

T
625.1
B67

JAIME BOTERO LONDOÑO

ESTUDIO COMPARATIVO
DE DOS VIAS POSIBLES ENTRE
CHIQUEQUIRA Y MONIQUEIRA

UNAL-Medellin



6 4000 00045541 3

ESTUDIO COMPARATIVO DE DOS VIAS POSIBLES ENTRE
CHIQUINQUIRA Y MÓNIQUIRA.

TESIS PRESENTADA POR JAIME BOTERO LONDOÑO
PARA OBTENER EL TITULO DE INGENIERO CIVIL.

MEDELLIN MAYO DE 1925

PRESIDENTE DE TESIS: DR. JUAN DE LA CRUZ POSADA

RECTOR DE LA ESCUELA NAL. DE MINAS: DR. CARLOS GUTIERREZ

ESTATUTOS UNIVERSIDAD NACIONAL

"Art. 200 - El Presidente de Tesis, el Consejo de
Jueces de Tesis y el Consejo Examinador NO serán
responsables de las ideas emitidas por el Candidato."

625.1
B67

R 6885

DEDICO ESTA TESIS AL SEÑOR DON
JULIO TORO B., EN PRUEBA DE MI
GRATITUD, Y A MI MADRE CARIÑOSAMENTE.

Jaime B. de la Torre

ESTATUTOS UNIVERSIDAD NACIONAL
"Art. 200-El Presidente de Tesis, el Consejo de
Jueces de Tesis y el Consejo Examinador NO serán
responsables de las ideas emitidas por el Candidato."

UNIVERSIDAD NACIONAL
Facultad de Minas
Zona de Medellín

6885

- 1 -

Al presentarse en el Ferrocarril Central del Norte el problema que vamos a tratar quise desde un principio contribuir en alguna forma a su solución: y para el efecto en trascurso de seis meses he estado recopilando datos y estadísticas que puedan dar alguna luz para despejar la incognita principal -por la importancia que tiene en la elección de una vía y por ser la más compleja y difícil como es el volumen probable del tráfico.

Es imposible adquirir los datos necesarios y precisos sobre la carga y número de pasajeros que se mueven por los caminos de la región afectada por cualquiera de las dos soluciones que nos da este estudio porque es sin duda Boyacá el Departamento en donde más en ciernes está la estadística y ~~es~~ es a éste precisamente al que le corresponde una zona mayor atravesada por una de las dos líneas. Las aduanillas que podrían responder con bastante precisión a este dato, de carga movilizada por dichos caminos, están en poder de compañías particulares quienes no suministran dato ninguno, por ser ésta ignorancia de sus utilidades, una parte principal de su negocio, y estar así en condiciones más ventajosas que sus competidores para un nuevo remate de dicha renta.

Después ^{de} que obtuve varios datos luchando con la ignorancia de los encargados de la estadística y con la mala voluntad de muchos otros resolví escoger este tema para una tesis contribuyendo en esta forma a solucionar este grave problema del Ferrocarril y utilizándolo al mismo tiempo para que sirviera de tesis que el Presidente de ella sabrá calificar para obtener el título de Ingeniero Civil.

El mapa y los perfiles que acompañan este estudio de las dos vías que se van a comparar, son un reducido de los planos levantados por las tres comisiones de trazado que hicieron los estudios de esta región y los demás datos son un laborioso y paciente trabajo, demasiado ingrato, porque el número de estos datos y su precisión no corresponden al esfuerzo hecho ni al deseo de cubrir

totalmente las desnudeces que este trabajo pueda tener.

La densidad de la población de ciertas regiones, los centros consumidores y productores que utilizan vías actualmente construidas, tan distintas casi siempre de los que van a utilizar una que están en proyecto, la diferencia en riquezas de las regiones que atraviesan o han de ser atravesadas por estas vías y que son los que contribuyen muchas veces al éxito o al fracaso de las empresas de Ferrocarriles, produciendo un tráfico local suficiente para dejar buenas utilidades a esa empresa, o defraudando totalmente las esperanzas que se tuvieron al proyectar la obra, de obtener una buena cantidad de tráfico; todos estos factores influyen de una manera muy notable para adoptar una vía pero desgraciadamente no hay una unidad que permita, en muchos de ellos, hacer cálculos comparativos y valorar cada uno de esos factores; no quedando más camino para el Ingeniero que recurrir al criterio personal, llegándose casi siempre a tantas conclusiones distintas como criterios contribuyen a valorarlo.

RED FERROVIARIA DE COLOMBIA

Como el Ferrocarril Central del Norte forma parte muy principal de la línea troncal del Oriente, es bueno apuntar aquí la descripción general del esqueleto de la red ferroviaria nacional y en particular de esta vía del oriente Colombiano que va a recorrer la mitad de la República y va a servir de corriente principal al comercio de las regiones atravesadas.

La red ferroviaria nacional se compone de los siguientes ferrocarriles: el Ferrocarril Troncal Occidental que principia en el Carchi, pasa por Popayán, sigue el río Cauca y luego lo deja en los límites de Antioquia con Bolívar para seguir a Cartagena; o antes de llegar a estos límites tomara rumbo hacia el Golfo de Urabá. Parece que la más práctica de estas dos vías para ir a Cartagena o al Golfo, a la primera le corresponde la supremacía; y si se lograra hacer avanzar el Ferrocarril Central de Bolívar hasta los límites con Antioquia, estaria muy próximo el día en que podríamos ver unidos por medio de rieles a Popayán con Cartagena, creando así un gran intercambio de productos, de ideas y de costumbres entre estas regiones, en cada una de las cuales un extraño aunque sea colombiano se siente como extranjero en su propia patria. Además las enormes riquezas del interior de Bolívar podrían ser explotadas para llevarlas a los mercados extranjeros, y el café y demás productos exportables de Antioquia y Caldas, podrían salir poco gravados al mar, donde competirían ventajosamente con los productos similares de otros países.

Varios son los ramales que se desprenden de este Ferrocarril Tron-

cal que están actualmente contruidos o que se están construyendo; y otros que están en proyecto. El ramal que se desprende de Cali y que va a Buenaventura será la parte terminal de la línea férrea que ha de unir los dos océanos Atlántico y Pacífico. Por esta vía se hace actualmente gran parte del comercio de Caldas y todo el del Cauca y Valle del Cauca.

