

Informe Geológico sobre las dos Líneas de la
Prolongación del Ferrocarril del Norte, trazadas
por el Alto del Aire y por el Boqueron de Carrizal.

La naturaleza de las rocas que cruza un ferrocarril, como es sabido, influye considerablemente en el costo de construcción y en la conservación de la vía. En esta parte se trata del trazado en una región donde no se presentan rocas eruptivas, es decir de ~~una región exclusivamente sedimentaria~~ ^{de una región exclusivamente sedimentaria} ~~sedimentos~~ ^{sedimentos}. Las especies de ~~rocas~~ que ocurren se reducen a un corto número, en cambio es muy variada la sucesión estratigráfica de estas especies, como también lo es su construcción geológica.

Las formaciones geológicas que ocurren en el terreno presentan en parte sedimentos que son favorables para la construcción, pero otra parte está constituida de estratos que ocasionaran dificultades. Sin embargo, los defectos que se presentan no son tanto de índole petrográfica y estratigráfica, como de índole tectónica, en especial de los plegamientos, acentuados que son típicos para el terreno cordillerano, además de los dislocamientos en grande escala y del trituramiento que ha sufrido la roca. También influyen decisivamente en la construcción el grado de descomposición que muestran los sedimentos, el declive que tienen en la superficie, la altura del declive, en fin toda la configuración geográfica que afecta el afloramiento de los sedimentos. Todo esto debe tenerse en cuenta al hacer la apreciación geológica del trazado de una vía y todo hay que atenderlo detalladamente y en conjunto, pues puede suceder por ejemplo que determinada roca que bajo ciertas condiciones ^{geológicas} es sólida en un punto, no lo es en otro donde ~~las~~ ^{dichas} condiciones son distintas.

La prolongación del ferrocarril del Norte, proyectada de ^{emocon} hasta Ubaté, cruza un terreno cordillerano que está constituido de las formaciones cretácea, terciaria y cuaternaria.

La formación cretácea, con respecto ~~al terreno cordillerano~~ ^{al terreno cordillerano} a este terreno, ~~está~~ está representada por dos pisos, de los cuales el inferior es el piso de Villeta y el superior el piso de Guadalupe.

El piso de Villeta está formado en esta parte y de manera preferen-

te por pizarras y arcillas pizarrosas, de color casi siempre oscuro e interpuestas por bancos y horizontes de arenisca. Las pizarras y arcillas cuando se hallan en plegamientos comprimidos y en estado descompuesto, se vuelven deleznable y obstruyen los cortes ~~profundos~~ ^{profundos} en las pendientes, experiencia que se ha hecho ^{por ejemplo} en el ferrocarril de Girardot, en el trayecto de Apulo para arriba. Por fortuna, entre Ubaté y Nemocon, este piso apenas alcanza a aflorar; formando ~~lomas~~ ^{lomitas} poco extensas al pié de las cordilleras compuestas de los conjuntos superiores de arcillas blandas y duras y de algunos bancos de arenisca. Como en esta parte no habrá necesidad de hacer cortes profundos, apenas habrá ocasión para que se produzcan los deslizamientos.

El piso de Guadalupe muestra un desarrollo general en dos conjuntos. El conjunto inferior está formado ^{esencialmente} de arcillas oscuras muy pizarrosas y deleznable que alternan con pizarras de mayor dureza y, en gran escala, con bancos y horizontes compuestas de planchas ~~de~~ ^{de} silico-arcillosas que, por ser muy planas, se han llamado "plaeners". En este conjunto las areniscas son subordinadas. El ~~conjunto~~ ^{conjunto} superior generalmente está constituido de bancos gruesos de arenisca que llevan escasa intercalación de arcillas pizarrosas y de plaeners. Gracias a su dureza, las areniscas resisten la acción de la atmósfera y vienen a formar por este motivo las sierras altas del terreno, como las ~~de~~ ^{de} cordilleras de "Galzon", "El Santuario", y de "Perico-Moguá-Susatá" y la de "Piedras Largas, ubicadas en la cercanía de Nemocon; otra cordillera de esta especie es la de "Palacio" ^{y su prolongación}, ubicada entre Ubaté y Cucunubá. En lo general, los sedimentos ^{especiales} del piso de Guadalupe no ofrecen peligros ^{especiales} con respecto a los cortes, plataformas y taludes que se verifican en ellos; las obras de arte se sostienen bastante bien. Ante todo las areniscas son muy resistentes y permiten hacer cortes profundos con taludes ~~de~~ ^{de} fuerte inclinación sin que se presenten derrumbes. Sin embargo, en los casos cuando el trazado de los cortes va en el sentido del rumbo de los estratos inclinados y como entre los bancos hay franjas arcillosas que favorecen el deslizamiento, hay que mantener cuidado porque aquel talud que se halla del lado ^{en que} ~~inclinado~~ de los estratos ~~que~~ se inclinan hacia el interior del

corte, muy probablemente presentará derrumbes ~~xxxx~~ tan pronto las aguas de lluvia remojen la arcilla de las franjas, volviéndolas resbaladizas. En estado descompuesto ^(color pálido) y húmedo, también las pizarras oscuras son delezna- bles. Los plaeners se sostienen bien, salvo los casos cuando se hallan inclinados en igual sentido como uno de los taludes porque también en es- te casos las láminas de arcilla que separan las capas provocaran des- lizamientos.

