

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**



**“DISEÑO DE PAVIMENTOS CON MEJORAMIENTO DEL
TERRENO DE FUNDACIÓN MEDIANTE LA APLICACIÓN
DE GEOSINTÉTICOS PARA LA NUEVA CIUDAD DE
MOROCOCHA”**

INFORME DE SUFICIENCIA

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

CÉSAR ENRIQUE SOTO QUISPILAYA

Lima- Perú

2013

DEDICATORIA

A mi madre, Irma Quispilaya (QEPD), por darme la vida, quererme, educarme y apoyarme siempre, y ser una de las motivaciones más grandes en mi camino, por ser la persona que me enseñó a ser quien soy, pero más que nada, por su amor incondicional.

A mis hermanos, por apoyarme en todo momento de mi vida, a los cuales estimo bastante, y a todos mis familiares y amigos que me apoyaron e hicieron posible directa o indirectamente la realización de este Informe de Suficiencia.

| | Pág. |
|--|-----------|
| RESUMEN | 3 |
| LISTA DE TABLAS | 4 |
| LISTA DE FIGURAS | 6 |
| INTRODUCCIÓN | 7 |
| | |
| CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO | 8 |
| 1.1 GENERALIDADES | 8 |
| 1.1.1 Objetivos | 8 |
| 1.1.2 Descripción de la zona | 8 |
| 1.1.3 Diseño de pavimentos | 9 |
| 1.1.4 Medición de deflexiones | 13 |
| 1.2 GEOSINTÉTICOS | 13 |
| 1.2.1 Propiedades de los geosintéticos | 14 |
| 1.2.2 Tipos de Geosintéticos | 15 |
| 1.2.3 Aplicación de los geosintéticos | 16 |
| 1.3 COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE LA GEOMALLA BIAXIAL BX-100 Y EL GEOWEB GKL-12758-1 (GEOCELDA) | 17 |
| 1.3.1 Geomalla biaxial BX-100 | 17 |
| 1.3.2 Geoweb GKL 12758-1 (Geocelda) | 20 |
| | |
| CAPÍTULO II: ANTECEDENTES | 25 |
| 2.1 DISEÑO INICIAL | 25 |
| 2.1.1 Terreno de Fundación | 25 |
| 2.1.2 Tráfico y ejes equivalentes (ESAL) | 27 |
| 2.1.3 Confiabilidad | 31 |
| 2.1.4 Serviciabilidad | 32 |

| | | |
|-------|---|----|
| 2.1.5 | Condiciones de drenaje | 32 |
| 2.1.6 | Consideraciones del clima | 34 |
| 2.1.7 | Diseño de espesores del pavimento | 34 |
| 2.1.8 | Pavimento rígido | 37 |
| 2.2 | Condición estructural del terreno de fundación | 41 |
| 2.3 | Evaluación de la inestabilidad en el terreno de fundación | 42 |
| 2.4 | Definición del diseño final | 45 |

**CAPÍTULO III: APLICACIÓN DE LOS GEOSINTÉTICOS EN EL DISEÑO DE
PAVIMENTOS PARA LA NUEVA CIUDAD DE MOROCOCHA 46**

| | | |
|-------|---|----|
| 3.1 | Proceso constructivo | 46 |
| 3.1.1 | Colocación del geoweb. | 47 |
| 3.1.3 | Colocación de la geomalla. | 48 |
| 3.2 | Costos y tiempos | 50 |
| 3.2.1 | Consideraciones | 50 |
| 3.2.2 | Comparación de costos y tiempos invertidos. | 50 |

CAPÍTULO IV: EVALUACIÓN DE RESULTADOS 52

| | | |
|-----|---|----|
| 4.1 | Obtención de parámetros estructurales con la Viga Benkelman. | 52 |
| 4.2 | Fisuras en pavimentos debido a fallas ajenas al mejoramiento de suelos. | 53 |

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 54

| | | |
|-----|-----------------|----|
| 5.1 | Conclusiones | 54 |
| 5.2 | Recomendaciones | 56 |

BIBLIOGRAFÍA 57

ANEXOS 58

RESUMEN

El presente Informe de Suficiencia comprende la evaluación del comportamiento estructural de los pavimentos construidos para la Nueva Ciudad de Morococha después del mejoramiento del terreno de fundación mediante la utilización de Geosintéticos, debido a que éste durante el proceso constructivo presentó problemas estructurales.

Los tipos de geosintéticos utilizados con los cuales se pudieron controlar los problemas de estabilidad en el terreno de fundación fueron la geomallas biaxiales y geoceldas.

El empleo de este tipo de geosintéticos con los materiales del terreno de fundación, brindan el soporte y capacidad necesaria para la disipación de los esfuerzos provocados por los diferentes tipos de carga mediante el confinamiento de las partículas, rigidizando la capa de base y permitiendo una mejor distribución de carga. Esto permite además la colocación y compactación de la base sobre condiciones en las que el terreno de fundación es relativamente inestable.

En el Capítulo I se expondrá el marco teórico necesario para el entendimiento del presente informe, tanto en el campo de los pavimentos como en el de los geosintéticos.

En el Capítulo II se verán y explicarán las razones por la cual fue necesaria la realización de un mejoramiento en el terreno de fundación para los pavimentos.

En el Capítulo III se realizará la aplicación de este mejoramiento en el diseño de los pavimentos, se plantea las condiciones y procedimientos de aplicación.

En el Capítulo IV se evaluará el desempeño de los pavimentos con el mejoramiento en el terreno de fundación realizado.

LISTA DE TABLAS

- Tabla 1.1 - Acción de agentes químicos en el poliéster
- Tabla 1.2 - Propiedades de la Geomalla Biaxial BX-100
- Tabla 1.3 - Propiedades de la Geoweb GKL 12758-1 (Geocelda)
- Tabla 2.1 - Módulo resiliente de diseño
- Tabla 2.2 - Estudio de tráfico
- Tabla 2.3 - Valores de IMD supuestos por tipo de vía
- Tabla 2.4 - Factores destructivos por tipo de vehículo
- Tabla 2.5 - Ejes equivalentes
- Tabla 2.6 - Valores sugeridos de confiabilidad
- Tabla 2.7 - Relación Rugosidad - Serviabilidad
- Tabla 2.8 - Calificación de la calidad del drenaje
- Tabla 2.9 - Valores recomendados de m_i para modificar los coeficientes estructurales de bases y sub bases granulares en pavimentos flexibles.
- Tabla 2.10 - Valores recomendados de C_d para modificar los coeficientes estructurales de bases y sub bases granulares en pavimentos flexibles.
- Tabla 2.11 - Coeficiente de capa tramos nuevos
- Tabla 2.12 - Acceso a zona urbana
- Tabla 2.13 - Calles secundarias
- Tabla 2.14 - Avenida Principal
- Tabla 2.15 - Espesores finales de pavimento rígido y flexible / Acceso a zona urbana
- Tabla 2.16 - Espesores finales de pavimento rígido y flexible / Avenida Principal
- Tabla 2.17 - Espesores finales de pavimento rígido y flexible / Calles secundarias.
- Tabla 2.18 - Espesor final afirmado
- Tabla 2.19 - CBR del terreno de fundación

Tabla 2.20 - Zonas a implementar el mejoramiento de suelos con geosintéticos

Tabla 2.21 - Esquema de solución según CBR del terreno de fundación

Tabla 3.1 - Presupuesto de mejoramiento de suelos sin Geosintéticos

Tabla 3.2 - Presupuesto de mejoramiento de suelos con Geosintéticos

Tabla 4.1 - Máximas deflexiones medidas después de mejoramiento de suelos

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.1 - Esquema de un pavimento flexible
- Figura 1.2 - Esquema de un pavimento rígido.
- Figura 1.3 - Esquema de comportamiento entre pavimentos rígidos y flexibles
- Figura 1.4 - Acción de la Geomalla Biaxial
- Figura 1.5 - Geoweb GKL 12758-1
- Figura 1.6 - Presentación del ATRA KEY
- Figura 1.7 - Texturado y perforaciones en Geoweb GKL 12758-1
- Figura 2.1 - Esquema de la estructura del pavimento
- Figura 3.1 - Presentación del terreno de fundación
- Figura 3.2 - Resumen de máximas deflexiones permisibles por capa
- Figura 3.3 - Colocación de geoweb
- Figura 3.4 - Colocación de geomalla sobre geotextil
- Figura 3.5 - Colocación de geotextil, geomalla y geoweb
- Figura 3.6 - Extendido del geoweb sobre la geomalla y geotextil.
- Figura 4.1 - Fisura en pavimento de concreto asfáltico

INTRODUCCIÓN

Las vías de transporte son medios de gran importancia para el desarrollo de un país y la construcción de pavimentos de tipo superior sobre éstas son una de las principales opciones para darles una mayor serviciabilidad y durabilidad. Debido al tránsito de vehículos pesados, condiciones climáticas y el desempeño de las propiedades mecánicas de los materiales utilizados en su construcción, éstos pueden durar considerablemente menos de lo proyectado.

En este sentido la utilización de geosintéticos puede ser utilizado principalmente para:

- Reducir o evitar fisuras y grietas en las carpetas de rodadura debido a asentamientos en las capas inferiores a ésta.
- Reducción del espesor del pavimento.
- Mayor vida útil del pavimento.

El mejoramiento de pavimentos mediante la utilización de geosintéticos no es una metodología de uso reciente, dado que los geosintéticos ya se vienen utilizando en éste ámbito desde hace varios años. En el presente informe de suficiencia se expondrá el mejoramiento, no en la estructura del pavimento, si no aplicado en el terreno de fundación.

Con la finalidad de incrementar más el conocimiento en este tema, es que a continuación se presenta el procedimiento y evaluación técnica de los resultados de la aplicación de los geosintéticos para el mejoramiento de los pavimentos en la nueva ciudad de Morococha; los cuales, actualmente vienen siendo usados a gran escala por su buena afinidad con algunos suelos y por su poca contaminación ambiental.

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

1.1 Generalidades

1.1.1 Objetivos

- **Objetivo general**

Evaluar técnicamente la solución propuesta para el mejoramiento del terreno de fundación en el diseño de pavimentos en cuanto a efectividad de las propiedades mecánicas de éste.

- **Objetivos específicos**

- Mejorar el desempeño de los pavimentos en la nueva ciudad de Morococha, relacionado a la consolidación del subsuelo, asentamientos y distribución de esfuerzos.
- Estudiar la aplicación y el desempeño de la aplicación de geosintéticos en los pavimentos viales del proyecto Nueva Ciudad de Morococha.

1.1.2 Descripción de la zona

- **Ubicación y descripción.**

La nueva ciudad de Morococha está ubicada en el lugar denominado "Carhuacoto", situado a 8 kilómetros de la antigua ciudad de Morococha, aproximadamente a 4700 m.s.n.m.

Está diseñada para albergar a toda la población de la antigua ciudad de Morococha (5000 habitantes), viviendas de material noble y cuenta con los servicios de agua, desagüe, energía eléctrica, vías pavimentadas, alumbrado público, casas nuevas, colegios de primaria y secundaria, servicios médicos, policiales, municipales, áreas de recreamiento, etc.

- **Características ambientales.**

Este lugar está ubicado en una zona de clima frío y seco, con temperaturas anuales que superan los 15°C, y temperaturas mínimas anuales en las épocas de mayor friaje de hasta -10°C.

De acuerdo a la altitud está ubicada en la región denominada “Puna” (de acuerdo a la clasificación de Pisos Altitudinales de Javier Pulgar Vidal) que varía entre los 4000 y 4800 msnm, abundando los bofedales o humedales.

La flora más resaltante es el ichu, musgos y líquenes; y como fauna principal las llamas, vizcachas y flamencos andinos cerca a zonas pantanosas.

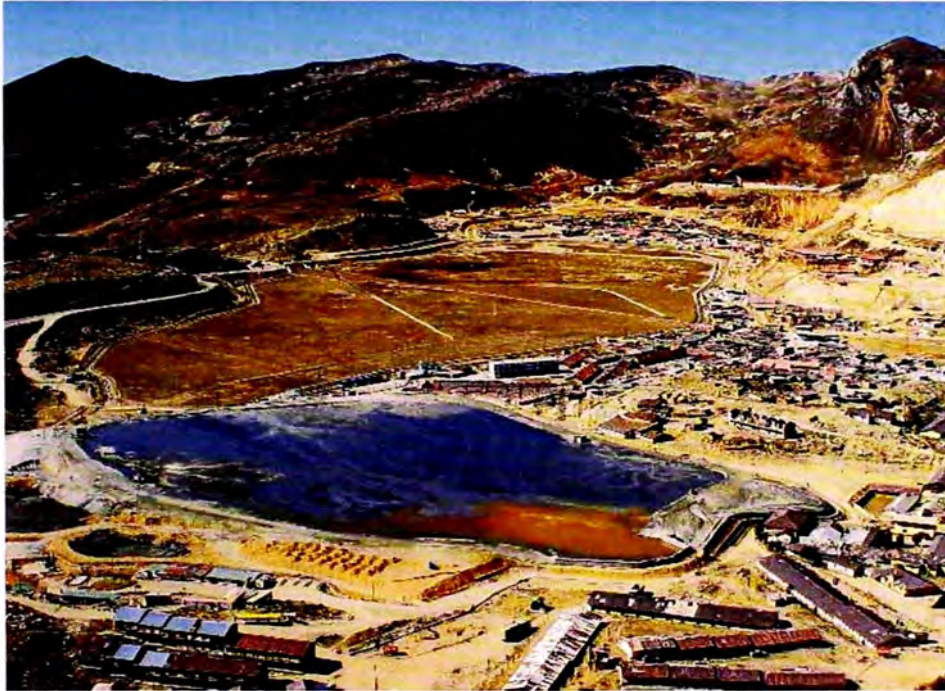


Figura 1.1 - Vista general de la antigua ciudad de Morococha.

- **Características de los suelos.**

De acuerdo a los diversos ensayos de campo que se realizaron sobre esta zona, se observó la presencia en una primera capa de suelos orgánicos plásticos de una profundidad promedio de 40 cm. Luego se observó la presencia predominante de gravas arcillosas y limosas en toda la profundidad de las exploraciones.

Estos materiales en condición seca generan una resistencia adecuada, sin embargo ante la presencia de agua se tornan blandos.

De los resultados de los ensayos de campo realizados por medio de calicatas, se tuvo que el contenido de humedad promedio es de un 11%, que es un valor bajo respecto al límite líquido que está comprendido entre el 20% y 50%, mostrando que el suelo actual se encuentra por debajo del nivel de saturación.

1.1.3 Diseño de pavimentos

Los pavimentos son el acabado en una calle, carretera y pista de aterrizaje, por lo tanto, realizada la explanación, no está aún terminada la vía y para que el tráfico pueda utilizarla es preciso construir el pavimento necesario y suficiente a fin de que los vehículos puedan circular en todo tiempo, en condiciones de comodidad, economía y seguridad. El pavimento que se construya deberá ser el preciso para que, teniendo en cuenta la naturaleza y la resistencia del suelo del terreno de fundación, lleguen a él cargas que pueda resistir sin que la deformación exceda de lo admisible. La capa superior del pavimento debe, a su vez, ser capaz de resistir la acción directa de las cargas que reciba y de los agentes atmosféricos. Cada tipo de suelo y cada tipo de tráfico exigirá características y dimensiones mínimas para el pavimento.

Para clasificar los pavimentos existen diferentes criterios y puntos de vista; por lo que en la actualidad es muy difícil obtener una clasificación unificada. En el presente informe presentaremos 2 tipos de pavimentos que se clasifican de acuerdo a la manera como transmiten las cargas al terreno de fundación: los pavimentos flexibles (de asfalto) y los pavimentos rígidos (de concreto hidráulico). La diferencia entre estos tipos de pavimentos es la resistencia que presentan a la flexión.

- Pavimentos flexibles:

Su estructura está formada por una o más capas de materiales, disponiéndose una capa de mezcla de áridos y material bituminoso, colocados sobre materiales granulares de alta calidad. Su estructura generalmente está formada por:

- Revestimiento (Pavimento asfáltico)
- Firme (Base granular)
- Cimiento (Sub base granular)
- Terreno de fundación (Sub rasante)

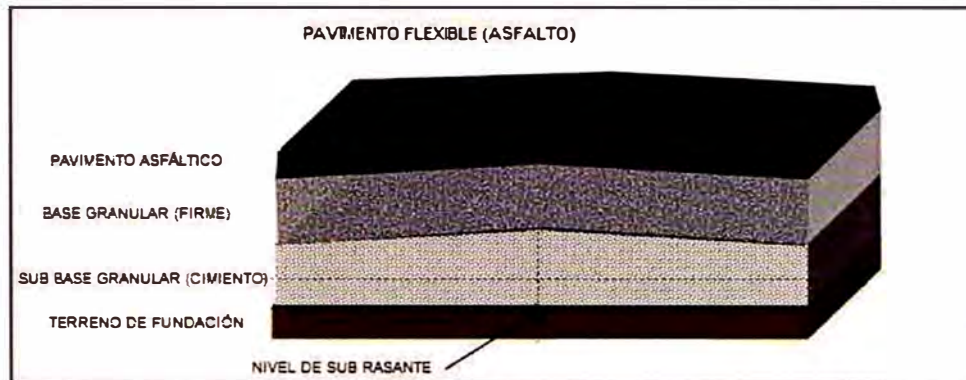


Figura 1.2 - Esquema de un pavimento flexible

Son construidos con la finalidad de:

- Soportar y transmitir las cargas que se presentan con el paso de vehículos, personas y animales.
 - Soportar el desgaste producido por el tránsito y el clima.
 - Mantener una superficie cómoda y segura (antideslizante) para el rodamiento de los vehículos.
 - Mantener un grado de flexibilidad para cubrir los asentamientos que presente la capa inferior (firme o cimiento)
- Pavimentos Rígidos:

Son los que están constituidos por losas de concreto de cemento Portland. Como la losa es la que absorbe los esfuerzos transmitidos por las cargas, muchas veces sola es necesario un terreno uniforme que funcione a manera de terreno de fundación. Este tipo de pavimentos, debido a su rigidez y alto módulo de elasticidad, distribuyen las cargas sobre áreas relativamente extensas del suelo; por lo que la mayor parte de la capacidad estructural está dada por la losa y carecen de importancia las pequeñas variaciones en la capacidad de soporte del terreno de fundación.

Estos pavimentos se conforman generalmente por una capa de firme y por una losa de concreto hidráulico, la cual le da alta resistencia a la flexión.

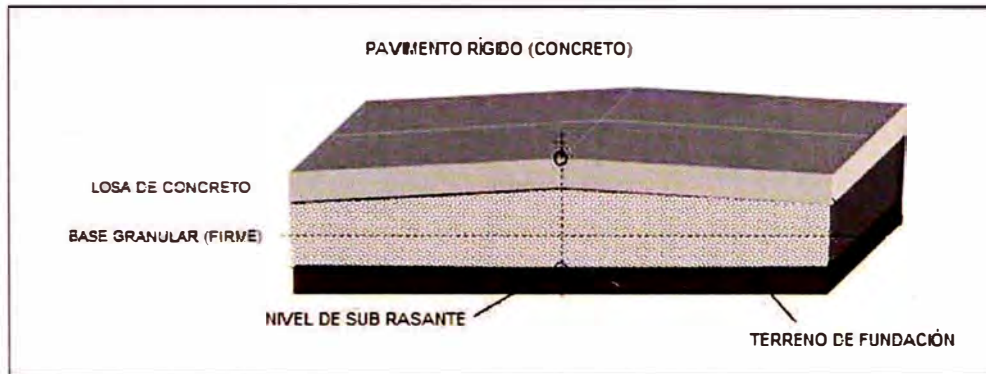


Figura 1.3 - Esquema de un pavimento rígido.

Además de los esfuerzos a flexión y compresión, este tipo de pavimento va a ser afectado en gran parte por los esfuerzos que tenga que resistir al expandirse o contraerse por cambios de temperatura y por la condiciones climáticas. Es por eso que su diseño toma como parámetros los siguientes conceptos:

- Volumen, tipo y peso de los vehículos que transitarán por esa vía.
- Módulo de reacción del firme.
- Resistencia del concreto que se va a utilizar
- Condiciones climáticas

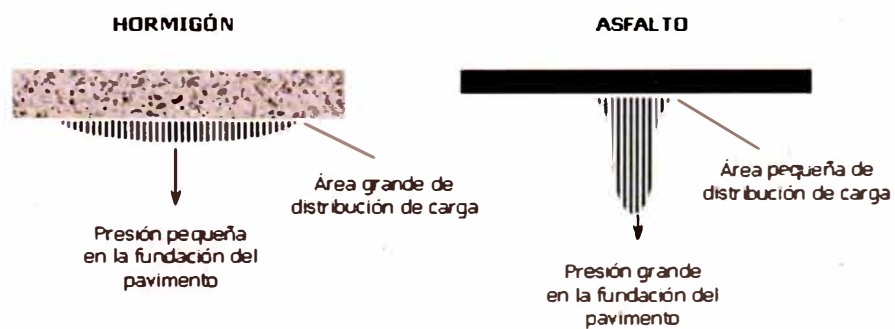


Figura 1.4 - Esquema de comportamiento entre pavimentos rígidos y flexibles

1.1.4 Medición de deflexiones

Al ser sometidos a cargas, los pavimentos sufren una deformación elástica, (se recupera al retirar la carga), que genera tracciones por lapsos muy cortos, las que debido a la frecuencia con que se repiten producen un fatigamiento del material. Ello significa que, con el tiempo, las sollicitaciones comienzan a superar el límite elástico de la estructura y las cargas producen deformaciones no elásticas o permanentes, para finalmente alcanzar la rotura. En consecuencia, la deflexión que presenta un pavimento en un determinado momento al ser sometido a una carga conocida, es un muy buen indicador de su capacidad estructural remanente.

Uno de los procedimientos para determinar deflexiones es la llamada viga de Benkelman. Este instrumento permite medir la deformación que se produce en un punto del pavimento al ser sollicitado por una carga estática determinada. El procedimiento normalmente sólo puede aplicarse a pavimentos flexibles, aún cuando, excepcionalmente, se encuentran equipos que permiten medir deflexiones en pavimentos de hormigón, además también pueden ser aplicadas en firmes, cimientos, y eventualmente en el terreno de fundación. Investigaciones realizadas en varios países han logrado correlacionar la carga del eje sollicitante con la deflexión y con el número de repeticiones admisibles de esa carga, de manera que conocida la deflexión que origina una carga estandarizada, puede determinarse la aptitud de una estructura de pavimento

Para soportar el tránsito sollicitante. Sirven también para determinar la magnitud de las acciones correctivas necesarias.

1.2 Geosintéticos

Son productos planos fabricados a partir de materiales poliméricos, para ser usado con suelo, roca, tierra, o cualquier otro material geotécnico, como parte integral de un proyecto, estructura, o sistema realizado por el hombre.

La utilización de los geosintéticos en la Ingeniería Civil se ha visto incrementada de una forma sostenida en los últimos años. Por esta razón, estos materiales están tomando cada vez más un protagonismo muy importante en la construcción. Esta importancia no sólo se debe al aumento que este rubro representa en el presupuesto total de las obras, sino también a la importancia de las responsabilidades técnicas para las cuales son diseñados.

1.2.1 Propiedades de los geosintéticos

Los plásticos son los componentes principales en los geosintéticos. En la actualidad, muchas industrias sustituyen ventajosamente materiales tradicionales tales como agregados, suelos, metal, vidrio, etc., por materiales de plástico, que poseen, en general, las siguientes propiedades:

- **Propiedades Físicas**
 - a. Gravedad Específica.
 - b. Peso (Masa por unidad de área)
 - c. Espesor
- **Propiedades Químicas**

Los geotextiles son fabricados de polipropileno, poliéster con aditivos estabilizadores. La alta resistencia química de estos geotextiles de polipropileno estabilizado es una de las grandes cualidades que poseen, demostrándose la durabilidad de estos a una variedad de agentes químicos. En el cuadro siguiente se muestran la resistencia de los geotextiles a algunos agentes químicos, resistiendo a estos sin que sus características de resistencia sean alteradas.

Tabla 1.1 - Acción de agentes químicos en el poliéster

| AGENTE QUÍMICO | COMPUESTO | CONCENTRACIÓN (%) | T (°C) | DURACIÓN DEL ENSAYO (Hr) | PÉRDIDA DE RESISTENCIA |
|------------------------|-----------------------|--------------------------------------|--------|--------------------------|------------------------|
| ACIDOS | Ácido Clorhídrico | 18 | 25 | 500 | < 6 % |
| | Ácido Nítrico | 40 | 25 | 72 | < 6 % |
| | Ácido Sulfúrico | 37 | 25 | 1000 | < 6 % |
| | Ácido Acético | Concentrado | 80 | 72 | < 6 % |
| | Ácido Fórmico | Concentrado | 80 | 72 | < 6 % |
| | Ácido Oxálico | Concentrado | 80 | 72 | 6 - 30 % |
| | Ácido Fluorhídrico | Concentrado | 25 | 168 | < 6 % |
| | Ácido Fosfórico | Concentrado | 80 | 72 | < 6 % |
| BASES | Hidróxido de Amonio | 2 | 50 | 576 | < 6 % |
| | Hidróxido de Amonio | 20 | 50 | 576 | 30 -70 % |
| | Hidróxido de Sodio | 10 | 25 | 576 | 6 - 30 % |
| OXIDANTES Y REDUCTORES | Hipoclorito de Sodio | 150 g/l (PH 11 y 12) | 15 | 168 | < 6 % |
| | Agua Oxigenada | 66 vol. Con 2/1000 silicato de Sodio | 90 | 1 | < 6 % |
| | Clorito | 0.2 (PH 2 a 3) | 100 | 1 | < 6 % |
| | Bicromato de Potasio | Saturado + 10 g. de H2SO4 | 80 | 72 | < 6 % |
| | Hidrosulfito de Sodio | Saturado | 80 | 72 | < 6 % |

- **Propiedades Mecánicas**

- a. Compresibilidad: Propiedad de los materiales de reducir su volumen al ser sometidos a una presión determinada.
- b. Resistencia a la Tensión: Capacidad de los materiales a resistir esfuerzos de estiramiento.
- c. Resistencia a la fatiga: Propiedad de los materiales a resistir la rotura después de varios ciclos de cargas dinámicas.
- d. Resistencia a la deformación: También denominado rigidez. Es la propiedad de los materiales a resistir las deformaciones.
- e. Resistencia a la rasgadura: Propiedad de los materiales a resistir las rasgaduras al contacto con otros elementos.
- f. Resistencia al impacto: Propiedad de los materiales a absorber energía y golpes sin romperse.
- g. Resistencia al punzonamiento: Resistencia a la perforación de los materiales.
- h. Resistencia de fricción al suelo: Propiedad mediante la cual los materiales poseen determinada fricción al contacto con el suelo y una fuerza externa.

- **Propiedades Hidráulicas**

- a. Porosidad: Razón del volumen de vacíos al volumen total, está relacionado con la característica de dejar fluir el agua a través del tejido
- b. Porcentaje de Área Abierta: Es una comparación del total del área abierta al total del área de la muestra.
- c. Tamaño de la abertura: Es el número de malla que tiene la abertura más cercana a las aberturas del tejido.
- d. Permitividad: Permeabilidad en un plano transversal a través del tejido hacia el material granular.
- e. Transmisividad: Flujo del agua dentro del plano del tejido
- f. Retención de suelos: Propiedad cuando el tejido actúa como una cortina antilimos arrasados por el flujo

1.2.2 Tipos de geosintéticos

Se tienen:

- Geotextiles tejidos: Confeccionados en máquinas tejedoras convencionales. La distribución de sus fibras tiene influencia directa sobre sus propiedades físicas, mecánicas e hidráulicas. Se compone de dos grupos de fibras denominadas urdimbre y trama, intercaladas de manera sistemática para formar una estructura planar.
- Geotextiles no tejidos: En estos, la orientación de las fibras es aleatoria. Se confeccionan con filamentos continuos unidos por diferentes métodos como son: punzonamiento por agujas, termo fusión, unión con resinas o combinación de métodos. Usualmente son utilizados como material de filtro, separador o como refuerzo ligero.
- Geotextiles enmallados. Formado por entrecruzamiento de una serie de lazos de una o más filas para formar una estructura planar.

De acuerdo a la permeabilidad se clasifican en:

- Geomembranas, y productos relacionados con las geomembranas (GCLs, mantas impregnadas, etc.)
- Geotextiles y productos relacionados con los geotextiles (geomallas, georedes, geomantas, geoceldas)
- Geocompuestos (En función de la resistencia o del drenaje)
- Geo-otros (geotubos, geobloques, etc.)

1.2.3 Aplicación de los geosintéticos

La aplicación de los geosintéticos se refiere a las funciones que desempeña un geosintético en una estructura de suelo-geosintético. Son funciones específicas para los cuales son diseñados los geosintéticos.

Normalmente es determinada una sola función por ser la más importante y es considerada la función principal del geosintético, cualquier otra función simultánea es considerada como secundaria. Entre las principales aplicaciones tenemos:

- Separación: Esta función se refiere a la división de suelos diferentes, la función principal del geosintético es de prevenir la mezcla de dos suelos a través de la vida útil de diseño de la estructura.
- Filtración: Es la separación de los sólidos en suspensión en un líquido mediante el geosintético adecuado, que retiene los sólidos y permite el paso del líquido.
- Refuerzo: El geosintético es sujetado a una carga o fuerza de tensión prolongada. Los materiales de los suelos son conocidos por su capacidad de resistir fuerzas compresivas y su baja capacidad para soportar fuerzas de tensión.
- Transmisión: esta función permite transportar líquidos o gases dentro del mismo plano del geosintético, hacia la dirección deseada en la aplicación.
- Colchón: Se refiere a la protección que da el geosintético a otro componente dentro de la aplicación total, debido a las partículas de rocas, escombros u otros materiales que puedan dañar a materiales interiores.
- Barrera: es la prevención de desbordes de fluidos a través del plano del geosintético. La aplicación típica incluye el uso de geomembranas para alinear estanques y terraplenes

Dado que para la solución a los problemas estructurales encontrados en el terreno de fundación para la construcción de los pavimentos de la nueva ciudad de Morococha se optó por la utilización de geosintéticos. En el presente informe abarcaremos los tipos de geosintéticos que se utilizaron, siendo la Geomalla Biaxial BX-100 y Geoweb GKL-12758-1 (geocelda) los geosintéticos empleados, los cuales pasaremos a describir a continuación.

1.3 Comportamiento estructural de la Geomalla Biaxial BX-100 y el Geoweb GKL 12758-1 (Geocelda).

1.3.1 Geomalla biaxial BX-100

Las geomallas biaxiales son estructuras bidimensionales fabricadas de polipropileno, químicamente inertes y con características uniformes y homogéneas, producidas mediante un proceso de extrusión y luego estiradas longitudinal y transversalmente.

Este único proceso produce una estructura de una sola pieza con distribución uniforme de espacios rectangulares, de alta resistencia a la tensión en ambas direcciones (biaxial) y un alto módulo de elasticidad. Este tipo de geomalla se compone de elementos y nudos rígidos en los cuales el material granular es confinado por trabazón.

Éste trabazón de agregados optimiza la distribución de esfuerzos sobre el terreno de fundación (reduciendo las deformaciones sobre esta) y restringe el desplazamiento lateral de los agregados del firme o del cimiento, aumentando y mejorando su confinamiento y resistencia.

La abertura de la malla permite una alta adherencia entre las diferentes capas granulares de la estructura del pavimento. La geomalla, adicionalmente, aumenta la resistencia a la tensión de las capas de firme, tanto en vías pavimentadas como en estructuras de pavimentos rígidos y flexibles, por lo tanto, son ideales para el refuerzo de suelos.



