

1.1. GENERALIDADES.

Una vía urbana es un sistema de transporte que permite el recorrido de vehículos dentro del perímetro urbano de una población, en condiciones de continuidad en el espacio y el tiempo y que requiere de cierto nivel de seguridad, rapidez y comodidad.

Las vías urbanas se incluyen dentro de la Ingeniería como una parte muy importante del sistema de transporte, los condicionantes que existen en el entorno urbano le confieren unas particularidades, respetando ciertos aspectos como la continuidad de vías urbanas existentes que tienen sus propias características. Una de las características más importantes por las cuales se ejecutan y diseñan vías urbanas, está orientada a elevar el nivel de vida de los pobladores y mejorar el transporte de vehículos o viabilidad de los mismos.

Se considera que una vía tiene la categoría de urbana cuando:

- Atraviesa medio urbano o urbanizable, según las determinaciones del planeamiento urbanístico.
- Soporta la circulación de tráfico urbano de cierta importancia.
- Genera impactos ambientales sobre medios urbanizados.

Las carreteras que cumplen uno de los requisitos anteriores pueden considerarse urbanas.

Las carreteras urbanas se clasifican en dos grupos atendiendo a sus propiedades geométricas y de circulación:

- Vías no convencionales: Tránsito continuo, control de accesos, ausencia de nudos a nivel y trazados con fuerte independencia del medio urbano atravesado, en lo que respecta a la geometría en planta y perfil longitudinal. Las carreteras incluidas en este grupo son Autopistas Urbanas y Autovías Urbanas.

- Vías convencionales: Carreteras con posibilidad de control parcial o sin control de accesos, cruces a nivel para vehículos y peatones y circulación de peatones por aceras integradas en sección transversal. Las carreteras que pertenecen a este grupo tienen el título genérico de Vías Arteriales Urbanas.

Al aumentar día a día la población mundial se incrementa igualmente la cantidad y uso del vehículo, creando la necesidad de construir, ampliar o mejorar dichas vías.

Puesto que una vía urbana daría a los habitantes de la ciudad un instrumento que permita realizar movimientos para progresar económica, social y culturalmente, la misma facilitaría la creación de viviendas más dignas.

En lo que se refiere a vías urbanas, es conveniente tener en cuenta que el diseño de las vías es una tarea que se comprende dentro de lo que se conoce como Planificación Urbana, debido a que estas conformaran parte de lo que implica la posibilidad de dotar mejores condiciones de vida a los beneficiarios de la zona.

Se debe tener en cuenta además que la construcción de una vía urbana influye de manera importante en el desarrollo económico de una región, incrementando la producción y el consumo, disminuyendo costos mejorando así la calidad de vida de la población ubicada en la zona de influencia.

La importancia de las Vías Urbanas radica en que es la columna vertebral del transporte, su construcción y mantenimiento se vuelven estratégicos. El invertir o no invertir menos de lo necesario conduce a pérdidas de capital o bien a gastos mayores en el futuro.

1.2. PROBLEMA Y NECESIDAD.

Uno de los principales problemas se presenta debido al congestionamiento vehicular en la zona de la Terminal de la Ciudad, provocado por el transporte público que realiza los viajes interdepartamentales y provinciales, y circulan por la Avenida Las Américas.

Esta situación requiere de una planificación de la infraestructura de vías en cuanto a su construcción, mantenimiento con programas de aplicación de recursos económicos en los tiempos requeridos con los trabajos adecuados y de calidad, seleccionados a través de una metodología que permita aplicar conceptos de costo/beneficio.

La situación actual de la zona sobre la que se pretende la verificación del diseño de ingeniería, tiene como ventaja para las familias que viven a la margen de esta avenida un pago de impuestos menor debido a la falta de asfaltado de la vía. Mientras que al momento de analizar las desventajas se debe indicar que sus casas tienen menor valor de venta, sus muebles se deterioran, problemas de salud debido a la presencia de polvo y desechos de basura a los alrededores de la zona.

Otro aspecto sobre el cual recae este problema de congestionamiento es la falta de condiciones en otras arterias viales, por las cuales los vehículos puedan circular y que tengan las condiciones adecuadas. Por tal motivo es necesaria la elaboración y ejecución del diseño de una avenida, que inicia en la Calle Napoleón Raña esquina Heriberto Trigo hasta la Calle Ingeniero Mauro Donoso, en la actualidad dicho tramo de vía se encuentra en un estado no apto para la circulación y las autoridades del Gobierno Municipal de Cercado, Departamento de Tarija, no tiene ningún problema para autorizar la extensión de la misma.

Para el diseño de la mencionada Vía Urbana, se proyecta construir trabajos de ingeniería en función a las limitaciones topográficas del lugar, considerando las mejores alternativas, enmarcadas en normas de viabilidad.

1.3. JUSTIFICACIÓN.

Analizando el déficit de infraestructura de transporte vehicular en la zona del proyecto ubicado en el Barrio “El Tejar”, es que se plantea la elaboración de los documentos técnicos de ingeniería referidos al diseño de una Vía Urbana que solucionará el problema en cuestión.

El proyecto de DISEÑO FINAL DE INGENIERÍA DE VÍA URBANA AVENIDA COSTANERA ZONA EL TEJAR durante la etapa de operación importará para descongestionar la circulación de movilidades entre el Barrio “El Tejar” y zona “La Terminal, dichos barrios se encuentran ubicados en el Distrito 11 de la Ciudad. El diseño de la vía urbana facilitará la comunicación directa entre el Barrio “El Tejar” y zona “La Terminal”, el lugar de trabajo se caracteriza por una topografía apropiada para la realización de la avenida que enlace los barrios anteriormente mencionados.

La implementación o construcción de este proyecto permitirá una salida cómoda (referido a una ininterrumpida movilización) y continua de vehículos. El Gobierno Municipal de Tarija proyecta mediante el diseño y la posterior ejecución de esta vía, la descongestión vehicular por la Avenida Las Américas permitiendo un flujo rápido por la misma.

De esta manera contribuimos al desarrollo del departamento, mediante este ideal de obras de vías de comunicación, evitando de cierta manera que el problema de trafica en la ciudad se agrave en un futuro cercano.

Por tal motivo es necesario efectuar los estudios indispensables para resolver y preparar los documentos necesarios para llevar a cabo la ejecución de este propósito.

Ubicación: El proyecto se encuentra en el barrio El Tejar. (Figura 1.1)

Inicio: Calle Napoleón Raña Esquina Calle Heriberto Trigo. Tiene las siguientes coordenadas:

N: 7616770,60

E: 321173,77

Fin: Avenida Costanera Esquina Calle Ing. Mauro Donoso. Tiene las siguientes coordenadas:

N: 7615983,69

E: 321646,60



Figura 1.1 Ubicación del Proyecto

1.4. OBJETIVOS.

1.4.1. OBJETIVO GENERAL.

- Elaborar el diseño final de una vía urbana “Avenida La Costanera Zona el Tejar”, la cual comunicará el barrio “El Tejar” y zona “La Terminal”, que constituirá el enlace directo entre estos dos barrios, esta finalidad permitirá conseguir los documentos técnicos necesarios para la ejecución de la vía urbana, que implicara el desarrollo urbano de nuestra ciudad.

1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Realizar una investigación bibliográfica sobre normas y reglamentos en vías urbanas.
- Ejecutar el levantamiento topográfico en el lugar de emprendimiento del proyecto, para la obtención de información indispensable para la realización de estudios posteriores.
- Analizar los aspectos sobre tráfico vehicular y su influencia en el diseño de la Vía Urbana.
- Efectuar análisis relacionados sobre aspectos de diseño de los componentes de drenaje de la Vía Urbana en el área de localización del proyecto.
- Hacer los estudios de suelos adecuados en el área de elaboración del proyecto, estableciendo así las particularidades del suelo en las que se realizará el proyecto.
- Determinar las características geométricas del diseño correspondiente a la vía urbana.
- Ejecutar el diseño geométrico en planimetría y altimetría de la Vía Urbana.
- Cuantificar el movimiento de tierras de tierras necesario en la ejecución del proyecto.
- Determinar el espesor de las capas del pavimento flexible.
- Procesar los cálculos y presupuestos, correspondientes a la construcción de la Avenida Costanera Zona El Tejar.

- Implantar las especificaciones técnicas para cada una de las actividades contempladas en el presupuesto.
- Establecer las conclusiones y recomendaciones inherentes al estudio realizado.

1.5. ALCANCE.

Para lograr describir de manera detallada y ordenada las actividades componentes en el **Diseño Final de Ingeniería de Vía Urbana Avenida Costanera Zona “El Tejar”**, en primer lugar se debe analizar una forma de encarar la problemática, identificando inicialmente las deficiencias existentes en la sociedad y planteando las necesidades de la misma, en función a esta última se deberá justificar la realización del diseño. La justificación tendrá que explicar el fundamento de la implementación de este diseño de proyecto, y quiénes serán los beneficiarios directos e indirectos de la ejecución del mismo.

Posteriormente se debe examinar los fines que se persiguen con la elaboración del proyecto, por medio de la definición de los objetivos generales y específicos, que deberán cumplirse a cabalidad, para lograr la satisfacción total de los beneficiarios.

Consecutivamente se representará una introducción sobre vías urbanas, tipos de vías urbanas, se estudiarán y definirán los aspectos componentes en el dimensionamiento de una vía urbana, detallando las normativas y reglamentación que se tomarán en cuenta al momento de efectuar el diseño geométrico. Los aspectos que se analizarán será la influencia del comportamiento vehicular o tráfico en el diseño de una vía y elementos de entorno en vías urbanas.

La parte Ingenieril del propósito, se inicia desarrollando una revisión en la normativa vigente para el diseño de vías urbanas, en esta parte del proyecto comprenderá la aplicación de los parámetros de diseño, la realización de estudios topográficos, estudios hidrológicos necesarios para el diseño de estructuras de drenaje en la vía urbana y estudios geotécnicos para la caracterización de la subrasante que influirá en el diseño del pavimento.

Una vez realizados los estudios mencionados anteriormente, se procede al diseño geométrico de la vía, que comprenderá: Diseño plani-altimétrico, diseño de las intersecciones con las calles existentes tomando en cuenta las condiciones para la continuidad de las mismas.

En la etapa de diseño de drenaje se examinarán las características climatológicas del lugar, así como caudales de crecidas y otros factores de importancia para el diseño de obras que permitan un adecuado sistema de drenaje en la vía, para su protección y correcto servicio.

Durante el diseño estructural de la vía, se distinguirán los resultados de los análisis de tráfico y geotécnico para así efectuar el diseño del espesor del pavimento flexible, basados en las características de servicialidad, confiabilidad y otros parámetros, para la posterior obtención de los espesores de cada capa del pavimento.

Luego se determinan los cálculos métricos adquiridos para la ejecución del proyecto y presupuestos del mismo, el análisis de precios unitarios de ítems que se ejecutarán en el proyecto, así como las especificaciones técnicas que se deberán cumplir a cabalidad para la obtención de resultados óptimos y acordes al planteamiento de soluciones anteriormente especificadas.

Por último se analiza el cumplimiento de los intereses formulados inicialmente en el proyecto, tanto en el objetivo general y objetivos específicos del proyecto contemplados en el primer capítulo, teniendo en cuenta que cada meta deberá estar relacionado a una conclusión. Por lo que realizando una observación global de todos los estudios y trabajos compuestos, se detallará si los resultados son los solicitados.

Estarán incluidas también algunas recomendaciones para el diseño de una Vía Urbana, acorde a la elaboración, y experiencia lograda durante el diseño del mismo.

1.6. MEDIOS Y METODOLOGÍA.

El proyecto “Diseño Final de Ingeniería de Vía Urbana Avenida Costanera Zona El Tejar” utilizará los siguientes medios para la elaboración del mismo:

Los medios a emplear son los siguientes:

Inicialmente para la adquisición de las características que sean necesarias para el diseño de las vías se desarrollará el estudio topográfico, mientras que para obtener la información de las condiciones de los suelos y caracterizar la subrasante y las demás capas que conforman la estructura del pavimento se realizarán ensayos de suelo, entre los que se puede mencionar: Ensayos de Granulometría, Límites de Atterberg, Ensayos de Densidad y Compactación, Ensayo de Capacidad Soporte CBR, basados estos en la extracción de muestras del lugar. En cuanto se refiere al diseño geométrico, se manejará un software (AutoCAD Civil 3D).

La metodología que se presentara en el proyecto será la siguiente, con la respectiva secuencia.

- Estudio Topográfico; basado en el levantamiento topográfico del lugar.
- Estudio de Tráfico; esta parte del propósito es importante debido a que es indispensable predecir las características de circulación en el área de influencia del proyecto con la finalidad de estimar su serviciabilidad en función a los volúmenes de circulación de vehículos esperados durante la vida útil de la vía y mediante estos datos calcularlos espesores de las capas del pavimento. Por medio de aforos en ciertos puntos de la ciudad en las que se espera similares condiciones de circulación en la zona del proyecto.
- Estudio Hidrológico; realización de análisis pluviométrico, determinación de parámetros y obtención de datos imprescindibles para el diseño hidráulico de obras de arte.
- Estudio Geotécnico; por medio de la extracción de muestras de suelo del lugar y la ejecución de ensayos de laboratorio.
- Diseño Geométrico; en esta parte del proyecto se debe completar la representación de los diseños, tomando en cuenta la geometría de la

infraestructura vial y de servicios, así como las afecciones a la propiedad que resulten del diseño. El diseño geométrico de la vía estará relacionada con las características del lugar obtenidas del levantamiento topográfico.

- Cómputos Métricos, Precios Unitarios y Presupuestos; basados en las actividades o ítems que formaran parte de la ejecución del proyecto, para la determinación del costo total de la construcción de la Vía Urbana, teniendo en cuenta las especificaciones técnicas establecidas.

2.1. INTRODUCCIÓN.

En el desarrollo de este capítulo se presentan los factores más relevantes que intervienen en el problema del diseño de la vía, valorando exclusivamente aquellos factores que se ostentan como cuantificables.

En los últimos años la demanda vial ha crecido por el aumento del número de vehículos automotores, esto ha traído como consecuencia, particularmente en esta ciudad, incrementos en la congestión, demoras, accidentes y problemas ambientales, mayores que los considerados aceptables, lo que provocara en un futuro cercano problemas de mayor magnitud en lo que se refiere a posibilitar una solución rápida y eficaz.

El análisis del factor anterior y la observación de otros factores más nos llevan a plantear el reto de mejorar la red urbana y los tramos de conexión, dentro de la ciudad. Este reto debe desarrollarse atendiendo a los múltiples y complejos factores que intervienen o se ven afectados por un trayecto viario dentro de la ciudad, tratando de pensar no solo en problemas funcionales de circulación de vehículos sino también en los aspectos urbanísticos de la carretera, en el impacto físico que genera su trazado o en los balances económicos derivados de una mejor accesibilidad longitudinal o transversal.

Es imprescindible para cada caso en particular, se instituyan un conjunto de medidas de gestión de planificación urbana y tránsito destinadas a dotar de mejores condiciones de circulación. Tales medidas deberán ser definidas e incorporadas a la planificación y desarrollo de toda obra que use espacios destinados al tránsito público, cualquiera sea su importancia y magnitud. El estudio detallado y riguroso de las medidas, normas y especificaciones técnicas implicadas durante la etapa de diseño, ejecución y operación de las vías, hacen imposible establecer una secuencia rígida de normas, señales y dispositivos necesarios. Por ello, en este capítulo se entregarán los elementos ineludibles que se deben respetar en el diseño de una vía, así

como la inclusión de estándares de seguridad durante la etapa de servicio y funcionamiento, destinados a ilustrar los principios desarrollados.

2.2. TIPOS DE VÍAS URBANAS.

Cuando se analiza el factor circulación en las ciudades siempre se caracteriza por la confusión entre peatones y vehículos que estacionan y circulan, entre vehículos lentos y rápidos, de acuerdo a las características del mismo y de las condiciones del conductor, y sus diferentes pretensiones de desplazamiento. Esta confusión se convierte en una desvalorización de las condiciones de habitabilidad en el área urbana: Debido al aumento de las cifras de accidentes, la contaminación de las zonas de tráfico y desaparecen poco a poco los espacios libres.

Para evitar lo anterior, es necesario clasificar las vías, consignando cada una de ellas a una ocupación específica y enfocándose a cumplir lo mejor posible su función. Esta clasificación se debe principalmente a tres particularidades de las vías urbanas:

La primera, pasa por un criterio de capacidad y nivel de servicio, conforme al crecimiento de la ciudad, los desplazamientos urbanos son de mayor longitud y el tiempo de traslado de un lugar a otro tiene una derivación más importante. Por lo que conseguir mayores velocidades de tránsito está relacionado a proyectar las calles de manera adecuada.

En segundo lugar, se examina el factor seguridad, cuando la intensidad de tráfico es de magnitud considerable y parte de los vehículos que recorren por las vías lo desarrollan de prisa, provoca un aumento en el índice de accidentes, debido a la falta de señalización o a las no correspondientes medidas de seguridad.

Por último, se aplica el criterio de funcionalidad que va acorde a las peculiaridades de cada tipo de vía urbana. Por lo que se debe ordenar de tal modo que se puedan fijar funciones específicas a las diferentes vías y calles, teniendo en cuenta las necesidades de movilidad para cumplir las mismas de una manera rápida, confortable y segura.

Los tipos de vías urbanas son los siguientes:

a) Vías Expresas.

Las vías expresas conducen el flujo vehicular rápido desde el núcleo urbano con la red externa, es decir establece la relación entre sistemas urbanos.

Las vías expresas suelen transportar vehículos pesados, cuyo tráfico es tomado en consideración para el diseño geométrico correspondiente.

En una ciudad las vías expresas se encargan de aliviar la congestión del tránsito que no va dirigido a la misma.

Estas vías están diseñadas para grandes intensidades de tránsito a alta velocidad y son principalmente propuestas para dar servicio a los viajes largos. La velocidad de diseño para las vías expresas es de 80 y 100 Km/h. Estas vías poseen dos sentidos de circulación y calles de servicio (las que pueden estar o no al mismo nivel que la vía). Las características y dimensiones (mínimas) de la sección transversal de las vías expresas son iguales que las de las avenidas. Las vías expresas tienen accesos controlados parcial o totalmente y cuando presentan este último tipo de acceso se denominan autopistas urbanas.

b) Arterias Principales.

El sistema de arterias principales son las encargadas de mover el tránsito que sale del área urbana y a aquel que se dirige a la misma. Estas vías se hallan en ciudades con un numero de más de 100 000 habitantes.

Aunque este sistema sirve principalmente para mover el tránsito que entra o sale del área urbana, así como los movimientos transversales que rodean el centro de la ciudad actúan normalmente dándole servicios secundarios a la zonas pobladas a los lados.

El parqueo, la carga y descarga pueden haber sido eliminados o prohibidos en ella para mejorar su capacidad, la longitud del viaje principal debe ser mayor que 1,5 Km.

Las velocidades de diseño para las arterias principales o avenidas son 50, 60 y 70 Km/h; si la vía en el futuro pasara a ser vía expresa, la velocidad de diseño debe ser igual a 80 Km/h. Las arterias principales o avenidas siempre tienen doble sentido de circulación y todos los accesos son a nivel.

c) Calle Arterial Menor.

El sistema de calles arteriales menores interconecta con el sistema arterial principal urbano, aumentándolo y proporcionando servicio a viajes de longitud menor que 1,5 Km. Estas calles son las encargadas de comunicación de las zonas de viviendas entre sí y con los lugares de descanso; en zonas de viviendas son periféricas a los distritos.

Estas vías se encuentran solamente en ciudades con poblaciones superiores a 20 000 habitantes.

