

DOCUMENTOS

Relativos a la pavimentación de Santiago con asfalto roca

(Informes presentados a la Junta Directiva de las Obras de Pavimentación)

I.—Informe del señor Jorge Calvo Mackenna

Santiago, 25 de Diciembre de 1913.

Señor Presidente:

Por acuerdo de la Junta en sesión de 12 del presente, se me comisionó para que en compañía del Director del Alcantarillado i Pavimentación, don Vicente Edwards i de un ingeniero que designaría el Instituto de Ingenieros, informara sobre las causas que han originado los desperfectos que se notan en el pavimento de asfalto ejecutado por los señores C. Cousiño i C.^a

Como primera medida i mientras el Instituto designaba uno de sus miembros para completar la comisión, acordamos con el señor Edwards tomar muestras del asfalto que se presentaba deteriorado en Avenida Delicias, entre San Isidro i Carmen, del asfalto que no presentaba esos deterioros, la que se estrajo de la calle Huérfanos cruce con Teatinos i del asfalto en depósito.

Esas muestras fueron entregadas al químico don Pablo Lemétayer, manifestándonos el señor Lemétayer que sólo le sería posible dar los resultados de los análisis al fin del presente mes.

El Instituto de Ingenieros, en sesión del 19 del presente, atendiendo a la petición de la Junta, designó al ingeniero don Enrique Döll para completar la comisión.

Debiendo ausentarme por algunos días de Santiago i como debo partir antes del fin del actual, fecha en que es posible se encuentren terminados los análisis citados i para evitar a mis compañeros de comisión que retarden el despacho de su informe, esperando mi regreso, creo conveniente informar por separado i desde luego a la

Junta; pues con los antecedentes de este asunto i con el exámen que he practicado de las superficies asfaltadas, puedo dar mi opinion sobre la cuestion en estudio.

Antecedentes.—Los señores C. Cousiño i C.^a, en carta de 17 de Abril de 1912, hacian presente a la Junta que habian firmado la escritura pública en que se insertaba el decreto de la aceptacion de su propuesta; pero que protestaban de las exigencias que para las cualidades de la roca asfáltica se exigía en el artículo 4.º de este decreto; pues entendía que por este artículo sólo se les aceptaría roca asfáltica absolutamente para que contuviera sólo carbonato de cal i bitumen.

Por nota número 238 de 30 del mismo mes, con conocimiento i aceptacion de la Junta, contesté a los señores C. Cousiño i C.^a haciéndoles presente que el citado artículo sólo exigía que la roca asfáltica fuera exenta de toda materia perjudicial, aceptando para su composicion i estructura las que correspondieran a análisis de asfalto de Roca Seyssel o Val de Travers, i concluía diciéndoles: «En conclusion se considerará como limite de tolerancia para la composicion química i estructura de roca asfáltica que ustedes empleen el que corresponda a los análisis de la roca mas pura de Val de Travers».

Mi citada comunicacion no mereció observacion de parte de los señores C. Cousiño i C.^a, i de acuerdo con el artículo 7.º del Pliego de Condiciones quedó aceptada por los contratistas.

En Julio del mismo año llegaba la primera partida de asfalto de la cual tomé muestras para su análisis i al mismo tiempo pedía a los señores C. Cousiño i C.^a que me remitieron los análisis prescritos en el artículo 5.º del contrato, los que me fueron proporcionados pero en forma que estimé deficiente, pues en ellos sólo aparecian los componentes; carbonato de cal, bitumen i humedad i otras materias, sin especificar en la partida denominada «humedad i otras materias» las proporciones que correspondian a las piritas, arena, arcilla, etc., componentes que jeneralmente se encuentran en la roca asfáltica i cuya presencia seria sólo tolerable en caso que su proporcion fuera igual o menor a la que acusa los análisis de la roca Val de Travers.

En vista de esa deficiencia de los análisis i ya que ellos no servian de punto de comparacion, esperé el resultado de los análisis de las muestras que yo habia tomado del asfalto en acopio.

Tan pronto estuve en posesion de los análisis pude comparar sus resultados con lo que corresponde a la roca de Val de Travers i constatar, entónces, que el asfalto llegado a los señores C. Cousiño i C.^a no cumplía las condiciones del contrato, pues acusaba la presencia de arena en cantidad de 0,440% i arcilla en proporcion de 2,675% i piritas en proporcion de 0,255%, siendo que los análisis de Val de Travers indican sólo 0,90%, en total, para arena i arcilla i 0,00% para las piritas i era mas de estrañar el resultado de los análisis del asfalto llegado si se tiene en cuenta que en la carta del 17 de Abril, ántes citada, los señores C. Cousiño i C.^a, decian que la roca asfáltica que ellos colocarán contendria sólo 0,45% de silicatos (arena i arcilla) i 0,00% de piritas o sea que seria una roca mas pura en cuanto a silicatos que la de Val de Travers.

En vista del resultado desfavorable de esos análisis, por nota número 586 de 21 de Setiembre de 1912, manifesté a los señores C. Cousiño i C.^a que: «quedaba objetado como que no cumple las condiciones del contrato, el asfalto que ustedes han recibido i empezado a colocar», i les pedia que ellos hicieran análisis del material recibido i que una vez en posesion de esos nuevos análisis someteria a la Junta esa cuestion, mientras tanto no di curso a las planillas de pago que les correspondia por trabajos ejecutados en calle Teatinos.

En carta de 7 de Noviembre de 1912, los señores C. Cousiño i C.^a me remiten el análisis practicado del asfalto recibido i como él acusara tambien la presencia de arena en proporcion de 0,400% i de arcilla en proporcion de 2,565% o sea prácticamente el mismo resultado del análisis efectuado por cuenta de la Direccion i tambien la proporcion de piritas en pequeña cantidad, mantuve la retencion de las planillas de pago i di cuenta a la Junta de esta cuestion.

La Junta en sesion de 2 i 16 de Noviembre se ocupó de este asunto i despues de un detenido estudio i teniendo en cuenta que la superficie hasta entónces pavimentada aparecia en satisfactorias condiciones i que el químico señor Lemetayer decia en el análisis practicado al asfalto de los señores Cousiño i C.^a: «la proporcion de arcilla parece tener por limite máximo 3%, acordó darle curso a las planillas de pago retenidas, dejando establecido que ese pago no implicaba aceptacion del asfalto.

Las situaciones de pago retenidas eran: planilla única por toda la calle Teatinos que se despachó con nota número 751 de 18 de Noviembre de 1912, i planilla número 1 de la calle Huérfanos, desde Morandé a Amunátegui, que se despachó con nota número 750 de la misma fecha.

Despues de esa fecha continuaron los trabajos en forma que parecia satisfactoria i aun se creyó que se habia obtenido éxito completo, pues la observacion de las calles asfaltadas permitia constatar que el asfalto se endurecia con el tráfico en forma que aun en los dias calurosos de Verano no dejaban huellas apreciables ni las llantas de los vehículos, ni las herraduras de los caballos; por lo cual i creyendo que la experiencia de los meses de tráfico en el Verano pasado era suficiente, la Junta accedió a la peticion de los señores C. Cousiño i C.^a de la devolucion de la retencion prescrita en el artículo 32 del Pliego de Condiciones; pero sólo para las calles Teatinos i Huérfanos que habian experimentado el tráfico durante la época del Verano.

Resulta del hecho espuesto que el asfalto, en ese punto, en poco mas de un año de tráfico ha perdido mas de un centímetro de espesor por compresion o desgaste i si ello se debe a desgaste, resultaria que la capa asfáltica desapareceria en poco mas de tres años de la fecha en la calle de Huérfanos.

8.º Finalmente, quiero llamar la atencion a la Junta el hecho de que el endurecimiento de la capa asfáltica colocada por los señores Cousiño i Cia. no ha aumentado con el trafico, como es notorio que deberia suceder.

En efecto, el año próximo pasado por esta época, en un dia relativo de calor, mas o ménos a las 11 A. M., en compañía de don Vicente Edwards probamos la dureza de la penetracion del coataplumas en calle Teatinos, en la conjuncion del asfalto

Exámen de las calles alfaltadas por los señores C. Cousiño i Cía.

Ultimamente en repetidas ocasiones i a diferentes horas del día me he ocupado de recorrer las calles pavimentadas con asfalto i he podido constatar los siguientes hechos:

1.º A las horas de calor, el asfalto se resblandece en forma que quedan estampadas las herraduras de los caballos; pero sin dejar huellas tan apreciables como en el Asfalto Trinidad i es de notar que ese defecto se produce mas palpablemente en las calzadas con mas tiempo de uso, como puede notarse en la calle de Teatinos entre Agustinas i Moneda que fué la primera cuadra pavimentada.

2.º El resblandecimiento del asfalto aumenta de las cunetas al centro de la calle donde el tráfico es mas intenso, esto lo pude constatar en todos los puntos donde hice la prueba de hacer penetrar el cortaplumas, pudiendo apreciar que el asfalto presentaba mayor dureza cerca de las cunetas, donde el tráfico ha sido mui reducido, que en el centro de la calzada.

3.º En Avenida Delicias, entre San Francisco i Cármen, se han ejecutado recientemente reparaciones de asfalto renovando completamente, en estension de alguna importancia, la capa asfáltica que presentaba grandes ondulaciones, en forma de protuberancias.