Figura 1.5 - Acción de la Geomalla Biaxial

La geomalla estructural presenta las siguientes características técnicas:

Tabla 1.2: Propiedades de la Geomalla Biaxial BX-100

| Propiedad | Método de Ensayo | Unidad | Valor |
|---|--------------------------------|--------------------|-----------------|
| Tamaño de Abertura² | | | |
| MD | ASTM D 4751 | mm (Pulg.) | 25 (1.0) |
| XMD | ASTM D 4751 | mm (Pulg.) | 33 (1.3) |
| Espesor mínimo de la costilla² | | | |
| MD | ASTM D 1777 | mm (Pulg.) | 0.76 (0.03) |
| XMD | ASTM D 1777 | mm (Pulg.) | 0.76 (0.03) |
| Capacidad a la Tensión al 2% de Elongación³ | | | |
| MD | ASTM D 6637-01 | kN/m (lb/ft) | 4.1 (280) |
| XMD | ASTM D 6637-01 | kN/m (lb/ft) | 6.6 (450) |
| Capacidad a la Tensión al 5% de Elongación³ | | | |
| MD | ASTM D 6637-01 | kN/m (lb/ft) | 8.5 (580) |
| XMD | ASTM D 6637-01 | kN/m (lb/ft) | 13.4 (920) |
| Resistencia última a la tensión³ | | | |
| MD | ASTM D 6637-01 | kN/m (lb/ft) | 12.4 (850) |
| XMD | ASTM D 6637-01 | kN/m (lb/ft) | 19.0 (1,300) |
| Eficiencia de las juntas⁴ | GR1 – GG2 – 87 | % | 93 |
| Rigidez Flexural⁵ | ASTM D 5732-95 | mg-cm | 250,000 |
| Estabilidad de las Aperturas⁶ | U.S. A.C. of E. METHODOLOGY | m-N/deg | 0.32 |
| Resistencia al Daño por instalación⁷ | ASTM D6637 | %SC / %SW / %GP | 95/93/90 |
| Resistencia a la Degradación a Largo Plazo⁸ | EPA 9090 INMERSION | % | 100 |
| Resistencia a la Degradación por rayos UV⁹ | ASTM D4355-05 | % | 100 |

Fuente: TDM – “Especificaciones Técnicas Geomalla Biaxial BX-100”

Notas:

1. Los valores indicados son los valores mínimos promedio de rollo determinados por el método de ASTM D-4759-02 salvo que se especifique lo contrario.

2. Dimensiones nominales.
3. La resistencia real a la deformación al inicio de la colocación de la carga se mide vía ASTM D-6637-01 sin deformar el material bajo carga antes de medir esa resistencia o usando el método de medida de tangente “secant” o “offset” para que no influya en la propiedad de resistencia.
4. La capacidad de transferencia de carga se mide vía GRI-GG2-05. Expresada como un porcentaje de la resistencia a la tensión última.
5. La resistencia a la carga flexural se mide sobre la base de ASTM-D5732-01, usando una muestra de 2 costillas de ancho y longitud lo suficientemente larga para permitir el desarrollo de la prueba. La rigidez flexural es calculada como la raíz cuadrada del producto de los valores de rigidez torsional tanto en la dirección de la maquina como en la dirección transversal.
6. La resistencia al movimiento rotacional en el plano es medida aplicando un momento de 20 kg-cm en la junta central de un espécimen de 9” x 9” restringido en su perímetro, de acuerdo a la Metodología del Cuerpo de Ingenieros de los EE.UU. para medir la rigidez torsional.
7. La pérdida de capacidad de carga o integridad estructural debido a los daños de construcción en arena arcillosa (SC), arena bien gradada (SW) y piedra chancada clasificada o agregado pobremente gradado (GP). El material será ensayado de acuerdo con ASTM D5818-06 y la capacidad de carga medida de acuerdo con ASTM D6637-01.
8. La pérdida de capacidad debido a ataque químico o biológico se mide sobre la base de la prueba de inmersión EPA 9090.
9. La resistencia a la pérdida de capacidad de carga o integridad estructural se mide sometiendo a la muestra a 550 horas de luz ultravioleta y un ambiente agresivo de acuerdo a ASTM D4355-05
10. Las iniciales MD denotan la dirección principal de la geomalla (dirección de extrusión de la máquina) y XMD la dirección transversal del espécimen.

1.3.2 Geoweb GKL 12758-1 (Geocelda).

Es un sistema de confinamiento que está compuesto por fajas elaboradas con polietileno de alta densidad (HDPE), conectadas entre si mediante soldaduras a todo lo ancho. Cuando se despliegan, las fajas interconectadas forman las paredes de una estructura tridimensional flexible, tipo “panal de abeja”, en la

que se puede colocar el material de relleno y estabiliza capas superficiales de suelo.



Figura 1.6 - Geoweb GKL 12758-1

La geocelda estructural presenta las características técnicas indicadas en la siguiente tabla:

Tabla 1.3: Propiedades de la Geoweb GKL 12758-1 (Geocelda)

| Propiedad | Método de Ensayo | Unidad | Valor |
|---|---|--------|--|
| Perforación de las Fajas Laminares de HDPE | Inspección Visual y cálculo. | -- | 19 – 28% del área total de una banda que conforma una celda. |
| Densidad de indentaciones romboidales (forma de diamante). Indentaciones por cm2. | Capacidad del 85% del ángulo de fricción de la arena silicea #40 al interactuar con ella el texturado y perforado según Ensayo de Corte Directo ASTM D5321. | -- | 22 - 31 |
| Diámetro de perforaciones | En hileras desfasadas. Las perforaciones restarán 16% ±1% del área de la pared de la celda. | mm | 10 |
| Distancia de perforaciones horizontal | | mm | 12 |
| Distancia de perforaciones vertical | | mm | 19 |
| Paso para accesorios (Atra key, tendones) | 3 ranuras distribuidas equidistantes. Las ranuras están ubicadas en los extremos (en medio de las soldaduras) y en el centro de cada banda. | mm | d=10mm ó ranura 35mmx10mm |
| Espesor de pared texturada y perforada. | ASTM D5199 | mm | 1.52 ± 0.15 |
| Proceso de Fabricación de Banda de Celdas Texturadas. | Certificado ISO de Planta | -- | Extrusión |
| Resistencia de uniones a largo plazo. Banda de 100 mm de ancho color negro @10,000 horas valor mínimo. | ASTM D2990 | Kg | 95 |
| Resistencia de uniones a corto plazo. | GL-86-19 U.S. Army Corps of Engineers. Apéndice A | N | 2130 |
| Extracción de concreto F=210kg/cm2 de celda, performance de texturado y perforado. | Medido en Ensayo de Extracción | KN | 28 |
| Distancia entre soldaduras de celdas sin expandir. | Medido | mm | 445 ± 2.5 |
| Densidad | ASTM D-1505 | gr/cm3 | 0.935 – 0.965 |
| Estabilizador Negro de Humo | Medido | % | 1.5 - 2.0 |
| Resistencia al Agrietamiento por exposición al Medio Ambiente | ASTM D1693 | Horas | 3000 |
| Falla de pull-through (ATRA KEY) | Medido | KN | 1.2 |
| Ancho de celda nominal expandida | Medido | mm | 320 |
| Largo de celda nominal expandida | Medido | mm | 287 |
| Profundidad de celda nominal | Medido | mm | 150 ± 5 % |
| Ancho x Largo de Celdas | Medido | -- | 08 x 29 |
| Tipo de soldadura de las celdas | Medido | -- | Ultrasónica 03 puntos por pulgada |

Fuente: ANDEX – “Información técnica GEOWEB GKL 12758 – 1”

- ATRA KEY: es un accesorio de material sintético, diseñado para conectar mecánicamente secciones de la geocelda, y por otro lado permite ahorrar tiempo de instalación.

Con una torsión de 90° se logra fijar la unión de secciones de la geocelda tres veces más rápido que usar grapas.

El ATRA KEY, es un accesorio tres veces más resistente que las grapas asegurando una mayor transferencia de carga entre las secciones de la geocelda, las que se ven reflejadas en las pruebas de pull-trough, resistiendo 1.20 KN.

Ventajas en comparación de la grapas.

- No requiere de equipo alguno para su instalación.
- Fácil de transportar y almacenar.
- Es más seguro, ya que elimina las lesiones de los trabajadores asociados a los equipos de instalación.

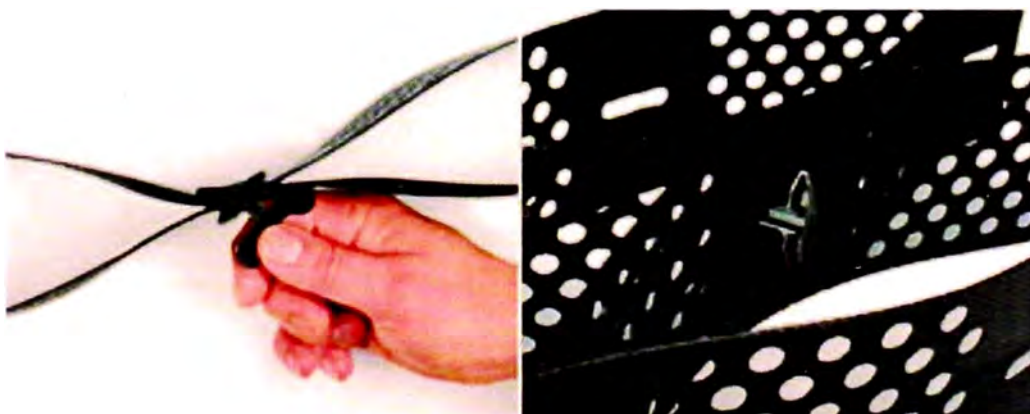


Figura 1.7 - Presentación del ATRA KEY

- Texturado y Patrón de Perforación: Para poder garantizar que el material con el cual se rellene estas geoceldas sea de un desempeño óptimo, se necesitó realizar ensayos de corte directo de los materiales típicos de llenado con el objetivo de poder determinar un patrón de texturado que permita desarrollar el corte opuesto a la carga aplicada para conservar con un alto factor de seguridad del contenido del relleno dentro de cada celda. Producto de este concepto es que nace el patrón de texturado en ambas caras de las paredes de las celdas; cuando este concepto es empleado se une el concepto del patrón de perforación, y

se puede observar su gran utilidad conjunta en diversas aplicaciones, siendo una de ellas la aplicación en estabilización de suelos y específicamente para el presente informe, la aplicación para el mejoramiento del terreno de fundación en pavimentos.



Figura 1.8 - Texturado y perforaciones en Geoweb GKL 12758-1

Las características más importantes del texturado y del patrón de perforación para el Geoweb GKL 12758-1 son:

- El patrón usado es de 22 a 31 indentaciones romboidales por cm² logrando una fricción no menor al 85% del ángulo de fricción interna de la arena silícea #40 aislada con 100% de densidad relativa según Ensayo de Corte Directo ASTM D5321. El espesor de las indentaciones son adicionales al espesor de la banda, por lo que el espesor la banda aumenta de 1.27mm a 1.52mm
- Posee Texturado Especificado (Alto ángulo de fricción con el material de relleno, permite asumir mayores inclinaciones).
- Posee perforaciones de 10mm en arreglos desfasados separados 19mm centro a centro horizontal en cada pared de celda (Traba muy efectivamente al material granular).
- Posee agujero adicional para el paso exclusivamente de tendones alineados, de mínimo 10mm. de diámetro.
- Tiene soldadura ultrasónica perfectamente delimitada.
- Las dimensiones se siguen rigurosamente en cualquier parte del producto.

CAPÍTULO II: ANTECEDENTES

El desarrollo cultural, económico e industrial de muchos países tal como Estados Unidos de Norte América y otros de Europa han mostrado que una de las formas de crecimiento interno es la creación y desarrollo de sus vías de comunicación, principalmente las terrestres. A través de los años se han ido desarrollando la construcción de vías terrestres, siendo la tendencia actual el de construir vías pavimentadas, cumpliendo bien su función entre lugares distantes y ciudades, como también dentro de ellas; es así como la pavimentación en las vías de transporte dentro de las ciudades proporciona adecuadas condiciones de transitabilidad de los vehículos, peatones y animales en las diversas arterias de las ciudades.

Para construcción de los pavimentos para la nueva ciudad de Morococha se tuvo en cuenta este aspecto, y al ser la primera ciudad en el Perú creada con un adecuado planeamiento urbano, no se podía prescindir de la calidad para la transitabilidad de sus habitantes, es por ello que se consideró la pavimentación de todas las vías internas de esta nueva ciudad, siendo los problemas de deflexiones excesivas y las medidas tomadas para solucionarlas el objeto del desarrollo del presente informe.

2.1 Diseño Inicial

2.1.1 Terreno de Fundación

El terreno de fundación de los tramos en los cuales se desarrollaron los pavimentos para la nueva ciudad de Morococha fue variable, pero predominantemente arcillas de baja a mediana plasticidad, para efectos de diseño es necesario establecer un valor representativo del tramo o los tramos de diseño.

El parámetro requerido del suelo de fundación para el diseño de la estructura de pavimentos es el módulo resiliente, este valor ha sido determinado de manera indirecta a partir del ensayo CBR de laboratorio así como los parámetros físicos de los suelos muestreados en las calicatas ejecutadas, aplicando la siguiente ecuación:

$$M_R = 2555 \text{ CBR}^{0.64}$$

En los casos donde existe relleno sobre el suelo natural, ya sea por el cambio de rasante o por la existencia de material de afirmado se debe calcular un módulo resiliente equivalente al conjunto de estratos en base al AASHTO 93, cuya expresión es la siguiente:

$$M_{R(\text{equivalente})} = \frac{(D_{S1})^3 M_{R1} + (D_{S2})^3 M_{R2}}{(D_{S1})^3 + (D_{S2})^3}$$

Donde:

- DS1, DS2: Espesores de la primera capa y segunda capa.
- MR1, MR2: Módulos resilientes de la primera y segunda capa

Para efectos de diseño es necesario tomar solo un valor representativo del material comprendido dentro del tramo, de acuerdo al método de diseño AASHTO 1993 se considera como módulo resiliente de diseño el promedio de los valores.

De manera referencial y para efectos de comparar con los resultados obtenidos a partir del ensayo CBR de laboratorio, los valores de módulo resiliente fueron obtenidos de forma indirecta a partir de los ensayos CBR, empleando una expresión matemática que figura en la guía diseño del NCHRP2 y también con los obtenidos de manera indirecta a partir de las ecuaciones presentadas en el apéndice CC3 de la guía de diseño del NCHRP y que se indican a continuación:

- Suelos Granulares: $CBR = 28.09 (D_{60})^{0.358}$
- Suelos Finos: $CBR = \frac{75}{1 + 0.728(wPI)}$

Donde:

- D_{60} : Diámetro del tamiz correspondiente al 60% del pasante.
- w: Peso que pasa por la malla N°200
- PI: Índice de Plasticidad.

En el siguiente recuadro se resumen los resultados de los ensayos CBR de laboratorio, y el módulo resiliente de diseño tomando en cuenta la presencia de mejoramientos y rellenos de acuerdo al perfil del proyecto:

Tabla 2.1 - Módulo resiliente de diseño

| Calle | Mr compuesto (psi) |
|----------------------|--------------------|
| 1 | 22200 |
| 2 | 21800 |
| 3 | 21900 |
| 4 | 14600 |
| 5 | 16300 |
| 6 | 18800 |
| 7 | 18000 |
| 11 | 18700 |
| 12 | 21800 |
| 13 | 20000 |
| 15 | 21700 |
| 16 | 23300 |
| 19 | 23700 |
| 20 | 16500 |
| 21 | 22000 |
| Calle divisoria | 22100 |
| Avenida Principal | 17500 |
| Acceso a zona urbana | 23500 |

Fuente: Minera CHINALCO PERU S.A. "Ingeniería de Detalle
- Estudio de Suelos y Pavimentos para la Nueva Ciudad de
Morococha".

Los valores indicados en el cuadro anterior corresponden al módulo resiliente compuesto luego de que el material de cobertura es retirado y se colocan los correspondientes rellenos. Para el diseño del pavimento se han considerado tres sectores

- Acceso a zona urbana: Mr = 23 500 psi.
- Avenida Principal : Mr = 17 500 psi.
- Calles : Mr = 14600 psi.

2.1.2 Tráfico y Ejes equivalentes (ESAL)

Para el diseño se requiere calcular el número de repeticiones de ejes equivalentes en función de las cargas de tráfico, el factor de crecimiento y el número de años, las fórmulas que se aplican para dichos cálculos son las siguientes:

$$ESAL = \sum_{i=1}^m F_i n_i$$

$$n_i = (n_0)_i (G)(D)(L)(365)(Y)$$

Donde:

- ESAL: Número de repeticiones de eje equivalente (18 kips) aplicada en el periodo de diseño.
- Fi: Factor de daño por cada eje calculado como: β

AASHTO Pavimentos Flexibles

$$\text{Log}\left(\frac{W_{tx}}{W_t}\right) = 4.79 \log(18+1) - 4.79 \log(Lx + L2) + 4.33 \log L2 + \frac{Gt}{\beta_x} - \frac{Gt}{\beta_{18}}$$

$$Gt = \log\left(\frac{4.5 - P_t}{4.2 - 1.5}\right) \quad \beta_x = 0.40 + \frac{0.081(Lx + L2)^{3.23}}{(SN + 1)^{5.19} L2^{3.23}}$$

AASHTO Pavimento Rígido

$$\text{Log}\left(\frac{W_{tx}}{W_t}\right) = 4.62 \log(18+1) - 4.62 \log(Lx + L2) + 3.28 \log L2 + \frac{Gt}{\beta_x} - \frac{Gt}{\beta_{18}}$$

$$Gt = \log\left(\frac{4.5 - P_t}{4.5 - 1.5}\right) \quad \beta_x = 0.40 + \frac{3.6(Lx + L2)^{5.20}}{(D + 1)^{8.46} L^{3.52}}$$

Donde:

- W_t = Inverso de los factores de equivalencia de aplicación de los ejes.
- W_x = Inverso de los factores de equivalencia de cargas del eje evaluado.
- β_x = Función que determina la relación entre serviciabilidad y aplicaciones de carga
- β_{18} = Función que determina la relación entre serviciabilidad y la aplicaciones de carga estándar (18000 lb)
- Gt = Función de la proporción de la pérdida de serviciabilidad en un tiempo t, para la pérdida de potencial en el punto donde $P_t = 1.5$
- Lx = Peso del eje en kips.
- L2: L2 = 1 (ejes simples)
L2 = 2 (ejes tándem)
L3 = 3 (ejes tridem)
- P_t = Serviciabilidad final
- SN= Número Estructural
- D= Espesor de la losa en pulg.

Estudio de tráfico






El número de repeticiones de ejes equivalentes fue estimado en función de las posibles frecuencias de vehículos pesados y buses. Para el tráfico liviano se contó con la información proporcionada por el cliente que se resume en el siguiente cuadro:

Tabla 2.2 - Estudio de tráfico

| | | Campamento de Construcción | | | Construcción de la SAIS | | | TOTAL OBRA NUEVA CIUDAD DE MOROCOCHA |
|---|------------|----------------------------|----------|------------|-------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|
| | | Construcción | Vivienda | Total | Mov. Tierras | Edificios | Total | |
| N° total de personas en campamento (personas) | 1704 | 150 | 600 | 750 | 60 | 150 | 210 | |
| Cantidad de staff alto nivel (pp) | 44 | 4 | 30 | 34 | 4 | 4 | 8 | |
| Cantidad de staff bajo nivel (pp) | 4 -69 | 6 | 70 | 76 | 6 | 6 | 12 | |
| Cantidad de obreros | 1191 | 140 | 500 | 640 | 50 | 140 | 190 | |
| <u>Datos de Salida</u> | | Datos de salida | | | | | | |
| Nro. camionetas staff alto nivel | 44 | 4 | 30 | 34 | 4 | 4 | 8 | |
| Nro. camionetas staff bajo nivel | 59 | 1 | 9 | 10 | 1 | 1 | 2 | |
| Nro. Camionetas visita | 22 | 4 | 20 | 24 | 4 | 4 | 8 | |
| Nro. De buses | 15 | 2 | 6 | 8 | 1 | 2 | 3 | |
| <u>CONCLUSION</u> | | | | | | | | |
| Total de vehiculos a considerar | 140 | | | 76 | | | 21 | |
| Se asume que este desplazamiento se producirá en aproximadamente horas | 1 | | | 1 | | | 1 | |
| Por tanto el volumen de tráfico horario (VTH) puede estimarse (Veh/hr) | 280 | | | 152 | | | 42 | 158 |

Fuente: Minera CHINALCO PERU S.A. "Ingeniería de Detalle - Estudio de Suelos y Pavimentos para la Nueva Ciudad de Morococha".

Tabla 2.3 - Valores de IMD supuestos por tipo de vía






| Tipo de vehículo | | | Cargas por ejes en Tn | | | | IMD | | |
|------------------|------|---|-----------------------|------------------|--------|--------|--------|-------------------|----------------------|
| | | | Eje delantero | Ejes posteriores | | | Calles | Avenida Principal | Acceso a zona urbana |
| | | | | Simple | Tándem | Tridem | | | |
| Ómnibus + 2 ejes | B3-1 |  | 7 | | 16 | | 10 | 30 | 10 |
| Camión 2 ejes | C2 |  | 7 | 11 | | | 3 | 10 | 42 |
| Camión 3 ejes | C3 |  | 7 | | 18 | | 2 | 5 | 5 |
| Camión 4 ejes | C4 |  | 7 | | | 23 | 0 | 3 | 2 |
| Acoplados 5 ejes | T2S3 |  | 7 | 11 | | 25 | 0 | 2 | 2 |

Factores Camión

Los factores camión fueron calculados con las cargas establecidas en el reglamento nacional de vehículos.

En el siguiente cuadro se resumen los factores camión por tipo de vehículo y de acuerdo a cada metodología de diseño, el caso de los factores simplificados se concluye solamente para efectos de comparación con el estudio de tráfico, donde se determinó de manera referencial el número de ejes equivalentes en base a las expresiones simplificadas, sin embargo para el diseño se debe emplear las fórmulas de factores destructivos que se indican en cada método.






Tabla 2.4 - Factores destructivos por tipo de vehículo

| Tipo de vehículo | | | Factores destructivos | | |
|------------------|------|---|-----------------------|---------------------------|----------------------------------|
| | | | Calles Pav. Rígido | Av. Principal Pav. Rígido | Acceso a zona urbana Pav. Rígido |
| Ómnibus + 2 ejes | B3-1 |  | 10 | 30 | 10 |
| Camión 2 ejes | C2 |  | 3 | 10 | 42 |
| Camión 3 ejes | C3 |  | 2 | 5 | 5 |
| Camión 4 ejes | C4 |  | 0 | 3 | 2 |
| Acoplados 5 ejes | T2S3 |  | 0 | 2 | 2 |

Ejes equivalentes

Los ejes equivalentes fueron calculados para un periodo de diseño de 20 años y se muestran en el siguiente cuadro.

Tabla 2.5 - Ejes equivalentes

| Tipo de vehículo | | | Ejes equivalentes a 20 años | | |
|------------------|------|---|-----------------------------|---------------------------|----------------------------------|
| | | | Calles Pav. Rígido | Av. Principal Pav. Rígido | Acceso a zona urbana Pav. Rígido |
| Ómnibus + 2 ejes | B3-1 |  | 2.77E+05 | 6.81E+05 | 3.40E+05 |
| Camión 2 ejes | C2 |  | 4.77E+04 | 1.59E+05 | 6.67E+05 |
| Camión 3 ejes | C3 |  | 4.54E+04 | 1.13E+05 | 1.13E+05 |
| Camión 4 ejes | C4 |  | 0.00E+00 | 7.02E+04 | 4.68E+04 |
| Acoplados 5 ejes | T2S3 |  | 0.00E+00 | 2.32E+03 | 2.32E+03 |
| TOTAL | | | 3.20E+05 | 1.03E+06 | 1.17E+06 |

2.1.3 Confiabilidad

La confiabilidad es un parámetro relacionado con el grado de incertidumbre, la variación en las predicciones del tráfico, la respuesta del pavimento y la importancia de la vía; los valores fluctúan entre 50% para vías locales a 99.9% en vías nacionales, tal como se aprecia en la siguiente tabla:

Tabla 2.6: Valores sugeridos de confiabilidad

| Clasificación funcional | Nivel de confiabilidad recomendado | |
|----------------------------------|------------------------------------|-----------|
| | Urbano | Rural |
| Vías interestatales y autopistas | 85 - 99.9 | 80 - 99.9 |
| Arterias principales | 80 - 99 | 75 - 95 |
| Colectoras | 80 - 95 | 75 - 95 |
| Local | 50 - 80 | 50 - 80 |

Fuente: Tabla 2.2 de la Guía de Diseño AASHTO 1993

La desviación estándar considerada en el diseño para el pavimento flexible es de 0.4 y para el pavimento rígido es de 0.35 que corresponde a la desviación estándar obtenida en la pista de pruebas AASHTO sin considerar el error de tráfico.

La confiabilidad considerada en el diseño es de 90% para el periodo total.

2.1.4 Serviciabilidad

La serviciabilidad es un parámetro que relaciona la condición funcional con la condición estructural de la vía, es reconocido ampliamente que existe una buena relación entre la serviciabilidad y la rugosidad, por lo tanto para el presente diseño la serviciabilidad se calculó en base a los valores de rugosidad (IRI), la expresión para relacionar la rugosidad con la serviciabilidad utilizada es la siguiente:

$$PSI = p = 5 e^{\left(\frac{IRI}{5.5}\right)}$$

Donde:

- PSI: Serviciabilidad
- IRI: Rugosidad
- Rugosidad máxima:
 - 3.5 para pavimentos de concreto asfálticos y pavimentos rígidos
 - 4.0 para tratamientos superficiales
- Rugosidad en tramos nuevos: 2.0 calzada de pavimentos, 2.5 calzadas con tratamiento.

Los valores de serviciabilidad empleados se resumen en el siguiente cuadro:

Tabla 2.7: Relación Rugosidad - Serviciabilidad

| Condición | Rugosidad IRI (m/km) | Serviciabilidad (p) | |
|-----------|----------------------|---------------------|------------------|
| | | Pavimento asfáltico | Pavimento rígido |
| Inicial | 2.0 | 3.8 | 3.2 |
| Final | 3.5 | 2.2 | 2.2 |

2.1.5 Condiciones de drenaje

El drenaje está considerado dentro del diseño como un factor que afecta directamente el coeficiente de capa y se estima en función del porcentaje de tiempo que la estructura está próximo a la saturación y de acuerdo a la calidad del drenaje.

La saturación de la estructura está en función de las características granulométricas de los componentes del pavimento y de la porosidad, así como del caudal de agua que pueda ingresar por precipitaciones fluviales, capilaridad o nivel freático.

El siguiente cuadro resume el criterio aplicado para calificar la calidad del drenaje.

Tabla 2.8: Calificación de la calidad del drenaje

| Calidad del drenaje | Tiempo que demora en drenar el 50% |
|---------------------|------------------------------------|
| Excelente | 2 horas |
| Bueno | 1 día |
| Regular | 1 semana |
| Malo | 1 mes |
| Muy malo | No drena |

Fuente: Minera CHINALCO PERU S.A. "Ingeniería de Detalle - Estudio de Suelos y Pavimentos para la Nueva Ciudad de Morococha".

Tabla 2.9: Valores recomendados de m_i para modificar los coeficientes estructurales de bases y sub bases granulares en pavimentos flexibles

| Calidad del drenaje | Porcentaje de tiempo que la estructura de pavimento está expuesta a niveles de humedad cercanos a la saturación | | | |
|---------------------|---|-------------|-------------|--------|
| | < 1 % | 1 - 5 % | 5 - 25 % | > 25 % |
| Excelente | 1.40 - 1.35 | 1.35 - 1.30 | 1.30 - 1.20 | 1.20 |
| Bueno | 1.35 - 1.25 | 1.25 - 1.15 | 1.15 - 1.00 | 1.00 |
| Regular | 1.25 - 1.15 | 1.15 - 1.05 | 1.00 - 0.80 | 0.80 |
| Malo | 1.15 - 1.05 | 1.05 - 0.80 | 0.80 - 0.60 | 0.60 |
| Muy malo | 1.05 - 0.95 | 0.95 - 0.75 | 0.75 - 0.40 | 0.40 |

Fuente. Tabla 2.4 de la guía AASHTO 93

Tabla 2.10: Valores recomendados de C_d para modificar los coeficientes estructurales de bases y sub bases granulares en pavimentos flexibles.

| Calidad del drenaje | Porcentaje de tiempo que la estructura de pavimento está expuesta a niveles de humedad cercanos a la saturación | | | |
|---------------------|---|-------------|-------------|--------|
| | < 1 % | 1 - 5 % | 5 - 25 % | > 25 % |
| Excelente | 1.25 - 1.20 | 1.20 - 1.15 | 1.15 - 1.10 | 1.10 |
| Bueno | 1.20 - 1.15 | 1.15 - 1.10 | 1.10 - 1.00 | 1.00 |
| Regular | 1.15 - 1.10 | 1.10 - 1.00 | 1.00 - 0.90 | 0.90 |
| Malo | 1.10 - 1.00 | 1.00 - 0.90 | 0.90 - 0.80 | 0.80 |
| Muy malo | 1.00 - 0.90 | 0.90 - 0.80 | 0.80 - 0.70 | 0.70 |

Fuente: Tabla 2.5 de la guía AASHTO 93

De acuerdo con los valores recomendados por AASHTO en la tabla 2.4 de la Guía de Diseño (Tabla anterior), en el presente diseño se consideró un valor de 0.9 tanto para el pavimento flexible como para el pavimento rígido para el coeficiente de drenaje, considerando que la calidad de drenaje es regular, y el tiempo que permanece cercano a la saturación del 5 – 25 %. Se debe colocar un sistema de subdrenaje para evitar el flujo de agua hacia el terreno de fundación y la estructura del pavimento.

2.1.6 Consideraciones del clima

El clima dentro del diseño de pavimento representa una variable importante para la determinación de los requerimientos de los materiales a ser aplicados y para la determinación de las características de la estructura del pavimento, el tramo se desarrolla en una zona de clima frío con una temperatura media anual de 12°C y con temperaturas mínimas anuales de hasta -10°C.

Por lo tanto, para la alternativa de pavimento flexible el cemento asfáltico para la elaboración de la mezcla asfáltica en caliente debe ser de penetración 120-150, la cantidad de vacíos deberá estar en el rango de 2 a 4 % debiendo en la etapa de obra efectuarse los diseños de mezclas con los materiales procesados, los cuales deben tender al rango inferior indicado de vacíos, recomendándose como máximo 3%. En términos generales la mezcla asfáltica deberá cumplir con las Especificaciones Técnicas de Mezcla Asfáltica.

Para el caso de la elaboración de concreto hidráulico se debe considerar la colocación de membranas selladoras para el curado y la protección de la losa con una cubierta de plástico durante el periodo de curado.

2.1.7 Diseño de espesores del pavimento

Método AASHTO

El diseño fue ejecutado mediante el método AASHTO 93. Este método de diseño desarrollado a finales de los años 50, ha tenido varias versiones de sus guías de diseño, siendo la versión del año 1993 la que se emplea actualmente para el diseño de pavimentos. El procedimiento de diseño es el siguiente:

1. Cálculo del Tráfico de diseño
2. Determinación del Módulo Resiliente efectivo de diseño (Pavimento flexible) o el Módulo de reacción Compuesto de la sub rasante (Pavimento rígido)
3. Cálculo del Número Estructural (Pavimento flexible)
4. Cálculo de los espesores de diseño.

