UNIVERSIDAD FEDERICO SANTA MARIA
3 5609 00098 8276

UNIVERSIDAD TECNICA
FEDERICO SANTA MARIA

DEPTO. DE OBRAS CIVILES

"Evaluación y Comparación de Diversos Métodos de Pavimentación en la XII Región"

MEMORIA PARA OPTAR AL TITULO DE
CONSTRUCTOR CIVIL

AUTOR:
GINO JAVIER RODRIGUEZ GONZALEZ

PROFESOR GUIA:
CRISTIAN ANDRES VICHI ARELLANO

PROFESOR CORREFERENTE:
CARLOS WAHR DANIEL

MARZO DE 2004

UNIVERSIDAD TECNICA
FEDERICO SANTA MARIA
Departamento de Obras Civiles

"EVALUACIÓN Y COMPARACIÓN DE DIVERSOS MÉTODOS DE PAVIMENTACIÓN EN LA XII REGIÓN"

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE :

CONSTRUCTOR CIVIL

AUTOR :
GINO JAVIER RODRÍGUEZ GONZÁLEZ

PROFESOR GUÍA :
CRISTIÁN ANDRÉS YICHI ARELLANO

PROFESOR CORREFERENTE :
CARLOS WAHR DANIEL

MARZO DE 2004

UNIVERSIDAD TECNICA
FEDERICO SANTA MARIA
BIBLIOTECA CENTRAL
INVENTARIO M18669 ej2

Dedicado

A mi Amada esposa Maritza.
A mis Queridos hijos Camila, Matias e Issadora.
A mis Viejos Lindo, Gino y Juanita.
A mi Hermano y amigo Claudio y su familia.
A mis dos Hermanas, Sabrina y Alejandra.
A mis suegros, Miguel y Juli.

Y en forma especial a:

Cristian Yichi A.
Eugenio Vilicic P.

Muchas Gracias.

ÍNDICE GENERAL

Página N°

CAPÍTULO I

Resumen General. 004

CAPÍTULO II

Introducción. 006

CAPÍTULO III

Diversos métodos para confeccionar hormigón. 007

CAPÍTULO IV

Diversos métodos de pavimentación. 021

CAPÍTULO V

Objetivos Principales del Trabajo. 037

CAPÍTULO VI

Descripción de las variables a introducir para el análisis de los métodos de pavimentación. 038

CAPÍTULO VII

Recolección de datos de los métodos de hormigonado de concreto mezclado en planta, con colocación mediante Molde Fijo y Molde Deslizante. 054

CAPÍTULO VIII

Comparación de los métodos de colocación de hormigón en cuanto las variables evaluadas y a un análisis general. 059

CAPÍTULO IX

Análisis y comparación de costos en los métodos evaluados en la confección de pavimentos de hormigón. 080

CAPÍTULO X

Conclusiones y Comentarios Finales. 093

ANEXOS.

Anexo N°01 Recolección datos Contratos. 098

Anexo N°02 Planillas de I.R.I.. 115

Anexo N°03 Fotografías. 125

REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍAS.

Referencias y Bibliografías. 133

CAPÍTULO I

RESUMEN GENERAL

1.1.- RESUMEN GENERAL.

En la presente Memoria, se propone comparar, técnica y económicamente, diversos métodos de pavimentación que se utilizan actualmente en el País y en forma más específica, en la XII° Región. Con ello se crea una base de datos que permite evaluar y verificar cuales son las variables más importantes que intervienen en la ejecución de un pavimento, para luego en base a estadísticas, proporcionadas por la Empresa Constructora Vilicic S.A. y el Departamento Técnico de la Zona Sur de la Empresa Cemento Melón S.A., establecer una diferenciación entre cada método, que permitirá compararlo mediante las siguientes variables

- **I.R.I.**
- **Resistencia de Hormigón en fresco.**
- **Resistencia de Hormigón endurecido.**

Cabe mencionar que la base de datos, utilizada en esta Memoria, fue obtenida en la XII° Región, y es válida para hormigonados en pavimentos urbanos en climas del tipo frío. Se debe hacer el supuesto que la preparación de la sub-base y base de las calles evaluadas, ya están confeccionadas.

Los capítulos, en los cuales se ha desarrollado el presente trabajo, se detallan a continuación:

En el segundo capítulo se introduce, de modo general, los temas que serán enfrentados, los distintos tipos de hormigón, sus métodos de pavimentación, viendo en cada uno de ellos las tres variables de comparación.

En el tercer capítulo se presenta un resumen general de los diversos métodos para fabricar el hormigón.

En el cuarto capítulo se resume, en forma general, los diversos métodos de pavimentación, que serán evaluados para el presente trabajo.

En el quinto capítulo se presentan los principales objetivos que se pretenden lograr con el presente trabajo.

En el sexto capítulo se hace una descripción de modo general, de cuales son los métodos de pavimentación a ocupar y en que consiste cada variable de evaluación del presente trabajo.

En el capítulo séptimo, se analizará, con estadísticas los diversos métodos de pavimentación, realizados con hormigón mezclado en planta y se compararán los tipos de pavimentación, con molde fijo y molde deslizante, analizando, para los casos en estudio, las tres variables seleccionadas en esta evaluación.

En el capítulo octavo, se hace un análisis y un método de comparación entre la forma de hacer hormigón y sus distintas formas de pavimentación.

En el capítulo noveno se presenta un análisis general comparativo en cuanto a costo de cada uno de los métodos, para la situación de la XII° Región.

En el capítulo décimo se muestran las principales conclusiones y comentarios obtenidos, al efectuar el presente trabajo, teniendo en cuenta el cumplimiento de los principales objetivos planteados.

CAPÍTULO II

INTRODUCCIÓN.

2.1. INTRODUCCIÓN.

Dentro de un contexto general, los alcances de esta memoria y los datos facilitados que se dan más adelante, fueron obtenidos de las estadísticas que lleva la Empresa Cemento Melón a través de su Departamento Técnico y también de la Empresa Distribuidora de Hormigón premezclado de Punta Arenas, CONCREMAG, empresa que lleva 7 años entregando hormigón en la XII° Región, donde existen estadísticas propias de la empresa..

En base a lo anterior, la estadística a generar, es una tabla de comparación entre los distintos métodos empleados, para hacer hormigón y las distintas formas de colocarlo. Desde ese punto de vista, esta memoria sólo se limita a recopilar antecedentes y a procesarlos, de tal forma que sirva como un parámetro para las personas que deseen comprar un equipo y también para escoger el método de trabajo, teniendo en cuenta las variables que influyen en el resultado final, de acuerdo con las especificaciones solicitadas por los diversos mandantes.

La colocación del Hormigón, en los distintos pavimentos evaluados, corresponden a un trabajo realizado por la Empresa Constructora Vilicic S.A., la cual es la que realiza el trabajo final.

Dentro de las características de las estadísticas que poseen las dos Empresas nombradas anteriormente, hay que mencionar que los estudios están hechos en base a la recopilación de datos históricos, lo que ha pemitido que estas dos empresas funcionen eficientemente, encuadrándose dentro de políticas tarifarias competitivas dentro del mercado zonal de la XII° Región.

CAPÍTULO III

DIVERSOS MÉTODOS PARA CONFECCIONAR HORMIGÓN

3.1. INTRODUCCIÓN.

Para tener una idea concreta de los diversos métodos que utilizan las empresas productoras de hormigón en Chile, se puede establecer que el hormigón es producido, para ser entregado a los diversos clientes, utilizando algunos de los siguientes métodos:

a.- **Hormigón mezclado en planta.**

b.- **Hormigón mezclado en camión.**

a.- HORMIGÓN MEZCLADO EN PLANTA:

Consiste principalmente en una planta de mezclado central, en el que los componentes de la mezcla son cargados en una mezcladora estacionaria de la planta. Los ingredientes son mezclados cuidadosamente antes de ser descargados en la unidad de entrega.

Se llama hormigón mezclado en planta, al hormigón dosificado y mezclado completamente en una mezcladora fija, en el lugar o en una planta de hormigón premezclado. Esta planta mezcla completamente el concreto antes de descargarlo en camiones agitadores, tolvas, no agitadores o revolvedores. Este hormigón, cuando sale de la mezcladora, ya viene listo para instalar y también para ser ensayado.

Este hormigón es utilizado, generalmente, para proyectos de alta producción y de alto rendimiento. Una producción horaria de más de 75 mt3/hr., es considerada una alta producción, lo que hace que estas operaciones tengan un control directo y periódico de lo producido.

Un aspecto importante, de la planta de mezclado central, es la planificación apropiada, entre las personas o representante de la entidad que necesita el hormigón y el proveedor del hormigón. Para esta planificación, es importante tener todos los puntos críticos de la producción del concreto, ya que de ello depende

de que las decisiones que se hallan tomado sean correctas para el buen desarrollo de la obra.

Una vez realizada la planificación, teniendo en consideración los puntos críticos en la elaboración del hormigón, hay que hacer una selección del sitio o el lugar fijo donde la planta va a estar ubicada. Esta debe poseer varías características como las siguientes:

a.1.- SELECCIÓN DEL SITIO DE LA PLANTA.

1.- Ubicación del proyecto:

Se refiere principalmente al lugar fisico donde se necesita el hormigón, por lo tanto, hay que tener claro las distancias que se requieren para poder llegar en buena forma al lugar de colocación del hormigón. Generalmente se especifica un tiempo máximo de transporte de 45 minutos con tolva [Ref. N°04].

2.- Área de la planta:

Hay que considerar toda la zona que abarca en espacio fisico la planta de hormigón, por lo tanto, hay que buscar un espacio que pueda procurar su buen funcionamiento, dentro de este espacio se encuentran los sitios de acopio de los áridos, lugar de almacenamiento del cemento, etc..

3.- Flujo de tránsito:

El lugar escogido debe poseer un espacio tal, que permita que el flujo vehicular tenga un acceso libre, tanto como para entrar, como para salir.

4.- Entrega y almacenamiento de material:

Se debe considerar que la entrega de materiales a la planta, debe suponer un espacio de almacenamiento de los acopios de arena y grava, como también el espacio de acopio del cemento, que en este caso particular viene en Big-Bag (1.500 kilos por unidad).

5.- Requisitos Municipales y ambientales:

Antes de hacer el proyecto hay que verificar, si la zona escogida está dentro de la zona del plano regulador y si cumple con los requisitos ambientales exigidos.

6.- Lavado de equipos:

Se debe tener en una zona que no interfiera con las condiciones de los requisitos municipales y ambientales, para poder limpiar, tanto los camiones como la planta, de todos los excesos de concreto y suciedad, que no permiten el buen funcionamiento de la planta.

Una vez seleccionado el sitio de la plata, se comienza con la preparación de ésta y su planificación.

a.2.- PREPARACIÓN DEL SITIO DE LA PLANTA Y PLANIFICACIÓN.

La preparación del sitio de la planta y su distribución se basan en la información acumulada de la etapa anterior, donde lo predominante es el flujo vehicular.

1.- Limpieza del lugar:

Como primera instancia antes de ingresar los equipos, hay que nivelar el terreno y despejar éste, de tal modo que el material removido, ya sea por cimientos u otra remoción, sea fácil de volver el terreno a su condición original.

2.- Drenaje adecuado:

Es necesario hacer un buen drenaje, para evitar la erosión y mantener la humedad adecuada en los agregados pétreos. Gran parte de esto se logra, haciendo un camino estabilizado para la circulación de camiones.

3.- Cimientos de la planta:

Se debe asentar perfectamente la planta en forma estructural, haciéndose asesorar en todo momento por un ingeniero.

4.- Limpieza del área:

Se deben almacenar todos los agregados en terreno, lo más separados entre sí y considerando que la base de acopio sea lo mas plano posible para que no se contaminen. También, los áridos deben ser de un tamaño adecuado a los requerimientos de la planta y de una accesibilidad fácil para un flujo continuo de producción.

Una vez preparado el sitio de la planta, hay que trasladarla y montarla.

a.3.- MOVILIZACIÓN DE LA PLANTA Y MONTAJE.

Antes de montar la planta, hay que preocuparse de la seguridad.

1.- Movilización y montaje:

Hay que conocer en detalle toda la instalación de la planta y proceder con seguridad con la maquinaria, ya sea la grúa, para tener una coordinación de montaje.

2.- Calibración:

Una vez montada la planta se procede a calibrarla, esta incluye la calibración de las básculas, medidores de agua, surtidores de aditivos, tolerancias de entrega, computadoras y controles automáticos.

3.- Aditivos:

Preocupación especial para la calibración de aditivos, haciendo en un hormigón de prueba y midiendo su cantidad.

4.- Verificación de sistemas:

Una vez verificada la calibración, se procede a hacer hormigones de prueba, verificando si las cantidades pedidas son las que salen por el flujo de materiales.

Hay que tener bien regulada la cantidad de material acopiado y la calidad de éste, no deben ser factor de una falla en la producción de un hormigón.

a.4.- MANEJO DE MATERIAL.

Para que un hormigón tenga buena calidad, se debe contar con los materiales necesarios, que reúnan los requisitos indispensables para obtener una buena mezcla. Este debe considerar:

1.- Agregados pétreos (Anexo N°03, Fotos N°02 N°03).

2.- Cemento.

3.- Agua

4.- Aditivos.

5.- Fibras.

Con los materiales escogidos, se produce el proceso de hormigonado.

a.5.- DOSIFICACIÓN Y SECUENCIA.

Una "Cachada" o amasada de hormigón, es la cantidad de material mezclado en un momento dado, con la secuencia que el material es dosificado. Esta, estaría dada por:

1.- Agua.

2.- Aditivos.

3.- Agregado grueso.

4.- Agregado fino.

5.- Materiales cementantes.

6.- Materiales especiales (Si es que son necesarios).

Luego, vendrán los siguientes pasos:

1.- Dosificación de materiales:

Donde se pesan los materiales, ya sea en forma individual o en forma colectiva. Hay que considerar las tolerancias indicadas por las normas y especificaciones [Ref. N° 07 y 08].

2.- Control de humedad:

Es importante controlar la humedad en los agregados finos como gruesos, ya que influyen para un hormigón uniforme, en el tiempo de producción, en cuanto a trabajabilidad y calidad.

3.- Cargado de la mezcladora:

Es el proceso de cargado de la mezcladora, donde se tiene que seguir la secuencia de los materiales, para producir un hormigón homogéneo.

Una vez descargado el hormigón se produce lo que se llama la mezcla.

a.6.- MEZCLADO Y DESCARGA.

En el proceso de mezclado, es muy importante tener claro las características del hormigón a entregar, viendo las especificaciones del proyecto, para así entregar un hormigón homogéneo.

En la planta hay que saber la capacidad, como también el tamaño del tambor, para así poder vaciar en ella los materiales necesarios a velocidad indicada.

En estas plantas, el medidor de consistencia (Verificación de cono de Abraham), en su relación agua-cemento, no es la misma que se indica en la lectura del medidor, ya que es solamente un valor referencial, por lo tanto hay que tomar las medidas precautorias, como por ejemplo, dejar que la mezcla permanezca en el tambor durante un rato, hasta alcanzar la consistencia deseada.

En el proceso de descarga, en el proceso de una planta de mezclado, es diferente para los distintos tipos de equipos de transportes. Hay que tomar en cuenta el tiempo de descarga cuando se planea el número de camiones, para acarrear concreto.

Toma más tiempo descargar en un camión mezclador, que en un camión de volteo o camión agitador abierto. El tipo de camión afectará también los tiempos de descarga en la operación de pavimentación.

b.- HORMIGÓN MEZCLADO EN CAMIÓN.

Consiste principalmente en que el hormigón es mezclado en el camión, donde todos los ingredientes son cargados directamente desde una planta dosificadora en un camión mezclador por el operador de la planta. Este proceso es conocido como mezcla seca, donde el proceso de fabricación del hormigón se produce dentro del camión y el responsable directo, que éste llegue con un nivel de aceptación de mezclado, es el conductor del camión.

Se llama concreto mezclado en camión u operación de mezcla seca, donde es cargado, por el operador de la planta, directamente a un camión mezclador, no existe otra posibilidad que este hormigón sea transportado a obra en otro móvil que no sea un camión mezclador o camión mixer.

En el concreto de mezclado en camión, el responsable de las dosificaciones efectuadas es el operador de la planta; en tanto el responsable del mezclado del concreto es el conductor del camión.

b.1.- APLICACIONES.

Todos los proyectos de pavimentación pueden ser construidos con concreto mezclado en camión. Estos son identificados por tipo, localización, programa y especificaciones.

1.- Tipos de proyecto:

- Pavimentación:

  - Pavimentación de intersecciones.
  - Pavimentación de calles.
  - Pavimentación de apertura rápida.

- Reparación de Pavimentos.

2.- Localización del proyecto:

  - Ambiente urbano.
  - Necesidades de trabajabilidad, por ejemplo, por medio de aditivos.
  - Tránsito.

3.- Programa de proyecto:

  - Mejorar la producción.
  - Opciones adicionales.
  - Etapas.

b.2.- REQUERIMIENTOS DEL HORMIGÓN.

Los requerimientos del hormigón, están dadas por:

- Mezcla de trabajo.

- Diseño de la mezcla.

- Muestreo y pruebas de laboratorio.

- Tipo de colocación.

- Ubicación.

- Puntos de entrada y salida.

- Tiempo de transporte. El tiempo máximo está relacionado con el total de revoluciones, limitado a 300 como máximo [Ref N°04].

Con todos los requisitos anteriormente nombrados, se establece la calidad como la cantidad de concreto.

b.2.1.-CALIDAD DEL CONCRETO.

El diseño de la mezcla está contenida en el tipo de proyecto, por lo tanto, los componentes del concreto deben estar establecidos, para ser incorporados en el concreto de mezcla en camión. Estos componentes, para verificar su calidad, son los siguientes:

1.- Materiales cementantes:

Donde el tipo y cantidad debe ser expresado en kilogramo por metro cúbico [Ref. N°07 y N°08], donde la tolerancia permitida es de mas-menos 1 %. En los materiales cementantes, se pueden incluir los siguientes:

- Cemento.

- Cemento mezclado.

- Ceniza volante.

- Escoria.

- Ceniza Silica.

2.- Agregados:

El tamaño y la cantidad por peso de agregado fino y grueso, por metro cúbico, donde la tolerancia permitida es de mas-menos 3% [Ref. N°07 y N°08].

3.-Agua:

Donde la llamada relación agua-cemento, debe de estar acorde con la especificación del tipo de hormigón, teniendo en consideración la humedad de los agregados para la relación, que se refiere a la

cantidad de kilogramos de agua dividido por la cantidad de material cementante, por lo tanto, es muy importante el porcentaje de humedad de los áridos, pues dependiendo de la humedad de éstos se estipula cuánta agua se debe incorporar, donde la tolerancia permitida es de mas-menos 1% [Ref. N° 07 y N°08].

4.- Aditivos:

El tipo y cantidad de aditivos expresado en mililitros por kilogramo de cementante, dependerá del tipo de hormigón requerido y del tipo de faena que se está ejecutando. Estos pueden ser:

- Inclusor de aire.

- Reductor de agua.

- Superplastificadores.

- Otros.

5.- Consistencia:

Se refiere al Asentamiento de Cono deseado. Trabajando en los distintos tipos de colocación de hormigón, el Asentamiento de Cono o cono de Abraham, será el que se pida por especificaciones.

6.- Aceptación de Resistencia:

Sabiendo el tipo de hormigón especificado, se debe considerar por parámetros estadísticos la resistencia deseada a la compresión y a la flexión, sobredimensionando un poco para reducir un potencial de bajas resistencias.

b.2.2.-CANTIDAD DE HORMIGÓN.

Esta se divide a su vez en los siguientes parámetros:

1.- Volumen:

Es la cantidad de material necesario para la aplicación específica, de colocación de hormigón, es decir, es la cantidad de mt3 necesarios, o requeridos para la faena de hormigonado.

2.- Rendimiento:

Es la cantidad de concreto real producida para colocar el volumen calculado. En la obra se deberá considerar tolerancias superficiales, de la base y de las variaciones típicas en el espesor de la losa, también hay que considerar el factor de desperdicio en las operaciones de concreto. La pérdida de humedad en el concreto es pérdida de volumen, humedecer la capa subyacente a la losa y proteger el concreto de pérdida de humedad después de colocado.

3.- Velocidad de colocación:

La velocidad de colocación es importante, ya que dependiendo del tipo de colocación de hormigón, dependerá la cantidad de producción, el asentamiento de cono, el tiempo de entrega, la cantidad de camiones; por ello es muy importante el tiempo de colocación del hormigón.

Una vez establecido el tipo de hormigón, sabiendo su calidad y cantidad, se procede a la producción de este.

b.3.- PRODUCCIÓN DEL HORMIGÓN MEZCLADO EN CAMIÓN

La planta dosificadora de concreto deberá ser la adecuada para garantizar un producto consistente y uniforme, para cada dosificación. La consistencia garantizará que la operación de pavimentación se desarrolle en forma uniforme y que este comportamiento se mantenga para el posterior aserrado. Existen muchas políticas adecuadas de manejo que deberán ayudar a mantener la uniformidad. Estas se clasifican en las siguientes áreas:

b.3.1.-POLÍTICAS DE MANEJO DE PRODUCCIÓN.

Estas, a su vez, se dividen en los siguientes parámetros:

1.- Calidad de los materiales:

Se debe dejar establecida la calidad de los materiales, tanto cementantes como áridos, mediante una certificación de un laboratorio responsable, donde se hagan los ensayos correspondientes, en la frecuencia y cantidad necesaria, según las

normas chilenas correspondientes y/o la necesidad del pavimento deseado.

2.- Manejo de los materiales:

Es común tanto al concreto mezclado en camión como el mezclado en una planta central. El manejo de los materiales que influyen en la calidad y uniformidad del concreto es esencial, por lo tanto, cada material debe ser verificado, con las características del proyecto.

En el manejo de los materiales, se deben considerar los siguientes puntos:

a.- Agregados:

Consisten en agregados finos o gruesos. El manejo adecuado de los almacenes es vital para una producción consistente. Algunos conceptos básicos incluyen los siguientes:

- Apilar materiales en capas.
- Completar cada capa antes de continuar con la siguiente.
- No vaciar material sobre los bordes del almacén.
- Almacenar material como sea práctico de utilizarlo.

Se debe determinar la cantidad total de agregados requerida para el proyecto y para los programas diarios de entrega.

Como parte del monitoreo diario de los agregados, hay que revisar principalmente la granulometría y el contenido de humedad en intervalos regulares. Esto intervalos y requerimientos varían para cada proyecto. Se deberán ejecutar las pruebas de materiales de acuerdo a las especificaciones del proyecto.

b.- Materiales cementantes:

Se deben mantener los materiales cementantes separados de la ceniza volante y en silos impermeables. El rendimiento del cemento es importante, la cantidad de cemento entregada en la planta deberá ser, aproximadamente, igual a la cantidad empleada.

c.- Aditivos:

Los empleados con mayor frecuencia en la zona son los inclusores de aire y reductores de agua, por lo tanto, también es necesario guardar

los aditivos en lugares secos e impermeable, ya que tienden a través del tiempo de sedimentarse.

d.- Agua:

La cantidad que se utilice de agua en el concreto debe estar limpia y clara, sin color ni olor.

3.- Manejo de camiones:

Se considera camiones mezcladores a los que cumplan con la norma chilena [Ref. N° 08 y N°09], ya que es necesario que tengan placa de capacidad, contador y medidor de flujo de agua. La entrega de material uniforme depende de la condición del camión, por lo tanto, es necesario hacer las siguientes inspecciones:

- Verificar desgaste de paletas del mezclador del camión.
- Verificar acumulamiento de concreto en el interior del camión.
- Mantener los camiones en buenas condiciones, limpios todo el tiempo.

Es importante seguir las indicaciones anteriores, ya que el acumulamiento de hormigón endurecido en los costados de los camiones, puede desprenderse e incorporarse a la mezcla de pavimentación, lo que puede causar desperfectos prematuros en el pavimento nuevo de concreto.

4.- Manejo del agua:

La buena práctica en el manejo del agua, producirá la posibilidad de suministrar un producto uniforme al proyecto de pavimentación.
Para el proceso de dosificación, se deberá considerar el agua, aportado por los siguientes mecanismos:

- Agua de mezclado en la dosificación.
- Humedad libre en los agregados.
- Hielo.
- Aditivos.
- Agua utilizada para el lavado de tolva.

- Agua agregada por el camión mezclador.

Para el aprovisionamiento en planta, es importante considerar el agua para el lavado en planta del camión y el posterior lavado después de las descargas.

5.- Personal capacitado de producción:

Hacer un material uniforme se logra con personal con conocimiento y entrenamiento en la producción de mezclas de concreto de calidad. Las personas claves para un sistema de dosificación en seco son:

- Operador del cargador:

Encargado del material apropiado en el almacén, minimiza la contaminación, observa y reporta las variaciones de la humedad.

- Despachador:

Encargado de los camiones disponibles y está en contacto con el sitio de la obra.

- Operador en planta:

Encargado del almacenamiento del material, la dosificación, la revisión de las operaciones de la planta, la revisión y la secuencia de los camiones.

- Operador del camión:

Encargado del manejo del agua, el mezclado, entrega y descarga del hormigón.

b.3.2.-PRODUCCIÓN DEL CONCRETO

Esta se divide en los siguientes parámetros:

1.- Dosificación:

Es la medida precisa de los componentes que serán combinados, para formar concreto mezclado en camión. Los componentes están relacionados con los materiales cementantes, los agregados pétreos, el agua y los aditivos.

2.- Cargado del camión mezclador:

El cargado es la adición secuencial de los ingredientes en el camión mezclador. Este cargado secuencial de los ingredientes tendrá un efecto importante en la uniformidad del concreto del camión mezclador.

3.- Mezclado en camión mezclador:

La mezcla de los materiales se hace con las especificaciones técnicas del proyecto, las que fijan la cantidad máxima de tiempo que el concreto puede estar en el camión mezclador, antes de la descarga [Ref N° 09].

4.- Entrega:

Se debe entregar el hormigón con el asentamiento de cono pedido y que la calidad del hormigón sea la solicitada en el proyecto.

CAPÍTULO IV

DIVERSOS MÉTODOS DE PAVIMENTACIÓN

4.- INTRODUCCIÓN.

Para el desarrollo del presente trabajo introduciremos el concepto de la forma en que se ejecutan estos trabajos, los cuales serán abordados en dos módulos principales independientes, los cuales son:

4.1.- Pavimentación con Molde Deslizante:

Consiste en consolidar una masa de hormigón, empujando un molde en forma continua a través y alrededor de la masa plástica de concreto.

4.2.- Pavimentación con Molde Fijo:

Es el método que determina el espesor del pavimento en forma estática, ancho y uniformidad de la superficie.

4.1.- PAVIMENTACIÓN CON MOLDE DESLIZANTE.

La pavimentación con molde deslizante, es consolidar, dar una forma geométrica, terminando una masa de concreto por medio del deslizamiento, empujando un molde continuamente a través y alrededor de la masa plástica de concreto, este tipo de pavimentación también es conocida como pavimentación mediante tren pavimentador, por las secuencias que deben cumplir para llevarla a cabo.

Para la realización del diseño de la mezcla, se deben considerar las especificaciones del pavimento y del proyecto, como condición preliminar.

El molde deslizante se utiliza, generalmente, en la operación de pavimentación de calzadas y en hormigonado de sectores continuos tales como, Soleras, Soleras con Zarpa, Defensas del tipo New Jersey, Etc.. Esta forma de

hormigonado tiene una amplia aplicación para autopistas y calles, y como técnica de trabajo, tiene las siguientes ventajas:

- Utiliza concreto de bajo Asentamiento de Cono, menor que 5 cm..

- Permite altas producciones de pavimentación, hasta 500 metros lineales-día.

- Produce una superficie de manejo muy uniforme.

Antes de iniciar el proceso de pavimentación de molde deslizante, se debe tener en consideración, que los trabajos previos a estos, cuenten con la verificación de los especialistas, estas etapas contemplan:

a.- Alineamiento y nivelación

b.- Construcción de la base

c.- Preparación de equipo

d.- Enfierradura o acero.

a.1.- ALINEAMIENTO Y NIVELACIÓN

Dentro de esta etapa primaria se debe tener especial cuidado con el alineamiento y nivelación de la sub-rasante. En este proceso se tienen que realizar los siguientes trabajos:

a.1.1.-Sub. Rasante.

Debe existir una subrasante bien compactada al perfil y tolerancias determinadas en la especificación del proyecto, para que posteriormente la recompactación controlada de humedad y densidad de las capas superiores de la subrasante, se lleven a cabo antes del perfilado, para la construcción de las capas de sub-base y base.

a.1.2.-Rasante de Pavimentación.

Generalmente, la persona que interviene en esta etapa de preparación del pavimento, es el Topógrafo, quien verifica que la línea de la rasante concuerde con el proyecto, antes que empiece a trabajar el tren pavimentador (equipo de molde deslizante), en caso contrario, hay que modificar, mediante un perfilado, ya sea aumentando o reduciendo el perfil existente.

Una vez establecido el perfil de la rasante, se procede a colocar los pines de referencia. Estos pines, o estacas de referencia, se colocan con la ayuda de un cadenamiento topográfico con tránsito y tiene una perforación, en la parte superior, para proporcionar una línea exactamente diferenciada al centro de línea.

a.1.3.-Colocación de la Línea Guía.

Para la instalación de la línea de guía, se deben cumplir con los siguientes requisitos:

- Estacas rígidas.
- Cuerda de calidad.
- Sin pandeos perceptibles.
- Inspección visual por errores de estacados.
- Ajustar al espaciamiento de estacas.

Con la línea guía, antes de iniciar la pavimentación, se debe verificar en forma reiterada, ya que de ello dependerá que no existan equivocaciones, al momento de pavimentar.

a.2.- CONSTRUCCIÓN DE LA BASE.

En el diseño de pavimentos, la palabra base representa la capa de un material seleccionado, colocado inmediatamente por debajo de la superficie del pavimento. Cualquier material puesto por debajo de la base, se llama sub-base. Todas estas capas, sin importar los métodos de colocación, pueden ser construidas de acuerdo a tolerancias aceptables y ofrecer la plataforma de trabajo necesaria, para:

- Mejorar la calidad del comportamiento del producto terminado.

- Minimizar la pérdida del concreto.

- Contribuir a bonificar por pavimentos uniformes.

Con la base y las tolerancias especificadas, hay que proceder con el sobreancho de pavimentación, que es el área fuera de la orilla del pavimento, que soporta la circulación de los equipos de pavimentación. Esta base, debe poseer las siguientes características:

- La base misma debe ser extendida a una distancia de, a lo menos, un metro más allá del borde exterior del pavimento.

- La base, debe estar construida paralela a la pendiente transversal proyectada de la base.

- La base debe ser lo suficientemente duradera, para ofrecer un tránsito uniforme a todo el tren pavimentador.

- Este sobreancho, debe ser conservado limpio de escombros y concreto, derramado durante la operación de hormigonado.

Una vez obtenida la base de pavimentación, se preparan los equipos para pavimentar.

a.3.- PREPARACIÓN DE EQUIPOS.

Antes de iniciar la pavimentación, existen algunos elementos críticos, en el proceso, que deben ser atendidos y entendidos, los cuales tienen que ver con la forma de esparcir el hormigón y la forma de pavimentar, donde, en esta última, están los procesos de vibrado y de ajuste del sistema de los sensores.

a.3.1.-Esparcidora de Hormigón.

Las colocadoras modernas de hormigón, involucran las siguientes combinaciones: una banda de descarga, gusano y placa niveladora. Estas máquinas pueden estar controladas por sensores de dirección y rasante. La preparación de los sensores y su mantenimiento, la prevención de fugas de aceites hidráulicos y el control adecuado de la placa niveladora de la profundidad del concreto, son de suma importancia.

También es posible, como se puede apreciar en las fotografías que se adjuntan en los anexos, esparcir el hormigón con una Excavadora de neumáticos o una Retroexcavadora, este método es igual de eficiente y mucho más económico.

a.3.2.-Pavimentadora

Se deben verificar varios componentes de la pavimentadora, antes de iniciar la operación de pavimentación.
1.- El equipo de pavimentación debe ser cuadrado, si no lo es, se debe ajustar con un sistema tan simple como es usando la técnica del triángulo recto 3-4-5.

2.- Después de la preparación de la pavimentadora, hay que nivelar el panel o plato de vibrado. Ambas orillas y el centro de línea, deben ser verificados para su alineamiento.

3.- Luego, se fija el panel de vibrado paralelo a la línea guía, de acuerdo a las recomendaciones de cada tren pavimentador.

En esta parte del capítulo, concerniente a la pavimentadora, se hará mención al accionar que tiene el vibrado y su efecto en el hormigón.

a.3.2.1.- Vibrado.

El objetivo del vibrado, en el proceso de pavimentación, es para dos propósitos:

1.- Consolidar la masa de concreto y eliminar vacios indeseable.

2.- Hacer que la masa de concreto sea mucho más trabajable, para ayudar a que fluya el hormigón en el proceso de molde deslizante.

Los vibradores están montados en la máquina que se conoce como montaje aislado y tienen las mismas características, en la posición vertical y horizontal. La energía transmitida por el vibrador es en círculo, esta energía está en la zona de influencia, la cual variará dependiendo de:

- La velocidad de la pavimentadora.

- La distancia del peso, desde el motor y el eje.

- Con el cuidado y limpieza del montaje aislado.

Existe otra característica importante del vibrador interno; un incremento de la altura de la cabeza estática, producida por el proceso de pavimentación, lo que causa un incremento en la eficiencia del vibrador.

La posición de los vibradores, deberá ser ajustada de acuerdo a las recomendaciones de cada tren pavimentador. Los vibradores de la pavimentadora, están montados para tomas ventajas de la zona influencia. A cada vibrador puede ajustársele la posición y nivel de energía; la posición es un ajuste mecánico que se hace antes de la operación de pavimentación. Una vibración correcta producirá una masa de concreto bien consolidada y dejará una superficie con apariencia uniforme. Las huellas de los vibradores no deberán ser

visibles. Demasiada vibración puede segregar el concreto y reducir el contenido de aire incorporado por aditivos, poca vibración resulta en un volumen alto de vacíos, reduciendo su resistencia y aumentando la permeabilidad.