4.º En esta misma estencion, quedan aun ondulaciones i protuberancias que hacen pensar de que a causa del resblandecimiento del asfalto, este empezará a deslizar, a consecuencia del tráfico hácia la cuneta.

5.º En Avenida Delicias, entre Riquelme i Cienfuegos, se nota el mismo defecto mencionado i en varios puntos cerca de las cunetas se ve la superficie asfáltica agrietada que empieza a romperse.

6.º En los cruces de las calles de Agustinas i Compañía con Teatinos i Amunátegui hice la esperiencia, a horas de calor, de hacer penetrar el cortaplumas constataando que el asfalto colocados en las calles de Agustinas i Compañía por los señores Hope Pearse, Carvalho i Co., presentaba mucho mas endurecimiento que el colocado en Teatinos i Amunátegui por los señores Cousiño i Cía.; ademas constaté que en el asfalto de Compañía i Agustinas no se notaba, hasta ahora, la anomalía observada en el asfalto colocado por los señores Cousiño i Cía., de presentar mayor dureza en la estension con tráfico reducido, cerca de las cunetas, que en el resto de la calzada.

7.º Por último, llamo la atencion de la Junta a un punto que estimo de suma importancia i que puede ser de gravedad.

Como al principio lo he manifestado, se cortó el asfalto en el cruce de Huérfanos con Teatinos, donde el pavimento no presentaba huellas de deterioro, con el objeto de hacer analizar ese asfalto.

El trozo de asfalto estraído presentaba consistencia, pero su espesor era sólo de 4 cm i respecto a ese espesor es lo que llamo la atencion.

Puedo manifestar a la Junta que casualmente me encontraba presente cuando se colocó la capa asfáltica en el cruce Teatinos con Huérfanos i puedo informar que personalmente me consta que esa capa se colocó, como es de práctica, con mayor espesor del contratado i que despues de comprimida a pison i lista para ser entregada al tráfico tenia un espesor mayor de 5 cm, pues el estilete de prueba, que tiene ese largo, penetró totalmente en la capa asfáltica sin que su punta alcanzara al subsuelo de concreto.

NOTA.—Por un error de compajinacion quedó olvidado este trozo que debe intercalarse en la pájina 110, entre los párrafos 6 i 7.

roca con el Trinidad de la Plazuela de la Moneda i entónces constatamos que el asfalto roca presentaba dureza mui superior al Trinidad.

Esa misma experiencia la repetí el 22 del presente a las 11 A. M. en el mismo sitio i pude constatar que el asfalto roca no habia endurecido i que el cortaplumas penébraba hasta 2 cm i medio en el asfalto Trinidad i con el mismo esfuerzo penetraba 2 cm en el de roca.

Deterioros.—La Junta pedia a la comision al principio citada que la informe sobre las causas que pueden haber dado oríjen a los desperfectos que se notan en el asfalto; mis compañeros de comision que dispondrán del resultado de los análisis químicos en ejecucion podrán con mas acierto señalar estas causas, limitándome a manifestar que creo posible que estos desperfectos tengan por principal oríjen la impureza del asfalto, siendo excesiva la proporcion de 2,5% de arcilla que contiene, i tambien que el bitúmen se encuentre en exceso.

En efecto, de varios análisis hechos en Santiago del asfalto Ragussa, se obtiene la arcilla en proporcion media de 2,503% i el bitúmen en proporcion de 9.130%.

Si se compara estos componentes con los que acusa un análisis que hice practicar del asfalto que se colocaba en Valparaiso (que es formado por una mezcla del Val de Travers con San Juan de Majuerols) se ve que esta última mezcla contiene arcilla sólo en proporcion de 0,677% o sea cuatro veces ménos que el Ragussa i bitúmen 8,500% o sea 0,63% ménos que el Ragussa.

El exceso en proporcion de arcilla puede dar oríjen a las grietas que se notan en la superficie del asfalto, principalmente cerca de las cunetas, donde es mas frecuente que exista humedad, i una proporcion exajerada de bitúmen puede ser causa de resblandecimiento del asfalto hasta el punto de producir deslizamiento en la masa i provocar ondulaciones i roturas de la capa asfáltica, a consecuencia del tráfico.

Los deterioros observados principalmente en la Avenida Delicias no creo se deban a defectos de ejecucion, por haber calentado poco o mucho el asfalto antes de colocarlo o por falta de pisonaje en su colocacion, pues si estos errores hubieran acontecido es natural suponer, principalmente en una vía de tráfico tan intenso i pesado como la Avenida de las Delicias, que esos deterioros se hubieran producido pocos dias despues de entregada al tráfico esa calzada, i no que ello venga a producirse despues de diez meses de tráfico i de haber soportado dias de fuerte calor en Febrero i Marzo del presente año.

En conclusion, de jo señaladas las causas que a mi juicio pueden ser principal factor de los desperfectos del asfalto colocado por los señores Cousiño i Cía., i antes de terminar creo procedente dejar constancia que los hechos espuestos ponen de manifesto que dicho asfalto no cumple con las condiciones exigidas por el contrato, porque es mas impuro que Val de Travers, porque se resblandece con el calor haciendo huellas las herraduras i porque la accion continua del tráfico no lo endurece i por el contrario parece resblandecerlo, circunstancia que añadida al hecho de la disminucion del espesor observada en Huérfanos, cruce con Teatinos, parece poner de manifesto

que la roca asfáltica no es de primera calidad como en repetidas ocasiones lo prometieron los contratistas.

Dios guarde a usted.

(Fdo: JORJE CALVO MACKENNA.

Santiago, 30 de Diciembre de 1913.

Pase a la Direccion e Inspeccion del Alcantarillado i Pavimentacion.—Anótese.
—(Fdo.)—PABLO URZÚA.—*I. Huidobro P.*

II.—Informe de los señores Enrique Doll R. i Vicente Edwards S.

SE ADJUNTAN LOS SIGUIENTES ANEXOS:

1. *Curva de un desplazamiento de asfalto.*
2. *Análisis del Asfalto de Ragusa practicados en Santiago en 1912.*
3. *Análisis del Asfalto de Ragusa practicados por el Laboratorio Municipal de Hanover.*
4. *Temperaturas máximas al aire libre observadas en Santiago, desde el 1.º de Noviembre de 1913, hasta el 26 de Enero de 1914.*
5. *Observaciones de temperaturas.*

Santiago, 29 de Enero de 1914.

Señor Presidente:

La Junta Directiva de las Obras de Pavimentacion acordó en sesion del 12 de Diciembre que una comision compuesta de don Jorje Calvo Mackenna, director del Alcantarillado i Pavimentacion hasta el mes de Octubre próximo pasado, de don Vicente Edward S. actual director de estos trabajos i de una tercera persona designada por el Instituto de Ingenieros, informase sobre las causas que han orijinado los desperfectos que se notan en el pavimento de asfalto de roca ejecutado por los señores C. Cousiño i C.ª

Con fecha 23 de Diciembre el Instituto de Ingenieros comunicó a la Junta Directiva la designacion del señor Enrique Doll para completar la comision, comunicacion que fué trascrita a la Direccion del Alcantarillado i Pavimentacion con fecha 30 de Diciembre.

Por tener que ausentarse de Santiago el señor Calvo Mackenna, elevó con fecha 25 de Diciembre a la honorable Junta un informe de cuyo contenido los firmantes se han impuesto.

En cumplimiento del acuerdo de la Junta citada mas arriba, pasamos a manifestar a usted la opinion que nos hemos formado sobre el particular.

I

DESPERFECTOS

Comenzamos nuestro trabajo con una inspeccion ocular de los pavimentos para imponernos detalladamente de las características de los desperfectos producidos.

A este respecto hemos podido constatar lo siguiente:

Desplazamientos longitudinales.—Los desperfectos principales consisten en desplazamientos del asfalto, en el sentido del tránsito. Estos desplazamientos forman ondulaciones tan pronunciadas que en muchas partes ha quedado el espesor de la capa asfáltica tan reducido que se ha desagregado dejando la base de asiento en descubierto.

La presion de las ruedas de vehículos pesados al orijinar estos movimientos longitudinales produce grietas mas o ménos profundas en la calzada.

Esta clase de desperfectos están mas manifiestos en las calzadas cuyo tránsito tiene cierta importancia i se notan principalmente en la Alameda, calzada Sur, entre Serrano i Carmen, i calzada Norte, entre Manuel Rodríguez i Avenida Brasil; en la calle de Teatinos, entre Agustinas i Moneda, i en la esquina de Huérfanos i en la calle Moneda esquina de San Martin. Posiblemente a la fecha se han producido iguales desperfectos en otras partes, pues en algunos puntos donde los observamos no se notaba ninguna ondulacion apreciable, ocho o diez días antes.

Para darnos cuenta de la importancia de estos desplazamientos del asfalto se trazó el día 9 del corriente una línea con pintura roja a traves de la calzada Norte de la Alameda, a pocos metros al Poniente de la calle Almirante Barroso, dejando marcados puntos de referencia en las soleras. El día 17, o sea ocho días despues se pudo medir a 3,00 metros de la solera Sur un desplazamiento de 0,30 metros hácia el Poniente i a 4,20 metros de la solera Norte uno de 0,51 metros hácia el Oriente. Como se vé los desplazamientos se verifican en el sentido del tránsito que es de bajada en la parte Sur i de subida en la parte Norte.