Tiene gran ventaja pues su diseño permite una velocidad y un tráfico vehicular menos intenso que el sistema arterial principal. Con ellas es posible conectar un área o zona del perímetro urbano con el sistema arterial principal. Este sistema no se utiliza para viajes de paso por la ciudad, ni tiene que ser continuo necesariamente.

Puede ser utilizado por ómnibus y camiones para penetrar en un área y dar servicio directo a dicha área. Puede conectar vías rurales de menor importancia con el sistema arterial principal.

d) Calle Colectora.

El sistema de calles colectoras difiere de los regímenes arteriales en que las vías de este estilo colector pueden penetrar en la vecindad distribuyendo viajes desde las arterias, a través de la superficie, hasta su último destino, que puede ser en una calle local o colectora. Inversamente, la calle colectora puede recoger tránsito de las calles locales de vecindad y canalizarlas por los medios arteriales.

Proporciona el uso del medio de transporte colectivo para conectar un destino específico más próximo en caso de zonas comerciales. Es decir, sirven para llevar el tránsito de las vías locales a las arteriales y en algunos casos a las vías expresas

cuando no es posible hacerlo por intermedio de las vías arteriales. Dan servicio tanto al tránsito de paso, como hacia las propiedades adyacentes.

Define el servicio de las arterias y la distribución de rutas de medios de transporte colectivo. Ofrece un buen nivel de movilidad para el uso del medio de transporte colectivo, lo que le autoriza contener rutas de ómnibus.

El flujo de tránsito es interrumpido frecuentemente por intersecciones semaforizadas, cuando vinculen con vías arteriales y, con controles simples, con señalización horizontal y vertical, cuando unan con vías locales.

El estacionamiento de vehículos se desarrolla en estas vías en áreas adyacentes, especialmente destinadas para este objeto. Reciben soluciones especiales para los cruces peatonales, donde existían volúmenes de vehículos y/o peatones de magnitud apreciable.

e) Calle local.

La organización de calles locales comprende todas las instalaciones que no se hallan en los sistemas de mayor categoría. La función principal es prevenir el acceso inmediato a los lados de las zonas pobladas como sistemas de un orden superior. Ofrece el más bajo nivel de movilidad y no deben contener rutas de ómnibus.

Por ellas transitan vehículos livianos, ocasionalmente semipesados; se permite estacionamiento vehicular y existe tránsito peatonal irrestricto. Las vías locales se conectan entre ellas y con las vías colectoras. Este tipo de vías han recibido el nombre genérico de calles y pasajes.

El sistema de calles locales debe tener una longitud del viaje principal mayor que 0,8 Km. Además de ello, se subclasifican de acuerdo a la ubicación del área donde sirven en:

- ✓ Residenciales
- ✓ Industriales
- ✓ Comerciales

Las calles comerciales tienen una velocidad de diseño de 40, 50 y 60 Km/h; estas calles tienen dos carriles si son de un sólo sentido de circulación y cuatro carriles si son de doble sentido de circulación (dos sendas por cada uno).

Las calles residenciales tienen un mínimo de dos carriles, o sea, puede añadirse un carril más en caso de que por la misma circule un alto volumen de tránsito.

Las calles comerciales pocas veces son de extremo cerrado, ya que los establecimientos no son de fácil acceso y esto puede tener un efecto nocivo en las operaciones de éstos, como por ejemplo, las estaciones de servicio (gasolineras).

2.3. ELEMENTOS EN VÍAS URBANAS.

En función a las técnicas para el diseño de Vías Urbanas los elementos que forman parte de una vía urbana tenemos:

2.3.1. ELEMENTOS GEOMÉTRICOS.

Los elementos geométricos son la parte más importante del proyecto, ya que establecen la configuración geométrica definitiva para satisfacer al máximo los objetivos de funcionalidad, seguridad, comodidad, estética, economía y elasticidad de la vía. Dichos elementos están determinados por normas, las cuales están fijadas en base a ciertos condicionantes y factores existentes del entorno.

Al ser las carreteras y caminos obras tridimensionales, los componentes geométricos están definidos mediante proyecciones sobre los planos ortogonales de referencia: planta, elevación y sección transversal. Cada uno de estos planos está definido por un componente principal: Eje de la vía.

La elección y definición del conjunto de elementos de planta y elevación y de sus combinaciones, reguladas y normalizadas según una instrucción de diseño, constituyen el trazado del eje, por lo tanto de la vía misma.

2.3.2. ELEMENTOS OPERATIVOS.

Al mencionar los componentes operativos de una vía, hacemos referencia a aquellos componentes de la misma que intervienen en la fase de operación, es decir a los elementos que definirán su funcionalidad.

Estos fundamentos relacionan ciertos factores como ser la geometría de la carretera y la circulación de los vehículos en ella, a la vez definirán el nivel de seguridad de tránsito, originados por los diferentes usos que se espera que tenga la carretera.

Estos factores determinarán recomendaciones sobre el uso de la vía, así como implementarán ciertos criterios para proporcionar seguridad a los usuarios y peatones.

2.4. NORMATIVA PARA EL DIMENSIONAMIENTO.

Un diseño adecuado no resulta de una aplicación mecánica de los límites normativos, que por lo general representan valores mínimos. Por el contrario, el diseño requiere buen juicio y flexibilidad por parte del proyectista, para abordar con éxito la combinación de los elementos en planta y elevación, sin transgredir los límites normativos.

La realización del presente diseño de Vía Urbana se basa en las normas expuestas en el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras de la Administradora Boliviana de Carreteras, como también se empleo el Manual de Diseño Geométrico de Calles y Carreteras de la AASHTO 1994.

De igual manera en el presente diseño se hizo referencia al Plan Municipal de Ordenamiento Territorial del Gobierno Municipal de la Ciudad de Tarija y la Provincia Cercado.

2.5. TRÁFICO EN VÍAS URBANAS.

En las vías que conforman el entramado vial urbano el tráfico debe realizarse de forma regulada, esto debido a la abundancia de intersecciones a nivel, de manera que los vehículos deben detenerse en determinados lapsos de tiempo. En áreas urbanas se presenta una circulación denominada discontinua, ya que en estas áreas los elementos que regulan el tráfico son las señales de prioridad y los semáforos.

Una correcta apreciación de la demanda existente y futura -así como un enfoque racional del problema- pueden marcar la diferencia entre el buen y el mal funcionamiento de los tramos objeto de estudio. Desafortunadamente, el aspecto vial no cobra la importancia que verdaderamente tiene en la mayor parte de los planes de expansión urbanística de las ciudades, quedando supeditado a otros aspectos como la disponibilidad de suelo edificable.

Por lo tanto durante la planificación y el respectivo diseño de vías urbanas se deben tomar en cuenta varios factores, entre los más importantes tenemos: Velocidad, volumen y capacidad vehicular, dichos factores se estudiarán a continuación.

2.5.1. VELOCIDAD.

Este factor se ha declarado siempre como una respuesta al deseo del humano de comunicarse rápidamente desde el momento en que él mismo inventó los medios de transporte. La velocidad nos permite definir las características geométricas mínimas de los componentes del diseño bajo situaciones de seguridad y comodidad. Por este motivo es que la velocidad se ha convertido en uno de los principales indicadores utilizados para medir la calidad de la operación a través de un sistema de transporte, ya que el ciudadano es muy sensible a las variaciones del tiempo empleado en sus desplazamientos.

La selección de la velocidad del proyecto depende de la importancia o categoría de la futura vía, de los volúmenes de tránsito que va a mover, de la configuración topográfica de la región, del uso del suelo y de la disponibilidad de recursos económicos.

Velocidad Específica (Ve).

Se denomina velocidad específica a aquella velocidad máxima a la cual se puede circular por un elemento del recorrido, tomando en cuenta que este debe presentar ciertas condiciones adecuadas para el tráfico de vehículos, ya sean estas condiciones meteorológicas, del estado del pavimento o del entorno de la vía, las cuales asignen limitaciones a la velocidad.

La velocidad específica se aplica a los elementos curvos de la planta, por lo que debe entenderse como la velocidad a la que se puede recorrer una curva horizontal de radio y peralte dado, haciendo uso del máximo roce transversal especificado para dicha velocidad, en condiciones óptimas de circulación.

La velocidad específica tiene una influencia en el dimensionamiento de los componentes de la vía. En cuanto al trazado en planta, la velocidad determina los radios, longitudes de las curvas circulares, curvas de transición y la forma de canalizar las intersecciones.

Para las vías expresas bastan generalmente velocidades específicas de 80 km/hora, y para arterias principales, 60 km/hora. Para vías colectoras son admisibles velocidades específicas hasta de 40 km/hora y para las locales de 30 a 40 km/hora. Debe tenerse en cuenta que la velocidad de proyecto en condiciones de pavimento mojado puede suponerse que es aproximadamente un 20% menor que cuando es pavimento está seco, y está comprobado que incluso los vehículos más rápidos reducen su velocidad sensiblemente cuando las condiciones del pavimento son adversas.

Velocidad de Operación (Vop).

Es la velocidad media de desplazamiento que pueden lograr los usuarios en cierto tramo, bajo las estipulaciones prevalecientes del tránsito, del estado del pavimento, meteorológicas y grado de relación de esta con otras vías.

La velocidad de proyecto seleccionada para un plan de categoría dada obedece fundamentalmente a la función asignada a la vía, del volumen y composición del

tránsito previsto, de la topografía de la zona de emplazamiento y del diferencial de costo que implica seleccionar una u otra velocidad de proyecto dentro del rango posible considerado para la categoría.

Dentro del rango de velocidades posibles para cada categoría, se justificaran las más altas en terrenos llanos o ligeramente ondulados y las más bajas para relieves montañosos o escarpados.

2.5.2. VOLÚMENES.

Al igual que muchos sistemas dinámicos, los medios físicos y estáticos del tránsito, tales como las carreteras, las calles, las intersecciones, los terminales y otros, están sujetos a ser solicitados y cargados por volúmenes de tránsito, los cuales poseen características espaciales y temporales.

Las distribuciones temporales de los volúmenes de tránsito son el producto de los estilos y formas de vida que hacen que la gente siga determinados patrones de circulación basados en el tiempo, realizando sus desplazamientos durante ciertas épocas del año, en designados días de la semana o en horas específicas del día.

Al planear, los accesos y los servicios, dependen esencialmente del volumen de tránsito o demanda que circulará durante un intervalo de tiempo dado, de su variación, de su tasa de crecimiento y de su composición. Los errores que se cometen en la determinación de estos datos, ocasionarán que la vía funcione durante el período de proyecto, bien con sus volúmenes de tránsito muy inferiores a aquellos para los que se proyectó, o mal con problemas de congestionamiento por volúmenes de tránsito altos muy superiores a los proyectados.

Fundamentalmente se proyecta con un volumen horario pronosticado. No se trata de considerar el máximo número de vehículos por hora que se puede presentar dentro de un año, ya que exigiría inversiones demasiado cuantiosas, sino un volumen horario que se pueda dar un número máximo de veces en el año, previa convención al respecto.

La distribución de los volúmenes de tránsito por carriles debe ser considerada, tanto en el proyecto como en la operación de calles y vías. Al medir los volúmenes de tránsito por carril, en zona urbana, la mayor velocidad y capacidad, generalmente se logran en el carril del medio; las fricciones laterales, como paradas de autobuses y taxis y las vueltas izquierdas y derechas causan un flujo más lento en los carriles extremos, llevando el menor volumen al carril cercano a la acera.

En cuanto a la distribución direccional, en las calles que comunican el centro de la ciudad con la periferia de la misma, el fenómeno común que se presenta en el flujo de tránsito es de volúmenes máximos hacia el centro en la mañana y hacia la periferia en las tardes y noches. Es una situación semejante al flujo y reflujo que se presenta los fines de semana cuando los veraneantes salen de la ciudad el viernes y sábado y regresan el domingo en la tarde. En cambio, ciertas arterias urbanas que comunican “centros de gravedad” importantes, no registran variaciones direccionales muy marcadas en los volúmenes de tránsito.

Igualmente, en los estudios de volúmenes de tránsito muchas veces es útil conocer la composición y variación de los distintos tipos de vehículos. La composición vehicular se mide en términos de porcentajes sobre el volumen total.

2.5.3. CAPACIDAD VEHICULAR.

Para especificar la capacidad de un sistema vial, rural o urbano, no sólo es necesario conocer sus características físicas o geométricas, sino también las características de los flujos vehiculares, bajo una variedad de condiciones físicas y de operación.

Los vehículos que circulan por las carreteras influyen en el diseño fundamentalmente desde ciertos puntos de vista, tales como: la velocidad que son aptos de desarrollar y dimensión de los mismos.

Los vehículos livianos fijarán las velocidades máximas que deben respetarse en el diseño, así como las dimensiones mínimas de la vía, estableciendo así las distancias de visibilidad de frenado y adelantamiento.

Los vehículos pesados nos imponen la necesidad de tomar en cuenta longitudes de tramos para acordadas pendientes.

En las fases de planeación, estudio, proyecto y operación de vías y calles, la demanda de tránsito, presente o futura, se considera como una cantidad conocida. Una medida de la eficiencia con la que un sistema vial presta servicio a esta demanda, es su capacidad u oferta.

A parte del análisis de la capacidad de las vías y calles, el fin que también generalmente se sigue es el de decidir la calidad del servicio que presta cierto tramo o componente vial.

2.6. ELEMENTOS DE ENTORNO A LAS VÍAS URBANAS.

2.6.1. SEÑALIZACIÓN.

La circulación vehicular y peatonal debe ser guiada y regulada a fin de que ésta pueda llevarse a cabo en forma segura, fluida, ordenada y cómoda, siendo la señalización de tránsito un elemento fundamental para alcanzar tales objetivos. En efecto, a través de la señalización se indica a los usuarios de las vías la forma correcta y segura de transitar por ellas, con el propósito de evitar riesgos y disminuir demoras innecesarias.

Las señales de tránsito deben satisfacer los siguientes requisitos mínimos para cumplir integralmente los objetivos anteriormente descritos:

- ✓ Deben ser visibles y llamar la atención.
- ✓ Tendrán que ser legibles y fáciles de entender.
- ✓ Deberían dar tiempo suficiente al usuario para responder adecuadamente.
- ✓ Deben infundir respeto.

Aspectos Claves de la Señalización.

Las señales deben satisfacer determinadas condiciones respecto de los siguientes aspectos claves:

Diseño; el diseño de la señalización debe asegurar que:

- ✓ Su tamaño, contraste, colores, forma, composición y retrorreflexión e iluminación se combinen de tal manera que atraigan la atención de todos los usuarios.
- ✓ Su forma, tamaño, colores y diagramación del mensaje se combinen para que éste sea claro, sencillo e inequívoco.
- ✓ Su legibilidad y tamaño correspondan al emplazamiento utilizado, permitiendo un tiempo adecuado de reacción.

Emplazamiento; toda señal debe ser instalada de tal manera que capte oportunamente la atención de usuarios de distintas capacidades visuales, otorgando a éstos la facilidad y el tiempo suficiente para distinguirla de su entorno, leerla, entenderla, seleccionar la acción o maniobra apropiada y realizarla con seguridad y eficacia.

Señalización Vertical.

Son esenciales en lugares donde existen regulaciones especiales, permanentes o temporales, y en lugares donde los peligros no son de por sí evidentes.

Las señales verticales se clasifican en 3 grupos, dicha clasificación está en función a la tarea que desempeñan:

- **Señales Reglamentarias:** Tienen por finalidad notificar a los usuarios de las vías las prioridades en el uso de las mismas, así como las prohibiciones, restricciones, obligaciones y autorizaciones existentes.
- **Señales de Advertencia de Peligro:** Su propósito es advertir a los usuarios la existencia y naturaleza de riesgos y/o situaciones imprevistas presentes en la

vía o en sus zonas adyacentes, ya sea de modo permanente o temporal. Estas señales suelen denominarse también Señales Preventivas.

- **Señales Informativas:** Tienen como propósito guiar a los usuarios y entregarles la información indispensable para que puedan llegar a sus destinos de la forma más segura, simple y directa posible.

Señalización Horizontal.

Son aquellas señales que tienen por objetivo poner en conocimiento al usuario conductor y peatón de carácter preventivo, restrictivo e informativo, por medio de marcas en el pavimento o en los obstáculos, valiéndose para ello de pinturas reflectivas, de manera que cumplan con algún objetivo.

Las marcas en el pavimento deberán ser uniformes en su diseño, posición y aplicación; ello es imprescindible a fin de que el conductor pueda reconocerlas e interpretarlas rápidamente.

Teniendo en cuenta el propósito, las señales horizontales se clasifican en:

- Marcas en el pavimento
- Marcas en los obstáculos
- Demarcadores reflectores

2.6.2. ÁREAS DE CIRCULACIÓN PEATONAL.

Se puede mencionar como áreas de tránsito peatonal a las siguientes: aceras, calles peatonales, paseos, plazas, plazoletas y el entorno a las esquinas.

Las áreas de circulación peatonal son creadas a partir de la decisión del cambio de uso de una vía consolidada; serán diseñadas exclusiva o preferentemente para uso del peatón, pudiendo usarlas también de forma eventual los vehículos, estas pueden encontrarse en cualquier sector de la ciudad como elemento clave de la identidad urbana.

Las personas pueden utilizar estas áreas de movimiento como lugares de encuentro o de esparcimiento, entre otros.

- **Aceras;** superficies elevadas con respecto a la calzada, la línea de separación entre acera y calzada, donde se produce la discontinuidad altimétrica, corresponde a la cara libre de la solera. Los puntos en que su condición de área estrictamente peatonal se ve alterada son aquellos en los que se habilita una entrada de vehículos, pero en todo caso estos últimos deben dar preferencia absoluta al peatón.
- **Las veredas;** son la parte pavimentada de la acera, estos espacios sirven para el desarrollo de ciertas funciones. El trazado en planta de las veredas se reduce a determinar su alineación y su ancho:

El trazado de los bordes de la franja peatonal no debe presentar quiebres cuando la banda no queda flanqueada por elementos de cierta altura y cuando las densidades son altas.

Su ancho se debe prever solo para el tránsito de peatones, que debe ser continuo y libre de obstáculos. Se considera que el ancho mínimo aconsejable para las veredas es de 2 m., que corresponde al espacio indispensable para que se crucen dos personas que lleven paquetes o que circulen en silla de ruedas, no se permite el empleo de gradas. Este ancho minúsculo puede reducirse a 1,2 m en calles locales.

Para plantar árboles, postes de alumbrado público, letreros o basureros se deberá respetar 0,50 m desde el cordón de la acera; en esquinas no se autorizará la instalación de ningún componente debiéndose respetar una distancia libre, a partir de la esquina de 3m.

Respecto a la sección transversal de las veredas, estas franjas deben ser homogéneas, sin irregularidades en su sección que puedan significar un peligro.

La pendiente transversal de la vereda es recomendable que alcance un mínimo de un 2% para revestimientos lisos y un máximo de 3% cuando es muy rugosa, así como también en la fracción no pavimentada de la acera.

Mientras que la pendiente longitudinal de la vereda es aproximadamente la de la vía.

- **Esquina;** es el vértice del ángulo que forman las líneas de edificación convergentes. Se requiere que el entorno a las esquinas sea un espacio dejado de componentes verticales para que no se obstruya el tránsito y la visibilidad. Es recomendable que las superficies de las esquinas sean lo más amplias posibles para la actividad peatonal.

Uno de los elementos geométricos que se distinguen en una esquina es el ochave, el cual es un corte perpendicular de toda esquina, cuya dimensión puede variar disponiéndose las siguientes medidas según el tipo de intersección: Calle con calle, 4,5m; Avenida con calle, 5m y Avenida con avenida, 6m cuando los ángulos de intersección son mayores o menores a 90 grados los ochaves serán de 6 metros.