Otro ramal que actualmente se está construyendo es el que arranca de la Estación de el Zarzal y va hacia Armenia favoreciendo así enormemente la ubérrima región del Quindío; y parece que la idea actual de todos los que se creen que serán favorecidos es trabajar por que este ramal se prolongue hasta Ibagué; proyecto este de una magnitud tal, que se puede decir que el tiempo necesario para realizarlo es de 21.000.000 de dolares y la justificación de su gasto; sabiendo que el intercambio comercial de las regiones que va a unir es insignificante y sin ningún porvenir halagador.

Luego viene el Ferrocarril de Caldas que se desprende de Cartago y va hacia Manizales pasando por las Poblaciones de Pereira, Santa Rosa y San Francisco; de esta ultima poblacion siguiendo el río Chinchiná hasta su desembocadura en el Cauca, se ha pensado en construir un ferrocarril que, con el trayecto que está ya casi construido, sirva como una parte del Ferrocarril Troncal en vez de construir de Cartago a las bocas del Chinchiná por el Cauca. Este proyecto es bastante discutible y parece que no es la mejor solución para el Ferrocarril Troncal ya que se alarga la distancia ~~de~~ y la pendiente gobernante de la línea Troncal que-dará en este proyecto disminuyendo grandemente la capacidad transportadora del Ferrocarril.

Luego viene el Ferrocarril de Amagá que está actualmente construyéndose con gran intensidad hacia el Cauca. Será esta la primera línea que, después de abierto el túnel de la Quebra, vaya a unir los dos rios Cauca y Magdalena y a comunicar por medio de rieles, y un tra-

yecto relativamente corto de navegación, si se lleva a cabo como es muy posible la prolongación del Ferrocarril Central del Norte hasta Bucaramanga, el Oriente y el Occidente colombiano, fomentando de esta manera un activo intercambio de los productos industriales de Antioquia con los productos agrícolas de Santander y Boyacá ya que estos Departamentos están llamados a ser netamente agrícolas mientras que Antioquia será el principal foco industrial de la República.

De los proyectos que se tienen en planta apenas haré una enumeración incompleta de los más factibles ya que cada población lo que ve con más esperanzas es llevar un ramal hasta la línea Troncal sin que estas esperanzas y deseos tengan consecuencias de ninguna especie como es natural mientras se carezca de dinero.

Las principales son: el ramal al Chocó ya sea que se desprenda de Bolombolo y siguiendo la hoya del Rio San Juan vaya a trasmontar la cordillera Occidental para caer al Chocó. Esta línea es de gran importancia estratégica y sería de gran provecho para Antioquia ya que se vincularía comercialmente esa importante y rica Intendencia con este Departamento. O ya sea que se desprenda de Cartago y pase la cordillera Occidental por una depresión muy marcada que está al oeste de aquella ciudad, para ir hasta el centro del Chocó pasando por las principales poblaciones.

También se ha pensado en la línea que desprendiéndose de Buga y siguiendo el río Calima hasta su nacimiento vaya a trasmontar la cordillera en un punto bastante más bajo que el aprovechado por el Ferrocarril del Pacífico, consiguiéndose una disminución de distancia, calculada en 120 kilómetros entre Buenaventura y Buga, y una reducción de la pendiente al 2,5% compensado como máximo, reduciendo de esta manera considerablemente el costo de la tonelada - kilómetro con la eliminación de los 3,5% que tiene actualmente la línea del Dagua y evitando la vuelta por Cali que hace recorrer a la carga del

Quindío y una gran parte del resto del Departamento de Caldas, principal productor de tráfico para el Ferrocarril del Pacífico, 120 kilómetros de recorrido. Este proyecto parece original^{do} para subsanar el error cometido. *sugerido*

También hay un proyecto de ramal siguiendo el río Arma cuyas vertientes son las principales productoras de café en el Departamento, y favoreciendo las poblaciones de Sonson, Abejorral, Santa Bárbara, Aguadas, Armaviejo, Pácora, Nariño &, con una población total de 107.366 habitantes.

El Ferrocarril Troncal del Oriente debe partir de Neiva pero sin perjuicio de que siga a buscar las regiones del Caquetá hasta los límites con el Perú; será este un Ferrocarril de colonización y de gran importancia estratégica, pero que está fuera de nuestros recursos pecuniarios; y probablemente esta región solo será poblada el día ^{en} que la densidad de población en nuestros climas sanos sea tan grande, que se justifiquen los gastos de colonización y sanificación de esos climas. De Neiva debe seguir Magdalena abajo hasta Girardot; de aquí subir a Bogotá y de esta ciudad a Bucaramanga para ir a terminar en Cúcuta. Esta línea atraviesa parte de los Departamentos de el Huila, Tolima, Cundinamarca, Boyaca y los dos Santanderes. Los ramales principales que se desprenden de este Ferrocarril son: el del Tolima que une a Girardot con Ibagué y del cual se desprende a su vez otro ramal que va hacia Ambalema a empatar con el de la Dorada, tratando con esto, de esquivar la navegación en el Alto Magdalena sobre todo en épocas de sequía.

El Departamento de Caldas ha pensado en construir un Ferrocarril que vaya de Manizales a la Dorada, pero esto por muchos años, al menos, no pasara de ser un proyecto, ya que el paso de la cordillera Central es algo que demanda mas gastos y esfuerzos de lo que parece.

Luego viene la prolongación del Ferrocarril de Cundinamarca hasta el Magdalena y en el cual se está trabajando actualmente con alguna intensidad. Es un inconveniente enorme, para el tráfico actual, la diferencia en el ancho de las vías de los ferrocarriles de Girardot y Cundinamarca, pero parece que este último está bien dispuesto a solucionar este problema ya sea enrielando de nuevo la línea con una anchura entre rieles igual a la del Ferrocarril de Girardot, ya sea que resulte el invento del mecanismo en los carros y máquinas que permitan a los trenes pasar de una línea a otra; o ya sea colocando un riel interior de modo de tener las dos anchuras entre los rieles, sin necesidad de perder el material rodante de ejes más largos y sin tener que desbaratar el enrielado actual. Esta última parece la solución más posible y aceptable.

Otra línea que se desprende del Troncal es el Ferrocarril del Nordeste que arranca de Bogotá y que le sigue paralelamente en una extensión muy considerable, 415 kilómetros, incluyendo el ramal que de Duitama se desprende hacia Sogamoso; este Ferrocarril pasará por Tunja e irá a terminar en Soatá, pasando por Paipa, Duitama, Santa Rosa, Belén, La Paz y Sátiva Norte para ir a terminar, como ya se dijo, a Soatá.

