

625.1
M85

ANTONIO MUÑOZ

SOSTENIMIENTO
DE FERROCARRILES

R 6936

FERROCARRIL DE ANTIOQUIA

Medellin, Colombia

DIRECCION TELEGRAFICA "CARRIL"

SOSTENIMIENTO DE LA VIA

Se entiende por Sostenimiento de la Via, el mantenerla en perfecto buen estado para que los trenes puedan moverse con la frecuencia necesaria y a las velocidades permitidas.

Para llevar a cabo esto la línea debe mantenerse en su plano horizontal y en su plano vertical. Por plano horizontal se entiende los alineamientos, ya rectos o curvos; y por plano vertical los niveles que deben llevar las cabezas de los rieles para que el movimiento sea suave.

Para sostener el plano horizontal hay que centrar los alineamientos; esto es, clavar estacas con el tránsito a cada 10 metros en las curvas, y a cada 20 en las tangentes. Cuando existe plano de la línea y hay buenas referencias, el trabajo para el Ingeniero se simplifica mucho, porque partiendo de ellas se replantea fácilmente. Pero cuando no existe como ocurrió en el Ferrocarril de Antioquia en la División del Nus en 1913, el trabajo se complica porque el Ingeniero tiene que comenzar un replanteo sistemático de la línea acomodándose a la banca existente y a los rieles clavados.

Cuando las curvas son simples se puede facilmente hallar una curva que se acomode a los rieles existentes, aplicando una fórmula sacada por el Dr Roberto Arango precisamente cuando estaba en el replanteo. Dicha fórmula es así: $R = \frac{2T - L - 0,46c}{2 \frac{A}{2} - c}$

donde R es igual al radio de la curva que se busca. Para comprender mejor el origen de la fórmula veamosla en la figura (1). Se escogen a juicio del Ingeniero las dos tangentes que se acomoden mejor a la banca, procurando si fuere posible dejar las existentes para no aflojar mucha carrilera al mover la línea. Luego se busca el ángulo Δ formado por estas dos tangentes, ya poniendo el P.I., ya por el método del triangulo, o en último caso por un polígono. La suma de los ángulos interiores del triangulo, o la de los exteriores del polígono es igual al ángulo Δ que se busca.

Leido el ángulo se clavan en las rectas dos estacas como PC y PT escogidos a voluntad procurando que queden mas retirados del PI que los verdaderos de la curva. Dichos puntos los llamaremos en la figura (1) PC' y PT'; y sus distancias al vertice de la curva T' y T" respectivamente; siendo en este caso T" mayor que T'. Luego con una escuadra marcamos en los rieles la intersección de una perpendicular al eje de la via por estos mismos puntos; y desde allí medimos ordenadamente riel por riel aproximando hasta milímetros. Puede medirse por el riel superior o por el inferior. En nuestro caso elegimos el inferior.

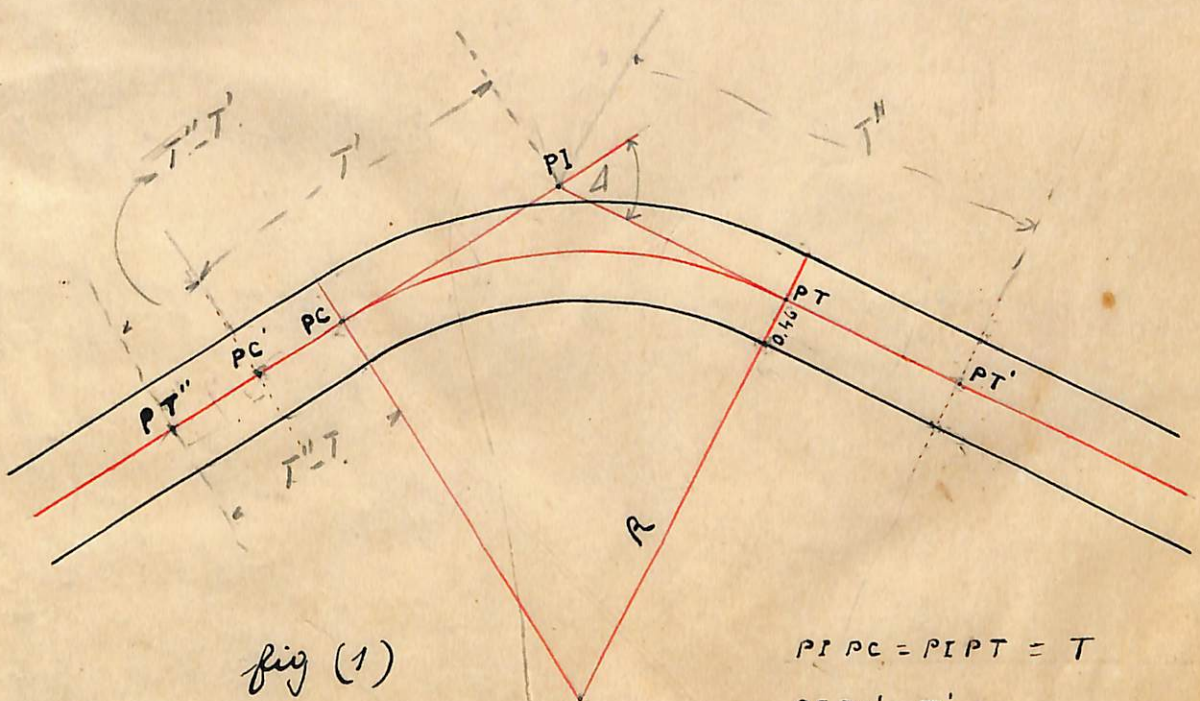


fig (1)

$$L = T''T' + L' + e$$

$$PI PC = PI PT = T$$

$$PI PC' = T'$$

$$PI PT' = T''$$

$$PI PT'' = T''$$

ESTATUTOS UNIVERSIDAD NACIONAL

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

Una vez medidos los rieles llamamos su longitud L' que en la figura (1) equivale a $PT'PT'PC'PC'$. Luego con los datos tomados antes (triángulo o polígono) se calculan las distancias al PI que llamaremos T' y T'' como se ve en la figura. Luego suponemos al lado de T' un punto a igual distancia del PI que PT' y lo llamaremos PT'' . El pedazo de PT'' a PC' es igual a $(T''-T')$; lo cual se agrega a los rieles medidos mas los espacios que estos han de tener y a todo lo llamamos L . Los espacios se calculan generalmente a 0.005 por cada riel; pero en las partes muy calientes como en Puerto Berrio es insuficiente y debe ponerse 0.01 por riel.

Ahora refiriéndonos a la figura tenemos:

$$L - 2(T'' - T) = (R - 0.46)C; L - 2T'' + 2T = RC - 0.46C. \text{ Reemplazando } T = R \operatorname{tg} \frac{\Delta}{2}$$

tenemos: $L - 2T'' + 2R \operatorname{tg} \frac{\Delta}{2} = RC - 0.46C$; de donde sacamos:

$$R(2 \operatorname{tg} \frac{\Delta}{2} - C) = 2T'' - L - 0.46C; \text{ y finalmente: } R = \frac{2T'' - L - 0.46C}{2 \operatorname{tg} \frac{\Delta}{2} - C}$$

C es igual al desarrollo para un angulo dado y radio unidad; y 0.460 - mitad del ancho de via en el Ferrocarril de Antioquia.

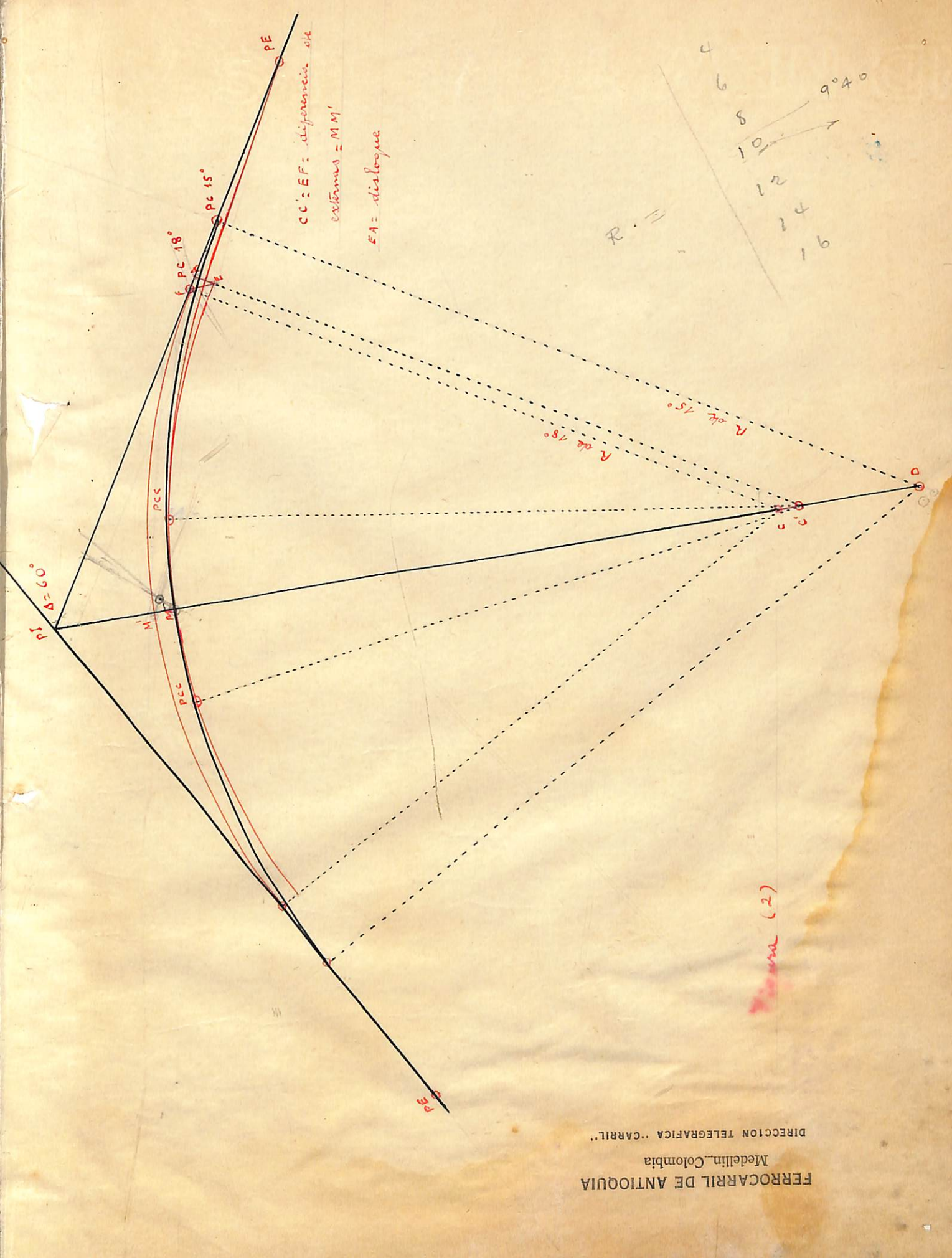
Aun cuando los puntos se clavan en la mitad de la carrilera y la medida de los rieles se refiere al riel inferior, esto no afecta la longitud de L porque en las rectas la medida puede ser por el centro o por los rieles.

Los grados de las curvas obtenidas por la fórmula son generalmente fraccionarios debido al factor imperante de la longitud de los rieles; pero esto poco significa porque una locomotora pasa lo mismo por una curva de 12° que por una de $12^\circ 20'$.

Cuando las curvas son compuestas se procede así: se escogen a voluntad varios puntos en cualquiera de las rectas como PC ; y de cada uno de ellos se ensaya con el tránsito hasta que se encuentre una curva que se acomode bien a la banca. Luego poniéndose en tangente en uno de los puntos escogido como PCC , y con el ángulo formado por esta tangente y la otra de la carrilera, que debe ser igual a lo que falta para completar el ángulo total Δ , se ensaya otra curva; bien sea calculando el radio basados en la tangente del PCC al nuevo PI, o adelantando y atrazando el PCC hasta que se acomode a la banca lo mejor posible.

Si resulta aceptable; es decir hasta 16° , puede trazarse sin tener en cuenta los rieles. Si no fuere aceptable, se modifica el PCC hasta que se cumpla la condición requerida.

Suma (2)



A las curvas obtenidas por la fórmula se les puede introducir espirales aun cuando no siguen ley determinada. Esto es útil - especialmente cuando se quieren poner curvas de grado completo.

Para este trabajo el Ingeniero Dr Roberto Arango estudiando - detenidamente el asunto, dedujo otra fórmula para averiguar la longitud de espiral que se acomoda a un grado dado. Supongamos por ejemplo que por la fórmula obtuvimos una curva de radio - R y queremos saber que longitud de espiral podemos introducirle a una mas estrecha de radio R'. de modo que el punto medio - de la nueva curva quede en el mismo lugar que el de la primera.