La mayoría de los vibradores usados en la pavimentación, con molde deslizante, son hidráulicos y deben ser revisados para identificar fugas de aceite. La supervisión del concreto colocado es una parte necesaria e integral, de una buena técnica de vibrado. Se debe ajustar la velocidad de pavimentadora, inmediatamente, para eliminar signos visuales de huellas del vibrador.

En el caso estudiado, los vibradores son eléctricos y tienen la característica de ser vibradores de alta frecuencia.

La importancia de balancear el vibrado con la mezcla de concreto, no debe ser sobrestimada. La atención particular en esta fase de la operación redundará en un pavimento de larga duración. Este punto será uno de los principales objetivos de este trabajo.

a.3.2.2.- Ajuste al Sistema Sensor.

El sistema de sensores debe ser revisado, completamente, después de la preparación del tren pavimentador. Existen muchos tipos de sensores, incluyendo: eléctricos, hidráulicos, láser o sónicos. Estos sensores deben ser instalados y operados de acuerdo al tipo de tren pavimentador con que se cuente.

Las varillas deben fijarse a la misma distancia, unida a la línea guía, luego se fija la contrabalanza, para luego fijar el nivel de varillas.

Se hace mención, pues no es parte de esta memoria, que existen aceros de refuerzos para los hormigones. estos comprenden los siguientes tipos:

- Pasajuntas.

- Barras de amarre.

- Mallas de refuerzo.

- Refuerzos continuos.

Los puntos a tener en cuenta, al momento de pavimentar con molde deslizante, con respecto al acero, son las siguientes:

1.- El acero de refuerzo, al instante de su colocación, deberá estar libre de lodo, aceite y otra materia orgánica, que pueda afectar la adhesión al hormigón.

2.- El acero de refuerzo oxidado se considera satisfactorio, sin embargo el peso mínimo y las propiedades de tensión, deben cumplir con las especificaciones ASTM.

3.- Las barras epóxicas deben ser manejadas de tal forma que mantengan la integridad del re-cubrimiento.

4.- Traslape, incluyendo amarres.

5.- Alternadas.

6.- Limpieza de tubos.

7.- Adición de acero en las justas de construcción.

a.4.- PAVIMENTACIÓN CON MOLDE DESLIZANTE.

Todas las pavimentadoras, de molde deslizante, son del tipo proceso de extrusión.

El proceso de extrusión se puede definir, simplemente, como forzar, comprimir o empujar un material a través de un molde para crear la forma deseada. En la pavimentadora de molde deslizante, el concreto es prensado a través del molde, para formar la capa de pavimento.

La pavimentación con molde deslizante, contiene dos componentes: un plato de vibración y los moldes laterales, que confinan el concreto para darle la forma definida.

El resultado deseado es una forma geométrica y superficie uniforme, en la dimensión vertical y horizontal. Esto se lleva a cabo, óptimamente, con una mezcla constante y movimiento uniforme. Los siguientes elementos deberán estar presentes, durante los trabajos:

- Contenido uniforme de partículas.

- Contenido uniforme de agua.

- Vibración y presión constante.

- Movimiento constante del equipo.

Algunas pavimentadoras de molde deslizante tienen una área, entre el tornillo esparcidor y el panel, llamada la caja contadora o caja de lechada. Esta área contiene los vibradores y las barras de compactación, otras pavimentadoras tienen un área donde hay una cabeza estática, sobre los vibradores. Estas áreas adyacentes a los vibradores excéntricos o a la burbujas de agua explotan , el aire atrapado sube para escapar y el volumen de la mezcla se reduce. Esta es la clave del proceso de hormigonado con molde deslizante.

Para iniciar los trabajos de pavimentación, es necesaria la revisión de las medidas precautorias y de seguridad, para todos los procesos involucrados. El inicio apropiado, incluye los siguientes elementos:

1.- Revisión de todo equipo en el tren de pavimentación y aprobar sus funcionamiento.

2.- Verificar que se cuenta con una distancia aceptable de la rasante, para la colocación del concreto.

3.- Revisar que estén disponibles los reportes de pruebas, para todos los materiales en almacén, en campo y en planta.

4.- Verificar la existencia de equipo de prueba de respaldo.

5.- Controlar la existencia de las herramientas necesarias para la colocación del concreto, por ejemplo, vibradores manuales.

6.- Determinar que exista comunicación expedita con la planta.

7.- Verificar que esté disponible el equipo para humedecer la rasante.

8.- Ratificar la línea guía.

9.- Verificar que la junta fría del día esté es su lugar.

10.- Revisar el pronóstico del tiempo.

El inicio de las operaciones también incluye la construcción de juntas frías, el material adicional, normalmente, se agrega con un cargador, para completar la colocación del concreto. Después de colocar la junta fría, se puede continuar con lo siguiente:

1.- Trabajo de la mezcla.

2.- Mantener la relación permitida de agua-cemento.

3.- Ajuste en la entrega de concreto.

4.- Sondear el espesor.

5.- Condición de la superficie dejada por la pavimentadora.

6.- Ajustar el avance del tren de pavimentación, con respecto al suministro de hormigón.

7.- Controlar el Asentamiento de Cono entre 20 y 50mm.

8.- Coordinar el asentamiento de cono con la planta y correlacionarlo con el medidor de Asentamiento de la misma, de este modo se puede ofrecer un hormigón con asentamiento constante a la pavimentadora.

9.- Comenzar los cálculos de rendimiento.

Los cálculos de rendimiento, deben ser revisados a menudo, para verificar los ajustes apropiados de la máquina y preparación de la rasante. El cálculo del rendimiento, es la cantidad real de concreto colocado en el sitio del proyecto, basado en la producción de un volumen dado.

La entrega del concreto se hace de varias formas, a través de extendedoras o directamente al frente de la pavimentadora. Los camiones agitadores, camión revolvedor, camiones tolva, cargadores de piso y cargadores frontales, están en uso hoy en día.

La distancia de la planta de producción al sitio de colocación, es un factor que determina una entrega oportuna de concreto a la pavimentadora. Numerosas variables influyen al suministrar concreto a la pavimentadora en volúmenes consistentes, para ser efectivo esto, tiene que existir una coordinación entre planta, camión y pavimentadora.

El tiempo de colocación, se puede definir, como la velocidad de la pavimentadora en metros de material requerido por metro de longitud. La velocidad de pavimentación ideal está en el rango de 1 a 2,5 mts. por minuto, por lo mismo, el volumen de concreto necesario para estos avances, por ejemplo, en una carretera de 7 mts. de ancho

y 22 cms. de espesor, será de 92,5 m3/hr y 231 m3/hr respectivamente.

Existen, luego de iniciado el hormigonado, ciertas operaciones de campo adicionales, que no se analizarán en esta memoria, pero que son parte del trabajo de producción de molde deslizante, como son:

- Juntas frías:

Es la situación de corte del pavimento de acuerdo a diseño o especificación, son principalmente para evitar las grietas por retracción. Se pueden realizar de diversas formas siendo las principales:

  - Tablillas de Inducción.
  - Aserrado con Disco Diamantado.
  - Aserrado en Fresco (Soft-Cut)

- Terminado:

Es la etapa manual más importante, en donde y de acuerdo con las especificaciones, se debe elegir que tipo de herramientas usar. Generalmente para contratos o especificaciones que contengan el índice I.R.I., es conveniente utilizar Platachos anchos del tipo Bull-Float de un ancho superior a 3 mts.

- Texturizado:

Es la rugosidad o la forma superficial con que se va a dejar terminado el pavimento. Desde el punto de vista del I.R.I. se recomienda que este dibujo superficial sea realizado en forma longitudinal, es decir, en forma paralela al camino. También existen algunas recomendaciones que para caminos con presencia de heladas, el dibujo sea realizado en forma transversal.

- Curado:

Asumiendo que existen diversos métodos de curado en pavimentos, que no serán nombrados en este trabajo, nos referiremos solamente a uno que es el curado con membrana química en base solvente, que es el método con mayor utilización en la actualidad, en este tipo de trabajos.

Es de vital importancia que esta etapa sea realizada en el momento justo de acuerdo con los avances en las pavimentaciones con moldes

deslizantes, pues debido a los avances que tiene este método de pavimentación es fácil caer en el riesgo de no efectuarlo a tiempo, produciendo una perdida de humedad lo que significará una disminución de la calidad del trabajo que se está ejecutando. El curado requiere especial tratamiento en condiciones adversas tales como, calor excesivo, viento o frío del tipo polar, es decir condiciones de temperatura cercanas o menores a cero grado.

- Corte y sellado:

El corte de caja y sellado tienen gran importancia en el tiempo final, es decir mientras mejor sea la calidad de estos trabajos, mayor será la duración del pavimento en el cual se ha trabajado.

De acuerdo a lo expresado y resumiendo, en la pavimentación con molde deslizante, esta se hará efectiva en forma uniforme, manteniendo los siguientes pasos:

1.- Uniformidad de la rasante de acuerdo a especificaciones.

2.- Supervisión de suministro de Hormigón.

3.- Trabajabilidad uniforme (Cono de Abraham).

4.- Densidad controlada (vibración).

5.- Tener sentido común (revisión línea guía).

6.- Equipos limpios y con buen mantenimiento.

7.- Dirección correcta del equipo.

8.- Peso y tracción.

9.- Método de tratamiento de la superficie.

10.- Personal capacitado.

4.2.- PAVIMENTACIÓN CON MOLDE FIJO.

Para pavimentar con el sistema de molde fijo, hay que hacer los siguientes supuestos:

- Se ha diseñado el pavimento de Hormigón hidráulico.

- Se han establecido las especificaciones.

- El diseño de la mezcla de concreto ha sido relizada.

Las moldes de pavimentación se usan para mantener el concreto en su lugar, a una nivelación y alineamiento apropiados, y pueden servir como carriles para el equipo de pavimentación. Se utiliza la pavimentación con molde fijo para calles, caminos locales, aeropuertos y para pavimentación de poca longitud y anchos variables.

Las ventajas de la aplicación con pavimentación con molde fijo son:

- Tolerancias firmes y espacio libre lateral.

- Múltiples anchos de pavimentación.

- Intersecciones - cuadrantes abiertos al tránsito.

- Mantiene la calidad ante pequeñas cantidades de concreto.

- Etapas críticas para el control de tránsito.

- Equipos baratos y pequeños pueden colocar el concreto.

b.1.- MOLDES.

El elemento clave en un trabajo de pavimentación con molde fijo, es el propio molde. El molde es el que determina el espesor del pavimento, ancho y uniformidad de la superficie para el confort de manejo.

El molde de pavimentación típico, es una sección completa hecha de acero. Antes de ser utilizada en un proyecto, debe ser revisada para cotejar que cumpla con todos los requisitos de las especificaciones técnicas.

Algunas de las características mínimas de requerimiento de molde fijo, son las siguientes:

- Normalmente cada sección del molde está hecha de metal, de un espesor mínimo de 5,0mm. y largo de 3,0mt.

- La profundidad del molde deberá ser igual al espesor del borde del pavimento.

- Se permite ensamble en el fondo del molde, atornilladas a la profundidad apropiada.

- El ancho de la base de los moldes debe ofrecer estabilidad.

- La base de anclaje deberá extenderse hacia afuera en la base, no menos de 2/3 de la profundidad del molde.

Además de las características mencionadas, deberán cumplir con los siguientes requisitos:

- Todas los moldes deberán permitir un ensamblaje firme en los extremos de los moldes adyacentes. Los extremos de los moldes deberán ser nivelados, cuando estén en posición.

- Para una instalación segura, los moldes se deben fijar con un mínimo de dos pasadoras de hierro por cada 3,0mts. Cuando estén colocadas en su lugar, los moldes no deberán brincar o asentarse, debido al peso y vibración del equipo.

- Se deben limpiar y engrasar todos los moldes antes de usarse.

- Reparar o desechar cualquier molde doblado, roto o chueco.

Una vez revisado el equipo de molde fijo, para la instalación de estos, se debe contar con la rasante del suelo natural bien construida y compactada, nivelada al perfil y con las tolerancias dentro de los límites especificados para la pavimentación con molde fijo. Todos los pavimentos de calidad comienzan con una buena base.

Comparado con el molde deslizante, la base puede ser menos crítica, sin embargo, una base buena mejorará el confort de manejo y el comportamiento del pavimento.

b.1.2.-INSTALACIÓN DE LA LÍNEA GUÍA.

Para la instalación del molde, la línea guía se fija en la cara del molde a la elevación máxima de éste (pavimento). Se instala la línea guía en los pasadores del molde, localizados en la orilla exterior de éstos, en

BIBLIOTECA CENTRAL
INVENTARIO M1B664c2

la orilla propuesta del alineamiento de la losa, medida desde el pin de referencia.

b.1.3.-INSTALACIÓN DE LOS MOLDES.

La instalación de los moldes es un paso crítico en la construcción. Estos moldes deben estar fijos con precisión a la línea, niveladas y apoyadas uniformemente sobre una capa firme. El alineamiento y elevación apropiados de los moldes, contribuirán a un pavimento uniforme.

Debido a que la mayoría de las subrasantes y bases se nivelan actualmente con niveladoras, a todo el ancho con equipo controlados con línea guía, los carriles de la cimbra han sido compactados y están a la rasante del proyecto.

Para la instalación de los moldes, hay que tener presente:

- Inspeccionar individualmente cada molde, antes de instalar.
- Los pasadores y seguros mantienen el molde en su lugar.
- Revisar continuamente que no haya movimiento.
- Corregir los alineamiento mínimos.
- Fijar los moldes con alineación y nivelación apropiada.
- Inspeccionar visualmente el alineamiento vertical y horizontal.
- Revisar la profundidad de los moldes.
- Verificar el ancho entre moldes.
- Inspeccionar las juntas entre moldes.

Después de todas estas aclaraciones, es necesario tener presente: el moldeo de curvas, las guarniciones y , posteriormente, que todos los moldes estén limpios y aceitados por dentro, para la colocación del hormigón.

Antes de comenzar la faena de hormigonado, se debe tener presente que ya se ha realizado el perfilado de la rasante y compactado, como también todos los refuerzos, ya sea los canastillos de pasajuntas, obras auxiliares y estructuras de drenaje.

b.1.4.-PAVIMENTACIÓN.

La entrega y calidad del concreto debe ser uniforme, para mantener los trabajos de pavimentación a un ritmo compatible con las operaciones de colocación y terminado.

Sin importar el método de pavimentación usado, es esencial que se descargue el concreto, se consolide y se termine de una manera uniforme, para eliminar la segregación o densidad no uniforme. Una colocación no uniforme crea diferencias en densidad, permitiendo variaciones en la contracción y da por resultado un pavimento rugoso al conducir.

La uniformidad es la clave para poner, consolidar y terminar un pavimento de concreto, con cualquier equipo o método de pavimentación.

Existen distintos tipos de equipos para concretar con molde fijo:

- Equipos que se deslizan en el molde en forma automática.

- Reglas pequeñas y con colocación en forma manual.

b.4.1.- EQUIPOS DESLIZANTES.

Es un tren convencional, que se desliza sobre la cimbra, que incluirá una extendedora equipada con un conjunto de vibradores internos, los cuales se sumergirán en la dirección del tendido del concreto, antes que las máquinas de terminado.

b.4.2.-EQUIPOS MANUALES.

Para la colocación en forma manual, el enrasado se logra de varias formas: incluyendo reglas de claro, rodillos vibratorios triples, terminadora de tambor simple, reglas vibratorias manuales y autopropulsado. Las reglas del rodillo y las vibratorias se han vuelto de uso común, por ser máquinas pequeñas y de operación manual.

La implementación con equipos pequeños o manuales debe hacerse con cuidado, donde los elementos claves de colocación del hormigón debe ser su uniformidad, la vibración adecuada para su consolidación y mantener la regla vibratoria con movimiento hacia adelante.
Hay que tener presente que, con cualquiera de los dos tipos de equipo que se use, el curado, el corte y sellado del pavimento, se deben aplicar a tiempo y en forma uniforme.

Producir un buen confort de manejo con molde fijo, depende de numerosos factores:

- Rasante uniforme, compactada apropiadamente.
- Buena compactación de la línea del molde.
- Molde que cumpla con las especificaciones.
- Instalación correcta de la línea guía - colocación molde.
- Instalación de obras auxiliares y cajas.
- Colocación de refuerzos y canastillos de pasajuntas.
- Mezcla y asentamiento de cono consistentes.
- Entrega a tiempo.
- Colocación adecuada de la mezcla en la rasante.
- Mantener a una distancia apropiada de las operaciones de tendido.
- Vibración adecuada.
- Avance consistente de la máquina.
- Evitar terminado en exceso.
- Texturizar con peine después que desaparezca el brillo.
- Curar adecuadamente.

Con los dos capítulos anteriores, se concluye una breve descripción de las formas de fabricar hormigón y, a su vez, la forma de instalarlo. El objetivo principal, es hacer un análisis final, donde las características de los resultados son tan variados, ya que como se pudo apreciar en los métodos analizados, hay muchas variables, que dependen de factores humanos, esto produce que los resultados no sean de lo más óptimo, pero que sí logran ser un factor constante para un análisis estadístico.

CAPÍTULO V

OBJETIVOS.

Dentro de todo trabajo es de vital importancia el trazarse objetivos que nos permitan mirar el desarrollo de éste y apuntar a que sea un real aporte en lo que se pretende investigar, para que de alguna forma este pueda ser ocupado en dar una mejora real a lo que se estaba investigando. Se debe volver a establecer que este trabajo es un investigación para la Empresa Constructora Vilicic S.A., que en estos momentos es la empresa con mayor presencia en las pavimentaciones urbanas y camineras con hormigón de H.C.V. en la XII° Región..

Como primer Objetivo del presente trabajo se tendrá el buscar una relación que nos permita investigar las fortalezas y debilidades de cada uno de los métodos en base a las estadísticas analizadas.

Con los resultados de aquí obtenidos se pretende recomendar que método en forma técnica puede ser el más recomendable según el trabajo que se tenga por realizar.

Como segundo objetivo, y basados en los resultados del anterior, se propondrán algunas correcciones en la ejecución de los métodos de pavimentación que permitan aumentar la calidad, y de este modo sacarles el máximo potencial a cada uno de los trabajos desarrollados.

Como tercer objetivo se planteará el evaluar desde el punto de vista económico donde se produce el quiebre para desarrollar cada uno de los métodos, o bien descartar alguna forma de pavimentación, en base al análisis que aquí se haga.

Como cuarto objetivo se tiene el verificar la importancia que tiene el control de las distintas variables y ver como estas se correlacionan entre si, cuando se tiene una base estadística de importancia, en el caso de este trabajo se verificará la relación Densidad v/s Resistencia Endurecida.

CAPÍTULO VI

DESCRIPCIÓN DE LOS MÉTODOS UTILIZADOS PARA PAVIMENTAR Y DE LOS PARÁMETROS A EVALUAR.

6.- INTRODUCCIÓN.

Como primer punto se debe señalar que el presente trabajo esta realizado tomando en cuenta los trabajos desarrollados por la Empresa Constructora Vilicic S.A. en la XII° Región, con los equipos y métodos utilizados por esta en sus trabajos.

Dentro de esta explicación cabe mencionar que Constructora Vilicic S.A. es propietaria de la Empresa de Hormigones Concremag y que en conjunto con la Empresa Cemento Melón S.A. han desarrollado para las plantas de hormigón premezclado toda una metodología, principalmente basada en que, el hormigón que se produce, es en su mayor parte, hormigón del tipo producido en planta.

Se explicará, dentro de este capítulo, con un detalle básico las estadísticas que se utilizarán dentro de todos los ensayos efectuados para determinar en el siguiente capítulo alguna correlación entre todas las variable evaluadas.

Para una mayor comprensión del trabajo realizado se presenta una breve descripción de los equipos y métodos que están siendo utilizados por la empresa y que se usaron para el desarrollo de los trabajos evaluados.

1.- PLANTA DE HORMIGÓN ELBA EMS-105.

Es una planta de hormigón portátil, de fabricación alemana, con sistema de automatización por computador, que permite producir hasta 105 m3/hr de hormigón elaborado. El tamaño del Tambor de mezclado es de 2 m3 por amasada, es del tipo mezclado forzado horizontal y posee una tolva de carguío para cuatro diferentes tipos de áridos. El año de fabricación de esta planta es el año 1998.
(Anexo N°03,Foto N°01)

2.- PLANTA DE HORMIGÓN ELBA EMC-38.

Es una planta de hormigón semi-portátil, con sistema de automatización por computador, que permite producir hasta 30 m3/hr de hormigón elaborado, el tamaño del mixer de mezclado es de 0,5 m3 por amasada y posee un sistema de carguío tipo estrella con "Scrapper" para cuatro diferentes tipos de áridos. El año de fabricación de esta planta es el año 1997.

3.- TREN PAVIMENTADOR WIRTGEN SP-850.

Es una pavimentadora de molde deslizante, de fabricación alemana, cuya característica principal es que su sistema de vibración esta basado en el sistema de Alta Frecuencia, es decir su sistema de vibrado esta desarrollado en base a vibradores individuales eléctricos que permiten vibrar hasta una velocidad de 14.000 R.P.M..

La velocidad ideal de avance de esta máquina se encuentra entre los 1 y 2 metros por minuto, pero tiene la gran particularidad, por su sistema de vibrado que puede colocar hormigones en buena forma avanzando incluso a velocidades que no superan los 0,4 metros por minuto.

El sistema de desparramado de concreto es un sistema de caja móvil, que permite controlar la altura de ingreso del hormigón al resto del tren pavimentador, facilitando de esta forma la labor de la caja vibradora, y de la viga formadora que es en definitiva la que dará la forma final al pavimento.

Permite pavimentar en anchos que van desde los 2,5 mts hasta los 8,5 mts., de acuerdo con los aditamentos que se le incorporen. En la actualidad esta máquina esta preparada para pavimentar en 4 anchos posibles, los cuales son: 3.25 - 3.50 - 6.50 y 7.00 mts. .
(Anexo N°03, Fotos N°05 y N°06).

4.- CERCHA VIBRADORA A.F. WACKER

Es una regla vibradora reticulada de alta frecuencia y de largo ajustable, el país de origen es Alemania y está fabricada en aluminio de alta resistencia. Su principal característica es la diversidad de anchos en que puede ser utilizada, partiendo desde los 2,0 mts hasta un ancho de 12 mts..

Permite dentro de su conformación desarrollar pendientes transversales de hasta un 3% , con bombeo en ambos sentidos, lo que

le da una gran versatilidad para diversos tipos de proyectos de pavimentación.
(Anexo N°03, Fotos N°07, N°08, N°09).

5.- ALISADORA DE RODILLOS EMARESA AL-350.

Es una máquina liviana, de fabricación chilena de tres rodillos, de los cuales uno de ellos, el de radio excéntrico, gira a alta velocidad para producir la aparición de mortero superficial.

Dentro de su conformación no permite pavimentar de una sola vez con pendientes transversales distintas, más bien es una regla que copia la colocación de los moldes en un ancho determinado. Su ancho máximo de pavimentación es de 4 mts. por faja.

Este equipo que es muy utilizado a nivel nacional y también por otras constructoras en la XII° Región, en la actualidad no es utilizado por Constructora Vilicic S.A.
(Anexo N°03, Foto N°10, N°11, N° 12).

6.1.- MÉTODOS DE PAVIMENTACIÓN.

Los métodos de pavimentación desarrollados por esta empresa durante los trabajos son fundamentalmente de tres tipos:

a.- **Pavimentación con Tren pavimentador.**

b.- **Pavimentación con Cercha Vibradora de Alta Frecuencia.**

c.- **Pavimentación con Alisadora de rodillos.**

Basados en estas tres formas de desarrollar este tipo de trabajo, es que se desarrollará una metodología que nos permitirá inferir el comportamiento de los hormigones en el futuro, o bien, nos permitirá efectuar las medidas correctoras para equilibrar el nivel con el método que resulte mejor evaluado desde el punto de vista de la calidad técnica, también podrá significar que algún método sea descartado en su utilización.

Los supuestos para la evaluación del trabajo, parten con el supuesto que la base fue entregada mediante topografía y que corresponde ejecutar la preparación de la base para la posterior pavimentación, en el capítulo IX de este mismo trabajo se elaborará una tabla de rendimientos con los avances máximos obtenidos y con una estimación de cual podría ser un avance promedio para cada tipo de trabajo.

a.- Pavimentación con Tren Pavimentador o Molde Deslizante.

Se ha utilizado este método de trabajo en la pavimentación de carreteras o en las pavimentaciones urbanas, que tengan espacio suficiente en los sectores laterales del sector en pavimentación.

El trabajo comienza con la colocación de las estacas por parte de topografía, para que pueda trabajar la perfiladora de base. Este trabajo se puede desarrollar también con motoniveladora, pero en los trabajos evaluados se realizó con la primera máquina mencionada.

En esta etapa, es de vital importancia que topografía trabaje en forma coordinada con el Laboratorio de Autocontrol, debido a que el espesor del pavimento a colocar depende directamente de esta situación. Para abundar más en esta última situación, se debe señalar que generalmente las bases se trabajan a una densidad del 95% del ensayo del Proctor Modificado, desde ahí que es sumamente importante que, topografía evalúe el nivel de densidad que tiene la carpeta antes del corte, pues densidades más bajas que ese nivel producirán mayores asentamientos en el compactado final y densidades más altas que ese nivel producirán asentamientos cercanos a cero respecto de la línea de base trazada. Demás esta decir que espesores mayores a los señalados en proyecto significarán mayores costos por exceso de colocación de hormigón.

Una vez realizado el proceso de corte, se compacta nuevamente para realizar la entrega de la base para la posterior pavimentación.

Para el comienzo de la pavimentación, se realiza como primera medida, la cuadratura del equipo pavimentador, que consiste en alinear el equipo y cuadrar el espesor respecto de la lienza colocada. Una vez efectuada estas labores se puede iniciar el proceso.

El hormigón una vez salido de planta, es transportado mediante camiones tolvas y es colocado delante del tren pavimentador, una vez colocado en el piso es desparramado mediante una retroexcavadora de rueda neumática, la cual lo deja a nivel para ser recibido por el desparramador de caja de la pavimentadora Wirtgen Sp-850. Pasada la etapa del desparramador de caja, el hormigón pasa a una sección denominada caja de vibración, que es donde se encuentran los vibradores eléctricos, cuya principal característica es que son vibradores individuales de alta frecuencia, que permiten un nivel de vibrado de hasta 14.000 R.P.M.. Siguiendo con el proceso, el

hormigón pasa por la viga formadora, que es la que da la forma fisica al pavimento.

Una vez que el pavimento ha pasado por la viga formadora pasa por un último proceso que consta de dos partes, la primera parte consiste en una viga que reproduce el movimiento de allanado superficial, tiene las características de movimiento transversal al eje del camino y no tiene otra finalidad que sacar el mortero para la terminación final. La segunda parte, consiste en un platachado mecánico que no tiene otra finalidad que el realizar la terminación mecánica final.

Una vez realizadas las etapas mecánicas, se procede al trabajo manual con platachos y llanas, realizada con maestros terminadores especialistas. Para este tipo de trabajo se ocupan platachos de aluminio denominados Bull-Float para la terminación superficial y llanas de P.V.C., para terminaciones laterales. Este proceso manual es de vital importancia para el cierre de las oquedades superficiales que existen en todo pavimento. Después del allanado manual se realiza el texturizado, el cual se puede realizar en forma longitudinal o transversal según sean las especificaciones.

El texturizado longitudinal se realiza con una regla, que tiene la forma y ancho del pavimento, con raspadores del tipo cerdas duras de P.V.C., y el texturizado transversal se realiza con un escobillón de aluminio con cerdas duras de P.V.C.. Se debe señalar que existen equipos especiales para realizar el texturizado en forma mecánica lo cual no ha sido el caso para estos trabajos.

Una vez realizado el texturizado, se procede a la colocación de la membrana de curado, la cual se realiza en este tipo de trabajo con un Aspersor de alto rendimiento.

El corte de inducción para el pavimento, se realiza con la nueva tecnología de corte, específicamente con la cortadora de pavimentos en fresco o Soft Cut, que es una máquina que permite cortar en el momento que el hormigón empieza a fraguar, dentro del rango de los hormigones de resistencia superior a 300 kg, podemos establecer que el corte se debería estar realizando cuando las resistencias empiezan a superar los 2 Mpa. a la compresión.

Principalmente, este tipo de pavimentación se realiza con los siguientes equipos y personal:
Equipos.

Perfiladora de Base CMI.(Anexo N°03, Foto N°04). 1

Camión Tolva 12 m3	3
Rodillo Compactador Peso 10 Ton. mínimo.	1
Lienza con Estacas.	
Pavimentadora Wirtgen SP 850.	1
Retroexcavadora con balde adaptado Cat 416.	1
Aspersor de Membrana de Curado de Tambor fijo.	1
Cortadora de Pavimento tipo Soft-Cut.	2

Personal.

Topógrafo	1
Alarife	2
Operador de Perfiladora de Base	1
Operador Rodillo Compactador	1
Maestro Colocador de Lienza	1
Ayudante Colocador de Lienza	1
Operador Tren Pavimentador	1
Capataz de Pavimentación	1
Operador de Retroexcavadora	1
Maestros Rematadores de Primera	1
Maestros Rematadores de Segunda	1
Encargado Membrana de Curado	1
Jornales Ayudantes	5
Operador Cortadora	2

b.- Pavimentación con Cercha Vibradora Alta Frecuencia.

La cercha vibradora de alta frecuencia, es un equipo desarrollado y fabricado por la empresa Wacker de Alemania, que tiene como principales características el poseer un largo variable mediante piezas ajustables y ser fabricada en Aluminio de alta resistencia.

La "alta frecuencia vibratoria" se logra mediante dos procesos, el primero un motor con mayor revolución que los motores a gasolina convencionales, y además con una relación de poleas que permite una mayor revolución de giro en el eje. El segundo factor que permite aumentar la frecuencia de vibrado sobre el hormigón, es la relación de los contrapesos los cuales están estudiados para generar en el hormigón una vibración de mayor frecuencia que las cerchas convencionales.

Para que este método pueda ser utilizado es necesario previamente haber moldeado la calzada, teniendo como gran diferencia de los

otros métodos manuales que no es necesario colocar el moldeo central.

Como método de pavimentación, este método es convencionalmente un mini tren de pavimentación donde los vibradores de inmersión, generalmente se ocupan 2 unidades, vendrían a cumplir la función de la caja vibradora, y la cercha vibradora vendría a cumplir la función de la viga formadora. La vibración mediante vibradores de inmersión se realiza en forma de arrastre, es decir, se generan líneas de vibración permitiendo verificar superficialmente la calidad de este vibrado.

Este método manual por poseer sistema de tracción mediante poleas manuales, permite disminuir la cantidad de personal necesaria para un trabajo de este tipo. El cono necesario para un buen funcionamiento de la cercha es un cono de entre 4 y 6 cms.

Una vez realizadas las etapas mecánicas, se procede al trabajo manual con platachos y llanas, realizada con maestros terminadores especialistas. Para este tipo de trabajo se ocupan platachos de aluminio denominados Bull-Float, para la terminación superficial y llanas de P.V.C., para terminaciones laterales. Este proceso manual es de vital importancia para el cierre de las oquedades superficiales que existen en todo pavimento. Después del allanado manual se realiza el texturizado, el cual se puede realizar en forma longitudinal o transversal según sean las especificaciones.

Generalmente para el trabajo realizado por métodos manuales el texturizado se realiza en forma transversal mediante escobillones anchos de aluminio con cerdas duras de P.V.C..

Una vez realizado el texturizado, se procede a la colocación de la membrana de curado, la cual se realiza generalmente en este tipo de trabajo con un Aspersor de espalda o con Aspersores fabricados mediante compresores bencineros.

El corte en este tipo de pavimentos, se realiza utilizando la tecnología tradicional, es decir, el corte de hormigones para pavimentos endurecidos.

Se ha utilizado este método de trabajo principalmente en las pavimentaciones urbanas y ocasionalmente en la pavimentación de carreteras, cualquiera sea el ancho o pendiente que tengan en los sectores laterales. Una de las principales fortalezas de este método es

que permite pavimentar de una sola vez calles de diversos anchos tales como 6, 7, 8 y 9 metros entre otros anchos.

En lo principal este tipo de pavimentación se realiza con los siguientes equipos y personal:

Equipos.

Retroexcavadora Cat 416	1
Camión Tolva 12 m3	2
Perfiladora de Base Metálica Manual	1
Moldes Metálicos	
Cercha Vibradora Wacker.	1
Vibrador de Inmersión con Sonda 63 mm..	2
Aspersor de Membrana de Curado de Espalda.	1
Cortadora de Pavimento tipo Corte en Duro.	1

Personal.

Capataz de Pavimentación	1
Operador de Retroexcavadora	1
Maestro de Moldeo de Primera	2
Jornales Moldeo	2
Operador de Cercha Vibradora	1
Maestros rematadores de Primera	2
Maestros Rematadores de Segunda	2
Encargado Membrana de Curado	1
Operador Vibrador de Inmersión	2
Jornales Ayudantes	3
Operador Cortadora	1

c.- Pavimentación con Alisadora de Rodillos.

La pavimentación mediante el método de alisadora de rodillos es el método convencional de pavimentación urbana con hormigón más utilizado en nuestro país. En el caso de la XII° región todas la empresas con excepción de Constructora Vilicic S.A., que no lo usa desde el año 1999 en sus trabajos, lo utilizan para realizar los pavimentos urbanos.

Para poder utilizar este método es necesario haber realizado previamente el moldeo del sector a trabajar, permitiendo solamente trabajar en un ancho máximo de 4 mts., realizando el bombeo típico de los pavimentos mediante el uso de doble moldeo.