2.6.3. ILUMINACIÓN.

Los beneficios de la iluminación están dirigidos tanto como para conductores o peatones, estos servicios están relacionados con la seguridad que la iluminación provee frente a posibilidades de accidentes y de la tranquilidad que se obtiene al poder ver los pormenores de la vía.

La calidad de los elementos de iluminación depende de dos factores: el nivel de iluminación y la uniformidad de este nivel. A medida que la categoría de las calles asciende, aparecen otros factores como ser el grado de restricción de brillos y reflejos que se puede conseguir mediante una distribución acertada de las fuentes de luz.

El nivel de alumbramiento en cada punto es el resultante de la composición de los efectos lumínicos que produce cada una de las fuentes emisoras que afectan a dicho punto.

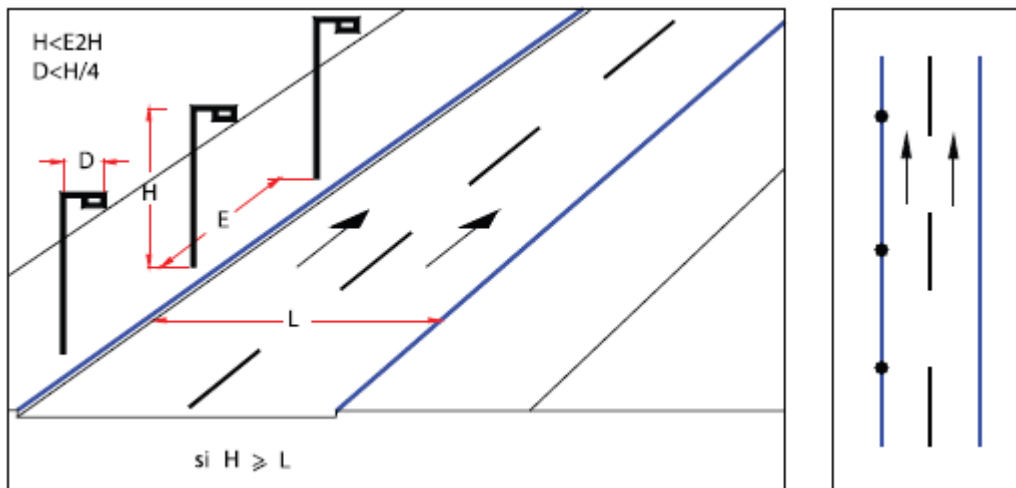
La uniformidad de la iluminación depende de la altura de los luminarios, del intervalo entre ellas, del ancho de la calzada y del tipo y posición de farol con respecto al poste.

En general, la altura de las luminarias no debe ser inferior a 8m, excepto cuando existe arborización o cuando se trata de barrios residenciales, por lo que dicha altura puede variar entre 8, 10, 12 y hasta 15 metros son manejados con buenos resultados.

El intervalo entre luminarias debe estar comprendido entre 1 y 2 veces la altura de las mismas salvo en el caso de que estas sean pequeñas.

El tipo de farol queda sujeto a factores estéticos, su posición con respecto al poste debe ser controlada teniendo en cuenta que un brazo demasiado largo ($>1/4$ de la altura) afecta la visión de las soleras y los obstáculos de las veredas.

Los postes en aceras no deben ser del tipo colapsable, puesto que este factor de seguridad es aplicable sólo a calles en las que no existe el peligro de que la caída del mismo se produzca sobre personas o propiedades cercanas. Por lo tanto se pueden adoptar los siguientes criterios para la ubicación de los postes de iluminación.



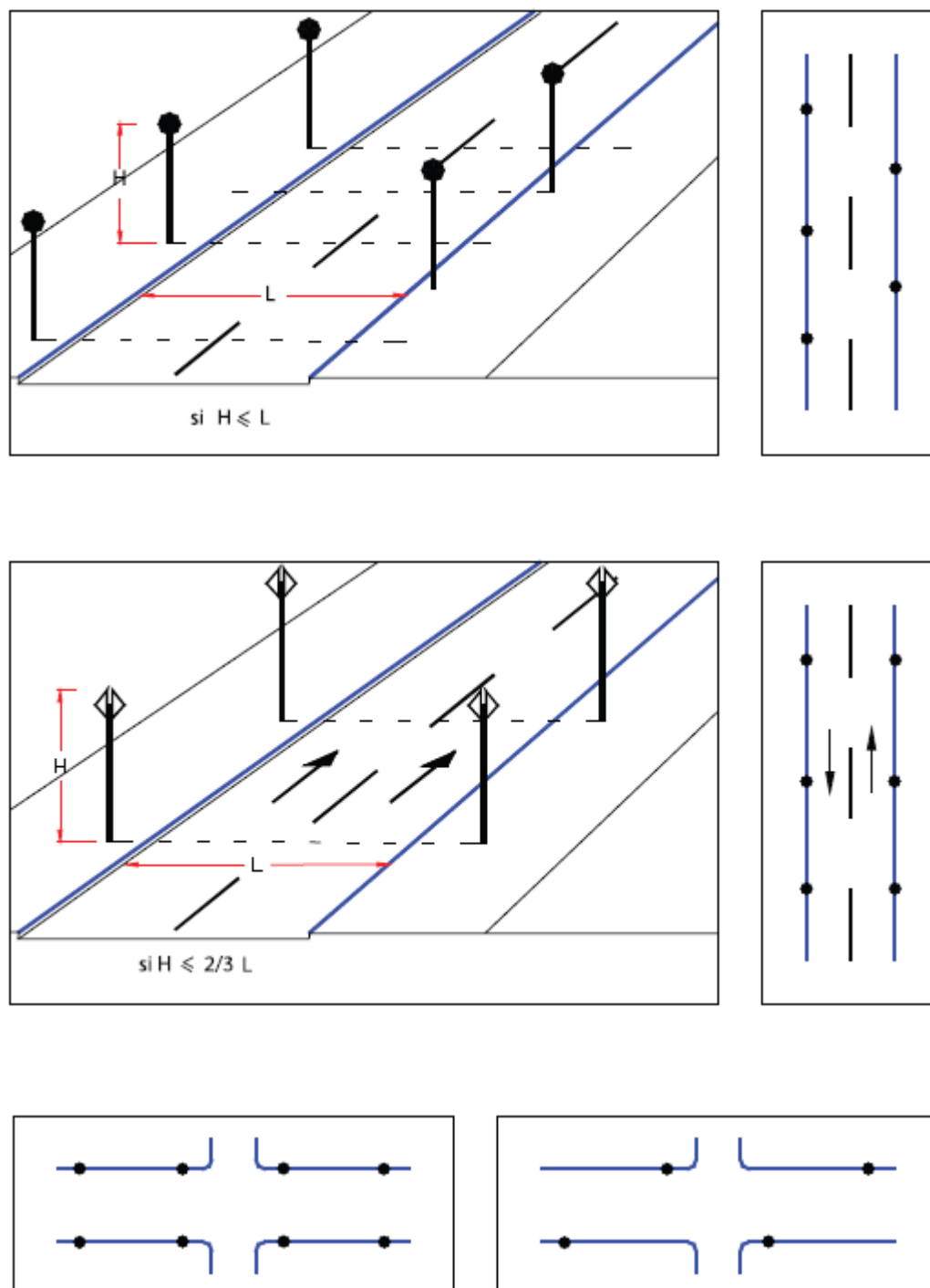


Figura 2.1 Promedio de Iluminancia en veredas

2.6.4. DRENAJE.

El diseño de un buen sistema de drenaje en las vías urbanas, tiene por objetivo eliminar el exceso de agua superficial que circula sobre estas, como también evitar que el agua subterránea pueda comprometer la estabilidad de la capa base, de los terraplenes y cortes de la vía. Para cumplir con estos objetivos se debe:

- Estimar la magnitud y frecuencia del escurrimiento producido por las tormentas.
- Estudiar el efecto que la vía tiene sobre los cursos de agua existentes, cuyo trazado debe ser modificado.
- Determinar las características de drenaje existentes y restituir las o adecuarlas a las peculiaridades proyectadas para el drenaje de la vía planificada.

Por tal motivo se expone a continuación ciertos criterios que se pueden aplicar para alcanzar dichos propósitos:

En curvas verticales donde las pendientes son de distinto signo y las zonas son relativamente extensas en que la pendiente longitudinal es inferior a los mínimos que garantizan el escurrimiento de las aguas superficiales. En el caso de existir soleras, se deberá hacer a estas discontinuas o bien disponer de sumideros.

Si no hay soleras, la pendiente transversal bastara para evacuar las aguas hacia el borde de la plataforma y desde allí hacia el dispositivo proyectado para disponer de ellas.

3.1. ESTUDIOS PREVIOS.

A continuación se detallan los estudios desarrollados, para la obtención de información necesaria para la ejecución del proyecto:

3.1.1. ESTUDIO TOPOGRÁFICO.

3.1.1.1.INTRODUCCIÓN.

La realización del presente estudio se basa en el levantamiento topográfico del correspondiente tramo, para la adquisición de la información adecuada del terreno, identificando puntos clave, pasando a ser esta información indispensable para el posterior diseño geométrico, hidráulico y estructural de la vía de comunicación.

El levantamiento topográfico se realizó con ayuda de un profesional del área, con experiencia en levantamientos de este tipo y con el equipo adecuado y preciso.

3.1.1.2.PRECISIÓN DEL INSTRUMENTO UTILIZADO.

El instrumento manejado para el presente levantamiento topográfico fue una estación total, cuyo margen de error en función a la distancia de disparo es de +/- 0,8 cm para distancias mayores a 2,9 Kilómetros y de apreciación de 2" en ángulos Horizontales y Verticales.

3.1.1.3.LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.

3.1.1.3.1. METODOLOGÍA.

Una vez orientada la Estación Total, se procede a la medición, por medio de disparos a los prismas, de distintos puntos clave o de relevancia topográfica.

El operador del equipo se sitúa en lugares estratégicos en los que se tenga una visión apropiada para observar la mayor cantidad de puntos en la franja del levantamiento. Mientras que los alarifes se posicionen con los prismas en la mayor cantidad de puntos representativos de la topografía a levantar.

Aquellos puntos donde se estacionó el equipo se convierte en los vértices de la Poligonal Base que son referenciados mediante estacas pintadas en partes visibles y sobre estas se asigno nombres de cada punto para su posterior localización.

Conjuntamente al trabajo digital del equipo, se elaboran croquis a mano alzada de los sectores levantados, para su posterior interpretación y mejor preparación de la modelación del terreno.

3.1.1.3.2. EQUIPO EMPLEADO.

El equipo empleado para la realización de este estudio fue el siguiente:

- Estación Total Sokkia SET 500.
- Prismas de Reflexión (Infrarrojo).
- Otros de Topografía (Cintas Métricas, Herramientas de Campo, Libretas, Equipo Personal, Estacas, etc.)

3.1.1.3.3. TRABAJO DE GABINETE.

Una vez terminado el análisis de campo se continúa con la reproducción del terreno levantado de manera digital en una computadora, para esto se manejó un software (AutoCAD Civil 3D) para la reproducción de las curvas de nivel del terreno y modelar la superficie del campo virtualmente en el ordenador. Para esto se utilizó los datos de la estación total en forma de Coordenadas Cartesianas (X, Y, Z – Este, Norte, Altura); cada uno de estos datos interesará para que el ordenador pueda modelar la superficie virtual, con los datos de cada punto reproduciendo así un mapa gráfico.

Todos los puntos provenientes del trabajo desarrollado con la estación total fueron ordenados, previamente a la aplicación del software, y clasificados en Excel para la correcta modelación.

A continuación se representan por medio de una planilla topográfica los cambios de estación empleados durante el estudio topográfico, con su coordenada, elevación y descripción correspondiente:

PUNTOS TOPOGRÁFICOS- CAMBIOS DE ESTACIÓN				
PTO.	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCIÓN
TAR-10	320884,142	7616523,432	1892,640	BM-1
P 0-25	320848,822	7616499,067	1892,655	Placa dentro Jardinera
P-1	325875,743	7616568,865	1892,710	Poste de Luz Pte. Bolívar
R-1	321144,745	7616800,175	1892,514	Pto. De partida Av. Costanera
R-2	321197,803	7616681,876	1890,468	Estación Casa Burgos
R-3	321261,926	7616635,038	1891,443	Calle Ángel Calavi
R-4	321244,193	7616624,325	1891,151	Acera Calle Ángel Calavi
R-5	321331,131	7616493,259	1889,704	Cordón Calle Gustavo Ruiz
R-6	321364,843	7616356,103	1887,841	Eje Av. España y Av. Costanera.
R-7	321380,113	7616380,274	1888,355	Cordón Avenida España
R-8	321421,736	7616253,244	1886,188	Orilla Camino Pasaje Siro Palala
R-9	321548,440	7616078,238	1885,834	Est. Borde Rio.
R-10	321631,966	7616979,404	1885,090	Est. Borde Rio Frente Plaza

Tabla 3.1 Planilla de BM's y Cambios de Estación.

3.1.2. ESTUDIO DE TRÁFICO.

3.1.2.1. INTRODUCCIÓN.

En el presente capítulo se examina el tráfico como un componente muy significativo para el diseño del pavimento flexible, por medio de una proyección de los volúmenes de circulación esperados en la zona que nos permita determinar los espesores de cada capa que conforman el pavimento.

La importancia del rigor de este estudio influirá en la vida útil de la Vía Urbana, la cual se proyecta que tenga una perspectiva de 10 años.

3.1.2.2. ANÁLISIS DE TRÁFICO.

3.1.2.2.1. METODOLOGÍA.

Los aforos de vehículos se efectuaron en la Avenida España esquina Calle Heriberto Trigo, este lugar de análisis está próximo a la zona de ejecución del proyecto, por esta razón se espera similares características de desplazamiento.

Inicialmente, se efectuó la determinación de la horas picos de tránsito en el lugar, para esto se ejecutó aforos de vehículos durante un lapso de tiempo estimado de 13 horas (desde 7:00 a.m. hasta 8:00 p.m.).

Una vez fijadas las horas pico, se llevo a cabo los aforos de vehículos durante los mismos; es decir se desarrollaron en tres horas del día, durante la semana se analizaron tres días de la misma (entre los cuales se estudiaron dos días hábiles y un día inhábil), el tiempo total de aforo fue de un mes, en el cual se verificó la observación del comportamiento vehicular.

3.1.2.2.2. EQUIPO EMPLEADO.

El equipo empleado durante la elaboración del presente estudio es el siguiente:

- Cámaras Filmadoras.
- Otros (Computadora, Personal, Libretas, etc.).

3.1.2.2.3. TRABAJO DE GABINETE.

Posterior a los aforos realizados en el lugar ya descrito anteriormente, se comenzó a procesar los datos obtenidos por medio de un software “EXCEL”, a través de este se examinó los datos conseguidos durante todo el mes, clasificando aquellos vehículos que circulaban en el lugar de acuerdo a sus dimensiones en: Livianos, buses, camiones medianos y camiones grandes.

Luego se procede a determinar el valor promedio de tránsito durante el mes, para esto se desarrolló previamente una depuración de aquellos datos que presentaron cierta discontinuidad con respecto a los demás.

Como los resultados obtenidos están relacionados a valores que se alcanzaron en lapsos de tiempo pertenecientes a una hora, fue necesario aplicar la siguiente fórmula empírica para la obtención del valor de Tráfico Promedio Diario:

$$TPD = \frac{TPH}{0,12 \sim 0,18}$$

Donde:

TPD: Tráfico Promedio Diario.

TPH: Tráfico Promedio Horario.

A continuación se representan los valores obtenidos de los correspondientes aforos durante el mes:

Horario	Horas Acum.	Cantidad de móviles
7 a 8	1	328
8 a 9	2	642
9 a 10	3	447
10 a 11	4	490
11 a 12	5	416
12 a 13	6	580
13 a 14	7	438
14 a 15	8	491
15 a 16	9	510
16 a 17	10	473
17 a 18	11	441
18 a 19	12	479
19 a 20	13	507

Tabla 3.2 Determinación de la Hora Pico de Circulación.

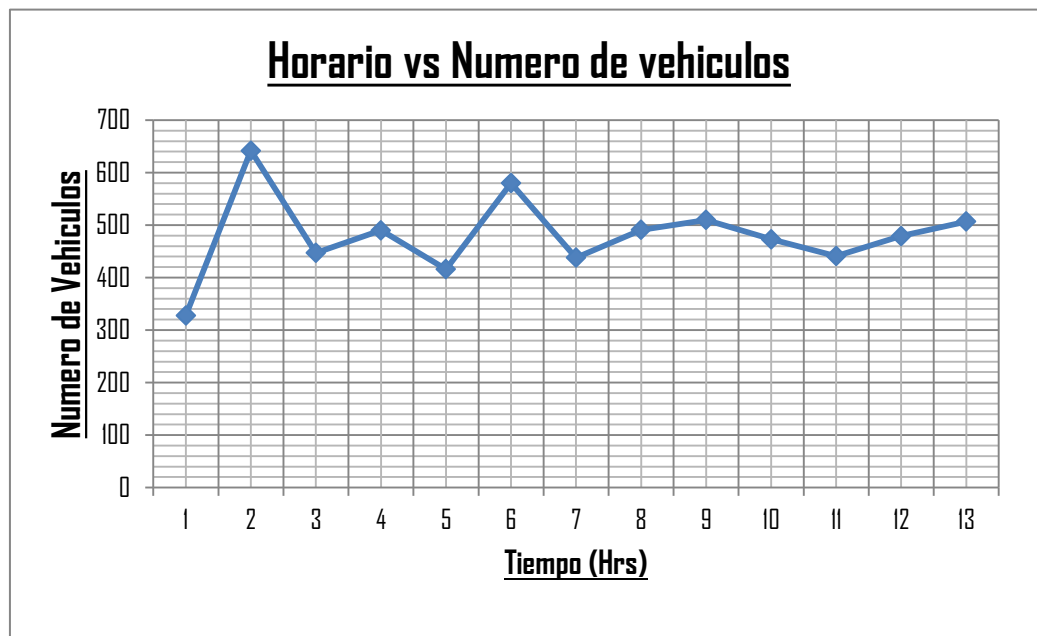


Figura 3.1 Volúmenes de Circulación.

A continuación se muestra el promedio total de vehículos que circularon durante el periodo de tiempo dedicado al estudio de tráfico:

PROMEDIO DEL MES

Descripción Movimiento	DIRECCIÓN DE LOS VEHÍCULOS								
	Av. España a Av. Las Americas			Av. España a Av. Celedonio Ávila			Calle Heriberto Trigo a U.A.J.M.S		
	Vehículos Particulares Promedio Mensual								
	Liviano	Mediano	Pesado	Liviano	Mediano	Pesado	Liviano	Mediano	Pesado
G. Izquierda	36	2	1	0	0	0	86	6	1
Frente	80	2	1	48	1	1	0	0	0
G. Derecha	0	0	0	62	3	0	32	0	0
	Vehículos Públicos Promedio Mensual								
G. Izquierda	22	0	0	0	0	0	61	33	1
Frente	64	12	0	41	12	0	0	0	0
G. Derecha	0	0	0	39	2	1	21	0	0
	Configuración Vehicular								
Veh. Particulares	95% Veh. Livianos			3,9% Veh. Medianos			1,1% Veh. Pesados		
Veh. Públicos	80,3% Veh. Livianos			19,1% Veh. Medianos			0,6% Veh. Pesados		
Total	88,2% Veh. Livianos			10,9% Veh. Medianos			0,9% Veh. Pesados		

Tabla 3.3 Promedio de Vehículo durante el mes de Análisis.

MEMORIA DE CÁLCULO.