El disloque para la espiral seria: $p = \frac{X^2}{24R'}$ y si observamos en-

la figura (2) vemos que el mismo disloque es igual a $d \cos \frac{\Delta}{2}$; siendo d la diferencia entre la secante externa de la curva - de radio R y la de la supuesta de radio R'. De aquí sacamos:

$$\frac{X^2}{24R'} = d \cos \frac{\Delta}{2}; X^2 = 24R' d \cos \frac{\Delta}{2}; X = \sqrt{24R' d \cos \frac{\Delta}{2}}$$

Para comprender mejor esto tomemos un caso práctico:

Supongamos (fig 2) que por la fórmula obtuvimos una curva de - 15° que con el Δ de la figura (60°) se acomoda a los rieles. Supon - gamos una de 18° y queremos saber que espiral se le acomoda pa - ra que el punto medio de la curva pase por el mismo lugar que el de la de 15°.

La secante externa para la curva de 15° es por la fórmula ----

$E = R \sec \frac{\Delta}{2} : 11.49$; y la para la curva de 18° es 9.58. Su dife - rencia es 2.91. Ahora queremos saber que espiral tira hacia a - dentro la curva de 18° esa misma cantidad de 2.91

Supongamos la curva ya tirada por la espiral y prolonguemosla - hasta que la tangente quede paralela a la de la carrilera. Si - en ese punto trazamos el radio y llevamos una paralela a la - secante externa, vemos claro que el disloque $EA = EF \cos \frac{\Delta}{2}$ ó $2.91 \cos \frac{\Delta}{2}$. Entonces podemos poner la igualdad: $\frac{X^2}{24R'} = 2.91 \cos \frac{\Delta}{2}$

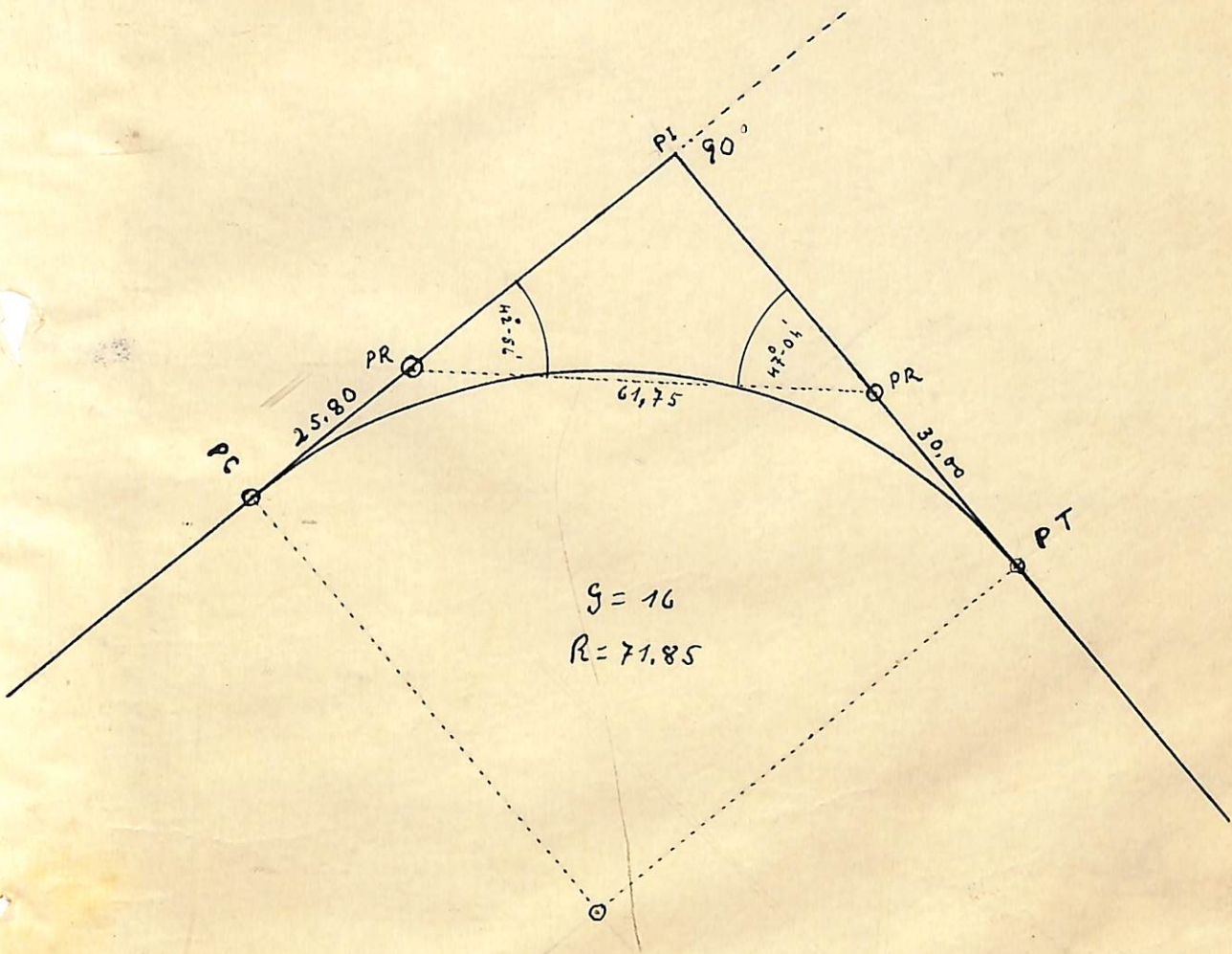
De aquí sacamos $X = 48$ metros mas o menos; y si queremos ajus - tarnos a la ley de dos veces el grado, podemos ponerle a la - curva una espiral de 36 metros la cual queda al lado de la se - guridad para los rieles.

Hemos puesto un ejemplo exagerado para que en la figura se -- puedan ver las cosas claras. Lo común para el caso en cuestión

FERROCARRIL DE ANTIOQUIA

Medellin...Colombia

DIRECCION TELEGRAFICA "CARRIL"



$g = 16$
 $R = 71.85$

Figura (3)

DIRECCION TELEGRAFICA "CARRIL"

seria suponer una curva de $15^{\circ}30'$ o 16° y acomodarle una espiral de ley conocida.

Con esta fórmula introdujimos el Dr Arango y yo espirales a la mayor parte de las curvas de la División del Nus, y todas ellas se acomodaron bien a la longitud de los rieles existentes.

Una vez replanteada la curva se referencia como lo indica la figura (3). Anotando cuidadosamente todas las distancias y los ángulos allí indicados, es muy sencillo el replanteo en lo futuro; porque basta colocarse en los PRs, leer los ángulos del triángulo para cerciorarse de que Δ no ha cambiado y en seguida clavar el PC y el PT a las distancias indicadas. Lo demás es cosa ya conocida.

Los puntos de referencia en la División del Nus se pusieron en el replanteo siguiendo las tangentes y clavando fuera de la carrilera puntas de riel que varían desde 0.60 de longitud para las partes rocallosas hasta tres metros para los terraplenes. Cuando ha habido necesidad de nuevo replanteo al cabo de seis u ocho años, la mayor parte de los puntos han permanecido en su puesto; pero algunos de los terraplenes especialmente de Puerto Berrio a Malena se han movido un poco. Caso que e esto suceda lo mejor es con el nuevo Δ recalcular y trazar la curva. Las diferencias máximas han alcanzado hasta 6 minutos.

Posteriormente en La Variante de Calera y en el trazado de Cisneros al Limón, se han puesto referencias de rieles formando ángulos diversos con el eje de lavia. De cualquier modo que sea lo importante es que las referencias queden en parte inamovible; y deben pintarse de rojo para encontrarlas fácilmente. El punto preciso de ellas ha sido marcado con un punzón en la cabeza del riel.

FERROCARRIL DE ANTIOQUIA

Medellin - Colombia.

DIRECCION TELEGRAFICA "CARRIL"

4

Las notas del replanteo deben de recogerse en una cartera auxiliar de tránsito cuyo modelo damos en seguida

Estacion	Ptos y Deflecciones	Deflecciones	Elementos	Observaciones
0	PC		$G = 12$	Estaca PC 0.20 atrás
10		3	$R = 95,67$	
20		6	$\Delta = 27-06$	
30	Derecha	9	$\frac{\Delta}{2} = 13-33$	
40		12	$h = 45,18$	
45.18	PT	13-33	$T = 23,06$	Estaca PT 0.15 adelante

En la otra página de la cartera se dibuja el croquis de la figura (3), indicando la dirección de la curva. Cuando el PC o PT quedan en una traviesa, en vez de cajearlo lo mejor es poner una estaca hacia adelante o hacia atrás siguiendo la recta. Si suponemos que la línea va de Puerto Berrio a Medellín, los PCs quedarán mas atrás de los verdaderos y los PTs mas adelante. Esta distancia del punto verdadero a la estaca cercana debe anotarse cuidadosamente en la cartera auxiliar para evitar perdida de tiempo en lo sucesivo. También es conveniente dejar marcados con tachuelas los puntos verdaderos en las traviesas. Esto es útil sobre todo para el plano general.

PLANO VERTICAL

Una vez centrada una buena longitud de línea, digamos doce kilómetros, se procede a poner los niveles para arreglarla en forma.

Cuando existe perfil definitivo y hay buenas referencias, el asunto es muy sencillo para el Ingeniero. Basta partir de un BM y restablecer las cotas indicadas para cada estación; pero cuando no existe como ocurrió en El Nus, se procede así: En cada una de las estaciones puestas con el tránsito se coloca la mira sobre el riel y se toma la lectura. En las rectas donde ambos rieles están a nivel, puede leerse en cualquiera de los

DIRECCION TELEGRAFICA "CARRIL"

dos; pero al llegar a las curvas (digamos 30 metros antes del - PC) se pone la mira sobre el riel inferior porque este es el - que lleva la pendiente. Deben ponerse referencias o BMS a cada 250 metros, para facilitar las comprobaciones.

En el Ferrocarril de Antioquia clavamos puntas de riel, las -- cuales no nos dieron resultado tan satisfactorio como las re- ferencias para el tránsito. Esto puede proceder de que quizás- fueron los rieles muy cortos y puestos con poco cuidado. Los - ultimamente puestos de Puerto Berrio a Malena si están satis- factorios. Deben ponerse tambien con mucho cuidado BMS en las- obras de arte; ya sea en la parte metálica o en los muros. Estos si son puntos a los que se puede tener siempre confianza.

La escala acostumbrada para el dibujo de perfiles en el trazo o construcción es así: escala horizontal $\frac{1}{2000}$; escala vertical

$\frac{1}{200}$; o sea esta ultima 10 veces mayor que la primera. Pero pa

ra el Sostentamiento donde se necesita ver los desperfectos por pequeños que sean se acostumbra así: horizontal $\frac{1}{2000}$ y verti -

cal $\frac{1}{20}$; o sea 100 veces mayor. Aun cuando queda exagerada espe- cialmente en las pendientes fuertes, se usa mucho porque apro- xima hasta un centímetro.

Todo kilómetro nivelado debe renivelarse para ir seguro de -- que no se ha perdido trabajo.

El error permitido para la nivelación es $0.02\sqrt{K}$; donde K son - los kilómetros nivelados. En la División del Nus se han levan- tado varios perfiles de la línea: uno en 1913; otro en 1919 y - el último en 1922. Las dos primeros dieron en una longitud de - 58 kilómetros una diferencia de 0.65 que no es aceptable; pero la segunda y la tercera dieron solo 0.05 lo que se pasa de a- ceptable.

Una vez dibujado el perfil del riel se entinta con tinta ne - gray y los proyectos se hacen con tinta roja. Debe procurarse - que los alces no pasen de 0.20 o 0.30 y en casos especiales - 0.40. Como regla general deben evitarse las bajadas, porque da- da una misma profundidad cuestan tres veces mas que subir; pero tampoco pueden abolirse del todo porque muchas veces con e-- llas se mejoran empalmes que están muy fuertes como ha ocurri- do varias veces; o con una bajada de cincuenta o sesenta me -- tros con profundidad maxima de 0.20 se evitan grandes cantida- des de balasto en los alces vecinos.

En el Ferrocarril de Antioquia K 38 de la División del Nus hu

bo necesidad de hacer una bajada de 0.80 para mejorar un empalme entre un 4% que subia y un 2% que bajaba el cual estaba -- puesto en una longitud de 60 metros, lo que es inaceptable. Siempre que pasaban los trenes, al descender la locomotora de la cúspide de la parábola, tiraba los carros motivando muchas veces descarrilamientos de los carros de empuje.

Una vez dibujados el perfil del riel y los proyectos, puede --- calcularse aproximadamente el cubo de balasto, dividiendo la superficie encerrada por ellos en figuras de área conocida y tomando como altura para los prismas una longitud de 2.50 a 3 metros, según la capa de balasto. Hecho este cálculo se puede saber que número de plataformas se necesitan; computando cada una a razón de 6 metros cúbicos. Hoy en día en lugar de plataformas se usan furgones cuyo contenido varia de 10 a 14 metros cúbicos, los cuales tienen la ventaja de que vacian el balasto por gravedad; de modo que dos peones pueden vaciar el -- contenido de uno de ellos.