La temperatura máxima media de esos 8 dias fué superior a 56°.

Cuando estos desplazamientos tienen lugar cerca de las líneas de tranvías que atraviesan las calzadas, la disminucion del espesor de la capa asfáltica es mas rápida, lo que se comprende fácilmente, pues el asfalto que se aleja del riel no puede ser reemplazado por el que queda atras, i a la inversa, el asfalto que al desplazarse se acerca al riel hace aumentar el espesor de la capa en este punto, pues es detenido en su avance por él.

Desplazamientos laterales.—En otras partes se han producido desplazamientos laterales i grandes sollevamientos de la capa asfáltica que queda inmediata a la solera. Esta clase de desperfectos se notan en la Alameda, calzada norte, calle Santo Domingo i otras.

Rugosidades.—En la calzada sur de la Alameda, especialmente cerca de la calle

de Santa Rosa i en menor proporcion en la calzada norte se presenta un desplazamiento misto en el sentido del tránsito i hácia las soleras, que forma grandes rugosidades.

Huellas i otros.—Ademas de estos desperfectos se notan en las calles asfaltadas por los señores C. Cousiño i Cía. huellas superficiales de ruedas i herraduras en proporcion considerable, grietas mas o ménos profundas, pequeños desperfectos a lo largo de los rieles i los signos de las reparaciones efectuadas especialmente junto a las soleras donde tambien se observan pequeñas grietas.

Disminucion del espesor de la capa asfáltica en los puntos donde no se han producido desplazamientos.—Fuera de estos desperfectos que hemos observado, en el informe del señor Calvo Mackenna se considera de importancia i se cree que pueda ser de gravedad la disminucion del espesor de la capa asfáltica constatada en el cruce de Huérfanos con Teatinos, donde el pavimento no presentaba deterioros i su espesor se habia reducido a 4 cm en poco mas de un año de tránsito.

II

CALIDAD DEL ASFALTO EMPLEADO I CONDICIONES DE EJECUCION

Establecidas las diferentes clases de desperfectos producidos, procedimos al estudio del material empleado i de las condiciones de ejecucion del trabajo.

Composicion química del asfalto empleado.—Respecto a la calidad del asfalto empleado el artículo 4.º del decreto de 2 de Abril de 1912, que acepta la propuesta de pavimentacion, con asfalto natural de roca de Ragusa (Sicilia), de los señores C. Cousiño i Cía., dice: «La roca asfáltica deberá ser pura i carecer en absoluto de toda materia perjudicial como arcilla, arena, piritas de fierro, azufre, etc.; ademas la estructura de la parte caliza de la roca debe ser de grano fino i denso, semejante a la roca de Seyssel o Val de Travers».

I una nota aclaratoria de la Direccion del 30 del mismo mes, termina con la siguiente frase: «En conclusion se considerará como límite de tolerancia para la composicion química i estructura de la roca asfáltica que Uds. empleen el que corresponda a los análisis de la roca mas pura de Val de Travers.

La composicion química del asfalto empleado no cumple con las prescripciones mencionadas. Pero como no se conoce un asfalto mas puro que el de Val de Travers es evidente que sólo seleccionando la roca mas pura de esa procedencia se podria satisfacerlas.

Por esta razon hemos procedido a estudiar el material empleado en conformidad a lo exigido en otros paises.

El término medio de los análisis practicados en Santiago del asfalto empleado por los señores C. Cousiño i Cía. da el siguiente resultado: (1)

(1) Estos análisis son los practicados en 1912, uno por el señor Carlos Ghigliotto i dos por el señor Pablo Lemetayer. Los que le fueron encomendados al señor Lemetayer con fecha 9 de Diciembre ppdo. aun no se encuentran terminados.

Humedad.....	0,80%
Bitúmen.....	9,14 •
Carbonato de calcio.....	84,96 •
Arcilla.....	2,50 •
Pirita de fierro.....	0,15 •
Arena.....	0,46 •
Carbonato de magnesia.....	0,60 •
Fierro i alúmina.....	0,61 •
Sulfato de calcio.....	0,20 •
Pérdida i cuerpos no dosados.....	0,58 •
	100,00%

Estudiaremos primero la proporción de materias extrañas, o sea de arcilla, pirita de fierro, arena, carbonato de magnesia, alúmina, peróxido de fierro i sulfato de calcio.

El Pliego de Condiciones de Paris (2) sólo dice que la roca asfáltica debe estar exenta de pirita de fierro i no debe contener mas de un 2% de arcilla. Como se vé el asfalto que estudiamos no cumple con las estipulaciones de ese Pliego pues contiene 0,15% de pirita i excede en 0,50% el límite fijado para la arcilla.

En cuanto a la proporción en arena, carbonato de magnesia, alúmina i peróxido de fierro, es bastante inferior a la contenida en una muestra estimada como asfalto puro por el laboratorio de Puentes i Calzadas de Paris (3).

Respecto al sulfato de calcio, ninguno de los autores que hemos estudiado lo menciona lo que nos permite suponer que no es una sustancia perjudicial, por lo demas su proporción de 0,2% es insignificante.

Sobre la proporción de arcilla i pirita volveremos a ocuparnos al tratar de las causas de los desperfectos, donde nos ocuparemos tambien detenidamente de la proporción del bitúmen.

Estructura de la roca asfáltica.—De las exigencias del contrato podríamos decir a este respecto lo mismo que hemòs dicho en cuanto a la composición química, es decir que el asfalto de Ragusa no puede satisfacerlas, pues no es de grano tan fino como los de Seyssel i Val de Travers.

El Pliego de Condiciones de Paris dice que la roca asfáltica deberá ser un calcareo homogéneo, de color pardo, de grano fino, de contestura bastante compacta e impregnada regularmente de bitúmen, de manera de no presentar partes negras o blancas i enumera entre las rocas aceptadas para los trabajos de asfalto comprimido, la de Ragusa.

No habiendo podido disponer de trozos de roca asfáltica pues el material ha sido importado en estado de polvo, no nos ha sido posible estudiar su contestura i la irregularidad de su impregnación de bitúmen.

(2) Georges Lefebvre.—Voie Publique, páj. 231.

(3) Leon Malo L'Asphalto, páj. 229 i 301.

Por lo demas estas cualidades son relativas i se necesita el conocimiento de diversas rocas asfáticas para poder apreciarlas.

Ejecucion de los trabajos.—El asfalto ha sido colocado sobre una base de asiento formada por una capa de concreto de cemento de 0,15 m de espesor, cubierta por una chapa de mezcla de 1 a 3 cm colocada algunas veces dos o tres dias despues de la terminacion del concreto.

La capa asfáltica despues de comprimida a pison ha quedado con un espesor minimo de 0,5 m segun ha sido comprobado por la Direccion con estilentes de ese largo que penetraban íntegros en el asfalto sin alcanzar al asiento de concreto.

La temperatura de colocacion del asfalto ha sido, segun datos proporcionados por los contratistas de 90° a 95° en todos los trabajos a escepcion de la calle San Antonio, la última pavimentada, donde el asfalto empleado se calentó a 115° o 120°.

Segun informaciones recojidas tanto la chapa de mezcla como la temperatura de calefacion del asfalto, fueron dispuestas por el señor Küster que dirigia los trabajos como técnico de la Hamburger Asphaltwerk.

Creemos que estos dos factores han influido en forma perjudicial pues no están conformes con lo que jeneralmente se prescribe para esta clase de trabajos.

En efecto el señor Tobie Claes refiriéndose a los pavimentos de asfalto comprimido dice:

«Se prescribe que esta capa de concreto sea hecha de una vez del espesor deseado formando una superficie rigurosamente paralela a la que deberá realizar el pavimento» i mas adelante añade: «Contrariamente a lo que se practica en el caso de pavimento de madera, el maciso de fundacion del pavimento de asfalto comprimido debe hacerse en una sola operacion i no puede recibir despues de ejecutado una chapa de mezcla para regularizar su superficie. La razon es que la delgada capa de asfalto no posee ninguna resistencia por sí misma i transmite directamente las cargas al concreto de asiento i la esperiencia ha demostrado que en estas condiciones una chapa sobrepuesta se rompe. Las rasgaduras de la chapa traen fatalmente su destruccion i como consecuencia deterioros i la ruina del revestimiento». (4).

I el señor Georges Lefebvre se espresa como sigue: «Así como se hace para las calzadas adoquinadas con piedra, las fundaciones de concreto no reciben chapas; el concreto es pisoneado fuertemente con el respaldo de la pala especial, de manera que la mezcla refluya a la superficie i se supriman en la medida de lo posible, las rugosidades de este concreto. El asfalto no exige un alisamiento perfecto, pues él no adherirá a la fundacion; pero, por otra parte, necesita una superficie regular, para que la capa comprimida tenga, tanto como sea posible, un espesor uniforme; la pasada de una regla da un alisamiento suficiente.» (5)

En cuanto a la temperatura a que debe calentarse el asfalto, segun Leon Malo, Debauxe i muchos otros autores, debe alcanzar a 120° o 130°C.

Respecto a las demas condiciones de ejecucion tenemos una probable deficiencia en el pisonaje.

(4) Informe sobre los pavimentos de Londres i de las principales ciudades alemanas, publicado en los Anales de Trabajos Públicos de Bélgica en Diciembre de 1904.