El Ferrocarril del Carare, no pasará de ser por muchos años sino un ramal del Ferrocarril Troncal y un subramal del Ferrocarril del Nordeste, porque su construcción hasta el Magdalena no parece justificarse ni llegando el caso de que Boyacá tuviera una cantidad de carga igual a la que tiene Antioquia, cosa que no sucederá sino en el transcurso de muchos años.

El ramal se desprenderá de Moniquirá, si se adopta la línea de "El Claro" o de Santa Sofía, si se adopta la de "Arrayanes". Seguire llamando en este estudio vía de "Arrayanes", la que se desprende de Chiquinquirá y va a Moniquirá pasando por Arrayanes, y vía de "El

Claro" la que une dichas dos poblaciones pasando por "El Claro", o sea la que sigue el río Suárez.

El otro ramal es el que parte de Bucaramanga y va a Puerto Wilches. Tiene 132 kilómetros de longitud y actualmente se trabaja activamente en su terminación; esta será la salida principal de la carga de Santander.

Este es el esqueleto que forma la red ferroviaria de Colombia:

El Ferrocarril Central del Norte, comprende la parte del Ferrocarril Troncal de Occidente, que parte de Bogotá y va a terminar a Puerto Wilches, pasando por Bucaramanga.

En Chiquinquirá, punto hasta donde hay trabajos de explanación que estará enriellada y lista para poner en servicio a fin de este año, se encontraron dos vías posibles para seguir hasta Moniquirá y fue necesario estudiarlas ambas para buscar la solución más conveniente para la Empresa y que mejor consulte los intereses de la región. Estos estudios fueron hechos por cuatro comisiones de trazado; dos por la vía de El Claro a cargo de los Dres. Domingo Salazar y Julian Cock y las otras dos por la vía de Arrayanes a cargo de los Dres. Horacio Hoyos Z. y José Botero Mejía. El estudio se hizo a taquimetro, chequeando las cotas de los puntos de taquimetro con nivel de precisión, dejando B M_s c/ kilómetro, anticipando así trabajo para la localización.

La pendiente máxima admisible para el Ferrocarril Central del Norte es la de 2,5% compensada, y el radio mínimo de las curvas es de 100 metros.- La longitud de las tangentes que unen curvas de sentido contrario tienen una longitud mínima de 40 mtrs. y para curvas del mismo sentido la tangente mínima es de 70 mtrs.

Las características de las dos líneas están dadas en el cuadro a; y adjunto además dos cuadros b y c de las pendientes proyectadas por cada una de las líneas.

Vamos a principiar por calcular el probable volumen de tráfico que tendrá este Ferrocarril.

PROBABLE VOLUMEN DE TRAFICO.-

Como es bien sabido es este el problema más difícil y complejo de resolver al hacer el proyecto de un Ferrocarril.

Entran en él multitud de factores desconocidos que son imposibles de apreciar, y solo tiene uno los datos estadísticos de Ferrocarriles que atraviesan regiones semejantes y de características parecidas.

Vamos a considerar construido en toda su longitud el Ferrocarril Central del Norte, suceso este que no tardará en llegar dada la actividad con que se acometen los trabajos tanto en la 1ª Sección, de Puerto Wilches a Bucaramanga, como en la 2ª, de Nemocon hacia la misma ciudad; y la necesidad de esta vía para las importantes regiones que va a favorecer como son principalmente Boyacá y Santander.

No es al Ferrocarril del Nordeste a quien va a afectar la competencia que traerá el Ferrocarril Central del Norte, a pesar de ir ambos paralelos en una extensión muy grande; porque la carretera central del Norte que parte de Bogotá y va a Tunja, tiene hoy su zona de influencia muy marcada, con sus fletes altos por la falta de competencia de otras vías, y que seguirá compitiendo con el Ferrocarril Central cuando este llegue a Moniquirá, porque bajará sus tarifas hasta el límite que marquen el precio de costo de transporte de la tonelada-kilometro, mas una pequeña ganancia del empresario. En otra parte doy los datos que nos pueden dar una idea de la zona de influencia de esta carretera. Esta zona de influencia que sostenga la carretera pasará al Ferrocarril del Nordeste a medida que vaya avanzando hacia Tunja.- La principal competencia del Ferrocarril Central va a ser a los Ferrocarriles de Cundinamarca y Girardot y al Río Magdalena como se va a probar enseguida. La carga en el Río Magdalena tiene dos precios distintos según

que baje o que suba. De bajada el precio de la tonelada-kilometro es de 1 ¢ y de subida su valor es de $1\frac{3}{4}$ ¢s.

El transporte de una tonelada de Bogotá a Puerto Wilches es de \$--\$57.90 y de Puerto Wilches a Bogotá, subiendo, es de \$63.53.-

La distancia por el Ferrocarril Central del Norte entre Bogotá y Bucaramanga es de 406 kilómetros y de Bucaramanga a Puerto Wilches es de 134 kilómetros. Total de Bogotá a Puerto Wilches 540 kilómetros.

Para las tarifas que deben implantarse en este Ferrocarril debemos hacer las consideraciones siguientes:

1^o- Que el método más seguro para el cálculo del probable volumen de tráfico y del costo de la tonelada kilómetro, es el de tomar estos datos de las estadísticas de Empresas semejantes, haciendo las anotaciones del caso en los puntos diferentes que tenga, y reduciendo a números estas observaciones para reducir a su mínima los errores que se puedan tener.

2^o- Que el Ferrocarril Central del Norte, se asemeja muchísimo al Ferrocarril de Cundinamarca porque ambos están gravados con una pendiente gobernante de 2.5% compensado y las regiones que atraviesan tienen un clima igual y una calidad de tierras muy semejantes; quizás un poco mejor las del Ferrocarril Central por lo menos hasta 20 kilómetros más allá de Chiquinquirá.

3^o- Que la topografía del terreno por donde pasa el Ferrocarril Central del Norte hasta Chiquinquirá, está compuesta de valles y tierras pantanosas, en su mayor parte, resultando así que el costo de construcción por kilómetro es muy semejante al del Ferrocarril de Cundinamarca que está en la Sabana de Bogotá.