Las dos primeras partes del proceso fueron explicadas en los ítems anteriores, con respecto al número estructural y el espesor (d) de la losa, éste es un valor adimensional que representa una equivalencia numérica de la capacidad estructural del pavimento y se calcula como:

Pavimentos Flexibles

$$\log W_{18} = Z_R S_o + 9.36 \log(SN+1) - 0.20 + \frac{\log\left(\frac{\Delta PSI}{4.2-1.5}\right)}{0.40 + \frac{1094}{(SN+1)^{5.19}}} + 2.32 \log(M_R) - 8.07$$

Pavimentos Rígidos

$$\log W_{18} = Z_R S_o + 7.35 \log(D+1) - 0.06 + \frac{\log\left(\frac{\Delta PSI}{4.5-1.5}\right)}{0.40 + \frac{1.624 * 10^7}{(D+1)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32p_i) \log\left(\frac{S'cCd[D^{0.75} - 1.132]}{215.63J[D^{0.75} - \frac{18.42}{(\frac{E_c}{K})^{0.25}}]}\right)$$

Donde:

- W_{18} : Número de repeticiones de eje equivalente (ESAL)
- Z_R : Confiabilidad
- S_o : Desviación estándar
- ΔPSI : Pérdida de serviciabilidad
- M_R : Módulo resiliente de la sub rasante (Terreno de fundación.)
- D : Espesor de la losa
- $S'c$: Módulo de rotura del concreto $S'c = 8\sqrt{f'c}$ (psi)
- Cd : Coeficiente de drenaje
- J : Coeficiente de transferencia de carga
- E_c : Módulo de elasticidad del concreto $E_c = 5700\sqrt{f'c}$ (psi)
- K : Módulo de la reacción compuesta de la subrasante obtenido de manera indirecta a partir de las tablas de correlación con los resultados del CBR y del aporte de la sub base.
- SN : Número estructural

$$SN = a_1 D_1 + a_2 D_2 m_2 + a_3 D_3 m_3 \text{ (P. Flexible)}$$

Donde:

- a_i : Coeficiente de capa en función de las propiedades de los materiales
- D_i : Espesores
- m_i : Coeficientes de drenaje

Coeficientes de capa

Los coeficientes de capa fueron estimados a partir de las correlaciones que la guía de diseño presenta en las ecuaciones presentadas a continuación:

$$a_2 = 0.249(\log_{10}E_2) - 0.977$$

$$a_3 = 0.227(\log_{10}E_3) - 0.839$$

Tabla 2.11: Coeficiente de capa tramos nuevos

| Capa | CBR (%) | Mr (psi) | Coef. Estructural |
|------------------------------|---------|-------------|-------------------|
| Carpeta asfáltica | | 350,000 (*) | 0.38 |
| Firme (Base granular) | 100 | 30,000 | 0.14 |
| Cimiento (Sub base granular) | 70 | 19,000 | 0.13 |

(*) Se considera un valor de 350.000 psi considerando que la mezcla asfáltica debe tener un alto contenido de cemento asfáltico a fin de disminuir el efecto de gradiente térmico. Los resultados se muestran en los siguientes cuadros:

2.1.8 Pavimento Rígido

Tabla 2.12: Acceso a zona urbana

| Capa | CBR (%) | f'c (psi) | E (psi) | Sc |
|--|----------------|-----------------|-----------------|------------------|
| Losa de concreto | 280 | 3981.60 | 3,596,695 | 568 |
| Firme (Sub base granular) | 70 | | 19,000 | |
| Sub Sector | | | | |
| | Total | | | |
| Rugosidad Inicial (IRI _o) | 2.0 | | | |
| Rugosidad Final (IRI _f) | 3.5 | | | |
| Serviciabilidad Inicial | 3.2 | | | |
| Serviciabilidad Final | 2.2 | | | |
| | CBR (%) | Mr (psi) | k | k compust |
| Terreno de fundación | 30.0 | 23,500 | 392 | 1058 |
| Factor de confiabilidad (R) | 90 | | | |
| Desviación estándar normal (Z _r) | -1.28 | | | |
| Desviación estándar total (Z _o) | 0.35 | | | |
| Periodo total | | | | |
| | W18 | | Total | |
| W18 | 1.17E+06 | | | |
| SN3 | 1.17E+06 | | | |
| | | | H final (pulg.) | H final (cm.) |
| Losa de concreto | | | 6 | 15 |
| Firme | | | | |
| Cimiento | | | 6 | 15 |

Tabla 2.13: Calles secundarias

| Capa | CBR (%) | f'c (psi) | E (psi) | Sc |
|--|----------------|-----------------|-----------------|------------------|
| Losa de concreto | 280 | 3981.60 | 3,596,695 | 568 |
| Firme (Sub base granular) | 70 | | 19,000 | |
| Sub Sector | | | | |
| | Total | | | |
| Rugosidad Inicial (IRI _o) | 2.0 | | | |
| Rugosidad Final (IRI _f) | 3.5 | | | |
| Serviciabilidad Inicial | 3.2 | | | |
| Serviciabilidad Final | 2.2 | | | |
| | CBR (%) | Mr (psi) | k | k compust |
| Terreno de fundación | 15.2 | 14,600 | 254 | 718 |
| Factor de confiabilidad (R) | 90 | | | |
| Desviación estándar normal (Z _r) | -1.28 | | | |
| Desviación estándar total (Z _o) | 0.35 | | | |
| Periodo total | | | | |
| | W18 | | | |
| W18 | 3.20E+05 | | | |
| SN3 | 3.20E+05 | | | |
| | | | H final (pulg.) | H final (cm.) |
| Losa de concreto | | | 6 | 15 |
| Firme | | | | |
| Cimiento | | | 6 | 15 |

Fuente: Minera CHINALCO PERU S.A. "Ingeniería de Detalle - Estudio de Suelos y Pavimentos para la Nueva Ciudad de Morococha".

Tabla 2.14: Avenida Principal

| Capa | CBR (%) | f'c (psi) | E (psi) | Sc |
|--|----------|-----------|-----------------|---------------|
| Losa de concreto | 280 | 3981.60 | 3,596.695 | 568 |
| Firme (Sub base granular) | 70 | | 19,000 | |
| Sub Sector | | Total | | |
| Rugosidad Inicial (IRI _o) | 2.0 | | | |
| Rugosidad Final (IRI _f) | 3.5 | | | |
| Serviciabilidad Inicial | 3.2 | | | |
| Serviciabilidad Final | 2.2 | | | |
| | CBR (%) | Mr (psi) | k | k compost |
| Terreno de fundación | 20.2 | 17,500 | 300 | 837 |
| Factor de confiabilidad (R) | 90 | | | |
| Desviación estándar normal (Z _r) | -1.28 | | | |
| Desviación estándar total (Z _o) | 0.35 | | | |
| Periodo total | W18 | | Total | |
| W18 | 1.03E+06 | | | |
| SN3 | 1.03E+06 | | 7.1 | |
| | | | H final (pulg.) | H final (cm.) |
| Losa de concreto | | | 6 | 15 |
| Firme | | | | |
| Cimiento | | | 6 | 15 |

Fuente: Minera CHINALCO PERU S.A. "Ingeniería de Detalle - Estudio de Suelos y Pavimentos para la Nueva Ciudad de Morococha".

ESPEORES FINALES

El pavimento ha sido diseñado para un periodo de 20 años, considerando que el total de la estructura será construida al inicio. En el cuadro siguiente se resumen los resultados obtenidos en el método de diseño AASHTO.

Tabla 2.15: Espesores finales de pavimento rígido y flexible / Acceso a zona urbana

| Calidad del drenaje | Alternativa 1: Pavimento rígido | | Alternativa 2: Pavimento flexible | |
|---|------------------------------------|---------------|--------------------------------------|---------------|
| | Espesor en pulg. | Espesor en mm | Espesor en pulg. | Espesor en mm |
| Losa de concreto f'c=280 kg/cm ² | 6 | 150 | | |
| Carpeta asfáltica en caliente | | | 3 | 75 |
| Firme | | | 6 | 150 |
| Cimiento | 6 | 150 | 6 | 150 |

Fuente: Minera CHINALCO PERU S.A. "Ingeniería de Detalle - Estudio de Suelos y Pavimentos para la Nueva Ciudad de Morococha".

Tabla 2.16: Espesores finales de pavimento rígido y flexible / Avenida Principal

| Calidad del drenaje | Alternativa 1: Pavimento rígido | | Alternativa 2: Pavimento flexible | |
|---|------------------------------------|---------------|--------------------------------------|---------------|
| | Espesor en pulg. | Espesor en mm | Espesor en pulg. | Espesor en mm |
| Losa de concreto $f'c=280$ kg/cm ² | 6 | 150 | | |
| Carpeta asfáltica en caliente | | | 3 | 75 |
| Firme | | | 6 | 150 |
| Cimiento | 6 | 150 | 6 | 150 |

Fuente: Minera CHINALCO PERU S.A. "Ingeniería de Detalle - Estudio de Suelos y Pavimentos para la Nueva Ciudad de Morococha".

Tabla 2.17: Espesores finales de pavimento rígido y flexible /Calles secundarias

| Calidad del drenaje | Alternativa 1: Pavimento rígido | | Alternativa 2: Pavimento flexible | |
|---|------------------------------------|---------------|--------------------------------------|---------------|
| | Espesor en pulg. | Espesor en mm | Espesor en pulg. | Espesor en mm |
| Losa de concreto $f'c=280$ kg/cm ² | 6 | 150 | | |
| Carpeta asfáltica en caliente | | | 3 | 75 |
| Firme | | | 6 | 150 |
| Cimiento | 6 | 150 | 6 | 150 |

Fuente: Minera CHINALCO PERU S.A. "Ingeniería de Detalle - Estudio de Suelos y Pavimentos para la Nueva Ciudad de Morococha".

Debido a que el pavimento a construir será destinado para una zona urbana y que el mantenimiento y conservación en pavimentos rígidos será de una menor constancia, afectando así en la menor medida posible a los usuarios con los trabajos que este mantenimiento necesite; el Cliente optó por la Alternativa 1 (Pavimentos rígidos), teniéndose como consideraciones finales:

- 2 carriles por vía, anchos de 3.60m, 3.00m y 2.70m.
- Paños de 3.60m x 4.50m x 0.20 – Av. Principal
- Paños de (2.70m y 3.00m) x 3.50m x 0.15 – Calles Secundarias
- Juntas de contracción transversales aserradas cada 4.50m (Av. Principal) y cada 3.50m (Calles Secundarias)
- Juntas de dilatación transversales de 1" cada 21m.
- Dowels en juntas de contracción y dilatación de fierro liso de 1" cada 0.20m.
- Dowels en juntas de construcción (eje longitudinal) de fierro corrugado de 5/8" cada 0.70m.
- Sello elastomérico en todas las juntas.

2.2 Condición estructural de terreno de fundación.

Para determinar la condición estructural del terreno de fundación en la zona a construir la nueva ciudad de Morococha, el desarrollo del proyecto requirió la ejecución de ensayos de CBR en laboratorio, los mismos que se muestran en la siguiente tabla, se aprecia que el suelo de fundación se encuentra predominantemente dentro del rango de 11.1 a 65.5 de CBR a 0.1" de penetración y al 95% de la MDS, por tratarse de gravas arcillosas, arenas limosas y arcillas de baja plasticidad, que se tornan blandas ante la presencia de humedad. En la determinación del perfil estratigráfico del terreno de fundación se descartó el material superficial por tratarse de suelos orgánicos de alta plasticidad, este estrato superficial alcanzaba profundidades variables entre 0.4 a 0.7 m. (zona urbana) y 0.50 a 1.10 m. (acceso a zona urbana).

En la siguiente tabla se resumen los resultados obtenidos de los ensayos CBR de laboratorio que fueron ejecutados en las muestras extraídas de calicatas.

Tabla 2.19 - CBR del terreno de fundación

| Calicata | Muestra | PROF. (m) | CLASIFICACIÓN | | COMPACTACIÓN ASTM D-1557 | | CBR 0.1" | | Grado de Compactación |
|----------|---------|------------|---------------|-----------|--------------------------|-------|----------|-------|-----------------------|
| | | | SUCS | AASHTO | MDS | OCH | 95% | 100% | |
| C-03 | M-1 | 0.2 - 2.0 | GC | A-6 (1) | 2.140 | 8.85 | 38.20 | 61.00 | 80.33 |
| C-06 | M-1 | 0.3 - 2.0 | SC | A-6 (0) | 2.034 | 8.14 | 24.30 | 38.60 | 93.47 |
| C-09 | M-1 | 0.3 - 3.9 | GC-GM | A-2-4 (0) | 2.237 | 6.41 | 27.10 | 42.40 | 83.24 |
| C-09 | M-2 | 3.9 - 5.0 | GC | A-4 (0) | 2.244 | 6.24 | 15.30 | 39.30 | 85.32 |
| C-12 | M-1 | 0.2 - 1.4 | GC-GM | A-2-4 (0) | 2.096 | 10.03 | 41.90 | 48.00 | 83.42 |
| C-15 | M-1 | 0.45 - 2.2 | GC | A-2-4 (0) | 2.091 | 10.05 | 38.40 | 46.70 | 85.67 |
| C-17 | M-1 | 0.55 - 2.2 | GM | A-1-a (0) | 2.125 | 8.14 | 34.50 | 63.00 | |
| C-18 | M-1 | 0.2 - 2.0 | GM | A-1-a (0) | 2.132 | 8.04 | 38.80 | 61.80 | 85.15 |
| C-20 | M-1 | 0.5 - 3.0 | GM | A-1-a (0) | 2.134 | 9.15 | 62.50 | 65.60 | |
| C-21 | M-1 | 0.5 - 3.0 | GW-GM | A-1-a (0) | 2.145 | 9.17 | 51.10 | 68.50 | 86.58 |
| C-25 | M-1 | 0.2 - 2.0 | GM | A-1-a (0) | 2.129 | 9.04 | 48.10 | 65.30 | 82.74 |
| C-28 | M-1 | 0.0 - 2.0 | GC | A-2-4 (0) | 2.238 | 6.14 | 31.50 | 43.60 | 80.44 |
| C-29 | M-1 | 0.5 - 2.7 | GC | A-2-4 (0) | 2.240 | 6.20 | 47.00 | 52.80 | |
| C-29 | M-2 | 2.7 - 5.0 | GC | A-2-4 (0) | 2.167 | 5.27 | 35.40 | 40.70 | |
| C-31 | M-1 | 0.7 - 2.4 | GC | A-2-4 (0) | 2.235 | 6.26 | 37.90 | 44.90 | 82.62 |
| C-33 | M-1 | 0.9 - 3.0 | CL | A-6 (6) | 1.833 | 16.08 | 12.90 | 14.10 | 79.35 |
| C-34 | M-1 | 0.9 - 2.1 | CL | A-6 (6) | 1.840 | 15.79 | 11.70 | 13.80 | |
| C-35 | M-1 | 0.9 - 3.0 | CL | A-6 (6) | 1.852 | 15.98 | 11.10 | 12.90 | 80.63 |
| C-38 | M-1 | 0.5 - 2.0 | SP-SM | A-1-a (0) | 2.233 | 6.80 | 65.50 | 98.80 | |

Fuente: Minera CHINALCO PERU S.A. "Ingeniería de Detalle - Estudio de Suelos y Pavimentos para la Nueva Ciudad de Morococha".

2.3 Evaluación de la inestabilidad en el Terreno de fundación

En concordancia con las Especificaciones Técnicas y coordinación con La Supervisión se efectuaron mediciones a nivel de cotas del Firme y cotas del Terreno de Fundación terminados, con los resultados que se presentan a continuación:

En ambos casos, y partiendo de valores comúnmente aceptados en la práctica vial, las deflexiones obtenidas se observan muy altas deduciéndose que existen condiciones de inestabilidad en la plataforma. Es debido a ello que se hace necesaria la ejecución de exploraciones complementarias en la plataforma para establecer las causas de dicha inestabilidad medidas de remediación.

Estos valores de referencia a nivel del Terreno de Fundación que aseguran una adecuada estabilidad de plataforma, aplicados en proyectos viales MTC (ANEXO 1) son del siguiente orden:

- Deflexión permisible máxima en Sub Rasante 150x10-2mm

Los valores deflectométricos permisibles indicados corresponde a la experiencia observada en plataformas reales y no a procedimientos analíticos de Mecánica de Suelos. En consecuencia se puede concluir que la plataforma vial existente evaluada es inestable.

Además de esto, resultaba importante establecer in situ si la condición de inestabilidad ocurría en la capa del Terreno de Fundación (Sub rasante – normalmente la capa superior de 0.30 cm de espesor) o en los suelos de fundación por debajo de ella. La solución de inestabilidad del Terreno de Fundación (Sub Rasante no garantiza la solución de inestabilidad de la Fundación, criterio que debió ser analizado para poder asegurar una medida de remediación razonable.

Por otro lado el análisis de los deflectogramas muestra que el Terreno de Fundación en si presenta una alta inestabilidad y que la colocación del Firme sobre ella no proporcionó una reducción notable en las magnitudes deflectométricas iniciales.

Valores deflectométricos en el terreno de fundación

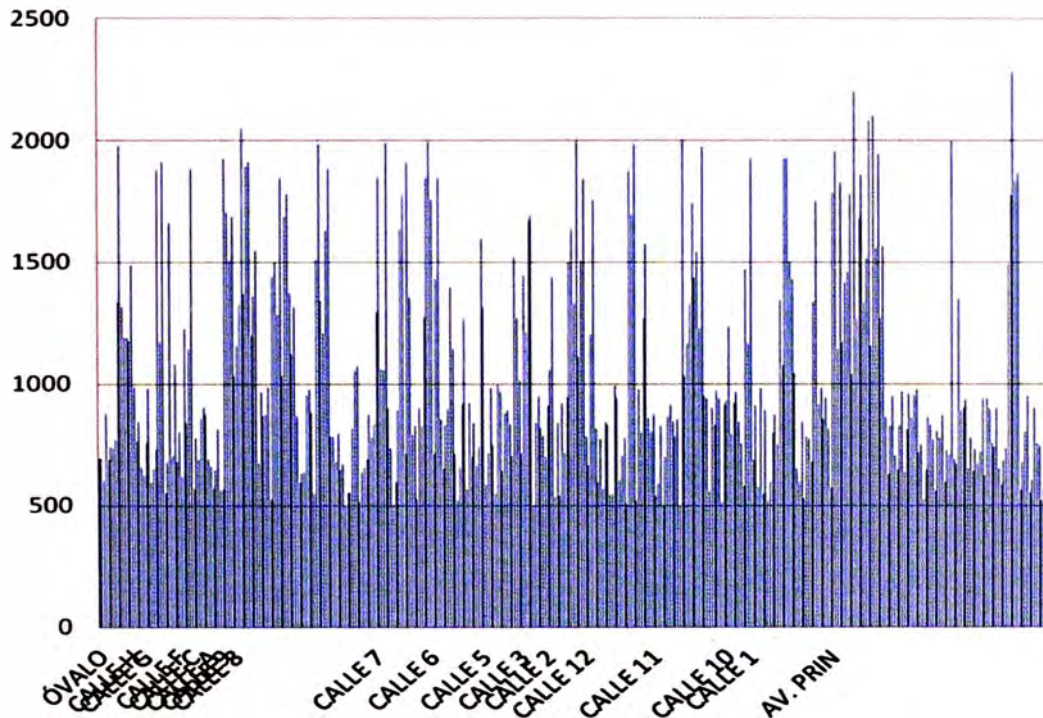


Figura 2.1 - Evaluación deflectométrica en Terreno de Fundación ($\times 10^{-2}$ mm)

Valores deflectométricos en el Firme

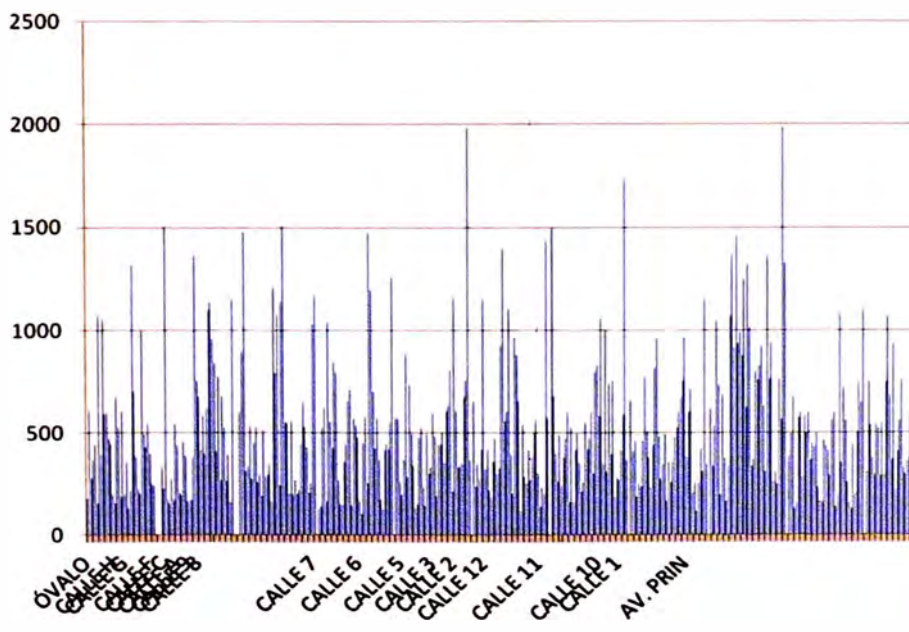


Figura 2.2 - Evaluación deflectométrica en Firme ($\times 10^{-2}$ mm.)

De acuerdo a los datos obtenidos en campo, las zonas donde se debió implementar el mejoramiento de los suelos son los siguientes:

Tabla 2.20: Zonas a implementar el mejoramiento de suelos con geosintéticos

| Ubicación | Solución a implementar | |
|-----------|------------------------|-------------------------|
| | Geoweb KGL 12758-1 | Geomalla Biaxial BX-100 |
| CALLE 1 | X | X |
| CALLE 2 | X | X |
| CALLE 3 | X | X |
| CALLE 4 | | |
| CALLE 5 | X | X |
| CALLE 6 | X | X |
| CALLE 7 | X | X |
| CALLE 8 | X | X |
| CALLE 9 | X | |
| CALLE 10 | X | X |
| CALLE 11 | X | X |
| CALLE 12 | X | X |
| CALLE 13 | | X |
| CALLE A | | X |
| CALLE B | | |
| CALLE C | | X |
| CALLE D | X | X |
| CALLE E | | |
| CALLE F | X | X |
| CALLE G | X | X |
| CALLE H | X | X |
| PARADERO | | X |
| ÓVALO | X | X |
| AV. PRIN | X | X |

Fuente: Minera CHINALCO PERU S.A. "Ingeniería de Detalle - Estudio de Suelos y Pavimentos para la Nueva Ciudad de Morococha".

El sustento para la aplicación del mejoramiento en estas calles se encuentra en el Anexo 2.

Presentaremos a continuación un esquema de la estructura del pavimento adoptado:

ESQUEMA DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO



Figura 2.3 - Esquema de la estructura del pavimento

De acuerdo a este esquema se puede observar que las condiciones reales a nivel del Terreno de Fundación no se adecuaban a los requerimientos del

proyecto, específicamente el CBR a nivel del Terreno de Fundación, lo que pudo haberse considerado las causas de las condiciones de inestabilidad.

La evidencia de suelos con CBR < 11% (inclusive en algunos casos se encontraron CBR = 5%) pudo haber explicado en primera instancia los elevados valores de deflexión representando causa de inestabilidad de plataforma; aspecto que no fue detectado durante la fase de estudios o de construcción del plataformado.

2.4 Definición del diseño final

Esquema de solución según CBR de terreno de Fundación:

Consideraciones:

- Peso máximo: 48 Tn.
- Presión de Inflado. 120 Psi.

Tabla 2.21 - Esquema de solución según CBR del terreno de Fundación

| VALORES MÍNIMOS DE CBR | COMPACTACIÓN MÍNIMA | SOLUCION TIPO | | ESQUEMA |
|------------------------|---------------------|---|--------------------|--|
| | | CAPA | ESPESOR (cm) | |
| CBR < 5% | % Compact. < 75% | Losa: Cama de Área: Geoweb + Relleno: | 15 – 20 5 15 | <p>ESQUEMA: MUELA, LOSA CON DOWELL, CARPETA DE RODADURA PROYECTADA 0.05m CARPA DE ARMADA, 0.15m GEOWEB CON RELLENO, Geoweb tipo 100 CLASE 2, FUNDACIÓN</p> |
| CBR < 12% | % Compact. < 85% | Losa: Geomalla + relleno: | 15 - 20 20 | <p>ESQUEMA: MUELA, LOSA CON DOWELL, CARPETA DE RODADURA PROYECTADA, MATERIAL DE RELLENO</p> |
| CBR < 14% | % Compact. < 85% | Losa: Geomalla + relleno: | 15 - 20 15 | <p>ESQUEMA: MUELA, LOSA CON DOWELL, CARPETA DE RODADURA PROYECTADA, Geomalla tipo 100 (BR-100), Geoweb tipo 100 CLASE 2, CBR=22</p> |

CAPÍTULO III: APLICACIÓN DE LOS GEOSINTÉTICOS EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS PARA LA NUEVA CIUDAD DE MOROCOCHA.

3.1 Proceso constructivo

Se llegó a un acuerdo entre la supervisión de obra y la empresa contratista respecto al procedimiento para liberación del terreno de fundación y el firme en los trabajos de pavimentación, verificándose los resultados de la deflectometrías obtenidas tanto en el terreno de fundación como en el firme, siendo los criterios de liberación los siguientes:

- Para deflexiones menores a $500 \times 10^{-2} \text{mm}$, se continúa con la colocación de la Sub Base granular (Firme), sin ningún tipo de refuerzo con geosintéticos, esta consideración da a lugar debido a que el refuerzo de acero que lleva el diseño del pavimento hidráulico ejercerá esfuerzos a las deflexiones que se encuentren en ese rango.
- Para deflexiones entre $500 \times 10^{-2} \text{mm}$ y $1000 \times 10^{-2} \text{mm}$, la Supervisión ordena la colocación de geotextil y geomalla sobre la Sub Rasante (Terreno de Fundación).
- Para deflexiones mayores a $1000 \times 10^{-2} \text{mm}$, la Supervisión ordena la colocación de geotextil y geoweb sobre la Sub Rasante para la posterior colocación de la Sub Base granular.



Figura 3.1 - Presentación del terreno de fundación

Siendo la secuencia de colocación y los valores deflectométricos permisibles en cada capa los siguientes:

| DEFLEXIONES EN CADA CAPA CON APLICACIÓN BEKELMAN | | ESQUEMA |
|--|--------------------|---------|
| APLICACIÓN SISTEMA GEOWEB | | |
| CAPA | DEFL. (mm) | |
| A NIVEL DE LOSA (15 cm) | 0.25 - 0.4 | |
| A NIVEL DE BASE + GEOWEB | 5.8 - 9.0 | |
| A NIVEL DE SUBBASE | 22.3 | |
| CAPA | DEFL. (mm) | |
| A NIVEL DE LOSA (20 cm) | 0.2 - 0.35 | |
| A NIVEL DE BASE + GEOWEB | 7.0 - 11.0 | |
| A NIVEL DE SUBBASE | 30.0 - 31.0 | |
| APLICACIÓN DE GEOMALLA COMO REFUERZO | | |
| CAPA | DEFL. (mm) | |
| A NIVEL DE LOSA (15 cm) | 0.25 - 0.4 | |
| A NIVEL DE BASE + GEOMALLA | 9.0 - 12.0 | |
| A NIVEL DE SUBBASE | 12.0 - 15.0 | |
| CAPA | DEFL. (mm) | |
| A NIVEL DE LOSA (20 cm) | 0.23 - 0.35 | |
| A NIVEL DE BASE + GEOMALLA | 9.0 A 11.0 | |
| A NIVEL DE SUBBASE | 15.0 - 17.0 | |

Figura 3.2 - Resumen de maximas deflexiones permisibles por capa

3.1.1 Colocación del geoweb.

- El procedimiento para la colocación del Geoweb fue el siguiente:
- Se preparará el terreno removiendo las piedras, escombros, raíces y arbustos (si existieran); para obtener un superficie de tendido suave y compacta.
- Se procederá al tendido de la geocelda hasta alcanzar su dimensión de abertura total sujetándola con varillas de acero en los bordes de la geocelda.
- La conexión entre geoceldas adyacentes se hará con bastones en las uniones de los paneles.
- Se descargara el material de agregados escogido (hormigón) sobre la extensión de la geocelda. No permitir el tránsito de maquinaria sobre la geocelda hasta que se conforme la primera capa compactada.
- Se esparce el hormigón sobre toda la extensión de la geocelda con una primera capa compactada con el equipo adecuado.



Figura 3.3 - Colocación de geoweb sobre geotextil

3.1.2 Colocación de la geomalla.

En esta parte trataremos la ejecución de todos los trabajos necesarios para la colocación de la Geomalla de Alta Resistencia para el refuerzo de suelos con las características que se indican a continuación:

- Método de construcción:
 - El almacenamiento de este material deberá efectuarse protegiéndolo convenientemente de la luz directa y de la lluvia
 - Preparar las superficies, debiendo estar esta nivelada y libre de escombros para recibir el refuerzo de la geomalla.
 - Verificar la correcta colocación de la geomalla de refuerzo, pudiendo este desenrollarse a mano o utilizando algún equipo adaptado para esta función.
 - Se deberán considerar traslapes no menores de 30 cm entre rollos de geomalla.
 - Colocar las geomalla de refuerzo en los niveles y longitudes requeridas para el mejoramiento.
 - Desenrollar la geomalla de refuerzo, jalándola de tal forma que se mantenga templada y libre de pliegues y arrugas, previo a la

colocación del material de relleno. Se pueden asegurar el borde con estacas temporales.

- Utilizar procedimientos acordes y consistentes para el tensionado de la geomalla de refuerzo a través de su aplicación.
- El suelo a compactar debe estar en el orden del 95% de la máxima densidad de acuerdo al ensayo del Proctor Modificado.
- No se debe compactar con equipo pesado cerca de los bordes del área a compactar para evitar su deformación. Se recomienda dejar una franja de 0.5 m entre el borde y el equipo pesado de compactación; esta franja puede compactarse con un vibra pisón.
- Se debe evitar el paso de equipos con orugas sobre la geomalla de refuerzo.
- En el caso de vehículos con llantas, pueden transitar lo mínimo posible sobre la geomalla a velocidades menores a 15Km/h. se debe evitar frenados bruscos.



Figura 3 4 - Colocación de geomalla sobre geotextil

3.2 Costos y tiempos

De acuerdo a los problemas de inestabilidad en suelos presentado y a las soluciones coordinadas, se contemplo la ejecución de actividades adicionales al contrato inicial.

3.2.1 Consideraciones

Primeramente de concilió la idea del mejoramiento a nivel del Terreno de Fundación haciendo un cambio de material que consistía en corte de las zonas inestables, perfilado y compactado, y conformación del mejoramiento, cuyo presupuesto se muestra a continuación:

Tabla 3.1 - Presupuesto de Mejoramiento de suelos sin Geosintéticos

| N° | Descripción de Partida | Unidad | Metrado | P.U. (S/) | Total (S/.) |
|---------|--|--------|-----------|-----------|---------------------|
| | Mejoramiento de suelo a nivel de Terreno de Fundación | | | | |
| 1.01.01 | Corte para mejoramiento | m3 | 14,248.17 | 40.22 | 573,061.45 |
| 1.01.02 | Perfilado y compactado del fondo del mejoramiento | m2 | 13,478.00 | 36.90 | 497,338.20 |
| 1.01.03 | Confirmación del mejoramiento | m3 | 14,960.58 | 45.20 | 676,218.22 |
| | | | | | |
| | TOTAL COSTO DIRECTO | | | | 1,746,617.87 |
| | Gastos Generales | 10.79% | | | 2,135.09 |
| | Utilidad | 13.82% | | | 2,734.66 |
| | Sub total | | | | 1,751,487.63 |
| | I.G.V. | 18.00% | | | 315,267.77 |
| | Total Presupuesto | | | | 2,066,755.40 |

Fuente: JJC-P-0102-WO003-2012-225 Adicional N. 13, 25, 35 Mejoramiento suelo a nivel subrasante

Independientemente de las ampliaciones de plazo debido a factores climáticos, interferencia de trabajos con otros frentes, indefiniciones en procedimientos, el plazo calculado para la ejecución de este adicional fue de **9 meses calendario**, tomando en cuenta la distribución de calles y la coordinación de trabajos con distintos frentes.