MOVIDA DE LA CARRILERA

Una vez lista cualquier curva con sus centros y niveles se procede a moverla. Para esto se principia por retirar el balasto para que quede floja; y luego varios peones, digamos 8 toman barras de cuadro y empiezan en un extremo de la curva, siguiendo por orden hasta el otro extremo. Primero se mueve en las estacas de centro; y los intermedios se mueven a ojo del ingeniero o capitán que dirige la movida. Para colocar la carrilera en el centro de la estaca, se hace a la medida de camino una muesca con una lima a 0.46 o 0.47 de uno de los extremos; y se corre hasta que dicha muesca coincida en plomo con la tachuela.

Para facilitar la movida es preciso aflojar los tornillos de las eclisas, para poderles distribuir en el curso de la movida las luces que les corresponden (0.005). Al mover en una estaca cualquiera, debe sostenerse con dos barras la anterior, porque la movida puede alterarla debido a la rigidez de la carrilera.

Una vez centrada la curva, el capitán procede a sacar a ojo -- los hoyos o desniveles del riel inferior con la ayuda de los gatos o las barras; y una vez emparejado, le da una apretada -- provisional para no interrumpir el paso de los trenes. Luego -- procede a alzar el riel inferior por las estacas de nivel y -- despues a distribuir el peralte.

El peralte máximo usado en el Ferrocarril de Antioquia ha sido calculado por la fórmula $P = \frac{V^2}{139R}$, para una velocidad de 40-

kilómetros por hora; lo cual da 0.01 para una curva de un gra-

FERROCARRIL DE ANTIOQUIA

Medellin, Colombia

DIRECCION TELEGRAFICA "CARRIL"

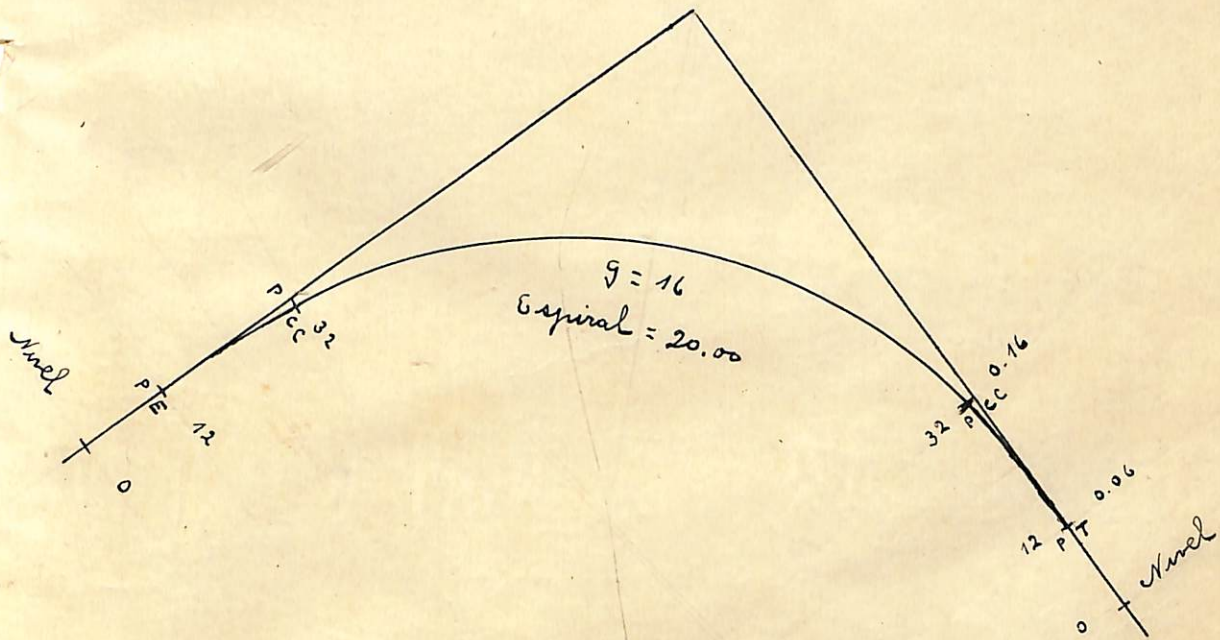


Figura (H)

FERROCARRIL DE ANTIOQUIA

Medellin_Colombia

DIRECCION TELEGRAFICA "CARRIL"

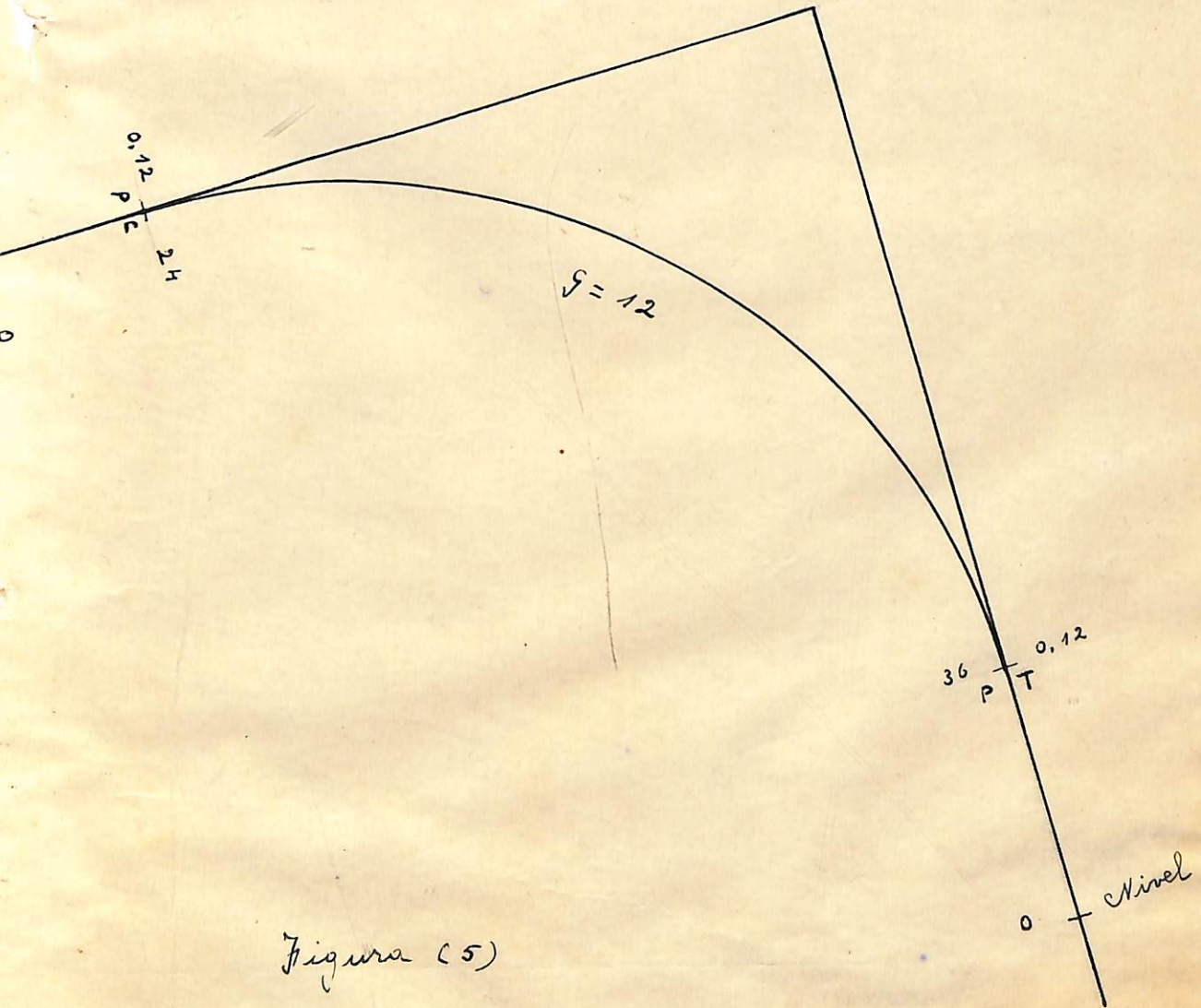


Figura (5)

FERROCARRIL DE ANTIOQUIA

Medellin_Colombia

DIRECCION TELEGRAFICA "CARRIL"

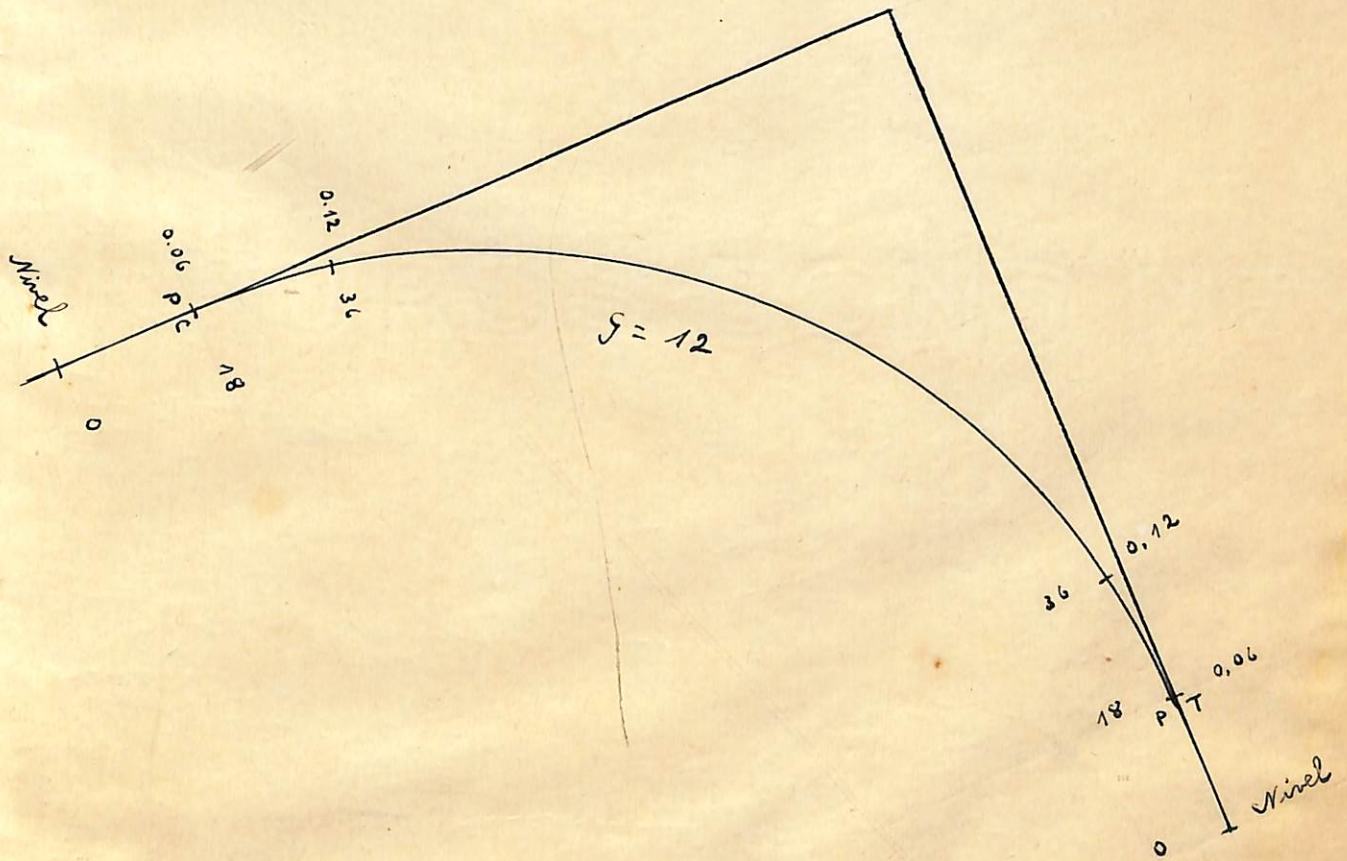
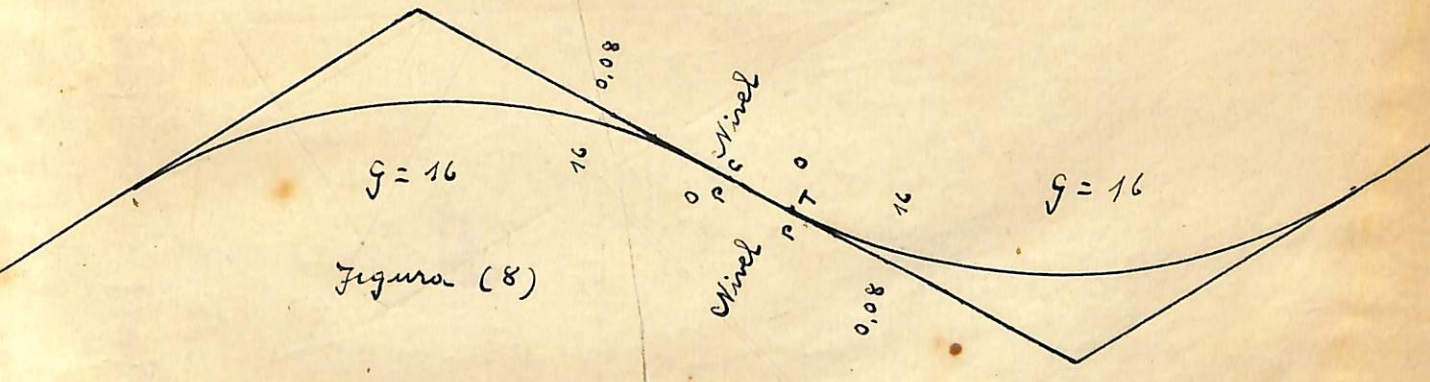
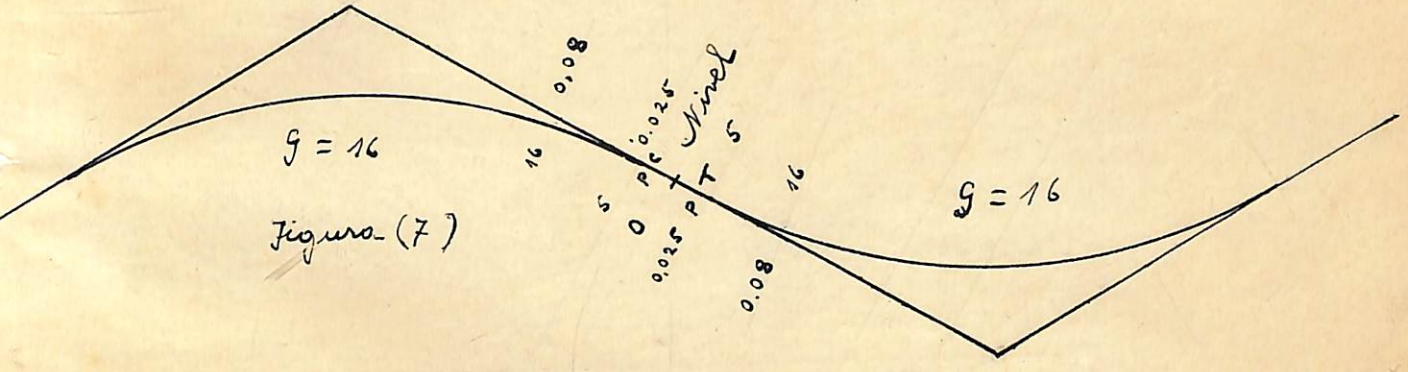