III

CAUSAS DE LOS DESPERFECTOS

Resblandecimiento del asfalto.—La principal causa de los desperfectos es el resblandecimiento del asfalto.

Aun en las calzadas ejecutadas conforme a todas las reglas que ha suministrado la experiencia, se ha notado resblandecimiento del pavimento, a causa de la temperatura cuando el asfalto contiene un exceso de bitúmen.

A este respecto dice Tobie Claes: «Si la roca empleada es mui pobre (en bitúmen) el revestimiento de la calzada es quebradizo, sobre todo en el Invierno. Si la roca es mui rica en bitúmen es, por el contrario, mui blanda i con los grandes calores se desplaza i presenta ondulaciones que pueden llegar a dejar en descubierto el concreto. No es la parte mas fácil ni la ménos importante del arte del fabricante de asfalto saber determinar para cada caso, segun las condiciones climatéricas del lugar i la orientacion de la calle por asfaltar, la combinacion de polvos de orijen diferentes que realice la proporcion de bitúmen mas conveniente bajo la accion de los rayos solares.» (6)

Esta opinion se encuentra confirmada en dos informes presentados al Congreso de Caminos, celebrado en Londres el año pasado: En efecto, el señor Franze dice: «El revestimiento de asfalto se resblanda bajo la accion un poco viva del sol, cuando contiene una cantidad bastante grande de bitúmen i toma entónces una forma ondulada, a causa de la circulacion. Este fenómeno se manifiesta algunas veces sólo varios años despues de terminado el pavimento, sobretodo en las secciones donde el rodado es poco intenso. Es, pues, necesario fijar la proporcion de bitúmen contenida en el revestimiento de asfalto segun las circunstancias locales a saber: la accion del sol, que puede ser reforzada por el reflejo de los edificios altos, la intensidad de la circulacion i la clase de vehiculos; una circulacion liviana e intensa que comprime el asfalto es, al contrario, mui favorable»; i en el informe de los ingenieros ingleses se lee lo siguiente: «En lo que concierne a los efectos del sol sobre las calzadas M. E. F. Spurrell, ingeniero del barrio de Holborn, declara que durante los Veranos de 1910 i 1911 ha constatado personalmente en su distrito, en las calzadas de circulacion pesada revestidas de asfalto, pliegues i ondulaciones mui marcadas que él atribuye, sea a falta de adherencia del asfalto natural a la fundacion lisa del concreto, sea al empleo como fundente del asfalto natural bituminoso, de bitúmenes mas blandos que no convienen a la operacion. Su conclusion es que con temperatura de 120° a 130°F (49 a 50°C) como se han producido en los dos últimos Veranos, el punto de fusion del bitúmen fué casi alcanzado durante una pequeña parte del día i como la parte alta del revestimiento es la parte mas blanda, la capa superior se encontraba en mala condicion para resistir a los esfuerzos exteriores i podia ondularse i desplazarse.»

(6) Informe citado, páj. 1,004.

El ingeniero de la French Asphalt Co. señor Stevens se pronuncia sobre este punto en la siguiente forma: «Debe tenerse presente que el asfalto debe ser rico en bitúmen cuando el tránsito es liviano i los efectos del sol son débiles i pobre en bitúmen cuando los efectos del sol son fuertes i el tránsito pesado».

Como se vé la proporcion de bitúmen tiene gran importancia respecto de la resistencia del asfalto a los calores i al tránsito.

Segun algunos autores las proporciones del bitúmen deben estar comprendidas entre 6 i 13% i segun otros entre 7 i 11%, pero ninguno da indicaciones respecto del porcentaje de bitúmen que convenga segun las distintas temperaturas i demas condiciones locales de la calzada por pavimentar. Probablemente no existen experiencias concluyentes a este respecto.

En estas condiciones nos hemos visto obligados a proceder por comparacion con lo poco que hasta la fecha se ha ejecutado en Chile.

El asfalto colocado por The French Asphalt Co. en Valparaiso tiene 8,5% de bitúmen segun análisis practicado por el señor Ghigliotto, i el colocado por esta misma Empresa aquí en las calles de Agustina i Compañía, tiene menor proporcion segun informaciones de sus ingenieros.

En el asfalto colocado por los señores C. Cousiño i C.^a el bitúmen alcanza por término medio a 9,30% (7) proporcion que comparada con la contenida en el asfalto usado por la French Asphalt Co., hasta ahora con éxito, resulta exajerada por lo ménos para la Alameda donde parece indicada una proporcion de bitúmen todavia menor.

Por otra parte si tenemos presente que en Londres con 49° a 55° se han presentado pliegues i ondulaciones mui marcadas i que este verano aquí en Santiago hemos tenido temperaturas mui superiores desde los primeros dias de Noviembre (8) parece evidente que habria convenido disminuir fuertemente la proporcion de bitúmen.

Si reducida la proporcion al mínimo para que el asfalto no sea quebradizo en el invierno, todavia este se resblandeciera con los calores del verano, lo que, aunque no es probable, pudiera suceder en la Alameda, se habria llegado a la conclusion de que el asfalto no se presta para pavimentar calzadas de las condiciones de esa Avenida.

En cuanto a las condiciones de ejecucion que pueden haber influido en el resblandecimiento del asfalto, consideramos de importancia; la temperatura de colocacion que como ya lo dijimos ha sido sólo de 90° mas o ménos i la probable deficiencia del pisonaje.

En efecto, Leon Malo dice: «Si mientras el polvo tiene una temperatura de 100° a 120°, se le junta i comprime enérgicamente en un molde toma al enfriarse bajo su nueva forma su consistencia primitiva».

Sin estas dos últimas circunstancias posiblemente las calzadas ménos asoleadas hubiesen resistido mejor.

(7) Este término medio ha sido tomado de los 3 análisis practicados en Santiago, i de 11 análisis practicados en el Laboratorio Municipal de Hanover por orden de los contratistas. En el análisis del señor Ghigliotto la proporcion de bitúmen alcanza a 9,86%.

(8) Véase anexos.

En cuanto a la calle San Antonio en la cual se empleó asfalto calentado 115° ó 120°, tiene tan poco tiempo de uso que no se puede sacar ninguna deducción del buen estado en que se encuentra.

Estudiadas ya las causas del resblandecimiento nos ocuparemos separadamente de las circunstancias especiales de los diversos desperfectos.

Desplazamientos longitudinales.—A nuestro juicio, además del resblandecimiento puede tener influencia en ellos la superficie demasiado lisa de la base de asiento.

Debido al resblandecimiento las ruedas de los carretones pesados penetran sensiblemente en el asfalto i al salir de las pequeñas concavidades formadas por la penetración para continuar su marcha, ejercen presión sobre el asfalto que tienen por delante, el que se desplaza deslizándose sobre sí mismo i aun posiblemente sobre el asiento liso, del mismo modo que la masa bajo la acción de un hulero.

La altura que debe vencer la rueda para salir de la pequeña concavidad es mayor cuando el sentido de la marcha es contrario a la pendiente de la calzada i naturalmente la presión ejercida sobre el asfalto es en este caso mayor. Así se explica, según nuestra opinión, que los desplazamientos constatados en la Alameda alcancen a 0,51 m en la parte correspondiente al tránsito de subida i sólo a 0,30 m donde este es de bajada.

Desplazamientos laterales.—Estos como ya lo hemos dicho tienen lugar cerca de las soleras donde la pendiente transversal de la calzada es considerable.

Además de los factores que influyen en los desplazamientos longitudinales parece tener importancia la falta de comprensión del asfalto en las cunetas.

El peso de las cargas que obran en esos puntos se descompone en dos fuerzas; una perpendicular a la superficie i la otra paralela a ella i dirigida hacia la solera. La primera de estas fuerzas la transmite directamente la capa asfáltica al concreto i la segunda a la que hai que agregar los vaivenes laterales de los vehículos, origina una compresión lateral del asfalto i se transmite, ya sea totalmente al concreto por la fricción del asfalto con la base de asiento, ya sea en parte al concreto, en parte a la solera.

Se necesita pues para evitar el deslizamiento lateral cierta resistencia del asfalto a la compresión i cierta adherencia por fricción entre el asfalto i la base de asiento. En el presente caso la resistencia a la compresión es pequeña porque el resblandecimiento se ha unido al hecho de que el asfalto sobre todo cerca de las soleras, no está suficientemente comprimido; i la adherencia también es pequeña debido a la chapa de mezcla de que hemos hablado.

La deficiente compresión del asfalto en las cunetas es agravada por la falta de tránsito motivada en gran parte por la ubicación de los postes telefónicos, de tranvías, de luz, etc. situados generalmente en las líneas de soleras i algunos parcialmente fuera de ella, lo que hace que los conductores de vehículos no se acerquen a las veredas para precaverse de los choques de las masas o ejes contra los postes.

Las cunetas requieren un pisonaje especial pues aun sin la circunstancia agravante de los postes tienen generalmente un tránsito reducido.

Por estas circunstancias el paso de carretones pesados cerca de las soleras deja a

veces huellas mui marcadas i produce solevantamientos del asfalto inmediato a ella que suelen alcanzar grandes proporciones.

De los factores que influyen en esta clase de desperfectos estimamos que la importancia del resblandecimiento es tal, que creemos que los desplazamientos laterales se habrian producido, aunque probablemente en menor escala, aun cuando no hubiese existido otra causa.