3.2.2 Comparación de costos y tiempos invertidos.

Posteriormente al surgir la solución del uso de geosintéticos para la solución a los problemas de inestabilidad de suelos, se contempló la ejecución del adicional respectivo para estas partidas, habiéndose dividido en 3 adicionales en total, cuyo presupuesto resumen se muestra a continuación:

Tabla 3.2 - Presupuesto de Mejoramiento de suelos con Geosintéticos

| N° | Descripción de Partida | Unidad | Metrado | P.U. (S/) | Total (S/.) |
|----------------------------|--|--------|-----------|-----------|-------------------|
| | Mejoramiento de suelo a nivel de Terreno de Fundación | | | | |
| 1.01.01 | Instalación de geomalla biaxial (BX-100) | m2 | 13,478.00 | 2.04 | 27,495.12 |
| 1.01.02 | Instalación de geotextil clase 2 | m2 | 19,151.68 | 2.04 | 39,069.43 |
| 1.01.03 | Instalación de geoweb (GKL 12758-1) | m2 | 5,555.78 | 9.23 | 51,279.85 |
| | | | | | |
| TOTAL COSTO DIRECTO | | | | | 117,844.40 |
| | Gastos Generales | 0.00% | | | 0.00 |
| | Utilidad | 13.82% | | | 8,220.70 |
| | Sub total | | | | 126,065.10 |
| | I.G.V. | 18.00% | | | 22,691.72 |
| | Total Presupuesto | | | | 148,756.82 |

Fuente: JJC-P-0102-WO003-2012-225 Adicional N. 13, 25, 35 Mejoramiento suelo a nivel subrasante

Independientemente de las ampliaciones de plazo debido a factores climáticos, interferencia de trabajos con otros frentes, indefiniciones en procedimientos, el plazo calculado para la ejecución de este adicional fue de **4 meses calendarios**, tomando en cuenta la distribución de calles y la coordinación de trabajos con distintos frentes.

En resumen, de acuerdo a los datos presentados se puede observar el uso de menores recursos tanto en costo como en tiempo para el mejoramiento de suelos a nivel del Terreno de Fundación utilizando geosintéticos:

- Ahorro en costo: S/. 1 917 998.58
- Ahorro en tiempo: 5 meses

El sustento de Metrados para la colocación de la Geomalla Biaxial BX-100 y Geoweb GKL 12758-1 está detallado en el Anexo 3.

CAPÍTULO IV: EVALUACIÓN DE RESULTADOS

1.1 Obtención de parámetros estructurales con la Viga Benkelman.

Una vez concluida la aplicación de los geosintéticos para el mejoramiento del Terreno de Fundación, se procedió a realizar nuevamente las mediciones deflectométricas a nivel de firme así como a nivel de losa terminada, teniéndose como parámetros los valores especificados en la Figura 3.2, obteniéndose representativamente para cada ubicación las deflexiones máximas halladas, presentándose a continuación:

Tabla 4.1 - Máximas deflexiones medidas después de mejoramiento de suelos (mm.)

| UBICACIÓN | VALORES DEFLECTOMÉTRICOS A NIVEL DEL FIRME | VALORES DEFLECTOMÉTRICOS A NIVEL DE LOSA |
|-----------|--|--|
| CALLE 1 | 6.9 | 0.34 |
| CALLE 2 | 6.5 | 0.37 |
| CALLE 3 | 5.9 | 0.29 |
| CALLE 4 | | |
| CALLE 5 | 6.2 | 0.27 |
| CALLE 6 | 7.9 | 0.40 |
| CALLE 7 | 6.2 | 0.31 |
| CALLE 8 | 6.6 | 0.37 |
| CALLE 9 | 8.7 | 0.27 |
| CALLE 10 | 6.2 | 0.40 |
| CALLE 11 | 8.2 | 0.35 |
| CALLE 12 | 6.0 | 0.30 |
| CALLE 13 | | |
| CALLE A | | |
| CALLE B | | |
| CALLE C | | |
| CALLE D | 7.5 | 0.31 |
| CALLE E | | |
| CALLE F | 6.1 | 0.34 |
| CALLE G | 9.0 | 0.40 |
| CALLE H | 6.0 | 0.32 |
| PARADERO | | |
| ÓVALO | 9.1 | 0.39 |
| AV. PRIN | 9.3 | 0.29 |

Con estos resultados se logró comprobar la efectividad de las soluciones implementadas tanto haciendo uso de las geomallas y las geoceldas, esto después de una gran indefinición y en medio de dudas por parte de la empresa contratista. Fue tras varios meses de indefiniciones por parte de la supervisión y del cliente que se optó por la utilización de la Geomalla Biaxial BX-100 y el Geoweb KGL 12758-1.

1.2 Fisuras en pavimentos debido a fallas ajenas al mejoramiento de suelos

Una vez concluida la construcción de los pavimentos para la nueva ciudad de Morococha, aparecieron fisuras en los pavimentos en distintas áreas, inicialmente se pensó que estos problemas se presentaron debido a un mal procedimiento de mejoramiento del terreno de fundación, viéndose luego la necesidad de realizar un estudio mediante un especialista sobre las fisuras, las causas de su aparición, y la solución a implementar.



Figura 4.1 - Fisura en pavimento de concreto asfáltico

El informe de la evaluación estructural de estas fisuras dio como resultado que el motivo principal de la aparición de fisuras en los pavimentos fue debido a que los cortes de vaciado con juntas aserradas se realizaron varios días después de ser vaciados, dando como resultado que la losa de concreto por efectos de temperatura se haya contraído sin encontrar un plano de falla débil.

El informe detallado realizado por la empresa ZEGARRA & YECKLE INGENIEROS S.A.C. se encuentra adjunta en el Anexo 4

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- Las condiciones climáticas propias de esta área favorecieron en gran magnitud a la aparición de los problemas estructurales en el terreno de fundación, básicamente por proporcionar constante humedad a los suelos y filtraciones constantes.
- El mejoramiento del terreno de fundación con geosintéticos generó el que los problemas de inestabilidad de este se reduzcan considerablemente al punto de que los nuevos valores defletores sobre el firme y posteriormente sobre la losa de concreto sean aceptables y cumplan con las especificaciones técnicas del proyecto.
- La implementación de los geosintéticos significó ahorro en material, mano de obra y equipo al existir menor uso de maquinaria en excavación, transporte e instalación de los geosintéticos y de los materiales.
- Existió reducción del tiempo y costo de obra, en comparación con la posible sustitución de todo el material del plataforma.
- Si bien es cierto, los problemas de inestabilidad fueron controlados, no se llegó a determinar con exactitud las causas de estos problemas.
- De acuerdo a los requerimientos exigidos en las Especificaciones Técnicas (ET) del Proyecto, se efectuaron mediciones deflectoras a nivel del Terreno de Fundación con el fin de determinar problemas de baja resistencia.
- Las ET no especifica valores de referencia para calificar el grado de estabilidad de la plataforma por lo que fue necesario establecer valores de referencia en base a la experiencia observada en obras viales.
- De acuerdo a los resultados obtenidos y su comparación con valores de referencia en obras viales, se pudo confirmar los comportamientos inestables en la plataforma vial a ser pavimentada.

- Los comportamientos inestables por la presencia de suelos inestables se ubicaron generalmente en el Terreno de Fundación.
- Las mejoras deflectométricas en cuanto a la reducción de las deflexiones luego de la colocación del firme no resultaron satisfactorias.
- La evidencia de suelos con CBR < 5% pudo haber explicado en primera instancia los elevados valores de deflexión representando la causa de inestabilidad de la plataforma.
- La existencia de problemas de CBR bajos y de deflexiones elevadas fueron aspectos que no fueron detectados durante la fase de estudios o de construcción del plataformado.

5.2 Recomendaciones

- Utilizar geosintéticos con geotextiles sobre la superficie del Terreno de fundación para evitar una contaminación entre los materiales de las capas en contacto con el geotextil.
- Es recomendable es estudio de los problemas de inestabilidad en suelo hasta encontrar las causales de estos, dado que de esta manera se podrá calcular con certeza las medidas de remediación.
- Tener todas las consideraciones y cumplir las indicaciones para la instalación de los geosintéticos, dado que el no cumplimiento de estas podrían ocasionar a futuro fisuras en el pavimento rígido.
- El mantenimiento vial debe ser ejecutado constantemente y se deberá mantener el tránsito por la vía permanentemente, aun cuando se estén ejecutando obras de mantenimiento.
- El evaluar condiciones de inestabilidad estructural se deben considerar también las condiciones y resultados deflectométricos, y no solo basarse en los resultados del CBR, dado que por su naturaleza, ambas pruebas son excluyentes.
- Dada la relación directa de un pavimento en servicio con las obras de drenaje y sub drenaje es necesario que el proyectista asegure el diseño de un eficiente sistema integral de drenaje dado que existieron dudas de la eficacia de las medidas de remediación instruidas y en ejecución, además de las condiciones ambientales que caracterizan al proyecto.

BIBLIOGRAFÍA



- ANDEX DEL NORTE S.A. - Información Técnica de Geosintéticos.
- Céspedes Abanto, Jose – “LOS PAVIMENTOS EN LAS VÍAS TERRESTRES Calles, Carreteras y Aeropistas”.
- Higuera Sandoval, Carlos Hernando – “Nociones sobre métodos de diseño de estructuras de pavimentos para carreteras”.
- León Lavado, Ronald Francisco, “Uso de la geomalla biaxial en la carretera Tacna – Tarata – Candarave”. Tesis para optar Título Profesional FIC-UNI. Lima, Perú, 2005.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones EG2000 Especificaciones Generales para Construcción de Carreteras.
- Minera CHINALCO PERU S.A. “Estudio de Suelos y Pavimentos para la Nueva Ciudad de Morococha”.
- N.E. Wrigley, NewGrids, Ltd, UK; S.N. Valero, Engineering Consultant, USA, G. Li, Tsinghua University, P.R. of China and H. Zheng, BOSTD Geosynthetics Qingdao Ltd, P.R. of China “ GEO12-FW-021 - THE IMPORTANCE OF INSTALLATION DAMAGE IN DESIGNING PAVEMENTS REINFORCED WITH INTEGRALLY FORMED GEOGRIDS”. Trabajo presentado en el Segundo Congreso Panamericano GEOAMERICAS 2012.
- Zegarra & Yeckle Ingenieros S.A.C. – “INFORME DE EVALUACION ESTRUCTURAL FISURAS EN PAVIMENTOS - REASENTAMIENTO NUEVA CIUDAD DE MOROCOCHA”.

ANEXOS

- **ANEXO 1:** Antecedentes de valores deflectométricos permisibles en el Terreno de Fundación (Sub Rasante)
- **ANEXO 2:** Valores deflectométricos en el terreno de fundación y soluciones a implementar por tramos.
- **ANEXO 3:** Sustento de Metrados geomalla, geotextil y geoweb.
- **ANEXO 4:** Informe de evaluación estructural de fisuras en pavimentos
- **ANEXO 5:** Panel fotográfico
- **ANEXO 6:** Mapa de obra

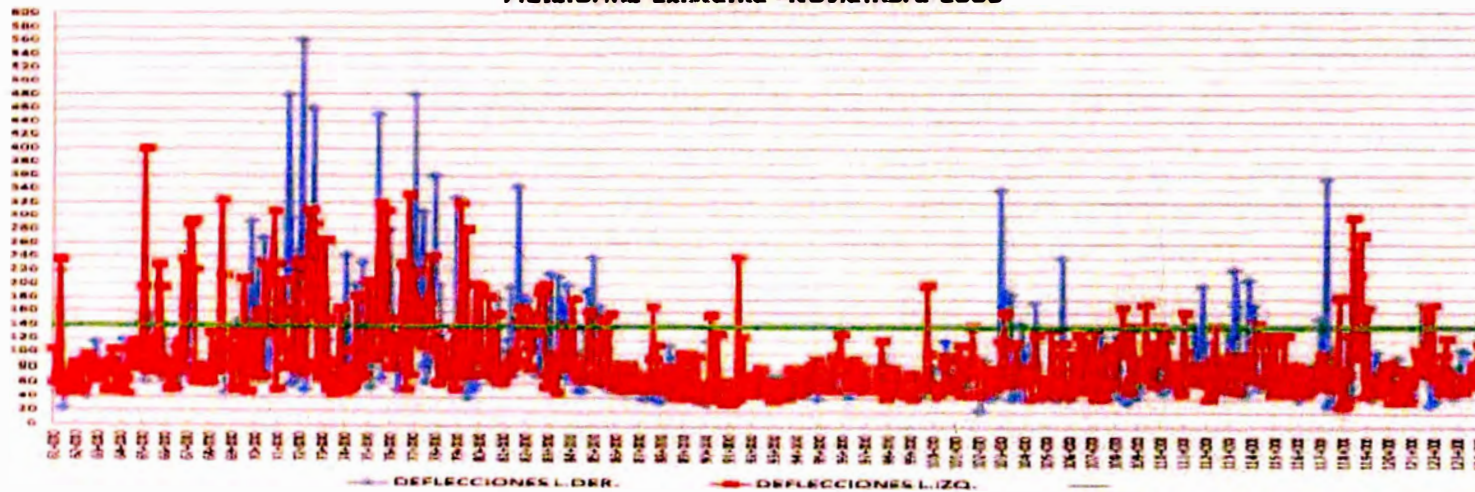
ANEXO 1

Antecedentes de valores deflectométricos permisibles en el Terreno de
Fundación (Sub Rasante)


| | | |
|---|--|---|
|  | Presupuesto Adicional de Obra N° 01 |  |
|---|--|---|

| | |
|--|---|
| <p>Obras : Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Desvío Tocacha - Puente Parongo.</p> <p>Tramo 2 : Puente Pucajaco / Puente Parongo Km. 61+000 al Km. 124+938 (Dpto. San Martín)</p> | <p>Etapas : Supervisión Temporal</p> <p>Contratista: Construcciones Civiles S.A.</p> <p>Supervisión: Nedima Consultores S.A.</p> |
|--|---|

DEFLECTOGRAMA
Carretera: Dv. Tocacha - Pta. Parongo
Tramo: Km. 61+010 - Km. 124+000
Sector: Pte. Pucajaco - Pta. Parongo
Plataforma Existente - Noviembre 2008



Asimismo fue preparado un Cuadro Deflectométrico comparativo de los sectores en base al límite superior 150×10^{-2} mm. propuesto en el Expediente Técnico que permite una plataforma estable

| | | |
|---|--|---|
|  | Provincia de Arequipa - Calle N° 61 - PO. Puente Parongo - Los Hornos - Dpto. San Martín - Perú Teléfono: 054 221 211 - Correo Electrónico: ppucajaco@comisaria.com - Páginas Web: 054 221 211 / Km. 61+000 al Km. 124+000 |  |
|---|--|---|

Inestabilidad deflectométrica - Medición de Deflexiones Brutas en Plataformas

El ensayo deflectométrico tiene por principio la medición de la deformación de una plataforma o pavimento existente y comparar los valores obtenidos frente a un valor de referencia que la experiencia indica no debe ser superado para asegurar una adecuada estabilidad.

El estudio de las deflexiones es el estudio de las deformaciones verticales a partir de una superficie a consecuencia de la aplicación de una carga la cual genera deformaciones elásticas. Por tanto es una medida de la respuesta del conjunto suelo granular – suelo fundación frente a una determinada carga, indicando la estabilidad del mismo, desde el punto de vista de capacidad soporte ($>$ deformación $<$ capacidad soporte).

La determinación de esta capacidad soporte a lo largo del sector estudiado por medio de las deflexiones sirve al propósito de compararla con las del Expediente Técnico con otras de referencia obtenidas de otros proyectos a nivel de subrasante que incluyeron mejoramientos y que han mostrado aceptables comportamientos de plataforma en servicio.

La información técnica disponible y la experiencia en proyectos PROVIAS también indica que en plataformas existentes con altas deformaciones se presentan suelos inestables por la calidad en sí de los suelos subyacentes o por la combinación de ellos con malas condiciones de drenaje o por contaminación de materiales orgánicos que son necesarios resolver previamente antes de la construcción de un pavimento.

Las Mediciones presentadas del Tramo II se obtuvieron en Setiembre 2008, época seca, las que en forma similar al proyecto fueron corregidas por un factor de estacionalidad.

En base a la revisión de las mediciones efectuadas en Subrasante constituida por suelos de los Tramos I y III, en las que también se ejecutaron mejoramientos de fundación, se observa que la Deflexión Bruta Máxima obtenida fue predominantemente menor de 100×10^{-2} mm. A la fecha la plataforma pavimentada muestra un comportamiento aceptable en servicio.

En consecuencia tal valor referencial servirá para adoptar conservadoramente el valor de Deflexión Máxima Bruta de la actual plataforma para el Tramo II:

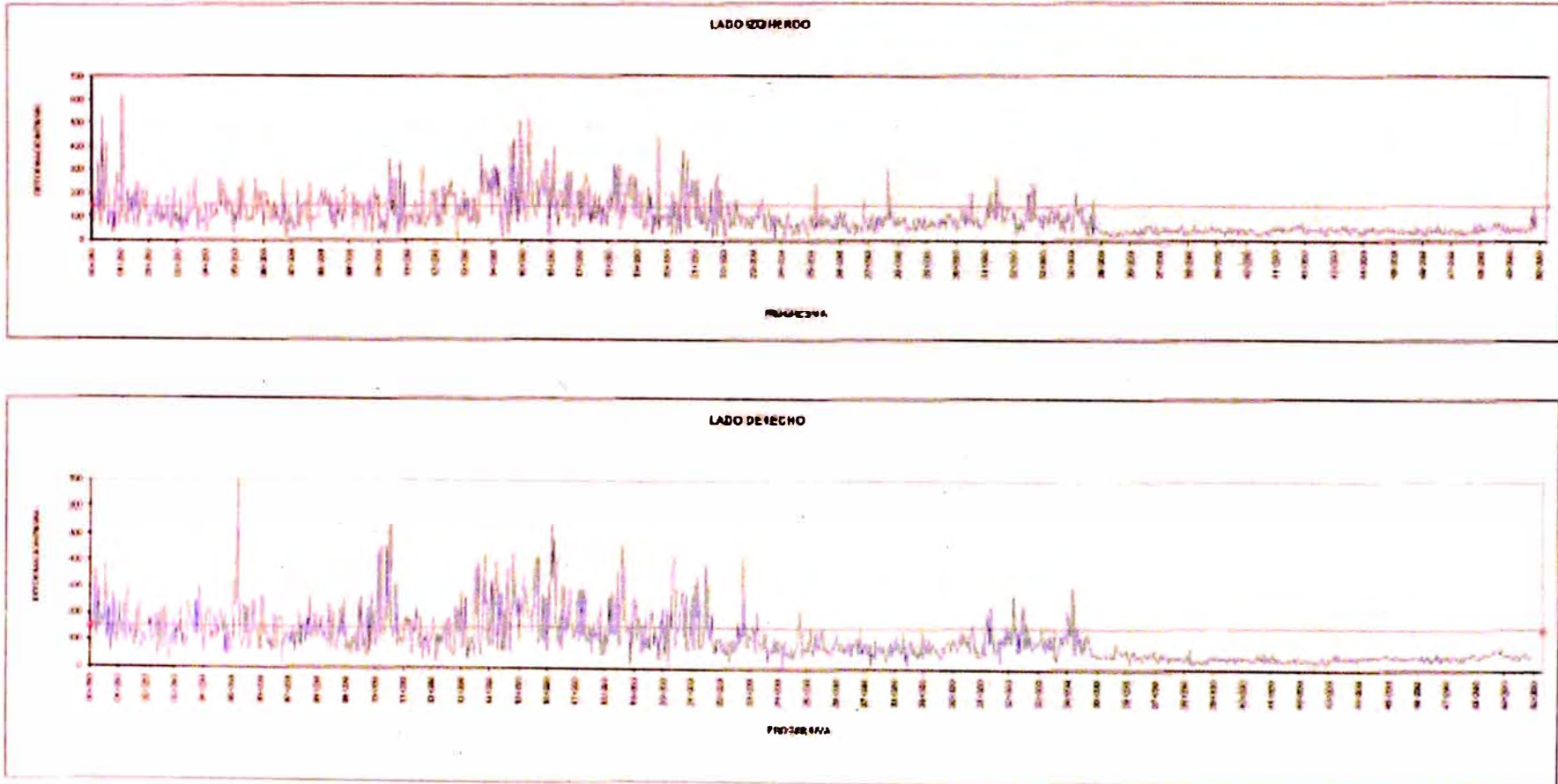
Deflexión Máxima Bruta plataforma existente Tramo II: 150×10^{-2} mm.

A partir de la cual se deben identificar las ubicaciones y examinar las condiciones del subsuelo debajo de la capa granular de lastrado que confirmen la existencia de suelos (Subrasante o Fundación) que reúnan las características de suelos inadecuados como fue establecido en el ítem 2.03.3 y 2.03.2 respectivamente.

Las mediciones de Deflexión en Plataforma muestran inestabilidades en diferentes profundidades que en muchos casos superan los alcances del Estudio de Suelos del proyecto limitados a 1.50 m.

El Cuadro Comparativo de Campañas Deflectométricas que fuera incluido en el Expediente Adicional (13) refleja predominantemente una severa pérdida de estabilidad de la plataforma que deberá ser mejorada de manera de asegurar un adecuado comportamiento en servicio. En tal sentido las mediciones en plataforma luego de los trabajos de Mejoramiento de suelos y antes de la colocación de la Subrasante suelo-cal no deberán superar el valor de 150×10^{-2} mm.

**GRAFICO ESTADISTICO CONTROL DE DEFLEXIONES (ENSAYO DE VIGA BENKELMAN)
A NIVEL DE PLATAFORMA EXISTENTE Km. 00+200 - 50+000**



Carretera Huanuco -Tingo - Maria - Pucallpa. Tramo II: San Alejandro-Neshuya 21



Rehabilitación y Mejoramiento Carretera Ayacucho - Abancay
Tramo IV: Km. 154+000 – 210+000

Km.158+250-Km.166+000 CBR=10.3 %

Km.166+000-Km.168+000 CBR=07.6 %

El proyecto recomienda mejorar la sub rasante en los sectores que acusen CBR por debajo del promedio considerado.

En el proyecto se ha diseñado mejoramientos de 0.60 m, para un solo carril y lo identifica como I/D lo que no define con claridad, si trata de mejorar el carril izquierdo o el derecho, tampoco especifica el tipo de material de remplazo y su CBR; se supone que este material debe ser granular seleccionado procedente de cantera y así se está construyendo.

El Proyectista no ha considerado una capa anticontaminante debajo de la base granular del pavimento, pese a la existencia de suelos finos bajo la línea de subrasante, que pueden llegar a contaminar la capa de base, disminuyendo su capacidad portante, cuyo efecto es disminuir la durabilidad del pavimento; en el estudio del presente sector los suelos de fundación tienen un promedio 50%, que pasa la malla Nº 200 y si se llegan a mejorar estos suelos con material de cantera se obtendría un 13%, lo que garantiza una mejor capacidad portante y durabilidad del pavimento.

19. EVALUACION DEFLECTOMETRICA

Las especificaciones Técnicas del Proyecto en la sección 205(2000); en el Numeral 205.13. Indican que el ensayo de Deflectometría se debe llevar a cabo a nivel de sub rasante terminada.

La Supervisión mediante carta Nº 146-2010/HOB-1000-S/JIS, indica que su especialista de suelos y pavimentos mediante informe, hace referencia a las pruebas de Deflectometría utilizando la viga Benkelman, como sustento complementario a las calicatas que se está efectuando para la elaboración de los Adicionales de obra, observación realizada por el Administrador de Contratos de PROVIAS NACIONAL.

El Contratista mediante carta Nº 200-2010-D-OHL-CAA-IV, considerando que las deflexiones admisibles no se indican en el Expediente Técnico, solicita a la Supervisión, para que por su intermedio solicite al Proyectista presente estas deflexiones admisibles para el control de sub rasante y base granular, en vista que él es el responsable del Diseño del Pavimento.

El Contratista conjuntamente con la Supervisión ha llevado a cabo la Evaluación Deflectométrica de sectores que se encuentran a nivel de plataforma existente, entre las progresivas km 154+000 al km168+000, sobre los tramos en los que se ha proyectado mejoramientos y los resultados se muestran en las planillas de evaluación que se adjunta



Rehabilitación y Mejoramiento Carretera Ayacucho - Abancay
Tramo IV: Km. 134+000 – 210+000

Lamentablemente las deflexiones admisibles solicitadas no han sido proporcionadas por el Proyectista, para comparar los resultados obtenidos, pero por la experiencia profesional, estos valores deben estar entre 1,2 a 1.4 mm; si los resultados obtenidos los comparamos con estos valores la diferencia es muy alta.

Por lo tanto los resultados altos de las deflexiones obtenidas están demostrando que bajo la plataforma existente sobre la cual se apoya la plataforma proyectada existen suelos inestables que ameritan ser mejorados a fin de garantizar la estabilidad de la nueva plataforma y la durabilidad del pavimento a construirse.

20. ADICIONAL DE NUEVOS MUROS

Al respecto, ante la insuficiencia de anchos en algunos sectores de la plataforma del tramo, en el presente estudio se ha visto la necesidad de proyectar nuevos muros de concreto. Para tal efecto se han ejecutado sondeos en la fundación de los mismos a fin de determinar su capacidad portante. Se adjunta Cuadro Nº 05 con relación de muros proyectados como adicional de los mismos.

21. DERRUMBES

Se ha evaluado sectores de posibles derrumbes no contemplados en el proyecto, cuyos ensayos se anexan en este expediente de adicional de obra. En esta evaluación se aprecia la calidad de los materiales, el exceso de las humedades de cada sector y la inclinación de los taludes de corte. En algunos sectores se aprecia un comportamiento recurrente y por tanto se infiere que estos continuarán hasta que se logre el equilibrio estable de taludes. El tramo que se evalúa es del km 160+168 al km 179+980.



Pacific Consultants International
CONSULTING ENGINEERS AND ARCHITECTS

Experiencia: Carretera Yura-Robledo-Santa Lucia
Tramo (B): Estación 69+000 a Estación 80+000 A/D

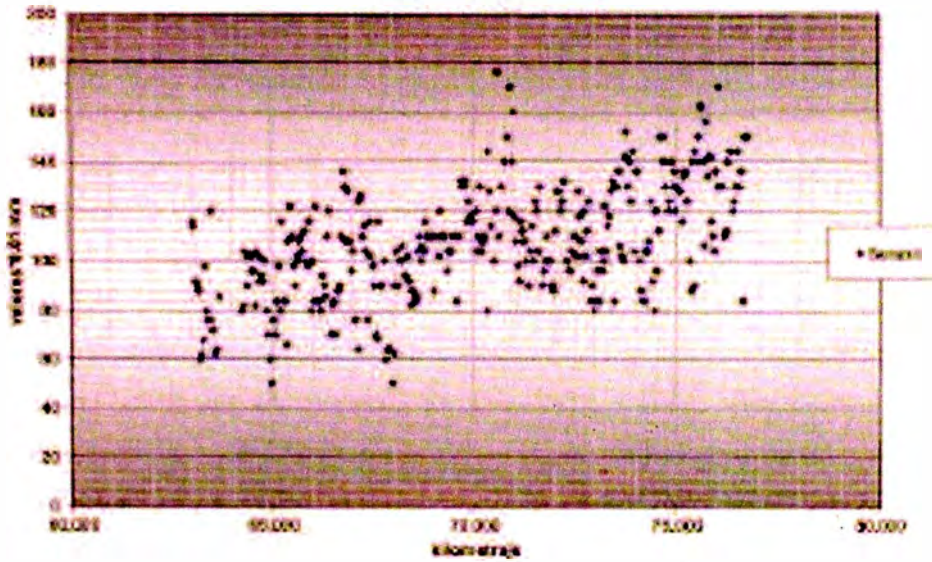
ASOCIACION



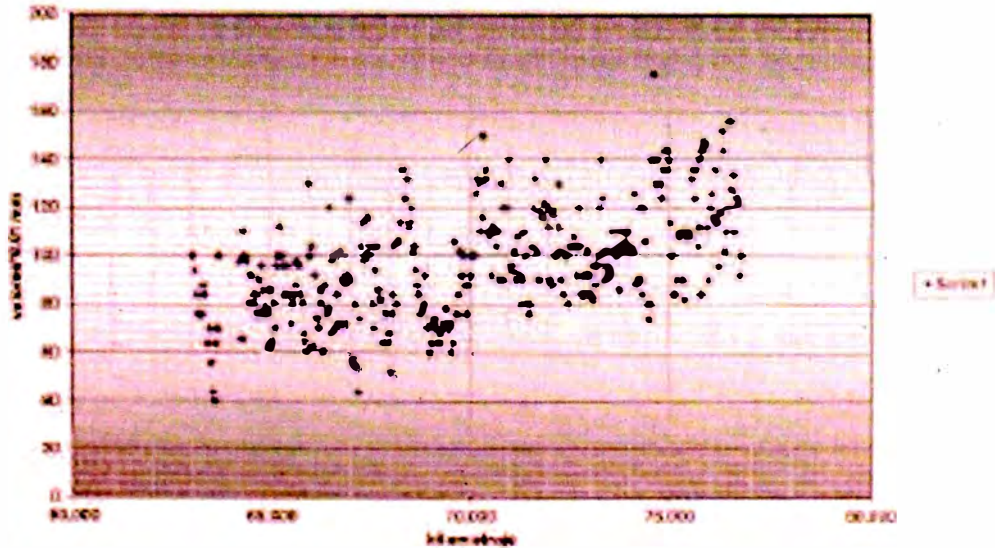
C.P.S. DE INGENIERIA
CONSULTORÍA Y PROYECTOS S.R.L.