Figura (6)



do y sucesivamente 0.01 por cada grado. Esto es aceptable hasta una curva de 12° ; pero de allí en adelante es exagerado y contribuye en mucho a los volcamientos. No propiamente por eso, sino porque una vez movido el centro de gravedad de un vehículo -- por otras causas, la mucha inclinación de la carrilera ayuda al volcamiento.

DISTRIBUCION DEL PERALTE

Cuando las curvas tienen espirales, el asunto es fácil debido a la ley que ellas tienen. Por ejemplo en una espiral de 400 veces el peralte, corresponde a cada cuatro metros un centímetro de elevación; en una de trecientas veces cada tres metros y en una de doscientas veces a cada dos metros.

En la División del Nus se han puesto espirales desde 200 hasta 500 veces el peralte según el caso; y si la fórmula citada atrás para introducir espirales a una curva que no las tiene, diere una longitud que es menos de 200 veces, se toma hacia la recta lo que falte para completarla de modo de tener todo el peralte en el PC de la curva (vease figura 4).

Cuando las curvas no tienen espirales se puede proceder de dos modos: 1º se pone todo el peralte en el PC y PT y se rebaja hacia las rectas en distancias mayores de dos metros por centímetro o a dos metros como límite (figura 5); o se pone la mitad del peralte en el PC y PT y se aumenta hacia la curva a razón de dos, tres o cuatro metros por centímetro hasta cogerlo todo, y se disminuye de la misma manera en la recta hasta coger el nivel (figura 6).

En las curvas reversas la cuestión es muy difícil y solo la experiencia enseña a distribuirlo. En la División del Nus he empleado dos sistemas que me han dado ambos buenos resultados el primero consiste en tomar la mitad de las rectas cortas que une las curvas y allí poner los rieles a nivel; de allí hacia cada una de las curvas se levanta a razón de 0.01 por cada dos metros hasta coger todo el peralte. De modo que si la recta tiene diez metros corresponde al PC de una curva y al PT de la otra 0.025 (figura 7). El segundo consiste en tomar la mitad de la recta y dejar para cada lado cinco metros a nivel; dando una longitud total de diez metros. Generalmente con este sistema corresponde nivel al PT de una curva y al PC de la siguiente (figura 8). De allí para adelante se levanta en la proporción mínima indicada.

De los dos sistemas me parece mas racional el primero, porque en las entradas de las curvas corresponde alguna elevación que contrarresta en parte la fuerza centrífuga.

FERROCARRIL DE ANTIOQUIA
Medellin, Colombia

DIRECCION TELEGRAFICA "CARRIL"

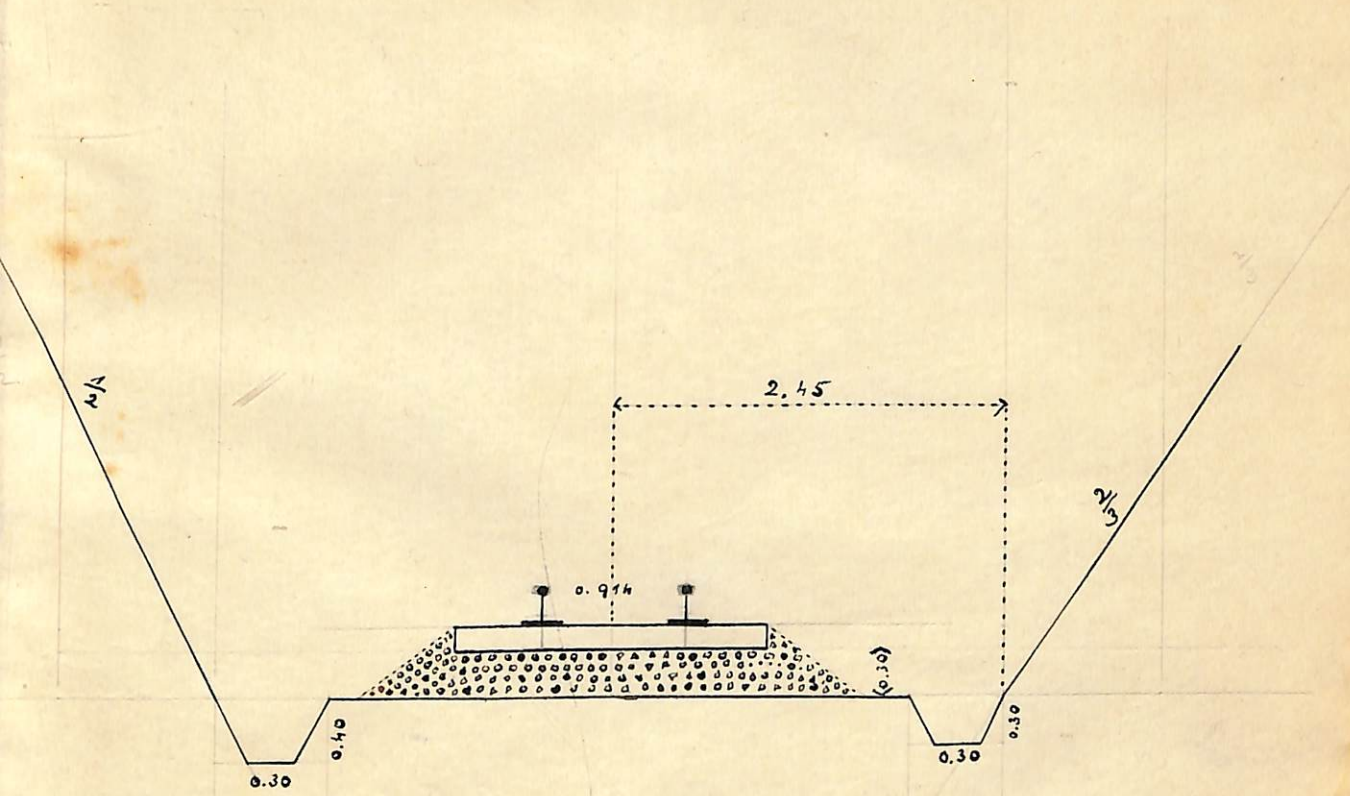


Figura (9)

Las reversas teóricas no existen en la práctica al menos en la División del Nus; ni aun en los switches, porque el trazado moderno de ellos considera el corazón siempre una recta. Pero caso que ocurrieren se puede apelar a cualquiera de los dos sistemas indicados.

La cuestión del peralte y nivel en la carrilera es el punto más delicado y al que mayor atención hay que ponerle. Siempre que ocurre un descarrilamiento al ir a buscar las causas que lo produjeron, se encuentran en las curvas cambios de nivel los cuales contribuyen a la caída del vehículo, cuando no son la causa única.

Al principio de nuestro trabajo en 1914 el Dr Arango y yo tratábamos de llevar el peralte en toda la curva; y como con frecuencia ocurren dos curvas fuertes en sentido contrario unidas por una tangente corta, el capitán se veía en calzas prietas para disimular los dos peraltes y le quedaban morros y cambios bruscos los cuales motivaban la caída de los vehículos largos como las jaulas y los carros de tercera; y aun cuando nosotros por falta de experiencia echábamos la culpa al material rodante, con el tiempo me convencí de que se debía a la línea; y arreglando los empalmes de los peraltes según lo indicado para las reversas, desapareció por completo el mal.

Cuando se trata de pedazos de línea con muchas reversas como sucede en el Nus entre los kilómetros 36 y 70, el peralte debe calcularse para una velocidad máxima de 30 kilómetros; la cual da 0.005 para una curva de un grado. De modo que a una de 16° le corresponde únicamente 0.08 y esto es fácil de distribuir en *dieciséis* metros.

OTROS TRABAJOS DEL SOSTENIMIENTO

DESAGUES- Los desagües son uno de los trabajos más importantes en el Sosténimiento, porque el agua es el mayor enemigo de la carrilera. En la figura 9 se da un corte transversal de la banca con las dimensiones más usadas para los desagües en el Ferrocarril de Antioquia.

En los cortes deben ponerse desagües transversales a lo sumo a cada cincuenta metros, para derramar pronto las aguas fuera de la banca y evitar la erosión que el mucho caudal produce. Para atravesar la carrilera se hace uso de tubos corrugados cuyos diámetros varían desde 6 hasta 18 pulgadas. Para ponerlos se abre una brecha entre dos o más polines y se coloca el tubo lo más profundo posible de acuerdo con el nivel transversal de los desagües, para evitar que sufran con el paso de los vehículos.

Cuando la cantidad de agua es muy grande se pueden construir-

caños de piedra pegada con cemento de 0.50 o 0.60 de luz para evitar en todo caso que el agua corra por la carrilera, se lleve el balasto y afloje por completo la línea.

En esto de desagües especialmente alcantarillas, falló mucho - la construcción de Cisneros al Limón; pues en el kilómetro 110 y en el 115 las construidas son insuficientes para las grandes avenidas, dando por resultado el que el agua corra por la carrilera.

Probablemente los Ingenieros se ciñeron mucho a los cálculos - que existen sobre la materia. Mi opinión en este punto es que se debe pecar por exceso; es decir, que si el cálculo del agua - que puede afluir a una alcantarilla da una luz de 0.60, debe - ponerse un metro aun cuando se recargue mucho el coeficiente de ignorancia como dicen algunos Ingenieros.

En los terraplenes es necesario poner en cada uno de los cerrros (intersección de corte y terraplén) desagües, para que el terraplén soporte únicamente el agua que le corresponde por la lluvia. En algunas partes se han ensayado desagües de tejones - a lo largo de los terraplenes; los cuales hasta hoy todavía se conservan, no obstante la acción destructora del tiempo. Lo mejor en asunto de terraplenes es engramarlos para que el agua de lluvia no los socave. En el Ferrocarril hemos empleado para esto; yaraguá, india, maciega y grama; siendo hasta ahora la mejor la yaraguá porque se extiende sobre el terraplén a modo de tapiz.

Cuando en la banca resulta una capa de arcilla impermeable, no son suficientes los desagües comunes y hay que apelar a filtros longitudinales lo mas profundos posibles, para que el pedazo de tierra entre ellos comprendido escurra y se evite la continua flogedad de la línea. En el kilómetro 19 de la División del Nus existe en un tramo largo una capa gruesa de arcilla impermeable, la cual a pesar de balastarse bien dio mucha guerra al Sosténimiento porque con el paso de las locomotoras el balasto se hundía y la arcilla se vomitaba por los espacios de las traviesas. Todo esto se remedió haciendo dos largos filtros longitudinales de 1.20 de profundidad, y varios transversales de cinco en cinco metros desaguando en los primeros. Si con estos filtros transversales a intervalos cortos no cesa el mal, no hay mas remedio que volver toda la banca un filtro continuo en toda longitud necesaria. Si no estoy mal, esto tuvieron que hacer en la división del Porce en el paraje llamado - El Chagualo (K 3)

Rondas - Se llaman rondas unos desagües longitudinales paralelos a los cortes a una distancia fija mas allá de los chaflanes. - Respecto a ellas existen varias opiniones; unos dicen que son principio de derrumbes; y otros opinamos que son muy útiles a -

una distancia de 5 a 10 metros retiradas de los chaflanes por que evitan grandes avenidas por los taludes. Las construidas en la División del Nus especialmente en la construcción de Cisneros al Limón están en buen estado y prestando perfecto servicio.