Rugosidades.—En todas aquellas partes que presenta el pavimento grandes rugosidades hemos constatado que la chapa de la base de asiento estaba completamente desagregada i que en algunas partes el concreto empezaba a destruirse. En la parte inferior de la capa asfáltica aparecian incrustadas piedrecitas i arena.

Esta desagregacion de la capa de asiento se nota en gran escala en la calzada sur de la Alameda, entre las calles de Serrano i Cármen, donde el concreto estuvo espuesto a los rayos del sol durante el verano de 1913 mas de dos meses antes que se le colocara la capa de asfalto.

No hai para qué decirlo que la destruccion de la base de asiento es la causa principal de estas grandes rugosidades mucho mas molestas para el tránsito que las ondulaciones a que nos hemos referido.

Huellas i otros.—Las huellas de ruedas i herraduras que se notan en las calzadas asfaltadas por los señores C. Cousiño i Cia. son orijinadas esclusivamente por el resblandecimiento del asfalto de que hemos hablado i las grietas se producen al orijinarse movimientos de la capa asfáltica bajo la presion de las ruedas.

Los desperfectos que se notan a lo largo de los rieles tienen tan poca importancia que casi no vale la pena ocuparse de ellos.

Como dato ilustrativo diremos que jeneralmente provienen de la calzadura del asfalto con los rieles ya sea por defectos de ejecucion en la calzadura misma o en el asiento de los rieles en el concreto, lo que hace que estos descendan al paso de los tranvias i deshagan la calzadura. Por la juntura penetra el agua, corre entre el concreto i el asfalto i despues la presion de los vehiculos la hace penetrar en la capa asfáltica orijinando pequenas grietas en su parte inferior que poco a poco llegan hasta la superficie.

A este respecto dice Tobie Claes: «La dificultad de remediar este inconveniente es tan grande que algunos ingenieros—los de Hamburgo por ejemplo—la declaran insoluble i se resignan a asfaltar simplemente sin ningun dispositivo especial en la juntura de los rieles debiendo reparar las zonas así especialmente atacadas, tanto como sea necesario.»

En cuanto a los desperfectos que ha sido necesario reparar en numerosas cunetas, algunas veces mui poco tiempo despues de entregadas al tránsito las calzadas respectivas, pueden provenir a nuestro juicio o de un desplazamiento lateral como los ya citados en los cuales tendria especial importancia la deficiencia del pisonaje, o de restos de humedad que existia en la cuneta al colocar el polvo asfáltico.

Esta humedad daria oríjen a vapores que buscarian un camino a traves de la

capa asfáltica dividiéndola por una infinidad de pequeñas grietas que destruyen su homogeneidad e impermeabilidad i por lo tanto son causa de su pronto deterioro.

Las pequeñas grietas que se observan en las cunetas provienen del reducido tránsito en esas partes pues como dice el autor que acabamos de citar, una calzada asfaltada dejada demasiado en reposo tiene tendencia a desgarrarse. (9)

No creemos que la proporcion de arcilla pueda tener influencia en estas grietas. Como ya lo dijimos, el asfalto de los pavimentos que estudiamos contiene un 2,5% de arcilla o sea un exceso de 0,5% sobre las prescripciones del Pliego de Condiciones de Paris. Ahora bien, las prescripciones de estos Pliegos se hacen, jeneralmente, tomando un coeficiente de seguridad mui grande lo que nos hace pensar que la diferencia en la proporcion de arcilla $2\frac{1}{2}$ en vez de 2% no puede tener gran importancia. Por otra parte el señor Pablo Lemetayer dice en uno de sus análisis: «La proporcion de arcilla parece tener como límite máximo 3%».

Lo mismo podríamos decir respecto a las piritas de fierro que aparecen en la insignificante proporcion de 0,15%.

Disminucion del espesor de la capa asfáltica en los puntos donde no se han producido desplazamientos.—La disminucion de 1 cm o poco mas en el espesor de la capa asfáltica constatada en la esquina de Huérfanos i Teatinos es indudablemente originada por la compresion del tránsito que completa la del pison i seria mui improbable que en ella fuera factor importante el desgaste.

A este respecto dice Leon Malo: «Hemos dicho que las calzadas de asfalto no producen ni polvo ni por consiguiente barro; en efecto, ellos no se desgastan de una manera apreciable; disminuyen de espesor, es cierto, durante el primer año de servicio, pero sobre todo porque la circulacion de vehículos concluye el trabajo comenzado por los pisones i el rodillo continúa comprimiendo la capa asfáltica hasta que haya tomado la dureza i la densidad del calcareo mas completo.»

«Después de pasado este primer efecto, el desgaste anual varía de 1 a 5 mm por año, segun la importancia del tránsito de la calzada (10).»

I el señor Tobie Claes en el informe citado tantas veces, dice a este respecto: «Bajo el efecto del paso de carruajes de toda clase la calzada continúa comprimiéndose largo tiempo todavía, por esto se tiene cuidado de determinar los niveles de tal manera que la superficie del asfalto nuevo sobrepase de $1\frac{1}{2}$ cm la cara superior de todas las piezas de fierro (tapas, rejas, etc.) que quedan en la calzada (11).»

De acuerdo con estos datos estimamos que una disminucion de un centímetro o poco mas en el espesor del asfalto despues de catorce meses de uso es lo natural i, por lo tanto no puede ser motivo para alarmarse.

(9) Informe citado, páj. 1003.

(10) Leon Malo.—L'Asphalte, páj. 124.

(11) Páj. 1 002 i 1 003.

IV

RESÚMEN

Resumiendo lo espuesto, estimamos que los defectos del pavimento que estudiamos se deben:

- 1.º A la excesiva proporcion de bitúmen que contiene el asfalto;
- 2.º A la baja temperatura de colocacion;
- 3.º A una posible deficiencia de pisonaje, particularmente en las cunetas, que requieren una compresion especial debido a la falta de tránsito;
- 4.º A la chapa de mezcla sobre el concreto que ademas de ser demasiado lisa tiene poca resistencia i al romperse da orijen a deterioros serios; i
- 5.º En reducidas estensiones a la mala calidad del concreto que ha empezado a destruirse.

Estimamos que el material empleado es inadecuado para las condiciones de temperatura i tránsito de algunas, i posiblemente de todas las calzadas en que se ha empleado. En lo que se refiere a arcilla i piritas, este material excede en pequeña cantidad las prescripciones del Pliego de Paris.

Por lo demas, el pavimento ejecutado por los señores C. Cousinó i C.^a no ha satisfecho la condicion impuesta por el artículo 32 del Pliego de Condiciones del contrato que dice: «En ningún caso i cualesquiera que sea la temperatura atmosférica, el asfalto debe resblandecerse en forma que dejen huellas las llantas de los vehículos i las herraduras de los animales de tiro o de carguío.»

V

CONCLUSIONES

Para llevar a cabo las reparaciones de los pavimentos en mal estado creemos que debe procederse en la siguiente forma:

Desde luego se impone no hacer las reparaciones en las mismas condiciones en que fueron ejecutadas las calzadas, pues lógicamente volverian a presentarse los mismos desperfectos. Debe aumentarse la temperatura alrededor de 120º i usarse otro asfalto mas adecuado, o bien este mismo mezclado con otro ménos bituminoso que podría tener la misma procedencia (Ragusa) o bien ser de las minas de Seyssel que contiene de 5 a 8% de bitúmen i, ademas, de ser un asfalto mui puro se presta mui bien para ser mezclado con el de Ragusa.

A este respecto en el libro de Leon Malo «L'Asphalte» puede leerse lo siguiente:

«El asfalto de Sicilia se encuentra en condiciones particulares. Estos yacimientos contienen bancos cuya proporcion en bitúmen es tan variable (de 4% a 15%) que es fácil hacer las mezclas de roca que tengan exactamente la proporcion deseada

« para el asfalto comprimido. Se obtiene tambien esta correccion de una manera mui
« satisfactoria por una mezcla de roca de Sicilia con la roca de Seyssel, cuya compo-
« sicion es mui poco diferente como puede verse por los análisis citados. Por lo de-
« mas una experiencia de varios años en las calzadas de Paris ha demostrado que esta
« mezcla ha dado siempre buen resultado.» (Páj. 305).

Cuando los desperfectos alcancen a una proporcion considerable las reparaciones deberán hecerse en todo el ancho de la calzada. Al estraer la capa asfáltica deberá examinarse cuidadosamente el concreto i la chapa a fin de hacerles las reparaciones que sean del caso.

Cuando se trate de desperfectos aislados deberá estraerse la capa asfáltica en una estension que sobrepase 0,50 m en todo sentido la superficie deteriorada.

En cuanto a las reparaciones junto a las cunetas, ya que no es posible conseguir la supresion o retiro de los postes, se hace necesario practicar un pisonaje i rodillado mui cuidados para obtener por esos medios una compresion que supla a la que tiene el resto de la calzada debido a la circulacion de vehículos.

En todo caso las superficies reparadas deberán, durante varios dias hasta que el asfalto alcance la dureza necesaria, mantenerse perfectamente aseadas para evitar la penetracion de materias estrañas.

No hai para que decir que estas reparaciones deben ser ejecutadas por los contratistas a su costo, pues segun las condiciones del contrato ellos deben responder del buen estado de conservacion del pavimento durante el plazo de cinco años.