Del presente estudio se obtuvieron los siguientes valores de Tráfico Promedio Diario Actual y se proyectarán dichos valores en el periodo de diseño del proyecto, los resultados se representan en el siguiente cuadro, además de expresar los índices de crecimiento vehicular del proyecto:

Descripción	Índice de Crecimiento
Vehículos Livianos	3,8%
Buses	2,2%
Camiones Medianos	2,7%
Camiones Grandes	2,6%

Tabla 3.4 (*) Índice de Crecimiento Vehicular.

TIPOS DE VEHÍCULOS	1	2	3	4	5
	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES MED.	CAMIONES GRANDES	TOTAL
2012	3947	487	27	14	4475
2013	4100	500	27	14	4641
2014	4254	514	27	14	4809
2015	4420	520	34	14	4988
2016	4587	534	34	14	5169
2017	4760	547	34	14	5355
2018	4940	560	34	14	5548
2019	5127	574	34	14	5749
2020	5320	580	34	20	5954
2021	5527	594	34	20	6175
2022	5734	607	40	20	6401

Tabla 3.5 Tráfico Promedio Diario

(*) Los valores de índices de crecimiento de esta tabla son fuente de información proporcionada por el Gobierno Municipal Ciudad de Tarija.

3.1.3. ESTUDIO HIDROLÓGICO.

Esta sección del proyecto está enfocada al estudio Hidrológico para la Vía Urbana que se sitúa en la zona El Tejar, el cual se relaciona con un análisis de desbordamiento del Río Guadalquivir.

Debido al lugar de emplazamiento del proyecto, el análisis hidrológico se llevó adelante con información de las estaciones pluviométricas que se colocan dentro de la cuenca del Río Guadalquivir que influirá en el proyecto, para así poder determinar los caudales de crecida del cauce. Por lo que es necesario establecer las características morfológicas de la cuenca de aporte y posteriormente incorporarlas en la determinación de la respuesta hidrológica.

3.1.3.1. ASPECTOS CLIMATOLÓGICOS.

Para la realización del proyecto existen ciertas estaciones que registran los datos climatológicos predominantes del lugar. Estas son estaciones climatológicas completas, de manejo continuo y confiable, tiene suficientes datos para puntualizar los principales parámetros que influyen en este estudio.

La estación Climatológica Aeropuerto, se halla en la Provincia Cercado, cuya ubicación geográfica está dada por las coordenadas $21^{\circ} 32' 48''$ de Latitud Sur y $64^{\circ} 42' 39''$ de Longitud Oeste sobre una altura de 1849 m.s.n.m. esta tiene un periodo de observación desde el año 1954 hasta la actualidad.

También se cuenta con la estación Climatológica El Tejar, la que se encuentra de igual manera en la Provincia Cercado, cuya ubicación geográfica está dada por las coordenadas $21^{\circ} 32' 35''$ de Latitud Sur y $64^{\circ} 43' 16''$ de Longitud Oeste sobre una altura de 1859 m.s.n.m. esta tiene un periodo de percepción desde el año 1970 hasta la actualidad.

Una vez conseguidos los resultantes por medio de las anteriores fórmulas, se realizo un promedio entre aquellos valores que sean de similares características:

$$t_c = 10,35 \text{ hrs}$$

3.1.3.4. CÁLCULO DE ALTURAS DE PRECIPITACIÓN MÁXIMA HORARIA.

En la fijación de las alturas de precipitación máxima horaria se emplea la siguiente formula.

$$htT = Edp * \left(\frac{tc}{\alpha}\right)^\beta * (1 + Kdp * \text{Log}T)$$

Donde:

Edp= Moda Ponderada, la cual se adquiere de las precipitaciones máximas en 24 hrs. De las estaciones climatológicas estudiadas.

t_c = Tiempo de concentración (hrs).

T=Periodo de Retorno (años).

Kdp=Característica Ponderada.

β = Exponente que se obtiene mediante la ley de regresión, pero la práctica ha demostrado que el mismo puede variar entre 0,2 o 0,3; para la ejecución del proyecto se adopta 0,2 por estar del lado de la seguridad.

$$\text{Para: } T=35 \text{ años} \quad htT=96,574\text{mm}$$

3.1.3.5. ESTIMACIÓN DE CAUDALES MÁXIMOS POR EL MÉTODO PASSENTI.

La utilización de este método implica introducir en el cálculo parámetros importantes como ser el área de la cuenca, la intensidad horaria de lluvia para un periodo de retorno especificado y la longitud del río principal.

La estimación del caudal máximo se llevó a cabo por medio de la siguiente ecuación matemática:

$$Q = C * A * \frac{h}{L}$$

Q= Caudal Máximo (m³/s).

A= Área de la Cuenca (Km²).

C= Coeficiente adimensional en función a las características morfológicas de la cuenca.

H=Altura de lluvia máxima en 24 hrs (m).

L= Longitud del río principal (Km).

Para: T=35 años $Q_{m\acute{a}x}=1806,73 \text{ m}^3/\text{s}$

MEMORIA DE CÁLCULO.

A continuación se muestra los cálculos desarrollados para la especificación del presente estudio realizado a la cuenca existente en el análisis, el cual se llevó a cabo por medio del método Passenti.

DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS.

Estación	ASSANA	TEJAR	SELLA QDAS.	TRANCAS	TURUMAYO	TUCUMILLAS
Media (x)	56,5	57,4	61,8	65,0	65,7	54,1
Desviación (Sx)	16,1145	19,0305	16,3993	21,0505	14,3426	17,8919
Nº de datos (n)	54	38	21	20	11	32
Moda (Ed)	49,208	48,857	54,439	55,542	59,273	46,055
Moda ponderada (Edp)	50,5320					
Característica (Kd)	0,588	0,699	0,541	0,680	0,434	0,697
Característica ponderada (Kdp)	0,627					

Tabla 3.6 Determinación de Parámetros Estadísticos-Análisis Hidrológico.

TIEMPO DE CONCENTRACIÓN.

Por medio de las fórmulas utilizadas: California, Kiupich, Ventura y Heras, se obtuvo a través de un promedio el siguiente valor:

Fórmula	Kirpich	California	Giandotti	Ventura y Heras
Tiempo Concentración(hrs)	4,933	10,184	8,431	10,521

Tabla 3.7 Obtención del Tiempo de Concentración.

$$t_c = 10,35 \text{ hrs}$$

ALTURA DE PRECIPITACIÓN MÁXIMA DIARIA: MÉTODO GUMBELL.

$$HdT = Ed(1 + Kd * \text{Log}T)$$

Por medio de los parámetros establecidos anteriormente, se adquiere la altura de precipitación máxima diaria para periodos de retorno de 35 y 70 años.

Para: T=35 años hdT=99,468 mm

Para: T=70 años hdT=109,009 mm

ALTURA DE PRECIPITACIÓN MÁXIMA HORARIA.

$$htT = Edp * \left(\frac{tc}{\alpha}\right)^\beta * (1 + Kdp * \text{Log}T)$$

En función a los siguientes valores, se especificó las alturas de precipitación máxima horaria para determinados tiempos de retorno:

$$Edp=50,532$$

$$Kdp=0,627$$

$$tc=10,353$$

$$\beta=0,2$$

$$\alpha=12$$

Para: T=35 años htT=96,574mm

Para: T=70 años htT=105,837 mm

INTENSIDAD MÁXIMA.

$$i_{max} = \frac{h_{tT}}{tc}$$

Para: T=35 años $i_{max}=9,33$ mm/h

Para: T=70 años $i_{max}=10,22$ mm/h

CAUDAL MÁXIMO: ANÁLISIS DE DESBORDAMIENTO DE RÍO GUADALQUIVIR.

Por medio del método de PASSENTI, se determino los caudales máximos para los periodos de retorno establecidos, debido a que este método no tiene limitantes respecto al estudio en función al tamaño de la cuenca:

$$A=960,337 \text{ Km}^2$$

$$C=0,4$$

$$Q = C * A * \frac{h}{L}$$

Para: T=35 años $Q_{max}=1806,73$ m³/s

Para: T=70 años $Q_{max}=1980,028$ m³/s

Posteriormente se desarrollo un análisis de desbordamiento del río Guadalquivir sobre la zona de del proyecto, para esto se realiza una observación sobre 2 sectores al margen de la vía tomando en cuenta los resultados de caudales máximos anteriormente obtenidos.

Características del Río Guadalquivir:

Primera Sección Transversal: Altura Margen Izquierdo (Av. Costanera)= 5,50m.

Altura Margen Derecho= 3,49m.

Ancho de Río= 128,85m.

Área=591,4292m²

Perímetro= 145,1057m.

Segunda Sección Transversal: Altura Margen Izquierdo (Av. Costanera)= 4,87m

Altura Margen Derecho= 4,51m

Ancho de Río= 147,56m

Área=749,4829m².

Perímetro= 147,56m.

Pendiente del Río: S=0,008m/m

Rugosidad: n=0,05

Para determinar si la vía urbana está expuesta a un desbordamiento del Río Guadalquivir, se realizará una comparación entre el caudal máximo para los periodos de retorno puntualizados anteriormente, con el caudal máximo que puede atravesar la sección del Río en estudio.

$$Q = \frac{1}{n} * \sqrt{S} * (Rh)^{\frac{2}{3}} * A$$

Para verificar este análisis se determinó 2 secciones del río, los planos de dichas secciones se hallan en los anexos del proyecto.

Analizando la primera sección transversal: Progresiva 0+575,3

Para: T=35 años $Q_{m\acute{a}x}=1806,73 \text{ m}^3/\text{s}$ $Q_{m\acute{a}x \text{ Seccion}}=2699,54 \text{ m}^3/\text{s}$

Para: T=70 años $Q_{m\acute{a}x}=1980,03 \text{ m}^3/\text{s}$ $Q_{m\acute{a}x \text{ Seccion}}=2699,54 \text{ m}^3/\text{s}$

Analizando la segunda sección transversal: Progresiva 0+898,15

Para: T=35 años $Q_{m\acute{a}x}=1806,73 \text{ m}^3/\text{s}$ $Q_{m\acute{a}x \text{ Sección}}=3961,55 \text{ m}^3/\text{s}$

Para: T=70 años $Q_{m\acute{a}x}=1980,03 \text{ m}^3/\text{s}$ $Q_{m\acute{a}x \text{ Sección}}=3961,55 \text{ m}^3/\text{s}$

Por medio de una equiparación entre los caudales de crecida estimados del Río Guadalquivir y las caudales que la sección transversal del Río admite a través de ella, además de tomar en cuenta la altura de las obras de protección (Gaviones de h=2,0 metros) ya existentes al margen de la avenida, se puede limitar que no es necesaria la implementación de obras de protección nuevas o rediseño de las mismas en las márgenes del Río Guadalquivir.

3.1.4. ESTUDIO GEOTÉCNICO.

3.1.4.1. INTRODUCCIÓN.

Este capítulo se refiere a la caracterización del suelo que se presenta en el lugar del proyecto por medio de la correspondiente extracción de muestras de suelo de la zona y posteriormente de la ejecución de ensayos de laboratorio, así como la caracterización del material que formará parte de las capas base y sub-base que forman parte del pavimento flexible (carpeta de asfalto del proyecto DISEÑO FINAL DE INGENIERÍA DE VÍA URBANA “AVENIDA COSTANERA ZONA EL TEJAR”).

3.1.4.2. ENSAYOS DE LABORATORIO.

3.1.4.2.1. METODOLOGÍA.

Para llevar a cabo los ensayos de suelos que permitan conseguir las características del suelo, fue necesario realizar las extracciones de muestra del terreno natural existente a lo largo de la vía, las muestras se adquirieron a una profundidad mayor a 50 cm, se logró una muestra cada 250 metros de longitud y de manera alternada respecto a su posición a lo largo de la vía.

Mientras que el material que se empleó para la caracterización de la capa base y sub-base se ejecutó la extracción del mismo del Río Guadalquivir el cual se halla al margen de la vía.

Una vez que se recolectó las distintas muestras en las cantidades indispensables, se procedió a efectuar con cada una de ellas los correlativos ensayos de laboratorio: Ensayos de Granulometría, Límites de Atterberg, Ensayos de Densidad y Compactación y Ensayos de Capacidad Soporte CBR.

El procedimiento que se siguió con cada uno de los ensayos anteriormente mencionados fue el siguiente:

➤ **Ensayo de Granulometría.**

Este análisis del suelo se desarrolló por medio de un juego de mallas, que tiene un tamaño graduado instituido por las normas ASTM y AASHTO. Primero se

estableció la cantidad de material necesario de cada muestra para efectuar el presente ensayo, en función al tipo de material que representaba cada muestra; es decir si el material estaba compuesto por partículas finas o gruesas.

Para aquellas muestras extraídas a lo largo de la vía, se observó que la mayor parte de ellas estaba compuesta por material fino, por lo que fue necesario ejecutar el “Método del Lavado”, para esto se empleó aproximadamente 500 gramos de muestra seca, que posteriormente se dejó reposar en agua hasta que dichas muestras se saturaran completamente, se dejó saturar el material en un lapso de 24 hrs.

Una vez saturado se colocó el material en el tamiz N°200, y con ayuda de agua se empezó a lavar el suelo, hasta que el agua pasante tomaba aspectos más claros. El material retenido en el tamiz N°200 se introdujo en un recipiente y se procedió a secar el mismo, para posteriormente retamizar por las mallas N°10, N°16, N°30, N°40, N°50, N°100 y N°200.

Posteriormente, se pesó el material retenido en cada tamiz y de esta manera luego se desarrolló el trabajo correspondiente a gabinete.

Para las muestras extraídas del Río Guadalquivir, compuestas por material grueso y fino, se aplicó el “Método General”, basado en evidencias secas de un peso aproximado de 5000 gramos, este índice fue sometido previamente a un cuarteado con la finalidad de que la muestra sea representativa.

Luego de tener la muestra preparada y pesada, se pasó a ejecutar el tamizado de la parte gruesa del material con los siguientes tamices: 2 ½”, 2”, 1 ½”, 1”, ¾”, ½”, ⅜”, N°4 y N°10, mientras que la parte fina del suelo pasó por los siguientes tamices N°40 y N°200. Se desarrolló el agitado de los tamices por un tiempo de 15 min. y posteriormente se realizó el pesaje del material retenido en cada malla y lo que pasa en el tamiz N°200.

➤ **Límites de Atterberg.**

Se ensayaron las muestras secas extraídas a lo largo de la vía, que hayan pasado por el tamiz N°40, en una cantidad de 100 gramos, desarrollando previamente una desintegración de los granos del suelo debido a la presencia de terrones.

Para la determinación del Límite Líquido se aplicó el aparato de Casagrande sobre una superficie plana, limpia y segura.

Posteriormente se colocó el material, ya preparado, de manera horizontal en el aparato, y se realizó la ranura de manera firme en una sola pasada, para luego accionar la copa de Casagrande a un ritmo de dos golpes por segundo. Luego con ayuda de la espátula se realizó dos cortes de manera perpendicular a la ranura, para extraer la porción de suelo entre los cortes y proceder a depositarla en una de las capsulas anteriormente pesadas e identificadas.

Se peso el suelo húmedo más cápsula y se introdujo en el horno a temperatura de 105 °C, durante 24 horas, para luego extraer del horno y pesar la muestra seca más capsula y registrar en las planillas.

Para la determinación del Límite Plástico se manipuló con las manos el material anteriormente preparado y se procede a amasarlo, hasta que el mismo se logró manipular de manera plástica.

Este material se empleó en la formación de rollitos, rodándolos sobre una base de vidrio, hasta que los mismos tengan un diámetro aproximado de tres milímetros y sobre estos exista la presencia de pequeñas rajaduras en ese diámetro. Una vez que los rollitos presentaron a los tres milímetros agrietamientos se los corto en pequeños trozos de material y los mismos se los introdujo en cápsulas, para registrar su peso húmedo más cápsula, las cuales después eran introducidas en el horno a temperatura de 105°C en un lapso de tiempo de 24 horas para su posterior pesaje del suelo seco más cápsula y por último se registró estos datos en una planilla.

Para aquellas muestras extraídas del Río Guadalquivir no se realizaron los ensayos de Límites de Atterberg debido a las características del mismo.

➤ **Ensayo de Densidad y Compactación.**

Con las muestras extraídas del Río Guadalquivir, durante la preparación del material fue necesario realizar una compensación del mismo entre los tamices de $\frac{3}{4}$ " y N°4, con el objetivo de extraer el material grueso y densificar más el material.

Para estas muestras se empleó un molde de metal (Proctor Modificado T-180), estructurado por cinco capas y en cada una de ellas se destinaron 56 golpes, tanteando una división de altura del molde en cinco partes iguales para la respectiva compactación.

De igual manera, se controlaron los valores de contenido de humedad de cada muestra ensayada y el peso del molde más muestra húmeda después de realizar el proceso de compactación.

Mientras que para las muestras que se adquirieron del terreno natural que se presenta a lo largo de la vía, no se realizó una compensación debido a que se contaba con material fino, pero el proceso de preparación del material consistió en triturar los terrones para facilitar el manipuleo del material y así evitar problemas respecto a la homogenización de la humedad del material provocado por la presencia de terrones.

En la práctica para este tipo de muestra se empleó el molde de metal del Proctor Estándar T-99, estructurado por tres capas y en cada una de ellos se aplicó 25 golpes, tanteando una división de altura del molde de tres capas iguales para la respectiva compactación.

➤ **Ensayo de Capacidad Soporte CBR.**

Esta práctica consistió en la preparación del material que se aprovechará tanto como aquel que conforma la subrasante y aquel que se manejará para capa base y capa sub-base, es decir cumpliendo según normas las franjas granulométricas ya

especificadas. Este práctica se inicio preparando muestras de 6000 gramos, las cuales se les agregó agua en cantidad suficiente para llegar a obtener el contenido de humedad óptimo, para posteriormente pasar al proceso de compactación por medio del Molde Cilíndrico de Base Perforada, luego de realizar la compactación de las pruebas aplicando en cada molde 12, 25 y 56 golpes se sumergió cada molde en agua, durante el lapso de tiempo de 4 días, midiendo la expansión que sufrían los mismos cada 24 horas.

Al cuarto día de haber sumergido el material, se retiró el mismo y se procedió a drenar de forma inclinada para luego colocar el molde en la prensa y asentar el pistón de penetración sobre el espécimen. Luego se hizo lectura de las cargas necesarias para que la aguja penetrara a distintas profundidades ya instituidas, y posteriormente soltar la carga y retirar el molde con la finalidad de extraer tres muestras, para establecer el contenido de humedad, de la superficie, del fondo del molde y a 2 pulgadas de profundidad desde la superficie.

3.1.4.2.2. EQUIPO UTILIZADO.

Los equipos e instrumentos empleados en la ejecución de cada práctica de laboratorio fue el siguiente:

➤ **Ensayo de Granulometría.**

- ✓ Juego de tamices.
- ✓ Balanza de 0,1 y 0,01 gramos de aproximación.
- ✓ Otros (Bandejas, Puruñas, Brochas, Cepillos, Espátulas, Libretas y Platos, etc.)

➤ **Límites de Atterberg.**

- ✓ Tamiz N°40.
- ✓ Horno secador 105°C y 110°C.
- ✓ Balanza de 0,01 gramos de aproximación.
- ✓ Equipo de Casagrande y ranurador.
- ✓ Base de vidrio.
- ✓ Otros (Recipientes, Taras pequeñas, Espátula, Brocha, Libretas, etc.)