DESHIERBA Y ROCERIA-Aunque extictamente estas dos palabras significan lo mismo, en el Sosténimiento las distinguimos así: deshierba es la limpia de malezas en la banca comprendida entre los desagues; y roceria la limpia desde los desagues hasta los taludes y fuera de los chaflanes. La primera comprende generalmente una faja de la longitud de la línea por 4 metros o 4.90 de ancho; y la segunda varia según los cortes y las necesidades.

La deshierba se hace en el Ferrocarril cada vez que la línea lo exige; lo que en la División del Nus ocurre mas o menos cada tres meses; es decir, cuatro veces en el año. La roceria se hace unicamente en los veranos, o sea dos veces al año (julio y diciembre) y unicamente del ancho necesario para no estorbar el tráfico y mantener segura la línea.

Antiguamente hasta 1919 las cuadrillas de Sosténimiento gastaban gran parte del tiempo y dinero rozando fajas anchas; lo cual aun cuando despeja y embellece la línea es inutil, porque ese dinero puede emplearse en cosas mas urgentes como el alce los desagues, el cambio de traviesas etc.

La manera de llevar la estadística de la deshierba y roceria es por metro longitudinal; lo cual no da idea del valor de una superficie dada. La deshierba es facil de llevar por superficies porque el ancho común son 4 metros o 4.90; y así puede facilmente saberse el valor de una hectárea por ejemplo. Pero la roceria es difícil por este método dada la desigualdad de los cortes y terraplenes. Lo mejor seria anotar en la roceria unicamente los jornales, y contratar cada trayecto cuando las circunstancias lo exijan.

CAMBIO DE TRAVIESAS-Consiste esta operación en retirar de la carrilera las traviesas que están en mal estado por el mucho servicio que ya han prestado.

Las traviesas empleadas en el Ferrocarril de Antioquia son de las siguientes maderas: comino, guayacán hobo, canelo y cagui. Es estas maderas son las que mejor resultado han dado; además por via de ensayo se han usado el coco, maquimaquí y tachuelo, que no han dado resultado satisfactorio por su corta duración.

La duración media de una traviesa de las maderas finas es de -

diez años aun en la zona fuerte de Puerto Berrio y en las curvas. En las rectas y en la parte alta de la línea siempre que el terreno esté bien drenado puede durar hasta 20 años.

Desde 1914 se entabló en la División del Nus hacer una marca mensual de las traviesas puestas y señalarlas con un martillo que tiene gravadas las dos últimas cifras de cada año. Todavía están en buen estado las primeras cambiadas aun cuando el número a duras penas se distingue. Sería mejor marcarlas con una platinita de hierro con el número antes indicado.

Dos sistemas para cambiar traviesas se han usado en la División del Nus; el primero consiste en cambiar a voluntad del Inspector y Capitán cada vez que las necesidades de la línea lo exigen. El segundo implantado por el Dr Florencio Mejía es mas científico y consiste en recorrer cada seis meses (enero y julio) el Inspector con el Capitán todo el trayecto a pie, y examinando con un pico o machete todas las traviesas que aparentemente no durar mas de seis meses; marcando con pintura las que definitivamente se han de cambiar. En seguida se da al Ingeniero un detalle de las necesarias por kilómetro para él hacer el pedido.

Este sistema tiene la gran ventaja de que cada traviesa además del criterio del capitán está controlada por el del Inspector, y muchas veces por el Ingeniero quien los examina en sus visitas frecuentes a la línea. Además se cambian todas en uno o dos meses; y el capitán puede dedicar el tiempo restante de cada semestre a los demás trabajos. Se obtiene además gran cantidad de traviesas las cuales sirven para combustible, estibas de edificios etc.

Según los datos estadísticos del Nus he llegado a la conclusión de que un peón puede cambiar en promedio 6 traviesas por día, dejándolas apretadas como estaban.

DERRUMBES- Los hay de dos clases: positivos o de los cortes y negativos o de los terraplenes. Este es uno de los items que mas guerra da en los inviernos. En los años muy lluviosos como 1916 y 1921 han alcanzado en la División del Nus un porcentaje de 5 y 11% de los gastos del Sostentamiento.

La causa que los produce es muy clara y son inevitables; pero pueden evitarse parcialmente poniendo una ronda a todo corte mayor de cinco metros y manteniendola limpia en los veranos para que el invierno la encuentre lista para desempeñar su papel.

Los derrumbes negativos especialmente en media ladera se evitan manteniendo los desagües muy limpios y revisándolos despues -

de cada aguacero fuerte. Esto es muy importante y por descuido de esta precaución hemos tenido en el Nus grandes tasternes

Los cortes modernos se hacen con un talud de $\frac{2}{3}$ para evitar - también los derrumbes; y aun se han puesto algunos de 1:1, especialmente en la Variante de Calera y en la construcción del Limón; los cuales debido a la topografía y a la calidad de la tierra también se han derrumbado.

CAMBIO DE RIELES-El requisito mas importante para este trabajo es que la mayor parte de los trabajadores sean clavadores, porque estos son el eje y la base para la buena organización y eficiencia. También deben haber buenos enllantadores, y uno o dos que sepan manejar el machine (curvador de rieles)

HERRAMIENTAS-Las necesarias para este trabajo son: barras de cuadro y de pinche; barras de uña comunes, barras de uña cuello de ganzo; martillos clavadores; medidas de carrilera entre las cuales deben haber de recta, de media curva y de curva. Estas tres clases pueden reducirse a una sola usando medidas de eslabones; las cuales tienen una serie de platinas conveniente - mente dispuestas para usarlas en las rectas, las espirales y - las curvas; estampas de pala y zapato, barras comunes de punta y pala, rastrillos, tenedores, tenazas rieleras; llaves de camino surtidas debido a la variedad de las tuercas de los tornillos; palas para recoger el balasto, parihuelas, Vasijas pequeñas como surrones o tarros para cargar tacos y clavos; arranca escarpas, sierra para cortar rieles; carricoche con surtido de brocas, aceite para trabajar con la sierra, un trazador y llaves - americanas de 10 y 14 pulgadas.

Además debe de haber un carpintero con un serrucho, 1 azuela, - 2 formones, 1 metro plegadizo; 4 barrenos surtidos de $\frac{1}{2}$ a $1\frac{1}{2}$ y una caja de broza con hierros.

DEBERES DEL CAPITAN-1-cuidar de que la herra^{de}mint^{de}a esté en buen estado y hacer reponer oportunamente la que se deteriore; 2-avisar con tiempo suficiente al Ingeniero o al Inspector la necesidad de pedir llantas, tornillos, arandelas, clavos, tacos, traviesas, aceite etc, a fin de que no haya perjuicios en el trabajo; 3-ver que la cuadrilla mantenga siempre el personal suficiente, y caso de que le falten pedir desde la víspera personal a las cuadrillas de Sost^{de}enimiento vecinas.

PRELIMINARES DEL TRABAJO-El capitán debe cerciorarse que hasta 250 metros mas adelante del punto en que va el trabajo, hay rieles regados y que estos son en número y de las condiciones indicadas para la parte de carrilera que se va a cambiar; es decir, que los rieles rectos esten en su puesto y los curvos en - el suyo. Caso que falten o que no sean adecuados los regados -

en cada punto, debe avisar al Ingeniero o al Inspector para -- proveer lo que sea necesario.

Debe marcar con pintura visible los polines que esten en mal-estado hasta unos 150 metros mas adelante del punto en que va el trabajo del cambio.

Debe de cerciorarse de que halla polines arreglados en número suficiente para cambiar los marcados; y en caso de no haberlos debe avisar oportunamente al Ingeniero o al Inspector.

Debe marcar con pintura roja los bordes interiores de las bases de los rieles cada dos polines de los que no se van a cambiar.

ORGANIZACION DEL TRABAJO-Debe procurarse hacer cada dia una labor definida y evitar en cuanto sea posible dadas las condiciones del tráfico todo trabajo provisional.

En nuestras condiciones actuales de tráfico y con una cuadrilla de 30 hombres que es la que mas ocurre en esta clase de trabajos, pueden cambiarse por ambos lados una tira de 6 rieles (54 metros). Para que el trabajo marche con la rapidez que se necesita no debe ponerse a cada clavador mas de el espacio de una barra por ambos lados .

Por la mañana al comenzar el trabajo el capitán dividirá su trabajo en dos partes. La una compuesta de 12 trabajadores la dejará a cargo del segundo o de una persona que sepa alzar y arreglar la línea para que proceda a peraltarla según las instrucciones que ha dado el Ingeniero

Diez trabajadores irán con el capitán a ejecutar el trabajo de enllantada de los rieles que se van a cambiar ese dia o al dia siguiente. Estos diez trabajadores los repartirá asi: dos enllantadores irán con llaves de camino y platinas de separacion; ocho llevarán tenazas rieleras para levantar los rieles. Estos; procederán a ponerlos en un borde de los polines de tal manera que la extremidad del primer riel de cada tira esté aproximadamente al frente de la extremidad de la correspondiente que se va a cambiar, a fin de que no haya que adelantar o retroceder mucho cada tira para que empate con la extremidad ya cambiada. Debe tenerse en cuenta que en las curvas la posición de las extremidades debe ser diferente que en las rectas debido al mayor o menor radio con que se colocan las barras nuevas con respecto a las viejas.

En seguida irá poniendo un riel a continuación de otro separa

DIRECCION TELEGRAFICA "CARRIL"

do únicamente por el espesor de la platina que debe tener lista el enllantador a medida que se vayan colocando los rieles. El espesor de esta platina es comunmente $\frac{1}{4}$ de pulgada.

Para que el trabajo de los enllantadores marche parejo con el de los que mueven los rieles y no haya pérdida de tiempo, aquellos solo deben poner al principio los dos tórnillos extremos de cada llanta para fijar los rieles, y después proceder a colocar los otros.

Cada una de las tiras de 6 rieles ^{se coloca} a un solo lado de la via, el que se juzgue mas conveniente.

Una vez fijadas las dos tiras, mientras los enllantadores acaban de poner los tornillos que faltan, los de las tenazas proceden a poner debajo de los rieles nuevos, arrecostados a la barranca o apoyados en soportes adecuados, palos, listones o polines de tal manera que no queden mas bajos que los polines de la carrilera para correr sobre ellos los rieles enllantados.

Si este trabajo marcha bien organizado, las barras enllantadas deben estar corridas sobre sus soportes a mas tardar en dos horas. Terminado este trabajo los ocho peones que acompañan los enllantadores, procederán a arrumar los polines viejos y los rieles quitados del día anterior.

Después los diez trabajadores se distribuirán en dos grupos de tres y uno de cuatro; los dos de tres, desclavarán los contrafuertes y las traviesas una de por medio, y el de cuatro puede cortar los rieles viejos en el lugar que le indique el Ingeniero

Hecho esto colocarán polines nuevos al lado en que están los rieles nuevos enllantados, al frente de los que están marcados para quitar, en todo el tramo que se va a cambiar; regarán las herramientas que despues indicaremos en los puntos señalados de antemano; en los cuales comenzará el trabajo cada grupo de tres trabajadores como indicaremos después.

Si los trabajos han estado bien organizados, a las cinco horas todo debe estar listo para el cambio.

CAMBIO- Todo trabajo en el cambio debe ser ejecutado por grupos de tres trabajadores; y a cada uno de ellos debe corresponder un tramo de la longitud de un riel a cada lado.

Para esto de antemano debe ser dividido el tramo de 6 rieles--

que se va a cambiar a cada lado en seis partes proximately iguales, por medio de líneas claras trazadas en los polines -- con pintura roja y numerados de 1 a 6, de tal manera que cada división represente un trabajo aproximadamente igual en desclavada, clavada etc.

Al frente de cada una de estas rayas divisorias se pondrá la herramienta siguiente: 3 barretones, una barra de uña para comenzar, 1 barra de uña para acabar, 1 martillo rielero, 3 rastrillos; 1 medida de carrilera adecuada para cada punto, 1 zurrón o tarro lleno de tacos, 1 zurrón con clavos nuevos, 1 escoba de ramas, y alternando, en un punto un par de tenazas rieleras, y en otro dos pares. Todas estas herramientas se colocan al mismo lado que las tiras de rieles nuevos.

En cada una de las rayas numeradas se disponen tres trabajadores, uno de los cuales debe ser un clavador, y a los cuales se les ha indicado de antemano en que número les corresponde principiar, para que no haya vacilaciones.

Cada grupo de tres ejecuta el trabajo entre el número que se le ha señalado y el siguiente, y todos en una misma dirección.

En la desclavada, el clavador coge el martillo; uno de sus compañeros la barra de uña para comenzar y el otro la barra de uña para acabar de desclavar, y proceden a desclavar los dos lados en su trecho correspondiente. Si la distribución ha sido bien hecha y el trabajo bien organizado, las tiras de rieles viejos deben quedar desclavadas mas o menos al mismo tiempo.