Con lo espuesto creemos haber cumplido en la mejor forma que nos ha sido posible la comision que tuvo a bien confiarnos la Junta Directiva de las Obras de Pavimentacion.

Dios guarde a Ud.

(Firmado).—ENRIQUE DÖLL R.—(Firmado).—VICENTE EDWARDS S.

Anexo Núm. 2

ANÁLISIS DEL ASFALTO DE RAGUSA PRACTICADOS EN SANTIAGO EN 1912

	Por órden de la Direccion del		Por órden de los señores C. Cousiño i C. ^a del Sr. Lemetayer
	Sr. Ghigliotto	Sr. Lemetayer	
Bitúmen.....	9,860	8,660	8,900
Arena.....	0,440	0,543	0,400
Arcilla.....	2,675	2,269	2,565
Carbonato de Cal.....	83,104	85,753	86,028
Id. de Magnesia.....	0,750	0,705	0,340
Sulfato Cal.....	0,272	0,213	0,123
Fierro i Alúmina.....	0,486	0,723	0,605
Piritas.....	0,225	0,086	0,101
Humedad.....	1,400	0,620	0,380
Pérdidas i cuerpos no dosados.....	0,758 ?	0,428 ?	0,558
	100,000	100,000	100,000

NOTA.—El químico señor Lemetayer en el análisis practicado por órden de los señores C. Cousiño i C.^a, dice:

«La arena de mas difícil compresion que el carbonato de cal debe existir en pequeña porcion.»

«La proporcion de arcilla parece tener por límite máximo 3%.»

«Las piritas constituyen un *inconveniente serio* para la conservacion del pavimento a causa de su fácil oxidacion i de su transformacion en sulfatos solubles.»

Anexo Núm. 3

ANÁLISIS DEL ASFALTO DE RAGUSA PRACTICADOS POR EL LABORATORIO MUNICIPAL DE HANOVER

Con cada partida de asfalto han recibido los señores C. Cousiño i C.^a un análisis. Los ocho primeros se limitan a indicar la proporcion de bitúmen, que alcanza como término medio a 9,35% i sólo los tres últimos son detallados i su resultado es el siguiente:

	Octubre 24 de 1912	Diciembre 4 de 1912	Marzo 19 de 1913
Bitúmen	9,10	9,48	9,35
Arena.....	1,43	i arcilla 1,09	i arcilla 1,13
Acido silícico soluble.....		0,20	0,12
Arcilla (Al ₂ O ₃) ?.....		1,62	0,86
Peróxido de fierro (Fe ₂ O ₃).....		0,28	
Carbonato de Calcio.....	86,50	85,80	87,30
Carbonato de Magnesio.....	0,14 ?	1,28	1,10
Sulfato de Calcio.....	0,58 ?	0,21	0,13
Bisulfuro de fierro	0,00	0,00	0,00

TEMPERATURAS MÁXIMAS AL AIRE LIBRE OBSERVADAS EN EL INSTITUTO CENTRAL METEOROLÓGICO I GEOFÍSICO DE CHILE DESDE EL 1.º DE NOVIEMBRE DE 1913 HASTA EL 26 DE ENERO DE 1914.

NOVIEMBRE				DICIEMBRE				ENERO			
Días	Grados	Días	Grados	Días	Grados	Días	Grados	Días	Grados	Días	Grados
1	52°4	16	56°1	1	53°5	17	38°0	1	55°8	16	56°3
2	47°4	17	58°0	2	54°5	18	54°0	2	53°9	17	49°1
3	48°5	18	57°0	3	51°2	19	49°0	3	54°2	18	55°3
4	49°4	19	59°2(1)	4	52°0	20	54°0	4	56°3	19	53°3
5	55°4	20	52°5	4	53°0	21	58°0	5	59°4	20	55°3
6	53°3	21	57°4	6	37°5	22	57°0	6	58°3	21	55°8
7	56°4	22	54°0	7	53°5	23	57°7	7	56°1	22	55°7
8	53°3	23	54°0	8	53°7	24	55°5	8	57°5	23	54°7
9	54°5	24	52°3	9	54°0	25	54°5	9	56°9	24	53°7
10	54°5	25	53°2	10	55°0	26	57°0	10	56°6	25	54°1
11	52°5	26	56°2	11	50°5	27	56°5	11	57°5	26	57°8
12	48°9	27	54°9	12	55°5	28	54°5	12	56°5		
13	54°9	28	51°6	13	54°5	29	57°0	13	55°0		
14	44°0	29	53°9	14	53°0	30	56°0	14	55°0		
15	49°5	30	51°6	15	59°5	31	54°0	15	55°3		
				16	53°2						

(1) A la sombra 36°, la mayor temperatura a la sombra observada en los últimos 60 años.

OBSERVACIONES DE TEMPERATURAS

Creemos conveniente acompañar los siguientes datos de temperaturas medidas sobre la superficie del pavimento con un termómetro corriente durante nuestras visitas a las diversas calles asfaltadas, sin que esto signifique darle importancia al valor absoluto de estas cifras.

Alameda, calzada Sur, el día 7, entre 3 i 3,15 P. M., 52°, asfalto mui blando.

Agustinas (1), el día 7, entre 3,15 i 3,30 P. M., 49°, asfalto duro.

Santa Lucia, el día 7, entre 3,15 i 3,30 P. M., 41°, retativamente duro, el tránsito no dejaba huellas.

Alameda, calzada Norte, el día 8, entre 3,30 i 3,45 P. M., 45°, asfalto mui blando.

Moneda, el día 8, entre 3,45 i 4 P. M., 40°, asfalto blando.

Amunátegui, en la sombra, el día 8, entre 4 i 4,15 P. M., 29°, asfalto duro.

(1) Pavimento ejecutado por The French Asphalt Co.

En Teatinos, a la sombra, mas o ménos a las 4,15 P. M. del dia 8 el asfalto se presentaba muy blando, la temperatura no se tomó pero seria aproximadamente de 30°.

Las temperaturas máximas de los dias 7 i 8, fueron de 56°1 i 57°5, respectivamente, i como jeneralmente se verifican a las 2 P. M. parece indudable que las temperaturas de la masa asfáltica eran superiores a las observadas entre 3 i 4 P. M., pues este material debido a su color oscuro tiene la propiedad de absorber el calor i por ser mal conductor de él lo conserva largo tiempo. En efecto, posteriormente entre 2,30 i 3 P. M., hemos podido constatar que en el interior de la masa asfáltica, mas o ménos a un centímetro de profundidad la temperatura era superior aproximadamente en 10° a la observada sobre la superficie del pavimento.

Curioso informe de la Comision de Industria i Obras Públicas del Senado, relativo a la construccion de un ferrocarril entre Santiago i Valparaiso, via Casablanca.—El prurito de desprestijiar lo nacional.

COMISION DE INDUSTRIA I OBRAS PÚBLICAS

Honorable Senado:

Desde hace algun tiempo la Comision de Industria i Obras Públicas presta preferente atencion a las medidas que la opinion pública reclama para facilitar i acortar las comunicaciones de nuestra capital con el puerto de Valparaiso.

Las necesidades del comercio, agricultura e industrias nacionales, por una parte, i el creciente desenvolvimiento de ambos centros de poblacion i las exigencias de su mejor i mas abundante i económico abastecimiento, por otra, imponen medidas positivas que la satisfagan i que no pueden diferirse por mas tiempo.

La única via que nos une a nuestro principal puerto se halla saturada en su tráfico. En el último año, 1912, tuvo un movimiento de treinta i nueve mil trenes i el aumento de un año a otro, tomando el promedio de los últimos años, es de once por ciento. Esto equivale a un movimiento diario de cien trenes, de los cuales cuarenta i cuatro pasan por el Tabon, que, unidos a los dieciseis diarios que corresponden a las remolcadoras, hacen un total de sesenta trenes que corren continuamente en esa seccion, ocupándola durante veintitres horas consecutivas i haciendo materialmente imposible las reparaciones que la via exige i el que pueda hacerse pasar ningun otro tren mas.

Antes de cinco años se encontrarán entregadas al servicio público las obras del puetro de Valparaiso, que representan una fuerte inversion de millones de libras esterlinas, hecha por el Estado, i que será mayor con los nuevos trabajos que habrá que realizar para dotar al puerto de las obras de carena que exige el tráfico internacional de Chile con el extranjero i que serán indispensables para la existencia i desen-

volvimiento de nuestra Marina Mercante. Para que esas obras reporten a la economía nacional el mayor provecho que deben rendir, es indispensable aumentar los medios de acarreo de las mercaderías i productos i hacer mas rápido el trasporte de los pasajeros, en forma que éstos dispongan de mas horas útiles para sus negocios durante su permanencia en una u otra ciudad.

La evidente inferioridad en que se encuentran las provincias de Santiago i Valparaíso, en materia de trasporte, mantiene improductivos valles valiosos, como los de Casablanca i Curacaví, situados a las puertas de Valparaíso, al punto de que una carreta demora actualmente cinco dias de ida i vuelta entre Valparaíso i Casablanca; i mantiene estagnado el estenso i rico valle de Melipilla e impide el aprovechamiento de los terrenos en cultivos intensivos i chacarías, imposibilitando, tambien, el comercio de los productos análogos de las provincias del sur de Santiago hasta el Maule que tendrán en Valparaíso un mercado consumidor de importancia para productores i consumidores.