Estas consideraciones nos indican que se puede implantar como tarifa en el Ferrocarril Central del Norte la que actualmente tiene el Ferrocarril de Cundinamarca; aunque el precio de costo de la tone-

lada-kilómetro será menor en este, porque toda esta línea está en un terreno donde es poco costosa la construcción como es la Sabana de Bogotá, mientras que aquel desde el kilómetro 170 hasta Bucaramanga es un Ferrocarril de montaña bastante costoso por lo muy escarpados de los flancos de la cordillera en algunos puntos. Pero este menor margen de ganancia del Ferrocarril Central bien puede sacrificarse quedando ampliamente compensado con la riqueza que va a desarrollarse y con los beneficios indirectos que le dará el adelanto de las regiones que atraviesa y el cual se traduce en tráfico para la misma Empresa. El precio actual de la tonelada-kilómetro es de 6 ¢ en el Ferrocarril de Cundinamarca, y podemos tomar este precio para la carga entre Bogotá y Bucaramanga, y el de 8 ¢ para el trayecto entre Bucaramanga y Puerto Wilches ya que es este un ferrocarril demasiado costoso y cuya construcción ha demandado ingentes gastos, por lo malo del clima, y por consiguiente el alto precio de los jornales y de los materiales.

Tenemos pues para la carga de exportación:

406 kilómetros a 6 ¢ tonelada-kilómetro	\$24.36
134 " " 8 ¢ " "	<u>10.72</u>
	\$35.08
Valor transporte 1 tonelada de Bogota a Puerto Wilches por el Rio Magdalena	<u>\$57.90</u>
Diferencia a favor del Ferrocarril Central	22.82

El valor del transporte de 1 tonelada entre Bogotá y Girardot es de \$19.30 menor todavía que la diferencia que tenemos a rriba de \$22.82.-

Teniendo en cuenta que de Bogotá a Facatativa hay 40 kilómetros que se cobran a 6¢ por tonelada-kilómetro, y de Facatativa a San Joaquín hay 74 kilómetros en donde se cobra a 15 ¢/la tonelada-kilómetro, y de San Joaquín a Girardot 58 kilómetros que se cobran a 10 ¢ la tonelada-kilómetro, y repartiendo proporcionalmente a estos

precios y a estas distancias los \$22.82 que tenemos de diferencia vemos que el punto muerto o punto neutro de la línea queda a 72 kilómetros de Girardot que corresponden a la Estación de La Mesa (San Javier). Este es el punto muerto para la carga de exportación.

PUNTO MUERTO PARA CARGA DE IMPORTACION.

Valor transporte Puerto Wilches Bogota por el Ferrocarril Central	\$35.08
Valor transporte Puerto Wilches Bogota por el Río Magdalena	<u>63.53</u>
Diferencia a favor del Ferrocarril Central	\$28.45

Haciendo las mismas consideraciones anteriores tenemos que este punto muerto para la carga de importación se acerca más a Girardot, pues queda a esta ciudad a 53 kilómetros, que corresponde a la Estación de Anapoima.

La carga anual de importación de mercancías extranjeras a Bogotá es actualmente de 22.000 toneladas actuales y la carga de exportación de esta ciudad al Extranjero es de 10.000 toneladas anuales. Como se ve la diferencia entre la carga de importación y la de exportación es muy considerable, lo cual es muy explicable si se tiene en cuenta que Bogotá es un centro rodeado casi en su totalidad de terrenos cuya agricultura no produce frutos exportables a excepción de las vertientes al Magdalena que producen 11.000 toneladas de café al año, actualmente, y que son transportadas directamente por el Ferrocarril de Girardot a este Puerto, sin tener objeto la entrada de ese café a Bogotá; en cambio su número muy crecido de habitantes consumen una gran cantidad de mercancía extranjera. Las pocas industrias de Bogotá, dan productos que encuentran mercados en el país como son cervezas, telas de lana y algodón, cemento, baldosines, drogas &.

Bien sabido es también que la región cafetera comprende la zona que

esta situada entre La Mesa y la altiplanicie, de modo que todo el café que produce Cundinamarca buscará salida por el Ferrocarril Central del Norte, ya que la zona de influencia abarca la región productora del grano. Como esta carga tomará primero el Ferrocarril de Girardot, y luego el de Cundinamarca, así se compensará por lo menos en parte la pérdida por la carga de importación y exportación que les quita el Ferrocarril Central, viniendo a recaer las consecuencias de la competencia en el tráfico del Rio Magdalena.

El Ferrocarril del Norte transportó en el año pasado la cantidad de 105.000 toneladas. Todo esto es tráfico para el Ferrocarril Central del Norte ya que este no es sino una prolongación de aquel. A estas 105.000 toneladas le agregamos lo siguiente: 22.000 toneladas de mercancías extranjeras mas 10.000 toneladas de carga de exportación de Bogotá, mas 11.000 toneladas de café que produce Cundinamarca y que vendrán a Bogotá, contribuyendo así a aumentar la importancia comercial de este centro. El total de esta suma nos da 148.000 toneladas a esto le agregamos la carga local con que pueda contar en el primer año el Ferrocarril que la podremos calcular en 5.000 toneladas anuales. Tendremos así un total de 153.000 toneladas en el año.

En el transcurso de 10 años estará concluido el Ferrocarril. El aumento del volumen de tráfico anual en los Ferrocarriles de Girardot y Cundinamarca es de 10% según los datos que me han dado los Gerentes de dichas Empresas, y el del Ferrocarril del Norte aumenta en la misma proporción. Como este tonelaje que hemos calculado es carga que se mueve por estos tres Ferrocarriles mas las 5.000 toneladas de tráfico local que hemos supuesto para el Ferrocarril Central, tendremos que siguiendo aumentado un 10% en los diez años, alcanzara a la cifra no despreciable de 360.765 to-

neladas que pasaran por la línea entre Chiquinquira y Moniquira ya que estos son actualmente tributarios del ferrocarril del Norte.

CAPACIDAD TRANSPORTADORA DE LA LINEA.

Vamos a calcular ahora la capacidad transportadora de la línea o sea el tonelaje anual, que con mínimo de un tren diario en cada sentido, pasara por ella. Pero calculemos primero la capacidad de arrastre de las maquinas usadas hoy por el ferrocarril Central del Norte.

CALCULO DE LA CAPACIDAD DE ARRASTRE EN LA PENDIENTE MAXIMA (2,5%) DE UNA LOCOMOTORA TIPO "MOGUL" QUE SON LAS QUE HOY EMPLEA EL FERROCARRIL PARA MOVER LOS TRENES.

Peso en las ruedas motrices	33 toneladas
" " " " pilotas	5 "
" del tender	<u>20,5 "</u>
" total	58,5 toneladas

Coefficiente de adherencia 0.20

Pendiente 2,5% compensado

Fuerza total de tracción = $\frac{33.000}{5} = 6.600$ kilogramos.

Resistencia de traccion por tonelada: $R = W(p+s)$ en la cual

R = resistencia de traccion

W = peso

p = pendiente

s = resistencia de traccion por tonelada en una línea a nivel.