➤ **Ensayo de Densidad y Compactación.**

- ✓ Equipo T-99 (Molde de 4" de diámetro y 4,6" de altura, Martillo de 5,5 lb y 12" de caída libre)
- ✓ Equipo T-180 (Molde de 6" de diámetro y 5" de altura, Martillo de 10 lb y 18" de caída libre)
- ✓ Horno a temperatura de 105°C y 110°C.
- ✓ Regla metálica y probeta graduada.
- ✓ Cápsulas de humedad.
- ✓ Otros (Puruñas, Cucharas, Libretas, Brochas, Balanza, etc.)

➤ **Ensayo de Capacidad Soporte CBR.**

- ✓ Molde Cilíndrico de base perforada y diámetro interior 6" y altura de 7"
- ✓ Collarín de 2" de altura y disco espaciador de acero de 2,5" de altura.
- ✓ Martillo de 10 lb y altura de caída de 18".
- ✓ Plato con vástago de altura regulable y pesas en forma de herradura de 5 lb.
- ✓ Trípode y extensómetro.
- ✓ Pistón cilíndrico y aparato para aplicar la carga.
- ✓ Anillo dinamométrico con extensómetro calibrado y equipo misceláneo.

3.1.4.2.3. TRABAJO DE GABINETE.

A continuación se representaran los cálculos y resultados obtenidos de la realización de cada ensayo de laboratorio tanto en el Laboratorio de Suelos de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho como en los Laboratorios de Suelos de la Alcaldía Municipal, además se identificarán las distintas muestras extraídas.

Las muestras correspondientes al terreno natural tienen la siguiente ubicación:

Primer muestra: **Progresiva 0+157** Segunda muestra: **Progresiva 0+618**

Tercer muestra: **Progresiva 0+496,7** Cuarta muestra: **Progresiva 0+846**

La muestra recogida del Rio Guadalquivir tiene la siguiente ubicación:

Primer muestra: **Progresiva 0+523**

Los ensayos realizados en laboratorio nos muestran los siguientes resultados:

Ensayos a la Subrasante						
Ensayos	Clasificación	Limites de Atterberg		E. Compactación		CBR (%)
Muestra		L. Liquido %	I. Plástico %	Densidad (gr/cm³)	Humedad Opt. (%)	
Progresiva 0+157	A-6(10)	33,41	14,27	1,7	14,88	3,35
Progresiva 0+618	A-6(9)	33,07	13,28	1,71	13,71	4,574
Progresiva 0+496,7	A-6(9)	32,84	13,09	1,72	12,8	2,89
Progresiva 0+846	A-6(10)	32,60	14,91	1,73	13,91	3,446
Ensayos de muestra Rio Guadalquivir						
Progresiva 0+523	A-1-a(0)	--	--	2,04	6,09	69

Tabla 3.8 Resultados del Estudio Geotécnico.

➤ **ENSAYOS DE GRANULOMETRÍA.**

✓ **Primer Muestra Rio Guadalquivir.**

Muestra Total Seca= 5163,1 gr.

$$\%Retenido = \frac{W_{retenido}}{MTS} \times 100$$

Donde: %Retenido= Porcentaje de material retenido en el tamiz (%).

Wretenido= Peso del material retenido en el tamiz (gr).

MTS= Muestra Total Seca (gr).

$$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

Donde: Cu= Coeficiente de Uniformidad.

D60= Diámetro correspondiente al 60% de finos en la curva de distribución granulométrica.

D10= Diámetro efectivo.

$$Cc = \frac{(D_{30})^2}{D_{60} \times D_{10}}$$

Donde: Cc= Coeficiente de curvatura.

D10= Diámetro efectivo.

D30= Diámetro correspondiente al 30% de finos.

D60= Diámetro correspondiente al 60% de finos en la curva de distribución granulométrica.

Tamaño (mm)	Tamiz	Retenido (grs.)	Retenido Acum.	% Retenido	% Que Pasa
75	2 1/2"	295,10	295,10	5,716	94,28
50	2"	234,20	529,30	4,536	89,74
37,50	1 1/2"	89,40	618,70	1,732	88,01
25,00	1"	804,50	1423,20	15,582	72,43
19,00	3/4"	377,70	1800,90	7,315	65,12
12,50	1/2"	407,00	2207,90	7,883	57,23
9,50	3/8"	246,70	2454,60	4,778	52,45
4,75	N°4	374,20	2828,80	7,248	45,21
2,00	N°10	417,00	3245,80	8,077	37,13
0,425	N°40	1517,70	4763,50	29,395	7,74
0,075	N°200	375,20	5138,70	7,267	0,47
Pasa N°200		24,40	5163,10	0,473	0,00

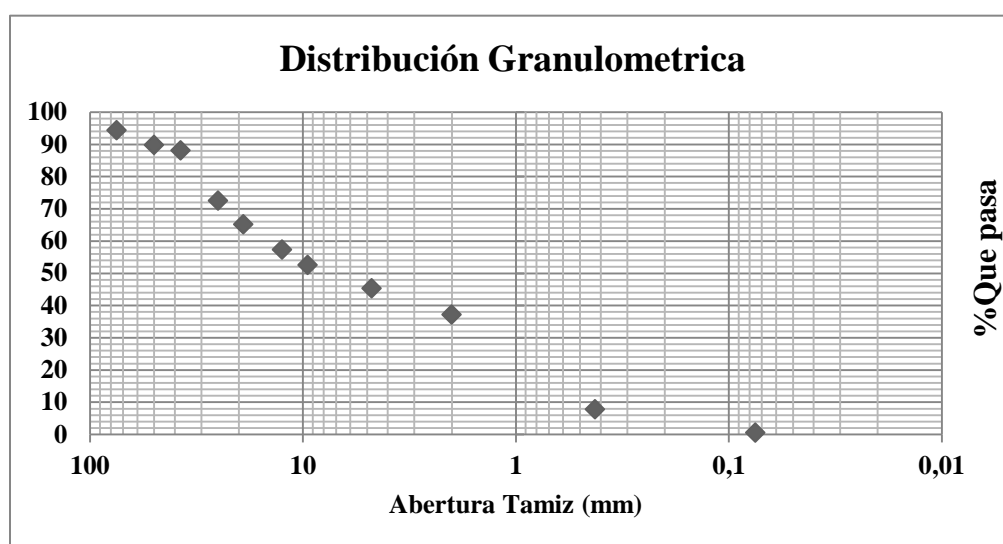


Figura 3.2 Distribución Granulométrica muestra Rio Guadalquivir.

Los valores de D_{10} , D_{30} y D_{60} se obtuvieron de una interpolación correspondiente a los valores de los porcentajes que pasan con el tamaño del tamiz (mm).

$$D_{10} = \left(\frac{(10 - 7,74) \times (2 - 0,43)}{(37,135 - 7,74)} \right) + 0,43 = 0,55$$

$$D_{30} = \left(\frac{(30 - 7,74) \times (2 - 0,43)}{(37,135 - 7,74)} \right) + 0,43 = 1,62$$

$$D_{60} = \left(\frac{(60 - 57,237) \times (19 - 12,5)}{(65,12 - 57,237)} \right) + 12,5 = 14,78$$

$$Cu = \frac{14,78}{0,55} = 27,06$$

$$Cc = \frac{1,62^2}{0,55 * 14,78} = 0,324$$

$$IG = 0,2a + 0,005ac + 0,01bd$$

Donde: IG= Índice de Grupo
 a= Porcentaje que pasa tamiz N°200 – 35%=0
 b= Porcentaje que pasa tamiz N°200 – 15%=0
 c= Limite Liquido - 40%=0
 d= Índice de Plasticidad – 10%=0

$$IG=0,2*0+0,005*0*0+0,01*0*0$$

$$IG=0$$

De acuerdo a los resultados obtenidos, determinamos la siguiente clasificación:

Según AASHTO: A-1-a (0) Mezcla de Piedra o Grava.

Según SUCS: GW Grava Bien Graduada.

✓ **Segunda Muestra Río Guadalquivir.**

Muestra Total Seca= 5347,8 gr.

Tamaño (mm)	Tamiz	Retenido (grs.)	Retenido Acum.	% Retenido	% Que Pasa
75	2 1/2"	342,30	342,30	6,40	93,59
50	2"	276,80	619,10	5,17	88,42
37,50	1 1/2"	86,50	705,60	1,61	86,80
25,00	1"	819,10	1524,70	15,31	71,48
19,00	3/4"	678,30	2203,00	12,68	58,80
12,50	1/2"	356,90	2559,90	6,67	52,13
9,50	3/8"	218,70	2778,60	4,09	48,04
4,75	N°4	396,60	3175,20	7,41	40,62
2,00	N°10	433,90	3609,10	8,11	32,51
0,425	N°40	1428,60	5037,70	26,71	5,79
0,075	N°200	283,80	5321,50	5,30	0,49
Pasa N°200		26,30	5347,80	0,49	0,00

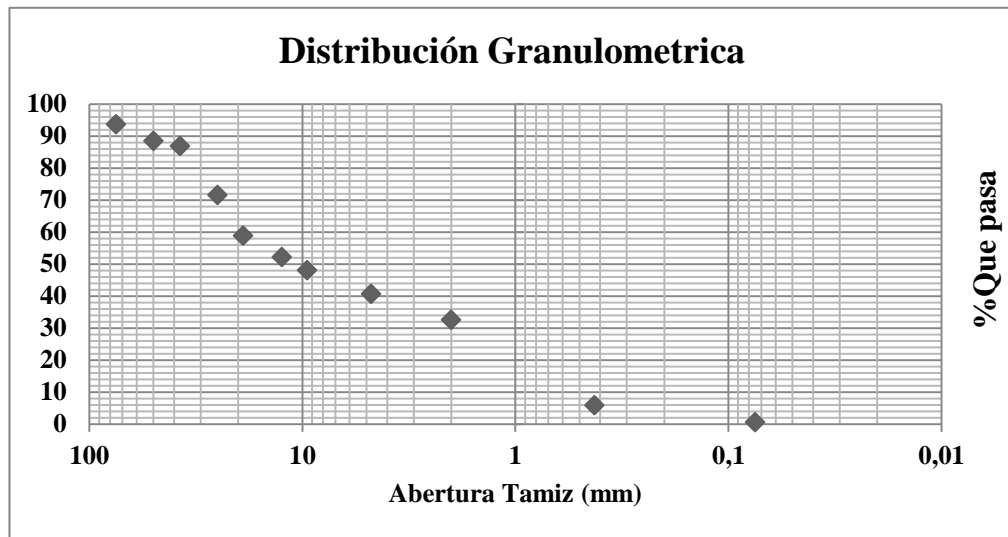


Figura 3.3 Distribución Granulométrica segunda muestra Rio Guadalquivir.

$$D_{10} = \left(\frac{(10 - 5,8) \times (2 - 0,43)}{(32,512 - 5,8)} \right) + 0,43 = 0,67$$

$$D_{30} = \left(\frac{(30 - 5,8) \times (2 - 0,43)}{(32,512 - 5,8)} \right) + 0,43 = 1,85$$

$$D_{60} = \left(\frac{(60 - 58,81) \times (25 - 19)}{(71,49 - 58,81)} \right) + 19 = 19,57$$

$$Cu = \frac{19,57}{0,67} = 29,084$$

$$Cc = \frac{1,85^2}{0,67 * 19,57} = 0,26$$

$$IG = 0,2a + 0,005ac + 0,01bd$$

Donde: IG= Índice de Grupo
a= Porcentaje que pasa tamiz N°200 – 35%=0
b= Porcentaje que pasa tamiz N°200 – 15%=0
c= Limite Liquido - 40%=0
d= Índice de Plasticidad – 10%=0

$$IG = 0,2 * 0 + 0,005 * 0 * 0 + 0,01 * 0 * 0$$

$$IG = 0$$

De acuerdo a los resultados obtenidos, determinamos la siguiente clasificación:

Según AASHTO: A-1-a (0) Mezcla de Piedra o Grava.
Según SUCS: GW Grava Bien Graduada.

➤ **ENSAYO DE DENSIDAD Y COMPACTACIÓN.**

✓ **Muestra Río Guadalquivir.**

Nº de capas	5	5	5	5	5	5
Nº de golpes por capa	56	56	56	56	56	56
Peso suelo húmedo + molde (gr)	11000	11190	11370	11475	11518	11410
Peso del molde (gr)	6500	6500	6500	6500	6500	6500
Peso suelo húmedo (gr)	4500	4690	4870	4975	5018	4910
Volumen de la muestra (cm ³)	2316,7	2316,7	2316,7	2316,7	2316,7	2316,7
Densidad suelo húmedo (gr/cm ³)	1,942	2,024	2,102	2,147	2,166	2,119
Cápsula Nº	1	2	3	4	5	6
Peso suelo húmedo + capsula (gr)	114,6	85,9	100,9	109,8	98,3	106,2
Peso suelo seco + cápsula (gr)	113,2	84,5	98,7	106,4	94,8	100,1
Peso del agua (gr)	1,4	1,4	2,2	3,4	3,5	6,1
Peso de la cápsula (gr)	44,6	44,7	43,1	42,9	44,2	36,2
Peso suelo seco (gr)	68,6	39,8	55,6	63,5	50,6	63,9
Contenido de humedad (%h)	2,041	3,518	3,957	5,354	6,917	9,546
Densidad suelo seco (gr/cm ³)	1,904	1,956	2,022	2,038	2,026	1,935

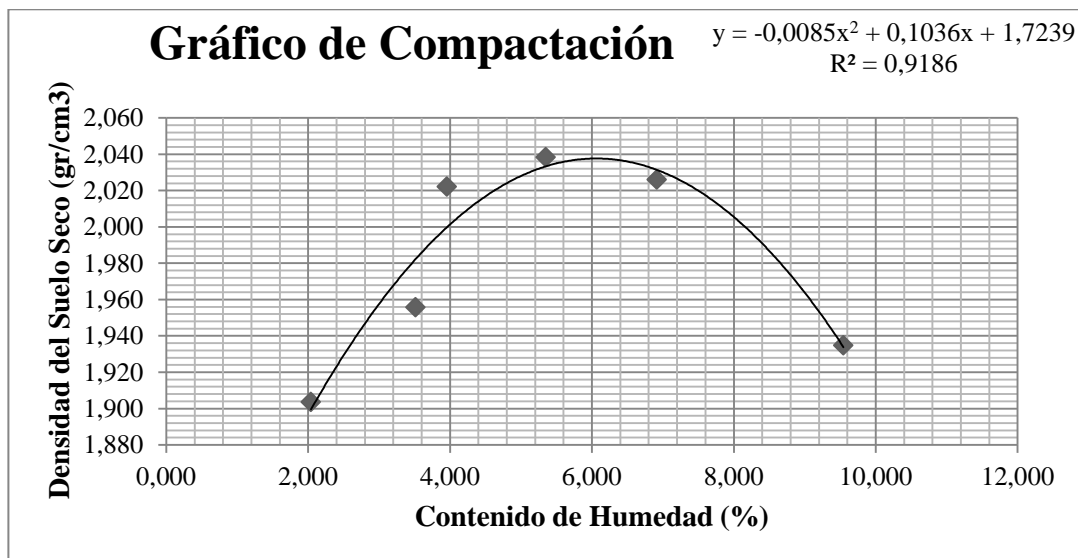


Figura 3.4 Gráfico de Compactación Muestra Río Guadalquivir.

De la ecuación obtenida por medio del gráfico presentado, se determinan los siguientes resultados:

Humedad Óptima: 6,09 %

Densidad Máxima: 2,04 (gr/cm³)

➤ **ENSAYO DE CAPACIDAD SOPORTE CBR.**

Muestra	LL	IP	Clasificación	H. Opt.	D. Máx.
1	0	0	A-1-a(0)	6,09	2,04

CONTENIDO DE HUMEDAD Y PESO UNITARIO									
Nº capas	5			5			5		
Nº golpes por capa	12			25			56		
CONDICION DE MUESTRA	Antes de mojarse		D. de M	Antes de mojarse		D. de M	Antes de mojarse		D. de M
Peso muestra húm. +molde	10664		11104	10765		11125	11563		12106
Peso Molde	6335		6335	6255		6255	7180		7180
Peso muestra húmeda	4329		4769	4510		4870	4383		4926
Volumen de la muestra	2297,3		2297,3	2297,3		2297,3	2297,3		2297,3
Peso Unit. Muestra Húm.	1,884		2,076	1,963		2,120	1,908		2,144
MUESTRA DE HUMEDAD	Fondo	Superf.	2" sup.	Fondo	Superf.	2" sup.	Fondo	Superf.	2" sup.
Tara Nº	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Peso muestra Húm + tara	97,10	74,10	90,70	89,60	88,70	87,10	103,30	81,00	99,10
Peso muestra seca + tara	90,00	68,60	86,20	84,40	82,40	81,10	98,80	75,70	93,90
Peso del agua	7,1	5,5	4,5	5,2	6,3	6	4,5	5,3	5,2
Peso de tara	21,1	20,9	21,4	21,2	20,9	21,2	21	20,9	21,2
Peso de la muestra seca	68,9	47,7	64,8	63,2	61,5	59,9	77,8	54,8	72,7
Contenido humedad %	10,304	11,530	6,944	8,227	10,243	10,016	5,784	9,671	7,152
Promedio cont. Humedad	10,92		6,944	9,24		10,016	7,73		7,152
Peso Unit. muestra seca	1,699		1,941	1,797		1,926	1,771		2,001

EXPANSIÓN											
FECHA	HORA	TIEMPO EN DÍAS	MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3		
			LECT.	EXPANSIÓN		LECT.	EXPANSIÓN		LECT.	EXPANSIÓN	
			EXTENS.	CM.	%	EXTENS.	CM.	%	EXTENS.	CM.	%
01-oct	10:30	1	70,4	7,04	0	44,3	4,43	0	40,1	4,01	0
02-oct	9:05	2	70,6	7,06	0,11	44,8	4,48	0,28	40,9	4,09	0,44
03-oct	8:35	3	71,1	7,11	0,39	45,1	4,51	0,44	41,7	4,17	0,89
04-oct	8:48	4	71,7	7,17	0,73	48,7	4,87	2,47	42,1	4,21	1,12

C.B.R.														
PENETRACIÓN		CARGA NORMAL	MOLDE N° 1				MOLDE N° 2				MOLDE N° 3			
			CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG		CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG		CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG	
Pulg.	mm	Kg	Kg	Kg/cm2	Kg	%	Kg	Kg/cm2	Kg	%	Kg	Kg/cm2	Kg	%
0,025	0,63		77,7	4,0			217,0	11,2			246,9	12,8		
0,05	1,27		207,1	10,7			306,6	15,8			333,1	17,2		
0,075	1,9		313,2	16,2			402,8	20,8			462,5	23,9		
0,1	2,54	1360	412,7	21,3		30,3	495,7	25,6		36,4	591,8	30,6		43,5
0,2	5,08	2040	903,6	46,7		44,3	1046,3	54,1		51,3	1195,6	61,8		58,6
0,3	7,62		1285,1	66,4			1633,4	84,4			1779,4	91,9		
0,4	10,16		1709,7	88,3			2379,7	123,0			2903,8	150,0		
0,5	12,7		2260,3	116,8			2751,3	142,1			3199,1	165,3		

Las lecturas realizadas en la prensa de cada molde están representadas en la siguiente tabla:

PENETRACIÓN		CARGA	Lecturas		
		NORMAL			
Pulg.	mm	Kg	EXT-1	EXT-2	EXT-3
0	0		0,0	0,0	0,0
0,025	0,63		20,0	62,0	71,0
0,05	1,27		59,0	89,0	97,0
0,075	1,9		91,0	118,0	136,0
0,1	2,54	1360	121,0	146,0	175,0
0,2	5,08	2040	269,0	312,0	357,0
0,3	7,62		384,0	489,0	533,0
0,4	10,16		512,0	714,0	872,0
0,5	12,7		678,0	826,0	961,0

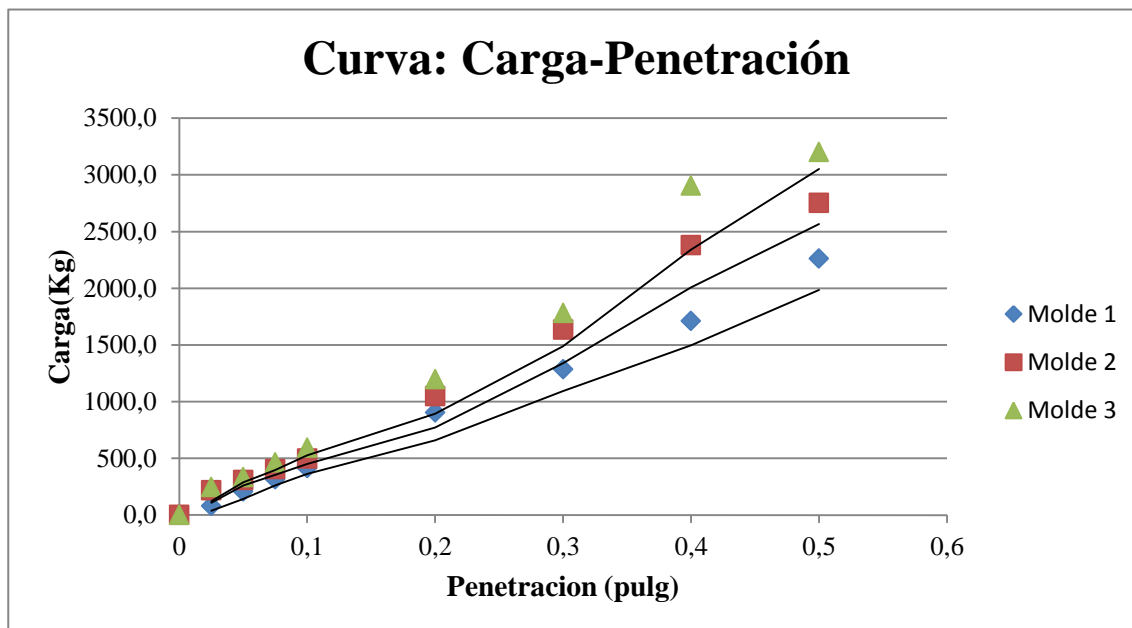


Figura 3.5 Gráfico Carga – Penetración Muestra Río Guadalquivir.