En primer lugar una vez realizada la preparación de la cancha de pavimentación y colocado los moldes por donde circulará la alisadora de rodillos, se procede con el método de la siguiente forma; el método de pavimentación mediante alisadora de rodillo consiste principalmente en colocar en el frente de trabajo los vibradores de inmersión en primera línea, originalmente el vibrado se realizaba mediante inmersión de la sonda en forma puntual, pero con la observación de métodos más modernos, se ha cambiado este sistema por la vibración mediante líneas de vibrado.

En segundo lugar en este sistema, esta la aplicación de cerchas vibradoras de tiro manual, que no cumplen otra función que lograr extraer lechada superficial a un hormigón de bajo cono. Esto es bastante significativo pues los asentamientos de conos que se utilizan en pavimentaciones con este método fluctúan entre 2 y 4 cms.

Como etapa mecánica de finalización se utiliza la alisadora de rodillos, que no es otro cosa que una regla que copia lo entregado por los moldes colocados en el pavimento. Esta máquina como se dijo anteriormente es un equipo con tracción propia que avanza y retrocede sobre los moldes, terminando el pavimento mediante un rodillo giratorio excéntrico que gira a alta velocidad.

Una vez terminada esta etapa mecánica se procede en forma bastante similar a lo señalado en el método anterior.

Se ha utilizado este método de trabajo principalmente en la pavimentación urbana, cualquiera sea el ancho o pendiente que tengan en los sectores laterales. En lo principal este tipo de pavimentación se realiza con los siguientes equipos y personal:

Equipos.

Retroexcavadora Cat 416.	1
Camión Tolva 12 m3	1
Perfiladora de Base Metálica Manual	1
Moldes Metálicos	
Alisadora de Rodillos Emaresa Al-350	1
Cercha Vibradora de Tiro	1
Vibrador de Inmersión con Sonda 63 mm..	2
Aspersor de Membrana de Curado de Espalda.	1
Cortadora de Pavimento tipo Corte en Duro.	1

Personal.

Capataz de Pavimentación	1
Operador de Retroexcavadora	1
Maestro de Moldeo de Primera	3
Jornales Moldeo	2
Operador de Alisadora	1
Maestros rematadores de Primera	2
Maestros Rematadores de Segunda	2
Encargado Membrana de Curado	1
Operador Vibrador de Inmersión	2
Jornales Ayudantes	4
Operador Cortadora	1

6.2.- VARIABLES A EVALUAR.

Los elementos a considerar como variables, para los cuales se realizó una recolección de datos en el presente trabajo, son tres:

- **I.R.I.**
- **Resistencia de hormigón en fresco**
- **Resistencia de hormigón endurecido.**

Estas variables en sí, están dadas por la recolección de resultados de estudios realizados a distintas calles, avalados por ensayos de laboratorios certificados y por estadísticas que registran, el Departamento Técnico de Cemento Melón S.A., la empresa Constructora Vilicic S.A. y Concremag de Punta Arenas.

Antes de introducir el concepto de definición de las variables, hay que considerar el concepto de servicialidad de los pavimentos y cuyas suposiciones básicas son las siguientes:

- El pavimento debe proporcionar confort y seguridad al usuario.
- El confort y la calidad de rodado, es un aspecto subjetivo o de opinión del usuario.
- La servicialidad puede determinarse a partir del promedio de las evaluaciones de todos los usuarios.

- Hay algunas características fisicas del pavimento que pueden medirse objetivamente y relacionarse con las evaluaciones subjetivas.

- El comportamiento del pavimento puede ser representado por la historia de servicialidad de dicho pavimento.

Con lo anteriormente señalado, teniendo claro el concepto de servicialidad, hay que analizar los conceptos de resistencia, tanto en hormigón fresco como endurecido, y en qué influyen en la variable I.R.I.

6.2.1.- I.R.I.

El I.R.I. (Indice de Rugosidad Internacional), es un indicador estadístico de la irregularidad superficial del pavimento, al igual que otros indicadores, representa la diferencia entre el perfil longitudinal teórico (recta o parábola continua perfecta I.R.I=0) y el perfil longitudinal real existente en el instante de la medida.

El perfil real de un camino recién construido tiene un estado definido por su I.R.I. Inicial mayor a cero, debido a las condicionantes constructivas. Una vez puesta en servicio, la geometría del pavimento se modifica lentamente en función del paso del transito, evolucionando hacia valores más elevados del I.R.I. (mayores irregularidades). En general se puede utilizar la siguiente tabla que nos definen la recolección de datos, actualmente en uso en Chile.

-	Caminos Principales, Carreteras	I.R.I. <	2
-	Caminos Secundarios, Vías de Conexión	I.R.I. <	2

El I.R.I. se determina mediante un cálculo matemático, realizado con las ordenadas o cotas de una línea del perfil longitudinal, obtenidas por cualquier técnica o equipo de medida de perfil longitudinal.

Las consideraciones más importantes sobre el I.R.I. son:

1.- Su principal ventaja reside en que el I.R.I. es un modelo matemático, cuyo resultado es independiente de la técnica o equipo con el que se haya obtenido el perfil.

2.- Para el cálculo del I.R.I. es importante de considerar la representatividad de las ordenadas que se introducen, es decir, la confiabilidad de la técnica o equipo con el que se obtiene el perfil y la frecuencia del muestreo mismo.

3.- La precisión de los equipos de medida de la irregularidad superficial, es uno de los temas más delicados y complejos de decidir y valorar.

La definición del I.R.I. se establece a partir de conceptos asociados a la mecánica vibratoria de sistemas dinámicos; en base a ella un vehículo se puede modelar, por un conjunto de masas ligadas entre sí y con la superficie de la carretera, mediante resortes y amortiguadores.

La importancia de este concepto, va directamente relacionado con el comportamiento del pavimento en su vida útil.

La rugosidad o irregularidad de un pavimento, son alteraciones del camino (a nivel de rasante), que provocan vibraciones en los vehículos que lo recorren.

La forma más precisa de medir la rugosidad, es mediante perfilometría, esto significa medir las cotas del perfil del camino con una precisión y frecuencia que dependerá de la calidad de medición que requiera hacer y en base a ese perfil determinar la rugosidad, ejecutando algún programa del I.R.I.

Los programas del I.R.I. consisten en simular un vehículo estándar, mediante un modelo matemático llamado "cuarto de vehículo", haciéndolo rodar a 80 km./h. El resultado de ejecutar el programa, que simula el cuarto de vehículo, es el I.R.I. que representa el movimiento relativo entre la masa amortiguada en un cierto tramo, producido por las irregularidades del perfil (las unidades son m/km.).

Las muchas formas y métodos para medir rugosidad en caminos, que hay a través de todo el mundo, se pueden agrupar en cuatro clases:

Clase 1.- Perfiles de precisión.

Esta clase representa el más alto nivel de exactitud para medir el I.R.I. Un método clase 1 requiere que el perfil longitudinal de una huella sea medido para calcular el I.R.I. Esta distancia no debería superar los 0,25 mt. y la precisión en la medición de la elevación, debería estar comprendida entre 0,5 mm. para pavimentos suaves y 3,0 mm. para pavimentos muy rugosos.

Clase 2.- Otros métodos perfilométricos.

Esta clase incluye todos los demás métodos perfilométricos, pero que no son capaces de lograr la exactitud de la clase1, con una frecuencia de puntos del perfil no superior a 0,5mm. y una precisión en la

medición de la elevación, comprendida entre 1mm. para pavimentos suaves y 6mm. para pavimentos muy rugosos.

Clase 3.- I.R.I. Estimado mediante ecuaciones de correlación.

Por lejos, la mayoría de los datos o medición de rugosidad, han sido obtenidos de rugosimetros tipo respuesta, información que al ser validada mediante ecuaciones de correlación, quedan incluida en esta clase.

Clase 4.- Estimaciones subjetivas y mediciones no calibradas.

En esta clase se incluyen mediciones realizadas por rugosimetros tipo respuesta no calibrados y estimaciones de personas con cierta experiencia en este tema.

Para el desarrollo de esta memoria, se realizaron mediciones en terreno, a diversas calles pavimentadas, para verificar el comportamiento de esta variable, según el siguiente método utilizado: Perfilómetro de Merlin, el cual pertenece al grupo de medición de clase N° 3.

El método consiste en un equipo o instrumento muy similar al de una bicicleta, el cual posee en el extremo donde está la rueda de giro un contador de placa y en su otro extremo una caja donde se apoya un papel milimetrado donde marca el puntero y se registran desniveles. En la planilla debe registrarse los datos como la vía o calle, lugar, fecha y todos los datos relevantes para esa medición en particular. Al mismo tiempo, debe llevarse un control de las mediciones en un reticulado con 10x20= 200 subdivisiones.

Para evaluar una rugosidad se procede a recorrer la huella de medición registrando, a intervalos regulares, la posición del puntero en la planilla de papel milimetrado. Para una evaluación se requieren 200 puntos de medición , lo que conforma un ciclo de medición.

Para registrar la lectura, el operador debe ubicar la posición del puntero sobre la planilla de registro, y marcar con una cruz el intervalo de 1cm. en que se encuentra el puntero. Cada vez que el puntero se ubique sobre un intervalo en que ya hay lecturas anteriores, se agregará una cruz inmediatamente a la izquierda de la existente, de modo de acumular las sucesivas lecturas iguales. Se obtendrá así un histograma de las frecuencias obtenidas para cada posición del puntero, con intervalos de 1 cm..

Una vez registrada la lectura se procederá a actualizar el control de puntos medidos, marcando uno de los casilleros previstos para este efecto. Estos

casilleros se llenaran por filas, de modo de visualizar claramente el momento en que se completen 20 lecturas (o un múltiplo de 20).

Cada 20 lecturas se procederá a hacer un recuento de los puntos registrados en el histograma, a fin de verificar su exacta coincidencia. En caso de encontrarse diferencias, se deberá reiniciar el ciclo de medición.

Completando el registro y control de lecturas en un punto (así como las verificaciones y posibles mediciones adicionales) antes descritas, se procede a avanzar al siguiente punto de medición.

Para ello, el operador debe levantar la parte trasera del instrumento por las manillas previstas para este efecto, de modo que el patín central pierda contacto con el pavimento, luego avanzar una vuelta de la rueda delantera y finalmente dejar reposar el instrumento en el nuevo punto de medición , en la forma antes descrita.

Para asegurar que el intervalo entre dos lecturas sucesivas sea efectivamente una vuelta de rueda (aproximadamente 2 mts.), los puntos de medición se ubicarán de modo que la marca ubicada en la rueda delantera esté, en todos ellos, en contacto con el pavimento. Además deberá cuidarse de comenzar el ciclo con la rueda apoyada en dicha marca, en el punto inicial.

Al avanzar de un punto de medición al siguiente es posible que deban efectuarse, ocasionalmente, ajustes de la posición en el sentido del movimiento para obtener el apoyo de la rueda sobre su marca.

Completado el ciclo de 200 mediciones, se retira la planilla de registro para su procesamiento posterior.

En lo principal, la medición del I.R.I. mediante el método de Merlin, se realiza con los siguientes equipos y personas.

Equipos.

Perfilómetro de Merlin (Fotos N°13 y N°14, anexo N°03).
Papel Milimetrado.
Conos de desviación de tránsito.
Lápiz Grafito.
Elementos de Seguridad Personal.
Tiza para marcar el pavimento.

Personal.

Capataz y apuntador del perfilómetro de Merlin.
Operador del perfilómetro de Merlin.
Alarife.

6.2.2.- RESISTENCIA EN HORMIGÓN FRESCO.

El control de las resistencias en fresco, se refieren principalmente al muestreo que se realiza en todo trabajo a desarrollar. En base a este muestreo, se realizará una evaluación estadística que permitirá inferir el comportamiento que tendrán los hormigones una vez colocado, al cono con el cual llega al terreno el hormigón, o como se llama el asentamiento de cono, y en que influye en las características del hormigón un cono alto o uno bajo en el resultado de las resistencias.

El control de las resistencias de los hormigones en fresco esta dada por la toma de muestras en terreno, las cuales por exigencias de contrato son ensayadas, generalmente en este tipo de contratos, a los 7 días de haber sido tomadas y también a los 28 días. En los contratos que se están licitando en el presente año, las muestras deben ser ensayadas a los 7, 28 y 90 de días de ser tomadas.

Todos los factores de conversión por esbeltez, forma y edad, se obtuvieron de la Norma LV 49-84

Todas las resistencias y estadísticas, que están presente en este trabajo, fueron tomadas por laboratorios autorizados en la XII Región, además de ser verificados por los organismos Fiscales controladores de los contratos y de la Empresa de Hormigones Premezclados Concremag.

6.2.3.- RESISTENCIAS DE HORMIGÓN ENDURECIDO.

El control de las resistencias endurecidas, se desarrollan en base a un muestreo de los resultados obtenidos en los ensayos de resistencia a la compresión en probetas testigos, extraídas desde los pavimentos. Se debe señalar que este muestreo es aleatorio y es determinado por la Inspección Técnica del contrato.

Las resistencias de los hormigones utilizadas son los resultados de la extracción de muestras Testigos y ensayadas en un laboratorio, las cuales han sido llevadas a una fecha estandard, que es la de los 28 días de edad, dato que se puede unifomar mediante el uso de la Fórmula de Ross.

Todos los factores de conversión por esbeltez, forma y edad, se obtuvieron de la Norma LV 49-84.

Todas las resistencias y estadísticas, que están presente en este trabajo, fueron tomadas por laboratorios autorizados en la XII ª Región, además de ser verificadas por los organismos Fiscales controladores de los contratos y de la Empresa de Hormigones Premezclados Concremag.

CAPÍTULO VII

RECOLECCIÓN DE DATOS DE LOS MÉTODOS DE HORMIGONADO DE CONCRETO MEZCLADO EN PLANTA CON MOLDE FIJO Y CON MOLDE DESLIZANTE.

7.- INTRODUCCIÓN.

A continuación se mostrarán los resultados de los ensayes de laboratorio, los cuales se describen la forma en que fue depositado el hormigón; las resistencias de compresión y flexotracción a los 28 días, las resistencia a la compresión mediante testigos de hormigón endurecido a los 28 días y los resultados del índice I.R.I., obtenidos mediante el método Merlin, trabajo realizado especialmente para este memoria.

7.1.- HORMIGONADO CON MOLDE FIJO.

En el Hormigonado con molde fijo separaremos dos tipos de pavimentaciones, como ya ha sido mencionado con anterioridad, el primer tipo de pavimentación, es aquella con alisadora de rodillos y el segundo tipo, es la pavimentación con cercha vibradora de alta frecuencia.

Los resultados están en el ANEXO N°1, donde se especifican el número de contrato, y el tipo de método usado para pavimentar.

7.1.a.- Pavimentación con Alisadora de Rodillos

Dentro de este tipo de pavimentación se encuentran los siguientes contratos [Ref N°16] :

a.1.-Contrato N°1:	Serviu N°20/1997
Nombre Contrato:	Pavimentación Loteo Chile Barrio Punta Arenas.
Cantidad de mt2:	1.812 mt2.

a.2.-Contrato N°2:	Privada Ben Internacional Ltda.
Nombre Contrato:	Pavimentación Loteo Villa Las Nieves-Loteo Hindú
Cantidad de mt2:	2.531 mt2.

a.3.-Contrato N°3 Serviu N°14/1997 G-A
Nombre Contrato: Pavimentación Participativa Diversas calles de Punta Arenas.
Cantidad de mt2: 9.973 mt2.

a.4.-Contrato N°4: Serviu N°14/1997 G-B
Nombre Contrato: Pavimentación Participativa diversas calles de Punta Arenas
Cantidad de mt2: 7.497 mt2.

a.5.-Contrato N°5: Serviu N°10/1998
Nombre Contrato: Pavimentación Participativa 10° llamado Punta Arenas.
Cantidad de mt2: 5.760 mt2.

a.6.-Contrato N°6: Serviu N°11/1998
Nombre Contrato: Pavimentación Diversas Calles de Punta Arenas.
Cantidad de mt2: 6.413 mt2.

7.1.b.- **Pavimentación con Cercha de Alta Frecuencia**.

Dentro de este tipo de pavimentación se encuentran los siguientes contratos [Ref. N°15]:

b.1.-Contrato N°7: Serviu N°02/1999
Nombre Contrato: Pavimentación Av. Costanera 21 de Mayo, Punta Arenas
Cantidad de mt2: 28.503 mt2.

b.2.-Contrato N°8: Serviu N°09/1999
Nombre Contrato: Pavimentación Participativa Octavo llamado, Punta Arenas.
Cantidad de mt2: 3.349 mt2.

b.3.-Contrato N°9: Serviu N°8/2.000 Grupo-A
Nombre Contrato: Pavimentación Calles Cardenal Samoré, Angamos y F. Errázuriz, Punta Arenas
Cantidad de mt2: 8.857 mt2.

b.4.-Contrato N°10:	Serviu N°8/2000. Grupo "B"
Nombre Contrato:	Pavimentación Calles Av. República, Cirujano Guzmán, C. Videla, de Punta Arenas
Cantidad de mt2:	5.079 mt2.
b.5.-Contrato N°11:	Serviu N°10/2.001
Nombre Contrato:	Pavimentación Participativa, 10°llamado Punta Arenas
Cantidad de mt2:	5.900 mt2.
b.6.-Contrato N°12:	Serviu N°5/2002
Nombre Contrato:	Pavimentación Diversas Calles, Calles Canal Beagle, Av. Colón, J. González Punta Arenas.
Cantidad de mt2:	4.510 mt2.

7.2.- HORMIGONADO CON MOLDE DESLIZANTE.

En el Hormigonado con molde Deslizante usaremos un tipo de pavimentación, que ya ha sido mencionado con anterioridad, usaremos el Tren pavimentador Wirtgen 850.

7.2.a.- Pavimentación con tren Pavimentador.

Dentro de este tipo de pavimentación se encuentran los siguientes contratos [Ref N° 14]:

a.1.-Contrato N°13:	Serviu N°15/2.001
Nombre Contrato:	Pavimentación Calle Enrique Abello
Cantidad de mt2:	11.054 mt2.
a.2.-Contrato N°14:	Serviu N°19/2.001
Nombre Contrato:	Pavimentación Diversas Calles de la Ciudad de Porvenir.
Cantidad de mt2:	21.714 mt2.
a.3.-Contrato N°15:	Serviu T.D. N°01/2.001
Nombre Contrato:	Pavimentación Av. Eduardo Frei de Punta Arenas.
Cantidad de mt2:	20.893 mt2.

7.3.- I.R.I.

Para el cálculo del I.R.I., en cada método de pavimentación, se procedió a realizar un estudio en base a tres contratos de cada método y en un tramo de 200 mts por cada una de las calles evaluadas.

Los contratos, en que se basaron los cálculos del I.R.I., según el método del perfilómetro MERLIN, están en el anexo N°2, y son:

7.3.1.- Pavimentación con Alisadora de Rodillo.

a.1.-Contrato N°3
Calle Trabajada: General Medina
Tramo: 200 mts.

a.2.-Contrato N°4
Calle Trabajada: Teniente Serrano
Tramo: 200 mts.

a.3.-Contrato N°5
Calle Trabajada: Otto Maggens
Tramo: 200 mts.

7.3.2.- Pavimentación con Cercha Vibratoria.

b.1.-Contrato N°7
Calle Trabajada: Avenida Costanera 21 de Mayo
Tramo: 200 mts.

b.2.-Contrato N°9
Calle Trabajada: Francisco Errázuriz
Tramo: 200 mts.

b3.-Contrato N°10
Calle Trabajada: Cirujano Guzmán
Tramo: 200 mts.

7.3.3.- Pavimentación con Tren Pavimentador.

c.1.-Contrato N°13
Calle Trabajada: Enrique Abello
Tramo: 200 mts.

c.2.-Contrato N°14

Calle Trabajada: Manuel Bulnes
Tramo: 200 mts.

c.3.-Contrato N°15

Calle Trabajada: Eduardo Frei
Tramo: 200 mts.

A continuación se describe la fórmula para calcular el I.R.I

I.R.I.: 0.53 * D * (50/D°)

Donde:

D = Dispersión estimada.
50/D = Factor calibración individual del instrumento (adimensional).

Se adjuntan las planillas (Anexo N°2), donde se tabularon los valores según el perfilómetro MERLIN, para cada método de pavimentación.

Las tablas son una copia fiel de las tablas originales realizadas en terreno, las cuales están escritas en un papel milimetrado.

CAPÍTULO VIII

COMPARACIÓN DE LOS MÉTODOS DE COLOCACIÓN DE HORMIGÓN EN CUANTO A SUS VARIABLES Y SU ANÁLISIS GENERAL.

8.- INTRODUCCIÓN.

Para este capítulo, se hará la comparación solamente de los tres métodos mencionados en el capítulo anterior, es decir, los métodos de hormigonado con Alisadora de Rodillos, Cercha vibradora de Alta Frecuencia y Tren Pavimentador.

La comparación se realizará estadísticamente respecto de sus resistencias en fresco, para luego compararla con la resistencia a los 28 días, obtenida a través de testigos de hormigón endurecido. También se hará la comparación de los resultados respecto del parámetro I.R.I, que lo podríamos definir como la culminación del pavimento.

Se debe hacer mención, que el estudio del I.R.I. fue efectuado en algunas calles de la ciudad, especialmente para este estudio, ya que por sus características donde hay tramos cortos, las especificaciones técnicas, no indican dentro de los requisitos, el estudio del I.R.I..

8.1.- ANÁLISIS GENERAL.

Se realizará un análisis general de las estadísticas mostradas en el capítulo anterior, comparando para ello el comportamiento de los distintos métodos de pavimentación, ante diversas variables tales como: resistencia a la compresión, resistencia a la flexotracción, densidades en fresco y en testigos, además del parámetro I.R.I..

Todas estas variables serán relacionadas también con las características del hormigón, cuando este es colocado en obra, es decir, relacionado con parámetros tales como el Descenso de Cono en obra, incidencia del factor humano, etc..

TABLA Nº01
COMPARACIÓN ESTADÍSTICA DE LOS DIVERSOS MÉTODOS

MÉTODO: ALISADORA DE PAVIMENTOS DE RODILLOS

CONTRATO	AÑO	CANTIDAD DE CEMENTO	RESISTENCIA PROMEDIO			DENSIDADES		DESVIACIÓNV/SPROMEDIO			COMPARACIONES			
			CILINDROS	VIGAS	TESTIGOS	CILINDROS	TESTIGOS	CILINDROS	VIGAS	TESTIGOS	F1=1-RT/RC	F2=1-DT/DC	F3=RC/VFT	F4=RT/VFT
		KG-CEM/M3	KG/CM2	KG/CM2	KG/CM2	KG/M3	KG/M3	%	%	%	%	%		
CONTRATO Nº1	1997	330.00	365.20	40.63	313.33	2,410.40	2,368.17	8.00%	5.93%	4.56%	14.20%	1.75%	8.99	7.71
CONTRATO Nº2	1997	330.00	401.67	46.14	377.17	2,400.78	2,365.00	6.40%	7.72%	10.90%	6.10%	1.49%	8.71	8.17
CONTRATO Nº3	1998	325.00	350.11	44.59	335.07	2,421.44	2,398.00	4.04%	6.59%	14.14%	4.30%	0.97%	7.85	7.51
CONTRATO Nº4	1998	325.00	359.05	43.38	372.60	2,420.20	2,406.80	5.85%	5.19%	9.62%	-3.77%	0.55%	8.28	8.59
CONTRATO Nº5	1999	325.00	400.92	46.57	383.83	2,438.67	2,384.42	9.74%	8.13%	10.23%	4.26%	2.22%	8.61	8.24
CONTRATO Nº6	1999	325.00	426.25	47.69	372.27	2,440.83	2,378.60	7.02%	7.30%	9.56%	12.66%	2.55%	8.94	7.81
PROMEDIOS Nº01			383.87	44.83	359.05	2,422.05	2,383.50	6.84%	6.81%	9.84%	6.29%	1.59%	8.56	8.01
PROMEDIOS Nº02			388.83	45.12	356.33	2,422.42	2,378.84	7.04%	7.13%	9.88%	8.31%	1.80%	8.62	7.89

MÉTODO: CERCHA VIBRADORA DE ALTA FRECUENCIA

CONTRATO	AÑO	CANTIDAD DE CEMENTO	RESISTENCIA PROMEDIO			DENSIDADES		DESVIACIÓNV/SPROMEDIO			COMPARACIONES			
			CILINDROS	VIGAS	TESTIGOS	CILINDROS	TESTIGOS	CILINDROS	VIGAS	TESTIGOS	F1=1-RT/RC	F2=1-DT/DC	F3=RC/VFT	F4=RT/VFT
		KG-CEM/M3	KG/CM2	KG/CM2	KG/CM2	KG/M3	KG/M3	%	%	%	%	%		
CONTRATO Nº7	1999	325.00	415.63	46.12	388.23	2,437.57	2,402.25	9.47%	7.95%	13.28%	6.59%	1.45%	9.01	8.42
CONTRATO Nº8	1999	320.00	344.50	46.65	305.00	2,408.67	2,373.60	7.79%	7.13%	11.98%	11.47%	1.46%	7.38	6.54
CONTRATO Nº9	2000	325.00	405.31	48.50	381.54	2,441.75	2,424.79	8.39%	5.39%	8.70%	5.86%	0.69%	8.36	7.87
CONTRATO Nº10	2000	325.00	397.08	49.65	392.65	2,438.33	2,413.24	5.92%	7.36%	13.41%	1.12%	1.03%	8.00	7.91
CONTRATO Nº11	2001	325.00	408.43	43.73	396.32	2,421.29	2,426.59	7.33%	8.85%	10.20%	2.97%	-0.22%	9.34	9.06
CONTRATO Nº12	2002	320.00	433.08	46.46	408.23	2,422.46	2,392.54	6.54%	5.98%	4.67%	5.74%	1.24%	9.32	8.79
PROMEDIOS			400.67	46.85	378.66	2,428.35	2,405.50	7.57%	7.11%	10.37%	5.62%	0.94%	8.57	8.10

MÉTODO: TREN PAVIMENTADOR

CONTRATO	AÑO	CANTIDAD DE CEMENTO	RESISTENCIA PROMEDIO			DENSIDADES		DESVIACIÓNV/SPROMEDIO			COMPARACIONES			
			CILINDROS	VIGAS	TESTIGOS	CILINDROS	TESTIGOS	CILINDROS	VIGAS	TESTIGOS	F1=1-RT/RC	F2=1-DT/DC	F3=RC/VFT	F4=RT/VFT
		KG-CEM/M3	KG/CM2	KG/CM2	KG/CM2	KG/M3	KG/M3	%	%	%	%	%		
CONTRATO Nº13	2001	320.00	428.00	51.73	431.00	2,417.90	2,418.20	9.14%	9.57%	7.84%	-0.70%	-0.01%	8.27	8.33
CONTRATO Nº14	2001	320.00	431.03	50.40	450.45	2,460.50	2,468.03	10.49%	8.87%	8.36%	-4.51%	-0.31%	8.55	8.94
CONTRATO Nº15	2002	320.00	457.18	47.17	458.08	2,432.09	2,431.88	6.80%	6.13%	6.48%	-0.20%	0.01%	9.69	9.71
PROMEDIOS			438.74	49.77	446.51	2,436.83	2,439.37	8.81%	8.19%	7.56%	-1.80%	-0.10%	8.84	8.99

DONDE:

F1 = 1 - RESISTENCIA EN TESTIGO/RESISTENCIA EN CILINDROS

F2 = 1 - DENSIDAD EN TESTIGOS / DENSIDAD EN CILINDROS

F3 = RESISTENCIA EN CILINDROS / RESISTENCIA EN VIGAS FLEXOTRACCIÓN

F4 = RESISTENCIA EN TESTIGOS / RESISTENCIA EN VIGAS FLEXOTRACCIÓN

PROMEDIO Nº02 ES SIN EL CONTRATO Nº04

8.1.a.- COMPARACIÓN RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN. COMPARACIÓN DENSIDADES.

La comparación de los tres métodos se hará con respecto a sus Resistencias y a sus Densidades, tanto en muestras en cilindros como en testigos.

La relación y análisis general se basa principalmente en la tabla N°01 de la página N°60 y gráficos de la página N° 65 a 70, y de ella se desprenden los siguientes comentarios.

1.- Dentro del análisis que se puede efectuar en forma primaria se debe mencionar que ha medida que se ha avanzado en el análisis de información, y se ha realizado una retroalimentación, el hormigón desarrollado ha ido cambiando, en cuanto a que las resistencias han ido mejorando. Esta característica puede ser vista en la tabla N°01 página N° 60, donde año a año mejora esta situación. Gran importancia tiene una de las principales variables en la calidad de un hormigón , el árido, el cual debe estar acorde con la calidad del concreto que se pretende desarrollar. Este factor ha sido uno de los principales elementos de cambio realizado por la empresa de hormigones Concremag. Dentro de los cambios realizados y que se pueden ver reflejados en los resultados evaluados, están, el haber disminuido el tamaño máximo del árido grueso a fines del año 1998 y el haber cambiado el método de chancado a partir del año 2000. Esto puede ser visto en detalle en los Gráficos N°s1 ,2 y 3, en los cuales la tendencia de la resistencia a la compresión va en aumento.

2.- Del primer análisis y de la retroalimentación de los resultados, podemos ver claramente que a medida que el tiempo ha transcurrido, los hormigones, ante una dosificación que tiene la misma cantidad de cemento, han aumentado sus resistencias individuales.

3.- El análisis de la Tabla N°01 página N° 60, nos indica que para los métodos de pavimentación manual la resistencia de hormigón en fresco es mayor que la resistencia en testigos, siendo todo lo contrario en el método del Tren Pavimentador (Factor F1).

4.- Del análisis de la tabla N°01 podemos apreciar que los resultados de densidad de los hormigones están altamente correlacionados con la resistencia de los mismos, haciendo ver que el principal factor para obtener pavimentos de buena calidad, aparte de tener buenos ingredientes, es el haber desarrollado una muy buena vibración en terreno.

5.- La diferencia de densidades en el método de la alisadora de Rodillos se debe fundamentalmente a que el hormigón que se necesita para trabajar, es de bajo asentamiento de cono (entre 2 y 4 cms), lo que no permite una buena vibración en el lugar de colocación, esto fue relativamente mejorado, realizando la incorporación de gravilla en los hormigones . Indicadores de esta situación son los parámetros F1 y F2 de la tabla N°01, página N° 60.

6.- La diferencia de densidades en el método de la cercha vibradora, que también tiene un factor positivo en los índice F1 y F2 de la tabla N°01, página N° 60, son relativamente altos si los comparamos con los del tren pavimentador, pero son índices menores si los comparamos con el método de la alisadora de rodillos. La razón principal de esta situación es que los asentamientos de cono necesarios, para el buen funcionamiento del método de pavimentación por cercha, son mayores que para el método de la Alisadora de Rodillos, lo que permite una mejor vibración del hormigón colocado en obra, pero teniendo en cuenta siempre , el control del factor humano.

7.- Para el método de pavimentación por molde deslizante o tren Pavimentador, se tiene que los factores F1 y F2 son negativos lo que nos indica, que la vibración en obra del hormigón es de mejor calidad, que la del hormigón evaluado en fresco. Esto se debe claramente, al mayor potencial de vibración que tiene el Tren pavimentador.

Si bien para el Tren Pavimentador un asentamiento de cono óptimo es del orden de 2,0 cm, esto no se ve mayormente reflejado en los resultados debido al potencial mecánico de vibración de los vibradores de alta frecuencia.

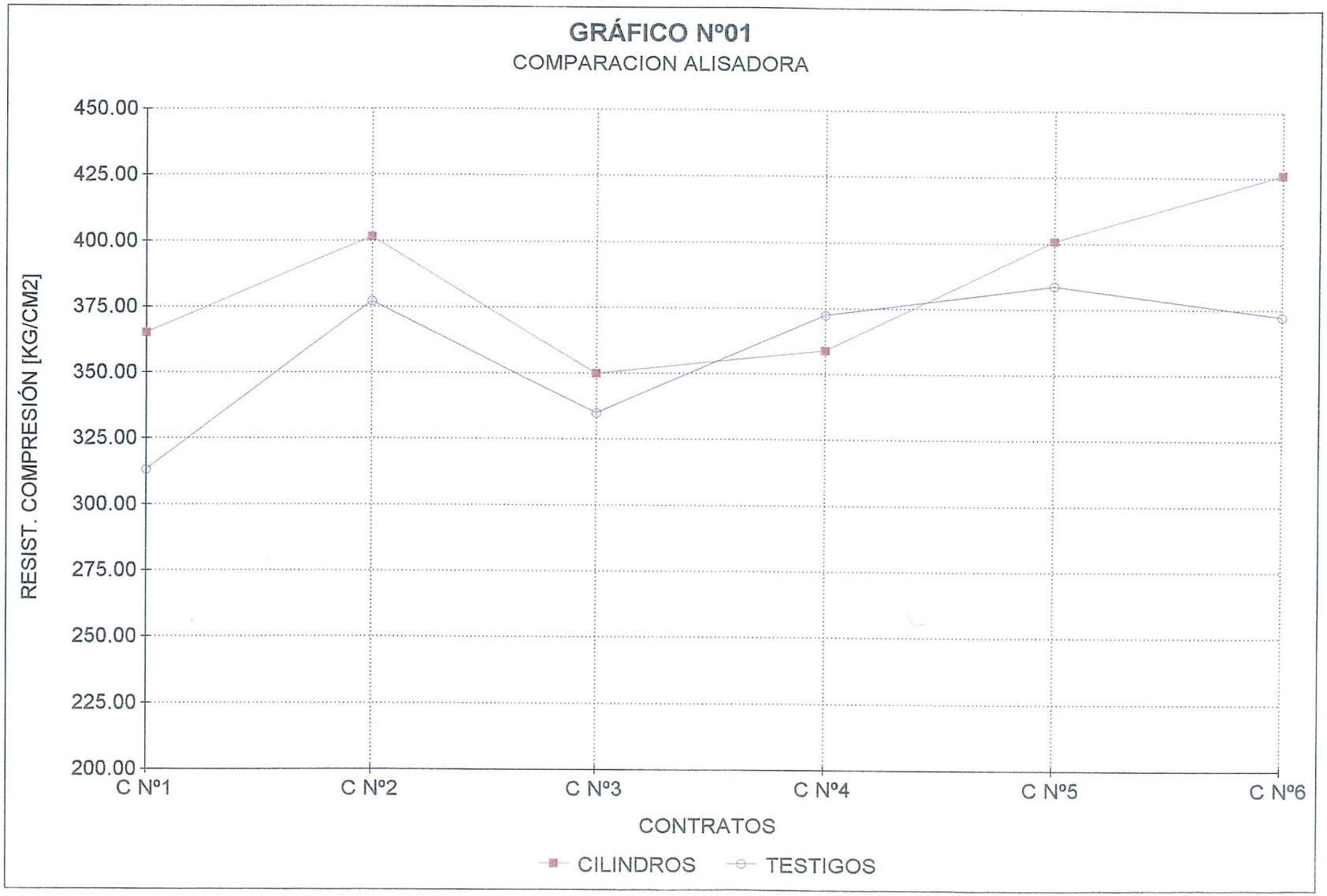
8.- De los Gráficos N° 07, 08 y 09, páginas N°s 71, 72, 73, se puede apreciar que la relación Desviación Standard versus promedio, es mucho mas constante en el hormigonado con Tren Pavimentado para las muestras de testigos y bastantes homogéneas para todas las muestras en fresco.