Entonces con los barretones y con cuidado para no mover los polines, se retiran las tiras de rieles viejos al lado contrario del en que están las de rieles nuevos. Hecho esto se procede a retirar los polines malos; para lo cual se levantan y se colocan al lado en que se sacaron los rieles viejos; después con los rastrillos se limpia y ahonda el lugar donde estaban dichos polines, y en su puesto se colocan los nuevos de tal manera que no queden mas altos que los viejos.

En seguida en cada grupo de 3 y en su trayecto, uno coge un zurrón con tacos de madera los cuales los va colocando en los huecos de los clavos extraídos; el clavador va detrás con el martillo hundiendo los tacos, y el tercero detrás con la escoba barriendo los asientos de los rieles.

Terminado este trabajo se procede a arrimar una de las tiras de rieles nuevos al punto que le corresponda. Si no empata exactamente con la extremidad de los rieles viejos, se avanza o re

trocede lo necesario con la ayuda de las tenazas rieleras y de llaves de camino pasadas por los huecos de los rieles extremos, y empujadas por barretones en el sentido que se desee mover la tira de rieles.

Colocada en su punto la primer tira se procedê a arrimar la segunda de la misma manera. Debe tenerse presente al arrimar los rieles nuevos de no mover los polines.

Una vez que las llantas extremas han sido fijadas se procede a colocar los rieles nuevos de tal manera que las bases en el borde interior besen las rayas rojas hechas en los polines; esto si la carrilera vieja está centrada. Si no está, se procede a centrar los rieles nuevos sin clavar fijándolos al frente de las estacas de centro con clavos apuntados en los polines; al ir a clavar en firme la barra, los polines descentrados se corren a su punto sin mover los rieles nuevos.

Terminado esto se procede a clavar un polín de por medio, colocando estos en la posición y lugar que deben quedar, cada grupo en su puesto. Cuando cada clavador haya clavado así su trecho correspondiente, aprietan los polines clavados que estén flojos, si hay algún tren próximo esperando; de lo contrario, se sigue clavando lo que falte y después se aprieta todo. En las curvas fuertes deben colocarse platinas un polín de por medio.

Quando la distribución, organización y dirección han sido buenas, todo el trabajo queda terminado en 4 ó 5 horas.

OBSERVACIONES GENERALES SOBRE EL CAMBIO DE RIELES

COLOCACION DE LOS RIELES-Debe tenerse cuidado al empatarlos - que las marcas de fábrica queden hacia afuera; esto se debe a que la fabricación tiene algunas imperfecciones y generalmente las cabezas de los rieles resultan sin simetría. Para lograr este resultado con facilidad debe proveerse desde la curvada que unos se curven con las marcas hacia el lado cóncavo y otros hacia el lado convexo; y teniendo cuidado al embarcarlos de que queden en la plataforma en la posición que deben tener en el terreno para no tener que voltearlos en la carrilera, lo que es difícil por la estrechez.

CURVADA-Este trabajo requiere mucho cuidado para que quede bien hecho. Con frecuencia sucede que los rieles curvados con el machine de rotación presentan diferente curvatura, siendo mas fuerte al principio y menor en el resto; esto se debe a que cierta tuerca que tiene el machine para graduar se afloja durante la curvada, pero después se notó el defecto y se inventó modo de fijarla.

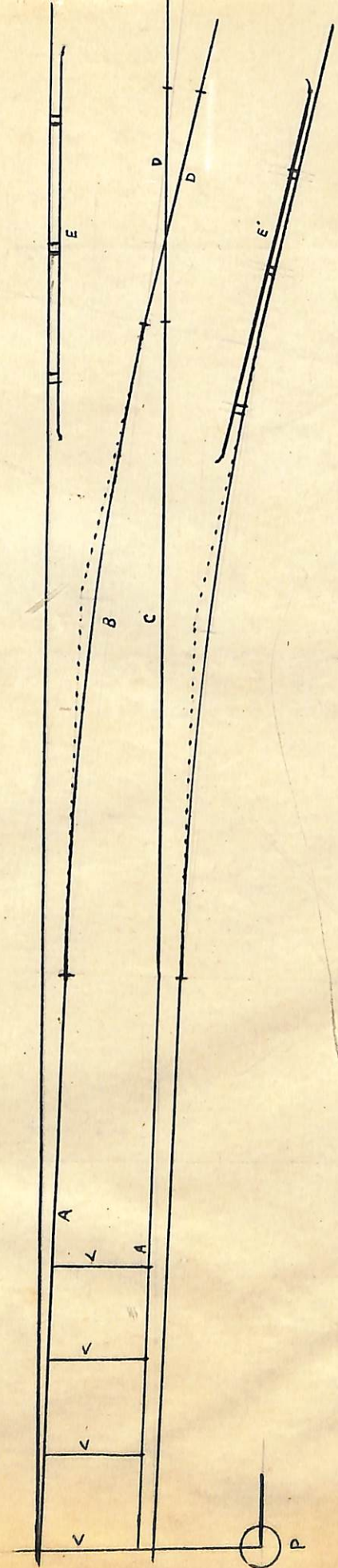


Figura (10)

Al principio se curvaban los rieles con el machine de rotacion empleando 6 trabajadores, y se obtenia un promedio de 15 a 20-rieles diarios; costando cada uno de \$0.50 a \$0.60; posteriormente el Dr Julián Cock encargado del asunto inventó fijar el machine y curvar con dos mulas. Con este procedimiento y los mismos 6 hombres se han curvado en medio dia (5 horas) treinta rieles, costando cada riel al rededor de \$ 0.15.

Para el empate provisional de los rieles nuevos con los viejos durante el cambio, pueden usarse cuchillas de switche o pedazos de rieles viejos. Lo primero aunque mas práctico tiene la desventaja de que cuando quedan una al frente de otra deforman los rieles nuevos debido al esfuerzo que hay que hacerles para que ajusten bien; pero cuando se colocan separadas si quiera la longitud de un riel, cesa el mal.

Los pedazos de rieles tienen la ventaja de que el cambio queda completo hasta el empate, lo que no sucede con las cuchillas; pero hay que dañar muchos rieles porque el empate de un dia no sirve para el otro.

Para que los rieles queden al mismo nivel en las cabezas y en el mismo plano en los bordes interiores, se usan eclisas compuestas de acuerdo con las dimensiones de los rieles nuevos y los viejos.

SWITCHES-La colocación de un switche es una de las operaciones mas delicadas del Sostenedimiento, porque ellos constituyen una fuente de peligros para el tráfico.

Un switche se compone de (figura 10): dos cuchillas o agujas AA; un riel curvo B que une una de ellas con el corazón; otro riel recto C que une la otra con el mismo corazón; un corazón DD el cual está dispuesto de modo que permita el paso de las ruedas de una via a la otra; dos contrarrieles EE' que se colocan frente al corazón en ambas líneas, los cuales defienden la punta del corazón y sostienen la rueda para que ande por la via que le corresponde al llegar a la parte acanalada del corazón. Si el vehículo va por la via principal, el contrarriel E guía la rueda; y si va por la via del switche, el trabajo descrito le corresponde al contrarriel E.

Las cuchillas están aseguradas entre si por medio de varillas de conexión; la primera de las cuales está en conexión con el operador P el cual mueve el switche para que se acomode a la via que se desea.

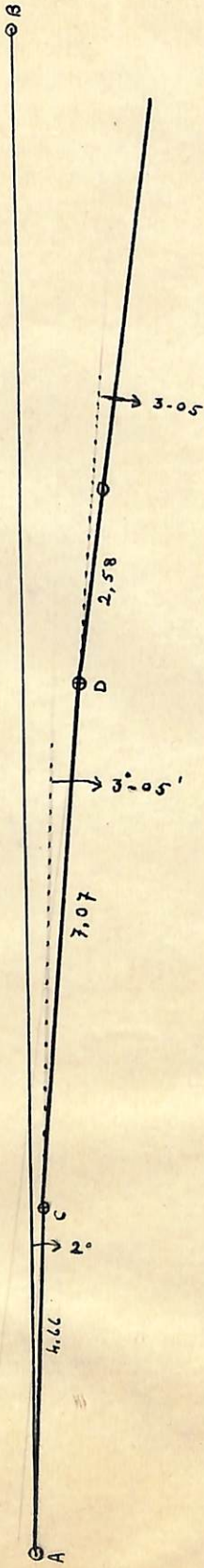


Figura (11)

DIRECCION TELEGRAFICA "CARRIL"

Las cuchillas se mueven lateralmente sobre unas platinas clavadas en las traviesas, que sirven para evitar el daño de estas y además para ayudar a sostener el ancho de vía necesario.

Los switches mas empleados en el Ferrocarril de Antioquia son de números 6, 7, 8 y 9; de ellos el mas usado es el 7 porque necesita poco espacio y pronto separa una vía de la otra. En la vía principal es el número mas bajo que debe colocarse, pues el número 6 por ejemplo tiene ya curva muy fuerte y difícilmente pasan por él las locomotoras de base rígida larga.

Anteriormente los switches se consideraban una curva desde la punta de las agujas hasta la del corazón, y cada número tiene sus piezas de longitud determinada. Hoy esto ha desaparecido y se reemplazan por los swiches de cuchillas y corazón rectos; lo cual estrecha la curva que ya no queda tangente a la línea principal y a una parte del corazón, sino a las cuchillas y a todo el corazón.

Para un swiche # 7 la curva correspondiente es de $17^{\circ}26'$, la cual es ya bastante fuerte pero aceptable a velocidad moderada pero para un # 6 corresponde una de 25° la que es inaceptable en carrilera principal, aun cuando puede ponerse en los patios donde la velocidad no pasa de 10 a 15 kilómetros por hora.

La gran ventaja de este sistema consiste en la facilidad de reponer las cuchillas caso de daño. El ferrocarril hizo su estudio y especificó que todas sean del mismo largo. El usado es 15 pies o sea 4.57. Basado en esto y en el throw o juego del swiche que es fijo para un ancho de vía, el ferrocarril elaboró un cuadro que insertamos el cual contiene las longitudes de las piezas necesarias para un swiche de número dado.

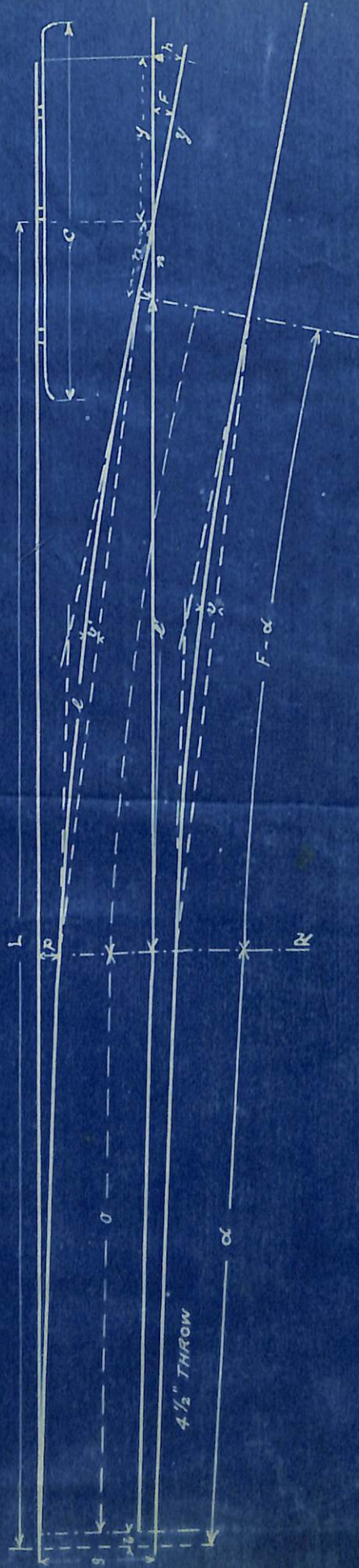
COLOCACION-Supongamos que se trata de un swiche # 7 que es el mas común:

Primero se hace el trazo como indica la figura 11: se coloca el tránsito en la mitad de la vía y se toma línea en la tangente en una referencia lejana B. Luego se deflecan 2° para cualquier lado según la dirección que va a llevar el swiche y se miden 4.66, longitud teórica de la cuchilla; allí se clava una estaca C y se pasa el tránsito a ella. Luego tomando la línea CA se transita y defleca un ángulo de $3^{\circ}05'$, valor de la mitad del ángulo al centro en la curva del swiche; en seguida se miden 7-07, longitud de la cuerda para el ángulo al centro de la misma curva y se clava la estaca D. A continuación se pasa el instrumento a D; allí comienza el corazón. Mirando a C se defleca el mismo ángulo $3^{\circ}05'$ quedando en la tangente a la curva que corresponde al corazón, y se miden 2.58, longitud



Figura (12)

Tablas de Cambia-Uias.



