, derivados de rocas volcánicas (Ignimbritas) de la formación Popayán. En la abscisa K3 + 500 hay una morfología cóncava, antigua y erosionada. El reconocimiento de campo puso de manifiesto que se trata de un desplazamiento tipo flujo de tierra de poco espesor. Para evitar esta pequeña inestabilidad se corrió la línea de proyecto hacia el Sur, donde las características geomorfológicas indican buena estabilidad.

La vía continua por zonas de pie de ladera a lo largo de las cuales las condiciones geomorfológicas indican la presencia de taludes naturales estables.

TRAMO K3 + 650 A PONTIADERO SOBRE EL RIO CAUCA

En este sector la vía se desarrolla sobre las terrazas del río Cauca conformadas por gravas arenosas, permeables, mecánicamente estables. Desde K3 + 650 a K4 + 500, la línea proyecto toca suelos residuales arcillo-limosos derivados de los depósitos fluvio-volcanicos de la terraza alta de Popayán T4 la cual forma taludes naturales estables.

TRAMO PONTIADERO SOBRE EL RIO CAUCA A K6 + 000

Sobre el piso de la terraza T2 constituida por guijarros y bolos de rocas volcánicas en matriz de arena, se comprobó que, aun a la altura que poseen (5 mts Aprox.) son estables.

TRAMO K6 + 000 A k8 + 000

La línea continua ascendiendo sobre suelos residuales Arcillo-limosos plásticos, con morfología suavemente ondulados; entre K7 + 700 a K7 + 800 se presenta una zona potencialmente inestable constituida por suelos inestables saturados en los cuales se desarrolla deformaciones lentas tipo Creep. En este tramo se recomienda un sistema de drenaje por zanjas para disminuir el alto contenido de humedad de los suelos, aumentando su resistencia.

En la abscisa K6+430 la vía entra en terrenos de la formación Pubenza, sobre el piso de terraza T2, del río Cauca conformado por gravas y arenas permeables las cuales se reflejan en una red fluvial de baja frecuencia, contrastante con la frecuencia alta de los suelos residuales Arcillo-limosos de la formación Popayán.

TRAMO K8 + 000 A k9 + 000

En los tramos K8+300 a K8+350 y K8+600 a K8+900 se reconocieron antiguos deslizamientos en forma de

flujo de lodo los cuales dan geoformas globuladas y alargadas como arrugas, indicativas de movimiento de flujo plástico lento, tipo Creep. El mecanismo del movimiento se atribuye a la saturación de los suelos residuales debido a la presencia de nacimientos de agua. Para eludir esta zona potencialmente inestable se corrió la línea hacia el oeste acercándola al filo para encontrar condiciones estables. No se observan fenómenos de inestabilidad en el resto del tramo.

TRAMO K9 + 000 A K11 + 000

La vía recorre ahora un filo alargado con su cima plana a levemente ondulada donde afloran suelos residuales arcillo-limosos de color amarillo-rojizo, plásticos. Aunque se presentan lateralmente algunas morfológicas de antiguos deslizamientos, estos se localizan bastante alejados de la línea del proyecto.

TRAMO K11 + 000 A K12 + 000

Los espesores de los suelos orgánicos son de 1 a 2 metros y su remoción no constituye problema para obras; las orillas de las cañadas no presentan problemas por procesos erosivos como para causar inestabilidad a las obras allí planificadas.

En el tramo K11+100 a K11+300 se presenta, al lado sur de la línea, un antiguo deslizamiento de suelo arcillo-limoso-rojizo-plástico y blando. En este sector la alta saturación provocó antiguamente inestabilidad en los suelos saturados, circunstancia que favoreció la formación de flujos de tierra. Sobre el terreno se presentan geoformas loguladas y alargadas las cuales indican deformación lenta y continua tipo Creep. Para eludir esta zona de inestabilidad potencial se corrió el eje de la línea unos 70 metros hacia el norte, alejándolo de la zona problema.

TRAMO K12 + 000 A K15 + 500

En este tramo la vía se desarrolla sobre suelos residuales arcillo-limosos de color amarillo-rojizos, plásticos, cuyo espesor es de varios metros. La morfología del tramo presenta formas muy suavemente onduladas con rastros en los pequeños cauces y de pastos naturales en los montículos. No se presentan fenómenos de inestabilidad.

FUENTES DE MATERIALES

Se exploraron los alrededores de la ciudad de Popayán con el objeto de analizar los afloramientos de los diferentes tipos de roca que potencialmente pueda utilizarse como materiales de construcción de la vía, especialmente como base y sub-base.

Se exploraron las vías Popayán-Totoró, Popayán-Patito, además los alrededores de la ciudad.

Sobre la vía Totoró, se contó el kilometraje desde la desviación de la carretera panamericana, estudiándose los siguientes sitios:

K3+000: Aflora una roca volcánica y ignimbrítica, algo meteorizada y poco fracturada. Su calidad debe mejorar considerablemente en profundidad. Con base en el estudio de afloramiento se pueden establecer las siguientes reservas inferidas: El afloramiento está recubierto de espesor variable, el cual deberá ser precisado.