C.B.R. %	Peso Unit. gr/cm ³
44,3	1,820
51,3	1,862
58,6	1,886

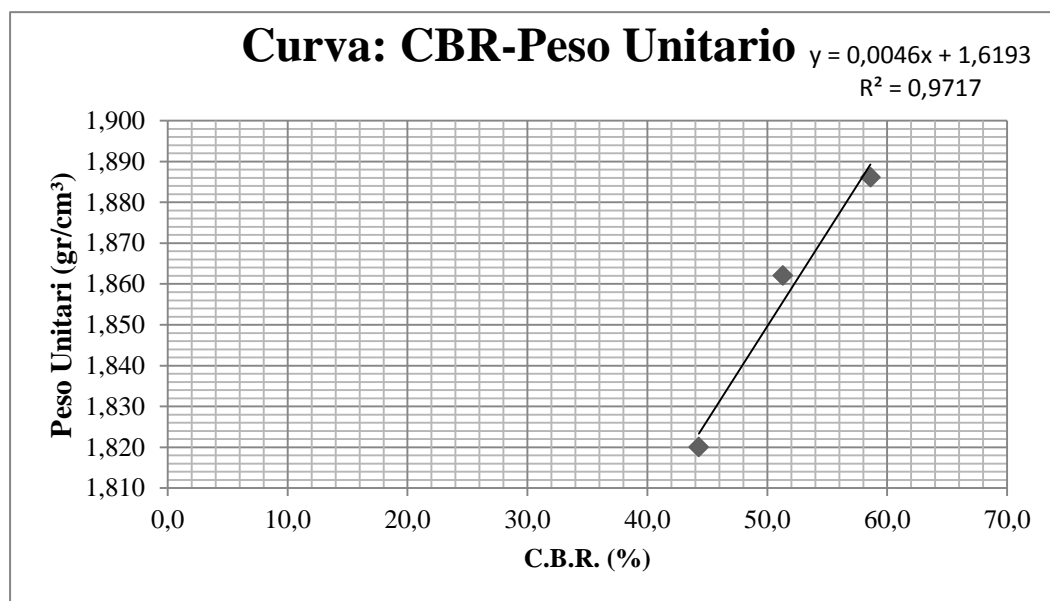


Figura 3.6 Gráfico CBR – Peso Unitario Muestra Río Guadalquivir.

Los resultados del Valor Soporte CBR correspondientes al 100% de la densidad máxima y al 95% de la densidad máxima, se expresan a continuación:

CBR 100% D _{máx}	
91	%
CBR 95% D _{máx}	
69	%

➤ **ENSAYO DE GRANULOMETRÍA.**

Muestra Total Seca= 465 gr.

Tamiz	Retenido (grs.)	Retenido Acumulado (grs.)	% Retenido	% Que Pasa
N°10	13,50	13,50	2,90	97,09
N°16	5,10	18,60	1,09	96,00
N°30	9,60	28,20	2,06	93,93
N°40	6,60	34,80	1,41	92,51
N°50	12,40	47,20	2,66	89,84
N°100	27,20	74,40	5,84	84,00
N°200	24,70	99,10	5,31	78,68
Pasa N°200	365,90	465,00	78,68	0,00

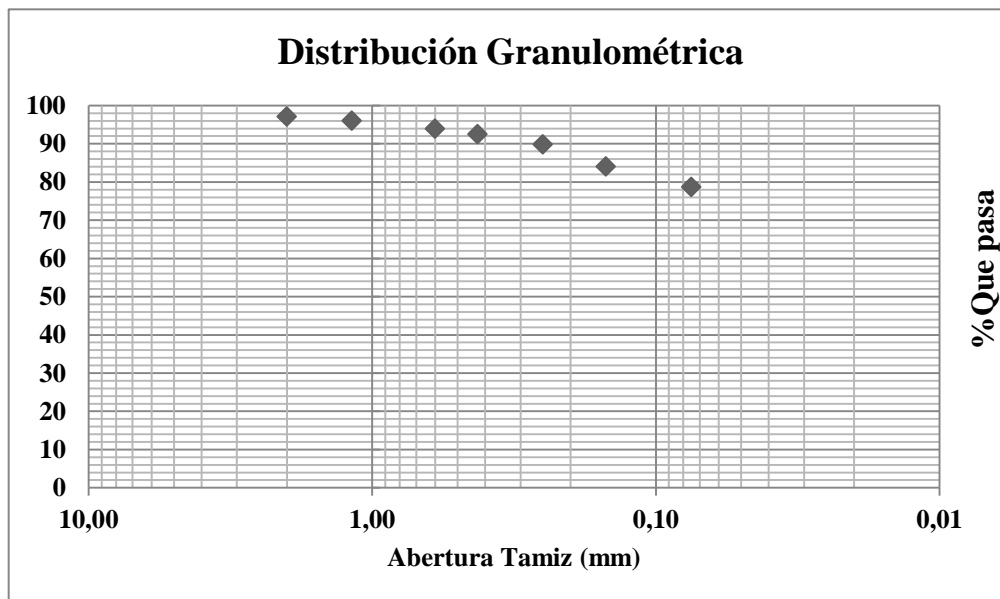


Figura 3.7 Distribución Granulométrica Subrasante Prog 0+157

$$IG = 0,2a + 0,005ac + 0,01bd$$

Donde: IG= Índice de Grupo
 a= Porcentaje que pasa tamiz N°200 – 35%=78,6882-35=40
 b= Porcentaje que pasa tamiz N°200 – 15%=78,6882-15=40
 c= Limite Liquido - 40%=0
 d= Índice de Plasticidad – 10%=14,267-10= 4,267

$$IG=0,2*40+0,005*40*0+0,01*40*4,2670$$

$$IG=10$$

De acuerdo a los resultados obtenidos, determinamos la siguiente clasificación:

Según AASHTO: A-6(10) Arcilla Limosa.

Según SUCS: CL Arcilla Limosa.

➤ **LÍMITES DE ATTERBERG.**

Límite Líquido

Capsula N°	1	2	3	4	5
N° Golpes	16	22	26	34	37
Suelo Húmedo + Capsula	42,10	37,40	39,40	36,70	37,60
Suelo Seco + Capsula	36,80	33,40	34,80	32,90	33,60
Peso del Agua	5,30	4,00	4,60	3,80	4,00
Peso de la Capsula	21,40	21,40	20,90	21,30	21,30
Peso del Suelo Seco	15,40	12,00	13,90	11,60	12,30
% Humedad	34,41	33,33	33,09	32,75	32,52

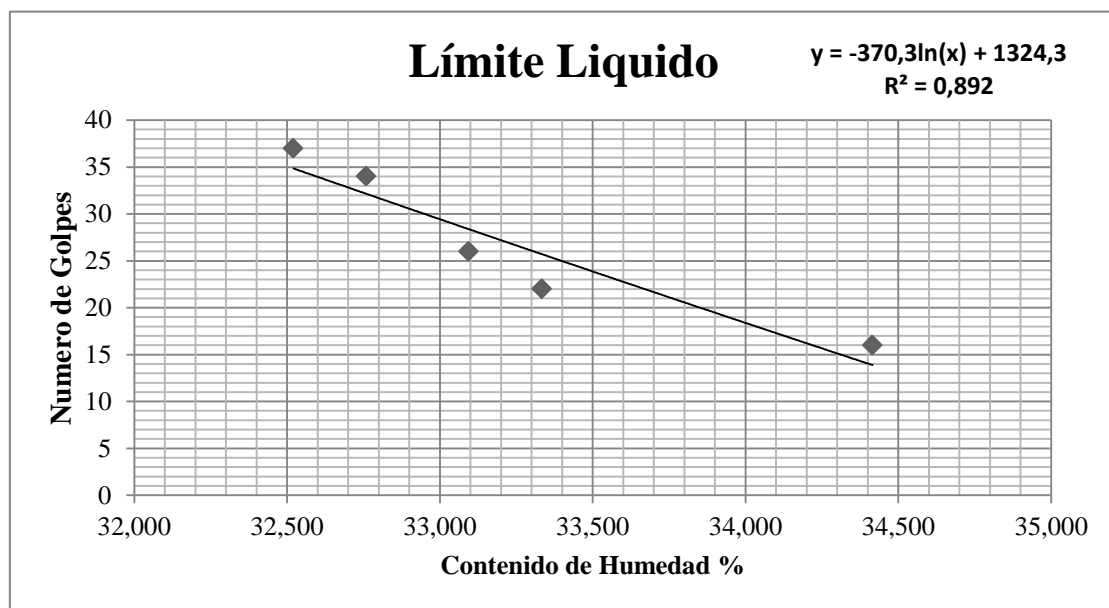


Figura 3.8 Análisis Límite Líquido Subrasante Progresiva 0+157.

En función a la ecuación obtenida por medio de la grafica se determina el valor del límite líquido:

$$\text{Límite Líquido} = LL = 33,407\%$$

Límite Plástico

Cápsula	1	2	3
Suelo Húmedo + Cápsula	21,8	23,4	22,5
Suelo Seco + Cápsula	21,7	23	22,16
Peso Cápsula	21,2	21,4	20,3
Peso del Suelo Seco	0,5	1,6	1,86
Peso del Agua	0,1	0,4	0,34
Contenido de Humedad	20	25	18,2795

Observamos que el valor de la capsula 2 se puede depurar debido a que varía en gran porcentaje respecto a los otros valores, por lo tanto el valor del límite plástico será:

$$LP = \frac{(20 + 18,2795)}{2} = 19,140\%$$

$$IP = LL - LP$$

Donde: IP= Índice Plástico (%).

LL= Límite Líquido (%).

LP= Límite Plástico (%).

$$IP = 33,407 - 19,14 = 14,267\%$$

➤ **ENSAYOS DE DENSIDAD Y COMPACTACIÓN.**

Nº de capas	3	3	3	3	3	3
Nº de golpes por capa	25	25	25	25	25	25
Peso suelo húmedo + molde	5335	5370	5445	5550	5585	5550
Peso del molde	3673,1	3673,1	3673,1	3673,1	3673,1	3673,1
Peso suelo húmedo	1661,9	1696,9	1771,9	1876,9	1911,9	1876,9
Volumen de la muestra	947,26	947,26	947,26	947,26	947,26	947,26
Densidad suelo húmedo (gr/cm ³)	1,754	1,791	1,871	1,981	2,018	1,981
Cápsula Nº	1	2	3	4	5	6
Peso suelo húmedo + capsula	51,0	50,6	51,3	51,0	47,6	50,0
Peso suelo seco + cápsula	49,1	48	48,1	47,1	43,6	44,8
Peso del agua	1,9	2,6	3,2	3,9	4	5,2
Peso de la cápsula	21	21,3	21,3	21,5	21,4	21
Peso suelo seco	28,1	26,7	26,8	25,6	22,2	23,8
Contenido de humedad (%h)	6,762	9,738	11,940	15,234	18,018	21,849
Densidad suelo seco (gr/cm ³)	1,643	1,632	1,671	1,719	1,710	1,626

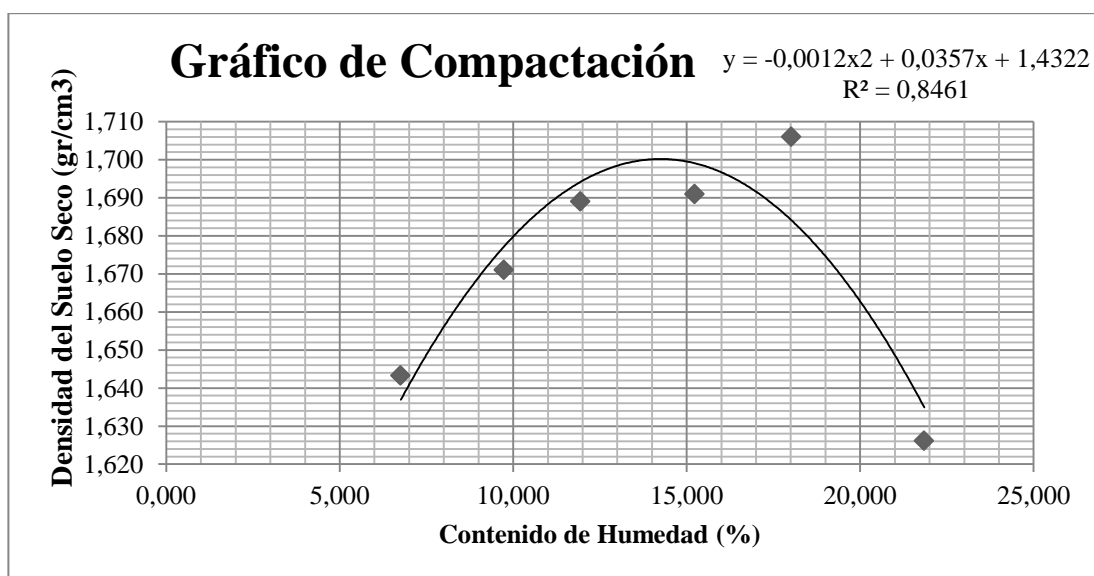


Figura 3.9 Gráfico de Compactación Subrasante Progresiva 0+157.

De la ecuación obtenida por medio del gráfico presentado, se determinan los siguientes resultados:

Humedad Óptima: 14,88 %

Densidad Máxima: 1,7 (gr/cm³)

➤ **ENSAYO DE CAPACIDAD SOPORTE CBR.**

Muestra	LL	IP	Clasificación	H. Opt.	D. Máx.
1	33,41	14,27	A-6(0)	14,88	1,70

CONTENIDO DE HUMEDAD Y PESO UNITARIO									
Nº capas	5			5			5		
Nº golpes por capa	12			25			56		
CONDICION DE MUESTRA	Antes de mojarse		D. de M	Antes de mojarse		D. de M	Antes de mojarse		D. de M
Peso muestra húm. +molde	10037		10398	10619		10967	10950		11178
Peso Molde	6512		6512	6590		6590	6550		6550
Peso muestra húmeda	3525		3886	4029		4377	4400		4628
Volumen de la muestra	2297,3		2297,3	2297,3		2297,3	2297,3		2297,3
Peso Unit. Muestra Húm.	1,534		1,692	1,754		1,905	1,915		2,015
MUESTRA DE HUMEDAD	Fondo	Superf.	2" sup.	Fondo	Superf.	2" sup.	Fondo	Superf.	2" sup.
Tara Nº	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Peso muestra Húm + tara	80,50	68,60	73,10	76,70	82,70	77,60	85,10	71,60	66,90
Peso muestra seca + tara	66,80	56,30	60,52	66,40	69,90	65,90	73,38	62,10	58,40
Peso del agua	13,7	12,3	12,58	10,3	12,8	11,7	11,72	9,5	8,5
Peso de tara	13,38	13,28	13,3	14,06	14,1	12,62	13,58	13,92	13,7
Peso de la muestra seca	53,42	43,02	47,22	52,34	55,8	53,28	59,8	48,18	44,7
Contenido humedad %	25,645	28,591	26,641	19,679	22,939	21,959	19,598	19,717	19,015
Promedio cont. Humedad	27,12		26,641	21,31		21,959	19,66		19,015
Peso Unit. muestra seca	1,207		1,335	1,446		1,562	1,601		1,692

EXPANSIÓN										
FECHA	HORA	MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3		
		LECT.	EXPANSIÓN		LECT.	EXPANSIÓN		LECT.	EXPANSIÓN	
		EXTENS.	CM.	%	EXTENS.	CM.	%	EXTENS.	CM.	%
11-sep	8:00	39,9	3,99	0	41,2	4,12	0	36,2	3,62	0
12-sep	7:40	46,1	4,61	3,487	48,4	4,84	4,049	37,3	3,73	0,618
13-sep	7:30	52,8	5,28	7,255	55,9	5,59	8,267	49,3	4,93	7,367
14-sep	7:45	54,3	5,43	8,098	56,7	5,67	8,717	52,10	5,21	8,942

C.B.R.														
PENETRACIÓN		CARGA NORMAL	MOLDE N° 1				MOLDE N° 2				MOLDE N° 3			
			CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG		CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG		CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG	
Pulg.	mm	Kg	Kg	Kg/cm2	Kg	%	Kg	Kg/cm2	Kg	%	Kg	Kg/cm2	Kg	%
0	0		0,0	0			0,0	0			0,0	0		
0,025	0,63		14,7	0,8			14,7	0,8			14,7	0,8		
0,05	1,27		15,0	0,8			16,3	0,8			18,0	0,9		
0,075	1,9		17,3	0,9			18,0	0,9			21,3	1,1		
1	2,54	1360	37,9	2,0		2,8	42,9	2,2		3,2	51,2	2,6		3,8
0,2	5,08	2040	54,5	2,8		2,7	57,8	3,0		2,83	71,1	3,7		3,5
0,3	7,62		41,2	2,1			44,5	2,3			61,1	3,2		
0,4	10,16		44,5	2,3			54,5	2,8			74,4	3,8		
0,5	12,7		47,8	2,5			77,7	4,0			91,0	4,7		

Las lecturas realizadas en la prensa de cada molde están representadas en la siguiente tabla:

PENETRACIÓN		CARGA	Lecturas		
Pulg.	mm	NORMAL Kg	EXT-1	EXT-2	EXT-3
0	0		0,0	0,0	0,0
0,025	0,63		1,0	1,5	2,0
0,05	1,27		3,0	3,5	5,0
0,075	1,9		5,0	7,0	9,4
0,1	2,54	1360	8,0	9,5	12,0
0,2	5,08	2040	13,0	14,0	18,0
0,3	7,62		15,0	17,0	21,1
0,4	10,16		18,0	20,5	24,5
0,5	12,7		19,0	23,0	29,0

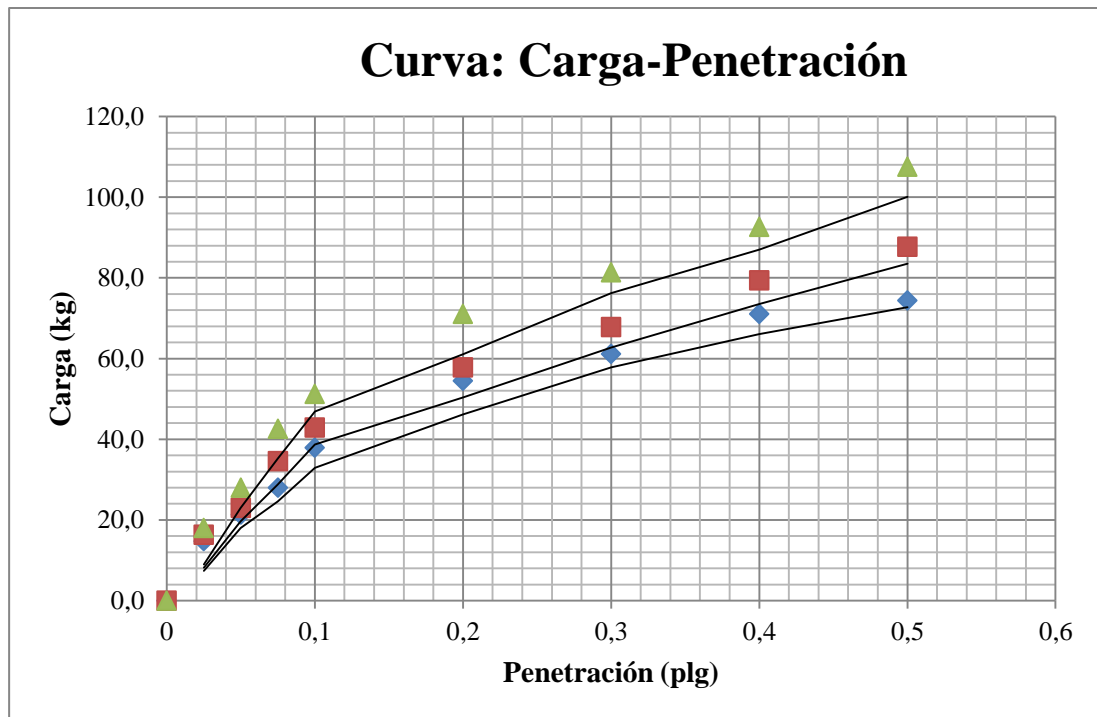


Figura 3.10 Gráfica Carga – Penetración Subrasante Progresiva 0+157.