DEFLEXIONES (VIGA BENKELMAN) DE LA SUBRASANTE

**DEFLEXIONES EN SUBRASANTE
CARRIL DERECHO**



**DEFLEXIONES EN SUBRASANTE
CARRIL IZQUIERDO**



ANEXO 2

Valores deflectométricos en el terreno de fundación y soluciones a implementar por tramos.

| Ubicación | Progresivas Tramos a Mejorar | | Valor deflectométrico (x0.01 mm.) | Solución a implementar | Obs. |
|-----------|------------------------------|-------|-----------------------------------|-------------------------|------------|
| PARADERO | 0+025 | 0+035 | 695 | Geomalla Biaxial BX-100 | CI |
| ÓVALO | 0+095 | 0+115 | 695 | Geomalla Biaxial BX-100 | EJE |
| ÓVALO | 0+085 | 0+095 | 603 | Geomalla Biaxial BX-100 | EJE |
| ÓVALO | 0+075 | 0+085 | 877 | Geomalla Biaxial BX-100 | EJE |
| ÓVALO | 0+065 | 0+075 | 689 | Geomalla Biaxial BX-100 | LI |
| ÓVALO | 0+035 | 0+055 | 740 | Geomalla Biaxial BX-100 | EJE |
| ÓVALO | 0+025 | 0+035 | 739 | Geomalla Biaxial BX-100 | LI |
| ÓVALO | 0+005 | 0+025 | 775 | Geomalla Biaxial BX-100 | EJE |
| ÓVALO | 0+125 | 0+135 | 1334 | Geoweb KGL 12758-1 | LD |
| ÓVALO | 0+095 | 0+105 | 1978 | Geoweb KGL 12758-1 | LI |
| ÓVALO | 0+095 | 0+115 | 1319 | Geoweb KGL 12758-1 | LD |
| ÓVALO | 0+075 | 0+085 | 1188 | Geoweb KGL 12758-1 | LD |
| ÓVALO | 0+035 | 0+045 | 1191 | Geoweb KGL 12758-1 | LD |
| ÓVALO | 0+040 | 0+055 | 1174 | Geoweb KGL 12758-1 | LD |
| ÓVALO | 0+005 | 0+025 | 1485 | Geoweb KGL 12758-1 | LD |
| CALLE H | 0+145 | 0+165 | 985 | Geomalla Biaxial BX-100 | EJE |
| CALLE H | 0+145 | 0+180 | 765 | Geomalla Biaxial BX-100 | BI |
| CALLE H | 0+095 | 0+105 | 846 | Geomalla Biaxial BX-100 | BD |
| CALLE H | 0+095 | 0+125 | 655 | Geomalla Biaxial BX-100 | CD |
| CALLE H | 0+115 | 0+135 | 623 | Geomalla Biaxial BX-100 | BI |
| CALLE G | 0+235 | 0+245 | 760 | Geomalla Biaxial BX-100 | LD |
| CALLE G | 0+255 | 0+265 | 982 | Geomalla Biaxial BX-100 | LD |
| CALLE G | 0+280 | 0+290 | 594 | Geomalla Biaxial BX-100 | LD |
| CALLE G | 0+080 | 0+120 | 650 | Geomalla Biaxial BX-100 | LI |
| CALLE G | 0+295 | 0+305 | 732 | Geomalla Biaxial BX-100 | PLATAFORMA |
| CALLE G | 0+305 | 0+315 | 1881 | Geoweb KGL 12758-1 | PLATAFORMA |
| CALLE G | 0+315 | 0+340 | 1170 | Geoweb KGL 12758-1 | LI |
| CALLE G | 0+365 | 0+380 | 1911 | Geoweb KGL 12758-1 | PLATAFORMA |
| CALLE G | 0+195 | 0+205 | 555 | Geomalla Biaxial BX-100 | CD+EJE |
| CALLE G | 0+205 | 0+215 | 679 | Geomalla Biaxial BX-100 | CI |
| CALLE G | 0+155 | 0+165 | 1664 | Geoweb KGL 12758-1 | CI |
| CALLE G | 0+195 | 0+205 | 703 | Geomalla Biaxial BX-100 | CD+EJE |
| CALLE G | 0+195 | 0+205 | 1080 | Geoweb KGL 12758-1 | CI |
| CALLE G | 0+035 | 0+045 | 682 | Geomalla Biaxial BX-100 | CI |
| CALLE F | 0+185 | 0+210 | 802 | Geomalla Biaxial BX-100 | PLATAFORMA |
| CALLE F | 0+025 | 0+035 | 619 | Geomalla Biaxial BX-100 | EJE |
| CALLE F | 0+049 | 0+109 | 1228 | Geoweb KGL 12758-1 | PLATAFORMA |

| Ubicación | Progresivas Tramos a Mejorar | | Valor deflectométrico (x0.01 mm.) | Solución a implementar | Obs. |
|-----------|------------------------------|-------|-----------------------------------|-------------------------|-------|
| CALLE D | 0+075 | 0+065 | 843 | Geomalla Biaxial BX-100 | EJE |
| CALLE D | 0+085 | 0+095 | 1142 | Geoweb KGL 12758-1 | EJE |
| CALLE D | 0+020 | 0+040 | 1884 | Geoweb KGL 12758-1 | EJE |
| CALLE C | 0+125 | 0+145 | 568 | Geomalla Biaxial BX-100 | BI |
| CALLE C | 0+125 | 0+155 | 778 | Geomalla Biaxial BX-100 | EJE |
| CALLE C | 0+105 | 0+135 | 689 | Geomalla Biaxial BX-100 | BD |
| CALLE C | 0+105 | 0+115 | 859 | Geomalla Biaxial BX-100 | LD |
| CALLE C | 0+195 | 0+205 | 908 | Geomalla Biaxial BX-100 | BI |
| CALLE C | 0+215 | 0+225 | 873 | Geomalla Biaxial BX-100 | CD+BD |
| CALLE C | 0+215 | 0+225 | 688 | Geomalla Biaxial BX-100 | BI |
| CALLE A | 0+115 | 0+125 | 660 | Geomalla Biaxial BX-100 | BI |
| CALLE A | 0+145 | 0+175 | 572 | Geomalla Biaxial BX-100 | CD |
| CALLE A | 0+175 | 0+185 | 647 | Geomalla Biaxial BX-100 | EJE |
| CALLE A | 0+025 | 0+035 | 815 | Geomalla Biaxial BX-100 | CD |
| CALLE A | 0+055 | 0+065 | 564 | Geomalla Biaxial BX-100 | CD |
| CALLE A | 0+085 | 0+075 | 568 | Geomalla Biaxial BX-100 | CI |
| CALLE 9 | 0+045 | 0+055 | 1925 | Geoweb KGL 12758-1 | EJE |
| CALLE 9 | 0+055 | 0+065 | 1704 | Geoweb KGL 12758-1 | LD |
| CALLE 9 | 0+055 | 0+065 | 1507 | Geoweb KGL 12758-1 | CI |
| CALLE 9 | 0+085 | 0+105 | 1684 | Geoweb KGL 12758-1 | EJE |
| CALLE 9 | 0+115 | 0+125 | 1033 | Geoweb KGL 12758-1 | CI |
| CALLE 8 | 0+485 | 0+515 | 1158 | Geoweb KGL 12758-1 | EJE |
| CALLE 8 | 0+495 | 0+495 | 1327 | Geoweb KGL 12758-1 | LI |
| CALLE 8 | 0+555 | 0+565 | 2050 | Geoweb KGL 12758-1 | EJE |
| CALLE 8 | 0+535 | 0+555 | 1370 | Geoweb KGL 12758-1 | EJE |
| CALLE 8 | 0+585 | 0+595 | 1892 | Geoweb KGL 12758-1 | LI |
| CALLE 8 | 0+595 | 0+605 | 1911 | Geoweb KGL 12758-1 | EJE |
| CALLE 8 | 0+605 | | 1200 | Geoweb KGL 12758-1 | EJE |
| CALLE 8 | 0+615 | | 1359 | Geoweb KGL 12758-1 | BD |
| CALLE 8 | 0+615 | | 1548 | Geoweb KGL 12758-1 | EJE |
| CALLE 8 | 0+475 | | 677 | Geomalla Biaxial BX-100 | LD |
| CALLE 8 | 0+485 | | 969 | Geomalla Biaxial BX-100 | EJE |
| CALLE 8 | 0+535 | | 869 | Geomalla Biaxial BX-100 | BD |
| CALLE 8 | 0+505 | | 875 | Geomalla Biaxial BX-100 | EJE |
| CALLE 8 | 0+485 | | 986 | Geomalla Biaxial BX-100 | LI |
| CALLE 8 | 0+535 | | 526 | Geomalla Biaxial BX-100 | EJE |
| CALLE 8 | 0+295 | 0+305 | 1439 | Geoweb KGL 12758-1 | EJE |

| Ubicación | Progresivas Tramos a Mejorar | | Valor deflectométrico (x0.01 mm.) | Solución a implementar | Obs. |
|-----------|------------------------------|-------|-----------------------------------|-------------------------|------------|
| CALLE 8 | 0+295 | 0+315 | 1503 | Geoweb KGL 12758-1 | BD |
| CALLE 8 | 0+325 | 0+355 | 1285 | Geoweb KGL 12758-1 | BD |
| CALLE 8 | 0+305 | 0+315 | 1847 | Geoweb KGL 12758-1 | CI |
| CALLE 8 | 0+305 | 0+315 | 1032 | Geoweb KGL 12758-1 | LD |
| CALLE 8 | 0+315 | 0+325 | 1686 | Geoweb KGL 12758-1 | LD |
| CALLE 8 | 0+325 | 0+335 | 1782 | Geoweb KGL 12758-1 | CI |
| CALLE 8 | 0+335 | 0+345 | 1375 | Geoweb KGL 12758-1 | LD |
| CALLE 8 | 0+335 | 0+345 | 1126 | Geoweb KGL 12758-1 | CI |
| CALLE 8 | 0+345 | 0+355 | 1317 | Geoweb KGL 12758-1 | EJE |
| CALLE 8 | 0+825 | 0+835 | 869 | Geomalla Biaxial BX-100 | CI |
| CALLE 8 | 0+825 | 0+135 | 594 | Geomalla Biaxial BX-100 | EJE |
| CALLE 8 | 0+205 | 0+215 | 633 | Geomalla Biaxial BX-100 | EJE |
| CALLE 8 | 0+265 | 0+275 | 640 | Geomalla Biaxial BX-100 | CI |
| CALLE 8 | 0+135 | 0+145 | 952 | Geomalla Biaxial BX-100 | CI |
| CALLE 8 | 0+195 | 0+205 | 977 | Geomalla Biaxial BX-100 | CI |
| CALLE 8 | 0+135 | 0+155 | 881 | Geomalla Biaxial BX-100 | EJE |
| CALLE 8 | 0+185 | 0+195 | 549 | Geomalla Biaxial BX-100 | CD |
| CALLE 8 | 0+155 | 0+195 | 1510 | Geoweb KGL 12758-1 | CI |
| CALLE 8 | 0+175 | 0+205 | 1985 | Geoweb KGL 12758-1 | EJE |
| CALLE 8 | 0+145 | 0+155 | 1342 | Geoweb KGL 12758-1 | BD+CD |
| CALLE 8 | 0+175 | 0+185 | 1210 | Geoweb KGL 12758-1 | CD |
| CALLE 8 | 0+195 | 0+205 | 1628 | Geoweb KGL 12758-1 | CD |
| CALLE 8 | 0+145 | 0+155 | 1885 | Geoweb KGL 12758-1 | BD |
| CALLE 8 | 0+095 | 0+105 | 784 | Geomalla Biaxial BX-100 | CD |
| CALLE 8 | 0+105 | 0+115 | 784 | Geomalla Biaxial BX-100 | EJE |
| CALLE 8 | 0+125 | 0+135 | 680 | Geomalla Biaxial BX-100 | CI+EJE |
| CALLE 8 | 0+660 | 0+685 | 798 | Geomalla Biaxial BX-100 | EJE |
| CALLE 8 | 0+715 | 0+725 | 649 | Geomalla Biaxial BX-100 | EJE |
| CALLE 8 | 0+725 | 0+735 | 673 | Geomalla Biaxial BX-100 | CI |
| CALLE 8 | 0+725 | 0+745 | 500 | Geomalla Biaxial BX-100 | CD |
| CALLE 8 | 0+745 | 0+755 | 555 | Geomalla Biaxial BX-100 | CI+EJE |
| CALLE 8 | 0+755 | 0+765 | 555 | Geomalla Biaxial BX-100 | CD+EJE |
| CALLE 8 | 0+765 | 0+785 | 815 | Geomalla Biaxial BX-100 | CD+EJE+CI |
| CALLE 8 | 0+735 | 0+745 | 1058 | Geoweb KGL 12758-1 | CI |
| CALLE 8 | 0+782 | 0+805 | 1079 | Geoweb KGL 12758-1 | PLATAFORMA |
| CALLE 8 | 0+120 | 0+132 | 515 | Geomalla Biaxial BX-100 | EJE+BI |
| CALLE 8 | 0+134 | 0+140 | 638 | Geomalla Biaxial BX-100 | EJE+BI |

| Ubicación | Progresivas Tramos a Mejorar | | Valor deflectométrico (x0.01 mm.) | Solución a implementar | Obs. |
|-----------|------------------------------|-------|-----------------------------------|-------------------------|--------|
| CALLE 8 | 0+035 | 0+045 | 655 | Geomalla Biaxial BX-100 | EJE+CD |
| CALLE 8 | 0+045 | 0+055 | 692 | Geomalla Biaxial BX-100 | CD |
| CALLE 8 | 0+005 | 0+015 | 874 | Geomalla Biaxial BX-100 | CI |
| CALLE 8 | 0+015 | 0+025 | 780 | Geomalla Biaxial BX-100 | CD |
| CALLE 8 | 0+025 | 0+035 | 834 | Geomalla Biaxial BX-100 | EJE |
| CALLE 8 | 0+635 | 0+645 | 1296 | Geoweb KGL 12758-1 | EJE |
| CALLE 7 | 0+055 | 0+120 | 1850 | Geoweb KGL 12758-1 | LD |
| CALLE 7 | 0+075 | 0+85 | 1064 | Geoweb KGL 12758-1 | LI |
| CALLE 7 | 0+105 | 0+120 | 1060 | Geoweb KGL 12758-1 | LD |
| CALLE 7 | 0+055 | 0+065 | 1986 | Geoweb KGL 12758-1 | BD |
| CALLE 7 | 0+055 | 0+115 | 896 | Geomalla Biaxial BX-100 | BD |
| CALLE 7 | 0+015 | 0+025 | 739 | Geomalla Biaxial BX-100 | LD |
| CALLE 7 | 0+025 | 0+035 | 507 | Geomalla Biaxial BX-100 | LD |
| CALLE 7 | 0+035 | 0+045 | 596 | Geomalla Biaxial BX-100 | LD |
| CALLE 7 | 0+045 | 0+055 | 892 | Geomalla Biaxial BX-100 | LD |
| CALLE 7 | 0+105 | 0+120 | 1634 | Geoweb KGL 12758-1 | LI |
| CALLE 7 | 0+055 | 0+120 | 1777 | Geoweb KGL 12758-1 | LD |
| CALLE 7 | 0+065 | 0+115 | 711 | Geomalla Biaxial BX-100 | BD |
| CALLE 7 | 0+075 | 0+085 | 1910 | Geoweb KGL 12758-1 | LD |
| CALLE 7 | 0+055 | 0+065 | 1353 | Geoweb KGL 12758-1 | BD |
| CALLE 7 | 0+045 | 0+055 | 795 | Geomalla Biaxial BX-100 | LD |
| CALLE 7 | 0+035 | 0+045 | 831 | Geomalla Biaxial BX-100 | BD |
| CALLE 7 | 0+025 | 0+055 | 526 | Geomalla Biaxial BX-100 | BD |
| CALLE 7 | 0+025 | 0+035 | 903 | Geomalla Biaxial BX-100 | LD |
| CALLE 7 | 0+015 | 0+025 | 828 | Geomalla Biaxial BX-100 | LD |
| CALLE 7 | 0+325 | 0+345 | 1268 | Geoweb KGL 12758-1 | BD |
| CALLE 7 | 0+125 | 0+135 | 1845 | Geoweb KGL 12758-1 | LD |
| CALLE 7 | 0+135 | 0+145 | 1993 | Geoweb KGL 12758-1 | CI |
| CALLE 7 | 0+135 | 0+145 | 1756 | Geoweb KGL 12758-1 | LD |
| CALLE 6 | 0+005 | 0+015 | 712 | Geomalla Biaxial BX-100 | EJE |
| CALLE 6 | 0+035 | 0+045 | 1431 | Geoweb KGL 12758-1 | EJE |
| CALLE 6 | 0+015 | 0+025 | 1845 | Geoweb KGL 12758-1 | LD |
| CALLE 6 | 0+165 | 0+175 | 857 | Geomalla Biaxial BX-100 | CI |
| CALLE 6 | 0+175 | 0+185 | 650 | Geomalla Biaxial BX-100 | EJE |
| CALLE 6 | 0+245 | 0+255 | 832 | Geomalla Biaxial BX-100 | CD+EJE |
| CALLE 6 | 0+265 | 0+275 | 895 | Geomalla Biaxial BX-100 | EJE |
| CALLE 6 | 0+245 | 0+255 | 1397 | Geoweb KGL 12758-1 | BD |

| Ubicación | Progresivas Tramos a Mejorar | | Valor deflectométrico (x0.01 mm.) | Solución a implementar | Obs. |
|-----------|------------------------------|-------|-----------------------------------|-------------------------|--------|
| CALLE 6 | 0+275 | 0+285 | 1144 | Geoweb KGL 12758-1 | BD |
| CALLE 6 | 0+295 | 0+305 | 713 | Geomalla Biaxial BX-100 | CI |
| CALLE 6 | 0+315 | 0+325 | 522 | Geomalla Biaxial BX-100 | BI |
| CALLE 6 | 0+315 | 0+325 | 655 | Geomalla Biaxial BX-100 | CD |
| CALLE 6 | 0+340 | 0+350 | 916 | Geomalla Biaxial BX-100 | CD |
| CALLE 6 | 0+315 | 0+325 | 1265 | Geoweb KGL 12758-1 | CI |
| CALLE 6 | 0+205 | 0+245 | 565 | Geomalla Biaxial BX-100 | BI |
| CALLE 6 | 0+215 | 0+235 | 919 | Geomalla Biaxial BX-100 | CI |
| CALLE 6 | 0+200 | 0+240 | 705 | Geomalla Biaxial BX-100 | EJE |
| CALLE 6 | 0+205 | 0+215 | 843 | Geomalla Biaxial BX-100 | CD |
| CALLE 6 | 0+235 | 0+245 | 667 | Geomalla Biaxial BX-100 | CD |
| CALLE 6 | 0+205 | 0+235 | 743 | Geomalla Biaxial BX-100 | BD |
| CALLE 6 | 0+235 | 0+245 | 1598 | Geoweb KGL 12758-1 | CI |
| CALLE 6 | 0+215 | 0+225 | 1311 | Geoweb KGL 12758-1 | CD |
| CALLE 5 | 0+120 | 0+150 | 584 | Geomalla Biaxial BX-100 | EJE |
| CALLE 5 | 0+150 | 0+170 | 718 | Geomalla Biaxial BX-100 | LI |
| CALLE 5 | 0+170 | 0+180 | 984 | Geomalla Biaxial BX-100 | LI |
| CALLE 5 | 0+045 | 0+055 | 747 | Geomalla Biaxial BX-100 | LD |
| CALLE 5 | 0+015 | 0+025 | 550 | Geomalla Biaxial BX-100 | LI |
| CALLE 5 | 0+005 | 0+015 | 995 | Geomalla Biaxial BX-100 | EJE |
| CALLE 5 | 0+085 | 0+075 | 966 | Geomalla Biaxial BX-100 | BD |
| CALLE 5 | 0+075 | 0+105 | 644 | Geomalla Biaxial BX-100 | CD |
| CALLE 5 | 0+095 | 0+125 | 877 | Geomalla Biaxial BX-100 | CI |
| CALLE 5 | 0+095 | 0+105 | 894 | Geomalla Biaxial BX-100 | BI |
| CALLE 5 | 0+105 | 0+115 | 838 | Geomalla Biaxial BX-100 | EJE |
| CALLE 5 | 0+125 | 0+135 | 703 | Geomalla Biaxial BX-100 | CD |
| CALLE 5 | 0+085 | 0+095 | 1522 | Geoweb KGL 12758-1 | CI |
| CALLE 5 | 0+095 | 0+105 | 1270 | Geoweb KGL 12758-1 | EJE |
| CALLE 5 | 0+125 | 0+135 | 1013 | Geoweb KGL 12758-1 | CI+EJE |
| CALLE 5 | 0+075 | 0+085 | 712 | Geomalla Biaxial BX-100 | CI |
| CALLE 3 | 0+205 | 0+215 | 1444 | Geoweb KGL 12758-1 | BI |
| CALLE 3 | 0+175 | 0+165 | 1214 | Geoweb KGL 12758-1 | LD |
| CALLE 3 | 0+195 | 0+215 | 1670 | Geoweb KGL 12758-1 | EJE |
| CALLE 3 | 0+170 | 0+180 | 1692 | Geoweb KGL 12758-1 | LD |
| CALLE 3 | 0+205 | 0+215 | 500 | Geomalla Biaxial BX-100 | BI |
| CALLE 3 | 0+125 | 0+155 | 843 | Geomalla Biaxial BX-100 | LD |
| CALLE 3 | 0+165 | 0+185 | 947 | Geomalla Biaxial BX-100 | LD |

| Ubicación | Progresivas Tramos a Mejorar | | Valor deflectométrico (x0.01 mm.) | Solución a implementar | Obs. |
|-----------|------------------------------|-------|-----------------------------------|-------------------------|-----------|
| CALLE 3 | 0+205 | 0+215 | 818 | Geomalla Biaxial BX-100 | LD |
| CALLE 3 | 0+195 | 0+215 | 787 | Geomalla Biaxial BX-100 | EJE |
| CALLE 3 | 0+125 | 0+135 | 699 | Geomalla Biaxial BX-100 | LD |
| CALLE 3 | 0+145 | 0+165 | 912 | Geomalla Biaxial BX-100 | EJE |
| CALLE 2 | 0+108 | 0+125 | 1056 | Geoweb KGL 12758-1 | LI |
| CALLE 2 | 0+095 | 0+105 | 1441 | Geoweb KGL 12758-1 | LD |
| CALLE 2 | 0+095 | 0+105 | 533 | Geomalla Biaxial BX-100 | EJE |
| CALLE 2 | 0+065 | 0+075 | 841 | Geomalla Biaxial BX-100 | LI |
| CALLE 2 | 0+045 | 0+055 | 538 | Geomalla Biaxial BX-100 | EJE |
| CALLE 2 | 0+035 | 0+045 | 919 | Geomalla Biaxial BX-100 | LD |
| CALLE 2 | 0+025 | 0+035 | 718 | Geomalla Biaxial BX-100 | LI |
| CALLE 2 | 0+005 | 0+025 | 944 | Geomalla Biaxial BX-100 | LD |
| CALLE 2 | 0+125 | 0+135 | 1500 | Geoweb KGL 12758-1 | LD |
| CALLE 2 | 0+125 | 0+135 | 1636 | Geoweb KGL 12758-1 | CI |
| CALLE 2 | 0+135 | 0+145 | 1329 | Geoweb KGL 12758-1 | EJE |
| CALLE 2 | 0+145 | 0+155 | 1995 | Geoweb KGL 12758-1 | LD |
| CALLE 2 | 0+145 | 0+155 | 1111 | Geoweb KGL 12758-1 | CI |
| CALLE 2 | 0+155 | 0+195 | 1506 | Geoweb KGL 12758-1 | LD |
| CALLE 2 | 0+155 | 0+195 | 1839 | Geoweb KGL 12758-1 | CI |
| CALLE 13 | 0+005 | 0+015 | 783 | Geomalla Biaxial BX-100 | CD+EJE |
| CALLE 12 | 0+045 | 0+070 | 667 | Geomalla Biaxial BX-100 | EJE |
| CALLE 12 | 0+045 | 0+070 | 1206 | Geoweb KGL 12758-1 | CD |
| CALLE 12 | 0+050 | 0+070 | 1756 | Geoweb KGL 12758-1 | BD |
| CALLE 12 | 0+175 | 0+185 | 815 | Geomalla Biaxial BX-100 | BD+CD+EJE |
| CALLE 12 | 0+185 | 0+195 | 597 | Geomalla Biaxial BX-100 | CI |
| CALLE 12 | 0+388 | 0+398 | 773 | Geomalla Biaxial BX-100 | CD |
| CALLE 12 | 0+388 | 0+398 | 565 | Geomalla Biaxial BX-100 | CI |
| CALLE 12 | 0+398 | 0+408 | 846 | Geomalla Biaxial BX-100 | CI+EEJE |
| CALLE 12 | 0+408 | 0+418 | 830 | Geomalla Biaxial BX-100 | EJE |
| CALLE 12 | 0+418 | 0+428 | 542 | Geomalla Biaxial BX-100 | CI |
| CALLE 12 | 0+448 | 0+458 | 548 | Geomalla Biaxial BX-100 | CI+EJE |
| CALLE 12 | 0+458 | 0+468 | 994 | Geomalla Biaxial BX-100 | EJE |
| CALLE 12 | 0+458 | 0+468 | 939 | Geomalla Biaxial BX-100 | BD |
| CALLE 12 | 0+468 | 0+478 | 603 | Geomalla Biaxial BX-100 | CD |
| CALLE 12 | 0+478 | 0+488 | 702 | Geomalla Biaxial BX-100 | CD+EJE |
| CALLE 12 | 0+498 | 0+508 | 777 | Geomalla Biaxial BX-100 | CI |
| CALLE 12 | 0+508 | 0+520 | 505 | Geomalla Biaxial BX-100 | CI+EJE |

| Ubicación | Progresivas Tramos a Mejorar | | Valor deflectométrico (x0.01 mm.) | Solución a implementar | Obs. |
|-----------|------------------------------|---------|-----------------------------------|-------------------------|--------|
| CALLE 12 | 0+388 | 0+398 | 1873 | Geoweb KGL 12758-1 | EJE |
| CALLE 12 | 0+418 | 0+428 | 1697 | Geoweb KGL 12758-1 | EJE |
| CALLE 12 | 0+575 | 0+595 | 1985 | Geoweb KGL 12758-1 | EJE |
| CALLE 12 | 0+665 | 0+685 | 522 | Geomalla Biaxial BX-100 | EJE |
| CALLE 12 | 0+575 | 0+685 | 979 | Geomalla Biaxial BX-100 | CI |
| CALLE 12 | 0+685 | 0+695 | 805 | Geomalla Biaxial BX-100 | CI |
| CALLE 12 | 0+655 | 0+685 | 1268 | Geoweb KGL 12758-1 | EJE |
| CALLE 12 | 0+025 | 0+035 | 1576 | Geoweb KGL 12758-1 | BD |
| CALLE 12 | 0+025 | 0+035 | 858 | Geomalla Biaxial BX-100 | CI+CD |
| CALLE 12 | 0+035 | 0+045 | 802 | Geomalla Biaxial BX-100 | BD |
| CALLE 12 | 0+035 | 0+045 | 874 | Geomalla Biaxial BX-100 | CI+EJE |
| CALLE 11 | 0+165 | 0+175 | 537 | Geomalla Biaxial BX-100 | BD |
| CALLE 11 | 0+185 | 0+225 | 591 | Geomalla Biaxial BX-100 | EJE |
| CALLE 11 | 0+225 | 0+235 | 833 | Geomalla Biaxial BX-100 | BD |
| CALLE 11 | 0+240 | 0+250 | 501 | Geomalla Biaxial BX-100 | LI |
| CALLE 11 | 0+260 | 0+270 | 699 | Geomalla Biaxial BX-100 | LI |
| CALLE 11 | 0+050 | 0+060 | 865 | Geomalla Biaxial BX-100 | EJE |
| CALLE 11 | 0+060 | 0+080 | 916 | Geomalla Biaxial BX-100 | LI |
| CALLE 11 | 0+070 | 0+080 | 845 | Geomalla Biaxial BX-100 | EJE |
| CALLE 11 | 0+090 | 0+100 | 784 | Geomalla Biaxial BX-100 | LD |
| CALLE 11 | 0+100 | 0+120 | 857 | Geomalla Biaxial BX-100 | EJE |
| CALLE 11 | 0+030 | 0+040 | 502 | Geomalla Biaxial BX-100 | EJE |
| CALLE 11 | 0+060 | 0+068.5 | 1998 | Geoweb KGL 12758-1 | EJE |
| CALLE 11 | 0+060 | 0+080 | 1035 | Geoweb KGL 12758-1 | LI |
| CALLE 11 | 0+090 | 0+110 | 1167 | Geoweb KGL 12758-1 | EJE |
| CALLE 11 | 0+060 | 0+100 | 1325 | Geoweb KGL 12758-1 | BD |
| CALLE 11 | 0+080 | 0+088.5 | 1741 | Geoweb KGL 12758-1 | LD |
| CALLE 11 | 0+100 | 0+108.5 | 1434 | Geoweb KGL 12758-1 | BD |
| CALLE 11 | 0+110 | 0+118.5 | 1544 | Geoweb KGL 12758-1 | LI |
| CALLE 11 | 0+120 | 0+128.5 | 1226 | Geoweb KGL 12758-1 | EJE |
| CALLE 11 | 0+150 | 0+160 | 1974 | Geoweb KGL 12758-1 | LD |
| CALLE 11 | 0+065 | 0+085 | 948 | Geomalla Biaxial BX-100 | CI |
| CALLE 11 | 0+095 | 0+145 | 940 | Geomalla Biaxial BX-100 | CI |
| CALLE 11 | 0+155 | 0+165 | 558 | Geomalla Biaxial BX-100 | CI |
| CALLE 11 | 0+065 | 0+075 | 902 | Geomalla Biaxial BX-100 | LD |
| CALLE 11 | 0+075 | 0+085 | 831 | Geomalla Biaxial BX-100 | LD |
| CALLE 11 | 0+085 | 0+175 | 973 | Geomalla Biaxial BX-100 | LD |

| Ubicación | Progresivas Tramos a Mejorar | | Valor deflectométrico (x0.01 mm.) | Solución a implementar | Obs. |
|-----------|------------------------------|---------|-----------------------------------|-------------------------|------|
| CALLE 11 | 0+085 | 0+095 | 940 | Geomalla Biaxial BX-100 | CI |
| CALLE 11 | 0+145 | 0+155 | 513 | Geomalla Biaxial BX-100 | CI |
| CALLE 11 | 0+095 | 0+125 | 918 | Geomalla Biaxial BX-100 | BD |
| CALLE 11 | 0+165 | 0+175 | 931 | Geomalla Biaxial BX-100 | BD |
| CALLE 10 | 0+490 | 0+498.5 | 1237 | Geoweb KGL 12758-1 | EJE |
| CALLE 10 | 0+500 | 0+510 | 795 | Geomalla Biaxial BX-100 | BI |
| CALLE 10 | 0+480 | 0+490 | 921 | Geomalla Biaxial BX-100 | BI |
| CALLE 10 | 0+520 | 0+530 | 967 | Geomalla Biaxial BX-100 | BI |
| CALLE 10 | 0+480 | 0+530 | 847 | Geomalla Biaxial BX-100 | LD |
| CALLE 10 | 0+530 | 0+540 | 754 | Geomalla Biaxial BX-100 | BI |
| CALLE 10 | 0+500 | 0+510 | 580 | Geomalla Biaxial BX-100 | EJE |
| CALLE 10 | 0+510 | 0+518.5 | 1469 | Geoweb KGL 12758-1 | BI |
| CALLE 10 | 0+510 | 0+518.5 | 1167 | Geoweb KGL 12758-1 | LI |
| CALLE 10 | 0+490 | 0+524 | 1924 | Geoweb KGL 12758-1 | BD |
| CALLE 1 | 0+375 | 0+385 | 687 | Geomalla Biaxial BX-100 | BD |
| CALLE 1 | 0+345 | 0+355 | 912 | Geomalla Biaxial BX-100 | EJE |
| CALLE 1 | 0+355 | 0+370 | 575 | Geomalla Biaxial BX-100 | EJE |
| CALLE 1 | 0+370 | 0+395 | 982 | Geomalla Biaxial BX-100 | EJE |
| CALLE 1 | 0+355 | 0+365 | 547 | Geomalla Biaxial BX-100 | EJE |
| CALLE 1 | 0+395 | 0+435 | 893 | Geomalla Biaxial BX-100 | EJE |
| CALLE 1 | 0+395 | 0+405 | 520 | Geomalla Biaxial BX-100 | BD |
| CALLE 1 | 0+415 | 0+425 | 593 | Geomalla Biaxial BX-100 | BD |
| CALLE 1 | 0+435 | 0+455 | 797 | Geomalla Biaxial BX-100 | BD |
| CALLE 1 | 0+510 | 0+540 | 874 | Geomalla Biaxial BX-100 | EJE |
| CALLE 1 | 0+590 | 0+600 | 751 | Geomalla Biaxial BX-100 | LD |
| CALLE 1 | 0+530 | 0+538.5 | 1346 | Geoweb KGL 12758-1 | LD |
| CALLE 1 | 0+550 | 0+558.5 | 1075 | Geoweb KGL 12758-1 | LD |
| CALLE 1 | 0+570 | 0+578.5 | 1927 | Geoweb KGL 12758-1 | LD |
| CALLE 1 | 0+570 | 0+595.5 | 1928 | Geoweb KGL 12758-1 | EJE |
| CALLE 1 | 0+575 | 0+583.5 | 1502 | Geoweb KGL 12758-1 | BD |
| CALLE 1 | 0+595 | 1+605 | 1433 | Geoweb KGL 12758-1 | CI |
| CALLE 1 | 1+655 | 1+670 | 1043 | Geoweb KGL 12758-1 | CI |
| CALLE 1 | 0+525 | 0+535 | 652 | Geomalla Biaxial BX-100 | BD |
| CALLE 1 | 0+515 | 0+535 | 594 | Geomalla Biaxial BX-100 | CI |
| CALLE 1 | 0+415 | 0+435 | 844 | Geomalla Biaxial BX-100 | EJE |
| CALLE 1 | 0+445 | 0+455 | 530 | Geomalla Biaxial BX-100 | BD |
| CALLE 1 | 0+465 | 0+475 | 783.00 | Geomalla Biaxial BX-100 | BI |