Las capas del piso de Guadalupe componen los terrenos que la línea atraviesa desde el abra entre Susatá y Suesca hasta la laguna de Suesca, y de ahí hasta el boquerón de Gurubo. El mismo piso forma el trayecto comprendido entre la laguna de Suesca y la población de Cucunubá, en es- pecial los cortes del Carrizal, de La Toma, Juaitoque y desde este punto hasta la cuchilla que limita el valle del ¹ablón hacia el Oriente. El piso de Guadalupe se atraviesa también en la cordillera de ²Palacio y en las lomas que se hallan en su pié occidental.

El piso de Guaduas, perteneciente al terciario inferior, es la formación carbonífera del país, compuesta principalmente de arcillas pizarrosas abigarradas que las más de las veces son blandas y delez- nables. Entre ellas se colocan estratos más resistentes, ante todo las areniscas, ~~quexen~~ parte de las cuales se manifiesta en bancos delgados pero también bancos de algunos metros de espesor. Cierta zona de arenisca adquiere una magnitud de 30 m y se percibe casi siempre en el terreno porque forma cuchillas y también porque su grano es grueso. Aunque no es muy dura, ella es más resistente a la erosión que las arcillas inmediatas. Esta particularidad tiene valor general con respecto a las areniscas. O- tros estratos resistentes son aquellos que están formados de limonita o de ~~arcilla~~ siderita arcillosa.

Las arcillas pizarrosas del piso de Guaduas tienen tendencia a des- lizarse ~~parte de~~ en los cortes, ante todo cuando ha llovido. El caso más desfavorable ^{se presenta} ~~equivale~~ cuando los cortes se hallan dentro del rumbo de las arcillas inclinadas que también pueden contener bancos de arenis- ca. Como las arcillas además están más o menos descompuestas, ellas se vuelven una masa muy resbaladiza que forma derrumbes en los taludes y que, en especial, produce el sollevamiento del fondo de la línea. ~~Las~~

se corten normalmente al rumbo y ~~se hallen dentro del rumbo de los estratos inclinados~~ ofrecieran mayor probabilidad de peligro cuando se hallen dentro del rumbo de los estratos inclinados. Los cortes transversales por los sedimentos ~~entre el material blando, como la arcilla~~ tendrán especial resistencia si se intercalan bancos resistentes, como los de arenisca, ~~entre bancos de material blando~~ aun cuando sean muy delgados. Para evitar gastos superfluos convendrá desplazar en lo posible el trazado de los lugares en que hay que verificar cortes dentro del rumbo de los estratos inclinados, aun cuando esto implique un prolongamiento de la línea. El rumbo y la calidad de los estratos no siempre se podrán reconocer por los afloramientos en el terreno, ~~pero en la mayoría de los casos~~ ~~siempre~~ los rasgos topográficos dan ~~puntos de~~ apoyo suficiente para reconocer el desarrollo geológico general y así determinar el paso mas o menos favorable del trazado. Por este concepto, se podran ahorrar sumas cuantiosas ~~en la mayoría de los casos~~ y al mismo tiempo se acelerará ~~en la mayoría de los casos~~ la construcción efectiva, como tambien se propendrá por la estabilidad de la via ~~en su estado de explotación~~. Queremos demostrar así que es indispensable para la economía de una obra, verificar el estudio geológico tan pronto se halle terminado el trazado segun puntos de vista topográficos ~~en su estado de explotación~~ y variar el trazado de acuerdo con ese estudio antes de iniciar la construcción.

Observaciones especiales en las dos líneas.

1) La línea del Alto del Aire.

El trazado del Alto del Aire se separa del trazado del Carrizal en el km 77,5. Desde este punto del kilometraje hasta el boqueron del Gurubo, ~~en el kilómetro 83~~ el trazado del Alto del Aire pasa por un terreno constituido del piso de Guadalupe. Algunos cortes que tendran hasta unos 10 m de profundidad, encontraran arcillas, plaeners y ademas unos bancos de arenisca con inclinacion fuerte hasta invertida que han sido agrietados a causa del plegamiento recio. Sin embargo, las condiciones geológicas de esta zona parecen buenas en vista de la firmeza de las areniscas y de los plaeners; se recomienda tender ~~algunos~~ los cortes ~~en su estado de explotación~~ algo mas de lo presupuestado. Se comprende que, cuando se cortan las arcillas, los taludes deben ser suaves. Esto se refiere ante todo para la region de la quebrada Susana.