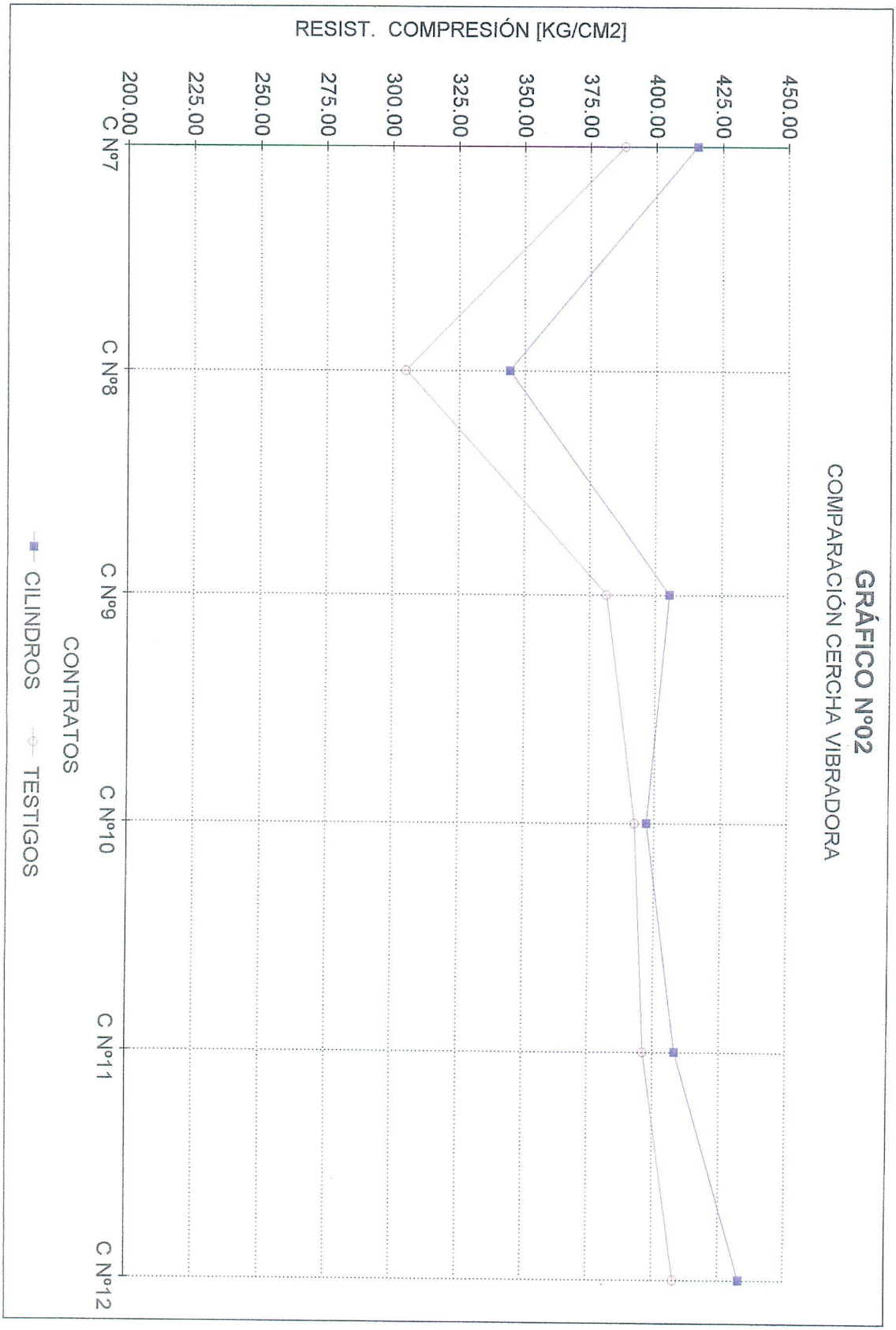
9.- Como observación general y como la más importante de acuerdo a los resultados vistos en la Tabla N°01, página N°60 y en los gráficos que se han extraído de ella, la vibración en terreno es la situación que requiere mayor cuidado, para mejorar el producto final.

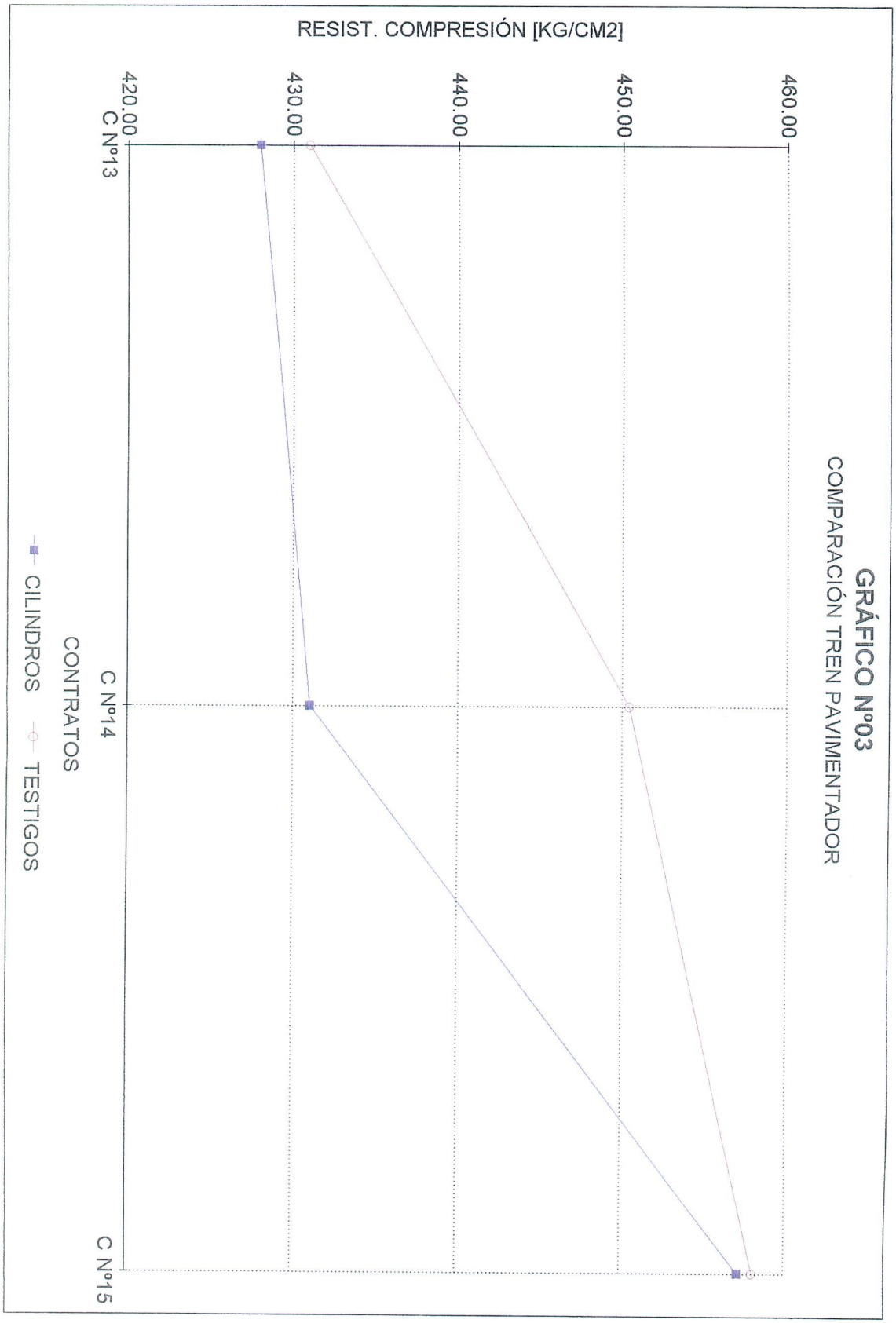
Lo anterior se ve reflejado en los gráficos N° 07, 08 y 09, páginas N°s 71, 72, 73, además de la relación F1 y F2, donde los datos para los dos métodos manuales de pavimentación, que son la

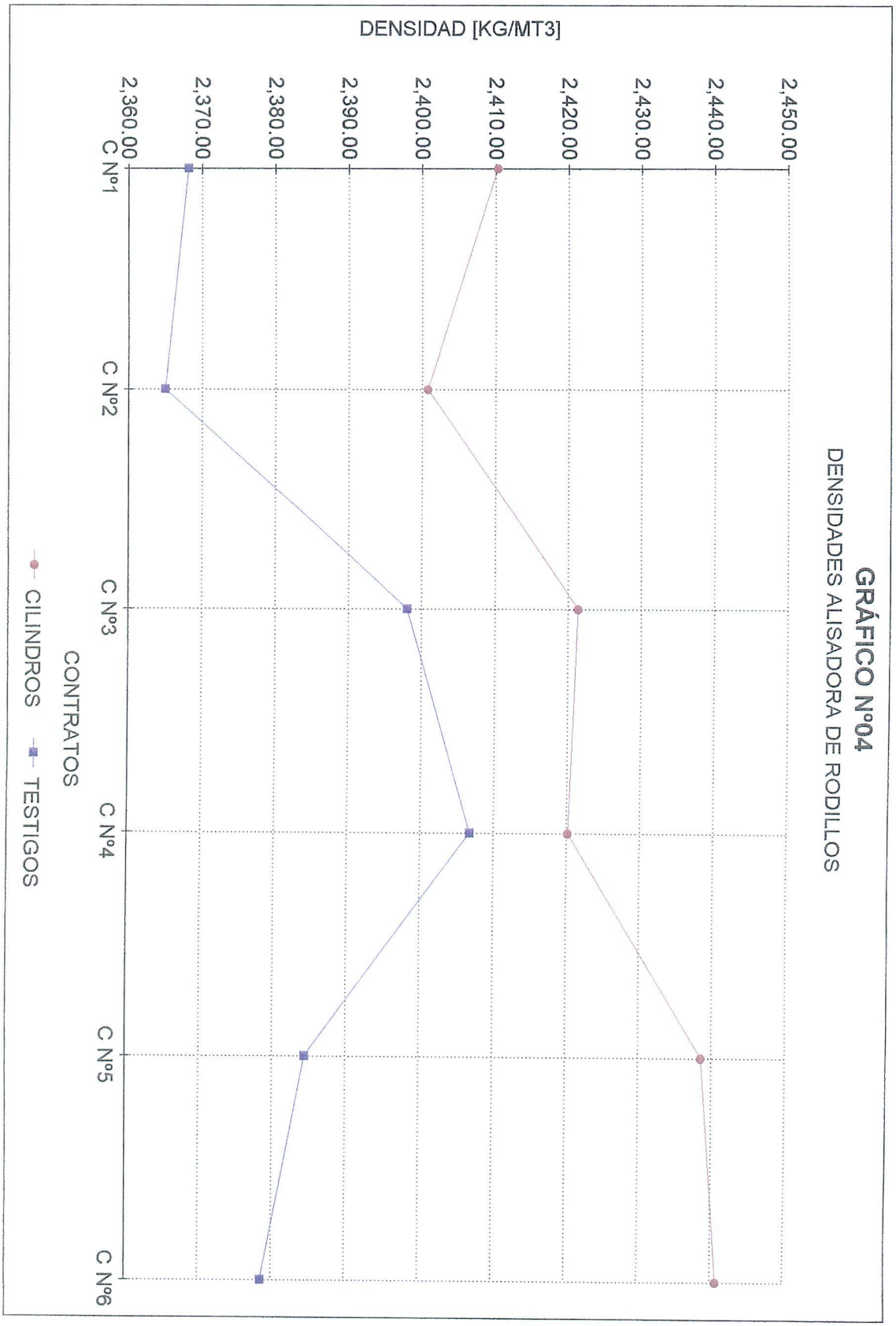
Alisadora de Rodillos y la Cercha Vibradora, sus resultados en testigos, son bastantes dispersos, ya que por su vibración en forma manual, produce que sus resultados sean poco homogéneos.

10.- Otro factor importante, en el hecho de aumentar las resistencias en el hormigón colocado, fue el hecho de cambiar la forma de vibrar, esto se hizo de tal forma que en vez de hacerlo en forma puntual, se cambio por vibrar en forma de arrastre, realizando una imitación de la forma de vibrar que tiene un Tren Pavimentador. Realizando esta modificación, se ven resultados en testigos para la compresión y densidades bastante más altos, lo que implicaría que la forma de arrastre de vibrar, da un mejor resultado que la forma puntual. Esta modificación se realizó a partir de mediados del año 2000, lo que representó un aumento de un 10 % con respecto a sus resultados en testigos despues de esta fecha, y que se refleja en la tabla N°01, página N° 60 .


GRÁFICO Nº01
COMPARACION ALISADORA
RESIST. COMPRESIÓN [KG/CM2]
450.00
425.00
400.00
375.00
350.00
325.00
300.00
275.00
250.00
225.00
200.00
C Nº1
C Nº2
C Nº3
C Nº4
C Nº5
C Nº6
CONTRATOS
CILINDROS
TESTIGOS


GRÁFICO N°02
COMPARACIÓN CERCHA VIBRADORA
RESIST. COMPRESIÓN [KG/CM2]
450.00
425.00
400.00
375.00
350.00
325.00
300.00
275.00
250.00
225.00
200.00
C N°7
C N°8
C N°9
C N°10
C N°11
C N°12
CONTRATOS
CILINDROS
TESTIGOS


GRÁFICO N°03
COMPARACIÓN TREN PAVIMENTADOR
RESIST. COMPRESIÓN [KG/CM2]
420.00
430.00
440.00
450.00
460.00
C N°13
C N°14
C N°15
CONTRATOS
CILINDROS
TESTIGOS


GRÁFICO N°04
DENSIDADES ALISADORA DE RODILLOS
DENSIDAD [KG/MT3]
2,450.00
2,440.00
2,430.00
2,420.00
2,410.00
2,400.00
2,390.00
2,380.00
2,370.00
2,360.00
C N°1
C N°2
C N°3
C N°4
C N°5
C N°6
CONTRATOS
CILINDROS
TESTIGOS

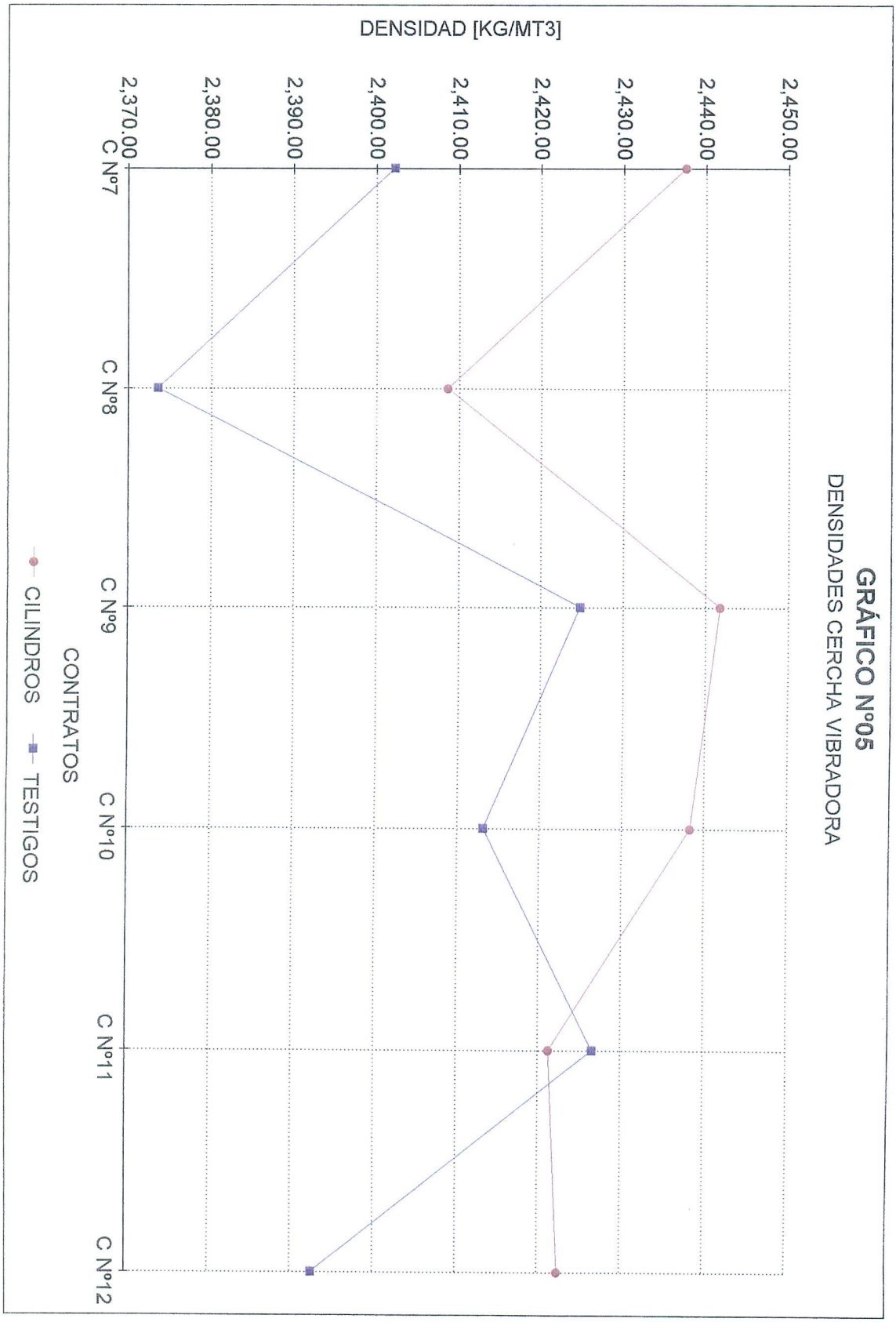
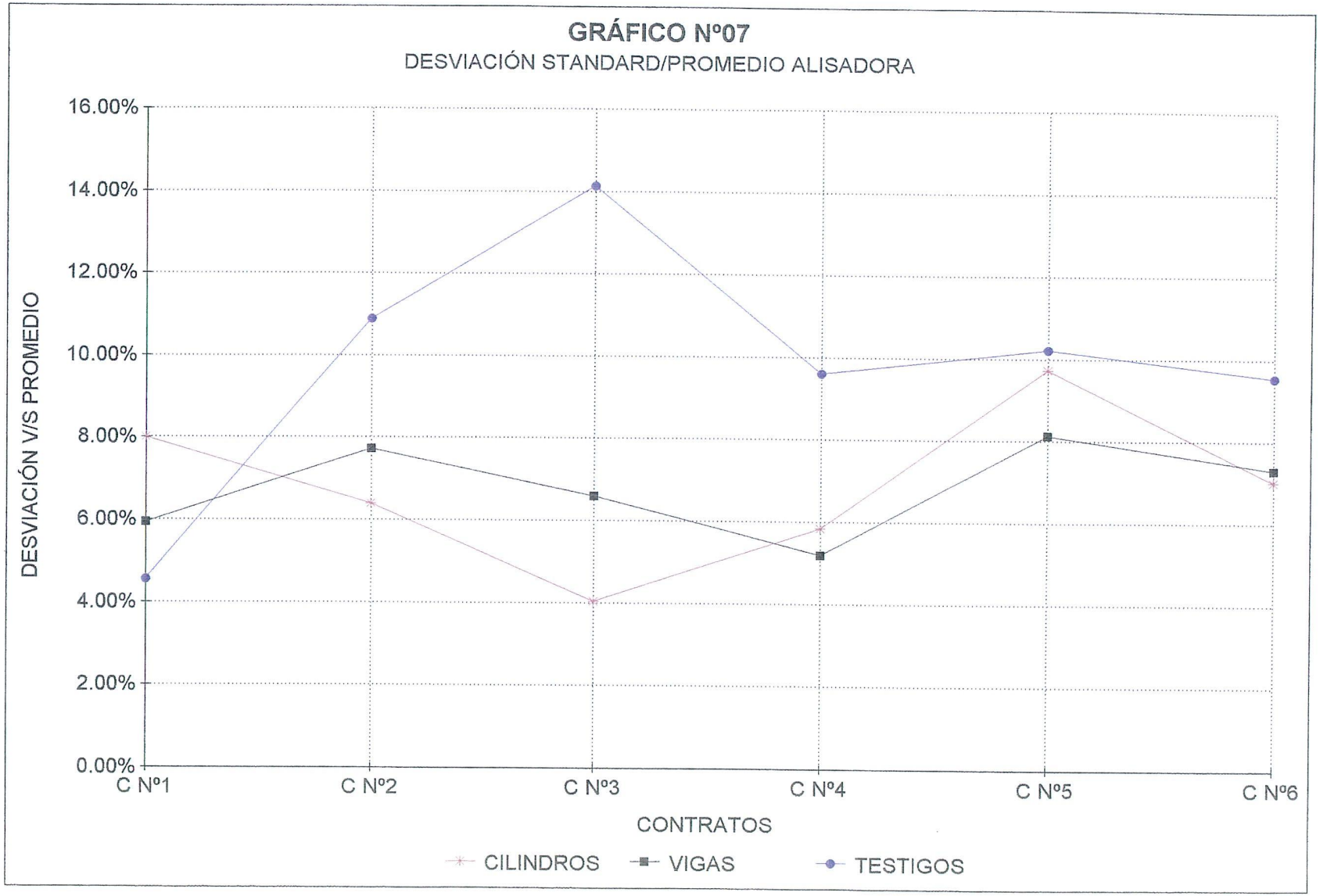

GRÁFICO N°05
DENSIDADES CERCHA VIBRADORA
DENSIDAD [KG/MT3]
2,450.00
2,440.00
2,430.00
2,420.00
2,410.00
2,400.00
2,390.00
2,380.00
2,370.00
C N°7
C N°8
C N°9
C N°10
C N°11
C N°12
CONTRATOS
CILINDROS
TESTIGOS

GRÁFICO N°06
DENSIDADES TREN PAVIMENTADOR
DENSIDAD [KG/MT3]
2,470.00
2,460.00
2,450.00
2,440.00
2,430.00
2,420.00
2,410.00
C N°13
C N°14
C N°15
CONTRATOS
CILINDROS
TESTIGOS


GRÁFICO Nº07
DESVIACIÓN STANDARD/PROMEDIO ALISADORA
DESVIACIÓN V/S PROMEDIO
16.00%
14.00%
12.00%
10.00%
8.00%
6.00%
4.00%
2.00%
0.00%
C Nº1
C Nº2
C Nº3
C Nº4
C Nº5
C Nº6
CONTRATOS
CILINDROS
VIGAS
TESTIGOS

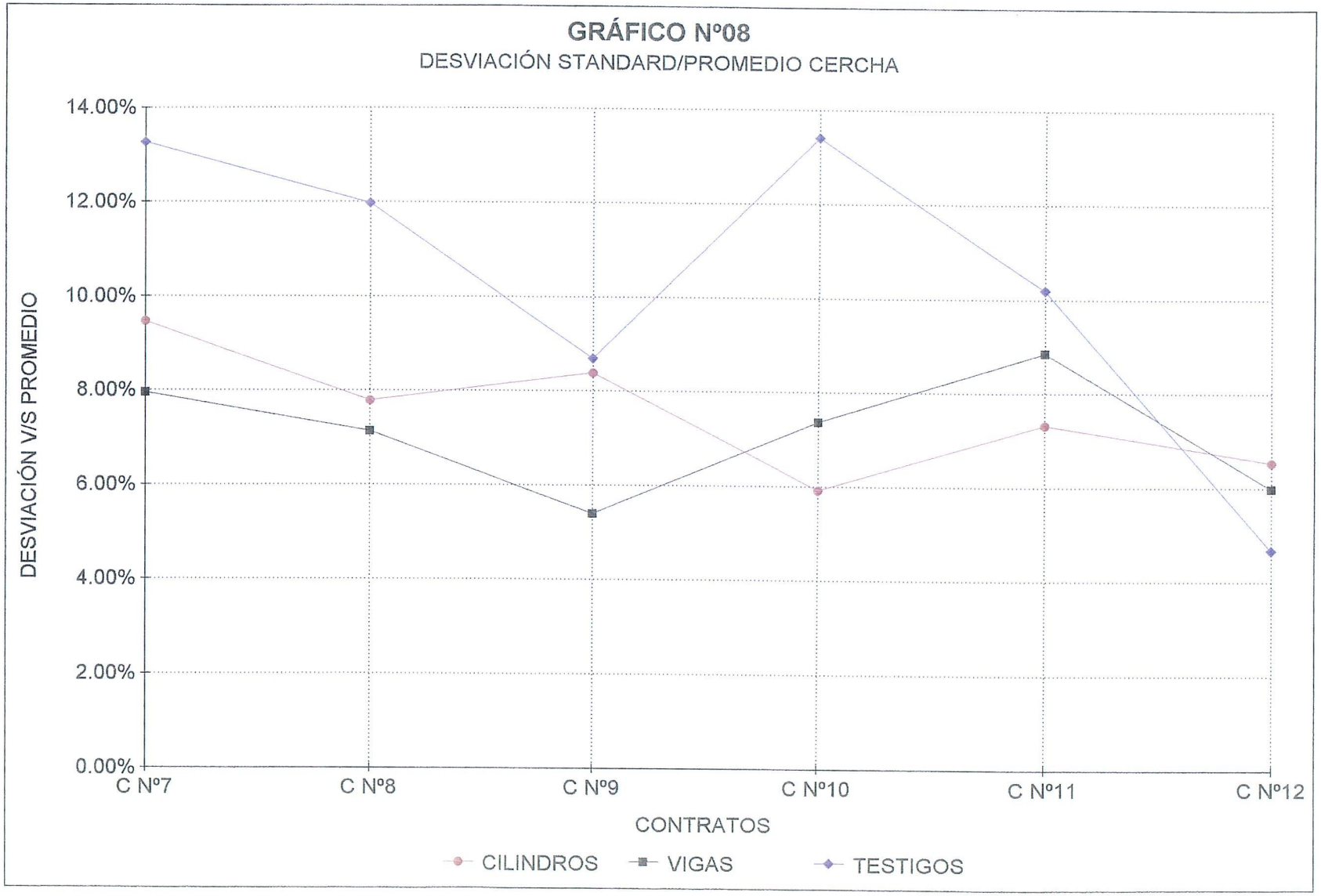
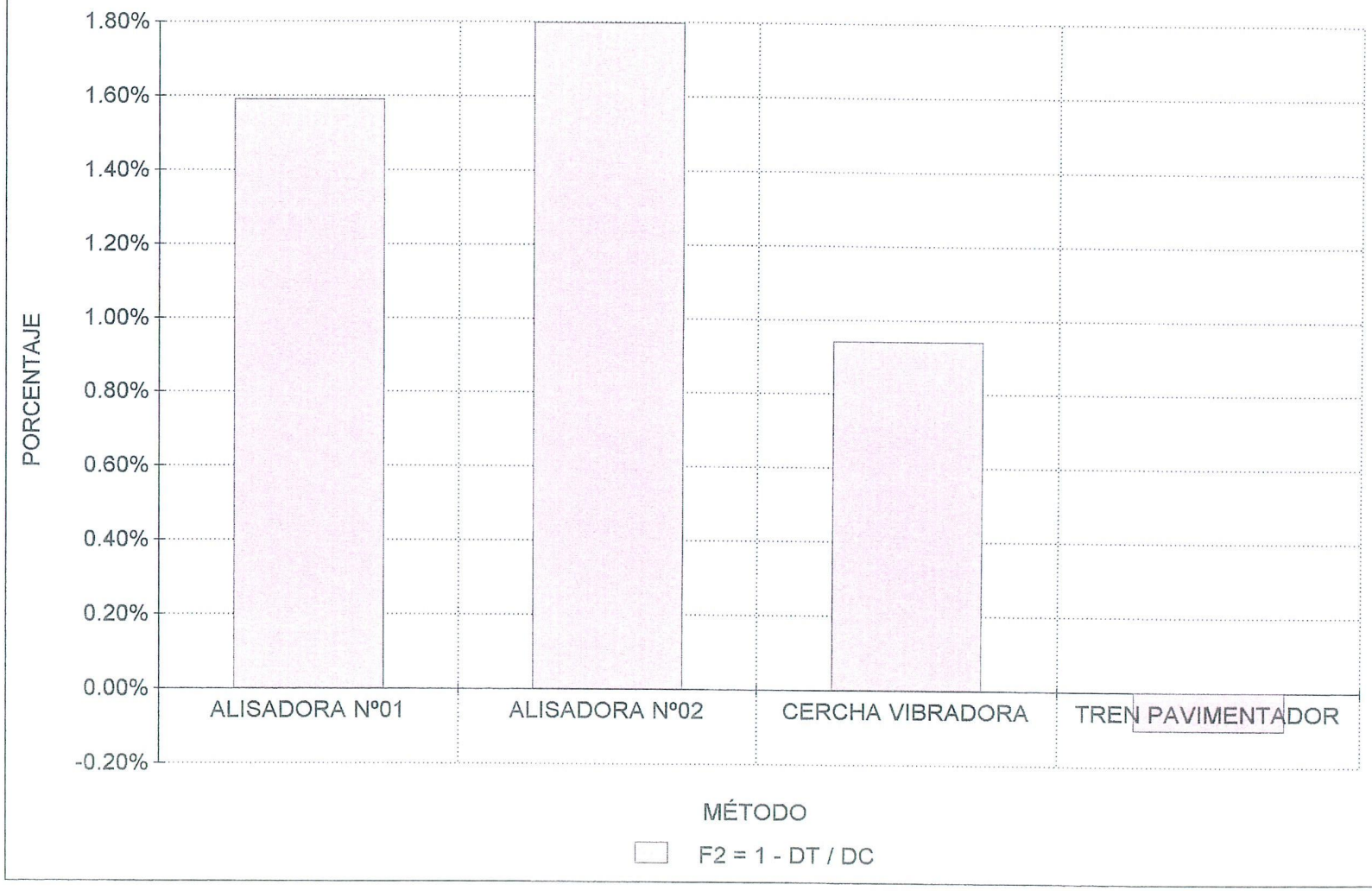

GRÁFICO Nº08
DESVIACIÓN STANDARD/PROMEDIO CERCHA
DESVIACIÓN V/S PROMEDIO
14.00%
12.00%
10.00%
8.00%
6.00%
4.00%
2.00%
0.00%
C Nº7
C Nº8
C Nº9
C Nº10
C Nº11
C Nº12
CONTRATOS
CILINDROS
VIGAS
TESTIGOS

GRÁFICO N°09
DESVIACIÓN STANDARD/PROMEDIO TREN
DESVIACION V/S PROMEDIO
12.00%
10.00%
8.00%
6.00%
4.00%
2.00%
0.00%
C-13
C-14
C-15
CONTRATOS
CILINDROS
VIGAS
TESTIGOS

GRÁFICO N°10
RESIST. TESTIGO/RESIST. CILINDRO
PORCENTAJE
8.00%
7.00%
6.00%
5.00%
4.00%
3.00%
2.00%
1.00%
0.00%
-1.00%
-2.00%
-3.00%
-4.00%
ALISADORA N°01
ALISADORA N°02
CERCHA VIBRADORA
TREN PAVIMENTADOR
MÉTODO UTILIZADO
F1 = 1 - RT / RC

GRÁFICO Nº11

DENSIDAD TESTIGO/DENSIDAD CILINDRO



8.1.b.- COMPARACIÓN RESISTENCIA A FLEXOTRACCIÓN

Se comparará cada método, con la resistencia a la Flexotracción en Hormigones frescos a los 28 días.

Este análisis se debe hacer bajo la perspectiva, de que las muestras se toman en Hormigones Frescos, para luego llevarlas a laboratorio y hacer sus ensayos a la flexotracción a los 28 días, se ve en la tabla N°01 de la página N° 60, desde este punto de vista, habría que destacar los siguientes comentarios.

1.- Las muestras están tomadas a partir del año 1997, hasta el año 2002. Si se hace un análisis a partir del año 1998, que fué cuando se cambió el tipo de árido en los hormigones confeccionados, los resultados de las resistencia a la flexotracción aumentaron en un 8 %, esto concluye que, debido al estudio y a la retroalimentación de los datos obtenidos, se logró aumentar este factor.

2.- En toda la literatura con respecto a los Hormigones [Ref N° 01], se señala y se recomienda que el cuociente entre la resistencia y la flexotracción no debe ser superior a 10, lo cual es corroborada al ver los factores F3 y F4 de la tabla N°01, página N° 60.

3.- En el aumento de las resistencias a la flexotracción, existen varios factores que influyen para que esto se produzca. Dentro de las más importantes se encuentran, el mejoramiento de la limpieza de los áridos, el porcentaje de chancado de los mismos, disminución de la relación agua-cemento, el cuidado de las muestras entre otras. La disminución de la relación agua-cemento se ha logrado utilizando reductores de agua de nivel medio-alto, tales como el aditivo Polihead 710 de MBT.