| Ubicación | Progresivas Tramos a Mejorar | | Valor deflectométrico (x0.01 mm.) | Solución a implementar | Obs. |
|-----------|------------------------------|-------|-----------------------------------|-------------------------|--------|
| CALLE 1 | 0+475 | 0+485 | 774 | Geomalla Biaxial BX-100 | CD+BD |
| CALLE 1 | 0+485 | 0+495 | 678 | Geomalla Biaxial BX-100 | BD |
| CALLE 1 | 0+425 | 0+435 | 1336 | Geoweb KGL 12758-1 | BD |
| CALLE 1 | 0+485 | 0+495 | 1751 | Geoweb KGL 12758-1 | CI+EJE |
| CALLE 1 | 0+345 | 0+355 | 915 | Geomalla Biaxial BX-100 | CI |
| CALLE 1 | 0+345 | 0+365 | 983 | Geomalla Biaxial BX-100 | BI |
| CALLE 1 | 0+385 | 0+415 | 854 | Geomalla Biaxial BX-100 | EJE |
| CALLE 1 | 0+395 | 0+405 | 946 | Geomalla Biaxial BX-100 | BD |
| CALLE 1 | 0+405 | 0+415 | 815 | Geomalla Biaxial BX-100 | BI |
| CALLE 1 | 1+676 | 1+685 | 571 | Geomalla Biaxial BX-100 | CI |
| CALLE 1 | 1+190 | 1+195 | 1785 | Geoweb KGL 12758-1 | CI+CD |
| AV. PRIN | 1+155 | 1+165 | 1953 | Geoweb KGL 12758-1 | CI |
| AV. PRIN | 1+155 | 1+165 | 1145 | Geoweb KGL 12758-1 | LD |
| AV. PRIN | 1+155 | 1+165 | 1826 | Geoweb KGL 12758-1 | BD |
| AV. PRIN | 1+165 | 1+175 | 1169 | Geoweb KGL 12758-1 | LD |
| AV. PRIN | 1+175 | 1+185 | 1415 | Geoweb KGL 12758-1 | CI |
| AV. PRIN | 1+175 | 1+185 | 1459 | Geoweb KGL 12758-1 | LD |
| AV. PRIN | 1+175 | 1+185 | 1780 | Geoweb KGL 12758-1 | BD |
| AV. PRIN | 1+185 | 1+195 | 1040 | Geoweb KGL 12758-1 | CI |
| AV. PRIN | 1+185 | 1+195 | 2201 | Geoweb KGL 12758-1 | LD |
| AV. PRIN | 1+195 | 1+205 | 1265 | Geoweb KGL 12758-1 | CI |
| AV. PRIN | 1+195 | 1+205 | 1682 | Geoweb KGL 12758-1 | LD |
| AV. PRIN | 1+195 | 1+205 | 1860 | Geoweb KGL 12758-1 | BD |
| AV. PRIN | 1+205 | 1+215 | 1333 | Geoweb KGL 12758-1 | EJE |
| AV. PRIN | 1+205 | 1+215 | 1517 | Geoweb KGL 12758-1 | BD |
| AV. PRIN | 1+095 | 1+115 | 2080 | Geoweb KGL 12758-1 | CI |
| AV. PRIN | 1+115 | 1+125 | 1155 | Geoweb KGL 12758-1 | CI |
| AV. PRIN | 1+115 | 1+125 | 2103 | Geoweb KGL 12758-1 | LD |
| AV. PRIN | 1+115 | 1+125 | 1556 | Geoweb KGL 12758-1 | BD |
| AV. PRIN | 1+125 | 1+135 | 1946 | Geoweb KGL 12758-1 | CI |
| AV. PRIN | 1+125 | 1+145 | 1272 | Geoweb KGL 12758-1 | BI |
| AV. PRIN | 1+145 | 1+155 | 1566 | Geoweb KGL 12758-1 | LD |
| AV. PRIN | 0+675 | 0+685 | 863 | Geomalla Biaxial BX-100 | CI |
| AV. PRIN | 0+675 | 0+685 | 626 | Geomalla Biaxial BX-100 | LD |
| AV. PRIN | 0+685 | 0+695 | 826 | Geomalla Biaxial BX-100 | LD |
| AV. PRIN | 0+685 | 0+695 | 951 | Geomalla Biaxial BX-100 | CI |
| AV. PRIN | 0+705 | 0+715 | 704.00 | Geomalla Biaxial BX-100 | LD |

| Ubicación | Progresivas Tramos a Mejorar | | Valor deflectométrico (x0.01 mm.) | Solución a implementar | Obs. |
|-----------|------------------------------|---------|-----------------------------------|-------------------------|------------|
| AV. PRIN | 0+125 | 0+155 | 649 | Geomalla Biaxial BX-100 | BI |
| AV. PRIN | 0+135 | 0+185 | 833 | Geomalla Biaxial BX-100 | BI |
| AV. PRIN | 0+165 | 0+145 | 968 | Geomalla Biaxial BX-100 | CI |
| AV. PRIN | 0+135 | 0+145 | 639 | Geomalla Biaxial BX-100 | LD |
| AV. PRIN | 0+135 | 0+145 | 814 | Geomalla Biaxial BX-100 | LD |
| AV. PRIN | 0+145 | 0+155 | 958 | Geomalla Biaxial BX-100 | CI |
| AV. PRIN | 0+155 | 0+165 | 859 | Geomalla Biaxial BX-100 | LD |
| AV. PRIN | 0+165 | 0+175 | 953 | Geomalla Biaxial BX-100 | CI |
| AV. PRIN | 0+175 | 0+185 | 976 | Geomalla Biaxial BX-100 | BD |
| AV. PRIN | 0+115 | 0+125 | 717 | Geomalla Biaxial BX-100 | BD |
| AV. PRIN | 0+135 | 0+175 | 751 | Geomalla Biaxial BX-100 | BD |
| AV. PRIN | 0+125 | 0+135 | 523 | Geomalla Biaxial BX-100 | LD |
| AV. PRIN | 0+155 | 0+165 | 647 | Geomalla Biaxial BX-100 | CI |
| AV. PRIN | 0+165 | 0+175 | 863 | Geomalla Biaxial BX-100 | LD |
| AV. PRIN | 0+175 | 0+185 | 832 | Geomalla Biaxial BX-100 | BD |
| AV. PRIN | 0+175 | 0+185 | 768 | Geomalla Biaxial BX-100 | CI |
| AV. PRIN | 0+105 | 0+115 | 557 | Geomalla Biaxial BX-100 | LD |
| AV. PRIN | 0+105 | 0+115 | 807 | Geomalla Biaxial BX-100 | LD |
| AV. PRIN | 0+005 | 0+015 | 781 | Geomalla Biaxial BX-100 | LD |
| AV. PRIN | 0+005 | 0+015 | 874 | Geomalla Biaxial BX-100 | CI |
| AV. PRIN | 0+005 | 0+015 | 596 | Geomalla Biaxial BX-100 | LD |
| AV. PRIN | 0+490 | 0+500 | 727 | Geomalla Biaxial BX-100 | EJE |
| AV. PRIN | 0+505 | 0+525 | 708 | Geomalla Biaxial BX-100 | PLATAFORMA |
| AV. PRIN | 0+381.5 | 0+390 | 1998 | Geoweb KGL 12758-1 | LI |
| AV. PRIN | 0+325 | 0+335 | 689 | Geomalla Biaxial BX-100 | LI |
| AV. PRIN | 0+340 | 0+350 | 671 | Geomalla Biaxial BX-100 | LI |
| AV. PRIN | 0+347.5 | 0+364.5 | 1351 | Geoweb KGL 12758-1 | LI |
| AV. PRIN | 0+215 | 0+225 | 888 | Geomalla Biaxial BX-100 | LD |
| AV. PRIN | 0+225 | 0+235 | 902 | Geomalla Biaxial BX-100 | BD |
| AV. PRIN | 0+215 | 0+225 | 936 | Geomalla Biaxial BX-100 | LI |
| AV. PRIN | 0+235 | 0+275 | 651 | Geomalla Biaxial BX-100 | LI |
| AV. PRIN | 0+255 | 0+265 | 779 | Geomalla Biaxial BX-100 | LI |
| AV. PRIN | 0+285 | 0+295 | 641 | Geomalla Biaxial BX-100 | EJE |
| AV. PRIN | 0+305 | 0+315 | 731 | Geomalla Biaxial BX-100 | LI |
| AV. PRIN | 0+55 | 0+660 | 669 | Geomalla Biaxial BX-100 | BD |
| AV. PRIN | 0+615 | 0+645 | 721 | Geomalla Biaxial BX-100 | EJE |
| AV. PRIN | 0+590 | 0+600 | 941.00 | Geomalla Biaxial BX-100 | LI |

| Ubicación | Progresivas Tramos a Mejorar | | Valor deflectométrico (x0.01 mm.) | Solución a implementar | Obs. |
|-----------|------------------------------|-------|-----------------------------------|-------------------------|-----------------|
| AV. PRIN | 0+560 | 0+570 | 624 | Geomalla Biaxial BX-100 | LD |
| AV. PRIN | 0+680 | 0+690 | 940 | Geomalla Biaxial BX-100 | LD |
| AV. PRIN | 0+670 | 0+680 | 899 | Geomalla Biaxial BX-100 | BI |
| AV. PRIN | 0+650 | 0+660 | 755 | Geomalla Biaxial BX-100 | BI |
| AV. PRIN | 0+790 | 0+800 | 740 | Geomalla Biaxial BX-100 | BD |
| AV. PRIN | 0+810 | 0+820 | 904 | Geomalla Biaxial BX-100 | BI |
| AV. PRIN | 0+890 | 0+900 | 654 | Geomalla Biaxial BX-100 | BI |
| AV. PRIN | 0+810 | 0+900 | 584 | Geomalla Biaxial BX-100 | BD |
| AV. PRIN | 0+910 | 0+920 | 687 | Geomalla Biaxial BX-100 | LD |
| AV. PRIN | 0+900 | 0+910 | 737 | Geomalla Biaxial BX-100 | BD |
| AV. PRIN | 0+925 | 0+945 | 1493 | Geoweb KGL 12758-1 | BD |
| AV. PRIN | 1+015 | 1+025 | 1776 | Geoweb KGL 12758-1 | LD |
| AV. PRIN | 1+015 | 1+025 | 2280 | Geoweb KGL 12758-1 | LD |
| AV. PRIN | 0+095 | 1+005 | 1833 | Geoweb KGL 12758-1 | LD |
| AV. PRIN | 0+925 | 0+945 | 1867 | Geoweb KGL 12758-1 | BD |
| AV. PRIN | 1+215 | 1+225 | 560 | Geomalla Biaxial BX-100 | CD |
| AV. PRIN | 1+225 | 1+245 | 681 | Geomalla Biaxial BX-100 | EJE |
| AV. PRIN | 0+035 | 0+055 | 804 | Geomalla Biaxial BX-100 | BD |
| AV. PRIN | 0+045 | 0+055 | 948 | Geomalla Biaxial BX-100 | BD+CD+EJE+CI |
| AV. PRIN | 0+055 | 0+075 | 554 | Geomalla Biaxial BX-100 | EJE+CI |
| AV. PRIN | 0+085 | 0+095 | 603 | Geomalla Biaxial BX-100 | BD |
| AV. PRIN | 0+035 | 0+055 | 901 | Geomalla Biaxial BX-100 | CD |
| AV. PRIN | 0+035 | 0+075 | 758 | Geomalla Biaxial BX-100 | EJE |
| AV. PRIN | 0+085 | 0+095 | 746 | Geomalla Biaxial BX-100 | EJE |
| AV. PRIN | 0+035 | 0+055 | 518 | Geomalla Biaxial BX-100 | CI |
| AV. PRIN | 0+035 | 0+045 | 574 | Geomalla Biaxial BX-100 | BI+CI+EJE+CD+BD |
| AV. PRIN | 0+195 | 0+205 | 578 | Geomalla Biaxial BX-100 | EJE+CD |
| AV. PRIN | 1+090 | 1+100 | 1280 | Geoweb KGL 12758-1 | CI |

ANEXO 3

Sustento de Metrados geomalla, geotextil y geoweb.

| Ubicación | Progresivas Tramos a Mejorar | | Geoweb GKL 12758-1 | | | Geomalla Blaxial BX-100 | | | Geotextil Tejido BX-50 | | | Obs. |
|-----------|---------------------------------|-------|--------------------|-------|--------|-------------------------|-------|--------|------------------------|-------|--------|------------|
| | | | Long. | Ancho | Área | Long. | Ancho | Área | Long. | Ancho | Área | |
| PARAD. | 0+025 | 0+035 | | | | 10,00 | 4,00 | 40,00 | 10,00 | 4,00 | 40,00 | CI |
| ÓVALO | 0+095 | 0+115 | | | | 20,00 | 4,00 | 80,00 | 20,00 | 7,80 | 156,00 | EJE |
| ÓVALO | 0+085 | 0+095 | | | | 10,00 | 6,00 | 60,00 | 10,00 | 6,65 | 66,50 | EJE |
| ÓVALO | 0+075 | 0+085 | | | | 10,00 | 5,00 | 50,00 | 10,00 | 2,65 | 26,50 | EJE |
| ÓVALO | 0+065 | 0+075 | | | | 10,00 | 4,50 | 45,00 | 10,00 | 4,00 | 40,00 | LI |
| ÓVALO | 0+035 | 0+055 | | | | 22,00 | 7,80 | 171,60 | 20,00 | 8,00 | 160,00 | EJE |
| ÓVALO | 0+025 | 0+035 | | | | 10,00 | 4,00 | 40,00 | 10,00 | 4,00 | 40,00 | LI |
| ÓVALO | 0+005 | 0+025 | | | | 20,00 | 7,80 | 156,00 | 20,00 | 7,80 | 156,00 | EJE |
| ÓVALO | 0+125 | 0+135 | 8,50 | 3,80 | 32,30 | | | | 10,00 | 3,80 | 38,00 | LD |
| ÓVALO | 0+095 | 0+105 | 8,50 | 4,00 | 34,00 | | | | | | | LI |
| ÓVALO | 0+095 | 0+115 | 17,00 | 3,00 | 64,00 | | | | | | | LD |
| ÓVALO | 0+075 | 0+085 | 8,50 | 4,00 | 34,00 | | | | 10,00 | 3,80 | 38,00 | LD |
| ÓVALO | 0+035 | 0+045 | 8,50 | 5,00 | 42,50 | | | | | | | LD |
| ÓVALO | 0+040 | 0+055 | 17,00 | 3,80 | 64,60 | | | | | | | LD |
| ÓVALO | 0+005 | 0+025 | 17,00 | 7,50 | 127,50 | | | | | | | LD |
| CALLE H | 0+145 | 0+165 | | | | 20,00 | 2,65 | 53,00 | 20,00 | 2,65 | 53,00 | EJE |
| CALLE H | 0+145 | 0+180 | | | | 35,00 | 2,00 | 70,00 | 35,00 | 2,00 | 70,00 | BI |
| CALLE H | 0+095 | 0+105 | | | | 10,00 | 2,00 | 20,00 | 10,00 | 2,00 | 20,00 | BD |
| CALLE H | 0+095 | 0+125 | | | | 30,00 | 4,00 | 120,00 | 30,00 | 4,00 | 120,00 | CD |
| CALLE H | 0+115 | 0+135 | | | | 20,00 | 2,00 | 40,00 | 20,00 | 2,00 | 40,00 | BI |
| CALLE G | 0+235 | 0+245 | | | | 10,00 | 4,00 | 40,00 | 10,00 | 4,00 | 40,00 | LD |
| CALLE G | 0+255 | 0+265 | | | | 10,00 | 4,00 | 40,00 | 10,00 | 4,00 | 40,00 | LD |
| CALLE G | 0+280 | 0+290 | | | | 10,00 | 4,00 | 40,00 | 10,00 | 4,00 | 40,00 | LD |
| CALLE G | 0+080 | 0+120 | | | | 40,00 | 5,00 | 200,00 | 40,00 | 5,00 | 200,00 | LI |
| CALLE G | 0+295 | 0+305 | | | | 10,00 | 7,10 | 71,00 | 10,00 | 7,10 | 71,00 | PLATAFORMA |
| CALLE G | 0+305 | 0+315 | 10,00 | 7,50 | 75,00 | | | | 10,00 | 7,50 | 75,00 | PLATAFORMA |
| CALLE G | 0+315 | 0+340 | 25,00 | 2,50 | 62,50 | | | | | 3,10 | 77,50 | LI |
| CALLE G | 0+365 | 0+380 | 15,00 | 7,50 | 112,50 | | | | | 7,50 | 112,50 | PLATAFORMA |
| CALLE G | 0+195 | 0+205 | | | | 10,00 | 3,50 | 36,00 | 10,00 | 3,60 | 36,00 | CD+EJE |
| CALLE G | 0+205 | 0+215 | | | | 10,00 | 2,70 | 27,00 | 10,00 | 2,70 | 27,00 | CI |
| CALLE G | 0+155 | 0+165 | 10,00 | 2,70 | 27,00 | | | | 10,00 | 2,70 | 27,00 | CI |
| CALLE G | 0+195 | 0+205 | | | | 10,00 | 3,50 | 36,00 | 10,00 | 3,60 | 36,00 | CD+EJE |
| CALLE G | 0+195 | 0+205 | 10,00 | 2,70 | 27,00 | | | | 10,00 | 3,00 | 30,00 | CI |
| CALLE G | 0+035 | 0+045 | | | | 10,00 | 3,00 | 30,00 | 10,00 | 3,00 | 30,00 | CI |
| CALLE F | 0+185 | 0+210 | | | | 25,00 | 7,20 | 180,00 | 25,00 | 7,20 | 180,00 | PLATAFORMA |
| CALLE F | 0+025 | 0+035 | | | | 10,00 | 5,30 | 53,00 | 10,00 | 5,30 | 53,00 | EJE |
| CALLE F | 0+049 | 0+109 | 8,50 | 2,50 | 21,25 | | | | 6,00 | 7,50 | 45,00 | PLATAFORMA |

| Ubicación | Progresivas Tramos a Mejorar | | Geoweb GKL 12758-1 | | | Geomalla Blaxial BX-100 | | | Geotextil Tejido BX-50 | | | Obs. |
|-----------|---------------------------------|-------|--------------------|-------|--------|-------------------------|-------|--------|------------------------|-------|--------|-------|
| | | | Long. | Ancho | Área | Long. | Ancho | Área | Long. | Ancho | Área | |
| CALLE D | 0+075 | 0+065 | | | | 10,00 | 3,00 | 30,00 | 10,00 | 3,00 | 30,00 | EJE |
| CALLE D | 0+085 | 0+095 | 10,00 | 2,70 | 27,00 | | | | 10,00 | 3,00 | 30,00 | EJE |
| CALLE D | 0+020 | 0+040 | 20,00 | 5,30 | 106,00 | | | | 20,00 | 5,30 | 106,00 | EJE |
| CALLE C | 0+125 | 0+145 | | | | 20,00 | 1,50 | 30,00 | 20,00 | 1,50 | 30,00 | BI |
| CALLE C | 0+125 | 0+155 | | | | 30,00 | 3,00 | 90,00 | 30,00 | 3,00 | 90,00 | EJE |
| CALLE C | 0+105 | 0+135 | | | | 30,00 | 1,50 | 45,00 | 30,00 | 1,50 | 45,00 | BD |
| CALLE C | 0+105 | 0+115 | | | | 10,00 | 4,50 | 45,00 | 10,00 | 4,50 | 45,00 | LD |
| CALLE C | 0+195 | 0+205 | | | | 10,00 | 1,50 | 15,00 | 10,00 | 1,50 | 15,00 | BI |
| CALLE C | 0+215 | 0+225 | | | | 10,00 | 4,50 | 45,00 | 10,00 | 4,50 | 45,00 | CD+BD |
| CALLE C | 0+215 | 0+225 | | | | 10,00 | 2,00 | 20,00 | 10,00 | 2,00 | 20,00 | BI |
| CALLE A | 0+115 | 0+125 | | | | 10,00 | 1,50 | 15,00 | 10,00 | 1,50 | 15,00 | BI |
| CALLE A | 0+145 | 0+175 | | | | 30,00 | 3,00 | 90,00 | 30,00 | 3,00 | 90,00 | CD |
| CALLE A | 0+175 | 0+185 | | | | 10,00 | 3,00 | 30,00 | 10,00 | 3,00 | 30,00 | EJE |
| CALLE A | 0+025 | 0+035 | | | | 10,00 | 3,00 | 30,00 | 10,00 | 3,00 | 30,00 | CD |
| CALLE A | 0+055 | 0+065 | | | | 10,00 | 3,00 | 30,00 | 10,00 | 3,00 | 30,00 | CD |
| CALLE A | 0+085 | 0+075 | | | | 10,00 | 2,50 | 25,00 | 10,00 | 2,50 | 25,00 | CI |
| CALLE 9 | 0+045 | 0+055 | 8,50 | 2,50 | 21,25 | | | | 10,00 | 2,70 | 27,00 | EJE |
| CALLE 9 | 0+055 | 0+065 | 8,50 | 2,70 | 22,95 | | | | 10,00 | 2,70 | 27,00 | LD |
| CALLE 9 | 0+055 | 0+065 | 8,50 | 1,40 | 11,90 | | | | 10,00 | 1,40 | 17,00 | CI |
| CALLE 9 | 0+085 | 0+105 | 17,00 | 2,50 | 42,50 | | | | 20,00 | 2,70 | 54,00 | EJE |
| CALLE 9 | 0+115 | 0+125 | 8,50 | 2,50 | 21,25 | | | | 10,00 | 2,70 | 27,00 | CI |
| CALLE 8 | 0+485 | 0+515 | 25,00 | 2,50 | 62,50 | | | | | | | EJE |
| CALLE 8 | 0+495 | 0+495 | 8,50 | 2,50 | 21,25 | | | | | | | LI |
| CALLE 8 | 0+555 | 0+565 | 8,50 | 2,50 | 21,25 | | | | | | | EJE |
| CALLE 8 | 0+535 | 0+555 | 17,00 | 5,00 | 85,00 | | | | | | | EJE |
| CALLE 8 | 0+585 | 0+595 | 8,50 | 5,00 | 21,25 | | | | 10,00 | 2,65 | 26,50 | LI |
| CALLE 8 | 0+595 | 0+605 | 8,50 | 2,50 | 21,25 | | | | 10,00 | 2,65 | 26,50 | EJE |
| CALLE 8 | 0+605 | | 8,50 | 5,00 | 42,50 | | | | 10,00 | 5,40 | 54,00 | EJE |
| CALLE 8 | 0+615 | | 8,50 | 2,50 | 21,25 | | | | 10,00 | 2,50 | 25,00 | BD |
| CALLE 8 | 0+615 | | 17,00 | 2,50 | 42,50 | | | | 20,00 | 2,65 | 53,00 | EJE |
| CALLE 8 | 0+475 | | | | | 20,00 | 2,50 | 50,00 | 22,00 | 2,65 | 58,30 | LD |
| CALLE 8 | 0+485 | | | | | 50,00 | 3,00 | 150,00 | 50,00 | 2,65 | 132,50 | EJE |
| CALLE 8 | 0+535 | | | | | 20,00 | 1,80 | 36,00 | 20,00 | 2,10 | 42,00 | BD |
| CALLE 8 | 0+505 | | | | | 10,00 | 2,50 | 25,00 | 10,00 | 2,65 | 26,50 | EJE |
| CALLE 8 | 0+485 | | | | | 20,00 | 2,50 | 50,00 | 20,00 | 2,65 | 53,00 | LI |
| CALLE 8 | 0+535 | | | | | 30,00 | 5,30 | 159,00 | 32,00 | 5,30 | 169,60 | EJE |
| CALLE 8 | 0+295 | 0+305 | 8,50 | 2,50 | 21,25 | | | | 10,00 | 2,70 | 27,00 | EJE |

| Ubicación | Progresivas Tramos a Mejorar | | Geoweb GKL 12758-1 | | | Geomalla Blaxial BX-100 | | | Geotextil Tejido BX-50 | | | Obs. |
|-----------|---------------------------------|-------|--------------------|-------|--------|-------------------------|-------|--------|------------------------|-------|--------|------------|
| | | | Long. | Ancho | Área | Long. | Ancho | Área | Long. | Ancho | Área | |
| CALLE 8 | 0+295 | 0+315 | 17,00 | 1,80 | 30,60 | | | | 20,00 | 1,80 | 36,00 | BD |
| CALLE 8 | 0+325 | 0+355 | 25,50 | 1,80 | 45,90 | | | | 30,00 | 1,80 | 54,00 | BD |
| CALLE 8 | 0+305 | 0+315 | 8,50 | 2,50 | 21,25 | | | | 10,00 | 2,70 | 27,00 | CI |
| CALLE 8 | 0+305 | 0+315 | 8,50 | 2,50 | 21,25 | | | | 10,00 | 2,70 | 27,00 | LD |
| CALLE 8 | 0+315 | 0+325 | 8,50 | 2,50 | 21,25 | | | | 10,00 | 2,70 | 27,00 | LD |
| CALLE 8 | 0+325 | 0+335 | 8,50 | 2,50 | 21,25 | | | | 10,00 | 2,70 | 27,00 | CI |
| CALLE 8 | 0+335 | 0+345 | 8,50 | 2,70 | 22,95 | | | | 10,00 | 2,70 | 27,00 | LD |
| CALLE 8 | 0+335 | 0+345 | 8,50 | 1,40 | 11,90 | | | | 10,00 | 1,40 | 14,00 | CI |
| CALLE 8 | 0+345 | 0+355 | 8,50 | 2,50 | 21,25 | | | | 10,00 | 2,70 | 27,00 | EJE |
| CALLE 8 | 0+825 | 0+835 | | | | 10,00 | 2,70 | 27,00 | 10,00 | 2,70 | 27,00 | CI |
| CALLE 8 | 0+825 | 0+135 | | | | 8,50 | 2,50 | 21,25 | 10,00 | 2,70 | 27,00 | EJE |
| CALLE 8 | 0+205 | 0+215 | | | | 10,00 | 3,00 | 32,42 | 10,00 | 3,00 | 32,42 | EJE |
| CALLE 8 | 0+265 | 0+275 | | | | 10,00 | 2,80 | 30,26 | 10,00 | 2,80 | 30,26 | CI |
| CALLE 8 | 0+135 | 0+145 | | | | 10,00 | 2,50 | 25,00 | 10,00 | 2,50 | 25,00 | CI |
| CALLE 8 | 0+195 | 0+205 | | | | 10,00 | 2,50 | 25,00 | 10,00 | 2,50 | 25,00 | CI |
| CALLE 8 | 0+135 | 0+155 | | | | 20,00 | 2,50 | 50,00 | 20,00 | 2,50 | 50,00 | EJE |
| CALLE 8 | 0+185 | 0+195 | | | | 10,00 | 2,70 | 27,00 | 10,00 | 2,70 | 27,00 | CD |
| CALLE 8 | 0+155 | 0+195 | 40,00 | 2,50 | 100,00 | | | | 40,00 | 3,00 | 120,00 | CI |
| CALLE 8 | 0+175 | 0+205 | 30,00 | 2,50 | 75,00 | | | | 30,00 | 2,50 | 75,00 | EJE |
| CALLE 8 | 0+145 | 0+155 | 10,00 | 4,50 | 45,00 | | | | 10,00 | 4,50 | 45,00 | BD+CD |
| CALLE 8 | 0+175 | 0+185 | 10,00 | 2,50 | 25,00 | | | | 10,00 | 2,50 | 25,00 | CD |
| CALLE 8 | 0+195 | 0+205 | 10,00 | 2,50 | 25,00 | | | | 10,00 | 2,50 | 25,00 | CD |
| CALLE 8 | 0+145 | 0+155 | 10,00 | 2,00 | 20,00 | | | | 10,00 | 2,50 | 25,00 | BD |
| CALLE 8 | 0+095 | 0+105 | | | | 10,00 | 2,70 | 27,00 | 10,00 | 2,70 | 27,00 | CD |
| CALLE 8 | 0+105 | 0+115 | | | | 10,00 | 2,70 | 27,00 | 10,00 | 2,70 | 27,00 | EJE |
| CALLE 8 | 0+125 | 0+135 | | | | 10,00 | 5,00 | 50,00 | 10,00 | 5,00 | 50,00 | CI+EJE |
| CALLE 8 | 0+660 | 0+685 | | | | 25,00 | 4,00 | 100,00 | 25,00 | 4,00 | 100,00 | EJE |
| CALLE 8 | 0+715 | 0+725 | | | | 10,00 | 4,00 | 40,00 | 10,00 | 4,00 | 40,00 | EJE |
| CALLE 8 | 0+725 | 0+735 | | | | 10,00 | 4,00 | 40,00 | 10,00 | 4,00 | 40,00 | CI |
| CALLE 8 | 0+725 | 0+745 | | | | 20,00 | 4,00 | 80,00 | 20,00 | 4,00 | 80,00 | CD |
| CALLE 8 | 0+745 | 0+755 | | | | 10,00 | 6,00 | 60,00 | 10,00 | 6,00 | 60,00 | CI+EJE |
| CALLE 8 | 0+755 | 0+765 | | | | 10,00 | 6,00 | 60,00 | 10,00 | 6,00 | 60,00 | CD+EJE |
| CALLE 8 | 0+765 | 0+785 | | | | 20,00 | 8,00 | 160,00 | 20,00 | 8,00 | 160,00 | CD+EJE+CI |
| CALLE 8 | 0+735 | 0+745 | 10,00 | 4,00 | 40,00 | | | | 10,00 | 4,50 | 45,00 | CI |
| CALLE 8 | 0+782 | 0+805 | 23,00 | 6,50 | 149,50 | | | | 23,00 | 7,00 | 161,00 | PLATAFORMA |
| CALLE 8 | 0+120 | 0+132 | | | | 12,00 | 4,50 | 54,00 | 12,00 | 4,50 | 54,00 | EJE+BI |
| CALLE 8 | 0+134 | 0+140 | | | | 6 | 4,5 | 27 | 6 | 4,5 | 27 | EJE+BI |