Al aproximarse el trazado al km 84, entra a la parte inferior del piso de Guaduas, la cual se extiende hasta tocar con un banco ancho de arenisca de grano grueso que constituye una loma destacada en la faja llamada Los Peñitos y que equivale geológicamente al nivel que atraviesa el ferrocarril en Lirico y entre Moguá hasta Susatá, cerca de Momocon. Los sedimentos constan casi exclusivamente de arcillas grises y coloradas que contienen algunas capas de arenosas; la inclinación es fuerte hacia el NW y el grado de descomposición es considerable en algunos lugares. Por tratarse de material deleznable, húmedo además, los taludes deberán ser suaves, entre 30 y 45 grados. Esto vale principalmente con respecto al corte de 200 m de largo en el kilometraje 84,670 y 84,870 cuya profundidad llega hasta 19 m; este corte además tiene el inconveniente de que su dirección se aproxima mucho al rumbo de las arcillas. Después de este corte existe otro de 150 m de largo y de 12 m de profundidad, colocado entre boquerones que amenazaran los taludes.

Allende la loma de Peñitos, en una incisión del terreno, el trazado recorre la parte superior del piso de Guaduas, también esencialmente arcillosos-pizarroso y abigarrado. Las arcillas están descompuestas y son deleznales en estado húmedo. La región está cruzada de barrancos profundos y en el terreno que queda entre un y otro barranco hay entre ellos 9 de 6 a 7 m de profundidad que hacer cortes numerosos, se hallan localizados en el espacio de un kilómetro (85,700 hasta 86,700 km). En tanto algunos que son de poca profundidad y que se hallan cerca del km 85 no ofrecen mayores inconvenientes en vista de que se intercalan areniscas, los 9 cortes citados requieren taludes muy suaves, y además presentan el peligro de deslizamientos porque se hallan aproximadamente dentro del rumbo de los estratos. La intercalación de areniscas entre las arcillas que se observa ahí no reduce el peligro, porque los planos de los estratos arcillosos son planos de deslizamiento para las areniscas.

Otro corte que necesita de taludes suaves es el de 300 m que se halla en el abra del alto del Aire. Su profundidad máxima por cierto no es mayor de 9 m, pero sobre las arcillas abigarradas yace una capa de arena arcillosa floja con bloques que tiende a resbalar.

U
C
tros tantos barrancos y cortes como los que quedan al Sur del alto del Aire, se distribuyen en la pendiente septentrional, en la region de Chapalá y desde este punto hasta el km 89. Se presentan ahí las mismas arcillas como en el sector anterior y contienen algunos bancos de arenisca cuyo espesor es hasta de 2 m. El rumbo no ha cambiado, mientras la inclinacion se dirige hacia el SE, es decir nos hallamos en el ala occidental de la artesa geológica profunda, constituida de los pisos de Guadalupe y Guaduas, que se desarrolla entre la laguna de Suesca y el valle de Ubaté y que se prolonga hacia la ensenada sabanera de Nemocon (Véase el plano).^A pesar de que las condiciones geológicas en la region de Chapalá son las mismas como en la region de Los Peñitos, y a pesar de que los cortes en Chapalá llegan hasta 15 m de profundidad, las dificultades no son tantas porque los cortes se hallan en sentido oblicuo hasta transversal al rumbo de los estratos y porque ^{en esta forma} las intercalaciones de bancos de arenisca forman un excelente sosten para las arcillas. Los taludes por lo tanto, dándoles una inclinacion adecuada, se sostendran bien.

Desde luego debo advertir que los terraplenes que se haran en ~~esta~~ el trayecto comprendido entre los bequerones del Gurubo y del Alto del Aire con el material esencialmente arcilloso extraido de los cortes, deben tener taludes bastante suaves porque de otro modo el material blando ocasionará ~~hundimientos~~ hundimientos. ^{Es} indispensable ademas, construir alcantarillas largas y anchas para que regulen convenientemente el escape del agua debajo de los terraplenes.

^A partir del km 89, el trazado entra a la zona de areniscas de grano grueso, las mismas que hemos conocido en Los Peñitos donde se presentan en el flanco oriental de la artesa. ^{La} línea por cierto corre en el mismo sentido de los estratos fuertemente inclinados, mas o menos dentro de las areniscas, no habrá peligro especial de derrumbes ~~porque~~ en vista del material areniscoso y porque los cortes son poco profundos hasta llegar a la vuelta que da paso a la hoya de La Carbonera. En el paso hay un corte de 14 m en que el trazado va en sentido normal a las areniscas y donde por lo tanto no habrá inconvenientes, teniendo en cuenta que la normal es la direccion mas favorable para cruzar los estratos y que el material es areniscoso, es decir firme.

En la pendiente oriental de la hoya de La Carbonera, el trazado vuelve a la parte inferior del piso de Guaduas cuyas particularidades conocimos en el boqueron del Gurubo, recordando que ofrecen las mismos inconvenientes como la parte superior del citado piso. Inmediatamente adelante del km 90 comienza una serie de barrancos situados en arcillas rojas, deleznales y resbaladizas. En los cortes que habrá que efectuar ahí, por ejemplo en los parajes km 90,130; 90,260; 90,460; 90,770, los taludes deberan ser tendidos. Entre la arcilla ocurren algunos bancos de arenisca ~~que se inclinan hacia la loma por cuyo pié pasa el trazado, pero como el rumbo del trazado coincide con el de los estratos habrá que contar con deslizamientos.~~ ^{en parte} con deslizamientos.