Sistema Inglés
" Francés

N	F	α	R	L	ℓ	ℓ'	b	P	i	n	y	c	h	o	v	v'	g
5	11°-26'	2°	103'-6"	34-7/16"	17-3/16"	47 13/16"	0'-3 1/2"	0-6 3/8"	0-5 1/8"	2'-3"	4'-3"	10'-0"	0'-10 1/16"	15'-0"			3'-0"
"	"	"	31'-56"	10-56"	5-276"	5-214"	0-089"	0-162"	0-136"	0-636"	1-295"	3-046"	0-258"	4-57"	0-108"	0-914"	
6	9°-32'	"	153'-10 1/2"	38 13/16"	20-5 1/2"	20-3 3/8"	"	"	0-5"	2'-6"	5'-0"	"	0'-10"	"	"	"	"
"	"	"	46-34"	11-603"	6-237"	6-182"	"	"	0-117"	0-762"	1-524"	"	0-254"	"	0-102"	"	"
7	8°-10'	"	216-7 1/2"	41 4/16"	23-5 3/8"	23-3 3/8"	"	"	0-4 1/16"	2'-9"	5'-9"	"	9'-13/16"	"	"	"	"
"	"	"	65-937"	12-603"	7-148"	7-102"	"	"	0-119"	0-831"	1-752"	"	0-249"	"	0-096"	"	"
8	7°-10'	"	288-11 1/2"	44-4/16"	26-2 7/16"	26-0 3/4"	"	"	0-4 1/2"	3'-0"	6'-3"	"	0'-9 1/16"	"	"	"	"
"	"	"	88-03"	13-523"	7-988"	7-946"	"	"	0-114"	0-914"	1-905"	"	0-238"	"	0-09"	"	"
9	6°-22'	"	377-4 1/2"	47-3/8"	28-10 2/8"	28-9 1/2"	"	"	0-4 5/16"	3'-5"	7'-0"	"	0-9 5/16"	"	"	"	"
"	"	"	115-06"	14-421"	8-805"	8-768"	"	"	0-103"	0-991"	2-134"	"	0-236"	"	0-084"	"	"

Pedido de 1914

5	11°-26'	"	100-10 1/2"	34-5 3/8"	16-10 5/8"	16-8 1/8"	"	"	0-6"	2'-6"	4'-6"	"	0'-10 1/2"	"	"	0-106"	"
"	"	"	30-774"	10-506"	5-15"	5-082"	"	"	0-192"	0-76"	1-37"	"	0-273"	"	"	"	"
6	9°-32'	"	150-9 1/2"	37-10 7/8"	20-1/2"	19-10 1/8"	"	"	0-5 1/2"	2'-9"	5'-3"	"	0'-10 1/2"	"	"	"	"
"	"	"	45-80"	11-554"	6-11"	6-05"	"	"	0-14"	0-84"	1-60"	"	0-267"	"	0-101"	"	"
7 1/2	7°-38'	"	249-1 1/2"	48-9 1/16"	24-7 1/16"	24-6 1/16"	"	"	0-4 1/16"	3'-0"	6'-0"	"	0'-9 3/16"	"	0-092"	"	"
"	"	"	75-92"	13-055"	7-512"	7-468"	"	"	0-123"	0-914"	1-626"	"	0-243"	"	"	"	"

7, 8 y 9 como los anteriores.

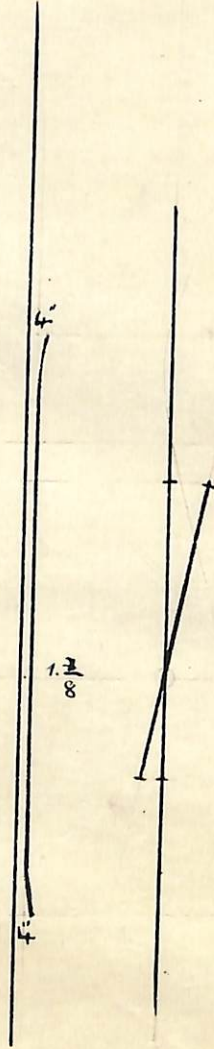
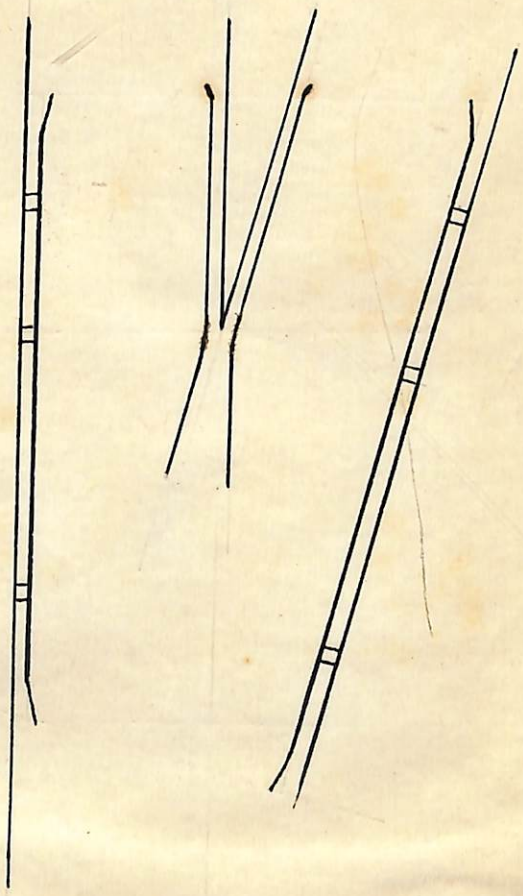


Figura (13)

Figura (13')



del mismo corazón para el # 7.

Hecho el trazo se arregla el terreno donde va a quedar el switche retirando el balasto y soltando los rieles y polines en la longitud necesaria. Luego se cortan el riel recto y curvo, -cuyas longitudes en este caso son 7.10 y 7.15 respectivamente. Al curvo se le da una flecha de 0.09 según indica el cuadro. Luego se unen las dos cuchillas, los rieles recto y curvo y el el corazón formando la figura 12. En seguida se distribuyen -- los polines o traviesas así: 2 largos de 10 ó 12 pies (3.05 ó - 3.60) para el operador; luego 6 de los cortos o sean de 6 pies (1.80). Luego se aumentan a medida que las necesidades lo exijan a 7, 8, 9 y 10 pies. Estas últimas se colocan en el corazón porque allí tienen que soportar las dos vías en todo su ancho.

Luego se alinea y clava el lado de la vía principal donde no va el corazón y se clavan las platinas en los polines que soportan las cuchillas. En seguida se arrima y ajusta a esta parte ya clavada la cuchilla que corresponde a la curva del switche y con la medida de recta se sierra por la otra barra, formando la curva y colocando las platinas que soportan la cuchilla de la vía principal.

Luego se colocan los guarda rieles de manera que en la punta del corazón den un espacio para las pestañas (flange way) de $1\frac{7}{8}$ ". De allí para adelante y para atrás se pueden abrir un poco de modo que en las puntas den una luz de 4 pulgadas (fig 13). Los contrarrieles generalmente se colocan de modo que su mitad coincida con la punta del corazón; pero estudiando más tarde encontré que es más conveniente correrlos hacia las agujas de modo que las puntas que quedan frente al fin del corazón se corran hasta coincidir con los extremos de los Wing rails (patas). Esto tiene por objeto proteger las puntas de los guarda rieles de la acción de las pestañas, y al entrar al switche la rueda queda aprisionada bastante antes de la punta del corazón, lo que contribuye a la seguridad. (fig 13')

Terminado todo esto se coloca el operador de modo que al quedar la palanca horizontal para cualquiera de los dos lados, una de las cuchillas ajuste perfectamente en la vía que le corresponde.

HERRAMIENTAS

Las principales herramientas usadas en el Sosténimiento son:

Barras de Cuadro-Tienen de 1.70 a 2 metros de longitud y $\frac{7}{8}$ o

Lining Bars



No. 15

Wedge point. Per lb.....

Figura (14)

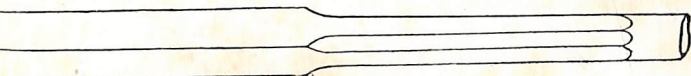
Lining Bars



No. 16

Diamond point. Per lb.....
Round point if desired.

Pinch Bars



No. 17

Weight and pattern to order. Per lb.....

Figura (15)

1 pulgada de diámetro. Su sección es circular en la parte alta; tienen una parte octagonal y acaban en cuatro caras. Sirven especialmente para mover la carrilera al centrar; para movilizar materiales pesados de una parte a otra, como rieles, piedras grandes etc. (fig 14)

Barras de Pinche-(fig 15)-Muy parecidas a las anteriores, pero terminan en un bisel formando una especie de pala. Tienen los mismos usos que las de cuadro y además son especiales para sostener las traviesas contra los rieles al clavarlos. También -- sirven para esto las barras de cuadro.

Estampas-Son barras de 1.70 a 2 metros de largo y de $\frac{3}{4}$ $\frac{6}{8}$ de pulgada de grueso que terminan por un extremo en una pala como nuestras barras comunes, y por el otro en un zapato de acero champion, que es el que hace el principal papel al apretar la carrilera. Sirven principalmente para apretar la línea en los alces y para los derrumbes. (fig 16)

Cuando el balasto es arena como se usa en algunas partes por falta de roca, es mejor apretar con las palas y todavía mejor con pisones de madera. En unos alces de 0.60 y 0.80 hechos en Pavas en 1921 dieron muy buen resultado los pisones. Una vez apretada la línea en forma, los trenes podían pasar sin ninguna dificultad.

Palas-Son una de las herramientas más necesarias ya para mover balasto de una parte a otra, para limpiar los desagües que están obstruidos y sobre todo para los derrumbes. Prestan muy buen serficio para botar directamente hasta una distancia de tres metros.

En el Ferrocarril se han empleado de varias clases, siendo hasta ahora la más satisfactoria la de tipo americano, que se diferencia de la nuestra en que la cuchara es cóncava en vez de plana. Su forma es bien conocida.

Picos-Son muy útiles para los derrumbes y los movimientos de tierra. Su forma es bien conocida. (fig 31)

Martillos Clavadores-Son bloques de acero de 0.30 de largo y forma octagonal de caras desiguales, que terminan en un extremo en una cabeza ligeramenta curva que es la que golpea la es carpia; y en el otro en una punta cuadrada de $\frac{5}{8}$ " por lado. Esta punta sirve para clavar en las partes estrechas como contra-rieles de los puentes y switches. (Fig 17)

Gatos (Figura 18)-Los hay de dos clases: (a) de cremallera y

(b) de tornillo. Ambos se usan para levantar la carrilera en los alces. Los primeros son de trabajo mas rápido pero menos precisos debido a que los dientes dan un paso de $\frac{1}{2}$ pulgada o mas. Los segundos son los mas empleados especialmente para la distribución del peralte debido a que dan una aproximación a hasta milímetro. La longitud de un gato es de 0.60 a 0.70--- figuras 18 y 19

Barras de Uña-(fig 20) Se emplean para arrancar las escarpia--as ya clavadas. Sus dimensiones son mas o menos iguales a las otras barras citadas, pero mas gruesas y terminan en una curva hacia afuera que forma un ángulo de 45 y tienen una acanaladura en la mitad que coge la cabeza de la escarpia. Funcionan - por movimiento de palanca.

Arranca Escarpias (fig 21) Es una herramienta de forma especial que tiene una boca abierta como tenazas con la cual se agarra la escarpia. Luego se coge con la barra de uña en uno de los - varios nudos que tiene en su longitud y los dos combinados sa can la escarpia. Se emplea exclusivamente en los puntos donde no cabe la barra de uña.

Llaves de Camino (fig 22)-Sirven para aflojar y apretar los - tornillos de las eclisas. Tienen generalmente 0.60 de longitud y $\frac{3}{4}$ o una pulgada de diámetro. Un extremo es aplanado donde se hace la muesca o quijada que coge la tuerca. Dicha muesca tie ne cuatro lados para acomodarse a la forma de las tuercas, que generalmente son cuadradas o exagonales.

Tenazas Rieleras (fig 23)-Son útiles para transportar los rie les de una parte a otra. En los cambios de rieles hechos en la División del Nus, 6 hombres con la ayuda de las tenazas son ca paces de mover con facilidad un riel de 60 libras por yarda.

Tenedores y Rastrillos-Los primeros se emplean con buen rendi miento en las balasteras para llenar los vagones; y en la ca--rrilera para limpiar el balasto cuando está mezclado con tie rra. Los rastrillos se usan principalmente para retirar el ba--lasto de los cajones que hay entre las traviesas al cambiar--madera, y para profundizar la caja de modo que la traviesa nue va no quede mas alta que la vieja.

Medidas de Camino (fig 24)-Se emplean para colocar el interior de la cabeza de los rieles a la distancia requerida; la cual en las rectas y en via angosta es 3 pies o 0.914 y en las curvas varia según el radio hasta un ensanche de $\frac{5}{8}$. En uno de los ex--tremos tienen una escuadra que se acomoda a la cabeza del riel. Las hay de tres clases a saber: de recta, de espiral o media -- curva y de curva. Estas tres clases se pueden reducir a una so-

DIRECCION TELEGRAFICA "CARRIL"

la introduciendo a una medida de recta un juego de platinas de $\frac{1}{8}$ de grueso cada una, que se manejan por medio de un mecanismo especial. Lo común es ponerles 5 platinas dando un ensanche total de $\frac{5}{8}$ o 0.015.