C.B.R. %	Peso Unit. gr/cm ³
2,7	1,271
2,8	1,503
3,5	1,647

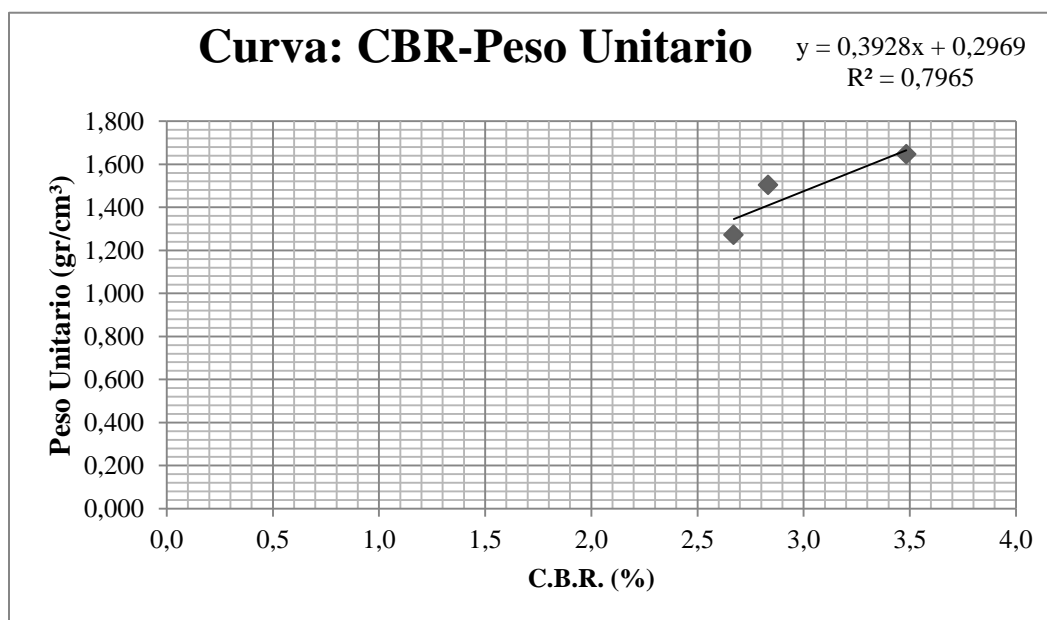


Figura 3.11 Gráfico CBR – Peso Unitario Subrasante Progresiva 0+157.

Los resultados del Valor Soporte CBR correspondientes al 100% de la densidad máxima y al 95% de la densidad máxima, se expresan a continuación:

CBR 100% D _{máx}	
4	%
CBR 95% D _{máx}	
3,35	%

➤ **ENSAYOS DE GRANULOMETRÍA.**

Muestra Total Seca= 518,7 gr.

Tamiz	Retenido (grs.)	Retenido Acumulado (grs.)	% Retenido	% Que Pasa
N°10	16,70	16,70	3,21	96,78
N°16	10,20	26,90	1,96	94,81
N°30	8,70	35,60	1,67	93,13
N°40	8,20	43,80	1,58	91,55
N°50	12,50	56,30	2,40	89,14
N°100	31,40	87,70	6,05	83,09
N°200	34,90	122,60	6,72	76,36
Pasa N°200	396,10	518,70	76,36	0,00

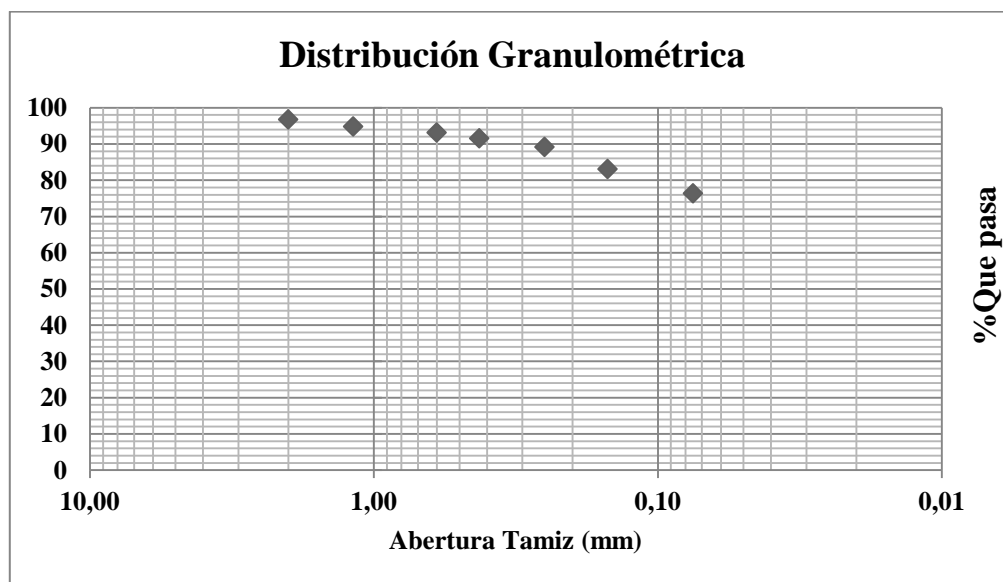


Figura 3.12 Distribución Granulométrica Subrasante progresiva 0+496,7.

$$IG = 0,2a + 0,005ac + 0,01bd$$

Donde: IG= Índice de Grupo
 a= Porcentaje que pasa tamiz N°200 – 35%=76,364-35=40
 b= Porcentaje que pasa tamiz N°200 – 15%=76,364-15=40
 c= Limite Liquido - 40%=0
 d= Índice de Plasticidad – 10%=13,089-10= 3,089

$$IG=0,2*40+0,005*40*0+0,01*40*3,089$$

$$IG=9$$

De acuerdo a los resultados obtenidos, determinamos la siguiente clasificación:

Según AASHTO: A-6(9) Arcilla Limosa.

Según SUCS: CL Arcilla Limosa.

➤ **LÍMITES DE ATTERBERG.**

Límite Líquido

Capsula N°	1	2	3	4	5
N° Golpes	17	22	24	31	34
Suelo Húmedo + Cápsula	47,40	35,90	41,70	39,20	44,60
Suelo Seco + Cápsula	40,80	32,20	36,70	34,80	38,90
Peso del Agua	6,60	3,70	5,00	4,40	5,70
Peso de la Cápsula	21,20	21,10	21,60	21,20	20,80
Peso del Suelo Seco	19,60	11,10	15,10	13,60	18,10
% Humedad	33,67	33,33	33,11	32,35	31,49

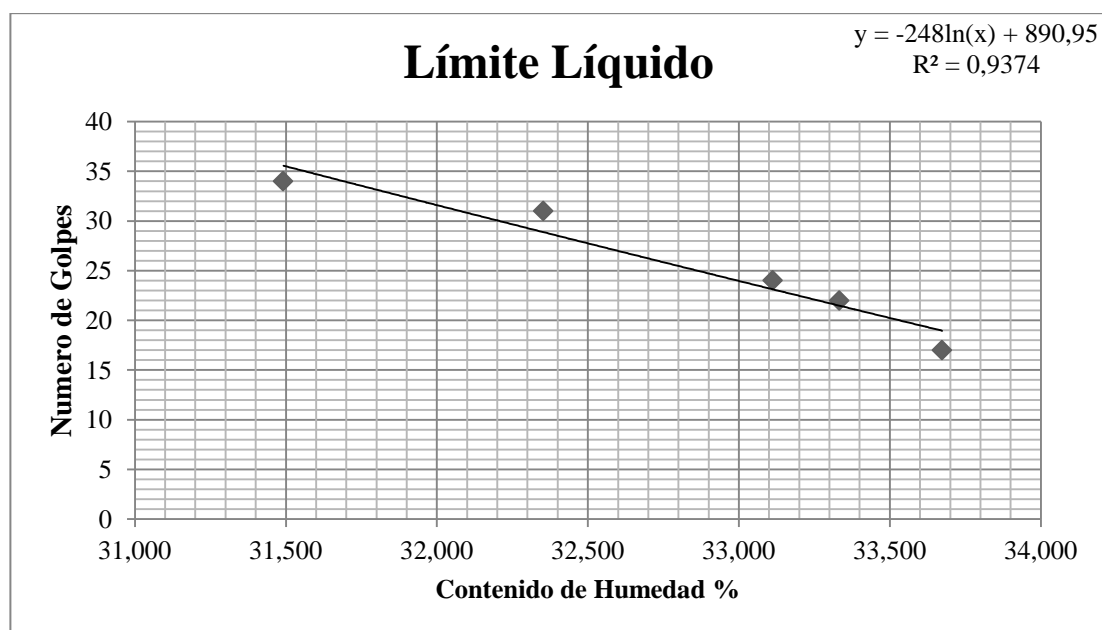


Figura 3.13 Análisis Límite Líquido Subrasante Progresiva 0+496,7.

En función a la ecuación obtenida por medio de la grafica se determina el valor del límite líquido:

$$\text{Límite Líquido} = LL = 32,843\%$$

Límite Plástico

Cápsula	1	2	3
Suelo Húmedo + Cápsula	29,3	32,1	26,4
Suelo Seco + Cápsula	28	30,5	25,6
Peso Cápsula	22,1	21,7	21,4
Peso del Suelo Seco	5,9	8,8	4,2
Peso del Agua	1,3	1,6	0,8
Contenido de Humedad	22,034	18,182	19,048

Promediando los valores del contenido de humedad obtenemos el siguiente resultado para el Límite Plástico:

$$LP = \frac{(22,034 + 18,182 + 19,048)}{3} = 19,754\%$$

$$IP = LL - LP$$

Donde: IP= Índice Plástico (%).

LL= Limite Liquido (%).

LP= Limite Plástico (%).

$$IP = 32,843 - 19,754 = 13,09\%$$

➤ **ENSAYOS DE DENSIDAD Y COMPACTACIÓN.**

Nº de capas	3	3	3	3	3
Nº de golpes por capa	25	25	25	25	25
Peso suelo húmedo + molde	5321	5418	5532	5476	5429
Peso del molde	3673,1	3673,1	3673,1	3673,1	3673,1
Peso suelo húmedo	1647,9	1744,9	1858,9	1802,9	1755,9
Volumen de la muestra	947,26	947,26	947,26	947,26	947,26
Densidad suelo húmedo (gr/cm ³)	1,740	1,842	1,962	1,903	1,854
Cápsula Nº	1	2	3	4	5
Peso suelo húmedo + capsula	57,3	58,2	51,7	55,4	59,8
Peso suelo seco + cápsula	54,8	54,9	47,9	50,1	53,6
Peso del agua	2,5	3,3	3,8	5,3	6,2
Peso de la cápsula	21,6	21,3	21,3	21,1	20,9
Peso suelo seco	33,2	33,6	26,6	29	32,7
Contenido de humedad (%h)	7,530	9,821	14,286	18,276	18,960
Densidad suelo seco (gr/cm ³)	1,618	1,677	1,717	1,609	1,558

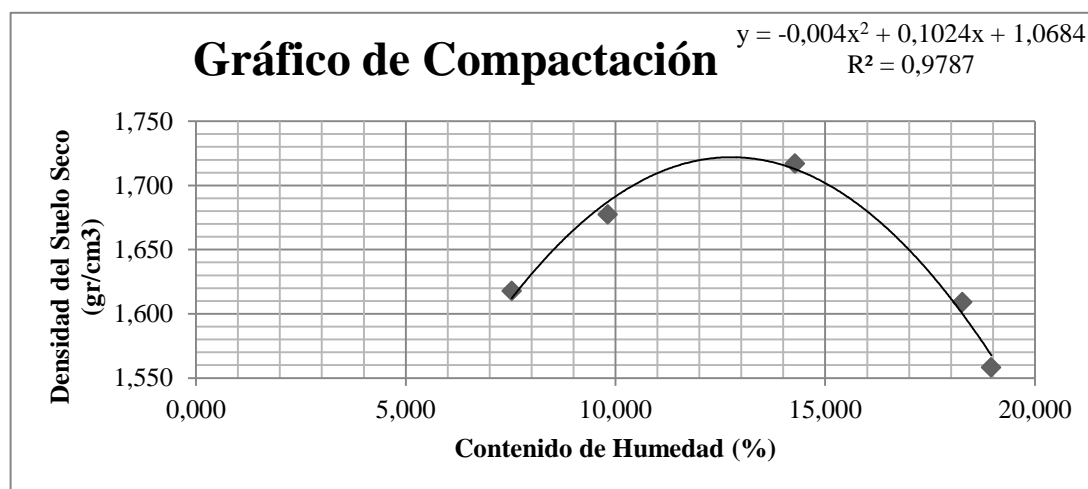


Figura 3.14 Gráfico de Compactación Subrasante Progresiva 0+496,7.

De la ecuación obtenida por medio del gráfico presentado, se determinan los siguientes resultados:

Humedad Óptima: 12,8 %

Densidad Máxima: 1,72 (gr/cm³)

➤ **ENSAYO DE CAPACIDAD SOPORTE CBR.**

Muestra	LL	IP	Clasificación	H. Opt.	D. Máx.
3	32,84	13,09	A-6(9)	12,80	1,72

CONTENIDO DE HUMEDAD Y PESO UNITARIO									
Nº capas	5			5			5		
Nº golpes por capa	12			25			56		
CONDICION DE MUESTRA	Antes de mojarse		D. de M	Antes de mojarse		D. de M	Antes de mojarse		D. de M
Peso muestra húm.+molde	10460		10870	10940		11175	12140		12275
Peso Molde	6335		6335	6255		6255	7180		7180
Peso muestra húmeda	4125		4535	4685		4920	4960		5095
Volumen de la muestra	2297,3		2297,3	2297,3		2297,3	2297,3		2297,3
Peso Unit. Muestra Húm.	1,796		1,974	2,039		2,142	2,159		2,218
MUESTRA DE HUMEDAD	Fondo	Superf.	2" sup.	Fondo	Superf.	2" sup.	Fondo	Superf.	2" sup.
Tara Nº	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Peso muestra Húm + tara	63,60	50,00	66,30	56,20	71,90	56,70	58,30	63,40	60,50
Peso muestra seca + tara	57,20	43,90	55,90	51,10	62,20	50,40	53,10	56,00	54,10
Peso del agua	6,4	6,1	10,4	5,1	9,7	6,3	5,2	7,4	6,4
Peso de tara	20,9	21,2	21,1	21,2	21	21,1	20,9	21	21,3
Peso de la muestra seca	36,3	22,7	34,8	29,9	41,2	29,3	32,2	35	32,8
Contenido humedad %	17,630	26,872	29,885	17,056	23,543	21,501	16,149	21,142	19,512
Promedio cont. Humedad	22,25		29,885	20,30		21,501	18,65		19,512
Peso Unit. muestra seca	1,469		1,5198	1,695		1,7626	1,820		1,8557

EXPANSIÓN										
FECHA	HORA	MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3		
		LECT.	EXPANSIÓN		LECT.	EXPANSIÓN		LECT.	EXPANSIÓN	
		EXTENS.	CM.	%	EXTENS.	CM.	%	EXTENS.	CM.	%
04-oct	11:40	70,5	7,05	0	36,3	3,63	0	31,4	3,14	0
05-oct	9:10	107,7	10,77	20,92	60,9	6,09	13,83	51,1	5,11	11,07
08-oct	8:30	116,5	11,65	25,87	71,4	7,14	19,74	56,3	5,63	14,00

C.B.R.														
PENETRACIÓN		CARGA NORMAL	MOLDE N° 1				MOLDE N° 2				MOLDE N° 3			
			CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG		CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG		CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG	
Pulg.	mm	Kg	Kg	Kg/cm2	Kg	%	Kg	Kg/cm2	Kg	%	Kg	Kg/cm2	Kg	%
0	0		0,0	0			0,0	0			0,0	0		
0,025	0,63		14,3	0,7			14,7	0,8			16,0	0,8		
0,05	1,27		16,3	0,8			18,0	0,9			22,0	1,1		
0,075	1,9		17,3	0,9			21,6	1,1			31,3	1,6		
0,1	2,54	1360	34,6	1,8		2,5	42,9	2,2		3,2	54,5	2,8		4,0
0,2	5,08	2040	51,2	2,6		2,5	61,1	3,2		3,00	77,7	4,0		3,8
0,3	7,62		28,6	1,5			47,2	2,4			91,0	4,7		
0,4	10,16		34,6	1,8			59,5	3,1			135,1	7,0		
0,5	12,7		41,9	2,2			81,0	4,2			187,5	9,7		

Las lecturas realizadas en la prensa de cada molde están representadas en la siguiente tabla:

PENETRACIÓN		CARGA NORMAL Kg	LECTURA		
Pulg.	mm		EXT-1	EXT-2	EXT-3
0	0		0,0	0,0	0,0
0,025	0,63		1,0	2,0	2,5
0,05	1,27		2,5	3,0	5,0
0,075	1,9		4,0	8,0	9,0
0,1	2,54	1360	7,0	9,5	13,0
0,2	5,08	2040	12,0	15,0	20,0
0,3	7,62		14,0	18,0	24,0
0,4	10,16		17,0	23,0	37,3
0,5	12,7		19,0	26,0	53,1

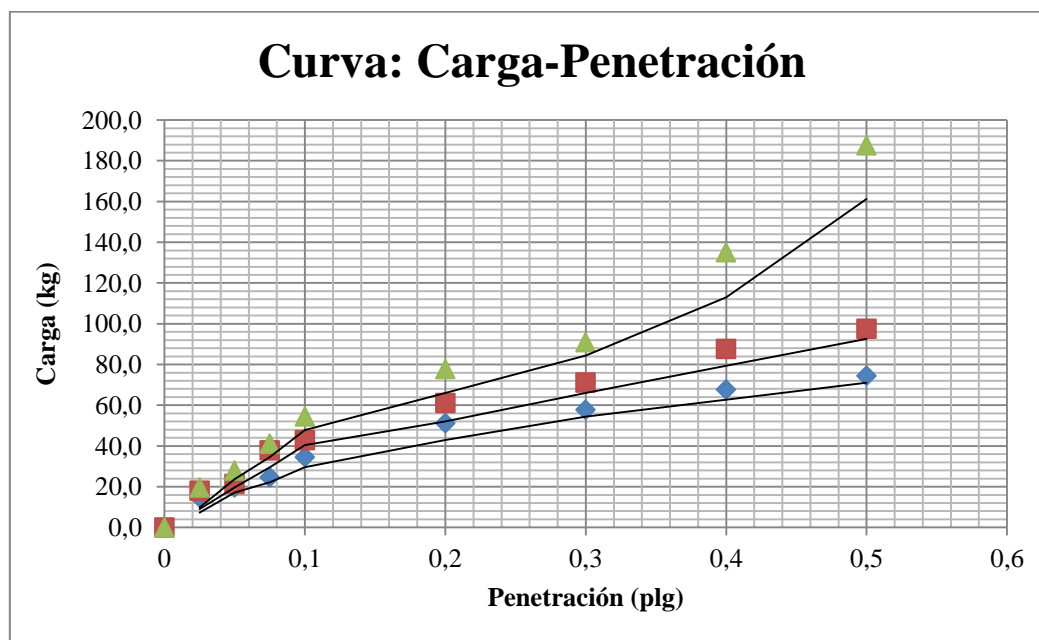


Figura 3.15 Gráfica Carga – Penetración Subrasante Progresiva 0+496,7.