Cerca de la quebrada La Carbonera, las arcillas pizarrosas están descompuestas, es decir se prestan a resbalamientos, como por ejemplo en los cortes km 91,200, km 91,420, km 91,650 hasta 91,870. Los cortes son bastante numerosos y el movimiento de tierra aumentará considerablemente por la necesidad de hacer taludes suaves.

En la pendiente occidental de la hoya de La Carbonera, a partir del cruce de la quebrada se presenta primero un trayecto cuyo terreno es sospechoso con respecto a la estabilidad de los cortes, aun cuando las arcillas pizarrosas deleznales se apoyan en capas de arenisca y de limonita. Cerca al km 92, el rumbo de los cortes se aproxima al rumbo de los estratos y estos tienen el inconveniente de buzar en el mismo sentido de la pendiente topográfica. Cuando los estratos se corten de tal manera que una parte de ellos quede suspendida en el talud superior (fig. 1), se presentará el peligro de los deslizamientos si el talud ~~tiene~~ ^{tiene} inclinación no se le da una inclinación muy suave.

Los estratos que ~~se~~ ^{se} asomarán en el corte largo del km 93 también exigen taludes suaves.

Las condiciones de construcción en cambio mejoran adelante del km 93; el trazado entra al terreno formado del piso de Guadalupe. El trazado sigue en una longitud de 1,5 kms, aproximadamente por bancos gruesos ~~de~~ ^{de} y duros que constituyen la cuchilla de la cordillera de ^{de} Malacio. La in-

clinacion de las areniscas es algo desfavorable porque coincide con la de la pendiente, sin embargo el talud del lado del cerro no peligrará, salvo en los casos en que medie poca distancia entre el corte y el afloramiento de los bancos (véase figura anterior).

Un túnel que atraviese la cordillera inmediatamente despues del km 93 convendrá recomendarlo para evitar un desarrollo de la línea en 2 kms por areniscas duras, trabajo que será costoso: este túnel ademas evitará otras dificultades que se presentan en el descenso de la via hacia el valle de Ubaté, como lo escarpado del terreno.

Mas allá del km 96, el trazado prevé el corte por ~~xxx~~ bancos duros y gruesos de arenisca que forman parte de la Cordillera de ^ralacio, y que miden en total 40 m o mas de grueso. Hacia la quebra- dita que baja en esta parte, comienzan a superponerse margas ^{plegadas,} arcillosas, pizarrosas y duras a las areniscas. Ellas presentaran inconvenientes a la construccion en un corte de 43 m en vista de que la inclinacion en el talud meridional del corte profundo correspondiente las margas se inclinan hacia el corte (véase figura 2). Esto ocasionará deslizamientos y exige la construccion de taludes suaves. En la parte occidental del corte, las areniscas, a pesar de su inclinacion, podrian sostenerse bien aun empleando taludes erguidos porque su rumbo va normal al corte y por que las areniscas, por su dureza, son resistentes. Sin embargo hay que contar con que, en la parte oriental del corte se presenten en la profundidad algunos disturbios que se manifiestan en los pliegues de las margas y que pueden ocasionar derrumbes. La construccion de taludes suaves en esta parte implicaria un movimiento extraordinario de roca dura y es por esto que aconsejo la construccion del túnel. Pero advierto que tanto el túnel como el corte a tajo abierto vienen a terminar en una pendiente fuerte donde las areniscas duras yacen en arcillas y margas pizarrosas poco firmes (véase fotografia). Debido a que la cuchilla es estrecha ahí, la línea encuentra muy escaso apoyo en la roca y habrá que construir muros para sostenerla.

Mas hacia el Sur, habrá que realizar cortes en la pendiente escarpada, lo que dará lugar a presiones sobre el talud del lado del cerro y obliga a construir taludes mas suaves de lo que se acostumbra en

las vias del pais. Esto se debe hacer, a pesar de que la pendiente está formada principalmente de plaeners silicosos que comunmente se sostienen bien.

El corte de 15 m/que se halla en el km 96,710 y otro de 12m de profundidad, localizados en ^{de profundidad} la pendiente escarpada en la inmediacion del km 98, para que queden asegurados exigen la remocion de gran cantidad de roca. En la saliente última parece ser conveniente instalar un túnel porque las condiciones topográficas y geológicas así lo exigen.

Los demas cortes que habrá que verificar en la cordillera de Palacio no ofrecen problemas especiales. La profundidad de los cortes allende el km 99 es escasa y por este motivo se prescindió de estudiarlos.

~~Línea~~

Línea del Carrizal.

Las investigaciones en esta línea no se han extendido todavía a aquellas partes del ~~terreno~~ ^{trazado en que el terreno está} cubiertas de agua, como por ejemplo ~~las~~ ^{las} que se hallan en la laguna de Suesca y las que forman los pantanos de Cucunubá-Ubaté. Para hacerlas se necesita de herramientas especiales y de canoas que deben estar listas cuando se inicie el estudio.