$s = 3$ kilos, $p = 0,025$ $W = 1.000$ kilos

Reemplazando la fórmula tenemos:

$R = 1.000 (0,025 + 0,003) = 28$ kilogramos.

Peso bruto que puede arrastrar la maquina = $\frac{6.600}{28} = 235.71$ toneladas. Restándole a esta cantidad el peso de la maquina tenemos:

$235.71 - 58.50 = 177.21$ toneladas de peso neto que es

capaz de arrastrar la maquina.

No se computan las resistencias internas por ser despreciables ni la resistencia del aire que solo es apreciable cuando hay grandes velocidades.

Empleamos para calcular la capacidad transportadora de la linea la fórmula que el doctor Francisco Rodríguez Moya usó en el informe que rindió a la Asamblea de 1920.

G = gran tonelaje anual incluyendo el peso de **carros** y maquinas.

T = tonelaje util en el año

f = fuerza tractiva de la locomotora en libras

n = número de trenes al año

p = pendiente de la linea (%)

Resistencia a la tracción 20 libras por tonelada y por cada uno por ciento (1%) y 6 libras para impartir energía de traslación.

Entonces $W = \frac{f}{20p+6}$ = peso de la locomotora.

Peso de la locomotora igual peso de la maquina mas el tender.

Cuando está andando la locomotora éste puede calcularse en el 0,4 de la locomotora.

Entonces: peso locomotora 1,4 x peso de la maquina sola. Coeficiente de adherencia = 0.20

El peso de la maquina es mayor que su peso adherente; entonces podemos tomar dicho peso en función de la fuerza tractiva multiplicando esta por 5.

Quedará así: peso locomotora = $\frac{1,4 f \times 5}{2.000}$ y nos da el resultado en toneladas.

Entonces $W = \frac{f}{20p+6} - \frac{1,4 f}{400} \dots \dots \dots (1)$

$W = \frac{G}{n}$ y siendo G = T + el peso del material rodante, mas un número de carros vacios que puede suponerse igual, como un exceso,

a la mitad de los carros cargados y siendo el peso del material rodante $\frac{12}{20}$ de T podemos expresar a G así:

$$G = T + \frac{12T}{20} + \frac{6T}{20} = 1,9 T \dots (2)$$

Reemplazando en la ecuación $W = \frac{G}{n}$ tenemos: $W = \frac{1,9 T}{n}$

Sustituyendo a W en la ecuación (1) tenemos:

$$\frac{1,9 T}{n} = \frac{f}{20p+6} - \frac{1,4 f}{400}$$

De aquí podemos despejar a T en función de p, f y n

$$T = \frac{f.n.(391,6 - 28p)}{15.200p + 4.560}$$

Reemplazando los valores que tenemos: $f = 35.442$ libras, $n = 2$ trenes diarios (uno en cada sentido) y $p = 2,5$ tenemos: $T = 196.000$ toneladas.

Como se ve en la fórmula T es directamente proporcional al número de trenes y a la fuerza tractiva de modo que se puede aumentar el número de trenes y en la misma proporción aumentara T; lo mismo sucede si se utilizan maquinas más potentes y de una fuerza tractiva mayor.

Si ponemos tres trenes diarios en cada dirección tendremos que la capacidad transportadora de la línea será de 588.000 toneladas y si se usan maquinas que arrastren 40 toneladas útiles en esta línea tendremos que esta cifra asciende a 2.122.680 toneladas, cifra esta muy superior a la carga que pueda adquirir cualquiera de nuestros Ferrocarriles en el transcurso de muchos años.

Segun las especificaciones se ve que la longitud por la vía de "Arrayanes" es de 70 kilómetros y por El Claro con el proyecto actual de 61,5 kilómetros. Pero este proyecto debe reformarse ya que es posible hacerlo poniendo desde El Claro una pendiente de 2,5% compensado acortandose así la línea 5 kilómetros, de modo que en total tenemos una diferencia de 13,5 kilómetros a favor de la línea por El Claro. Si se construye por "Arrayanes" tenemos que la carga quedara gravada con 13,5 kilómetros mas para llegar a Moniquira

lo que representa una perdida de \$123.930 en el primer año de estar construido el Ferrocarril en toda su extension.

Las dos vias posibles a que se refiere este estudio parten de Chiquinquirá y van a Moniquirá. Del reconocimiento que se hizo de las dos regiones se juzgo al principio que tendrian una longitud mas o menos igual y que la topografia de los terrenos en ambas regiones, y la semejanza de sus formaciones acercaria muchisimo a la igualdad los precios de costo de construccion; aunque la línea de Arrayanes si atraviesa una media ladera menos inclinada que la de la línea por El Claro en una extension aproximada de 24 kilometros es decir desde que sale del valle hasta la quiebra de Santa Sofia punto este donde principia un terreno muy escarpado y de laderas muy pendientes y cañadas profundas.

La línea por "Arrayanes" arranca como ya se dijo de Chiquinquirá y va a buscar la marcada depresion casi al nivel del valle de una montaña que sigue la direccion norte-sur. Esta depresion esta situada al Este de Chiquinquirá como puede verse en el plano y la montaña donde se encuentra es la línea divisoria de las hoyas de los rios Suárez y Moniquirá. La línea sigue luego la hoya de este ultimo rio pasando cerca de las poblaciones de Raquira, Tinjaca, Sutamarchán y Santa Sofia.

Es esta una region sumamente esteril. Solo hay una zona de unos 2 kilometros de ancho que forma el valle del rio Moniquirá el cual si es muy fértil y plano y tambien en las laderas amarillas resaltan pedazos de terreno de cultivo que alla los llaman "hoyadas" y que se prestan para la agricultura. Pero la superficie total de las hoyadas es muy pequeña en relacion con esa extension de terre-

no que presenta un aspecto de aridez y esterilidad unico y cuya vegetación es muy poca y está compuesta de arbusto raquíticos y malezas propias de ese terreno.

La línea de El Claro sigue la orilla del Rio Suarez hasta el kilómetro 23. Toda la hoya de este rio está formada por terrenos feracisimos excepto en las peñas de El Moro y algunas partes escarpadas pero de poca consideración. La población que está más cerca a la línea es Saboyá a un kilómetro poco mas o menos de aquella, pero en la hoya de este rio hay varias otras poblaciones las que van a ser favorecidas por esta línea son: Saboyá, Puente Nacional, Guabata, Sucre, Jesús María, Briceño, Vélez, Bolivar y Cite con un total de 81.455 habitantes, mientras que la región favorecida por la línea de Arrayanes solo cuenta con siete poblaciones cuyo número de habitantes asciende a 26.175.