K13 + 800: Subiendo hacia Totoró y a mano izquierda aflora una roca de grano fino, color verde claro, compacta y muy dura, intercalada entre esquistos verdes y meteorizados de rumbo noreste y buzamiento próximo a la vertical.

La roca se clasifica como cuarcita y superficialmente se encuentra tapado por suelo volcánico y de espesor

variable. Su calidad se estima apropiada para la construcción de la vía.

Mas adelante, hacia Totoró, se tomo el carretable a la vereda San José,. A 2 Km del punto de desviación y cerca a la quebrada honda aflora una roca de color verde oscuro, superficialmente meteorizada, correspondiente a una diabasa fracturada.

En la localidad de patio sobre la vía a Coconuco se estableció una buena fuente de material constituido por un pórfido cuarzo diorítico fresco, compacto. Muy duro y poco fracturado el cual esta siendo aprovechado actualmente para la construcción de la carretera patio Popayán. A pesar de su buena calidad esta localizado a unos 20 Km de Popayán y su acarreo será costoso.

Finalmente al este de Popayán y aledaño al club campestre sobre la quebrada la cantera, aflora una roca ignimbrita de color gris con tintes blancos (porfirita), en estado fresco pero superficialmente tapada por suelos volcánicos. Su calidad se estima apropiada para el proyecto.

ESTUDIO DE SUELOS DE LA SUBRASANTE

Para la exploración y muestreo de los suelos se realizaron sondeos y apliques. Para este estudio se empleó la información de 19 sondeos manuales, la mayoría de ellos localizados en los puntos donde el plano de la banca intercepta la superficie del terreno.

Las muestras para CBR fueron tomadas a lo largo de la variante, Los sitios para las tomas de las muestras, alteradas e inalteradas, fueron seleccionados teniendo en cuenta la humedad natural, el límite líquido, el índice de plasticidad, y el índice de consistencia del suelo, de tal manera que se cubrieran en forma representativa los rangos encontrados.

IDENTIFICACIÓN Y ESTRATIGRAFIA

Los suelos predominantes, de acuerdo con la clasificación unificada, son los limos de alta compresibilidad, MH, de origen volcánico. Generalmente son de color amarillo.

La estructura que han adquirido estos suelos durante el tiempo geológico les permiten tener resistencias mucho mejores que las correspondientes a muestras remoldeadas con la misma humedad y densidad seca.

GEOLOGÍA REGIONAL

El área del proyecto se encuentra en la meseta de Popayán la cual está afectada por los dos sistemas regionales de fallas denominados Romeral y Río Cauca.

Estratigráficamente se reconocen dos formaciones principales:

- Formación Popayán: Constituida por rocas volcánicas, aglomerados, areniscas y arcillolitas; Al meteorizarse estas rocas producen suelo limo-arcilloso.
- Formación Pubenza: Constituida por terrazas inconsolidadas de grava, arena y suelo. Además en algunos tramos del proyecto se encontraron aluviones de formación reciente.

Se presenta a continuación los porcentajes de la vía que cubre cada una de las formaciones anteriores.

PORCENTAJE

Aluvión actual (QAL) 11.0%

Formación Pubenza 22.0%

Formación Popayán 67.0%

Se puede decir que la sub-rasante estará constituida por suelos volcánicos principalmente por cenizas meteorizadas.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- La inestabilidad potencial más frecuente se debe a zonas de deslizamiento en forma de flujo de lodo en suelos arcillo – limosos plásticos, blandos y saturados, localizados en cercanías a nacimientos de agua.
- Las condiciones dinámicas del cauce del río Cauca en la zona del ponteadero sugieren un proceso de sedimentación y no de erosión.
- El tramo K0 a K3 + 500 se desarrolla sobre suelos blandos orgánicos, de pantano.
- En general la vía se cataloga como esencialmente estable.
- En obras de gran tamaño e importancia es necesario hacer un estudio más completo, como lo es un estudio de la geología del terreno pues esta abarca muchos más detalles y nos aporta datos mas precisos y útiles.
- Los estudios geológicos y de suelos nos ayudan a encontrar las ventajas y desventajas que tenemos en un terreno del que dispongamos para ejecutar una obra civil.
- Del componente ambiental en proyectos como este, se puede decir que el conocimiento profundo y la vision integral sobre todos los aspectos que involucre la obra permitirá establecer un correcto estudio de impacto ambiental y una correcta labor de interventoría en la ejecución del proyecto.

BIBLIOGRAFIA

PLAN PARA LA CONSERVACION DEL PATRIMONIO VIAL MUNICIPAL, Provial, Popayán.
Septiembre 1.998.

ESTUDIO GEOLOGICO Y DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE PROYECTO PARA LA VARIANTE
DE POPAYAN. Paulo Emilio Bravo y Cia. Ltda.

CUJAR CHAMORRO, Germán. Estabilidad de taludes. Popayán. Diciembre de 1992. Universidad del cauca.