Con cierta reserva quiero decir que la conservacion de los trabajos que hasta ahora se han ejecutado en las partes acuáticas de la laguna de Suesca hace probable que no se presentaran inconvenientes notables en los pantanos de Cucunubá-Ubaté en relacion con los diques si a estos se les da el ancho suficiente y si para las partes exteriores al menos se usa el material arenisco y de plaeners que se encuentra en forma de cascajo redondeado a escasa distancia hacia el Norte.

Tampoco presentará tropiezos la comunicacion de las partes donde atraviesa el ferrocarril con la laguna, necesaria para repartir el nivel de las aguas en los tiempos de lluvia.

La línea del Carrizal, desde donde ella se desprende de la línea del Aire (km 77,5), hasta cerca a la laguna de Suesca no tendrá inconvenientes en cuanto a las arcillas y arenas aluviales que lloran la hondonada

de la quebrada Susana; cuando mas, se tocaran los estratos firmes del piso de Guadalupe. Despues de ~~xxx~~ atravesar un brazuelo de la laguna de Suesca, en el km 80, el trazado pasa en unos 2 kilometros por arcillas que se volvieron plásticas por descomposicion y que provienen de arcillas pizarrosas de los pisos de Guadalupe y Guaduas. ^{Ellas} se elevan a poca altura sobre el nivel de la laguna y se mantienen plásticas hasta barro-sas en estado húmedo; en consecuencia se necesita hacer desagües con el cuidado requerido quizá difíciles de sostener. Para conseguir piso firme, hay que retirar el trazado hacia el Oriente, medida que al mismo tiempo evita el paso por el brazuelo de la laguna.

El corte del km 82,670 se halla en arcillas abigarradas muy resbaladizas que obligan a hacer taludes suaves. Igual cosa vale con respecto a las arcillas arenosas y a las arenas arcillosas, cascajosas, ubicadas en el corte comprendido entre km 83,1 y 83,2.

Los cortes largos que deberan hacerse a ambos lados del brazuelo que queda entre km 83,5 y 84 se hallan situados en areniscas flojas de grano variado, en parte muy grueso, ~~xxxxxxxxxxxxxxxx~~ ^{que contienen} capas de casquijo y que forman parte del piso de Guaduas. Este piso llega hasta los bordes del lado oriental de la laguna. Si el talud se tiende un poco mas de lo ~~usual~~ ^{usual} no se presentaran dificultades durante la construccion.

Otro corte largo se halla localizado en el km 86,430 y está ~~en~~ colocado en un poco de limo ~~xxxxxxxx~~ arenoso reciente y en arcillas abigarradas, descompuestas. La profundidad del corte no es mayor de 6 m y por esta razon no habrá dificultades. Lo mismo vale con respecto al corte del km 86 cuya profundidad llega a 10 m. El material consiste de arcillas y cascajos aluviales que muestran tendencia de deslizarse.

En el corte ~~xxxxxxxxxxxxxxxx~~ ^{del} del km 88,4, donde la línea, ^{al} Norte describe de la laguna, ~~en~~ ^{en} la curva de Ovejeras, ~~xxxxxxxx~~ se presenta una capa de cascajo sobre las arcillas abigarradas carboníferas del piso de Guaduas. Los taludes deben ser suaves para que se sostengan. Enseguida, el trazado cruza una dislocacion considerable a lo largo de la cual se hundió el piso de Guaduas, y entra al piso de Guadalupe.

El primer corte se halla en una acumulacion de arena, cascajo y de bloques de arenisca; la calidad deleznable de estos depósitos obliga a emplear taludes suaves. Tan pronto el trazado entra al piso de Guadalupe,

la firmeza de la línea aumenta considerablemente en comparación con las condiciones del piso de Guaduas, principalmente porque las capas de arenisca y de plaeners son firmes.

El corte largo que se halla entre km 88,7 y 89 y los cortes ubicados entre los kilómetros 89 y 91,4 (laguna de Suesca-Carrizal) escasamente necesitaran taludes mas tendidos de lo que se acostumbra en el país.

Las condiciones cambian algo cuando los estratos se hallan trastornados o cuando hay cortes profundos en arcillas pizarrosas. Sin embargo las areniscas apoyan muchas veces las arcillas, especialmente cuando el trazado va en ángulo con el rumbo de los estratos y cuando la inclinación geológica es distinta de la de la pendiente. Por esta razón, ~~no~~ no ofreceran dificultades especiales los cortes en el km 91,4 (arcillas deleznales grises), alternadas con areniscas), el corte largo en el kilometraje 91,7 hasta 92 (Alto Carrizal) y los cortes entre km 92 y 92,85, siempre que la inclinación de los taludes se disponga en conformidad con el buzamiento de la roca. Los cortes del km 93 al km 96 (por ejemplo: 93,340; 93,660; 94,000; 94,120; 94,520; 94,660; 94,820; 95,200; 95,640; 95,840) tienen hasta 11 m de profundidad, ~~se~~ se hallan en las regiones de Llano Grande, Traviesas, La Toma donde prevalecen en parte los plaeners silicosos, en parte los arenosos y arcillosos, mientras las arcillas pizarrosas ocurren en cantidad subordinada. En los cortes que siguen (km 96,00; 96,300; 96,660; 96,820) dominan las arcillas pizarrosas de color gris negro; en los cortes de la región de Juaitoque, desde el km 97 hasta el km 98,5 (97,060; 97,230; 97,580; 97,720 con una profundidad de 15m; 97,940 con una profundidad de 17 m) las arcillas contienen capas de arenisca y plaener. Estas cortes ofrecen condiciones buenas para el sostenimiento de la línea, al menos no exigen precauciones extraordinarias.