El cuadro d da las poblaciones que corresponden a cada región con su respectivo número de habitantes. Este como se sabe es un factor importantísimo en la elección de una vía, porque como dice Wellinton: "Toda agrupación contribuye a aumentar el trafico en una cantidad que es directamente proporcional al cuadrado de su número de habitantes y de su riqueza e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia de aquellos a los rieles".

No se puede argumentar que teniendo mayor distancia por Arrayanes se podría disminuir la pendiente contribuyendo con esto a reducir el costo de la tonelada kilómetro; porque para ir de Chiquinquirá a Arrayanes hay necesidad de usar una contra-pendiente por estar mas alto este lugar que el punto de arranque de las dos líneas en Chiquinquirá.

Arrayanes está en el kilómetro 12 + 500 de suerte que tenemos una longitud de este punto a la quiebra de Santa Sofía, punto obligado

también para evitar el paso por cerca del Rio que son peñas verticales, de 29 kilómetros mas 670 metros y una pendiente de 1%; y de aquí a Moniquirá tenemos que vencer una diferencia de altura de 592.28 metros con una longitud de 23 kilómetros mas 930 metros que da una pendiente de 2,5% .

También incluyo un cuadro e. Este cuadro muestra las distancias que los artículos de consumo deben recorrer para llegar a manos de los consumidores desde una de las líneas hasta el punto -- donde están éstos; o también la distancia que deben recorrer los habitantes de las zonas influenciadas, a la línea suponiendo que todos vayan a servirse del Ferrocarril. Las distancias están dadas en leguas (5 kilómetros) .

La línea por Arrayanes no favorecerá en ninguna forma los terrenos de la hoya del Suarez ni los que están al W de esta hoya que son feracísimos y de gran provenir como terrenos para la agricultura. Su zona de influencia por el W la limita la cordillera que separa las dos hoyas de los Rios Suarez y Moniquirá. Estas zonas de influencia puede tener una ^{anchura} ~~altura~~ máxima de 6 kilómetros incluyendo la parte alta que es escarpada y rocallosa y sin agricultura; en cambio va a atravesar una zona favorecida actualmente por la Carretera Central del Norte que tiene una distancia de Tunja a Bogota de 163 kilómetros y en un futuro próximo esta zona de influencia que tiene la carretera será ensanchada por la construcción del Ferrocarril del Nordeste, estrechando demasiado la zona del Ferrocarril Central que va por Arrayanes y que es por su esterilidad absolutamente improductiva. Algunos Ingenieros han calculado que el Ferrocarril del Carare aportará al Central del Norte 5.000 toneladas de carga anualmente que viene de Tunja, pero yo creo, y voy a demostrar porque, que dicho Ferrocarril no dará ninguna carga para el Ferrocarril Central.

La línea del Ferrocarril del Nordeste que actualmente avanza con mucha rapidez hacia Tunja tiene una distancia entre esta ciudad y Bogotá de 188 kilómetros y está proyectada con las mismas especificaciones del Ferrocarril Central, con pendientes máximas del 2,5%. Es indudable que el costo de la tonelada kilómetro en las dos líneas será igual. Del punto de empalme del Ferrocarril del Carare con el Central del Norte, suponiendo la línea de Arrayanes hasta Bogotá hay una distancia de 202 kilómetros.

Tenemos pues:

Tunja-Bogotá	por el F.C del Nordeste	188 k.	a 6 ¢ t-k.	\$11.28
Santa Sofia-Bogotá	" " Central	202 k.	" " " "	<u>\$12.12</u>
Diferencia a favor del Nordeste				\$ 0.84

Si estos \$0.84 los repartimos proporcionalmente entre los 75 kilómetros del Carare que hay de Tunja a Santa Sofía (punto de empalme de los dos Ferrocarriles) encontraremos el punto muerto a 30 kilómetros del empalme y a 45 de Tunja por la línea del Carare. Y son 30 kilómetros por un terreno absolutamente improductivo, despoblado y sin ningún porvenir; a los 30 kilómetros termina pues la zona de influencia del Ferrocarril Central del Norte, toda la carga que se produzca de este punto muerto a Tunja, irá a Bogotá por el Ferrocarril del Nordeste. Pero en gracia de discusión vamos a admitir esas cinco mil toneladas de Tunja. Mas adelante haremos el resumen de las ventajas e inconvenientes de ambas líneas y mostraré que aun así es mas favorable la construcción por El Claro.

La longitud de la carretera central del Norte entre Tunja y Bogotá es de 163 kilómetros y la carga a \$0.20 tonelada-kilómetro; este alto precio se debe a que las Empresas de transporte que se sirven de esta vía no tienen ningún competidor pero es indudable que ellos pueden rebajar esta tarifa hasta un precio que les permita competir con el Ferrocarril del Nordeste ya que tiene una longitud (la ca-

retera) mucho menor. El caso de la competencia de una carretera a Ferrocarril lo tenemos muy palpable entre nosotros donde la carretera que une a Medellín con la población de Caldas, compete con el Ferrocarril de Amaga usando carros de dos ruedas tirados por mulas.

La zona de influencia de la línea por El Claro es muy grande. Al Oriente de la línea esta zona se extiende hasta la cordillera que separa las hoyas de los ríos Suárez y Moniquirá y ^{que} se comprende el valle hacia el Oriente hasta donde principia la cordillera. Este valle está todo formado por potreros donde se ceba una gran cantidad de ganado, y la ladera de la montaña que es de pendiente suave y que está toda cultivada. Por el W su zona de influencia se extiende considerablemente mas allá de la hoya del Suárez abarcando terrenos feracísimos que solo esperan tener este Ferrocarril construido para desarrollar intensamente su agricultura y una producción intensa de café vendrá a reemplazar el abandono de estas regiones formada toda por montes incultos. Es esta vía por El Claro la que prestará el servicio de un Ferrocarril de colonización e irá a crear una gran cantidad de carga que aumentará notablemente las entradas de la Empresa.