| Ubicación | Progresivas Tramos a Mejorar | | Geoweb GKL 12758-1 | | | Geomalla Blaxial BX-100 | | | Geotextil Tejido BX-50 | | | Obs. |
|-----------|---------------------------------|-------|--------------------|-------|--------|-------------------------|-------|-------|------------------------|-------|--------|--------|
| | | | Long. | Ancho | Área | Long. | Ancho | Área | Long. | Ancho | Área | |
| CALLE 8 | 0+035 | 0+045 | | | | 10,00 | 4,20 | 42,00 | 10,00 | 4,20 | 42,00 | EJE+CD |
| CALLE 8 | 0+045 | 0+055 | | | | 10,00 | 2,70 | 27,00 | 10,00 | 2,70 | 27,00 | CD |
| CALLE 8 | 0+005 | 0+015 | | | | 10,00 | 2,70 | 27,00 | 10,00 | 2,70 | 27,00 | CI |
| CALLE 8 | 0+015 | 0+025 | | | | 10,00 | 2,70 | 27,00 | 10,00 | 2,70 | 27,00 | CD |
| CALLE 8 | 0+025 | 0+035 | | | | 10,00 | 2,70 | 27,00 | 10,00 | 2,70 | 27,00 | EJE |
| CALLE 8 | 0+635 | 0+645 | 10,00 | 2,50 | 25,00 | | | | 10,00 | 3,00 | 30,00 | EJE |
| CALLE 7 | 0+055 | 0+120 | 59,50 | 2,50 | 148,75 | | | | 65,00 | 3,00 | 195,00 | LD |
| CALLE 7 | 0+075 | 0+85 | 8,50 | 2,50 | 21,25 | | | | 10,00 | 2,65 | 26,50 | LI |
| CALLE 7 | 0+105 | 0+120 | 17,00 | 2,50 | 42,50 | | | | 15,00 | 2,65 | 39,75 | LD |
| CALLE 7 | 0+055 | 0+065 | 8,50 | 2,50 | 21,25 | | | | 10,00 | 2,50 | 25,00 | BD |
| CALLE 7 | 0+055 | 0+115 | | | | 20,00 | 1,40 | 70,00 | 50,00 | 1,40 | 70,00 | BD |
| CALLE 7 | 0+015 | 0+025 | | | | 10,00 | 5,00 | 50,00 | 10,00 | 5,00 | 50,00 | LD |
| CALLE 7 | 0+025 | 0+035 | | | | 10,00 | 2,65 | 26,50 | 10,00 | 2,65 | 26,50 | LD |
| CALLE 7 | 0+035 | 0+045 | | | | 10,00 | 5,00 | 50,00 | 10,00 | 5,00 | 50,00 | LD |
| CALLE 7 | 0+045 | 0+055 | | | | 10,00 | 2,65 | 26,50 | 10,00 | 2,65 | 26,50 | LD |
| CALLE 7 | 0+105 | 0+120 | 17,00 | 2,50 | 42,50 | | | | 15,00 | 2,65 | 39,75 | LI |
| CALLE 7 | 0+055 | 0+120 | 59,50 | 2,50 | 148,75 | | | | 65,00 | 3,00 | 195,00 | LD |
| CALLE 7 | 0+065 | 0+115 | | | | 50,00 | 1,40 | 70,00 | 50,00 | 1,40 | 70,00 | BD |
| CALLE 7 | 0+075 | 0+085 | 8,50 | 2,50 | 21,25 | | | | 10,00 | 2,65 | 26,50 | LD |
| CALLE 7 | 0+055 | 0+065 | 8,50 | 2,50 | 21,25 | | | | 10,00 | 2,50 | 25,00 | BD |
| CALLE 7 | 0+045 | 0+055 | | | | 10,00 | 2,65 | 26,50 | 10,00 | 2,65 | 26,50 | LD |
| CALLE 7 | 0+035 | 0+045 | | | | 10,00 | 5,00 | 50,00 | 10,00 | 5,00 | 50,00 | BD |
| CALLE 7 | 0+025 | 0+055 | | | | 30,00 | 2,00 | 60,00 | 30,00 | 2,00 | 60,00 | BD |
| CALLE 7 | 0+025 | 0+035 | | | | 10,00 | 2,65 | 26,50 | 10,00 | 2,65 | 26,50 | LD |
| CALLE 7 | 0+015 | 0+025 | | | | 10,00 | 5,00 | 50,00 | 10,00 | 5,00 | 50,00 | LD |
| CALLE 7 | 0+325 | 0+345 | 17,00 | 3,00 | 51,00 | | | | 20,00 | 3,00 | 50,00 | BD |
| CALLE 7 | 0+125 | 0+135 | 8,50 | 2,50 | 21,25 | | | | 10,00 | 2,70 | 27,00 | LD |
| CALLE 7 | 0+135 | 0+145 | 8,50 | 2,70 | 22,95 | | | | 10,00 | 2,70 | 27,00 | CI |
| CALLE 7 | 0+135 | 0+145 | 8,50 | 1,30 | 11,05 | | | | 10,00 | 1,30 | 13,00 | LD |
| CALLE 6 | 0+005 | 0+015 | | | | 10,00 | 3,00 | 30,00 | 10,00 | 3,00 | 30,00 | EJE |
| CALLE 6 | 0+035 | 0+045 | 8,50 | 2,50 | 21,25 | | | | 10,00 | 2,70 | 27,00 | EJE |
| CALLE 6 | 0+015 | 0+025 | 8,50 | 2,50 | 21,25 | | | | 10,00 | 2,70 | 27,00 | LD |
| CALLE 6 | 0+165 | 0+175 | | | | 10,00 | 3,00 | 30,00 | 10,00 | 3,00 | 30,00 | CI |
| CALLE 6 | 0+175 | 0+185 | | | | 10,00 | 3,00 | 30,00 | 10,00 | 3,00 | 30,00 | EJE |
| CALLE 6 | 0+245 | 0+255 | | | | 10,00 | 5,00 | 50,00 | 10,00 | 5,00 | 50,00 | CD+EJE |
| CALLE 6 | 0+265 | 0+275 | | | | 10,00 | 2,70 | 27,00 | 10,00 | 2,70 | 27,00 | EJE |
| CALLE 6 | 0+245 | 0+255 | 10 | 2,5 | 25 | | | | 10 | 3 | 30 | BD |

| Ubicación | Progresivas Tramos a Mejorar | | Geoweb GKL 12758-1 | | | Geomalla Blaxial BX-100 | | | Geotextil Tejido BX-50 | | | Obs. |
|-----------|---------------------------------|-------|--------------------|-------|--------|-------------------------|-------|--------|------------------------|-------|--------|--------|
| | | | Long. | Ancho | Área | Long. | Ancho | Área | Long. | Ancho | Área | |
| CALLE 6 | 0+275 | 0+285 | 10.00 | 2.50 | 25.00 | | | | 10.00 | 3.00 | 30.00 | BD |
| CALLE 6 | 0+295 | 0+305 | | | | 10.00 | 2.80 | 28.00 | 10.00 | 2.80 | 28.00 | CI |
| CALLE 6 | 0+315 | 0+325 | | | | 10.00 | 2.00 | 20.00 | 10.00 | 2.00 | 20.00 | BI |
| CALLE 6 | 0+315 | 0+325 | | | | 10.00 | 2.80 | 28.00 | 10.00 | 2.80 | 28.00 | CD |
| CALLE 6 | 0+340 | 0+350 | | | | 10.00 | 2.80 | 28.00 | 10.00 | 2.80 | 28.00 | CD |
| CALLE 6 | 0+315 | 0+325 | 10.00 | 2.70 | 27.00 | | | | 10.00 | 3.00 | 30.00 | CI |
| CALLE 6 | 0+205 | 0+245 | | | | 40.00 | 2.00 | 80.00 | 40.00 | 2.00 | 80.00 | BI |
| CALLE 6 | 0+215 | 0+235 | | | | 20.00 | 2.50 | 50.00 | 20.00 | 2.50 | 50.00 | CI |
| CALLE 6 | 0+200 | 0+240 | | | | 40.00 | 4.00 | 160.00 | 40.00 | 4.00 | 160.00 | EJE |
| CALLE 6 | 0+205 | 0+215 | | | | 10.00 | 2.50 | 25.00 | 10.00 | 2.50 | 25.00 | CD |
| CALLE 6 | 0+235 | 0+245 | | | | 10.00 | 2.50 | 25.00 | 10.00 | 2.50 | 25.00 | CD |
| CALLE 6 | 0+205 | 0+235 | | | | 30.00 | 2.00 | 60.00 | 30.00 | 2.00 | 60.00 | BD |
| CALLE 6 | 0+235 | 0+245 | 10.00 | 2.70 | 27.00 | | | | 10.00 | 3.00 | 30.00 | CI |
| CALLE 6 | 0+215 | 0+225 | 10.00 | 2.70 | 27.00 | | | | 10.00 | 3.00 | 30.00 | CD |
| CALLE 5 | 0+120 | 0+150 | | | | 30.00 | 4.00 | 120.00 | 30.00 | 4.00 | 120.00 | EJE |
| CALLE 5 | 0+150 | 0+170 | | | | 20.00 | 4.00 | 80.00 | 20.00 | 4.00 | 80.00 | LI |
| CALLE 5 | 0+170 | 0+180 | | | | 10.00 | 4.00 | 40.00 | 10.00 | 4.00 | 40.00 | LI |
| CALLE 5 | 0+045 | 0+055 | | | | 10.00 | 6.40 | 64.00 | 10.00 | 6.40 | 64.00 | LD |
| CALLE 5 | 0+015 | 0+025 | | | | 10.00 | 3.00 | 30.00 | 10.00 | 3.00 | 30.00 | LI |
| CALLE 5 | 0+005 | 0+015 | | | | 10.00 | 3.00 | 30.00 | 10.00 | 3.00 | 30.00 | EJE |
| CALLE 5 | 0+085 | 0+075 | | | | 10.00 | 2.00 | 20.00 | 10.00 | 2.00 | 20.00 | BD |
| CALLE 5 | 0+075 | 0+105 | | | | 30.00 | 3.20 | 96.00 | 30.00 | 3.20 | 96.00 | CD |
| CALLE 5 | 0+095 | 0+125 | | | | 30.00 | 3.20 | 96.00 | 30.00 | 3.20 | 96.00 | CI |
| CALLE 5 | 0+095 | 0+105 | | | | 10.00 | 2.00 | 20.00 | 10.00 | 2.00 | 20.00 | BI |
| CALLE 5 | 0+105 | 0+115 | | | | 10.00 | 3.50 | 35.00 | 10.00 | 3.50 | 35.00 | EJE |
| CALLE 5 | 0+125 | 0+135 | | | | 10.00 | 3.20 | 32.00 | 10.00 | 3.20 | 32.00 | CD |
| CALLE 5 | 0+085 | 0+095 | 10.00 | 3.20 | 32.00 | | | | 10.00 | 3.50 | 35.00 | CI |
| CALLE 5 | 0+095 | 0+105 | 10.00 | 3.20 | 32.00 | | | | 10.00 | 3.50 | 35.00 | EJE |
| CALLE 5 | 0+125 | 0+135 | 10.00 | 5.00 | 50.00 | | | | 10.00 | 5.50 | 55.00 | CI+EJE |
| CALLE 5 | 0+075 | 0+085 | | | | 10.00 | 3.20 | 32.00 | 10.00 | 3.20 | 32.00 | CI |
| CALLE 3 | 0+205 | 0+215 | 8.50 | 1.50 | 12.75 | | | | | | | BI |
| CALLE 3 | 0+175 | 0+165 | 8.50 | 2.00 | 17.00 | | | | | | | LD |
| CALLE 3 | 0+195 | 0+215 | 17.00 | 6.00 | 102.00 | | | | | | | EJE |
| CALLE 3 | 0+170 | 0+180 | 8.50 | 3.00 | 25.50 | | | | | | | LD |
| CALLE 3 | 0+205 | 0+215 | | | | 10.00 | 1.50 | 15.00 | 10.00 | 1.50 | 15.00 | BI |
| CALLE 3 | 0+125 | 0+155 | | | | 32.00 | 2.00 | 64.00 | 30.00 | 2.00 | 60.00 | LD |
| CALLE 3 | 0+165 | 0+185 | | | | 20.00 | 2.00 | 40.00 | 20.00 | 2.00 | 40.00 | LD |

| Ubicación | Progresivas Tramos a Mejorar | | Geoweb GKL 12758-1 | | | Geomalla Blaxial BX-100 | | | Geotextil Tejido BX-50 | | | Obs. |
|-----------|---------------------------------|-------|--------------------|-------|--------|-------------------------|-------|--------|------------------------|-------|--------|-----------|
| | | | Long. | Ancho | Área | Long. | Ancho | Área | Long. | Ancho | Área | |
| CALLE 3 | 0+205 | 0+215 | | | | 10,00 | 2,00 | 20,00 | 10,00 | 2,00 | 20,00 | LD |
| CALLE 3 | 0+195 | 0+215 | | | | 20,00 | 6,00 | 120,00 | 20,00 | 6,00 | 120,00 | EJE |
| CALLE 3 | 0+125 | 0+135 | | | | 10,00 | 3,00 | 30,00 | 10,00 | 3,00 | 30,00 | LD |
| CALLE 3 | 0+145 | 0+165 | | | | 15,00 | 5,00 | 90,00 | 15,00 | 6,00 | 90,00 | EJE |
| CALLE 2 | 0+108 | 0+125 | 17,00 | 7,20 | 122,40 | | | | 17,00 | 7,20 | 122,40 | LI |
| CALLE 2 | 0+095 | 0+105 | 8,50 | 2,50 | 21,25 | | | | 10,00 | 2,70 | 27,00 | LD |
| CALLE 2 | 0+095 | 0+105 | | | | 10,00 | 2,70 | 27,00 | 10,00 | 2,70 | 27,00 | EJE |
| CALLE 2 | 0+065 | 0+075 | | | | 10,00 | 4,00 | 40,00 | 10,00 | 4,00 | 40,00 | LI |
| CALLE 2 | 0+045 | 0+055 | | | | 10,00 | 5,40 | 54,00 | 10,00 | 5,40 | 54,00 | EJE |
| CALLE 2 | 0+035 | 0+045 | | | | 10,00 | 2,70 | 27,00 | 10,00 | 2,70 | 27,00 | LD |
| CALLE 2 | 0+025 | 0+035 | | | | 10,00 | 2,70 | 27,00 | 10,00 | 2,70 | 27,00 | LI |
| CALLE 2 | 0+005 | 0+025 | | | | 20,00 | 4,00 | 80,00 | 20,00 | 4,00 | 80,00 | LD |
| CALLE 2 | 0+125 | 0+135 | 8,50 | 2,50 | 21,25 | | | | 10,00 | 2,70 | 27,00 | LD |
| CALLE 2 | 0+125 | 0+135 | 8,50 | 1,50 | 12,75 | | | | 10,00 | 1,30 | 13,00 | CI |
| CALLE 2 | 0+135 | 0+145 | 8,50 | 2,50 | 21,25 | | | | 10,00 | 2,70 | 27,00 | EJE |
| CALLE 2 | 0+145 | 0+155 | 8,50 | 2,50 | 21,25 | | | | 10,00 | 2,70 | 27,00 | LD |
| CALLE 2 | 0+145 | 0+155 | 8,50 | 1,50 | 12,75 | | | | 10,00 | 1,30 | 13,00 | CI |
| CALLE 2 | 0+155 | 0+195 | 42,50 | 2,50 | 106,25 | | | | 40,00 | 2,70 | 108,00 | LD |
| CALLE 2 | 0+155 | 0+195 | 42,50 | 2,50 | 106,25 | | | | 40,00 | 2,70 | 108,00 | CI |
| CALLE 13 | 0+005 | 0+015 | | | | 10,00 | 5,00 | 50,00 | 10,00 | 5,50 | 55,00 | CD+EJE |
| CALLE 12 | 0+045 | 0+070 | | | | 25,00 | 2,70 | 67,50 | 25,00 | 2,70 | 67,50 | EJE |
| CALLE 12 | 0+045 | 0+070 | 25,00 | 2,50 | 62,50 | | | | 25,00 | 3,00 | 75,00 | CD |
| CALLE 12 | 0+050 | 0+070 | 20,00 | 2,00 | 40,00 | | | | 20,00 | 2,50 | 50,00 | BD |
| CALLE 12 | 0+175 | 0+185 | | | | 10,00 | 6,50 | 65,00 | 10,00 | 6,50 | 65,00 | BD+CD+EJE |
| CALLE 12 | 0+185 | 0+195 | | | | 10,00 | 3,00 | 30,00 | 10,00 | 3,00 | 30,00 | CI |
| CALLE 12 | 0+388 | 0+398 | | | | 10,00 | 1,50 | 15,00 | 10,00 | 1,50 | 15,00 | CD |
| CALLE 12 | 0+388 | 0+398 | | | | 10,00 | 1,50 | 15,00 | 10,00 | 1,50 | 15,00 | CI |
| CALLE 12 | 0+398 | 0+408 | | | | 10,00 | 4,50 | 45,00 | 10,00 | 4,50 | 45,00 | CI+EEJE |
| CALLE 12 | 0+408 | 0+418 | | | | 10,00 | 2,80 | 28,00 | 10,00 | 2,80 | 28,00 | EJE |
| CALLE 12 | 0+418 | 0+428 | | | | 10,00 | 1,60 | 16,00 | 10,00 | 1,60 | 16,00 | CI |
| CALLE 12 | 0+448 | 0+458 | | | | 10,00 | 4,50 | 45,00 | 10,00 | 4,50 | 45,00 | CI+EJE |
| CALLE 12 | 0+458 | 0+468 | | | | 10,00 | 2,80 | 28,00 | 10,00 | 2,80 | 28,00 | EJE |
| CALLE 12 | 0+458 | 0+468 | | | | 10,00 | 2,00 | 20,00 | 10,00 | 2,00 | 20,00 | BD |
| CALLE 12 | 0+468 | 0+478 | | | | 10,00 | 2,80 | 28,00 | 10,00 | 2,80 | 28,00 | CD |
| CALLE 12 | 0+478 | 0+488 | | | | 10,00 | 4,50 | 45,00 | 10,00 | 4,50 | 45,00 | CD+EJE |
| CALLE 12 | 0+498 | 0+508 | | | | 10,00 | 2,80 | 28,00 | 10,00 | 2,80 | 28,00 | CI |
| CALLE 12 | 0+508 | 0+520 | | | | 12 | 4,5 | 54 | 12 | 4,5 | 54 | CI+EJE |

| Ubicación | Progresivas Tramos a Mejorar | | Geoweb GKL 12758-1 | | | Geomalla Blaxial BX-100 | | | Geotextil Tejido BX-50 | | | Obs. |
|-----------|---------------------------------|---------|--------------------|-------|--------|-------------------------|-------|--------|------------------------|-------|--------|--------|
| | | | Long. | Ancho | Área | Long. | Ancho | Área | Long. | Ancho | Área | |
| CALLE 12 | 0+388 | 0+398 | 10.00 | 2.50 | 25.00 | | | | 10.00 | 3.00 | 30.00 | EJE |
| CALLE 12 | 0+418 | 0+428 | 10.00 | 2.50 | 25.00 | | | | 10.00 | 3.00 | 30.00 | EJE |
| CALLE 12 | 0+575 | 0+595 | 20.00 | 2.70 | 54.00 | | | | 20.00 | 3.00 | 60.00 | EJE |
| CALLE 12 | 0+665 | 0+685 | | | | 20.00 | 4.00 | 80.00 | 20.00 | 4.00 | 80.00 | EJE |
| CALLE 12 | 0+575 | 0+685 | | | | 20.00 | 2.00 | 40.00 | 10.00 | 2.00 | 20.00 | CI |
| CALLE 12 | 0+685 | 0+695 | | | | 10.00 | 3.50 | 35.00 | 10.00 | 3.50 | 35.00 | CI |
| CALLE 12 | 0+655 | 0+685 | 10.00 | 2.70 | 27.00 | | | | 10.00 | 3.00 | 30.00 | EJE |
| CALLE 12 | 0+025 | 0+035 | 10.00 | 1.80 | 18.00 | | | | 10.00 | 2.30 | 23.00 | BD |
| CALLE 12 | 0+025 | 0+035 | | | | 10.00 | 5.40 | 54.00 | 10.00 | 5.40 | 54.00 | CI+CD |
| CALLE 12 | 0+035 | 0+045 | | | | 10.00 | 1.80 | 18.00 | 10.00 | 1.80 | 18.00 | BD |
| CALLE 12 | 0+035 | 0+045 | | | | 10.00 | 4.50 | 45.00 | 10.00 | 4.50 | 45.00 | CI+EJE |
| CALLE 11 | 0+165 | 0+175 | | | | 10.00 | 4.50 | 45.00 | 10.00 | 4.50 | 45.00 | BD |
| CALLE 11 | 0+185 | 0+225 | | | | 40.00 | 3.50 | 140.00 | 40.00 | 3.50 | 140.00 | EJE |
| CALLE 11 | 0+225 | 0+235 | | | | 10.00 | 4.50 | 45.00 | 10.00 | 4.80 | 48.00 | BD |
| CALLE 11 | 0+240 | 0+250 | | | | 10.00 | 2.70 | 27.00 | 10.00 | 2.70 | 27.00 | LI |
| CALLE 11 | 0+260 | 0+270 | | | | 10.00 | 2.70 | 27.00 | 10.00 | 2.70 | 27.00 | LI |
| CALLE 11 | 0+050 | 0+060 | | | | 10.00 | 7.60 | 76.00 | 10.00 | 7.60 | 76.00 | EJE |
| CALLE 11 | 0+060 | 0+080 | | | | 20.00 | 2.65 | 53.00 | 20.00 | 2.65 | 53.00 | LI |
| CALLE 11 | 0+070 | 0+080 | | | | 10.00 | 2.60 | 26.00 | 10.00 | 2.60 | 26.00 | EJE |
| CALLE 11 | 0+090 | 0+100 | | | | 10.00 | 2.60 | 26.00 | 10.00 | 2.60 | 26.00 | LD |
| CALLE 11 | 0+100 | 0+120 | | | | 20.00 | 2.60 | 52.00 | 20.00 | 2.60 | 52.00 | EJE |
| CALLE 11 | 0+030 | 0+040 | | | | 10.00 | 7.60 | 76.00 | 10.00 | 7.60 | 76.00 | EJE |
| CALLE 11 | 0+060 | 0+068.5 | 8.50 | 2.50 | 21.25 | | | | 8.50 | 2.50 | 21.25 | EJE |
| CALLE 11 | 0+060 | 0+080 | 20.00 | 2.50 | 50.00 | | | | 20.00 | 2.50 | 50.00 | LI |
| CALLE 11 | 0+090 | 0+110 | 20.00 | 2.50 | 50.00 | | | | 20.00 | 2.50 | 50.00 | EJE |
| CALLE 11 | 0+060 | 0+100 | 40.00 | 2.50 | 100.00 | | | | 40.00 | 2.50 | 100.00 | BD |
| CALLE 11 | 0+080 | 0+088.5 | 8.50 | 2.50 | 21.25 | | | | 8.50 | 2.50 | 21.25 | LD |
| CALLE 11 | 0+100 | 0+108.5 | 8.50 | 2.50 | 21.25 | | | | 8.50 | 2.50 | 21.25 | BD |
| CALLE 11 | 0+110 | 0+118.5 | 8.50 | 2.50 | 21.25 | | | | 8.50 | 2.50 | 21.25 | LI |
| CALLE 11 | 0+120 | 0+128.5 | 8.50 | 2.50 | 21.25 | | | | 8.50 | 2.50 | 21.25 | EJE |
| CALLE 11 | 0+150 | 0+160 | 20.00 | 2.50 | 50.00 | | | | 20.00 | 2.50 | 50.00 | LD |
| CALLE 11 | 0+065 | 0+085 | | | | 20.00 | 2.70 | 54.00 | 20.00 | 2.70 | 54.00 | CI |
| CALLE 11 | 0+095 | 0+145 | | | | 50.00 | 2.70 | 135.00 | 50.00 | 2.70 | 135.00 | CI |
| CALLE 11 | 0+155 | 0+165 | | | | 10.00 | 2.70 | 27.00 | 10.00 | 2.70 | 27.00 | CI |
| CALLE 11 | 0+065 | 0+075 | | | | 10.00 | 2.70 | 27.00 | 10.00 | 2.70 | 27.00 | LD |
| CALLE 11 | 0+075 | 0+085 | | | | 10.00 | 1.35 | 13.50 | 10.00 | 1.35 | 13.50 | LD |
| CALLE 11 | 0+085 | 0+175 | | | | 90.00 | 2.70 | 243.00 | 90.00 | 2.70 | 243.00 | LD |

| Ubicación | Progresivas Tramos a Mejorar | | Geoweb GKL 12758-1 | | | Geomalla Biaxial BX-100 | | | Geotextil Tejido BX-50 | | | Obs. |
|-----------|---------------------------------|---------|--------------------|-------|-------|-------------------------|-------|--------|------------------------|-------|--------|------|
| | | | Long. | Ancho | Área | Long. | Ancho | Área | Long. | Ancho | Área | |
| CALLE 11 | 0+085 | 0+095 | | | | 10,00 | 1,35 | 13,50 | 10,00 | 1,35 | 13,50 | CI |
| CALLE 11 | 0+145 | 0+155 | | | | 10,00 | 1,35 | 13,50 | 10,00 | 1,35 | 13,50 | CI |
| CALLE 11 | 0+095 | 0+125 | | | | 30,00 | 1,80 | 54,00 | 30,00 | 1,80 | 54,00 | BD |
| CALLE 11 | 0+165 | 0+175 | | | | 10,00 | 1,80 | 18,00 | 10,00 | 1,80 | 18,00 | BD |
| CALLE 10 | 0+490 | 0+498.5 | 8,50 | 2,50 | 21,25 | | | | 8,50 | 3,00 | 25,50 | EJE |
| CALLE 10 | 0+500 | 0+510 | | | | 10,00 | 2,65 | 26,5 | 10,00 | 2,65 | 26,50 | BI |
| CALLE 10 | 0+480 | 0+490 | | | | 10,00 | 2,65 | 26,5 | 10,00 | 2,65 | 26,50 | BI |
| CALLE 10 | 0+520 | 0+530 | | | | 10,00 | 2,65 | 26,5 | 10,00 | 2,65 | 26,50 | BI |
| CALLE 10 | 0+480 | 0+530 | | | | 50,00 | 4,00 | 200,00 | 50,00 | 4,00 | 200,00 | LD |
| CALLE 10 | 0+530 | 0+540 | | | | 10,00 | 2,65 | 26,5 | 10,00 | 2,65 | 26,50 | BI |
| CALLE 10 | 0+500 | 0+510 | | | | 10,00 | 2,65 | 26,5 | 10,00 | 2,65 | 26,50 | EJE |
| CALLE 10 | 0+510 | 0+518.5 | 8,50 | 2,50 | 21,25 | | | | 8,50 | 3,00 | 25,50 | BI |
| CALLE 10 | 0+510 | 0+518.5 | 8,50 | 6,00 | 51,00 | | | | 8,50 | 6,50 | 55,25 | LI |
| CALLE 10 | 0+490 | 0+524 | 34,00 | 2,50 | 85,00 | | | | 35,00 | 3,00 | 105,00 | BD |
| CALLE 1 | 0+375 | 0+385 | | | | 10,00 | 5,00 | 50,00 | 10,00 | 5,00 | 50,00 | BD |
| CALLE 1 | 0+345 | 0+355 | | | | 10,00 | 5,00 | 50,00 | 10,00 | 5,00 | 50,00 | EJE |
| CALLE 1 | 0+355 | 0+370 | | | | 15,00 | 7,00 | 105,00 | 15,00 | 7,00 | 105,00 | EJE |
| CALLE 1 | 0+370 | 0+395 | | | | 25,00 | 2,95 | 73,75 | 25,00 | 2,95 | 73,75 | EJE |
| CALLE 1 | 0+355 | 0+365 | | | | 15,00 | 11,20 | 168,00 | 15,00 | 11,20 | 168,00 | EJE |
| CALLE 1 | 0+395 | 0+435 | | | | 40,00 | 3,20 | 128,00 | 40,00 | 3,20 | 128,00 | EJE |
| CALLE 1 | 0+395 | 0+405 | | | | 10,00 | 2,50 | 25,00 | 10,25 | 3,20 | 32,80 | BD |
| CALLE 1 | 0+415 | 0+425 | | | | 10,00 | 5,00 | 50,00 | 10,00 | 5,00 | 50,00 | BD |
| CALLE 1 | 0+435 | 0+455 | | | | 20,00 | 1,70 | 34,00 | 20,00 | 1,70 | 34,00 | BD |
| CALLE 1 | 0+510 | 0+540 | | | | 30,00 | 2,65 | 79,50 | 30,00 | 2,65 | 79,50 | EJE |
| CALLE 1 | 0+590 | 0+600 | | | | 10,00 | 3,70 | 37,00 | 10,00 | 3,70 | 37,00 | LD |
| CALLE 1 | 0+530 | 0+538.5 | 8,50 | 2,50 | 21,25 | | | | 8,50 | 2,50 | 21,25 | LD |
| CALLE 1 | 0+550 | 0+558.5 | 8,50 | 2,50 | 21,25 | | | | 8,50 | 2,50 | 21,25 | LD |
| CALLE 1 | 0+570 | 0+578.5 | 8,50 | 2,50 | 21,25 | | | | 8,50 | 2,50 | 21,25 | LD |
| CALLE 1 | 0+570 | 0+595.5 | 25,50 | 2,50 | 63,75 | | | | 25,50 | 2,50 | 63,75 | EJE |
| CALLE 1 | 0+575 | 0+583.5 | 8,50 | 2,50 | 21,25 | | | | 8,50 | 2,50 | 21,25 | BD |
| CALLE 1 | 0+595 | 1+605 | 8,50 | 2,50 | 21,25 | | | | 10,00 | 3,00 | 30,00 | CI |
| CALLE 1 | 1+655 | 1+670 | 15,00 | 3,00 | 48,63 | | | | 15,00 | 3,50 | 56,73 | CI |
| CALLE 1 | 0+525 | 0+535 | | | | 10,00 | 2,00 | 20,00 | 10,00 | 2,00 | 20,00 | BD |
| CALLE 1 | 0+515 | 0+535 | | | | 20,00 | 3,00 | 60,00 | 20,00 | 3,00 | 60,00 | CI |
| CALLE 1 | 0+415 | 0+435 | | | | 20,00 | 3,00 | 60,00 | 20,00 | 3,00 | 60,00 | EJE |
| CALLE 1 | 0+445 | 0+455 | | | | 10,00 | 2,00 | 20,00 | 10,00 | 2,00 | 20,00 | BD |
| CALLE 1 | 0+465 | 0+475 | | | | 10 | 1,5 | 15 | 10 | 1,5 | 15 | BI |

| Ubicación | Progresivas Tramos a Mejorar | | Geoweb GKL 12758-1 | | | Geomalla Blaxial BX-100 | | | Geotextil Tejido BX-50 | | | Obs. |
|-----------|---------------------------------|-------|--------------------|-------|-------|-------------------------|-------|-------|------------------------|-------|-------|--------|
| | | | Long. | Ancho | Área | Long. | Ancho | Área | Long. | Ancho | Área | |
| CALLE 1 | 0+475 | 0+485 | | | | 10.00 | 5.00 | 50.00 | 10.00 | 5.00 | 50.00 | CD+BD |
| CALLE 1 | 0+485 | 0+495 | | | | 10.00 | 2.00 | 20.00 | 10.00 | 2.00 | 20.00 | BD |
| CALLE 1 | 0+425 | 0+435 | 10.00 | 2.00 | 20.00 | | | | 10.00 | 2.50 | 25.00 | BD |
| CALLE 1 | 0+485 | 0+495 | 10.00 | 5.00 | 50.00 | | | | 10.00 | 5.50 | 55.00 | CI+EJE |
| CALLE 1 | 0+345 | 0+355 | | | | 10.00 | 3.00 | 30.00 | 10.00 | 3.00 | 30.00 | CI |
| CALLE 1 | 0+345 | 0+365 | | | | 20.00 | 1.50 | 30.00 | 20.00 | 1.50 | 30.00 | BI |
| CALLE 1 | 0+385 | 0+415 | | | | 20.00 | 3.00 | 60.00 | 20.00 | 3.00 | 60.00 | EJE |
| CALLE 1 | 0+395 | 0+405 | | | | 10.00 | 2.00 | 20.00 | 10.00 | 2.00 | 20.00 | BD |
| CALLE 1 | 0+405 | 0+415 | | | | 10.00 | 1.50 | 15.00 | 10.00 | 1.50 | 15.00 | BI |
| CALLE 1 | 1+676 | 1+685 | | | | 10.00 | 4.50 | 45.00 | 10.00 | 4.50 | 45.00 | CI |
| CALLE 1 | 1+190 | 1+195 | 5.00 | 4.00 | 20.00 | | | | 5.00 | 5.00 | 25.00 | CI+CD |
| AV. PRIN | 1+155 | 1+165 | 8.50 | 3.30 | 28,05 | | | | 10,00 | 3,60 | 36,00 | CI |
| AV. PRIN | 1+155 | 1+165 | 8.50 | 3.30 | 28,05 | | | | 10,00 | 3,60 | 36,00 | LD |
| AV. PRIN | 1+155 | 1+165 | 8.50 | 3.30 | 28,05 | | | | 10,00 | 3,20 | 32,00 | BD |
| AV. PRIN | 1+165 | 1+175 | 8.50 | 3.60 | 30,60 | | | | 10,00 | 3,60 | 36,00 | LD |
| AV. PRIN | 1+175 | 1+185 | 8.50 | 3.30 | 28,05 | | | | 10,00 | 3,60 | 36,00 | CI |
| AV. PRIN | 1+175 | 1+185 | 8.50 | 3.30 | 28,05 | | | | 10,00 | 3,60 | 36,00 | LD |
| AV. PRIN | 1+175 | 1+185 | 8.50 | 3.30 | 28,05 | | | | 10,00 | 3,20 | 32,00 | BD |
| AV. PRIN | 1+185 | 1+195 | 8.50 | 2.50 | 21,25 | | | | 10,00 | 3,60 | 36,00 | CI |
| AV. PRIN | 1+185 | 1+195 | 8.50 | 2.50 | 21,25 | | | | 10,00 | 1,80 | 18,00 | LD |
| AV. PRIN | 1+195 | 1+205 | 8.50 | 1.80 | 15,30 | | | | 10,00 | 1,80 | 18,00 | CI |
| AV. PRIN | 1+195 | 1+205 | 8.50 | 3.60 | 30,60 | | | | 10,00 | 3,60 | 36,00 | LD |
| AV. PRIN | 1+195 | 1+205 | 8.50 | 3.20 | 27,20 | | | | 10,00 | 3,20 | 32 | BD |
| AV. PRIN | 1+205 | 1+215 | 8.50 | 3.60 | 30,60 | | | | 10,00 | 3,60 | 36,00 | EJE |
| AV. PRIN | 1+205 | 1+215 | 8.50 | 3.20 | 27,20 | | | | 10,00 | 3,20 | 32,00 | BD |
| AV. PRIN | 1+095 | 1+115 | 17,00 | 3.60 | 61,20 | | | | 20,00 | 3,60 | 72,00 | CI |
| AV. PRIN | 1+115 | 1+125 | 8.50 | 3.75 | 31,88 | | | | 10,00 | 3,75 | 37,50 | CI |
| AV. PRIN | 1+115 | 1+125 | 8.50 | 3.75 | 31,88 | | | | 10,00 | 3,75 | 37,50 | LD |
| AV. PRIN | 1+115 | 1+125 | 8.50 | 2.50 | 21,25 | | | | 10,00 | 2,50 | 25,00 | BD |
| AV. PRIN | 1+125 | 1+135 | 8.50 | 3.60 | 30,60 | | | | 10,00 | 3,60 | 36,00 | CI |
| AV. PRIN | 1+125 | 1+145 | 17,00 | 2.50 | 42,50 | | | | 20,00 | 2.5 | 50,00 | BI |
| AV. PRIN | 1+145 | 1+155 | 8.50 | 3.60 | 30,60 | | | | 10,00 | 3,60 | 36,00 | LD |
| AV. PRIN | 0+675 | 0+685 | | | | 10,00 | 3,60 | 36,00 | 10,00 | 3,60 | 36,00 | CI |
| AV. PRIN | 0+675 | 0+685 | | | | 10,00 | 3,60 | 36,00 | 10,00 | 3,60 | 36,00 | LD |
| AV. PRIN | 0+685 | 0+695 | | | | 10,00 | 1,80 | 18,00 | 10,00 | 1,80 | 18,00 | LD |
| AV. PRIN | 0+685 | 0+695 | | | | 10,00 | 3,60 | 36,00 | 10,00 | 3,60 | 36,00 | CI |
| AV. PRIN | 0+705 | 0+715 | | | | 10,00 | 3,60 | 36,00 | 10,00 | 3,60 | 36,00 | LD |