4.- De la tabla N°01 de la página N° 60, se puede analizar que los resultados de resistencias a la flexotracción de las muestras en fresco son bastante homogéneas en todos los métodos, teniendo solamente una variación positiva en el tiempo, la cual se debe principalmente a la variación en la calidad del hormigón, el cual como ya se ha expresado en otras oportunidades, dentro de este mismo trabajo, se debe a la incorporación de nuevas y mejores tecnologías y al continuo avance en la calidad de las materias primas.

8.1.c.- COMPARACIÓN I.R.I.

Se hará una comparación del I.R.I., de los diversos métodos de pavimentación utilizando para ello el método de medición de I.R.I., denominado PERFILÓMETRO MERLIN.

La relación y análisis general se basa principalmente en las tablas N°02, página N° 78 y en el gráfico N°12 de la página N° 79, y de ellas se desprenden los siguientes comentarios.

1.- Los dos métodos manuales como son el método de Alisadora de Rodillos y el método de cercha vibratoria, son métodos en que el factor humano, desde la colocación del hormigón hasta su posterior terminación, es fundamental, lo que incide fundamentalmente en que existan valores para el índice I.R.I. de mayor valor.

En un análisis primario, el método de la cercha vibradora tiene mejores resultados, pues el trabajar en terreno con un hormigón que tiene un cono mas alto, permite realizar una mejor terminación superficial.

2.- Las calles donde se efectuaron los dos métodos manuales, corresponden a calles no principales, pasajes y caminos secundarios, en cambio para el Tren Pavimentador, el método fue usado, para avenidas principales, lo que implica que cada método está dentro del rango de aceptación del I.R.I.

3.- El método del Tren Pavimentador, como se detalló en el punto 6.1. que es con respecto a la cantidad de personas que trabajan en la colocación del hormigón, es un método en que el factor humano se minimiza, y donde, la vibración la hace un equipo en forma mecánica, con una velocidad de vibración bastante mayor que la del vibrado manual, y la terminación es casi entera realizada por la máquina, lo que hace que se tenga terminación mucho más uniforme, que con los otros dos métodos, ya que se usa un platacho mecánico que esta controlado en forma perfecta por un nivel electrónico que regula las imperfecciones del pavimento.

4.- Haciendo una comparación entre el método de la alisadora de rodillos y el método de la cercha vibradora, se ve que el segundo método tiene mejor índice de rugosidad, debido principalmente a la forma de avance que tiene la cercha vibradora, y a que generalmente no utiliza molde central, lo que minimiza las imperfecciones causadas por los moldes metálicos. Esto lo hace un mejor método que el anterior, desde el punto de vista I.R.I..

TABLA Nº02
COMPARACION I.R.I. SEGÚN MÉTODO DE PAVIMENTACIÓN

MÉTODO ALISADORA DE RODILLO

MÉTODO: Perfilómetro MERLIN
I.R.I: 0,53 * D * (50/Dº)

CONTRATO	D	50/Dº	I.R.I.
Nº3	6.29	1.0204	**3.40**
Nº4	5.72	1.0204	**3.09**
Nº5	7.23	1.0204	**3.91**
	PROMEDIO		**3.47**
	DESVIACION STANDAR		**0.34**

MÉTODO CERCHA VIBRATORIA

MÉTODO: Perfilómetro MERLIN
I.R.I: 0,53 * D * (50/Dº)

CONTRATO	D	50/Dº	I.R.I.
Nº7	5.14	1.0204	**2.78**
Nº9	5.79	1.0204	**3.13**
Nº10	5.93	1.0204	**3.21**
	PROMEDIO		**3.04**
	DESVIACION STANDAR		**0.19**

MÉTODO TREN PAVIMENTADOR

MÉTODO: Perfilómetro MERLIN
I.R.I: 0,53 * D * (50/Dº)

CONTRATO	D	50/Dº	I.R.I.
Nº13	3.60	1.0204	**1.95**
Nº14	3.67	1.0204	**1.98**
Nº15	3.60	1.0204	**1.95**
	PROMEDIO		**1.96**
	DESVIACION STANDAR		**0.02**

GRÁFICO N°12
I.R.I. SEGÚN MÉTODO
I.R.I.
0.00
1.00
2.00
3.00
4.00
MÉTODOS
ALISADORA
CERCHA
TREN PAVIMENTADOR

CAPÍTULO IX

ANÁLISIS DE COSTOS DE LOS MÉTODOS EVALUADOS EN LA CONFECCIÓN DE HÓRMIGON.

9.- INTRODUCCIÓN.

En este capítulo, se hará un análisis general de costos, de cada método de colocación de hormigón, en donde se tendrá presente, toda la estadística que se obtuvo en los capítulos anteriores y además, toda la información previa a la confección de estos hormigones, tales como los avance reales de cada método, según la experiencia del uso de éstas, a través de la empresa Constructora Vilicic S.A..

Cabe señalar, como se ha indicado en capítulos anteriores, el estudio de costos de la colocación de hormigón, para la comparación de los métodos, está basado principalmente, en que la subrasante, la sub-base y la base de los pavimentos respectivos, están ya realizadas y listas para ser moldeadas, cualquiera que sea el método que se usará para hormigonar.

El análisis se hará en forma tal que considere que todo el personal, tanto el personal calificado y como el no calificado, para cada método de pavimentación, son los que regularmente ejercen este tipo de trabajos.

El análisis de los rendimientos y tipos de maquinarias a utilizar en cada método, fueron efectuadas en base a las estadísticas existentes para cada una de las faenas efectuadas.

9.1.- ANÁLISIS DE COSTO PERSONAL

Para el análisis de costo en cuanto al personal que participa en cada método, se hizo de acuerdo al mencionado en el Capítulo 6.1., en donde se menciona, toda persona calificada y no calificada, de acuerdo a su especialidad.

Dentro de la Mano de Obra se incluyó el personal necesario y mínimo, para que cada uno de los métodos pueda funcionar en forma normal y óptima, de acuerdo con los rendimientos obtenidos en terreno.

En la Tabla N°03 de la página N° 85, se puede ver reflejada la composición de personal que necesita cada método, para llevar a cabo la construcción de pavimentos de hormigón.

De los tres métodos descritos, el método de la alisadora de rodillos es el que refleja el valor mas alto, de mano de obra, por metro lineal de pavimento, asumiendo que lo que se va a construir, es un pavimento de 7,0 mt de ancho, ya que por las características del método de construcción, se tiene que disponer de esa cantidad de mano de obra.

Del análisis de la tabla N°03, página N° 85, podemos obtener el parámetro de la mano de obra, reflejado en un costo de mano de obra por metro lineal, para cada uno de los métodos de pavimentación. Ahora, en el punto siguiente, se analizará el costo de la maquinaria.

9.2.- ANÁLISIS DE COSTOS MAQUINARIAS.

El presente estudio del costo de maquinarias, se basó principalmente, en que los rendimientos de éstas, en cada uno de los métodos son conocidos, debido en forma primordial a que los datos obtenidos, son el fiel reflejo de lo ocurrido en obra, según la experiencia que tiene la empresa Constructora Vilicic S.A.. Además, se debe tener presente, que se tuvo acceso a los datos técnicos de fábrica de cada uno de los equipos, esta situación esta reflejada fielmente en la tabla N°05 de la página N° 87.

De la tabla N° 04, página N° 86, podemos obtener el rendimiento por cada metro lineal de avance de la máquina, suponiendo que se está pavimentando una calle de un ancho de 7,0 mts., para cada método. Según la tabla N°04 B-2, el costo de máquinas para el método de la Alisadora de Rodillo es el valor más alto por metro lineal de avance, pues por las características de la Alisadora de Rodillos, no es posible avanzar demasiado con los equipos que se necesitan para este método.

Con los datos anteriores se procede a construir el Gráfico N°13, página N° 89, donde se ven reflejados los valores para cada método.

Para la construcción de un sistema que nos permita analizar los costos y evaluar cual es la mejor alternativa para pavimentar, hay que tener presente que existe un costo fijo para cada método, que es el costo de traslado y la mantención de cada máquina para cada método de pavimentación.

9.3.- ANÁLISIS COSTO FIJO

El análisis de costo fijo, consiste principalmente en el traslado del equipo a terreno y su vuelta a bodega una vez utilizado. También en este costo, hay un valor de limpieza y mantención del equipo.

Este valor es asumido por un costo que esta analizado, según los antecedentes que se tiene en la Empresa Constructora Vilicic S.A., basado en la experiencia que se tiene en los tres tipos de equipos, y que esta tabulada en la Tabla N°06, página N° 87.

Con los tres antecedentes anteriores, es decir, el costo de mano de obra, el costo de maquinaria y el costo fijo, se puede establecer una relación que permita identificar una ecuación que nos permita en forma aceptable, analizar el costo de pavimentación para calles de distinto largo, teniendo siempre en cuenta que se debe privilegiar el método más conveniente en cuanto a la parte económica y a los costos de oportunidad asociados.

9.4.- RELACIÓN COSTOS

Se puede obtener una relación directa entre costos de mano de obra, costos de maquinarias y costo fijo, con la siguiente ecuación.

Fa = Costo Fijo + K * (Costo Maquinaria + Costo Mano de Obra).

Donde:

K= Distancia avanzada en cada método

Cabe hacer mención que existe un costo que no está en esta relación, que es el costo financiero, ya que es un factor que depende de cada empresa, y además, para el análisis de esta memoria, no es un valor que sea necesario de considerar.

El análisis realizado incluyó el pavimentar calles en un rango de 0 a 1000 metros de largo, considerando intervalos de 100 metros para su evaluación.

La forma específica de evaluación fue el comparar los dos métodos manuales, es decir, el método de Alisadora de Rodillos con la Cercha Vibradora, para luego efectuar la comparación de la Cercha Vibradora con el método del Tren Pavimentador.

9.5.- COMPARACIÓN COSTOS ALISADORA DE RODILLO CON CERCHA VIBRADORA.

La comparación de estos dos métodos se hizo en base a los métodos manuales, de la tabla N°08 y gráfico N°14,de donde se desprenden las siguientes comparaciones.

1.- En la tabla N°07 y N°08, página N°s 87, 88, se observa que el método de la Cercha Vibradora tiene un costo mas bajo que el de la Alisadora de Rodillo, esto se ve reflejado en la gráfica N°14, página N° 90, donde claramente al momento de elegir una forma de pavimentación cuando se poseen los dos tipos de métodos, el equipo de la Cercha vibradora tiene la primera opción de uso.

2.- Al momento de elegir un método y para una opción de compra, un equipo de alisadora de Rodillo es mucho mas económico que un equipo de Cercha Vibradora, por lo tanto hay que tener presente el costo-avance que tiene cada equipo, ya que la cercha vibradora avanza en forma normal un largo de 100 mts. en pistas de distintos anchos, que en este caso analizado, es una pista de 7,0 mts. de ancho, mientras que la Alisadora de Rodillo avanza como máximo un largo de120 mts. lineales, en pistas de hasta 4 mts. de ancho por día.

3.- Los resultados de este estudio reflejan fielmente las evaluaciones preliminares realizadas por la empresa Construçtora Vilicic S.A., justificándose plenamente el haber dejado de usar el método de la Alisadora de Rodillos, debido a que su costo es más alto, y su calidad en cuanto a resultados de resistencias a la compresión, densidades e I.R.I. son inferiores que en el método de la Cercha Vibradora.

9.6.- COMPARACIÓN COSTOS CERCHA VIBRADORA CON TREN PAVIMENTADOR.

El análisis mas general se hará con la comparación de los métodos de cercha vibradora con el del Tren Pavimentador. La comparación esta reflejada en tabla N°08, donde se analiza los distintos tramos que se pueden hacer para los dos métodos. Se analizan, para tramos de 100 metros para el Tren Pavimentador, ya que éste tiene un avance diario de 400 metros lineales (tabla N°05, página N° 87), por lo tanto, para tramos intermedios tiene distintos

costos que se ven reflejado en la tabla N°08 y en los gráficos N°15 y N°16, página N°s 91 y 92.

1.- En el Gráfico N°15, está reflejado los puntos en los cuales el Tren Pavimentador avanza entre los 0 y 500 mts. lineales.

Entre los 0 y 300 mts. lineales claramente se establece que la cercha Vibradora es un método mucho más económico que el tren Pavimentador, debido principalmente, al traslado y al costo de mantención de los equipos.

En los tramos entre 300 y 500 mts. lineales de avance, hay una equiparidad en cuanto a su costo. Cuando el tramo esta cerca de los 400 mts. lineales conviene usar el tren pavimentador, sino hay que analizar bajo otro punto de vista la utilización de uno de los métodos, como es por ejemplo, los costos de permisos por ocupación de calle, si por contrato se necesita que la calle este habilitada en el corto plazo, los costos financieros involucrados, etc..

2.- En el Gráfico N°16, página N° 92, está reflejado los puntos en los cuales el Tren Pavimentador avanza entre los 500 y 1000 mts. lineales.

Analizando y comparando ambos métodos, claramente se establece que a medida que la distancia a pavimentar es mayor, mas económica es la utilización del Tren Pavimentador.

El estudio anterior está basado en que los métodos son aplicables dentro de la ciudad y fuera de ésta, ya que por situaciones reales de pavimentación, se puede dar el caso en que en una avenida de 2000 mts. lineales en una ciudad por ejemplo, y por problemas de tránsito u otro motivo no se puede avanzar mas allá de 100 a 200 mts. por vez, habría que hacer un análisis de tipo económico nuevamente, donde las variables a examinar serían los costos financieros, los permisos de ocupación de calle, si la calle necesita estar habilitada a corto plazo, etc., para poder evaluar y escoger un método de pavimentación.

TABLA Nº 03

A-1 TABLA RELACIÓN ENTRE EL PERSONAL Y MÉTODO EJECUTANTE

MÉTODO / PERSONAL	ALISADORA	CERCHA	TREN P.	C U.F.
CAPATAZ	1	1	1	**1.83**
Mº 1ª PLATACHERO	2	2	1	**0.78**
Mº 2ª PLATACHERO	2	2	1	**0.60**
MEMBRANERO	1	1	2	**0.60**
TOPÓGRAFO	1	1	1	**0.98**
ALARIFE	2	2	3	**0.39**
MOLDEROS	5	4	1	**0.78**
JORNALES	6	5	5	**0.39**
MAESTRO CORTADOR	1	1	2	**0.68**

C= COSTO DÍA DE PERSONAL CON IMPOSICIONES

A-2 TABLA RELACIÓN ENTRE EL PERSONAL Y COSTO DEL MÉTODO

MÉTODO / PERSONAL	ALISADORA	CERCHA	TREN P.
CAPATAZ	1.83	1.83	1.83
Mº 1ª PLATACHERO	1.56	1.56	0.78
Mº 2ª PLATACHERO	1.20	1.20	0.60
MEMBRANERO	0.60	0.60	1.20
TOPÓGRAFO	0.98	0.98	0.98
ALARIFE	0.78	0.78	1.17
MOLDEROS	3.90	3.12	0.78
JORNALES	2.34	1.95	1.95
MAESTRO CORTADOR	0.68	0.68	1.36
COSTO DIA POR MÉTODO EN U.F.	**13.87**	**12.70**	**10.65**
COSTO MTL. POR MÉTODO EN U.F.	**0.231**	**0.127**	**0.027**

TABLA Nº04

B-1 TABLA RELACIÓN ENTRE MAQUINARIA Y MÉTODO EJECUTANTE

MÉTODO / MÁQUINA	ALISADORA	CERCHA	TREN P.	C U.F.
RODILLO C/OPERADOR	1	0	0	**0.29**
CERCHA C/OPERADOR	0	1	0	**0.63**
TREN C/OPERADOR	0	0	1	**7.60**
TRIMMER C/OPERADOR	0	0	1	**3.83**
HORMIGÓN	1	1	1	**2.06**
CAMIONES TOLVAS	1	2	3	**0.77**
RETROEXCAVADORA	1	1.5	1	**0.83**
VIBRADORES	2	2	1	**0.12**
CORTADORA	1	1	2	**0.18**
RODILLO COMPACTOR	1	1	1	**1.06**
ASPENSOR MEMBRANA	1	1	1	**0.12**

C= COSTO HORA MÁQUINA

B-2 TABLA RELACIÓN ENTRE MÁQUINA Y COSTO DEL MÉTODO

MÉTODO / MÁQUINA	ALISADORA	CERCHA	TREN P.
RODILLO C/OPERADOR	0.29	0.00	0.00
CERCHA C/OPERADOR	0.00	0.63	0.00
TREN C/OPERADOR	0.00	0.63	7.60
TRIMMER C/OPERADOR	0.00	0.63	3.83
HORMIGÓN	2.06	0.63	2.06
CAMIONES TOLVAS	0.77	0.63	2.31
RETROEXCAVADORA	0.83	0.63	0.83
VIBRADORES	0.24	0.63	0.12
CORTADORA	0.18	0.63	0.36
RODILLO COMPACTOR	1.06	0.63	1.06
ASPENSOR MEMBRANA	0.12	0.63	0.12
COSTO HORA MÁQUINA POR MÉTODO EN U.F.	**5.55**	**6.3**	**18.29**
COSTO MTL. MÁQUINA POR MÉTODO EN U.F.	**0.74**	**0.50**	**0.37**

TABLA Nº05

ALISADORA DE RODILLO	120 MTS. LINEALES POR DIA EN PISTA DE 3,5MTS.
CERCHA VIBRADORA	100 MTS. LINEALES POR DIA EN PISTA DE 7MTS.
TREN PAVIMENTADOR	400 MTS. LINEALES POR DIA EN PISTA DE 7 MTS.

TABLA Nº06

TRASLADO EQUIPO ALISADORA RODILLO	3,5 U.F. POR TRASLADO
TRASLADO EQUIPO CERCHA VIBRATORIA	4,1 U.F. POR TRASLADO
TRASLADO EQUIPO TREN PAVIMENTADOR	23,6 U.F. POR TRASLADO

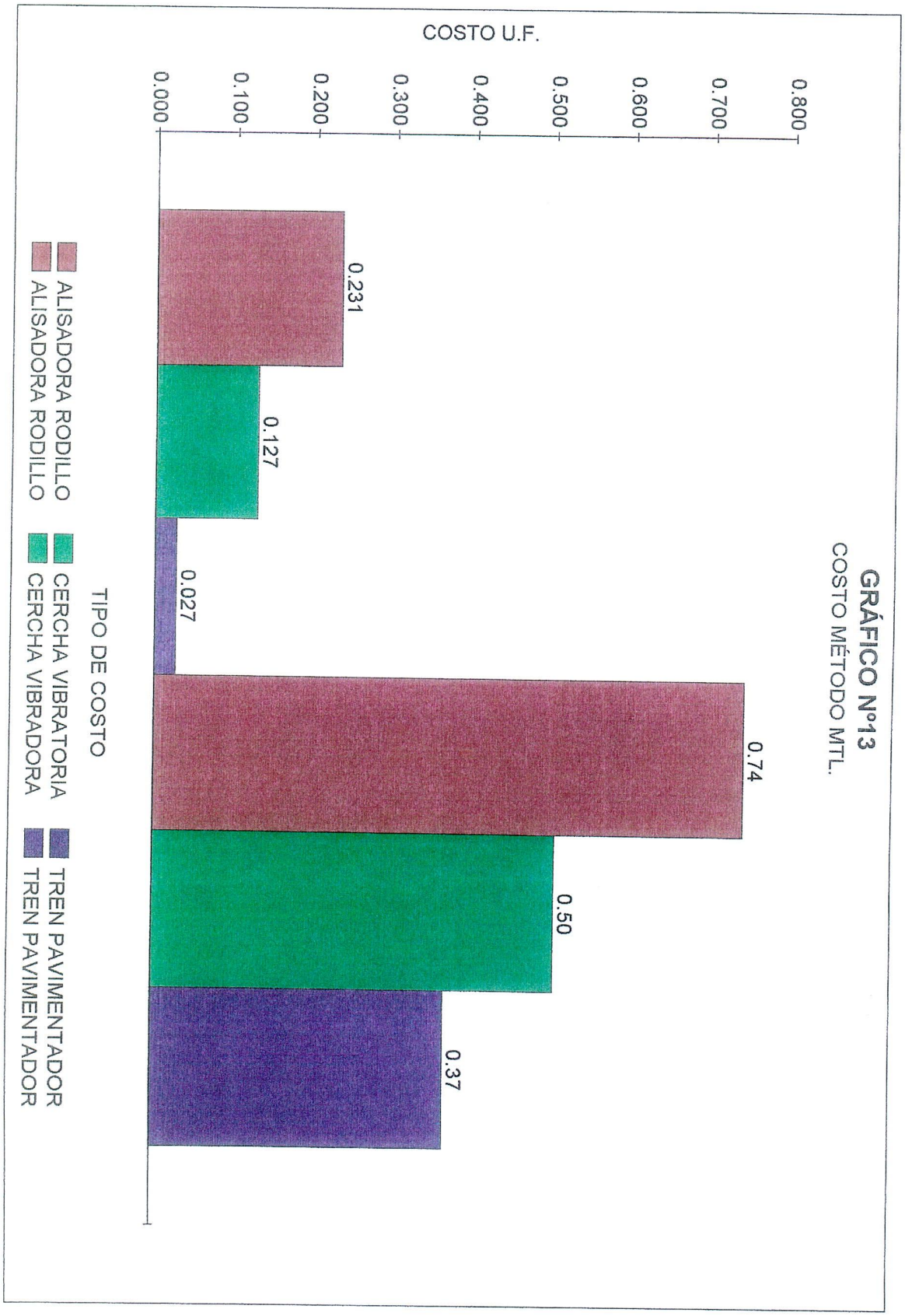
TABLA Nº07

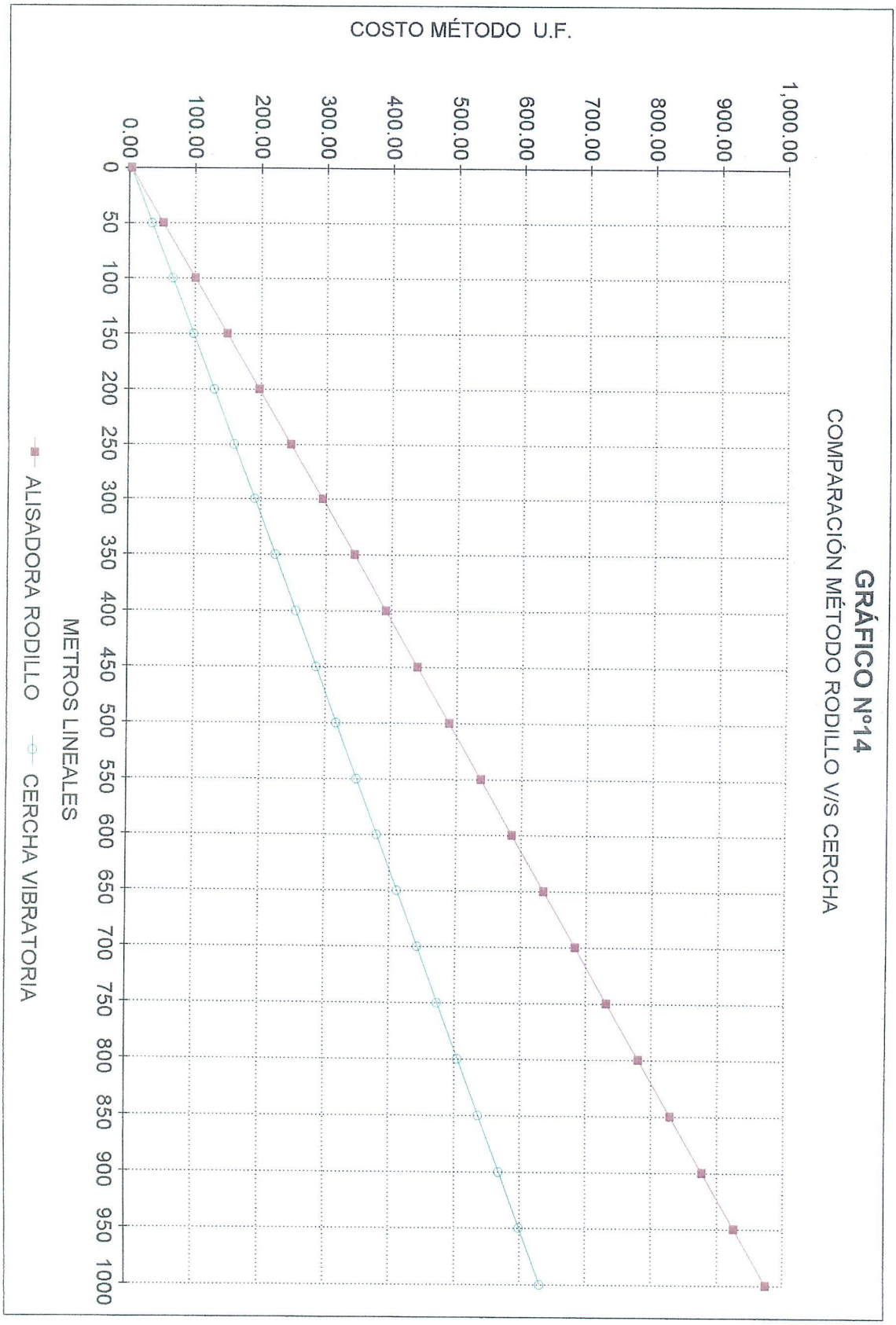
FÓRMULA PARA ALISADORA DE RODILLO	A = 3,5 + K (COSTO MANO DE OBRA + COSTO MÁQUINA)
FÓRMULA PARA CERCHA VIBRADORA	C = 4,1 + K (COSTO MANO DE OBRA + COSTO MÁQUINA)
FÓRMULA PARA TREN PAVIMENTADOR	T = 23,6 + K (COSTO MANO DE OBRA + COSTO MÁQUINA)

TABLA Nº08

Fa = 3,5 + K * (COSTO MAQ.+ COSTO M.O.)
Fc = 4,1 + K * (COSTO MAQ.+ COSTO M.O.)
Ft = 23,6 + K * (COSTO MAQ.+ COSTO M.O.)

	MÉTODO		MÉTODO DEL TREN PAVIMENTADOR, SEGÚN SU AVANCE Y CALCULADO EN BASE A UN TREN DE AVANCE DE 400 MTS. LINEALES POR 7,00 MT DE ANCHO-DÍA									
	ALISADORA	CERCHA	TREN	TREN	TREN	TREN	TREN	TREN	TREN	TREN	TREN	TREN
MTL.		MTL.	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
0	3.50	4.10	23.60	23.60	23.60	23.60	23.60	23.60	23.60	23.60	23.60	23.60
50	52.05	35.45	101.90	62.75	49.85	43.45	39.70	36.50	34.85	33.25	32.20	31.65
100	100.60	66.80	180.20	101.90	76.10	63.30	55.80	49.40	46.10	42.90	40.80	39.70
150	149.15	98.15		141.05	102.35	83.15	71.90	62.30	57.35	52.55	49.40	47.75
200	197.70	129.50		180.20	128.60	103.00	88.00	75.20	68.60	62.20	58.00	55.80
250	246.25	160.85			154.85	122.85	104.10	88.10	79.85	71.85	66.60	63.85
300	294.80	192.20			181.10	142.70	120.20	101.00	91.10	81.50	75.20	71.90
350	343.35	223.55				162.55	136.30	113.90	102.35	91.15	83.80	79.95
400	391.90	254.90				182.40	152.40	126.80	113.60	100.80	92.40	88.00
450	440.45	286.25					230.70	165.95	124.85	120.65	112.25	107.85
500	489.00	317.60					309.00	205.10	151.10	140.50	132.10	127.70
550	537.55	348.95						244.25	177.35	160.35	151.95	147.55
600	586.10	380.30						283.40	203.60	180.20	171.80	167.40
650	634.65	411.65							229.85	200.05	191.65	187.25
700	683.20	443.00							256.10	219.90	211.50	207.10
750	731.75	474.35								239.75	231.35	226.95
800	780.30	505.70								259.60	251.20	246.80
850	828.85	537.05									329.50	285.95
900	877.40	568.40									407.80	325.10
950	925.95	599.75										364.25
1000	974.50	631.10										403.40


GRÁFICO N°13
COSTO MÉTODO MTL.
COSTO U.F.
0.800
0.700
0.600
0.500
0.400
0.300
0.200
0.100
0.000
0.231
0.127
0.027
0.74
0.50
0.37
ALISADORA RODILLO
ALISADORA RODILLO
CERCHA VIBRATORIA
CERCHA VIBRADORA
TREN PAVIMENTADOR
TREN PAVIMENTADOR
TIPO DE COSTO


GRÁFICO Nº14
COMPARACIÓN MÉTODO RODILLO V/S CERCHA
COSTO MÉTODO U.F.
1,000.00
900.00
800.00
700.00
600.00
500.00
400.00
300.00
200.00
100.00
0.00
0 50 100 150 200 250 300 350 400 450 500 550 600 650 700 750 800 850 900 950 1000
METROS LINEALES
ALISADORA RODILLO
CERCHA VIBRATORIA

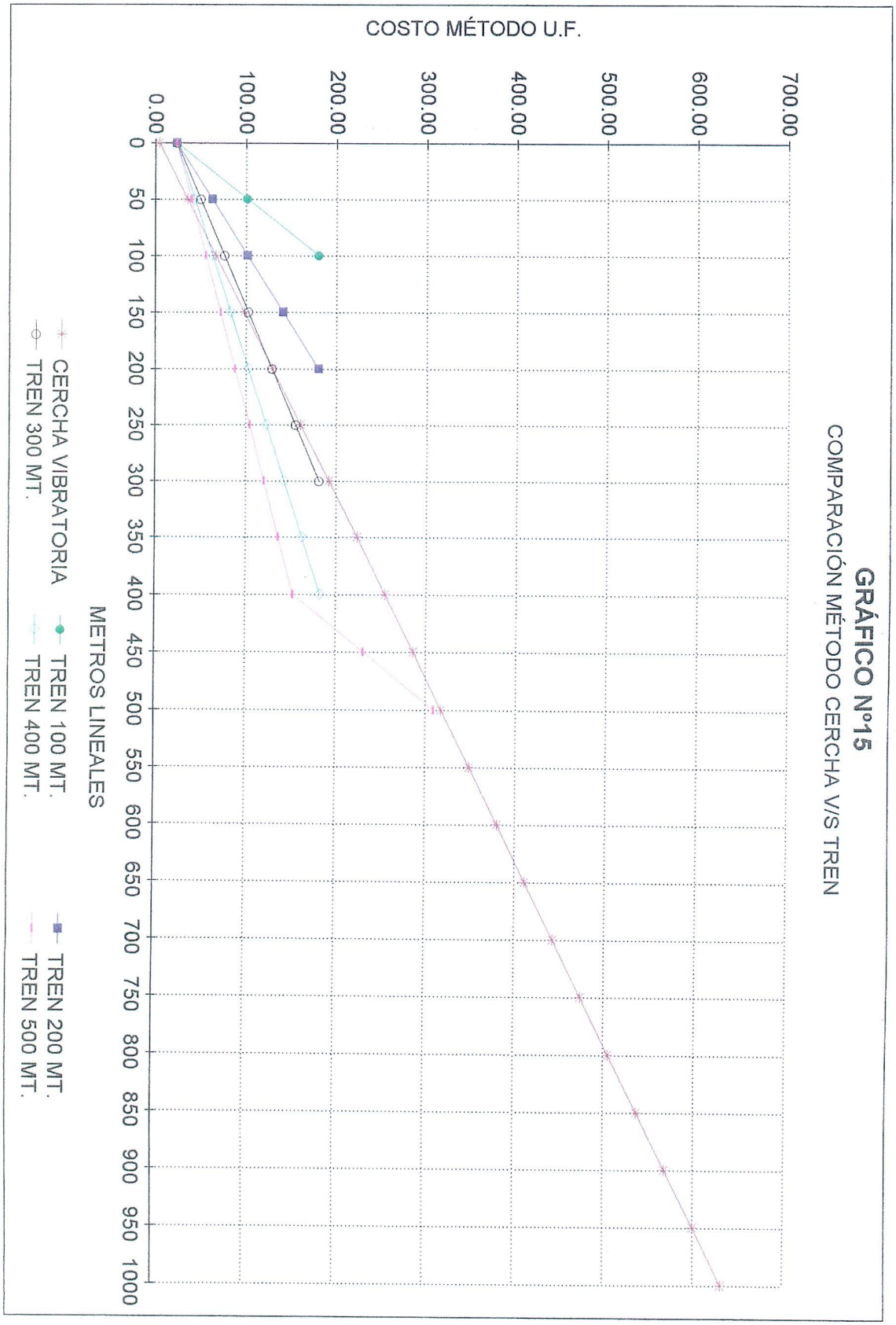

GRÁFICO Nº15
COMPARACIÓN MÉTODO CERCHA V/S TREN
COSTO MÉTODO U.F.
0.00
100.00
200.00
300.00
400.00
500.00
600.00
700.00
0
50
100
150
200
250
300
350
400
450
500
550
600
650
700
750
800
850
900
950
1000
METROS LINEALES
CERCHA VIBRATORIA
TREN 100 MT.
TREN 200 MT.
TREN 300 MT.
TREN 400 MT.
TREN 500 MT.

GRÁFICO N°16

COMPARACIÓN MÉTODO CERCHA V/S TREN

CAPÍTULO X

CONCLUSIONES Y COMENTARIOS FINALES.

10.- INTRODUCCIÓN.

Para las conclusiones finales, se tiene que tomar en cuenta que estos pavimentos fueron hechos en tiempo de Primavera-Verano, ya que tomando en consideración que el Tren Pavimentador, avanza 400 metros lineales en un día, es imposible protegerlo cuando hay temperaturas bajo 5 grados centígrados, que es la recomendación que hace la Norma Chilena N° 170, en sus anexos sobre hormigonado en tiempo frío. Los otros dos métodos, Alisadora de Rodillo y Cercha Vibratoria, pueden ser realizados también en invierno, siempre que se cuente con la protección necesaria para cubrir el pavimento, un vez que se vaya avanzando. En los casos analizados, los hormigones fueron protegidos con mantas térmicas, confeccionadas principalmente con un producto de aislación denominado Fisiterm.