En cuanto a los detalles del trazado poco o nada tengo que agregar a las ideas que la vista del cuadro comparativo sugiere. El costo por Arrayanes es un poco menor por kilómetros pero el costo total de construcción es mayor por su mayor longitud, y bien sabido es que es este el item que más grava una vía de Ferrocarriles sobre todo cuando este no tiene una cantidad de carga que justifique un alargamiento de la vía para ganar pendiente y aumentar así la capacidad transportadora de aquella, como sucede en todos los Ferrocarriles colombianos que son Ferrocarriles de montaña con poco tráfico relativamente y costo de construcción muy considerable.

los pequeños errores de trazado no tienen influencia ninguna porque si los hubiera se podrían corregir fácilmente, mientras que una vía mal escogida después de su construcción demanda gastos muy considerables para variarla. Es este, el de la escogencia de la vía que debe seguirse, el problema capital.

Enseguida se dan las características de las vías ^(página 31- cuadro a) puede verse el mayor costo por kilómetro de la vía de El Claro pero esta diferencia es muy pequeña y el hecho no tiene importancia para que pueda influir en la escogencia de la vía. Los cortes en roca son mayores por El Claro y menor el movimiento de tierra, esto sí puede tener influencia ya que el costo de sostenimiento de la línea será menor por esta circunstancia.

Para no alargarme demasiado me reduciré al cuadro comparativo sin hacerle comentario porque el resultado numérico de la comparación se encargará de sugerirlos.

INCONVENIENTES Y VENTAJAS DE LAS DOS LINEAS.

INCONVENIENTES DE LA LINEA POR "ARRAYANES".

1^o-Construyendo la línea por "Arrayanes" se tendrían que gastar \$256.399.38 mas y el recargo consiguiente del sostenimiento de 13,5 kilómetros.

2^o-Dentro de 10 años se tendrá un volumen de carga igual a trescientos sesenta mil setecientos sesenta y cinco toneladas (360.765) y que en 13,5 kilómetros a 6 ¢ la tonelada-kilómetro representan una pérdida en el año de \$292.220 y que va aumentar a medida que el volumen de carga aumente.

3^o- La línea por "Arrayanes" será mas larga sin que por esto se pueda aumentar la capacidad transportadora de la línea porque no se puede reducir la pendiente y una máquina arrastrará el mismo tonelaje por "Arrayanes" o por El Claro.

4^o- La línea no favorecerá sino un número pequeño de habitantes, 26.175, de los cuales una gran parte están ya favorecidos por la carretera Central del Norte y en un futuro próximo lo serán aun más por el Ferrocarril del Nordeste.

5^o- La región que atraviesa la línea de Arrayanes es absolutamente improductiva y la línea por allí no le creará ninguna carga a la Empresa porque los terrenos apenas son suficientes escasamente, para atender al consumo de esa región y las tierras adyacentes en nada serán favorecidas ya que hoy tienen vías de comunicación suficientes para su comercio, si lo tuviere.

V E N T A J A S

Solo hay una ventaja a favor de la línea de "Arrayanes" pero que es insignificante para contrarrestar los inconvenientes que tiene y es el Ferrocarril del Carare.

La línea por aquí le ahorra al Ferrocarril del Carare la construcción de 30 kilómetros que valen \$650.210 y le evita recorrer a las 5.000 toneladas que hemos admitido pero que en realidad no existen 45 kilómetros que a 6 ¢ la tonelada-kilómetro representan un valor de \$13.500 en el año. $5.000 \times 45 \times 0,06 = 13.500$

INCONVENIENTES DE LA LINEA POR "EL CLARO"

Ya que he admitido las 5.000 toneladas que podría dar Tunja tengo que admitir también que esas 5.000 toneladas van a tener que recorrer 45 kilómetros más para ir a Bogotá; pero si esa carga va para el exterior es indiferente que la línea se construya por "Arrayanes" o por "El Claro" porque construido el Troncal por cualquiera de estas vías la carga forzosamente tiene que ir a Monquirá y recorrer los mismos 75 kilómetros del Ferrocarril del Carare. Este es el único inconveniente que tiene la vía de "El Claro" pero como se ve partimos de una base falsa como son las 5.000 toneladas que dará Tunja.

V E N T A J A S

Las inversas de los inconvenientes de la línea por Arrayanes como son: un costo de construcción menor de \$256.399,38.

Un menor recorrido de la carga lo que representa dentro de 10 años la cantidad de \$292.220 en el año y el aumento progresivo y proporcional al aumento de tráfico. Fuera de esta las ventajas son las siguientes:

1º-La línea va a favorecer una región que cuenta con 81.455 habitantes.

2º- La zona de influencia de la línea es muy grande y esta formada por terrenos feracisimos como ya se dijo que a medida que se vayan desarrollando irán aumentando la carga para el Ferrocarril consi-

guiendose con este una creación de riqueza que se traducirá en beneficio directo para la Nación porque al dar carga para la Empresa le dará ganancia también y un beneficio indirecto proque estimularán el espíritu de trabajo en este pueblo y hará que muchos vayan a buscar su prosperidad en terrenos semejantes.

Este resumen es suficiente para disponer a favor de la línea de El Claro cualquier criterio que no esté sobornado con sus propios intereses.

Creo bastante estas consideraciones para creer que es la misma por El Claro la que debe adoptarse. Por razones de equidad deben favorecerse también las poblaciones del sur de Santander que serán favorecidas por el, sin que Boyacá vaya a sentirse defraudada en sus intereses ya que los terrenos del Occidente hoy en un abandono lamentable van a ser favorecidos y será estimulado grandemente su desarrollo creando riquezas que vendrá a aumentar las entradas al tesoro departamental.

Es aqui en estas feracisimas tierras en donde el trabajo encontrará un estímulo y en donde la lucha será ampliamente recompensada.

CUADRO DE PENDIENTES CONTINUAS EN LA LINEA DE CHIQUINQUIRA A MONQUIRA

POR "EL CLARO"

(Cuadro b)