La parte mas alta del piso de Guadalupe está formada por un conjunto de estratos gruesos de arenisca fina que se levantan en una Cuchilla divisoria entre la región de Juaitoque, Valle de Tuluá y la región del valle del Tablon. Dicho conjunto suele contener capas de plaener y de arcillas. La línea lo cruza en dos cortes, de 16 y 15 m de profundidad, ^{generalmente} que se hallan en sentido normal al rumbo geológico y por lo mismo los taludes pueden ser bastante erguidos.

Al entrar al valle del Tablon, el trazado se vuelve a desarrollarse por el piso de Guaduas y permanece en este piso hasta Cucunubá. Los sedimentos del valle del Tablon representan la continuacion de los que se hallan en la region del Gurubo y ~~xxxxxxxx~~ manifiestan las mismas cualidades, advirtiéndose si que la situacion de la línea con respecto a ellos no coincide en ambas regiones, principalmente en lo que se refiere a los contornos. El corte profundo de 22 m que se halla en el km 100,130 cruza una loma de areniscas esquistasas en sentido oblicuo y por lo tanto no se preven inconvenientes. Los cortes en la pendiente occidental del valle apenas llegan a 10 m de profundidad, pero se hallan en el sentido del rumbo de arcillas abigarradas, deleznable y resbaladizas en estado húmedo es decir exigen taludes ~~xxxxxxx~~ muy suaves. La pendiente muy escarpada que se halla a ambos lados del Tablon, al pié de la peña, obligará probablemente a hacer muros de sostenimiento.

El corte en la cuchilla que media entre El Tablon y la hondonada de Huita, adelante del km 101, se encuentra con un horizonte de areniscas de unos 30 m de ancho, bastante duras y de grano grueso, y lo atraviesa en sentido aproximadamente normal, es decir en condiciones favorables. Tan pronto el trazado avanza desde este punto hacia el Norte y el Nordeste, asemejándose al rumbo de las rocas, se presenta una pendiente de arcillas abigarradas, tan fuerte que los taludes apenas cabrán y habrá dificultades para sostenerlos. Probablemente será necesario construir muros de sostenimiento.

En la curva que describe la línea hacia la pendiente occidental de la hondonada de Huita, los estratos que hasta ahora tenían inclinación occidental y de la hondonada hacia el Oriente manifestándose así una artesa que presenta algunas irregularidades.

Desde el km 101,500 hasta el km 103 siguen cortes de profundidad variada, los mayores hasta 13 m. Ellos cruzan las arcillas abigarradas con capas de areniscas, blandas generalmente, pero todavía apoyo suficiente para las arcillas. Tendiendo los taludes de manera conveniente, y teniendo en cuenta el rumbo de las arcillas, se obviarán las dificultades.

En la curva que describe la línea hacia la pendiente occidental de la hondonada de Huita, los estratos que hasta ahora tenían inclinación

Los cortes situados entre los kilómetros 108 y 108,500, ~~se~~ ^{fuerte} se hallan en un terreno cuya pendiente coincide con el buzamiento/de los estratos que además va paralelo al trazado y por este motivo, aun cuando se intercalan algunos bancos de arenisca en la arcilla pizarrosa, el talud del lado del cerro deberá ser tendido para evitar el deslizamiento de los estratos. ^{Más adelante} ~~También xxxxxxxxxxxxxxx~~ ocurren capas limoníticas que ayudan al sostenimiento de las arcillas, como sucede en la pendiente comprendida en el kilometraje 108,5 hasta 109. Ahí mismo aflora el carbón, y se ven unos pequeños trastornos en las arcillas que pueden provocar derrumbes menores. Los taludes por lo tanto deben ser suaves.

Entre los kms 109 y 110 hay dos cortes principales de 15 y 14cm de profundidad que están localizados en pequeñas lomas, soportadas por los bancos de arenisca, ante todo la segunda. Los cortes se hallan en sentido oblicuo al rumbo geológico y conceden así firmeza a los taludes.

Según se dijo ~~arriba~~ anteriormente, el conjunto que constituye la hoya de La Carbonera y que ahí sirve en 3 kms al desarrollo de la vía, vuelve a aflorar en el terreno del trazado comprendido entre el km 105,5 y el km 110 que corresponde a las regiones de La Ramada y de Medialuna. En esta parte, los sedimentos presentan las mismas condiciones como en La Carbonera aun cuando ~~xxxxxxxxxxx~~ ofrecen tantos inconvenientes porque no hay muchos cortes sino más bien terraplenes largos.