10.1.- CONCLUSIONES Y COMENTARIOS FINALES.

- Como primera conclusión se debe mencionar que como primer objetivo planteado, estaba el buscar una relación que nos permitiera investigar las fortalezas y debilidades de cada método evaluado; esto se logra plenamente si consideramos las funciones F1 y F2, mostradas en la Tabla N°01 de la página N° 60, en los cuales se encuentra una relación entre los métodos que nos permite evaluar su calidad como método de pavimentación, es decir, basados en supuestos importantes tales como la densidad y la resistencia a la compresión, decidir si uno u otro tiene mejor respuesta constructiva.

- Con relación a la introducción, para temperaturas bajo los 5 grados centígrados, los métodos de la alisadora de rodillos o cercha vibradora, son mejores para trabajar en condiciones de clima extremo, ya que por la forma de pavimentar, y en directa relación con lo comentado en el Capítulo IX, el avance con respecto a su costo es lineal, y por lo tanto, se puede detener el avance de la máquina según el poder de cubrimiento que se requiera tapar.

- Como un comentario adicional, se debe mencionar que por las características de los áridos de la zona, no existen grandes yacimientos de arenas finas, las que obligan en gran medida a tener que

sobredosificar la cantidad de cemento. Esta situación es claramente reflejada de los resultados los cuales superan en todos los métodos las especificaciones solicitadas.

Del análisis que se extrae de la tabla N°01 de la página N° 60, se ve que para las resistencias especificadas, 300 kg/cm2 a la compresión y 38 kg/cm2 a la flexotracción, a los 28 días, los resultados en la mayoría de los contratos evaluados, cumple holgadamente.

La situación de las arenas gruesas es un tema que puede complementar el presente trabajo y es uno de los objetivos que pretende cumplir la empresa que facilitó la información para el presente trabajo.

- De los resultados obtenidos, es decir, las resistencias obtenidas son ampliamente mayores que las resistencias solicitadas, se ve la imprescindible necesidad de dotar el sistema de producción de áridos, con una máquina productora de arenas finas, lo cual traerá como consecuencia realizar una etapa posterior al presente análisis, lo cuál contribuirá a obtener una mejora, desde el punta de vista económico en el resultado final del producto.

- De los dos sistemas manuales analizados anteriormente, el método de la cercha vibradora tiene mejores resultados que el equipo de alisadora de rodillos, lo cual se ve reflejado en los índices F1 y F2, de la tabla N°01 de la Página N° 60, en el cual los resultados para la cercha vibradora son menores que para el método de alisadora de rodillo. También esto se puede ver al analizar: las resistencias de compresión de los testigos de hormigón endurecido, donde existe un 5,3% de diferencia entre los métodos. También el menor valor del índice de Rugosidad (I.R.I.), influye en esta apreciación, además que se debe considerar el menor costo de operación final, que se puede ver en el Gráfico N°14 de la página N° 90.

Por estas razones mencionadas, el método de la cercha vibradora lo hace un método más económico y técnicamente mucho más recomendable.

- Otra comentario con respecto del índice I.R.I. es la situación que el tren pavimetador es un método mucho más preciso y confiable, debido principalmente a que dentro de su proceso tecnificado, el factor humano es mucho menos relevante.

- Como comentario adicional, se ratificó por completo la eliminación del uso del equipo de Alisadora de Rodillos, decisión que ya había tomado la Empresa Constructora Vilicic S.A. en el año 2.000.

- Como la conclusión mas importante de este trabajo es que analizado los métodos según sus resultados de resistencias y densidades, se concluye que la vibración en los tres sistemas de colocación de hormigón es la situación de mayor importancia, en relación con la calidad del hormigón colocado, pues a la luz de los resultados, los métodos se diferencian entre sí por la calidad en la compactación.

- Por la conclusión anterior y en vista que en el tren Pavimentador, donde están los mejores resultados de resistencia, densidades y rugosidad, la vibración que ejerce el tren sobre el hormigón es de arrastre, se decidió a partir del año 2000, cambiar la forma de vibrar y hacerlo en esta forma para el método de la cercha vibratoria, teniendo como resultado, una mejora en las resistencias, a partir de realizar esta medida.

- Como un resultado importante del presente estudio, el cual se realizó para una empresa que está inmersa, en un mercado de hormigones altamente competitivo, se puede mencionar que a partir del año 2003, en los hormigones de los distintos contratos de pavimentación urbana, para el Serviu XII° Región, se bajó la cantidad de cemento, disminuyéndose la cantidad de 320 kg-cem/m3 a 315 kg-cem/m3, con muy buenos resultados de resistencias en la actualidad. Se tiene que destacar en la Especificaciones Técnicas que están presentes dentro de los contratos para el Serviu en la XII° Región, se a liberado la dosificación de cemento, primando principalmente las resistencias, las cuales han experimentado un alza, teniendo en la actualidad que cumplir resistencias a la flexotracción a los 28 días de 42 kg/cm2. Como dato adicional se debe establecer que esta pequeña rebaja de 5 kg. de cemento en niveles de pavimentación de 6.000 m3 anuales, pueden significar una economía adicional de más de $3.000.000.

- Otro importante aporte que se puede mencionar, y que tiene relación directa con este trabajo, es que en la empresa Constructora Vilicic S.A., se está realizando la búsqueda de una alternativa de vibración por el sistema de alta frecuencia, para los vibradores portátiles, teniendo en vista varias opciones, siendo lo más probable, la adquisición de un equipo de última generación de fabricación italiana, estimándose que a partir de Enero del año 2.004, se va a estar trabajando con este sistema. Este aporte redundará en que se podrán mejorar las resistencias y densidades, del hormigón endurecido para los métodos manuales, lo que tendrá como consecuencia final la utilización de menos cemento por metro cúbico.

- Otra conclusión es con respecto al costo de pavimentación por metro lineal, en el cual una vez que se establece el sector que se va a pavimentar, hay que resolver el tema de cual método se utilizará. Si el tramo es de menos de 300 metros lineales se sugiere usar la Cercha Vibradora, si el tramo está entre 300 y 500 metros lineales , la idea es analizar las Especificaciones Técnicas del contrato de esa pavimentación y hacer el siguiente análisis: Si las características del terreno permiten que funcione el tren Pavimentador, si la calle necesita entrar en funcionamiento en forma rápida y si se pide una rugosidad baja (menos de 2,0), es claro que el método escogido sería el del Tren Pavimentador. Ahora si la calle no tiene que ser habilitada a corto plazo, y su rugosidad no necesariamente tiene que ser inferior a 2,0, se está claro que el método escogido sería el de la Cercha Vibradora. Esta conclusión es importante ya que hay contratos donde las calles a pavimentar están en plena ciudad donde hay que analizar los costos variables, como son los permisos de cierre de calles, los costos financieros, entre otros, los cuales pueden hacer variar el tipo de método a usar. Cuando el tramo es mayor a 500 metros lineales, y el ancho de la calle así lo permita, el método a usar sería el del Tren Pavimentador, teniendo presente, que como se nombró en la conclusión anterior, hay contratos dentro y fuera de la ciudad. Fuera de la ciudad, no hay problema en usar el Tren Pavimentador, pero dentro de la ciudad hay que tener presente que no siempre se pueden tener bases tan largas preparadas, por lo tanto hay que analizar los costos variables nombrados anteriormente, para ver cual método es el más conveniente.

- Otra importante conclusión, está en el hecho de decidir el método con el cual se deberán pavimentar los contratos venideros por parte de cualquier empresa constructora,

Como primer punto se debe evaluar el monto de los contratos a realizar, si existe o no la presencia de equipos de pavimentación dentro de la misma empresa y cuales son las perspectivas del negocio en el futuro.

Si en la empresa existe un equipo alisador de rodillos, el cual en la actualidad es el equipo más utilizado por las empresas nacionales del rubro, la recomendación primera es que se utilice el método de alisadora de rodillos pero teniendo las precausiones de sus debilidades. De los métodos analizados en el presente trabajo este método resultó ser el peor evaluado, pero no por ello es un mal método de pavimentación.

Si en la empresa no existe un equipo de pavimentación, o bien, se debe realizar la renovación del equipo, el autor del presente trabajo recomienda que se debe realizar la decisión por el equipo del tipo Cercha Vibradora, pues en cuanto a resultados y principalmente a la versatilidad de anchos de pavimentación, puede hacer anchos desde 2,0 metros hasta 12,0 metros con pendiente central de hasta un 3%, resulta en un todo mucho más rentable.

- Otro comentario importante es que en vez de subir las exigencias por dosificación de los hormigones, estas alzas debieran venir por el lado de las resistencias, es decir, subir los requerimientos de la calidad del hormigón.

ANEXO Nº1

CONTRATO N°1: Serviu N°20/1997

NOMBRE CONTRATO: Pavimentación Loteo Chile Barrio, Punta Arenas

MÉTODO: Molde Fijo Alisadora de Rodillos

CEMENTO UTILIZADO: Cemento Melón Extra. Dosif. = 330 Kg-cem./m3

REQUERIMIENTOS DE RESISTENCIA: Compresión 28 días: 300 kg/cm2 Flexotracción 28 días: 38 kg/cm

PLANTA UTILIZADA: ELBA EMC-38

ITEM	HORMIGÓN EN TESTIGOS		HORMIGÓN FRESCO						
	RESISTENCIA	DENSIDAD	RESISTENCIA COMPRESIÓN NORMAL			VIGAS EN FLEXOTRACCIÓN			DENSIDAD
			R-1	R-2	PROMEDIO	F-1	F-2	PROM	PROM
	Kg/cm2	Kg/m3	Kg/cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	Kg/m3
1	303.00	2,372.00	330.00	326.00	328.00	38.00	39.00	38.50	2,358.00
2	332.00	2,422.00	353.00	343.00	348.00	45.00	42.00	43.50	2,428.00
3	307.00	2,373.00	343.00	362.00	352.50	42.00	43.00	42.50	2,427.00
4	320.00	2,352.00	415.00	401.00	408.00	39.00	37.00	38.00	2,456.00
5	327.00	2,368.00	391.00	388.00	389.50				2,383.00
6	291.00	2,322.00							
7									
8									
9									
10									
11									
PROMEDIO		313.33			365.20			40.63	
DESVIACIÓN STANDARD		14.29			29.20			2.41	
DENSIDAD PROMEDIO		2,368.17							2,410.40
PORCENTAJE		4.56%			8.00%			5.93%	

CONTRATO N°2: Privada Ben International Ltda.

NOMBRE CONTRATO: Pavimentación Loteo Villa Las Nieves - Loteo Hindú

MÉTODO: Molde Fijo Alisadora de Rodillos

CEMENTO UTILIZADO: Cemento Melón Extra. Dosif. = 330 Kg-cem./m3

REQUERIMIENTOS DE RESISTENCIA: Compresión 28 días: 300 kg/cm2 Flexotracción 28 días: 38 kg/cm

PLANTA UTILIZADA: ELBA EMC-38

ITEM	HORMIGÓN EN TESTIGOS		HORMIGÓN FRESCO						
	RESISTENCIA	DENSIDAD	RESISTENCIA COMPRESIÓN NORMAL			VIGAS EN FLEXOTRACCIÓN			DENSIDAD
			R-1	R-2	PROMEDIO	F-1	F-2	PROM	PROM
	Kg/cm2	Kg/m3	Kg/cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	Kg/m3
1	385.00	2,378.00	468.00	391.00	429.50	46.00	48.00	47.00	2,386.00
2	349.00	2,356.00	425.00	430.00	427.50	44.00	43.00	43.50	2,375.00
3	451.00	2,402.00	407.00	450.00	428.50	40.00	41.00	40.50	2,393.00
4	363.00	2,343.00	399.00	390.00	394.50	42.00	45.00	43.50	2,407.00
5	331.00	2,348.00	440.00	418.00	429.00	44.00	47.00	45.50	2,430.00
6	384.00	2,363.00	390.00	371.00	380.50	50.00	55.00	52.50	2,387.00
7			376.00	354.00	365.00	47.00	54.00	50.50	2,430.00
8			352.00	385.00	368.50	46.00	54.00	50.00	2,405.00
9			391.00	393.00	392.00	43.00	48.00	45.50	2,394.00
10						44.00	40.00	42.00	
11						50.00	44.00	47.00	
PROMEDIO		377.17			401.67			46.14	
DESVIACIÓN STANDARD		38.05			25.70			3.56	
DENSIDAD PROMEDIO		2,365.00							2,400.78
PORCENTAJE		10.09%			6.40%			7.72%	

CONTRATO N°3 Serviu N°14/1997 G-A

NOMBRE CONTRATO: Pavimentación Participativa Diversas calles Punta Arenas

MÉTODO: Molde Fijo Alisadora de Rodillos

CEMENTO UTILIZADO: Cemento Melón Extra. Dosif. = 325 Kg-cem./m3

REQUERIMIENTOS DE RESISTENCIA: Compresión 28 días: 300 kg/cm2 Flexotracción 28 días: 38 kg/cm

PLANTA UTILIZADA: ELBA EMC-38

ITEM	HORMIGÓN EN TESTIGOS		HORMIGÓN FRESCO						
	RESISTENCIA	DENSIDAD	RESISTENCIA COMPRESIÓN NORMAL			VIGAS EN FLEXOTRACCIÓN			DENSIDAD
			R-1	R-2	PROMEDIO	F-1	F-2	PROM	PROM
	Kg/cm2	Kg/m3	Kg/cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	Kg/m3
1	283.00	2,406.00	392.00	330.00	361.00	45.00	39.00	42.00	2,465.00
2	359.00	2,436.00	364.00	362.00	363.00	45.00	48.00	46.50	2,430.00
3	271.00	2,333.00	369.00	356.00	362.50	50.00	48.00	49.00	2,458.00
4	247.00	2,346.00	329.00	320.00	324.50	44.00	45.00	44.50	2,424.00
5	374.00	2,459.00	379.00	351.00	365.00	40.00	42.00	41.00	2,428.00
6	272.00	2,351.00	342.00	356.00	349.00	47.00	47.00	47.00	2,385.00
7	311.00	2,353.00	321.00	340.00	330.50	48.00	45.00	46.50	2,383.00
8	319.00	2,433.00	360.00	349.00	354.50	44.00	45.00	44.50	2,411.00
9	245.00	2,369.00	334.00	348.00	341.00	43.00	41.00	42.00	2,409.00
10	300.00	2,455.00				42.00	42.00	42.00	
11	345.00	2,346.00				41.00	43.00	42.00	
12	357.00	2,420.00				44.00	44.00	44.00	
13	348.00	2,450.00				39.00	40.00	39.50	
14	359.00	2,472.00				51.00	48.00	49.50	
15	402.00	2,424.00				47.00	43.00	45.00	
16	309.00	2,354.00				48.00	49.00	48.50	
17	362.00	2,413.00							
18	307.00	2,377.00							
19	419.00	2,473.00							
20	343.00	2,363.00							
21	408.00	2,430.00							
22	385.00	2,408.00							
23	381.00	2,415.00							
24	265.00	2,354.00							
25	373.00	2,372.00							
26	370.00	2,407.00							
27	344.00	2,359.00							
28	302.00	2,351.00							
29	357.00	2,413.00							
30									
31									
32									
33									
34									
35									
36									
37									
38									
39									
40									
PROMEDIO		335.07			350.11			44.59	
DESVIACIÓN STANDARD		47.37			14.16			2.94	
DENSIDAD PROMEDIO		2,398.00							2,421.44
PORCENTAJE		14.14%			4.04%			6.59%	

CONTRATO N°4 Serviu N°14/1997 G-B

NOMBRE CONTRATO: Pavimentación Participativa Diversas calles Punta Arenas

MÉTODO: Molde Fijo Alisadora de Rodillos

CEMENTO UTILIZADO: Cemento Melón Extra. Dosif. = 325 Kg-cem./m3

REQUERIMIENTOS DE RESISTENCIA: Compresión 28 días: 300 kg/cm2 Flexotracción 28 días: 38 kg/cm

PLANTA UTILIZADA: ELBA EMC-38

ITEM	HORMIGÓN EN TESTIGOS		HORMIGÓN FRESCO						
	RESISTENCIA	DENSIDAD	RESISTENCIA COMPRESIÓN NORMAL			VIGAS EN FLEXOTRACCIÓN			DENSIDAD
			R-1	R-2	PROMEDIO	F-1	F-2	PROM	PROM
	Kg/cm2	Kg/m3	Kg/cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	Kg/m3
1	405.00	2,414.00	354.00	364.00	359.00	41.00	45.00	43.00	2,415.00
2	393.00	2,427.00	370.00	387.00	378.50	50.00	42.00	46.00	2,410.00
3	363.00	2,399.00	384.00	284.00	334.00	46.00	44.00	45.00	2,419.00
4	370.00	2,357.00	343.00	341.00	342.00	40.00	43.00	41.50	2,395.00
5	368.00	2,407.00	334.00	343.00	338.50	47.00	49.00	48.00	2,420.00
6	401.00	2,401.00	345.00	331.00	338.00	40.00	44.00	42.00	2,425.00
7	306.00	2,317.00	361.00	359.00	360.00	40.00	41.00	40.50	2,400.00
8	370.00	2,386.00	400.00	401.00	400.50	42.00	43.00	42.50	2,440.00
9	428.00	2,459.00	353.00	363.00	358.00	45.00	38.00	41.50	2,475.00
10	415.00	2,469.00	377.00	387.00	382.00	43.00	44.00	43.50	2,403.00
11	421.00	2,417.00				42.00	43.00	42.50	
12	398.00	2,459.00				43.00	45.00	44.00	
13	331.00	2,332.00				44.00	41.00	42.50	
14	361.00	2,435.00				40.00	41.00	40.50	
15	399.00	2,442.00				44.00	43.00	43.50	
16	309.00	2,358.00				39.00	40.00	39.50	
17	382.00	2,453.00				49.00	44.00	46.50	
18	357.00	2,396.00				44.00	41.00	42.50	
19	309.00	2,368.00				45.00	47.00	46.00	
20	366.00	2,440.00				48.00	45.00	46.50	
21									
22									
23									
24									
25									
26									
27									
28									
29									
30									
31									
32									
33									
34									
35									
36									
37									
38									
39									
40									
PROMEDIO		372.60			359.05			43.38	
DESVIACIÓN STANDARD		35.86			21.00			2.25	
DENSIDAD PROMEDIO		2,406.80							2,420.20
PORCENTAJE		9.62%			5.85%			5.19%	

CONTRATO N°5: Serviu N°10/1998

NOMBRE CONTRATO: Pavimentación Participativa Décimo Llamado Punta Arenas

MÉTODO: Molde Fijo Alisadora de Rodillos

CEMENTO UTILIZADO: Cemento Melón Extra. Dosif. = 325 Kg-cem./m3

REQUERIMIENTOS DE RESISTENCIA: Compresión 28 días: 300 kg/cm2 Flexotracción 28 días: 38 kg/cm

PLANTA UTILIZADA: ELBA MC-38

ITEM	HORMIGÓN EN TESTIGOS		HORMIGÓN FRESCO						
	RESISTENCIA	DENSIDAD	RESISTENCIA COMPRESIÓN NORMAL			VIGAS EN FLEXOTRACCIÓN			DENSIDAD
			R-1	R-2	PROMEDIO	F-1	F-2	PROM	PROM
	Kg/cm2	Kg/m3	Kg/cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	Kg/m3
1	371.00	2,391.00	449.00	476.00	462.50	45.00	40.00	42.50	2,505.00
2	359.00	2,374.00	404.00	408.00	406.00	43.00	44.00	43.50	2,478.00
3	365.00	2,371.00	397.00	363.00	380.00	53.00	47.00	50.00	2,472.00
4	436.00	2,402.00	436.00	415.00	425.50	44.00	45.00	44.50	2,490.00
5	325.00	2,324.00	420.00	430.00	425.00	42.00	43.00	42.50	2,511.00
6	433.00	2,444.00	434.00	370.00	402.00	47.00	45.00	46.00	2,429.00
7	382.00	2,402.00	418.00	455.00	436.50	41.00	46.00	43.50	2,458.00
8	338.00	2,318.00	453.00	444.00	448.50	55.00	54.00	54.50	2,460.00
9	399.00	2,369.00	344.00	348.00	346.00	46.00	51.00	48.50	2,426.00
10	452.00	2,412.00	361.00	421.00	391.00	56.00	48.00	52.00	2,350.00
11	399.00	2,387.00	361.00	372.00	366.50	51.00	48.00	49.50	2,405.00
12	424.00	2,462.00	417.00	434.00	425.50	43.00	44.00	43.50	2,452.00
13	383.00	2,412.00	442.00	442.00	442.00	47.00	52.00	49.50	2,408.00
14	409.00	2,424.00	325.00	371.00	348.00	43.00	46.00	44.50	2,464.00
15	355.00	2,381.00	455.00	475.00	465.00	39.00	39.00	39.00	2,478.00
16	433.00	2,408.00	370.00	381.00	375.50	49.00	52.00	50.50	2,414.00
17	388.00	2,406.00	433.00	464.00	448.50	54.00	54.00	54.00	2,404.00
18	442.00	2,422.00	356.00	422.00	389.00	48.00	46.00	47.00	2,456.00
19	375.00	2,371.00	347.00	379.00	363.00	51.00	50.00	50.50	2,462.00
20	400.00	2,399.00	345.00	355.00	350.00	41.00	43.00	42.00	2,410.00
21	343.00	2,343.00	331.00	353.00	342.00	46.00	48.00	47.00	2,316.00
22	362.00	2,372.00	349.00	345.00	347.00	44.00	47.00	45.50	2,381.00
23	305.00	2,301.00	408.00	436.00	422.00	50.00	47.00	48.50	2,431.00
24	334.00	2,331.00	413.00	417.00	415.00	42.00	46.00	44.00	2,468.00
25						47.00	47.00	47.00	
26						42.00	44.00	43.00	
27						45.00	45.00	45.00	
28									
29									
30									
31									
32									
33									
34									
35									
36									
37									
38									
39									
40									
PROMEDIO		383.83			400.92			46.57	
DESVIACIÓN STANDARD		39.28			39.04			3.79	
DENSIDAD PROMEDIO		2,384.42							2,438.67
PORCENTAJE		10.23%			9.74%			8.13%	

CONTRATO N°6: Serviu N°11/1998

NOMBRE CONTRATO: Pavimentación Diversas Calles de Punta Arenas

MÉTODO: Molde Fijo Alisadora de Rodillos

CEMENTO UTILIZADO: Cemento Melón Extra. Dosif. = 325 Kg-cem./m3

REQUERIMIENTOS DE RESISTENCIA: Compresión 28 días: 300 kg/cm2 Flexotracción 28 días: 38 kg/cm

PLANTA UTILIZADA: ELBA EMC-38

ITEM	HORMIGÓN EN TESTIGOS		HORMIGÓN FRESCO						
	RESISTENCIA	DENSIDAD	RESISTENCIA COMPRESIÓN NORMAL			VIGAS EN FLEXOTRACCIÓN			DENSIDAD
			R-1	R-2	PROMEDIO	F-1	F-2	PROM	PROM
	Kg/cm2	Kg/m3	Kg/cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	Kg/m3
1	368.00	2,368.00	463.00	440.00	451.50	45.00	47.00	46.00	2,463.00
2	402.00	2,398.00	456.00	423.00	439.50	54.00	53.00	53.50	2,472.00
3	342.00	2,352.00	476.00	465.00	470.50	46.00	43.00	44.50	2,418.00
4	425.00	2,406.00	388.00	400.00	394.00	43.00	45.00	44.00	2,432.00
5	334.00	2,328.00	382.00	396.00	389.00	47.00	48.00	47.50	2,398.00
6	375.00	2,401.00	401.00	425.00	413.00	44.00	46.00	45.00	2,462.00
7	306.00	2,340.00				52.00	50.00	51.00	
8	358.00	2,366.00				53.00	57.00	55.00	
9	364.00	2,369.00				48.00	49.00	48.50	
10	341.00	2,371.00				46.00	46.00	46.00	
11	373.00	2,387.00				46.00	50.00	48.00	
12	380.00	2,398.00				45.00	51.00	48.00	
13	422.00	2,412.00				43.00	43.00	43.00	
14	355.00	2,362.00							
15	439.00	2,421.00							
16									
17									
18									
19									
20									
21									
22									
23									
24									
25									
26									
27									
28									
29									
30									
31									
32									
33									
34									
35									
36									
37									
38									
39									
40									
PROMEDIO		372.27			426.25			47.69	
DESVIACIÓN STANDARD		35.59			29.93			3.48	
DENSIDAD PROMEDIO		2,378.60							2,440.83
PORCENTAJE		9.56%			7.02%			7.30%	

CONTRATO N°7: Serviu N°02/1999

NOMBRE CONTRATO: Pavimentación Avenida Costanera 21 de Mayo, Punta Arenas.

MÉTODO: Cercha Vibradora Alta Frecuencia

CEMENTO UTILIZADO: Cemento Melón Extra. Dosif. = 325 Kg-cem./m3

REQUERIMIENTOS DE RESISTENCIA: Compresión 28 días: 300 kg/cm2 Flexotracción 28 días: 38 kg/cm

PLANTA UTILIZADA: ELBA EMC-38

ITEM	HORMIGÓN EN TESTIGOS		HORMIGÓN FRESCO						
	RESISTENCIA	DENSIDAD	RESISTENCIA COMPRESIÓN NORMAL			VIGAS EN FLEXOTRACCIÓN			DENSIDAD
			R-1	R-2	PROMEDIO	F-1	F-2	PROM	PROM
	Kg/cm2	Kg/m3	Kg/cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	Kg/m3
1	369.00	2,474.00	449.00	476.00	462.50	45.00	47.00	46.00	2,479.00
2	321.00	2,479.00	504.00	490.00	497.00	45.00	47.00	46.00	2,468.00
3	379.00	2,465.00	397.00	397.00	397.00	50.00	48.00	49.00	2,462.00
4	433.00	2,406.00	436.00	415.00	425.50	38.00	41.00	39.50	2,406.00
5	427.00	2,449.00	470.00	462.00	466.00	41.00	45.00	43.00	2,438.00
6	375.00	2,413.00	434.00	434.00	434.00	41.00	39.00	40.00	2,456.00
7	381.00	2,430.00	418.00	455.00	436.50	51.00	47.00	49.00	2,402.00
8	454.00	2,449.00	453.00	444.00	448.50	52.00	50.00	51.00	2,478.00
9	335.00	2,309.00	358.00	363.00	360.50	44.00	48.00	46.00	2,421.00
10	433.00	2,442.00	389.00	421.00	405.00	51.00	52.00	51.50	2,467.00
11	353.00	2,380.00	389.00	372.00	380.50	49.00	47.00	48.00	2,398.00
12	406.00	2,408.00	417.00	434.00	425.50	47.00	39.00	43.00	2,378.00
13	321.00	2,432.00	442.00	442.00	442.00	45.00	44.00	44.50	2,456.00
14	336.00	2,433.00	378.00	371.00	374.50	50.00	46.00	48.00	2,458.00
15	409.00	2,429.00	475.00	455.00	465.00	40.00	43.00	41.50	2,390.00
16	344.00	2,355.00	370.00	381.00	375.50	48.00	47.00	47.50	2,385.00
17	487.00	2,472.00	433.00	464.00	448.50	42.00	44.00	43.00	2,415.00
18	455.00	2,490.00	422.00	422.00	422.00	47.00	52.00	49.50	2,444.00
19	288.00	2,285.00	379.00	379.00	379.00	52.00	47.00	49.50	2,431.00
20	402.00	2,474.00	345.00	355.00	350.00	47.00	44.00	45.50	2,445.00
21	424.00	2,454.00	379.00	387.00	383.00	44.00	45.00	44.50	2,435.00
22	441.00	2,439.00	357.00	362.00	359.50	50.00	53.00	51.50	2,496.00
23	331.00	2,344.00	408.00	436.00	422.00	47.00	42.00	44.50	2,456.00
24	371.00	2,424.00				47.00	48.00	47.50	
25	414.00	2,455.00				44.00	45.00	44.50	
26	367.00	2,359.00				43.00	43.00	43.00	
27	419.00	2,436.00				44.00	45.00	44.50	
28	339.00	2,376.00				44.00	45.00	44.50	
29	408.00	2,429.00				54.00	53.00	53.50	
30	398.00	2,349.00				48.00	51.00	49.50	
31	406.00	2,385.00				44.00	47.00	45.50	
32	411.00	2,368.00				44.00	44.00	44.00	
33	429.00	2,427.00				51.00	47.00	49.00	
34	412.00	2,400.00				49.00	58.00	53.50	
35	349.00	2,342.00				51.00	48.00	49.50	
36	322.00	2,346.00				48.00	53.00	50.50	
37	358.00	2,353.00				52.00	45.00	48.50	
38	393.00	2,420.00				48.00	47.00	47.50	
39	412.00	2,380.00				40.00	36.00	38.00	
40	385.00	2,359.00				50.00	49.00	49.50	
41	412.00	2,407.00				42.00	42.00	42.00	
42	473.00	2,457.00				43.00	43.00	43.00	
43	471.00	2,415.00				41.00	46.00	43.50	
44	433.00	2,403.00				48.00	45.00	46.50	

45	307.00	2,288.00				47.00	49.00	48.00	
46	315.00	2,336.00				43.00	45.00	44.00	
47	398.00	2,378.00				46.00	47.00	46.50	
48	386.00	2,416.00				49.00	46.00	47.50	
49	418.00	2,431.00				49.00	45.00	47.00	
50	444.00	2,414.00				48.00	49.00	48.50	
51	338.00	2,330.00				45.00	45.00	45.00	
52	371.00	2,358.00				55.00	51.00	53.00	
53	415.00	2,427.00				52.00	51.00	51.50	
54	444.00	2,426.00				44.00	45.00	44.50	
55	438.00	2,417.00				46.00	52.00	49.00	
56	291.00	2,303.00				44.00	43.00	43.50	
57	305.00	2,351.00				47.00	46.00	46.50	
58	346.00	2,426.00				43.00	39.00	41.00	
59	329.00	2,367.00				47.00	51.00	49.00	
60	378.00	2,431.00				36.00	40.00	38.00	
61	366.00	2,394.00				50.00	46.00	48.00	
62	411.00	2,453.00				46.00	38.00	42.00	
63	305.00	2,429.00				39.00	46.00	42.50	
64	531.00	2,463.00				43.00	51.00	47.00	
65	362.00	2,321.00				47.00	49.00	48.00	
66	444.00	2,348.00				46.00	49.00	47.50	
67	327.00	2,426.00				43.00	55.00	49.00	
68	313.00	2,433.00				44.00	42.00	43.00	
69	449.00	2,443.00				44.00	44.00	44.00	
70	458.00	2,439.00				38.00	38.00	38.00	
71	293.00	2,312.00				43.00	43.00	43.00	
72	432.00	2,406.00				41.00	44.00	42.50	
73	467.00	2,409.00				44.00	44.00	44.00	
74	346.00	2,317.00				47.00	43.00	45.00	
75	329.00	2,310.00				49.00	50.00	49.50	
76	391.00	2,429.00				44.00	42.00	43.00	
77	382.00	2,413.00				49.00	47.00	48.00	
78	419.00	2,462.00				48.00	44.00	46.00	
79	412.00	2,415.00				43.00	48.00	45.50	
80	382.00	2,403.00				42.00	36.00	39.00	
81	419.00	2,457.00				52.00	51.00	51.50	
82						46.00	39.00	42.50	
83						43.00	43.00	43.00	
84						47.00	46.00	46.50	
85						53.00	51.00	52.00	
86						52.00	52.00	52.00	
87						50.00	50.00	50.00	
88						51.00	49.00	50.00	
89						42.00	40.00	41.00	
90									
PROMEDIO		**388.23**			**415.63**			**46.12**	
DESVIACIÓN STANDARD		**51.56**			**39.34**			**3.66**	
DENSIDAD PROMEDIO		**2,402.25**							**2,437.57**
PORCENTAJE		**13.28%**			**9.47%**			**7.95%**	

CONTRATO N°8: Serviu N°09/1999

NOMBRE CONTRATO: Pavimentación Participativa Décimo Llamado Punta Arenas

MÉTODO: Cercha Vibradora Alta Frecuencia

CEMENTO UTILIZADO: Cemento Melón Extra. Dosif. = 320 Kg-cem./m3

REQUERIMIENTOS DE RESISTENCIA: Compresión 28 días: 300 kg/cm2 Flexotracción 28 días: 38 kg/cm

PLANTA UTILIZADA: ELBA EMC-38

ITEM	HORMIGÓN EN TESTIGOS		HORMIGÓN FRESCO						
	RESISTENCIA	DENSIDAD	RESISTENCIA COMPRESIÓN NORMAL			VIGAS EN FLEXOTRACCIÓN			DENSIDAD
			R-1	R-2	PROMEDIO	F-1	F-2	PROM	PROM
	Kg/cm2	Kg/m3	Kg/cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	Kg/m3
1	272.00	2,375.00	396.00	365.00	380.50	44.00	46.00	45.00	2,428.00
2	313.00	2,427.00	346.00	363.00	354.50	42.00	41.00	41.50	2,500.00
3	339.00	2,357.00	324.00	328.00	326.00	47.00	54.00	50.50	2,401.00
4	260.00	2,324.00	332.00	342.00	337.00	40.00	46.00	43.00	2,392.00
5	297.00	2,440.00	317.00	329.00	323.00	42.00	43.00	42.50	2,405.00
6	386.00	2,479.00	383.00	351.00	367.00	50.00	45.00	47.50	2,380.00
7	309.00	2,332.00	282.00	298.00	290.00	50.00	44.00	47.00	2,367.00
8	275.00	2,335.00	366.00	376.00	371.00	48.00	49.00	48.50	2,397.00
9	273.00	2,311.00	342.00	361.00	351.50	49.00	50.00	49.50	2,408.00
10	326.00	2,356.00				54.00	49.00	51.50	
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									
22									
23									
24									
25									
26									
27									
28									
29									
30									
31									
32									
33									
34									
35									
36									
37									
38									
39									
40									
PROMEDIO		305.00			344.50			46.65	
DESVIACIÓN STANDARD		36.52			26.84			3.32	
DENSIDAD PROMEDIO		2,373.60							2,408.67
PORCENTAJE		11.98%			7.79%			7.13%	

CONTRATO N°9: Serviu N°08/2.000, Grupo "A"

NOMBRE CONTRATO: Pavimentación Calles Card. Samoré, Angamos y F. Errázuriz, Punta Arenas

MÉTODO: Cercha Vibradora Alta Frecuencia

CEMENTO UTILIZADO: Cemento Melón Extra. Dosif. = 325 Kg-cem./m3

REQUERIMIENTOS DE RESISTENCIA: Compresión 28 días: 300 kg/cm2 Flexotracción 28 días: 38 kg/cm

PLANTA UTILIZADA: ELBA EMC-38

ITEM	HORMIGÓN EN TESTIGOS		HORMIGÓN FRESCO						
	RESISTENCIA	DENSIDAD	RESISTENCIA COMPRESIÓN NORMAL			VIGAS EN FLEXOTRACCIÓN			DENSIDAD
			R-1	R-2	PROMEDIO	F-1	F-2	PROM	PROM
	Kg/cm2	Kg/m3	Kg/cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	Kg/m3
1	352.00	2,341.00	432.00	453.00	442.50	41.00	40.00	40.50	2,480.00
2	344.00	2,404.00	369.00	380.00	374.50	52.00	49.00	50.50	2,430.00
3	445.00	2,455.00	403.00	424.00	413.50	49.00	49.00	49.00	2,426.00
4	326.00	2,337.00	387.00	401.00	394.00	46.00	45.00	45.50	2,435.00
5	373.00	2,432.00	372.00	406.00	389.00	50.00	50.00	50.00	2,458.00
6	400.00	2,443.00	434.00	422.00	428.00	47.00	49.00	48.00	2,435.00
7	401.00	2,441.00	379.00	387.00	383.00	50.00	48.00	49.00	2,408.00
8	382.00	2,364.00	412.00	424.00	418.00	42.00	45.00	43.50	2,462.00
9	357.00	2,393.00				47.00	49.00	48.00	
10	376.00	2,365.00				49.00	50.00	49.50	
11	419.00	2,426.00				50.00	50.00	50.00	
12	403.00	2,446.00				51.00	51.00	51.00	
13	394.00	2,429.00				53.00	53.00	53.00	
14	432.00	2,464.00				49.00	46.00	47.50	
15	378.00	2,458.00				53.00	52.00	52.50	
16	403.00	2,457.00				47.00	47.00	47.00	
17	414.00	2,400.00				48.00	48.00	48.00	
18	378.00	2,430.00				51.00	51.00	51.00	
19	394.00	2,446.00				46.00	47.00	46.50	
20	368.00	2,426.00				52.00	47.00	49.50	
21	295.00	2,395.00				50.00	51.00	50.50	
22	376.00	2,480.00				49.00	48.00	48.50	
23	401.00	2,484.00				47.00	49.00	48.00	
24	346.00	2,479.00				47.00	46.00	46.50	
25						47.00	46.00	46.50	
26						49.00	49.00	49.00	
27						49.00	53.00	51.00	
28									
29									
30									
31									
32									
33									
34									
35									
36									
37									
38									
39									
40									
PROMEDIO		381.54			405.31			48.50	
DESVIACIÓN STANDARD		33.18			22.27			2.61	
DENSIDAD PROMEDIO		2,424.79							2,441.75
PORCENTAJE		8.70%			5.49%			5.39%	

CONTRATO N°10: Serviu N°08/2.000, Grupo "B"

NOMBRE CONTRATO: Pavimentación Calles Av. República, C. Guzman, C. Videla, Punta Arenas.