Abcscisas	Pendien te %	Abcscisas	Pendien te %	Abcscisas	Pendien te %	Abcscisas	Pendien te %
00	-0,25	K18 900	-2,50	K32 940	-2,00	K43 820	-2,50
00	0,00	K19 520	-2,00	K33 240	-2,50	K44 400	-2,25
00	-0,50	K22 400	-1,00	520	-2,00	K45 40	-2,00
400	0,00	540	-2,00	620	-2,50	505	0,00
900	+0,75	840	0,00	760	-2,00	800	-0,20
700	0,00	950	-2,00	K34	-2,25	K46 200	-2,00
700	-1,00	K23 250	0,00	K35 120	-2,00	600	-0,50
100	0,00	600	-2,50	280	-2,25	K47	-0,75
200	-1,00	800	-2,00	640	-2,50	600	-1,00
600	0,00	K24 400	-2,25	960	-2,00	K48 200	-1,70
300	+1,00	K25	-2,00	K36 860	0,00	700	0,00
50	0,00	700	-2,50	K37 80	-2,25	K49	-1,50
800	-1,50	800	-2,00	320	-2,50	K50 300	-2,00
100	0,00	K26 100	-2,25	860	-2,25	900	-2,32
300	+1,00	500	-2,00	K38 100	-2,50	K52 72	-2,00
600	0,00	800	-2,25	560	-2,00	K53 46	-2,50
500	-0,75	K27 200	-2,00	680	-2,50	100	-2,50
1 700	0,00	K28 100	-2,50	880	-2,00	390	-2,30
2	+1,50	360	-2,00	K39 200	-2,50	500	-2,00
3 200	0,00	K29 960	-2,50	600	-2,00	980	-2,50
600	-1,00	K30 260	-2,25	K40 40	-2,50	K54 80	-2,00
5 800	0,00	620	-2,50	300	-2,00	200	-2,50
6 900	-1,00	K31	-2,00	400	-2,25	400	-2,00
7 900	0,00	480	-2,50	600	-2,00	520	-2,50
8 200	-2,50	660	-2,00	K41 520	-2,50	820	-1,80
550	-2,00	K32 500	-2,25	920	-2,00	K55 500	-2,00
750		940		K43 820		K56 160	

CUADRO DE PENDIENTES CONTINUAS EN LA LINEA DE CHIQUINQUIRA A MONIQUIRA

POR "EL CLARO"

(Cuadro c)

Abscisas	Pendientes %	Abscisas	Pendientes %	Abscisas	Pendientes %	Abscisas	Pendientes %
160	-2,50	K58 220	-2,50	K59 862	-2,50	K62 51	+0,50
340	-2,00	626	-1,87	937	-2,00	158	0,00
480	-2,50	676	-1,80	K60 20	-2,50	395	+0,50
600	-2,00	731	-2,50	112	-2,00	441	0,00
006	-2,50	834	-2,20	450	-2,50		
106	-2,00	937	-2,00	496	-2,00		
180	-2,50	K59 203	-2,50	558	-2,50		
480	-2,00	467	-2,00	K61 18	0,00		
580	-2,50	553	-2,50	516	+0,50		
740	-2,00	791	-2,20	761	0,00		
220		862		K62 51			

CUADRO DE PENDIENTES CONTINUAS EN LA LINEA DE CHIQUINQUIRA A MONIQUIRA

POR "ARRAYANES"

(Cuadro c)

Abscisas	Pendientes %	Abscisas	Pendientes %
		K37 900	-0,90
644	-0,70	K38 400	0,00
	0,00	K42 200	-2,00
360	+0,123	K53 120	0,00
400	+1,50	260	-2,20
530	0,00	K69 960	-2,00
200	-1,89	K70 130	
400	-0,50		
700	-0,80		
700	-0,90		
700	-0,80		
900	-0,70		
900	-0,80		

POBLACIONES Y SU NUMERO DE HABITANTES DE LAS DOS REGIONES AFECTADAS POR

LAS DOS VIAS.

(Cuadro d)

Línea por "El Claro"		Línea por "Arrayanes"	
N o m b r e s	Numero de habitantes	No m b r e s	Numero de habitantes
fuente Nacional	11,592	Tinjaca	6.120
Guabata	5.208	Raquira	2.929
Guacare	6.914	Sutamarchan	5.066
Jesús Ma ría	15.294	Leiva	3.573
Laboyá	12.181	Santa Sofía	4.119
Triceno	4.812	Gachantivá	3.512
Elez	8.381	Sachica	856
Oliver	15.750	Total	<u>26.175</u>
ite	1.323		
Total	<u>81.455</u>		

DISTANCIA DE LOS HABITANTES A LOS RIELES

(Cuadro e)

Nombres	Habitantes Miles	Distancia a la línea en Momentos			
		"Arrayanes"	"El Claro"	"Arrayanes"	"El Claro"
ceño	4,8	3,6	3,2	17,28	15,36
e	1,3	2,4	2,2	3,12	2,86
hantiva	3,5	2,8	7,2	9,80	25,20
vata	5,2	3,8	3,2	19,76	16,64
sus María	15,3	7,0	2,8	107,10	42,84
va	3,6	3,6	7,2	12,92	25,92
nte Nacional	11,6	2,4	1,6	27,84	18,56
uira	2,9	2,4	4,2	6,96	12,18
oya	12,2	2,3	0,2	28,06	2,44
hica	0,9	3,2	6,8	2,88	6,32
ta Sofía	4,1	0,4	3,6	1,64	14,76
ere	6,9	8,2	4,4	56,58	30,36
tamarchan	5,1	0,8	4,4	4,08	22,44
njacá	6,1	1,8	3,6	10,98	21,96
lez	<u>8,4</u> 107,6	4,2	3,6	<u>35,28</u> 344,32	<u>30,24</u> 288,08

DISTANCIA MEDIA

"Arrayanes"	344,32 107,6	3,2	16 kilometros	} (Las distancias estan dadas en leguas) Diferencia 2,60 kilometros
"El Claro"	288,08 107,6	2,68	13,40 kilometros	

CARACTERISTICAS DE LAS DOS VIAS

(Cuadro a)

Línea Chiquinquirá-Saboyá-Claro-Moniquirá

	Corte de tierra- mtrs.cúbicos.	Corte de roca- mtrs.cúbicos.	Mampostería- mtrs.cúbicos.	Baldosa mtrs. cúbicos.	Estructura metálica- kilos	Curva tura %	\$ oro
ales	828.370	104,947	23,509	2,034	61,867	42,7	759.798.70
medio kilom.	13,633	1,727	387	33,4	1,018		12,504,9
	Longitud de la vía			kilómetros.			

Línea Chiquinquirá-Arrayanes-Santa Sofía-Moniquirá.

ales	1,250.146	75.752	10,386,7	1,130	16,666	41,6	818,673,5
medio kilom.	17,826	1,080	148	16	237,6		11,673,6
	Longitud de la vía			kilometros			

se incluyen aquí el valor de zona, cercos, edificios, super-estructura, gastos administración, &.

erencia del total a favor de la línea de "El Claro" \$68.875

valores que se tomaron fueron los siguientes que provienen del promedio de to en la línea que ya esta construida.

metro cúbico de roca	\$0,80
" " " mamposteria	\$10,00
" " " tierra (esquistos arcillosos)	\$0,50
" " " baldosa armada	\$24,00
kilo de metal para puentes	\$0,12