En el km 110, la línea vuelve a atravesar la cuchilla de arenisca que viene desde el km 105,580; el corte es menos profundo y no ofrecerá peligros. La región inundada que se extiende hacia Ubaté, ~~xxxxx~~ ~~xxxxx~~ por indicación del Ingeniero Administrador, no se ha estudiado todavía.

Finalmente quiero destacar la conveniencia, o mejor dicho la necesidad de proteger los taludes arcillosos con la replantación que es adecuada para estos fines, como la motua y otras plantas de raíces tupidas y entretrejidas.

Las observaciones que preceden se refieren principalmente a los cortes de la línea y tratan de indicar las medidas necesarias para su sostenimiento.

Geológicamente el terreno mas defectuoso/^{que atraviesa la línea} es el que está formado del piso de Guaduas, esencialmente arcilloso, por lo general muy descompuesto y tectónicamente complicado. Debido a la poca resistencia que estos sedimentos ofrecen a la erosión, se forman zanjones con barrancos altos en las regiones donde se ha destruido o donde no existe la capa protectora de pasto o rastros.

Los terrenos cuyo subsuelo está constituido del piso de Guadalupe presentan relativamente pocas dificultades al paso de un ferrocarril y en muchos casos ~~el sostenimiento~~ debe considerarse favorable. Un inconveniente es la dureza de ~~las~~ areniscas que forman gran parte del piso y bancos gruesos en él. A esta condición del piso de Guadalupe se debe también la configuración escarpada que presenta en muchos lugares.

De los resultados anotados no se deben derivar conclusiones generales que se pueden manejar a manera de una ley. Las bases de apreciación, dadas por la calidad de la roca, por su estado de descomposición, por su tectónica, por la configuración topográfica del terreno, por las condiciones climáticas y de vegetación, etc, se enlazan de tal manera ~~que~~ que la determinación de las condiciones hay que hacerlas de trayecto en trayecto y de corte en corte. Esto se destaca por el ejemplo de la comparación que hemos hecho entre algunos trayectos que ~~están~~ están formados de interestratigráficos horizontes o conjunto geológicos y que sin embargo ofrecen condiciones distintas para el paso de la vía por razones de la construcción de la roca. Esto por sí demuestra que no se puede decidir de antemano en que piensa construirse una vía, debe cual de los pisos que componen el terreno/~~debe~~ preferirse para el trazado. Puede suceder que ~~un~~ un piso compuesto de sedimentos en sí desfavorables para la construcción de una vía, pueda ofrecer condiciones/favorables que anulan los defectos petrográficos en la mayor/~~parte~~ parte del trazado, en cambio otro piso formado de rocas resistentes puede/^{hallarse} en posición tectónicamente desfavorable y ofrecer una topografía abrupta.

A pesar de los defectos que anotamos en el trazado de la prolongación del ferrocarril del Norte, debemos dejar ^{constancia de} ~~anotado~~ que tanto el

de Guaduas que se presta a deslizamientos. La línea a del Carrizal por su parte no tiene sino 9 kms de desarrollo en este piso, pero las condiciones geológicas son ~~XXXXXXXXXXXX~~ algo mas desfavorables que en el trayecto correspondiente del trazado del Aire. Sin embargo la diferencia de longitud ~~XXXXXXXXXXXX~~ en el recorrido por el piso de Guaduas es considerable. La ~~línea~~ línea del Carrizal ademas atraviesa tres veces el horizonte principal de areniscas del piso de Guaduas, la del Aire solo una vez (el segundo paso no requiere corte). A rasgos generales y ~~XXXXXXXXXXXX~~ mayor longitud en el piso de Guaduas, ~~XXXXXXXXXXXX~~ a pesar de la ~~XXXXXXXXXXXX~~ longitud, el trazado del Aire parece geológicamente mas ventajoso que el del Carrizal.

El trazo del Aire sigue por el piso de Guadalupe en una longitud de 21,5 kms (kms 79 hasta 83 y kms 93 hasta 100). El terreno es muy quebrado. La línea del Carrizal tiene un desarrollo de solo 10 kms en el piso de Guadalupe que tambien es muy quebrado. La diferencia de longitud es considerable, pero las condiciones topográficas del terreno coinciden en ambas líneas. ~~XXXXXXXXXXXX~~ Ambas tienen que atravesar el conjunto de areniscas de la parte alta del piso de Guadalupe, pero la del Aire en condiciones mas defectuosas porque hay que construir un túnel y hacer cortes muy profundos.

Como se vé, cada línea tiene ciertas ventajas y desventajas, pero ambas se pueden ejecutar ~~XXXXXXXXXXXX~~ segun puntos de vista geológicos.

Resumiendo, quiero concretar mi dictamen sobre las dos líneas en esta forma.

I. Línea del Aire.
1º.- Del estudio de los terrenos denominados "Boqueron del Gurubo", "Alto del Aire" y "Hoya de La Carbonera" se desprende que en ellos existen fajas que se prestan a deslizamientos; pero estos no son tan ~~XXXXXX~~ serios que pudieran amenazar la estabilidad de ~~XXXXXXXXXXXX~~ la via férrea proyectada por estos sitios. Dicha via es factible si los taludes, los terraplenes y las alcantarillas se construyen con las precauciones que se anotaron en este informe.