MÉTODO: Cercha Vibradora Alta Frecuencia

CEMENTO UTILIZADO: Cemento Melón Extra. Dosif. = 325 Kg-cem./m3

REQUERIMIENTOS DE RESISTENCIA: Compresión 28 días: 300 kg/cm2 Flexotracción 28 días: 38 kg/cm

PLANTA UTILIZADA: ELBA EMC-38

ITEM	HORMIGÓN EN TESTIGOS		HORMIGÓN FRESCO						
	RESISTENCIA	DENSIDAD	RESISTENCIA COMPRESIÓN NORMAL			VIGAS EN FLEXOTRACCIÓN			DENSIDAD
			R-1	R-2	PROMEDIO	F-1	F-2	PROM	PROM
	Kg/cm2	Kg/m3	Kg/cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	Kg/m3
1	439.00	2,426.00	383.00	359.00	371.00	51.00	51.00	51.00	2,420.00
2	416.00	2,428.00	386.00	437.00	411.50	50.00	54.00	52.00	2,460.00
3	395.00	2,413.00	385.00	365.00	375.00	51.00	54.00	52.50	2,449.00
4	343.00	2,315.00	439.00	439.00	439.00	50.00	51.00	50.50	2,397.00
5	444.00	2,499.00	382.00	387.00	384.50	47.00	49.00	48.00	2,442.00
6	495.00	2,498.00	404.00	399.00	401.50	51.00	50.00	50.50	2,462.00
7	441.00	2,444.00				49.00	50.00	49.50	
8	392.00	2,423.00				50.00	50.00	50.00	
9	394.00	2,437.00				49.00	50.00	49.50	
10	410.00	2,449.00				54.00	51.00	52.50	
11	373.00	2,385.00				52.00	51.00	51.50	
12	430.00	2,459.00				57.00	55.00	56.00	
13	379.00	2,455.00				51.00	51.00	51.00	
14	392.00	2,432.00				50.00	50.00	50.00	
15	293.00	2,302.00				51.00	47.00	49.00	
16	277.00	2,306.00				50.00	54.00	52.00	
17	362.00	2,354.00				50.00	49.00	49.50	
18						45.00	44.00	44.50	
19						38.00	37.00	37.50	
20						45.00	47.00	46.00	
21									
22									
23									
24									
25									
26									
27									
28									
29									
30									
31									
32									
33									
34									
35									
36									
37									
38									
39									
40									
PROMEDIO		392.65			397.08			49.65	
DESVIACIÓN STANDARD		52.65			23.49			3.65	
DENSIDAD PROMEDIO		2,413.24							2,438.33
PORCENTAJE		13.41%			5.92%			7.36%	

CONTRATO N°11: Serviu N°10/2.001

NOMBRE CONTRATO: Pavimentación Participativa, 10° Llamado Punta Arenas.

MÉTODO: Cercha Vibradora Alta Frecuencia

CEMENTO UTILIZADO: Cemento Melón Extra. Dosif. = 325 Kg-cem./m3

REQUERIMIENTOS DE RESISTENCIA: Compresión 28 días: 300 kg/cm2 Flexotracción 28 días: 38 kg/cm

PLANTA UTILIZADA: ELBA EMC-38

ITEM	HORMIGÓN EN TESTIGOS		HORMIGÓN FRESCO						
	RESISTENCIA	DENSIDAD	RESISTENCIA COMPRESIÓN NORMAL			VIGAS EN FLEXOTRACCIÓN			DENSIDAD
			R-1	R-2	PROMEDIO	F-1	F-2	PROM	PROM
	Kg/cm2	Kg/m3	Kg/cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	Kg/m3
1	346.00	2,401.00	413.00	411.00	412.00	46.00	45.00	45.50	2,404.00
2	354.00	2,416.00	391.00	403.00	421.00	43.00	40.00	41.50	2,444.00
3	406.00	2,440.00	382.00	370.00	376.00	40.00	41.00	40.50	2,415.00
4	390.00	2,349.00	362.00	356.00	359.00	43.00	43.00	43.00	2,414.00
5	374.00	2,464.00	415.00	410.00	412.50	42.00	39.00	40.50	2,385.00
6	385.00	2,417.00	473.00	428.00	450.50	56.00	52.00	54.00	2,462.00
7	498.00	2,361.00	409.00	379.00	394.00	43.00	39.00	41.00	2,409.00
8	389.00	2,468.00	393.00	398.00	395.50	41.00	40.00	40.50	2,405.00
9	425.00	2,448.00	442.00	442.00	442.00	39.00	43.00	41.00	2,406.00
10	312.00	2,376.00	358.00	368.00	363.00	41.00	45.00	43.00	2,418.00
11	348.00	2,398.00	402.00	419.00	410.50	53.00	50.00	51.50	2,458.00
12	449.00	2,443.00	391.00	398.00	394.50	42.00	41.00	41.50	2,425.00
13	463.00	2,425.00	467.00	461.00	464.00	40.00	41.00	40.50	2,438.00
14	393.00	2,451.00	426.00	421.00	423.50	40.00	40.00	40.00	2,415.00
15	412.00	2,463.00				48.00	53.00	50.50	
16	401.00	2,418.00				43.00	39.00	41.00	
17	360.00	2,439.00				43.00	42.00	42.50	
18	383.00	2,452.00				41.00	40.00	40.50	
19	386.00	2,405.00				39.00	42.00	40.50	
20	421.00	2,420.00				41.00	43.00	42.00	
21	413.00	2,467.00				40.00	43.00	41.50	
22	411.00	2,464.00				49.00	49.00	49.00	
23						46.00	46.00	46.00	
24						53.00	54.00	53.50	
25						44.00	39.00	41.50	
26						42.00	43.00	42.50	
27						42.00	41.00	41.50	
28						44.00	43.00	43.50	
29						52.00	52.00	52.00	
30						48.00	47.00	47.50	
31						40.00	42.00	41.00	
32						46.00	47.00	46.50	
33						45.00	46.00	45.50	
34						46.00	44.00	45.00	
35						41.00	42.00	41.50	
36						43.00	39.00	41.00	
37						43.00	41.00	42.00	
38						43.00	43.00	43.00	
39						42.00	42.00	42.00	
40						42.00	42.00	42.00	
PROMEDIO		**396.32**			**408.43**			**43.73**	
DESVIACIÓN STANDARD		**40.42**			**29.92**			**3.87**	
DENSIDAD PROMEDIO		**2,426.59**							**2,421.29**
PORCENTAJE		**10.20%**			**7.33%**			**8.85%**	

CONTRATO N°12: Serviu N°5/2.002

NOMBRE CONTRATO: Pavimentación Participativa, calles Canal beagle, Av. Colón, J. González

MÉTODO: Cercha Vibradora Alta Frecuencia

CEMENTO UTILIZADO: Cemento Melón Extra. Dosif. = 320 Kg-cem./m3

REQUERIMIENTOS DE RESISTENCIA: Compresión 28 días: 300 kg/cm2 Flexotracción 28 días: 38 kg/cm

PLANTA UTILIZADA: ELBA EMC-38

ITEM	HORMIGÓN EN TESTIGOS		HORMIGÓN FRESCO						
	RESISTENCIA	DENSIDAD	RESISTENCIA COMPRESIÓN NORMAL			VIGAS EN FLEXOTRACCIÓN			DENSIDAD
			R-1	R-2	PROMEDIO	F-1	F-2	PROM	PROM
	Kg/cm2	Kg/m3	Kg/cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	Kg/m3
1	428.00	2,430.00	456.00	441.00	448.50	48.00	52.00	50.00	2,463.00
2	369.00	2,382.00	498.00	478.00	488.00	48.00	45.00	46.50	2,453.00
3	426.00	2,324.00	442.00	455.00	448.50	42.00	43.00	42.50	2,393.00
4	419.00	2,355.00	393.00	393.00	393.00	46.00	46.00	46.00	2,460.00
5	380.00	2,315.00	447.00	437.00	442.00	44.00	43.00	43.50	2,346.00
6	398.00	2,440.00	376.00	379.00	377.50	43.00	45.00	44.00	2,394.00
7	422.00	2,361.00	427.00	426.00	426.50	51.00	53.00	52.00	2,458.00
8	439.00	2,425.00	410.00	406.00	408.00	45.00	51.00	48.00	2,398.00
9	412.00	2,358.00	414.00	416.00	415.00	48.00	50.00	49.00	2,432.00
10	411.00	2,429.00	460.00	460.00	460.00	49.00	47.00	48.00	2,422.00
11	391.00	2,442.00	448.00	457.00	452.50	45.00	43.00	44.00	2,457.00
12	406.00	2,389.00	440.00	439.00	439.50	44.00	43.00	43.50	2,399.00
13	406.00	2,453.00	431.00	431.00	431.00	47.00	47.00	47.00	2,417.00
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									
22									
23									
24									
25									
26									
27									
28									
29									
30									
31									
32									
33									
34									
35									
36									
37									
38									
39									
40									
PROMEDIO		**408.23**			**433.08**			**46.46**	
DESVIACIÓN STANDARD		**19.07**			**28.30**			**2.78**	
DENSIDAD PROMEDIO		**2,392.54**							**2,422.46**
PORCENTAJE		**4.67%**			**6.54%**			**5.98%**	

CONTRATO N°13: Serviu N°15/2001

NOMBRE CONTRATO: Pavimentación Calle Enrique Abello

MÉTODO: Tren Pavimentador Wirtgen 850

CEMENTO UTILIZADO: Cemento Melón Extra. Dosif. = 320 Kg-cem./m3

REQUERIMIENTOS DE RESISTENCIA: Compresión 28 días: 300 kg/cm2 Flexotracción 28 días: 38 kg/cm

PLANTA UTILIZADA: ELBA EMC-105 Automática

ITEM	HORMIGÓN EN TESTIGOS		HORMIGÓN FRESCO						
	RESISTENCIA	DENSIDAD	RESISTENCIA COMPRESIÓN NORMAL			VIGAS EN FLEXOTRACCIÓN			DENSIDAD
			R-1	R-2	PROMEDIO	F-1	F-2	PROM	PROM
	Kg/cm2	Kg/m3	Kg/cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	Kg/m3
1	445.00	2,469.00	414.00	409.00	411.50	48.00	49.00	48.50	2,416.00
2	459.00	2,449.00	404.00	410.00	407.00	51.00	51.00	51.00	2,448.00
3	472.00	2,421.00	377.00	382.00	379.50	51.00	53.00	52.00	2,447.00
4	380.00	2,389.00	425.00	398.00	411.50	49.00	50.00	49.50	2,439.00
5	461.00	2,420.00	399.00	389.00	394.00	52.00	53.00	52.50	2,452.00
6	412.00	2,433.00	375.00	401.00	388.00	53.00	53.00	53.00	2,426.00
7	476.00	2,442.00	418.00	401.00	409.50	52.00	53.00	52.50	2,468.00
8	478.00	2,445.00	383.00	398.00	390.50	39.00	45.00	42.00	2,486.00
9	488.00	2,432.00	382.00	397.00	389.50	50.00	50.00	50.00	2,447.00
10	495.00	2,442.00	432.00	428.00	430.00	36.00	48.00	42.00	2,436.00
11	430.00	2,416.00	443.00	443.00	443.00	54.00	53.00	53.50	2,430.00
12	433.00	2,388.00	492.00	493.00	492.50	43.00	43.00	43.00	2,444.00
13	453.00	2,434.00	412.00	402.00	407.00	37.00	43.00	40.00	2,446.00
14	437.00	2,414.00	499.00	502.00	500.50	44.00	44.00	44.00	2,462.00
15	430.00	2,353.00	474.00	468.00	471.00	58.00	58.00	58.00	2,453.00
16	458.00	2,453.00	486.00	497.00	491.50	52.00	53.00	52.50	2,421.00
17	439.00	2,458.00	495.00	500.00	497.50	50.00	50.00	50.00	2,423.00
18	428.00	2,422.00	488.00	487.00	487.50	43.00	45.00	44.00	2,416.00
19	442.00	2,441.00	357.00	358.00	357.50	40.00	41.00	40.50	2,432.00
20	390.00	2,400.00	460.00	458.00	459.00	50.00	51.00	50.50	2,295.00
21	393.00	2,387.00	411.00	413.00	412.00	58.00	59.00	58.50	2,358.00
22	390.00	2,405.00	402.00	402.00	402.00	49.00	49.00	49.00	2,356.00
23	389.00	2,407.00	398.00	402.00	400.00	49.00	49.00	49.00	2,425.00
24	460.00	2,448.00	464.00	464.00	464.00	51.00	51.00	51.00	2,386.00
25	398.00	2,385.00	426.00	435.00	430.50	58.00	57.00	57.50	2,421.00
26	419.00	2,425.00	408.00	400.00	404.00	49.00	50.00	49.50	2,352.00
27	413.00	2,408.00	399.00	392.00	395.50	50.00	50.00	50.00	2,338.00
28	386.00	2,376.00	447.00	456.00	451.50	54.00	52.00	53.00	2,408.00
29	386.00	2,442.00	456.00	453.00	454.50	52.00	51.00	51.50	2,405.00
30	390.00	2,342.00	409.00	407.00	408.00	56.00	57.00	56.50	2,401.00
31						57.00	58.00	57.50	
32									
33									
34									
35									
36									
37									
38									
39									
40									
PROMEDIO		431.00			428.00			51.73	
DESVIACIÓN STANDARD		33.79			39.11			4.95	
DENSIDAD PROMEDIO		2,418.20							2,417.90
PORCENTAJE		7.84%			9.14%			9.57%	

CONTRATO N°14: Serviu N°19/2001

NOMBRE CONTRATO: Pavimentación Diversas calles de la Ciudad de Porvenir

MÉTODO: Tren Pavimentador Wirtgen SP 850

CEMENTO UTILIZADO: Cemento Melón Extra. Dosif. = 320 Kg-cem./m3

REQUERIMIENTOS DE RESISTENCIA: Compresión 28 días: 300 kg/cm2 Flexotracción 28 días: 38 kg/cm

PLANTA UTILIZADA: ELBA EMC-105 Automática

ITEM	HORMIGÓN EN TESTIGOS		HORMIGÓN FRESCO						
	RESISTENCIA	DENSIDAD	RESISTENCIA COMPRESIÓN NORMAL			VIGAS EN FLEXOTRACCIÓN			DENSIDAD
			R-1	R-2	PROMEDIO	F-1	F-2	PROM	PROM
	Kg/cm2	Kg/m3	Kg/cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	Kg/m3
1	504.00	2,490.00	497.00	483.00	490.00	48.00	49.00	48.50	2,486.00
2	492.00	2,473.00	483.00	478.00	480.50	51.00	51.00	51.00	2,458.00
3	490.00	2,461.00	431.00	410.00	420.50	51.00	53.00	52.00	2,483.00
4	493.00	2,498.00	466.00	468.00	467.00	49.00	50.00	49.50	2,500.00
5	452.00	2,465.00	454.00	453.00	453.50	52.00	53.00	52.50	2,474.00
6	488.00	2,474.00	486.00	482.00	484.00	53.00	53.00	53.00	2,487.00
7	463.00	2,472.00	469.00	462.00	465.50	52.00	53.00	52.50	2,486.00
8	499.00	2,494.00	463.00	480.00	471.50	44.00	45.00	44.50	2,480.00
9	466.00	2,459.00	461.00	463.00	462.00	50.00	50.00	50.00	2,427.00
10	409.00	2,413.00	429.00	424.00	426.50	45.00	48.00	46.50	2,491.00
11	408.00	2,415.00	361.00	354.00	357.50	54.00	53.00	53.50	2,422.00
12	494.00	2,494.00	359.00	344.00	351.50	43.00	43.00	43.00	2,348.00
13	401.00	2,467.00	440.00	432.00	436.00	44.00	43.00	43.50	2,367.00
14	441.00	2,441.00	398.00	397.00	397.50	44.00	44.00	44.00	2,420.00
15	440.00	2,501.00	400.00	410.00	405.00	58.00	58.00	58.00	2,497.00
16	485.00	2,502.00	455.00	455.00	455.00	52.00	53.00	52.50	2,496.00
17	445.00	2,501.00	450.00	450.00	450.00	50.00	50.00	50.00	2,505.00
18	456.00	2,501.00	450.00	440.00	445.00	43.00	45.00	44.00	2,494.00
19	459.00	2,508.00	491.00	490.00	490.50	40.00	41.00	40.50	2,533.00
20	474.00	2,499.00	410.00	410.00	410.00	50.00	51.00	50.50	2,497.00
21	397.00	2,491.00	460.00	470.00	465.00	58.00	59.00	58.50	2,515.00
22	450.00	2,498.00	440.00	430.00	435.00	59.00	59.00	59.00	2,453.00
23	459.00	2,464.00	450.00	460.00	455.00	49.00	49.00	49.00	2,496.00
24	385.00	2,461.00	443.00	440.00	441.50	51.00	51.00	51.00	2,393.00
25	430.00	2,463.00	450.00	460.00	455.00	53.00	57.00	55.00	2,459.00
26	395.00	2,481.00	404.00	403.00	403.50	49.00	50.00	49.50	2,446.00
27	422.00	2,469.00	400.00	412.00	406.00	50.00	50.00	50.00	2,485.00
28	390.00	2,488.00	424.00	427.00	425.50	54.00	51.00	53.00	2,519.00
29	500.00	2,495.00	430.00	440.00	435.00	52.00	51.00	51.50	2,464.00
30	379.00	2,481.00	450.00	470.00	460.00	56.00	57.00	56.50	2,475.00
31	498.00	2,502.00	470.00	470.00	470.00	57.00	58.00	57.50	2,519.00
32	440.00	2,472.00	470.00	490.00	480.00	52.00	53.00	52.50	2,507.00
33	437.00	2,480.00	482.00	480.00	481.00	54.00	59.00	56.50	2,498.00
34	403.00	2,478.00	470.00	480.00	475.00	54.00	53.00	53.50	2,496.00
35	438.00	2,470.00	450.00	440.00	445.00	54.00	51.00	52.50	2,493.00
36	458.00	2,485.00	480.00	490.00	485.00	57.00	57.00	57.00	2,485.00
37	468.00	2,477.00	402.00	409.00	405.50	53.00	53.00	53.00	2,495.00
38	389.00	2,485.00	471.00	490.00	480.50	48.00	50.00	49.00	2,471.00
39	440.00	2,406.00	460.00	450.00	455.00	50.00	51.00	50.50	2,458.00
40	403.00	2,489.00	339.00	361.00	350.00	44.00	43.00	43.50	2,397.00
41	425.00	2,283.00	394.00	371.00	382.50	49.00	42.00	45.50	2,379.00
42	464.00	2,399.00	359.00	344.00	351.50	43.00	43.00	43.00	2,345.00
43	394.00	2,526.00	482.00	496.00	489.00	53.00	54.00	53.50	2,481.00
44	516.00	2,492.00	492.00	499.00	495.50	53.00	53.00	53.00	2,487.00

45	405.00	2,427.00	484.00	483.00	483.50	45.00	45.00	45.00	2,490.00
46	460.00	2,501.00	458.00	454.00	456.00	55.00	53.00	54.00	2,480.00
47	442.00	2,480.00	458.00	470.00	464.00	53.00	54.00	53.50	2,509.00
48	428.00	2,493.00	429.00	427.00	428.00	55.00	57.00	56.00	2,490.00
49	475.00	2,497.00	461.00	464.00	462.50	52.00	51.00	51.50	2,495.00
50	458.00	2,511.00	447.00	461.00	454.00	47.00	48.00	47.50	2,495.00
51	463.00	2,507.00	435.00	435.00	435.00	50.00	49.00	49.50	2,510.00
52	533.00	2,507.00	437.00	431.00	434.00	51.00	52.00	51.50	2,505.00
53	502.00	2,504.00	363.00	362.00	362.50	44.00	48.00	46.00	2,370.00
54	452.00	2,479.00	367.00	371.00	369.00	49.00	51.00	50.00	2,325.00
55	502.00	2,479.00	356.00	341.00	348.50	49.00	50.00	49.50	2,364.00
56	407.00	2,449.00	358.00	338.00	348.00	41.00	42.00	41.50	2,329.00
57	448.00	2,495.00	374.00	367.00	370.50	51.00	51.00	51.00	2,494.00
58	446.00	2,496.00	387.00	384.00	385.50	52.00	53.00	52.50	2,486.00
59	457.00	2,486.00	375.00	375.00	375.00	57.00	58.00	57.50	2,499.00
60	398.00	2,358.00	366.00	367.00	366.50	42.00	43.00	42.50	2,486.00
61	409.00	2,403.00	372.00	368.00	370.00	52.00	52.00	52.00	2,498.00
62	497.00	2,343.00	479.00	474.00	476.50	51.00	50.00	50.50	2,456.00
63	486.00	2,443.00	385.00	453.00	419.00	44.00	47.00	45.50	2,308.00
64	477.00	2,436.00	457.00	491.00	474.00	50.00	53.00	51.50	2,472.00
65	503.00	2,475.00	357.00	360.00	358.50	41.00	47.00	44.00	2,355.00
66	443.00	2,358.00	368.00	355.00	361.50	52.00	50.00	51.00	2,410.00
67									
68									
69									
70									
71									
72									
73									
74									
75									
76									
77									
78									
79									
80									
81									
82									
83									
84									
85									
86									
87									
88									
89									
90									
PROMEDIO		450.45			431.03			50.40	
DESVIACIÓN STANDARD		37.67			45.21			4.47	
DENSIDAD PROMEDIO		2,468.03							2,460.50
PORCENTAJE		8.36%			10.49%			8.87%	

CONTRATO N°15: Serviu T.D. N°01/2.001

NOMBRE CONTRATO: Pavimentación Av. Eduardo Frei M.

MÉTODO: Tren Pavimentador Wirtgen SP 850

CEMENTO UTILIZADO: Cemento Melón Extra. Dosif. = 320 Kg-cem./m3

REQUERIMIENTOS DE RESISTENCIA: Compresión 28 días: 300 kg/cm2 Flexotracción 28 días: 38 kg/cm

PLANTA UTILIZADA: ELBA EMC-105 Automática

ITEM	HORMIGÓN EN TESTIGOS		HORMIGÓN FRESCO						
	RESISTENCIA	DENSIDAD	RESISTENCIA COMPRESIÓN NORMAL			VIGAS EN FLEXOTRACCIÓN			DENSIDAD
			R-1	R-2	PROMEDIO	F-1	F-2	PROM	PROM
	Kg/cm2	Kg/m3	Kg/cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	Kg/m3
1	417.00	2,445.00	461.00	460.00	460.50	51.00	53.00	52.00	2,456.00
2	471.00	2,400.00	452.00	460.00	456.00	50.00	50.00	50.00	2,436.00
3	414.00	2,407.00	466.00	466.00	466.00	49.00	43.00	46.00	2,447.00
4	520.00	2,460.00	482.00	472.00	477.00	47.00	49.00	48.00	2,438.00
5	435.00	2,422.00	463.00	453.00	458.00	49.00	47.00	48.00	2,433.00
6	512.00	2,452.00	464.00	454.00	459.00	52.00	47.00	49.50	2,424.00
7	427.00	2,418.00	408.00	408.00	408.00	47.00	50.00	48.50	2,421.00
8	493.00	2,443.00	485.00	475.00	480.00	46.00	48.00	47.00	2,438.00
9	499.00	2,428.00	479.00	475.00	477.00	48.00	48.00	48.00	2,437.00
10	472.00	2,426.00	480.00	485.00	482.50	42.00	42.00	42.00	2,457.00
11	422.00	2,423.00	469.00	462.00	465.50	50.00	50.00	50.00	2,455.00
12	471.00	2,424.00	491.00	501.00	496.00	48.00	48.00	48.00	2,465.00
13	455.00	2,433.00	498.00	495.00	496.50	50.00	50.00	50.00	2,432.00
14	460.00	2,411.00	460.00	469.00	464.50	47.00	47.00	47.00	2,458.00
15	476.00	2,420.00	446.00	446.00	446.00	49.00	47.00	48.00	2,389.00
16	467.00	2,443.00	416.00	410.00	413.00	47.00	48.00	47.50	2,457.00
17	425.00	2,427.00	420.00	413.00	416.50	43.00	44.00	43.50	2,352.00
18	434.00	2,438.00	451.00	454.00	452.50	43.00	43.00	43.00	2,382.00
19	475.00	2,441.00	369.00	361.00	365.00	44.00	45.00	44.50	2,428.00
20	437.00	2,406.00	476.00	481.00	478.50	45.00	46.00	45.50	2,494.00
21	445.00	2,472.00	458.00	448.00	453.00	40.00	40.00	40.00	2,383.00
22	454.00	2,463.00	483.00	491.00	487.00	48.00	49.00	48.50	2,424.00
23	484.00	2,433.00				48.00	44.00	46.00	
24	429.00	2,430.00				49.00	54.00	51.50	
25									
26									
27									
28									
29									
30									
31									
32									
33									
34									
35									
36									
37									
38									
39									
40									
PROMEDIO		458.08			457.18			47.17	
DESVIACIÓN STANDARD		29.66			31.08			2.89	
DENSIDAD PROMEDIO		2,431.88							2,432.09
PORCENTAJE		6.48%			6.80%			6.13%	

ANEXO Nº2

7.3.1.- MÉTODO ALISADORA DE RODILLO

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
2	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
3	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
4	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
5	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
6	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
7	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
8	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
9	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
10	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

PERFILÓMETRO DE MERLIN

CONTRATO Nº3

CALLE GENERAL MEDINA

TRAMO: **200 MTS.**

FECHA: **AGOSTO DE 2003**

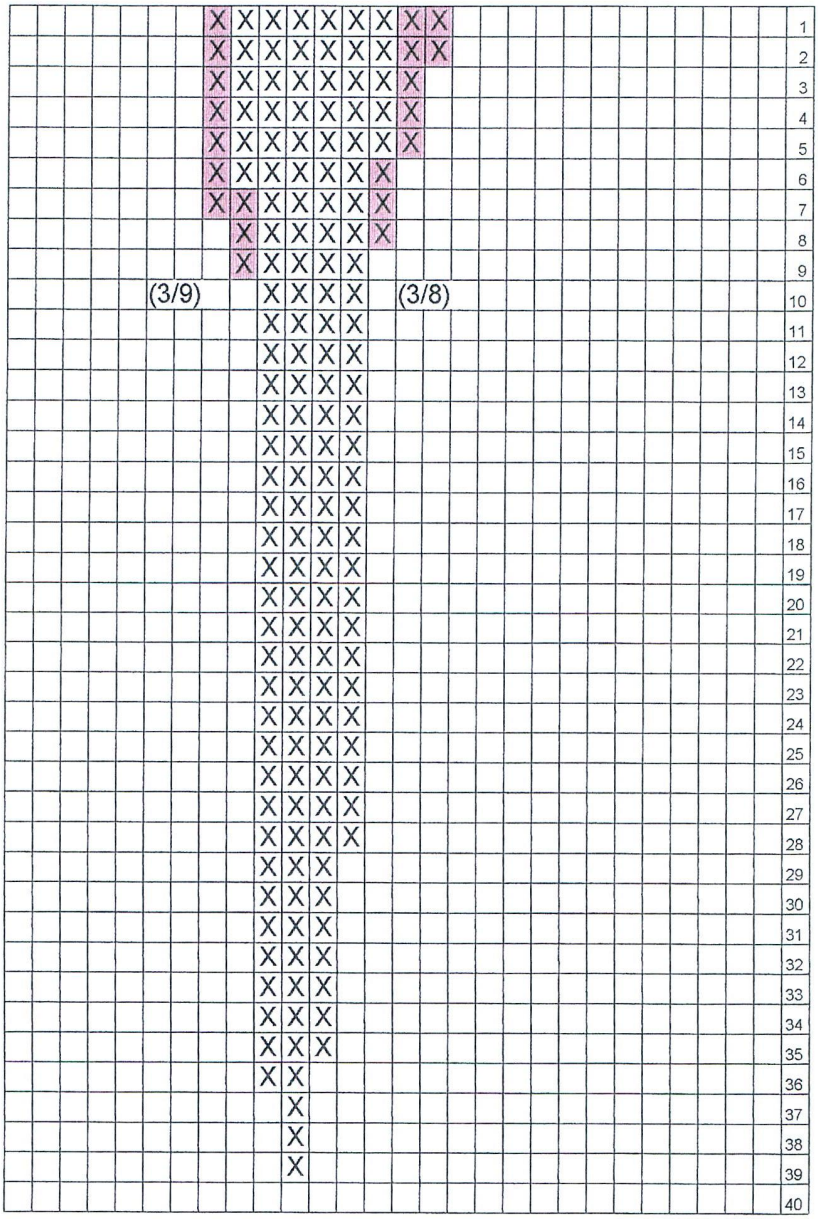
Dº: **49**

I.R.I.=0,53*D*(50/Dº) = 3,40

D=7-3/9-3/8=

D=6,29

I.R.I.=3,40



MÉTODO ALISADORA DE RODILLO

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
2	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
3	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
4	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
5	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
6	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
7	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
8	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
9	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
10	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