La deficiencia que nos ocupa debe tambien ser considerada bajo otros aspectos. El movimiento comercial del puerto de Valparaíso en 1912 manifiesta que alcanzó a un millon seiscientas cincuenta i un mil setecientas cuarenta i una toneladas, de las cuales un millon doscientas once mil ciento cincuenta i cinco toneladas corresponde a mercaderías desembarcadas i sólo cuatrocientas cuarenta mil quinientas ochenta i seis toneladas a mercaderías embarcadas, de manera que la cantidad de mercaderías que entra es tres veces superior a la que sale.

De estas cifras un cincuenta i tres por ciento corresponde al cabotaje i el cuarenta i siete por ciento al comercio internacional. Del cincuenta i tres por ciento correspondiente al cabotaje un veintiocho por ciento corresponde al cabotaje entrado i un veintiocho por ciento al cabotaje salido. Del cuarenta i siete por ciento del comercio internacional un treinta i cinco por ciento corresponde a la importacion i un doce por ciento a la esportacion. Dentro de estas proporciones, el un millon seiscientas mil toneladas puede, sin errores sensibles, descomponerse como sigue:

Cabotaje entrado.....	400 000 toneladas
Cabotaje salido.....	400 000 ,
Importacion.....	600 000 ,
Esportacion... ..	200 000 ,

16,000 000 toneladas

De modo que faltan cuatrocientas mil toneladas de carga para equilibrar en el comercio internacional la carga salida, lo que se traduce en un falso flete con que se recarga la importacion encareciéndola para el consumidor. Este desequilibrio, este recargo no se corrige sino desarrollando la producción en los valles cercanos a Valparaíso i facilitando el acarreo i aumentando la producción de los valles actuales en trabajo.

La vía actual, debido a la época en que se construyó, a las consideraciones que en aquellos tiempos se quiso satisfacer, es hoy, con referencia a un ferrocarril moderno una vía de tercer orden.

Las normas actuales exigidas por la Dirección de Obras Públicas para una vía de primer orden de 1,68, para tracción a vapor, son las siguientes:

Gradiente máxima: 10 milímetros.

Radio mínimos: 300 metros.

La vía actual tiene gradientes máximas de 22,5 milímetros i radios mínimos de 180 metros.

Entre las obras indicadas para mejorar la actual línea puede darse por definitivamente desechada la idea de construir la doble vía al lado de la actual sección del Tabon comprendida entre Llai-Llaf i Tilti por lo costoso i difícil de su construcción.

De aquí que las medidas para la solución de aquellos problemas, particularmente el de transporte entre Santiago i Valparaíso, se hayan concretado preferentemente a las tres siguientes:

1.º La electrificación de la primera sección, que ha sido ya materia de un informe de esta Comisión i que pende de la consideración del Senado;

2.º La construcción de la variante de La Dormida, de Tilti o Polpaico a Peña Blanca o a Villa Alemana, i

3.º La construcción del ferrocarril de Valparaíso a Santiago, por los valles de Casablanca i Curacaví con ramales sobre la línea al sur de Santiago i Melipilla, sin perjuicio de los otros arbitrios que se relacionan con la prolongación del longitudinal del norte a Valparaíso i con el comercio del tránsito de la República Argentina, que no es de oportunidad considerar en el presente informe.

Respecto de las obras para electrificar toda la primera sección nos cupo en nuestro informe estudiarlas bajo el doble punto de vista de obtener un aumento de capacidad de su tráfico, fundándonos en consideraciones análogas a las que hemos espuesto mas arriba i con el propósito de obtener una economía considerable en su costo de explotación. Pero la electrificación de la primera sección, aun construida i electrificada la variante de La Dormida, no resuelve el problema en su conjunto, puesto que no entrega al trabajo nuevos i estensos valles, no procura a las provincias del sur de Santiago todas las ventajas que su desarrollo agrícola requiere, por mas que aquellas medidas sean indispensables bajo la doble faz contemplada del costo de explotación de la vía actual i de la necesidad de aumentar su capacidad de transporte.

Pero la tercera medida, o sea el ferrocarril directo de Valparaíso a Santiago pasando por los valles de Casablanca i Curacaví, con sus dos ramales ya indicados, satisface de lleno el objeto que consideramos. La construcción de una línea de primer orden en esta ruta, servida por tracción eléctrica, reducirá la duración del viaje de Valparaíso a Santiago a dos horas i media, dará vida a los valles indicados, desarrollará la agricultura en proporciones considerables en el extenso i productivo valle de Melipilla, i la zona agrícola de Santiago al Maule recibirá, igualmente, los beneficios de una comunicación mas rápida i barata con el puerto de Valparaíso.

En efecto, aunque el largo efectivo del actual ferrocarril es de 187 Km entre Valparaíso i Santiago, su largo virtual equivale a 633 Km para la subida i a 387 para la bajada; mientras que el largo efectivo del nuevo ferrocarril, por la vía de Casablanca, sería de 141 Km, o sea 46 Km mas corto; i a su vez, su largo virtual sería de 325 Km para la subida i sólo de 180 Km para la bajada, esto es, casi el cincuenta por ciento de los largos virtuales de la línea actual entre Santiago i Valparaíso.

Ahora, si consideramos en servicio la línea de Paine a Talagante, con el ramal de Talagante sobre la nueva línea directa a Santiago, las ventajas para las provincias situadas al sur de la capital se acentúan mucho mas.

El largo real de Santiago a Paine,—por la actual vía,—es de 41 150 Km i sus largos virtuales son de 59 993 Km de Santiago a Paine i de Paine a Santiago de 111 467 Km. Entre tanto, el largo de Paine a Talagante será de 25 590 Km i viceversa; pero los largos virtuales varían, pues de Paine a Talagante serán de 37 217 Km i de Talagante a Paine serán 55 966 Km, lo que demuestra la superioridad de la vía Paine-Talagante sobre la actual de Paine-Santiago i, por lo tanto, las ventajas para las provincias situadas al Sur de la capital, de la nueva vía Paine-Talagante, con ramal sobre la línea Curacaví, Santiago, Casablanca, Valparaíso.

La construcción de un nuevo ferrocarril entre Santiago i Valparaíso, por cuenta del Estado, ha sido considerada por el lejislador, dictando la lei número 1 032, de 28 de Enero de 1898, que autorizó al Presidente de la República para el estudio de este nuevo ferrocarril. Además, lo ha sido de leyes que han concedido permiso a particulares para construirlo i explotarlo; sin embargo, estos últimos han dejado trascurrir largos años sin iniciar obra alguna, i esas leyes dictadas en su favor, después de improbos trabajos de Comisiones de ambas Cámaras, han pasado a ser letra muerta.

A nuestro juicio, el fracaso de estas concesiones se debe no a que la construcción de dichos ferrocarriles deje de ser espléndido negocio, ni a la falta de oportunidad en el despacho de las leyes, sino, única i exclusivamente, a que no se dispone en el país de capitales suficientes para tan grandes empresas, i porque los concesionarios no han podido hacerlos venir del estrajero a nuestros mercados, salvo que, de parte del Fisco, se les garantice un cierto interés.

Por otro lado, si basta la garantía del Fisco chileno para traer hacia nosotros esos capitales, ¿por qué, entónces, no habría de aprovechar éste su propia capacidad financiera para construir directamente, él mismo, las obras de utilidad pública que sean necesarias?

En este caso son evidentes las ventajas i economías que obtiene el Estado al contratar directamente sus empréstitos, pues cualquier firma constructora, por respetable que sea, debe experimentar un descuento considerable en sus bonos, descuento que refluye necesariamente sobre las obras que se emprendan con la garantía fiscal—encareciéndolas,—lo que se evita al levantar el Gobierno el empréstito i pagando él mismo a los contratistas.

Por otra parte, la línea por Curacaví i Casablanca no sería una línea aislada ni independiente sino que constituiría unos de los complementos i quizá el principal, de

la red del Estado en la zona central, que es la de mayor riqueza. Su construccion tiene por objeto integrar las obras conjéneres realizadas i las análogas que se hallan en trabajo.

Dicha línea, por facilitar la rapidez de comunicaciones entre Santiago i Valparaíso i Valparaíso i San Antonio; por ser el complemento del desarrollo agrícola de las provincias del Sur hasta Maule i por descargar a la seccion del Tabon del enorme tráfico que la satura, es un ferrocarril de interes público i no de interes particular o local.

Ademas, estima la Comision que el Estado no debe hacerse competencia a si mismo dando permiso a particulares para la construccion i explotacion de un ferrocarril de esta clase, o dando el dinero o garantías para que otros lo lleven a cabo. Razones son éstas que la Comision invoca, para establecer que este nuevo ferrocarril debe ser fiscal.

Antes de emitir el presente informe, la Comision ha practicado un detenido examen de varias solicitudes sometidas a su consideracion, relacionadas con propuestas para la construccion de ferrocarriles eléctricos i a vapor entre Santiago i Valparaíso, via Casablanca; ha oido a los interesados, i despues de minucioso cotejo de antecedentes i de maduro estudio, arribó a la conclusion de que ninguna de aquellas propuestas podria competir, ventajosamente, con la situacion que habrá de crearse a la Nacion si el Gobierno entra a ejecutar por su cuenta las respectivas obras.