| Ubicación | Progresivas Tramos a Mejorar | | Geoweb GKL 12758-1 | | | Geomalla Blaxial BX-100 | | | Geotextil Tejido BX-50 | | | Obs. |
|-----------|---------------------------------|---------|--------------------|-------|-------|-------------------------|-------|--------|------------------------|-------|--------|------------|
| | | | Long. | Ancho | Área | Long. | Ancho | Área | Long. | Ancho | Área | |
| AV. PRIN | 0+125 | 0+155 | | | | 10,00 | 3,60 | 36,00 | 10,00 | 3,60 | 36,00 | BI |
| AV. PRIN | 0+135 | 0+185 | | | | 20,00 | 2,50 | 50,00 | 20,00 | 2,50 | 25,00 | BI |
| AV. PRIN | 0+165 | 0+145 | | | | 20,00 | 2,50 | 50,00 | 20,00 | 2,50 | 25,00 | CI |
| AV. PRIN | 0+135 | 0+145 | | | | 10,00 | 3,60 | 36,00 | 10,00 | 3,60 | 36,00 | LD |
| AV. PRIN | 0+135 | 0+145 | | | | 10,00 | 3,60 | 36,00 | 10,00 | 3,60 | 36,00 | LD |
| AV. PRIN | 0+145 | 0+155 | | | | 10,00 | 3,60 | 36,00 | 10,00 | 3,60 | 36,00 | CI |
| AV. PRIN | 0+155 | 0+165 | | | | 10,00 | 3,60 | 36,00 | 10,00 | 3,60 | 36,00 | LD |
| AV. PRIN | 0+165 | 0+175 | | | | 10,00 | 1,80 | 18,00 | 10,00 | 1,80 | 18,00 | CI |
| AV. PRIN | 0+175 | 0+185 | | | | 10,00 | 3,60 | 36,00 | 10,00 | 3,60 | 36,00 | BD |
| AV. PRIN | 0+115 | 0+125 | | | | 10,00 | 2,50 | 25,00 | 10,00 | 2,50 | 25,00 | BD |
| AV. PRIN | 0+135 | 0+175 | | | | 40,00 | 2,50 | 100,00 | 40,00 | 2,50 | 100,00 | BD |
| AV. PRIN | 0+125 | 0+135 | | | | 8,50 | 2,50 | 21,25 | 10,00 | 2,50 | 25,00 | LD |
| AV. PRIN | 0+155 | 0+165 | | | | 8,50 | 3,60 | 30,60 | 10,00 | 3,60 | 36,00 | CI |
| AV. PRIN | 0+165 | 0+175 | | | | 8,50 | 3,60 | 30,60 | 10,00 | 3,60 | 36,00 | LD |
| AV. PRIN | 0+175 | 0+185 | | | | 8,50 | 3,60 | 30,60 | 10,00 | 3,60 | 36,00 | BD |
| AV. PRIN | 0+175 | 0+185 | | | | 8,50 | 2,50 | 21,25 | 10,00 | 2,50 | 25,00 | CI |
| AV. PRIN | 0+105 | 0+115 | | | | 10,00 | 3,60 | 36,00 | 10,00 | 3,60 | 36,00 | LD |
| AV. PRIN | 0+105 | 0+115 | | | | 10,00 | 1,80 | 18,00 | 10,00 | 1,80 | 18,00 | LD |
| AV. PRIN | 0+005 | 0+015 | | | | 10,00 | 4,00 | 40,00 | 10,00 | 4,00 | 40,00 | LD |
| AV. PRIN | 0+005 | 0+015 | | | | 10,00 | 2,00 | 20,00 | 10,00 | 2,00 | 20,00 | CI |
| AV. PRIN | 0+005 | 0+015 | | | | 10,00 | 4,00 | 40,00 | 10,00 | 4,00 | 40,00 | LD |
| AV. PRIN | 0+490 | 0+500 | | | | 10,00 | 4,00 | 40,00 | 10,00 | 4,00 | 40,00 | EJE |
| AV. PRIN | 0+505 | 0+525 | | | | 20,00 | 13,00 | 260,00 | 20,00 | 13,00 | 260,00 | PLATAFORMA |
| AV. PRIN | 0+381.5 | 0+390 | 8,50 | 2,50 | 21,25 | | | | 8,50 | 2,50 | 21,25 | LI |
| AV. PRIN | 0+325 | 0+335 | | | | 10,00 | 4,00 | 40,00 | 10,00 | 4,00 | 40,00 | LI |
| AV. PRIN | 0+340 | 0+350 | | | | 10,00 | 4,00 | 40,00 | 10,00 | 4,00 | 40,00 | LI |
| AV. PRIN | 0+347.5 | 0+364.5 | 17,00 | 2,50 | 42,50 | | | | 17,00 | 4,00 | 68,00 | LI |
| AV. PRIN | 0+215 | 0+225 | | | | 10,00 | 4,00 | 40,00 | 10,00 | 4,00 | 40,00 | LD |
| AV. PRIN | 0+225 | 0+235 | | | | 10,00 | 4,00 | 40,00 | 10,00 | 4,00 | 40,00 | BD |
| AV. PRIN | 0+215 | 0+225 | | | | 10,00 | 4,00 | 40,00 | 10,00 | 4,00 | 40,00 | LI |
| AV. PRIN | 0+235 | 0+275 | | | | 40,00 | 4,00 | 160,00 | 40,00 | 4,00 | 160,00 | LI |
| AV. PRIN | 0+255 | 0+265 | | | | 10,00 | 4,00 | 40,00 | 10,00 | 4,00 | 40,00 | LI |
| AV. PRIN | 0+285 | 0+295 | | | | 10,00 | 4,00 | 40,00 | 10,00 | 4,00 | 40,00 | EJE |
| AV. PRIN | 0+305 | 0+315 | | | | 10,00 | 4,00 | 40,00 | 10,00 | 4,00 | 20,00 | LI |
| AV. PRIN | 0+55 | 0+660 | | | | 105,00 | 2,65 | 278,25 | 105,00 | 2,65 | 278,25 | BD |
| AV. PRIN | 0+615 | 0+645 | | | | 30,00 | 5,30 | 159,00 | 30,00 | 5,30 | 159,00 | EJE |
| AV. PRIN | 0+590 | 0+600 | | | | 10,00 | 3,60 | 36,00 | 10,00 | 3,60 | 36,00 | LI |

| Ubicación | Progresivas Tramos a Mejorar | | Geoweb GKL 12758-1 | | | Geomalla Blaxial BX-100 | | | Geotextil Tejido BX-50 | | | Obs. |
|-----------|---------------------------------|-------|--------------------|-------|-------|-------------------------|-------|--------|------------------------|-------|--------|-----------------|
| | | | Long. | Ancho | Área | Long. | Ancho | Área | Long. | Ancho | Área | |
| AV. PRIN | 0+560 | 0+570 | | | | 10,00 | 3,60 | 36,00 | 10,00 | 3,60 | 36,00 | LD |
| AV. PRIN | 0+680 | 0+690 | | | | 10,00 | 3,60 | 36,00 | 10,00 | 3,60 | 36,00 | LD |
| AV. PRIN | 0+670 | 0+680 | | | | 10,00 | 2,50 | 25,00 | 10,00 | 2,50 | 25,00 | BI |
| AV. PRIN | 0+650 | 0+660 | | | | 10,00 | 2,50 | 25,00 | 10,00 | 2,50 | 25,00 | BI |
| AV. PRIN | 0+790 | 0+800 | | | | 10,00 | 2,50 | 25,00 | 10,00 | 2,50 | 25,00 | BD |
| AV. PRIN | 0+810 | 0+820 | | | | 10,00 | 2,50 | 25,00 | 10,00 | 2,50 | 25,00 | BI |
| AV. PRIN | 0+890 | 0+900 | | | | 10,00 | 2,50 | 25,00 | 10,00 | 2,50 | 25,00 | BI |
| AV. PRIN | 0+810 | 0+900 | | | | 90,00 | 2,50 | 225,00 | 90,00 | 2,50 | 225,00 | BD |
| AV. PRIN | 0+910 | 0+920 | | | | 10,00 | 3,60 | 36,00 | 10,00 | 3,60 | 36,00 | LD |
| AV. PRIN | 0+900 | 0+910 | | | | 10,00 | 2,50 | 25,00 | 10,00 | 2,50 | 25,00 | BD |
| AV. PRIN | 0+925 | 0+945 | 17,00 | 2,50 | 42,50 | | | | 20,00 | 2,65 | 53,00 | BD |
| AV. PRIN | 1+015 | 1+025 | 8,50 | 3,60 | 30,60 | | | | 10,00 | 3,60 | 36,00 | LD |
| AV. PRIN | 1+015 | 1+025 | 10,00 | 3,60 | 36,00 | | | | 10,00 | 3,60 | 36,00 | LD |
| AV. PRIN | 0+095 | 1+005 | 8,50 | 7,50 | 63,75 | | | | 10,00 | 8,00 | 80,00 | LD |
| AV. PRIN | 0+925 | 0+945 | 17,00 | 2,50 | 42,50 | | | | 20,00 | 2,65 | 53,00 | BD |
| AV. PRIN | 1+215 | 1+225 | | | | 10,00 | 4,00 | 43,22 | 10,00 | 4,00 | 43,22 | CD |
| AV. PRIN | 1+225 | 1+245 | | | | 20,00 | 4,00 | 86,45 | 20,00 | 4,00 | 86,45 | EJE |
| AV. PRIN | 0+035 | 0+055 | | | | 20,00 | 2,50 | 50,00 | 20,00 | 2,50 | 50,00 | BD |
| AV. PRIN | 0+045 | 0+055 | | | | 10,00 | 9,70 | 97,00 | 10,00 | 9,70 | 97,00 | BD+CD+EJE+CI |
| AV. PRIN | 0+055 | 0+075 | | | | 20,00 | 6,00 | 120,00 | 20,00 | 6,00 | 120,00 | EJE+CI |
| AV. PRIN | 0+085 | 0+095 | | | | 10,00 | 2,50 | 25,00 | 10,00 | 2,50 | 25,00 | BD |
| AV. PRIN | 0+035 | 0+055 | | | | 20,00 | 1,80 | 36,00 | 20,00 | 1,80 | 46,00 | CD |
| AV. PRIN | 0+035 | 0+075 | | | | 40,00 | 3,60 | 144,00 | 40,00 | 3,60 | 144,00 | EJE |
| AV. PRIN | 0+085 | 0+095 | | | | 10,00 | 3,60 | 36,00 | 10,00 | 3,60 | 36,00 | EJE |
| AV. PRIN | 0+035 | 0+055 | | | | 20,00 | 3,60 | 72,00 | 20,00 | 3,60 | 72,00 | CI |
| AV. PRIN | 0+035 | 0+045 | | | | 10,00 | 12,20 | 122,00 | 10,00 | 12,20 | 122,00 | BI+CI+EJE+CD+BD |
| AV. PRIN | 0+195 | 0+205 | | | | 10,00 | 5,25 | 52,50 | 10,00 | 5,25 | 52,50 | EJE+CD |
| AV. PRIN | 1+090 | 1+100 | 10,00 | 3,60 | 36,00 | | | | 10,00 | 4,10 | 41,00 | CI |

ANEXO 4

Informe de evaluación estructural de fisuras en pavimentos

**INFORME DE EVALUACION ESTRUCTURAL
FISURAS EN PAVIMENTOS
REASENTAMIENTO NUEVA CIUDAD DE MOROCOCHA
PROPIEDAD MINERA CHINALCO S.A.**

ZEGARRA & YECKLE INGENIEROS SAC

JUNIO 2012

1.-ANTECEDENTES

El presente informe se refiere a la Evaluación Estructural de las fisuras ocurridas en los pavimentos de concreto armado, en el Reasentamiento de la Nueva Ciudad de Morococha, propiedad de Minera Chinalco S.A.

El trabajo contempla:

- 1. Evaluar el comportamiento de la estructura de las losas**
- 2. Verificar si existen problemas de esfuerzos**
- 3. Establecer los detalles de reparación donde ha ocurrido las fisuras**

2.- INSPECCION VISUAL

El día jueves 24 de mayo del presente, el Ing. Luis Yeckle Mortalvo CIP 52245 representante de nuestra empresa, verificó en el sitio la ubicación de las fisuras y recogió la información de los vaciados realizados.

El pavimento tiene las siguientes características:

- Concreto hidráulico $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$.
- Espesores de losa de 15cm y 20cm.
- 2 camiles por vía, anchos de 2.7m, 3.0m y 3.6m.
- Paños de 3.6m x 4.5m x 0.25m - Av. Principal.
- Paños de (2.7m y 3.0m) x 3.5m x 0.25m - Calles Secundarias.
- Juntas de contracción transversales aserradas cada 4.5m (Av. Principal) y cada 3.5m (calles secundarias).
- Juntas de dilatación transversales de 1" cada 21m (7 paños de 3.5m).
- Dowels en juntas de contracción y dilatación de fierro liso de 1" cada 0.20m.
- Dowels en juntas de construcción (eje longitudinal) de fierro corrugado de 5/8" cada 0.70m.

Las fisuras encontradas son transversales al sentido del tráfico, se han realizado diamantinas para verificar la profundidad de las fisuras y se encontró que las fisuras pasan a todo el espesor de la losa.

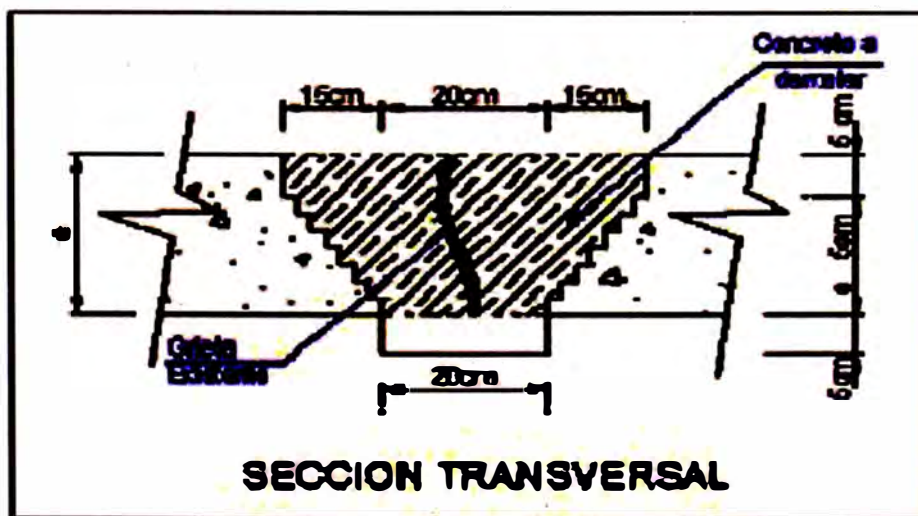
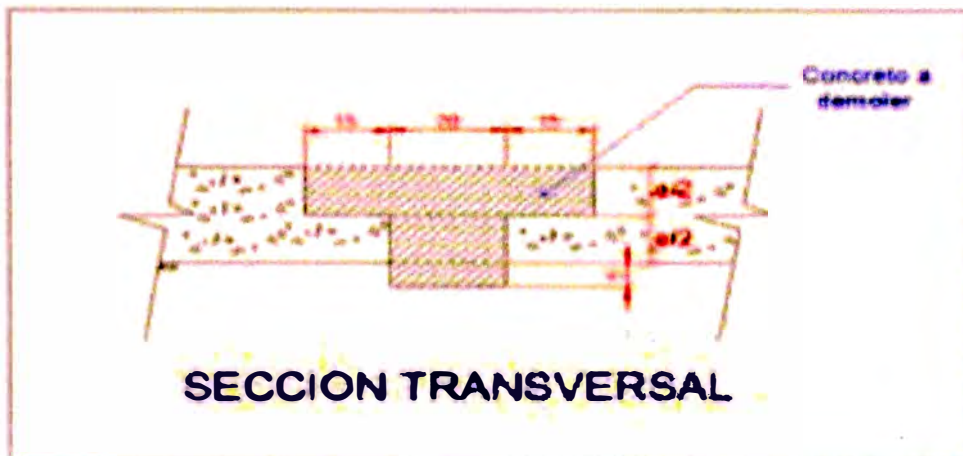
De acuerdo a lo informado en el sitio, las losas se han fisurado sin estar en servicio, por lo que las fisuras no se han producido debido a esfuerzos externos. Los cortes para las juntas de contracción se han realizado días después de realizado los vaciados.

3.- EVALUACION Y REPARACION DE FISURAS

Tal como se nos informó en el sitio, los cortes de vaciado con juntas aserradas se han hecho días después de realizados los vaciados, este es el motivo principal de la ocurrencia de las fisuras en los pavimentos. La losa se ha contraído sin encontrar un plano de falla débil y este es el motivo principal de la fisuración.

Las juntas de construcción están adecuadamente construidas cada 21 m. con sus dowels.

A continuación se muestran los procedimientos de reparación para las fisuras de los pavimentos.



En ambos casos se deberá usar un pegamento de concreto nuevo a existente previo al vaciado del nuevo concreto

Miraflores, 19 de Junio de 2012

FOTO No1



FISURA EN PISO

FOTO No2



FISURA EN PISO

FOTO No3



FISURA EN PISO

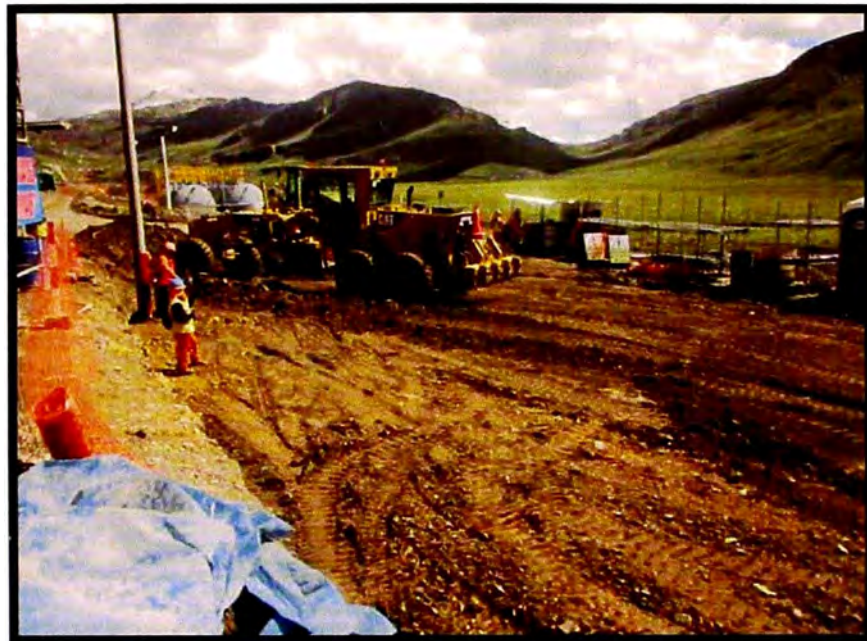
FOTO No4



FISURA EN PISO

ANEXO 5

Panel Fotográfico



Conformación del terreno de fundación – Av. Principal



Eliminación de material saturado para conformación del terreno de fundación – Calle C



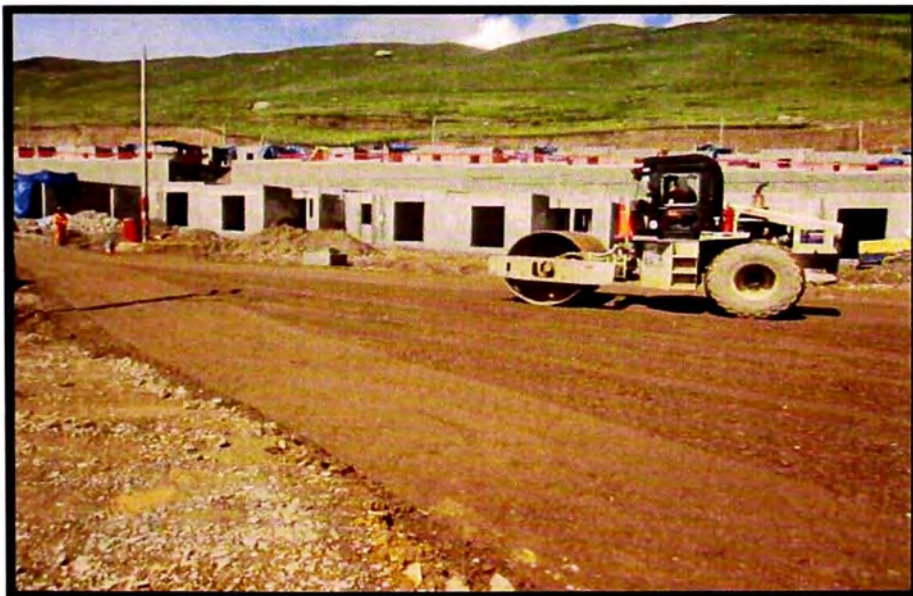
Colocación de geomalla sobre geotextil – Calle 6



**Revisión con supervisión del procedimiento de colocado de geomalla –
Calle 6**



Conformación del terreno de fundación – Av. Principal



Compactación del terreno de fundación – Av. Principal



Compactación del firme – Av. Principal (coliseo)



Encofrado para vaciado de pavimento Carril Izquierdo – Av. Principal



Vaciado de pavimento – Av. Principal



Texturado de pavimento – Calle 1



Corte de pavimento – Calle 10



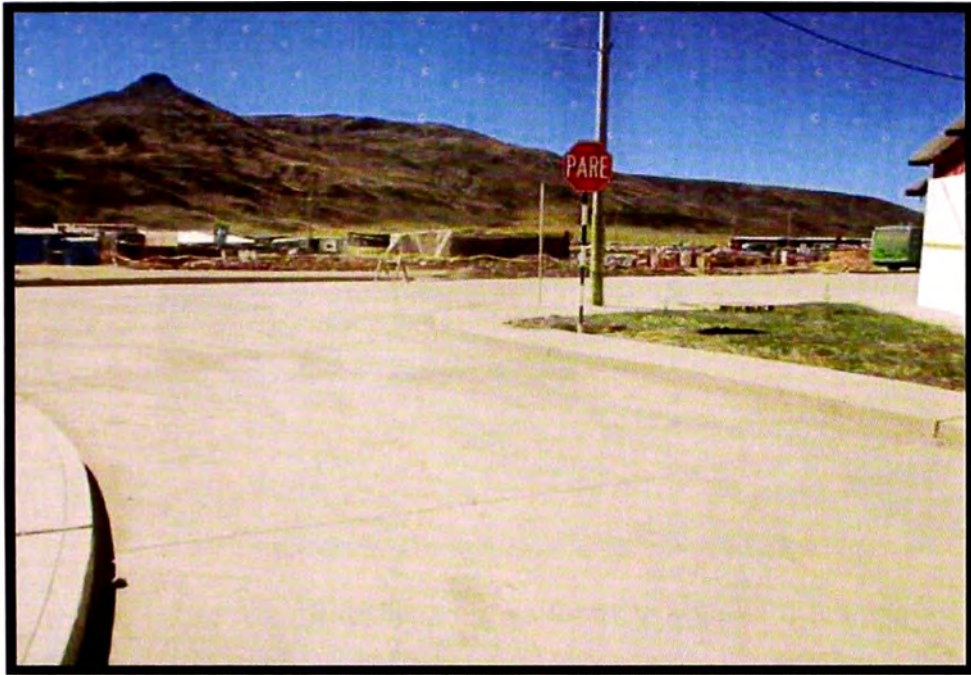
Diamantina en Calle 1



Picado de pavimentos fisurados – Calle 5



Escarificación de pavimento para reparación de fisuras – Calle 3



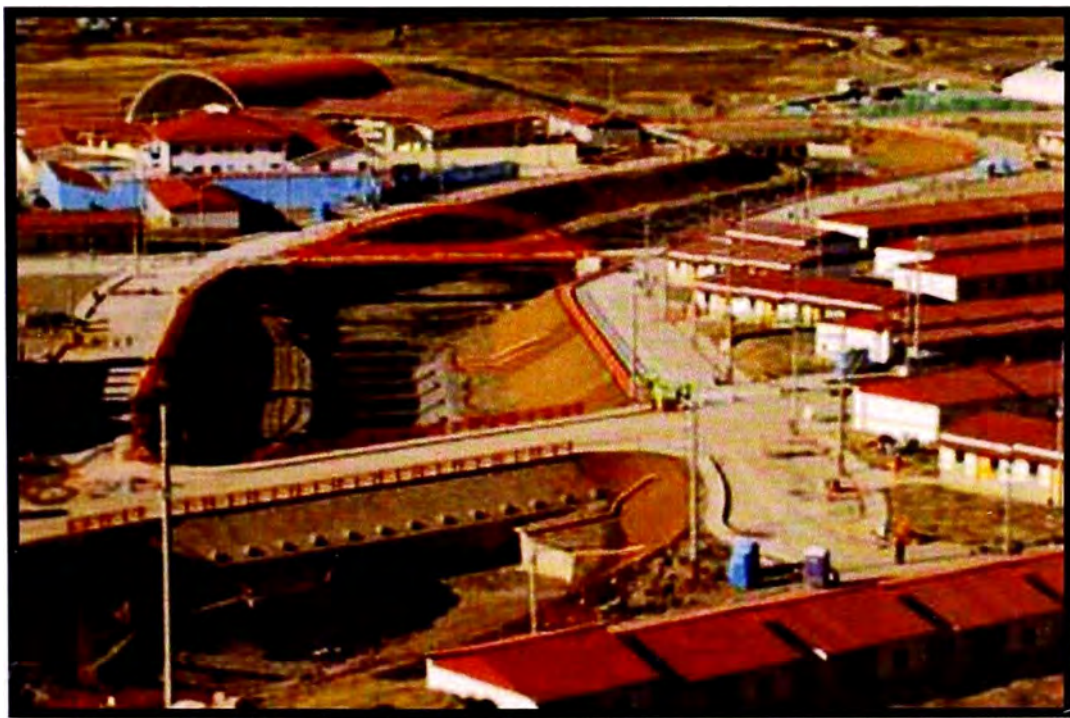
Señalización en pavimento culminado – Calle 1 con Calle 9



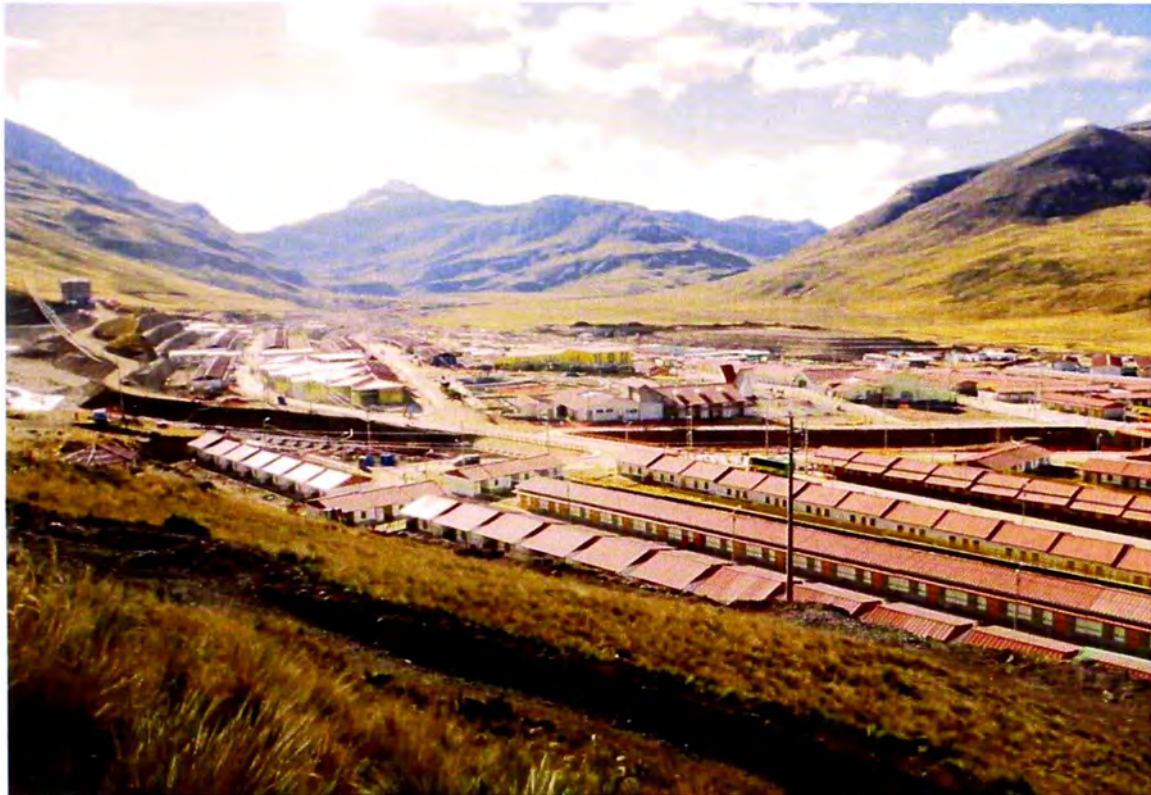
Pintado de pavimento – Calle 6



Limpieza de pavimento – Calle 8



Vista general de pavimentos culminados



Vista general – Nueva ciudad de Morococha

ANEXO 6

Mapa de obra.



**HABILITACIÓN URBANA, PUENTES BADIÉN,
 CRUCE PRATONAL Y DRENAJE PLUVIAL PARA
 PARA LA NUEVA CIUDAD DE MOROCOCHA**

Plano: MAPA GENERAL DE VÍAS Y CALLES
 Ubicación: NUEVA CIUDAD DE MOROCOCHA