2º.- El estudio del Boqueron de Palacio y de los trayectos que se hallan atras y adelante de este lugar demuestra que la inclinacion v

la calidad de los estratos no dan lugar a deslizamientos perjudiciales para la via, siempre que se tengan en cuenta las particularidades anotadas con respecto a los taludes, a los muros de apoyo y al túnel).

II Línea del Carrizal.

1) En la parte meridional de la laguna de Suesca conviene trasladar, por razones de estabilidad, la línea mas hacia el Oriente, o sea apártándola de la laguna. Los terraplenes que cruzaran los brazuelos de la laguna deben ser anchos y construirse de cascajo de arenisca y de plaeners. Ademas habrá que dejar pasos que permitan la comunicacion rápida del agua de la laguna con la del brazo.

2) Desde la laguna de Suesca hasta Cucunubá, la línea ~~presentaxhnx~~ se desarrolla en un terreno que es estable, teniendo en cuenta las precauciones del caso (taludes y terraplenes tendidos, muros de apoyo, alcantarillas anchas). Todavía, no hubo oportunidad de estudiar el terreno pantanoso de Cucunubá-Ubaté.

En vista de que ambas líneas reúnen ^{consideraciones} mas o menos las mismas ventajas y desventajas, las ~~condiciones~~ técnicas y económicas decidiran cual trazado ~~habrá que preferir~~ será preferible.

Anexo.

Areniscas de labor. Las areniscas del piso de Guaduas no sirven para este fin, excepto algunos casos. En cambio abundan en el piso de Guadalupe donde las hay de muy buena calidad.

Para la explotacion de dichas areniscas conviene tener presente que los dos trazados pasan por conjunto principal de areniscas del piso de Guadalupe. El grano del material es fino, los bancos son gruesos. La coherencia que no es excesiva, la resistencia contra la accion atmosférica, la homogeneidad y los planos de particion ^{la arenisca} ~~ix~~ convierten en una roca de labor que se presta bien para la construccion de alcantarillas, muros de contencion, etc. El conjunto citado compone la cordillera de Palacio y las que separa la region de Juaitoque de la region del Tablon. Mientras no exista la via, el transporte del material hacia los lu-

gares donde se empleará será excesivamente costoso y por este motivo, en las regiones distantes se pueden emplear los grandes bloques de arenisca que han rodado desde las cuchillas y que se presentan a lo largo de la línea en cantidad y calidad satisfactorias. Esto vale también para la región de Medialuna, al Oeste de la línea. Para extraer las rocas en el pie de la cordillera de Palacio, cerca del km 115 de la línea, probablemente no se presentarían dificultades.

En la loma al SW de la laguna de Suesca donde la línea atraviesa hacia el boqueron del Gurubo, no hay estratos aprovechables para construcciones, ~~EXXEX~~ pero ocurren algunos bloques. En el trayecto comprendido entre el boqueron del Gurubo y la cordillera de Palacio faltan/completamente las areniscas buenas de labor; posiblemente se pueden emplear los bloques aislados, bien redondeados, de superficie lisa y de grano fino, pero no los grano grueso y de superficie áspera (Alto del Aire). Para obviar este inconveniente, habrá que aprovechar las areniscas que forman la loma al Occidente del camino que conduce de la laguna de Suesca a Quiluba y que no distan mucho del boqueron del Gurubo. Ellas son parte del conjunto superior del piso de Guadalupe que contiene las areniscas de labor.

En el terreno que recorre la línea del Carrizal hasta más allá del km 88, no ocurre otro material sino bloques aislados que en algunos casos se pueden aprovechar.

En el kilometraje 88,5-89, al Norte de la laguna de Suesca se presentan dos cortes. El corte meridional muestra afloramientos de areniscas, entre ellas algunas que forman bancos anchos de grano fino y que son satisfactorias como piedras de labor. En el corte septentrional y en sus alrededores hay bloques de arenisca de labor diseminados entre el acarreo del terreno. ^{la mayoría} ~~Ellos~~ ~~proviene~~ ~~EXXEX~~ de una Peña de areniscas que forma la parte alta de la pendiente.

El corte del km 91,4 probablemente atravesará algunos bancos de arenisca cuyo ancho no es considerable, en parte solo de 50 cms. Sin embargo entre estos bancos puede haber algunos que se pueden utilizar para la construcción de alcantarillas.

En la región de Traviesas hay una Peña bastante arriba de la línea, inaccesible tal vez, ~~EXXEX~~ Los bloques que se desprendieron de ella

probablemente sirven para las obras.

Un banco de areniscas de 3 m de grueso se halla en el km 97,060 y otros,mas anchos aun,cerca del km 96,230. Este material, en parte al menos, puede servir como piedra de labor.

En la ^{hondonada} region de Juaitoque, region del km 98, se encuentran bloques sueltos de arenisca dura y de grano fino que cayeron de la peña alta que se halla hacia el Norte y que forma parte de la cordillera de Palacio. Entre estos bloques hay muchos que sirven como piedra de labor.

Nemocon, Enero 29 de 1933

Dr. Robert Scheibe.