Acordada la construccion de la nueva línea, se podrá postergar el proyecto de electrificar la actual via de la primera seccion de los Ferrocarriles del Estado, no porque la Comision deje de estimar conveniente i necesaria esta medida, sino porque la situacion del Erario quizás no permitiria acometer simultáneamente ámbas obras.

Las ventajas del procedimiento son incuestionables, pues él nos permitirá disponer de una nueva línea en todas sus funciones,—línea de primer orden destinada a dar vida a una grande i rica zona—dentro del mismo tiempo i por el mismo dinero que habrá que invertir en la trasformacion de una línea de tercer orden de difícil recorrido, i continuaremos, ademas, aprovechándonos de los servicios de esta última, que por lo mismo que va a cesar en su estado de actual saturacion, irrogará gastos de explotacion mucho menores.

Aplicando al presente caso los conceptos jenerales emitidos en nuestro informe de 28 de Julio del año corriente (electrificacion de la primera seccion de los Ferrocarriles del Estado), acerca de la superioridad i economía de la traccion eléctrica sobre la de vapor, superioridad que se acrecienta en nuestro pais por los recursos naturales de hulla blanca de que disponemos para llevarla a efecto, diremos, ademas, que dadas las condiciones de nuestros ferrocarriles i del pais, el Estado debe ser dueño de sus instalaciones, evitando así las dificultades inherentes a los conflictos que pueden suscitarse entre los intereses de una empresa particular, que se consideraria dueña de los elementos de traccion de la seccion mas importante de nuestros ferrocarriles i los intereses del Estado o de la produccion nacional.

Esto no obsta para que en el proyecto demos cabida a la idea de que los contra-

tistas deben tomar a su cargo i por un precio alzado anual, ofertados por ellos mismos, el servicio de traccion de las líneas durante diez años, como medio adecuado para obtener una buena ejecucion de los trabajos i la provision de material de primera clase, ligando así los intereses del contratista a los del Fisco. El mismo objeto persigue la disposicion que obliga a los contratistas a garantizar la calidad del equipo i líneas eléctricas durante los doce meses siguientes a la terminacion de los espresados diez años.

Por otra parte, se consignan tambien las garantías prudenciales para asegurar, de parte de los contratistas, un correcto funcionamiento del servicio, fuera de la garantía de seriedad de sus propuestas con que deberán acompañarlas.

Esta segunda garantía se les devolverá al declarar el Presidente de la República terminados los trabajos contratados para la electrificacion de las líneas férreas i sus dependencias i en correcto funcionamiento su servicio.

La primera garantía será devuelta al finalizar los doce meses siguientes a los diez años, durante los cuales los contratistas deberán atender el servicio de traccion.

Estas garantías que la Comision ha estimado que deben ser constituidas por fuertes sumas, recargarán indudablemente el costo de la obra, pero este recargo debe estimarse como un seguro indispensable en una obra como ésta, que ademas de ser una novedad en el pais, recae sobre uno de sus principales elementos del desarrollo de su riqueza.

En el mismo orden de ideas, la Comision ha estimado necesario disponer que no se admitan a la licitacion, sino a firmas que han ejecutado obras análogas en otros paises de Europa o Estados Unidos, asegurando con ello a las mas importantes empresas mundiales, que se dedican a esta clase de trabajos, que no se verán entorpecidas por proponentes de ocasion i resguardar tambien así los intereses del Estado.

Hemos estimado, tambien, conveniente autorizar al Presidente de la República para contratar en el extranjero un ingeniero especialista en el ramo de ferrocarriles eléctricos, de alta i comprobada capacidad, para que tenga a su cargo la supervijilancia en la confeccion de los planos i bases de las propuestas i la inspeccion técnica superior de las obras i del servicio durante su construccion, i hasta por dos años despues, con arreglo a las órdenes e instrucciones que le imparta el Presidente de la República i garantizar de esta manera la mejor construccion de la obra.

En resumen, opina vuestra Comision que deben desecharse las solicitudes particulares sobre concesiones para explotar un ferrocarril eléctrico o a vapor de Valparaíso a Santiago por Casablanca i Curacaví i os propone realizar su construccion por cuenta fiscal para cuyo objeto sometemos a consideracion el siguiente

PROYECTO DE LEI:

Artículo 1.º Autorízase al Presidente de la República para construir, por medio de propuestas públicas, un ferrocarril a traccion eléctrica que una directamente a Valparaíso con Santiago, pasando por los valles de Casablanca i Curacaví, con un ra

mal sobre Talagante i otro sobre Melipilla, o sobre las inmediaciones de estos dos últimos puntos; de trocha igual a la de la primera seccion de los Ferrocarriles del Estado, debiendo los túneles i las fundaciones e infraestructura de las respectivas obras de arte construirse para doble via.

Los estudios i bases deberán comprender las obras para las centrales hidro i termo eléctricas, instalaciones i transmisiones, suministro de locomotoras, maestranzas, útiles de electrificacion i demas elementos concurrentes para asegurar el perfecto funcionamiento del servicio eléctrico i la explotacion de las líneas férreas.

Art. 2.º La planta eléctrica deberá tener una capacidad suficiente para abastecer las necesidades del servicio durante veinte años i en su ejecucion se consultarán las disposiciones necesarias para que pueda ser ampliada cuando así lo exija el incremento del tráfico.

Art. 3.º Serán condiciones esenciales de las propuestas:

a) Que los contratistas se obliguen a tomar a su cargo el servicio de traccion, reparacion de locomotoras i líneas eléctricas; la conservacion de la via i del equipo i la produccion de la enerjia necesaria para la explotacion de la línea férrea i sus dependencias, durante los diez años siguientes al dia en que el Presidente de la República declare terminados los trabajos contratados para la electrificacion i en correcto funcionamiento su servicio, por un precio alzado anual que ofertarán los proponentes, quienes garantizarán, ademas, hasta doce meses despues de los dichos diez años, los materiales del equipo i líneas eléctricas.

b) Que los contratistas garanticen la buena calidad de las obras i material contratado i el correcto funcionamiento del servicio durante los referidos diez años, i la buena calidad de los materiales del equipo i líneas eléctricas durante los doce meses siguientes a dicho plazo, mediante la retencion en poder del Gobierno del diez por ciento del valor de cada situacion de pago, que será invertido por cuenta de los contratistas en bonos de la deuda esterna del Estado o en otros valores indicados por ellos i que apruebe el Presidente de la República.

Los intereses de dichos bonos o valores serán entregados a los contratistas.

Art. 4.º Podrán tomar parte en la licitacion sólo las firmas que acrediten haber ejecutado trabajos análogos en otros paises de Europa o en Estados Unidos o firmas nacionales asociadas con ellas, i cuyas obras se encuentren en actual o correcto funcionamiento e indicarán en sus propuestas la procedencia fabril del material que haya de emplearse.

Art. 5.º Los proponentes deberán acompañar a su propuesta boleta de garantia del buen cumplimiento del contrato por la suma que fije el Presidente de la República, la que no podrá bajar de doscientas cincuenta mil libras esterlinas.

Art. 6.º Aprobada la propuesta, el Presidente de la República queda autorizado para contratar un empréstito al cinco por ciento de interes i con una amortizacion que no baje de dos por ciento anual hasta por la suma de dos millones setecientas mil libras esterlinas.

Art. 7.º El pago del precio del contrato deberá efectuarse en la forma i condiciones que fije el Presidente de la República al pedir las propuestas.

Art. 8.º Se declaran de utilidad pública los terrenos de propiedad municipal i particular que se necesiten para el trayecto de la línea, sus estaciones i anexos, incluyendo las canteras, pozos de lastre, arenas, etc., necesarios para la construccion, procediendo a la espropiacion conforme a la lei de 18 de Junio de 1857 i a los planos aprobados por el Presidente de la República.

Art. 9.º Se autoriza al Presidente de la República para contratar en el extranjero a un ingeniero especialista en el ramo de ferrocarriles eléctricos, de alta i comprobada capacidad, para que tenga a su cargo la supervijilancia en la confeccion de los planos i bases de las propuestas i la inspeccion técnica superior de las obras i del servicio durante su construccion i hasta por dos años despues de entregado el ferrocarril al servicio público, con arreglo a las órdenes e instrucciones que le imparta el Presidente de la República.

Art. 10. Esta lei rejirá desde su publicacion en el *Diario Oficial*.

El señor Letelier Silva, presidente de la Comision, suscribe el presente informe únicamente en la intelijencia de que hai conveniencia i aun necesidad de construir una nueva línea entre Santiago i Valparaiso, pasando por Casablanca; pero cree que la solucion mas acertada seria, no la que se propone, sino que la Comision ha debido pronunciarse aceptando alguna de las solicitudes que se han sometido a su consideracion para construir aquel ferrocarril en condiciones escepcionalmente favorables i ya que la situacion del Erario Nacional no permite, por ahora, emprender obras de gran magnitud que exigen crecidos desembolsos.

Nota.—El presente informe se tendrá como resolucion adoptada acerca de las solicitudes sobre ferrocarril Valparaiso-Casablanca, presentadas por los señores Domingo Otaegui, Enrique Döll, Macario Ossa, Alfredo Rodríguez Rozas i A. M. Glose que se anexan.

Sala de Comisiones, ... de Enero de 1914.—*Pedro Letelier S.*—*Anjel Guarello.*
—*Pedro Correa O.*—*Pedro García de la Huerta.*—*Carlos Sudy*, secretario.