PERFILÓMETRO DE MERLIN

CONTRATO Nº4

CALLE TENIENTE SERRANO

TRAMO: **200 MTS.**

FECHA: **AGOSTO DE 2003**

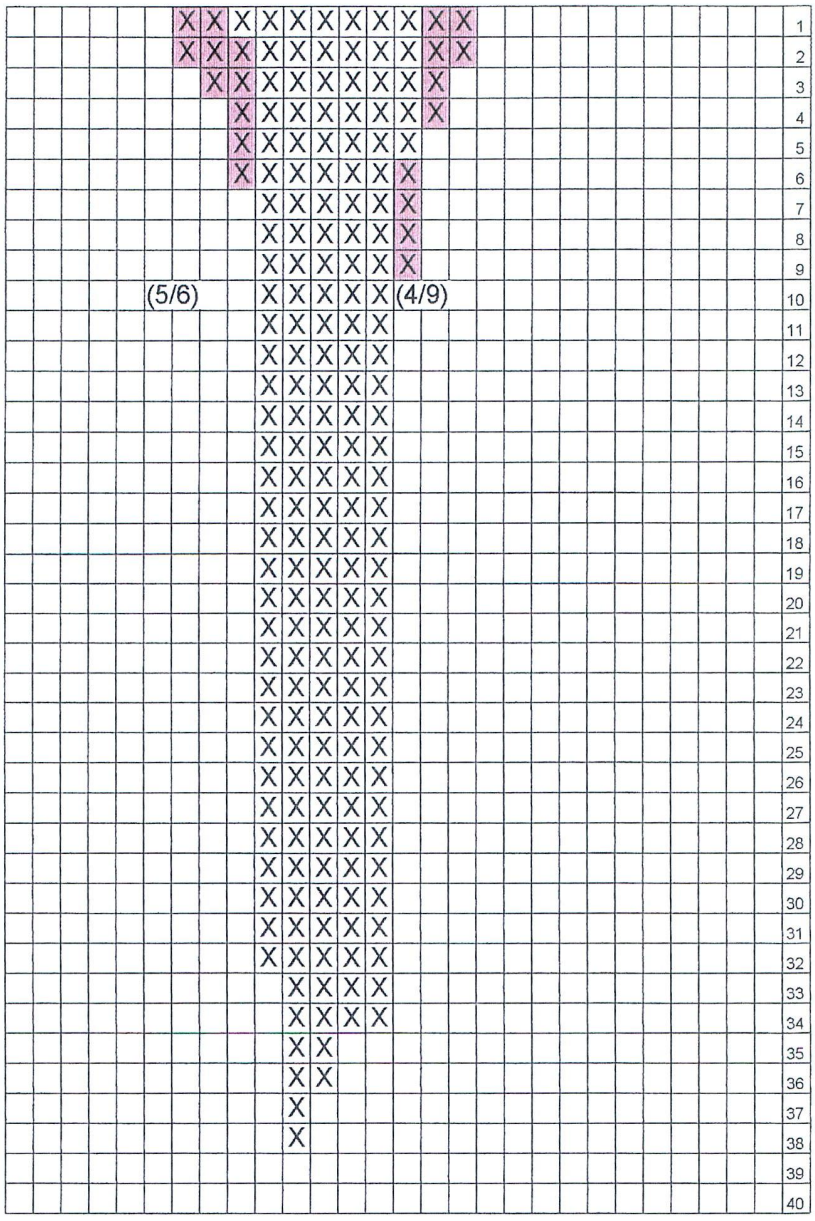
Dº: **49**

I.R.I.=0,53*D*(50/Dº) = 3,09

D=7-5/6-4/9=

D= 5,72

I.R.I.= 3,09



MÉTODO ALISADORA DE RODILLO

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
2	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
3	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
4	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
5	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
6	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
7	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
8	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
9	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
10	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

PERFILÓMETRO DE MERLIN

CONTRATO Nº5

CALLE OTTO MAGGENS

TRAMO: **200 MTS.**

FECHA: **AGOSTO DE 2003**

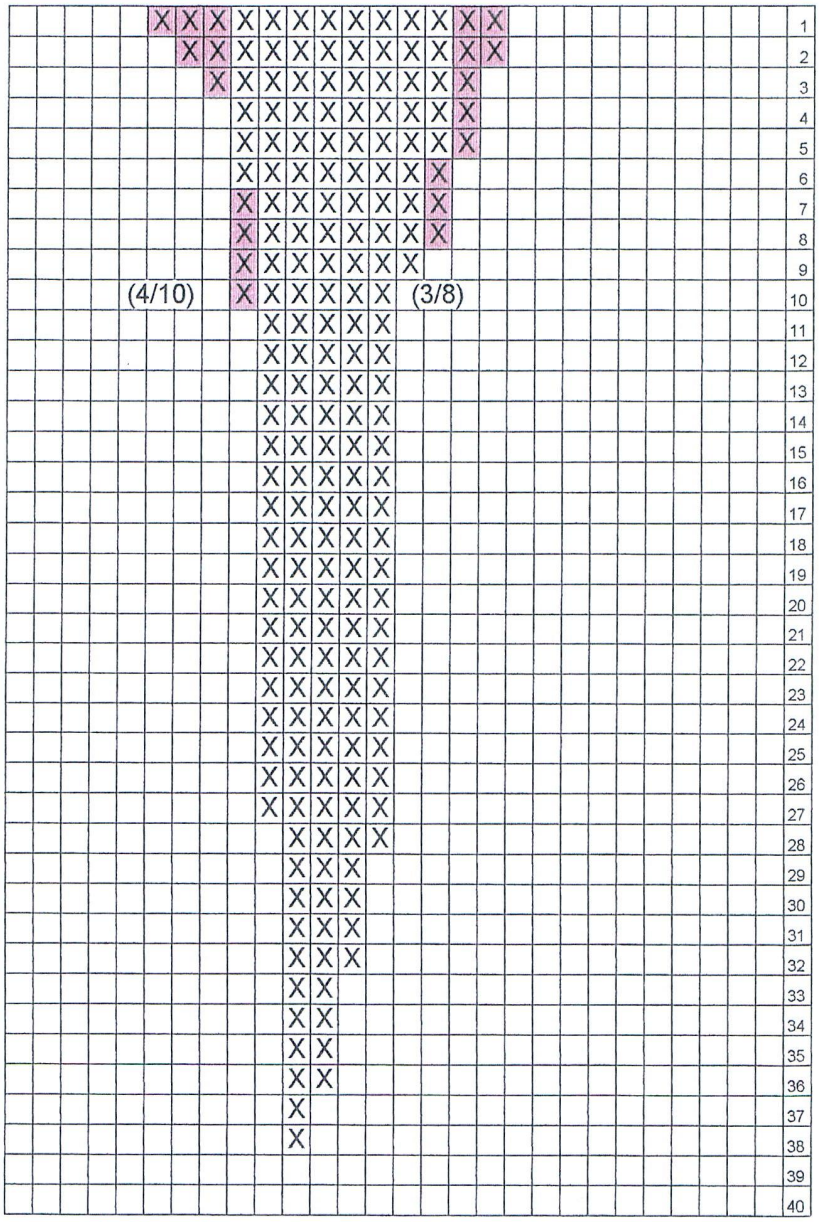
Dº: **49**

I.R.I.=0,53*D*(50/Dº) = 3,91

D=8-4/10-3/8=

D= 7,23

I.R.I.= 3,91



7.3.2.- MÉTODO CERCHA VIBRATORIA

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
2	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
3	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
4	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
5	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
6	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
7	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
8	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
9	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
10	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

PERFILÓMETRO DE MERLIN

CONTRATO Nº7

AVENIDA 21 DE MAYO

TRAMO: **200 MTS.**

FECHA: **AGOSTO DE 2003**

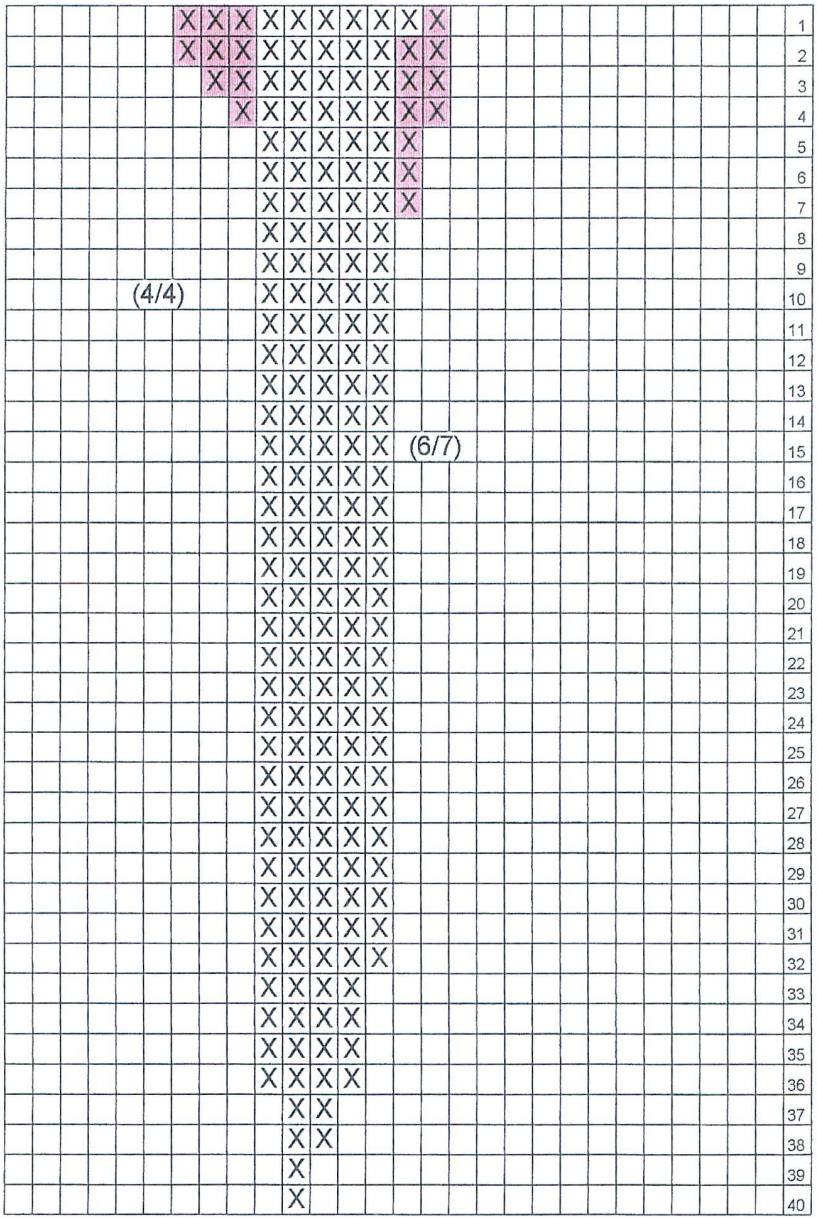
Dº: **49**

I.R.I.=0,53*D*(50/Dº) = 2,78

D=7-4/4-6/7=

D= 5,14

I.R.I.= 2,78



MÉTODO CERCHA VIBRATORIA

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
2	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
3	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
4	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
5	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
6	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
7	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
8	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
9	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
10	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

PERFILÓMETRO DE MERLIN

CONTRATO Nº9

CALLE FRANCISCO ERRAZURIZ

TRAMO: **200 MTS.**

FECHA: **AGOSTO DE 2003**

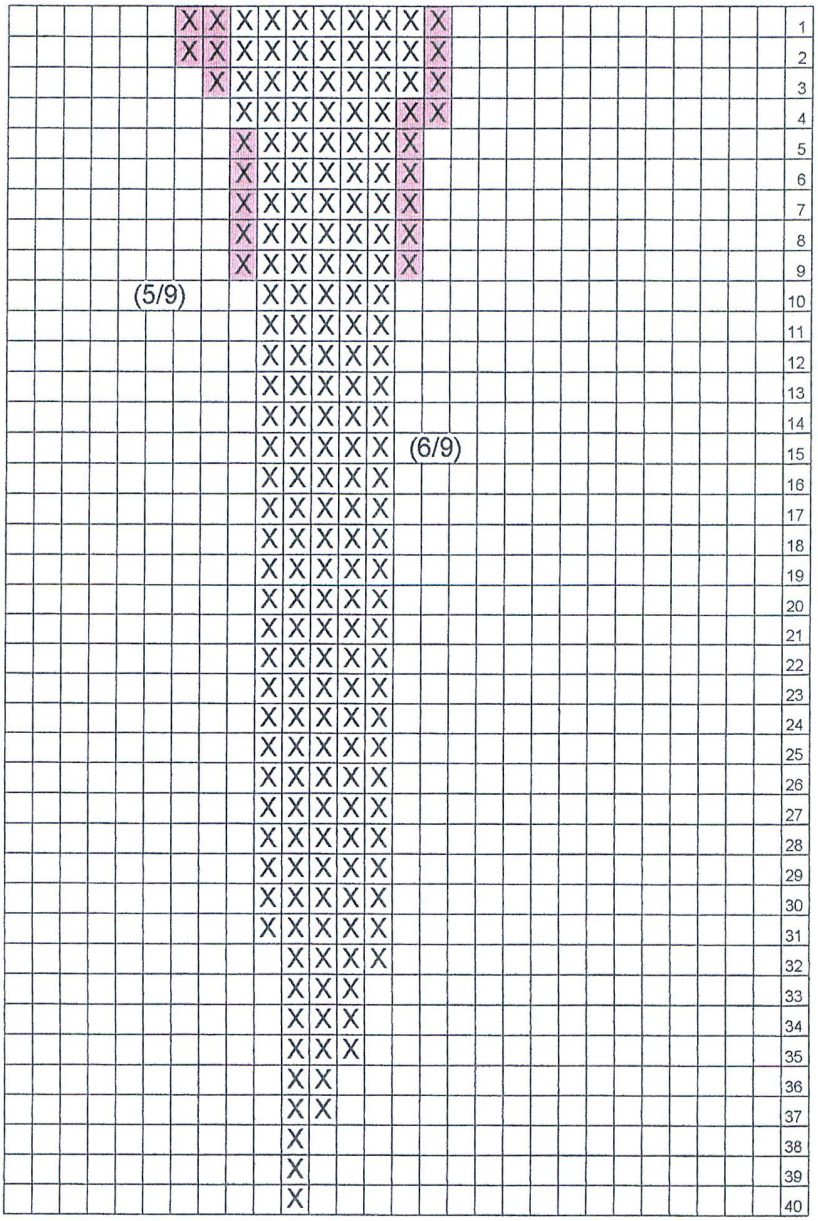
Dº: **49**

I.R.I.=0,53*D*(50/Dº) = 3,13

D=7-5/9-6/9=

D= 5,79

I.R.I.= 3,13



MÉTODO CERCHA VIBRATORIA

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
2	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
3	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
4	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
5	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
6	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
7	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
8	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
9	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
10	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

PERFILÓMETRO DE MERLIN

CONTRATO N°10

CALLE CIRUJANO GUZMAN

TRAMO: **200 MTS.**

FECHA: **AGOSTO DE 2003**

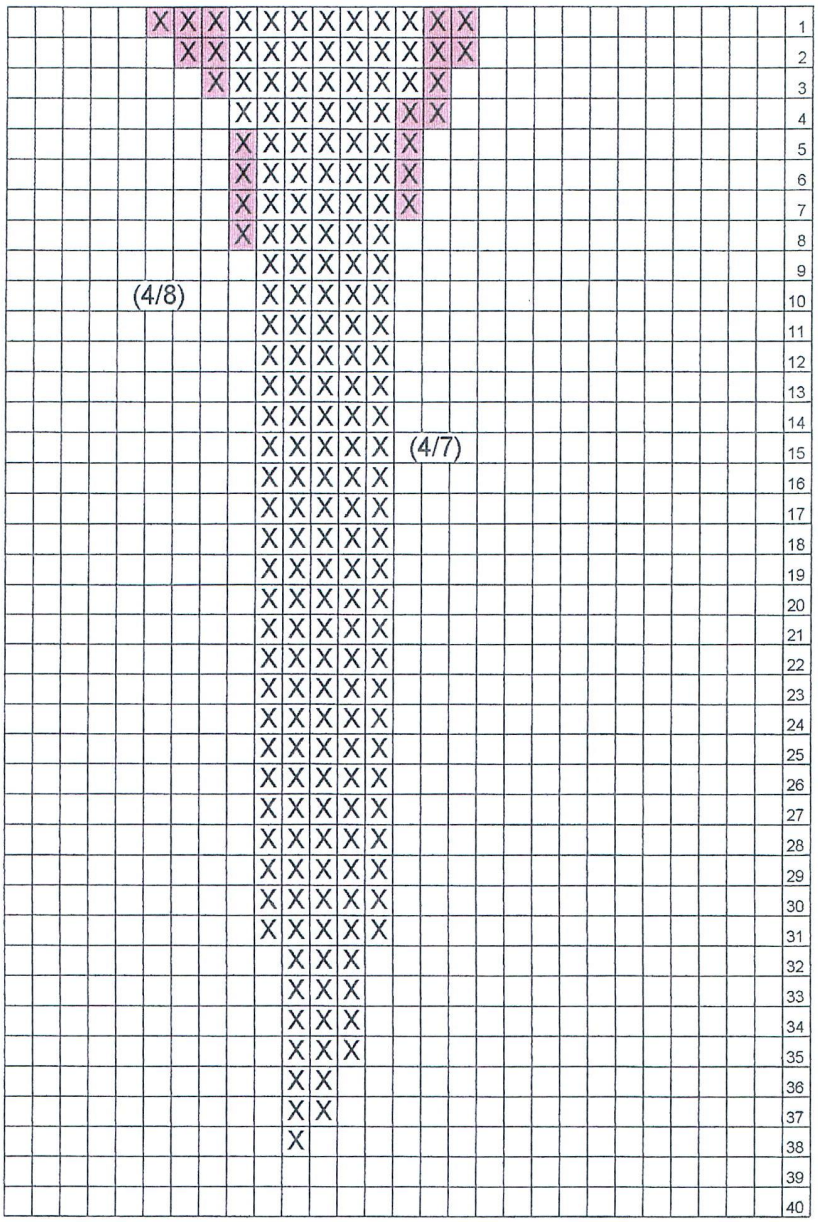
D°: **49**

I.R.I.=0,53*D*(50/D°) = 3,21

D=7-4/8-4/7=

D= 5,93

I.R.I.= 3,21



7.3.3.- MÉTODO TREN PAVIMENTADOR

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
2	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
3	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
4	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
5	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
6	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
7	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
8	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
9	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
10	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

PERFILÓMETRO DE MERLIN

CONTRATO Nº13

CALLE ENRIQUE ABELLO

TRAMO: **200 MTS.**

FECHA: **AGOSTO DE 2003**

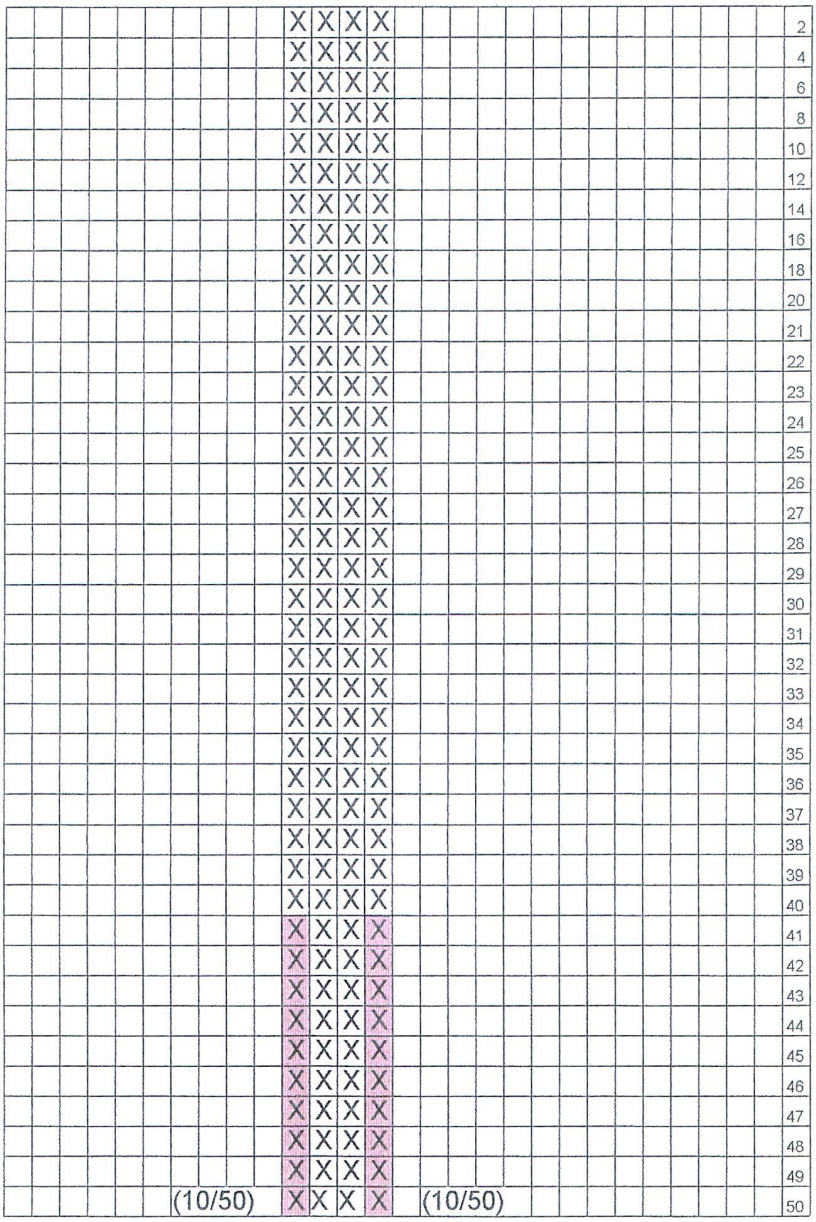
Dº: **49**

I.R.I.=0,53*D*(50/Dº) = 1,95

D=4-10/50-10/50=

D= 3,6

I.R.I.= 1,95



MÉTODO TREN PAVIMENTADOR

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
2	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
3	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
4	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
5	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
6	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
7	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
8	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
9	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
10	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

PERFILÓMETRO DE MERLIN

CONTRATO N°14

CALLE MANUEL BULNES

TRAMO: **200 MTS.**

FECHA: **AGOSTO DE 2003**

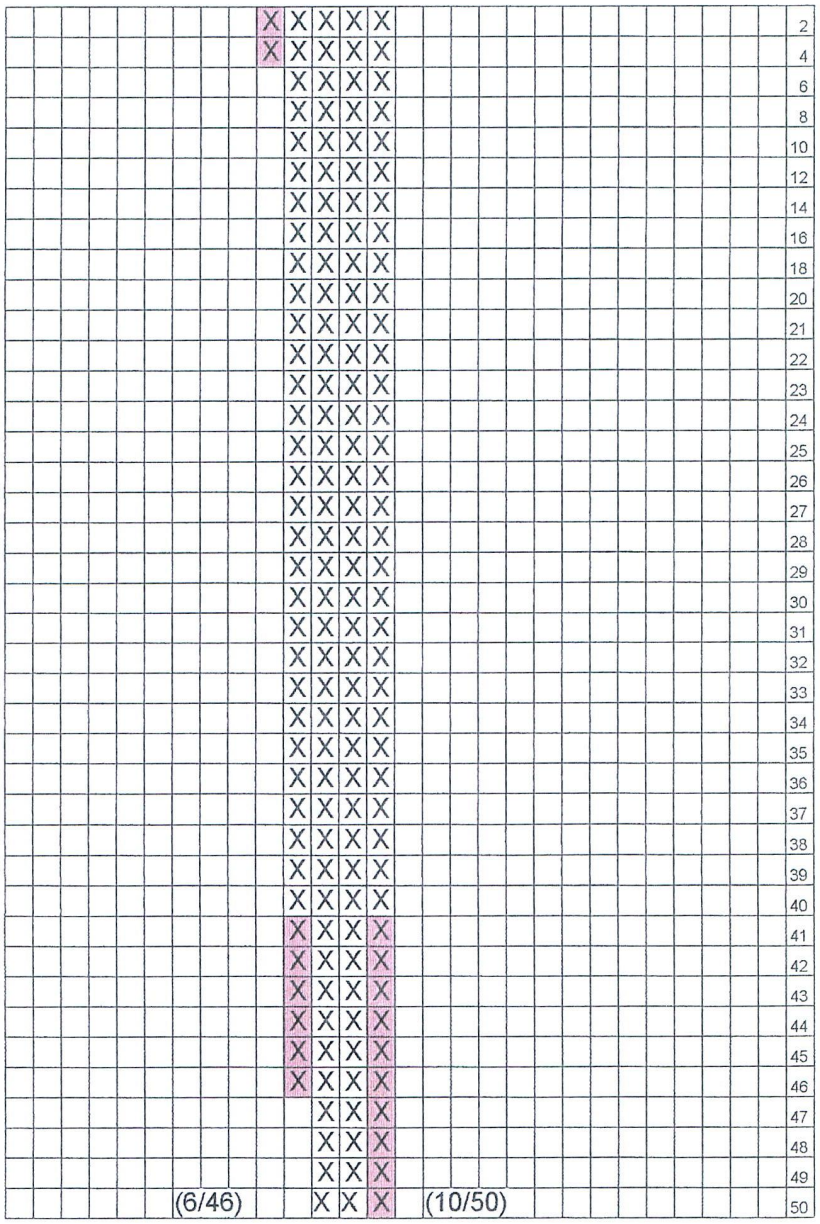
D°: **49**

I.R.I.=0,53*D*(50/D°) = 1,98

D=4-6/46-10/50=

D= 3,67

I.R.I.= 1,98



MÉTODO TREN PAVIMENTADOR

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
2	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
3	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
4	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
5	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
6	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
7	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
8	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
9	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
10	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

PERFILÓMETRO DE MERLIN

CONTRATO N°15

AVENIDA EDUARDO FREI

TRAMO: **200 MTS.**

FECHA: **AGOSTO DE 2003**

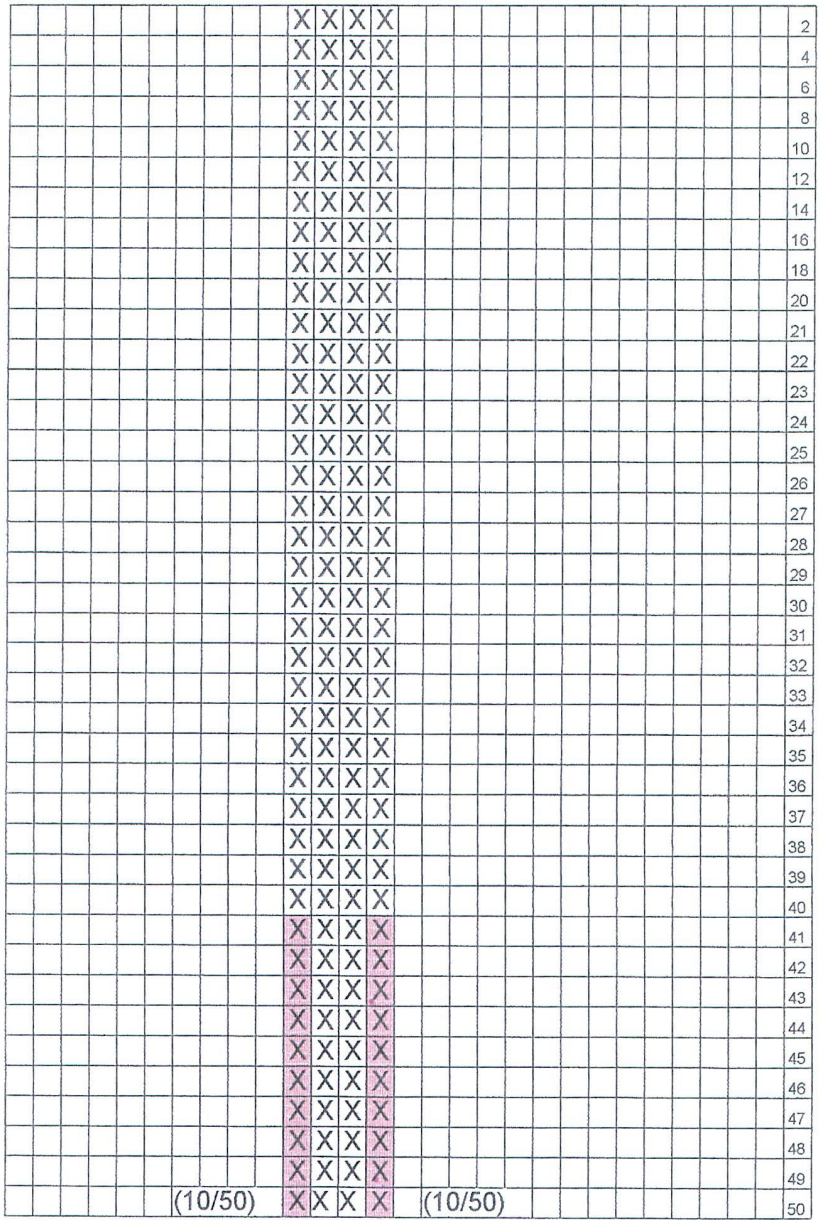
D°: **49**

I.R.I.=0,53*D*(50/D°) = 1,95

D=4-1/5-1/5=

D= 3,60

I.R.I.= 1,95



ANEXO N°3

FOTO Nº01



F0TO Nº02



FOTO Nº03



F0TO Nº04



FOTO Nº05



F0TO Nº06



FOTO N°07



FOTO N°08



FOTO Nº09



F0TO Nº10

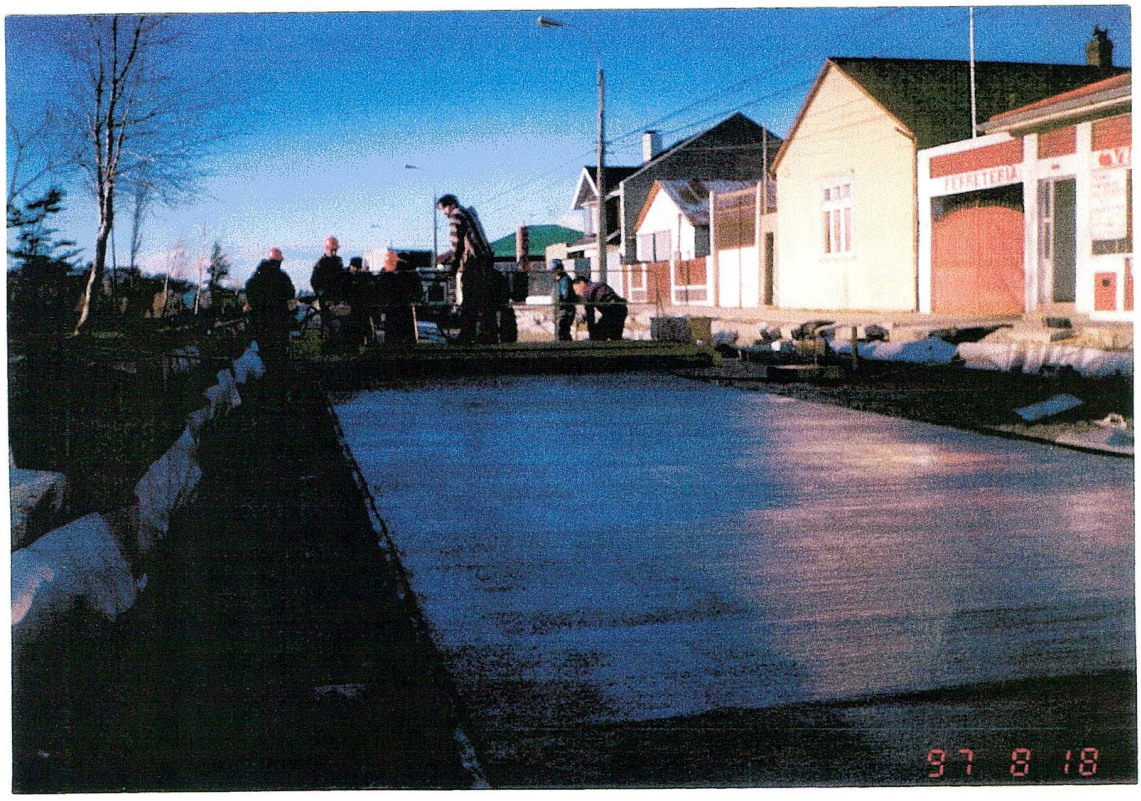


FOTO N°11



F0TO N°12



FOTO N° 13



FOTO N° 14



REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA.

1.- Neville, A.M.
"Tecnología del concreto".
Instituto Mexicano del cemento y del concreto, 1978.

2.- Ministerio de Vivienda y Urbanismo.
Manual de Uso Perfilómetro Merlin.
Ingeniería Cuatro Ltda., 1993

3.- Universidad de la Frontera Facultad de Ingeniería y Administración .
Departamento de Ingeniería en Obras civiles.
"Controles de Superficie de Pavimentos"
Renán Fuentes Arancibia, Octubre de 1999.

4.- ACI 304.
" Guia para la medición, mezclado, transporte y colocación de Concreto".
Instituto Mexicano del cemento y del concreto, A.C. 1993.

5.- NCh 170 Anexo D.
"Hormigonado con bajas temperaturas."

6.- NCh 1171/2.c98.
"Evaluación de resultados de testigos de hormigón endurecido".
Norma Chilena 1998.

7.- NCh 170. Of: 1985.
"Hormigón - Requisitos generales".
Norma Chilena 1985.

8.- NCh1934 of. 1992.
"Hormigón preparado en central Hormigonera".
Norma chilena 1992.

9.- A.S.T.M. C-94
"Standard Specification for Ready-Mixed concrete"

10.- Wirtgen SP-850.
"Manual de instrucciones y servicio".
05.SP.09023259.0038. 1999.

11.- ELBA EMC-38.
"Manual de instrucciones equipo compacto ELBA EMC-38".
12.3.00-E. 1997.

12.- ELBA EMS-105.
"Manual de instrucciones equipo automático ELBA EMS-105".
28.7.00-T.33. 1998.

13.- Emparejador de Enrejado.
"Manual de instrucciones Emparejador de enrejado"
Cercha Vibradora Wacker.
0115865 004 1000.

14.- Resultados Tren Pavimentador.
"Laboratorio TECNO -VIA".
Certificados N°s
03503-03429-04117.03639-03665-03674-03685-03698-03742-04118-03660-03697-03783.
2002-2003.

15.- Resultados Cercha Vibradora.
"Laboratorio TECNO-VIA".
Certificados N°s
01901-01886-01484-01807-01598-02324-02353-02654-02657-02647-02721-02742-02757-02964-02893-03129-03139-03140- 03226.

16.- Resultados Alisadora de Rodillos.
"Laboratorio LABOSUR LTDA.".
Certificados N°s:
9454-9180-9269-9270-9304-9305-9306-9365-9366-9247-9246-9115-9403-9177-9449-9451-8996-8995.8994-8870-8998-8962-8961-8963-8904-8905-8960-8907-8872-8873-8897-9098-8877-8893-8885-8987.

"Laboratorio TECNO-VIA".
Certificados N°s:
01213-01303.

17.- Aporte Técnico N° 19
Curso de Construcción de Pavimentos de Hormigón, que el ICH. Trajo a Chile en 1999.