En el Nus las hemos empleado así: hasta una curva de 6° se clava con medida de recta; de 7 a 8° con 1 eslabón; de 8 a 10° con 2 eslabones; de 10 a 12° con 3; de 12 a 14° con 4 y de de 14 a 16° con 5. Estos eslabones son especialmente útiles para las espirales.

Niveles de camino (fig 25) - Consisten en un listón de $1\frac{1}{2}$ por 6 y 1.20 de largo que tiene en la parte superior una burbuja bien ajustada protegida por una lámina metálica. En el otro extremo se le pone una platina de hierro graduada en centímetros o pulgadas y acanalada en el centro; por este canal se pasa un tornillo que atraviesa el listón y tiene una tuerca de modo que al correr la platina se puede apretar con los dedos en cualquier longitud que se desee. Este sistema es muy bueno para distribuir el peralte en las curvas.

También hay niveles en escalones, cada uno de los cuales corresponde a un centímetro o media pulgada; pero no son tan satisfactorios como los primeros citados. (fig 26)

Curvadores de Rieles (fig 27) - Llamados comúnmente machines - Sirven para curvar los rieles al enrielar y para sacar los codos y desperfectos que con el tráfico aparecen.

Los hay de tres clases: de rotación, de palanca y de tornillo. Los primeros tienen tres rodillos que se acomodan sobre el riel y por medio de una pieza vertical y una palanca horizontal se voltean a modo de mayal, lo que da por resultado que el machine recorra el riel dando una curvatura perfecta. Con este aparato 6 hombres pueden curvar 15 o 16 rieles en un día. Posteriormente estudiando más el asunto se fijó el machine convenientemente y se dispuso de modo que el riel se moviera. Con dos mulas y 6 peones se han curvado todos los rieles cambiados desde el K 13 hasta el K 39. El promedio diario era de 35 a 40 rieles.

Los otros machines solo necesitan tres peones, pero hay que moverlos a mano por trechos de un metro más o menos. La curvatura obtenida con ellos no es tan satisfactoria como la del rotación porque generalmente quedan nudos en los puntos donde se coloca el tornillo para hacerle la fuerza ya con la palanca o volteando.

Carricoches - Se emplean para perforar huecos en los rieles al

cortar o añadir pedazos. Consisten en una doble escuadra cuyos dos brazos normales al riel lo agarran en la base de modo de no impedir el paso de los vehiculos. En la base de la escuadra paralela al riel se mueve una pieza a la cual se acomoda el propio carricoche que lleva la broca y se opera por una palanca. Para evitar que se reviente la broca se le unta aceite a medida que trabaja. El portabroca tiene modo de alimentar la broca a medida que avanza. Generalmente es un tornillo. Las brocas varían desde $\frac{7}{8}$ de diámetro hasta $1\frac{1}{4}$ pulgadas en los contrarrieles de los switches. (fig 28)

Sierras para cortar Rieles (fig 29) - Las hay de lámina acomodada en una armadura y que funciona como serrucho de carpintero, y circulares compuestas de un disco dentado que se mueve por medio de engranajes.

Estos aparatos tienen la ventaja sobre los cinceles de que dan un corte mas perfecto y se pueden cortar longitudes hasta de un centímetro de riel. Son muy útiles sobre todo en la colocación de los switches donde siempre hay que cortar rieles; y en los empates en el cambio de rieles.

Carros de Empuje (fig 30) - Consisten en una plataforma de madera armada sobre dos troques delgados de modo de poderlo sacar fuera de la via cuando se necesite. Son muy útiles para el transporte de materiales como traviesas, herramientas, balasto, la cuadrilla etc. Debe ponerse mucho cuidado al usarlos porque constituyen un peligro para el tráfico.

En el Ferrocarril de Antioquia están casi abolidos debido a los muchos accidentes ocurridos por descuidos en su manejo; pero con un teléfono ambulante y con el cuidado necesario se pueden usar con buen resultado.

ORGANIZACION

La organización del Sosténimiento varia un poco según la organización general de los ferrocarriles en los diversos países. - El mas común es este: Un Ingeniero Jefe con un ayudante encargado del Departamento Técnico, ya construcción o Sosténimiento. Varias divisiones a cargo de Superintendentes divisionarios. En cada una de estas hay un Ingeniero Jefe de Sosténimiento, quien se entiende con el Superintendente para los problemas comunes de la via; y cuando el asunto es de importancia lo envia por conducto del Superintendente o directamente al Ingeniero Jefe.

Cada Jefe de Sosténimiento tiene a sus ordenes* del Sosténimiento ordinario y de las Adiciones y Mejoras. Cada Ayudante tiene a su cargo una Sección y en todo lo técnico informa al Jefe de

* Ayudantes encargados

DIRECCION TELEGRAFICA "CARRIL"

Sostenimiento. Cada Ingo de Sección tiene uno o varios inspectores al cuidado de un trayecto que entre nosotros puede variar de 20 a 30 kilómetros. Cada Inspector tiene a su cargo varios capitanes con trayectos que varían de 4 a 6 kilómetros.

En Europa y los Estados Unidos donde hay estaciones y las vías férreas son muy bien construidas, el personal de las cuadrillas es generalmente de un peón por milla o kilómetro, y por día pero en los inviernos toda la cuadrilla se reduce a uno o dos peones, y en partes al capitán solo.

Entre nosotros que no tenemos estaciones fijas, y que nuestros caminos no pueden estar en las condiciones de los citados, dada nuestra topografía, el personal es muy variado. Al principio de nuestro trabajo (1913) cuando la línea estaba sin balasto, con madera mala, fuera de sus centros, mal desaguada etc, el personal por kilómetro y por día era 5 peones. Hoy en día que ya está casi toda en su plano vertical; toda en su plano horizontal, suficientemente balastada y con rieles de 60 libras por yarda, el personal por kilómetro y por día oscila en tre 2 y 2½; y rebajó hasta 1.6 en 1921 cuando era jefe del Sostenimiento el Dr Juan de Dios Ceballos.

Dadas las condiciones de nuestros ferrocarriles de montaña, y el continuo aumento del tráfico, creo que difícilmente podremos en el Nus rebajar de 2 peones diarios por kilómetro en los tiempos ordinarios; porque en los inviernos según las necesidades hay que aumentar el personal a lo necesario.

APENDICE

OBSERVACIONES VARIAS SOBRE EL SOSTENIMIENTO

Daños Producidos por las Locomotoras

Las locomotoras en su continuo rodar por la línea producen los siguientes daños: 1- cambios de nivel tanto en las rectas como en las curvas; 2 - desplazamiento lateral de las curvas cuando están decentradas y flojas; 3- desgaste de las traviesas porque la base del riel se profundiza con el continuo esfuerzo -- que soporta, dando por resultado que el riel coja un movimiento lateral llamado entre nosotros corredero; el cual una vez establecido es causa suficiente para que el riel se vuelque hacia el lado exterior sacando los clavos o escarpías especialmente las interiores cuando pasan las locomotoras de base rígida larga; 4- aflojamiento de los tornillos de las eclisas por la continua vibración que produce el paso de los vehículos; 5- desplazamiento longitudinal de los rieles debido al movimiento ondulado que resulta por la elasticidad del balasto. Veamos como se corrigen cada uno de estos daños.

1- Los cambios de nivel se corrigen poniendo de nuevo los rieles por las estacas de nivel; y si son en las curvas, distribuyendo de nuevo el peralte. Una vez restablecido el nivel se aprieta la carrilera lo suficiente para que quede segura. Estos cambios de nivel especialmente en las curvas son la causa principal como en otra parte lo dijimos para el descarrilamiento de los vehículos.

El Capitán y el recorredor deben observarlos continuamente y no tolerarlos por pequeños que sean. En el Nus, un desnivel de 0.02 en las curvas ha sido suficiente para que los carros de 20 toneladas recientemente llegados se descarrilaran con frecuencia; influyendo también para ello ciertas rigideces que existían en los troques. Pero en todo caso la reunión de estos dos factores constituían las causas del descarrilamiento.

2- Los desalojamientos laterales llamados vulgarmente codos, se corrigen centrando de nuevo la línea y arregándola en forma -- tanto en el plano horizontal como en el vertical. Estos son también peligrosos para los vehículos porque muchas veces una curva simple queda con varias curvaturas, algunas de ellas muy estrechas; por las cuales difícilmente pasan las locomotoras de base rígida larga.

Tan delicado es este punto que en 1914 había una curva deformada en el kilómetro 60 y en un viaje que hizo la locomotora # 28 de base rígida muy larga (3.80), la movió de su puesto 0.50 y re-

veró tres rieles. Una vez centrada la curva desapareció el daño.

- 3- El desgaste de las traviesas por la continua acción de la base del riel sobre ellas y sus correspondientes resultados, se evitan poniendo platinas (tie plates) en cada polín. Estas platinas como sabemos contribuyen a dar mas durabilidad a la traviesa porque sirven de apoyo para la base del riel; al mismo tiempo las escarpas trabajan igualmente para resistir la presión lateral hacia afuera, impidiendo que el borde exterior del riel se voltee y corte la traviesa. A la vez que impiden tambien que la distancia entre los bordes interiores de los rieles se alteren.

En las curvas se han usado ademas de lo ya indicado para reemplazar los contrafuertes porque como se dijo resisten al volteamiento del riel.

En las pendientes fuertes donde se usa arena, las platinas impiden el desgaste rápido de las traviesas por la arena que se localiza debajo de la base del riel.

Entre nosotros en los enriellados modernos se han usado las platinas unicamente en las curvas, sin duda debido a su precio. Las primeras puestas en El Nus fueron en 1917, al cambiar rieles en el kilómetro 40. Hasta hoy no ha habido necesidad de tocar para nada las curvas.

Vale la pena de hacer un ensayo con maderas blandas para observar su duración.

- 4- El aflojamiento de las eclisas se corrige observando tanto el capitán como el recorredor en sus continuos viajes por la carrilera, y de tiempo en tiempo, digamos cada dos meses debe un peón salir con la llave de camino y arandelas arrepasar una por una todas las eclisas; apretando las flojas y poniendo las arandelas que falten.

Las arandelas son sumamente importantes para asegurar bien los tornillos a las eclisas. En los cambios de rieles recientes, una parte quedó sin arandelas porque se agotaron, y no da las condiciones de firmeza de las demás.

- 5- El desplazamiento longitudinal de los rieles (creeping) se debe como se dijo al movimiento ondulante de estos debido a la elasticidad del balasto; ademas, influyen para ello el mayor tráfico en una dirección; la acción de las ruedas al ponerles los frenos y la expansión por los cambios de temperatura.

Ocurre sobretodo en los rieles livianos que soportan un tráf

co pesado y cuando la línea está pobre de balasto.

Se corrige: clavando firmemente las juntas y teniendo cuidado de que las escarpas queden en los boquetes que traen las eclisas; porque así impiden que la eclisa corra. Las mejores eclisas para esto son las de base ancha, porque en ellas agarra mejor la escarpia. Todavía son mejores las que tienen hueco en vez de boquete, puesto que no se pueden separar de las escarpas.

Cuando ocurre mucho movimiento longitudinal, los rieles pueden asegurarse además de lo explicado con unas piezas llamadas (antireepers) las cuales son una combinación de una platina asegurada al alma del riel y clavada en la traviesa como las demás platinas. Hay otros inventos que se apoyan en los lados de las traviesas, impidiendo el movimiento de ellas y la perforación del riel.

Al principio de nuestro trabajo en 1914, se observaba mucho este movimiento en la línea del kilómetro 64 al 69, la cual tiene muy mal alineamiento y estaba sin balastar. Cuando se arregló en sus dos planos la línea, todo desapareció.

CAMPAMENTOS

Se llaman campamentos las casas donde habitan los trabajadores. Además de las condiciones inherentes al servicio médico deben estar situados siempre que sea posible en la mitad de los trayectos; con el fin de ahorrar a las cuadrillas viajes largos -- con la herramienta al hombro, en lo cual se pierde mucho tiempo y se fatiga la gente.

En uno de los del Nus que está a 6 kilómetros del principio del trayecto, se gastan generalmente de $1\frac{1}{2}$ a 2 horas para la ida y otro tanto para la vuelta, reduciéndose a 7 las horas de trabajo aprovechable.

RECORREDORES - Este es uno de los principales trabajos del sostenimiento, porque de él depende en mucha parte la seguridad de los trenes. En el Ferrocarril de Antioquia salen temprano por la mañana de modo que a las 6 a.m. esté toda la línea recorrida. Viajan de varios campamentos a las estaciones o paraderos próximos donde dan aviso al jefe de Estación o al telefonista. En tiempos de verano recorren dos veces al día; pero en los inviernos tienen obligación de recorrer después de todo aguacero fuerte.

Aun con todas estas precauciones han ocurrido accidentes, porque han caído derrumbes después de la pasada del recorrido, motivando interrupciones de tráfico.

La herramienta que debe llevar un recorredor es: 1 lampara, 1 -
machete, 1 llave de camino, 1 martillo clavador y 1 pala.

Antonio Muñoz C