C.B.R. %	Peso Unit. gr/cm ³
2,5	1,494
3,0	1,729
3,8	1,838

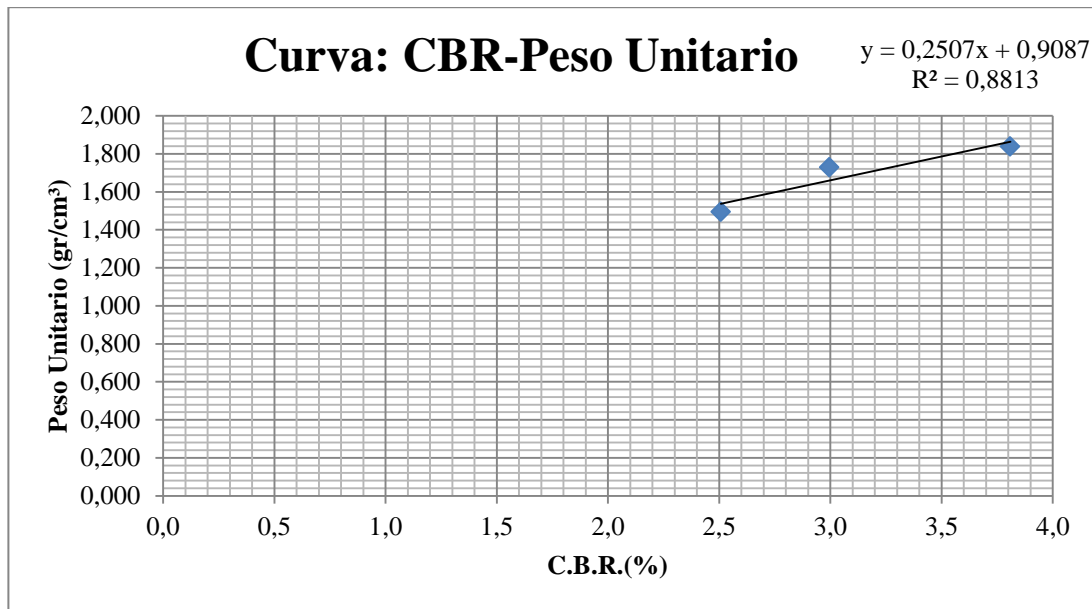


Figura 3.16 Gráfica CBR – Peso Unitario Muestra Subrasante Progresiva 0+496,7.

Los resultados del Valor Soporte CBR correspondientes al 100% de la densidad máxima y al 95% de la densidad máxima, se expresan a continuación:

CBR 100% D _{máx}
3,24 %
CBR 95% D _{máx}
2,893 %

➤ **ENSAYOS DE GRANULOMETRÍA.**

Muestra Total Seca= 300,4 gr.

Tamiz	Retenido (grs.)	Retenido Acumulado (grs.)	% Retenido	% Que Pasa
N°10	9,30	9,30	3,09	96,90
N°16	3,20	12,50	1,06	95,83
N°30	6,50	19,00	2,16	93,67
N°40	6,10	25,10	2,03	91,64
N°50	8,60	33,70	2,86	88,78
N°100	17,60	51,30	5,85	82,92
N°200	23,50	74,80	7,82	75,09
Pasa N°200	225,60	300,40	75,09	0,00

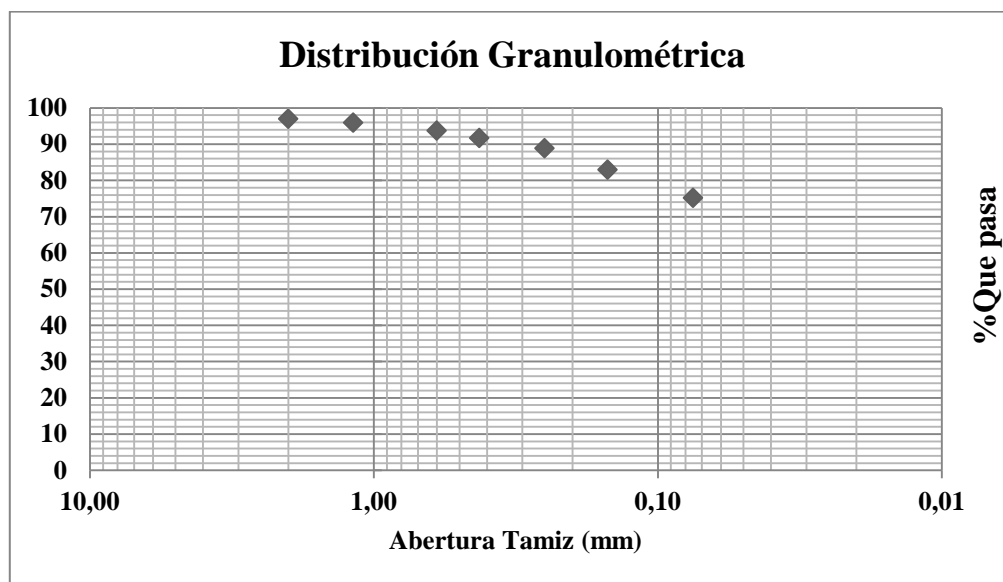


Figura 3.17 Distribución Granulométrica Subrasante progresiva 0+618.

$$IG = 0,2a + 0,005ac + 0,01bd$$

Donde: IG= Índice de Grupo
 a= Porcentaje que pasa tamiz N°200 – 35%=75,099-35=40
 b= Porcentaje que pasa tamiz N°200 – 15%=75,099-15=40
 c= Limite Liquido - 40%=0
 d= Índice de Plasticidad – 10%=13,281-10= 3,281

$$IG=0,2*40+0,005*40*0+0,01*40*3,281$$

$$IG=9$$

De acuerdo a los resultados obtenidos, determinamos la siguiente clasificación:

Según AASHTO: A-6(9) Arcilla Limosa.

Según SUCS: CL Arcilla Limosa.

➤ **LÍMITES DE ATTERBERG.**

Límite Líquido

Cápsula N°	1	2	3	4	5
N° Golpes	14	20	26	32	34
Suelo Húmedo + Cápsula	46,50	38,90	42,30	47,30	39,20
Suelo Seco + Cápsula	39,90	34,50	37,10	41,00	34,70
Peso del Agua	6,60	4,40	5,20	6,30	4,50
Peso de la Cápsula	20,80	21,40	21,30	21,70	20,50
Peso del Suelo Seco	19,10	13,10	15,80	19,30	14,20
% Humedad	34,55	33,58	32,91	32,64	31,69

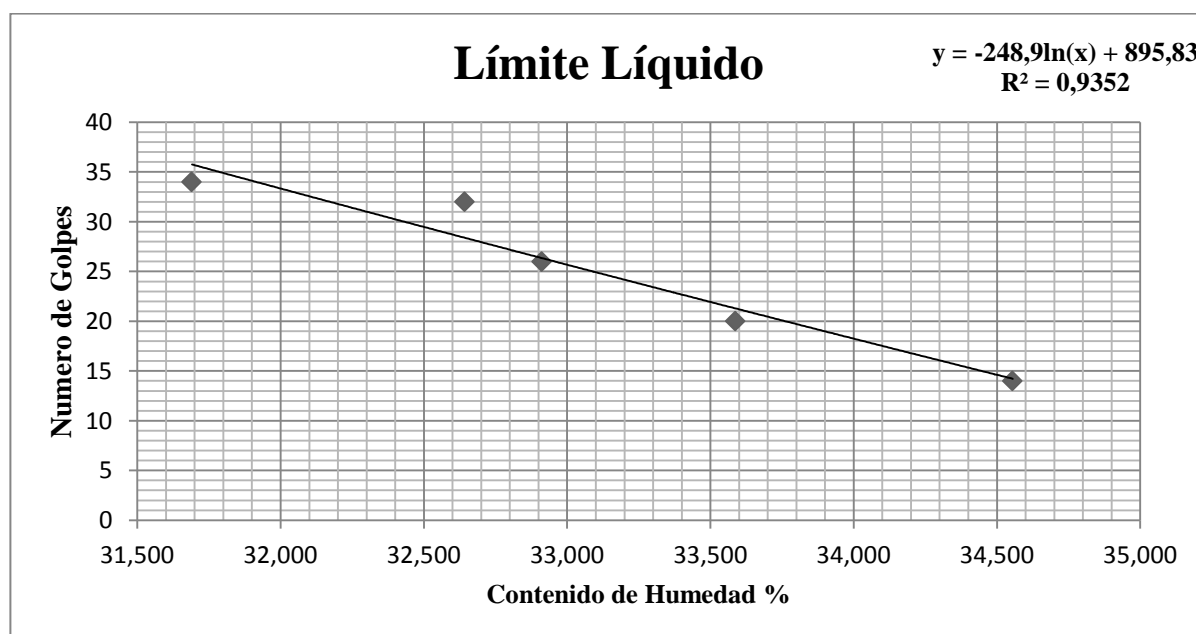


Figura 3.18 Análisis Límite Líquido Subrasante Progresiva 0+618.

En función a la ecuación obtenida por medio de la grafica se determina el valor del límite líquido:

$$\text{Límite Líquido} = LL = 33,073\%$$

Límite Plástico

Cápsula	1	2	3
Suelo Húmedo + Cápsula	26,1	22,2	23,4
Suelo Seco + Cápsula	25,2	21,8	22,9
Peso Cápsula	20,4	20	20,5
Peso del Suelo Seco	4,8	1,8	2,4
Peso del Agua	0,9	0,4	0,5
Contenido de Humedad	18,75	22,222	20,833

Promediando los valores del contenido de humedad obtenemos el siguiente resultado para el Límite Plástico:

$$LP = \frac{(18,75 + 22,222 + 20,833)}{3} = 19,792\%$$

$$IP = LL - LP$$

Donde: IP= Índice Plástico (%).

LL= Limite Liquido (%).

LP= Limite Plástico (%).

$$IP = 33,073 - 19,792 = 13,281\%$$

➤ **ENSAYOS DE DENSIDAD Y COMPACTACIÓN.**

Nº de capas	3	3	3	3	3	3
Nº de golpes por capa	25	25	25	25	25	25
Peso suelo húmedo + molde	5321	5362	5487	5518	5532	5327
Peso del molde	3673,1	3673,1	3673,1	3673,1	3673,1	3673,1
Peso suelo húmedo	1647,9	1688,9	1813,9	1844,9	1858,9	1653,9
Volumen de la muestra	947,26	947,26	947,26	947,26	947,26	947,26
Densidad suelo húmedo (gr/cm ³)	1,740	1,783	1,915	1,948	1,962	1,746
Cápsula Nº	1	2	3	4	5	6
Peso suelo húmedo + capsula	54,7	53,2	62,5	56,9	52,6	51,8
Peso suelo seco + cápsula	52,2	50,3	57,7	51,8	47,7	46,4
Peso del agua	2,5	2,9	4,8	5,1	4,9	5,4
Peso de la cápsula	21,4	20,8	21,5	21,2	21,6	21,3
Peso suelo seco	30,8	29,5	36,2	30,6	26,1	25,1
Contenido de humedad (%h)	8,117	9,831	13,260	16,667	18,774	21,514
Densidad suelo seco (gr/cm ³)	1,609	1,623	1,691	1,669	1,652	1,437

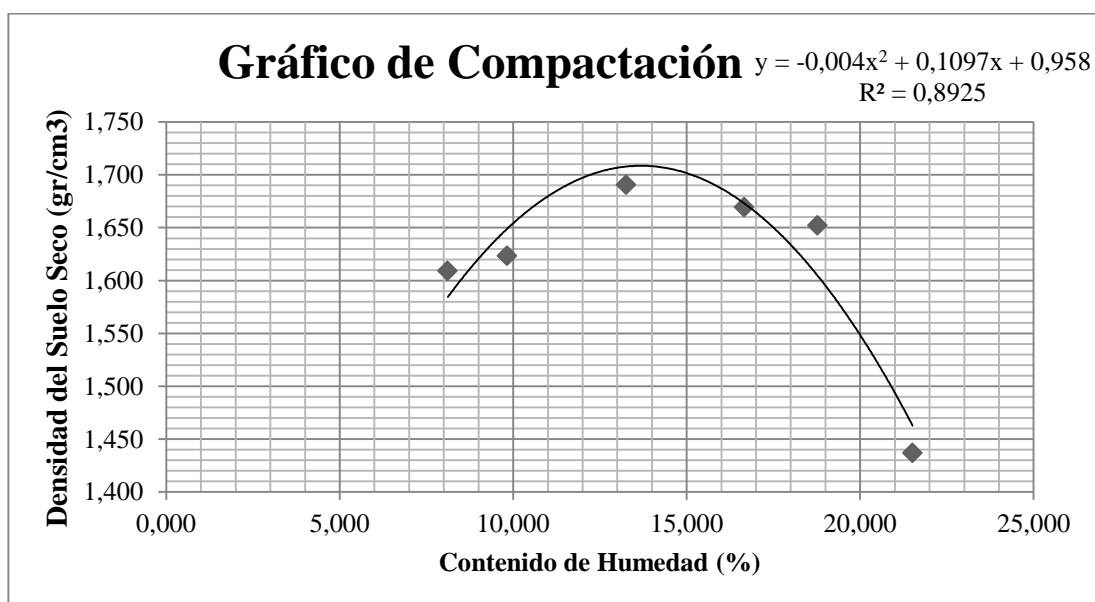


Figura 3.19 Gráfico de Compactación Subrasante Progresiva 0+618.

De la ecuación obtenida por medio del gráfico presentado, se determinan los siguientes resultados:

Humedad Óptima: 13,71 %

Densidad Máxima: 1,71 (gr/cm³)

➤ **ENSAYO DE CAPACIDAD SOPORTE CBR.**

Muestra	LL	IP	Clasificación	H. Opt.	D. Máx.
2	33,073	13,281	A-6(9)	13,71	1,71

CONTENIDO DE HUMEDAD Y PESO UNITARIO									
N° capas	5			5			5		
N° golpes por capa	12			25			56		
CONDICION DE MUESTRA	Antes de mojarse		D. de M	Antes de mojarse		D. de M	Antes de mojarse		D. de M
Peso muestra húm.+molde	10610		10831	10973		11131	11063		11153
Peso Molde	6590		6590	6550		6550	6489		6489
Peso muestra húmeda	4020		4241	4423		4581	4574		4664
Volumen de la muestra	2297,3		2297,3	2297,3		2297,3	2297,3		2297,3
Peso Unit. Muestra Húm.	1,750		1,846	1,925		1,994	1,991		2,030
MUESTRA DE HUMEDAD	Fondo	Superf.	2" sup.	Fondo	Superf.	2" sup.	Fondo	Superf.	2" sup.
Tara N°	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Peso muestra Húm + tara	67,10	49,90	42,10	62,30	53,70	55,70	46,00	41,55	66,90
Peso muestra seca + tara	58,30	43,40	37,20	54,70	47,20	49,35	41,40	37,10	60,50
Peso del agua	8,8	6,5	4,9	7,6	6,5	6,35	4,6	4,45	6,4
Peso de tara	12,6	13,5	12,93	12,6	12,93	13,95	13,18	13,4	13,3
Peso de la muestra seca	45,7	29,9	24,27	42,1	34,27	35,4	28,22	23,7	47,2
Contenido humedad %	19,256	21,739	20,189	18,052	18,967	17,937	16,301	18,776	13,559
Promedio cont. Humedad	20,50		20,189	18,51		17,937	17,54		13,559
Peso Unit. muestra seca	1,452		1,5360	1,625		1,690	1,694		1,787

EXPANSIÓN										
FECHA	HORA	MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3		
		LECT.	EXPANSIÓN		LECT.	EXPANSIÓN		LECT.	EXPANSIÓN	
		EXTENS.	CM.	%	EXTENS.	CM.	%	EXTENS.	CM.	%
14-sep	17:10	25,6	2,56	0	8,7	0,87	0	24,7	2,47	0
15-sep	8:00	32,2	3,22	3,712	17,9	1,79	5,174	27,5	2,75	1,574
17-sep	7:45	33	3,3	4,161	19,7	1,97	6,186	32,6	3,26	4,443
18-sep	7:30	33,6	3,36	4,499	19,9	1,99	6,299	35,1	3,51	5,849

PENETRACIÓN		MOLDE N° 1				MOLDE N° 2				MOLDE N° 3			
		CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG		CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG		CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG	
Pulg.	mm	Kg	Kg/cm2	Kg	%	Kg	Kg/cm2	Kg	%	Kg	Kg/cm2	Kg	%
0	0	0,0	0			0,0	0			0,0	0		
0,025	0,63	27,9	1,4			41,2	2,1			44,5	2,3		
0,05	1,27	37,9	2,0			47,8	2,5			54,5	2,8		
0,075	1,9	44,5	2,3			51,2	2,6			61,1	3,2		
0,1	2,54	71,1	3,7		5,2	77,7	4,0		5,7	94,3	4,9		6,9
0,2	5,08	77,7	4,0		3,8	91,0	4,7		4,46	114,2	5,9		5,6
0,3	7,62	97,6	5,0			114,2	5,9			124,1	6,4		
0,4	10,16	147,4	7,6			177,2	9,2			200,4	10,4		
0,5	12,7	173,9	9,0			203,7	10,5			227,0	11,7		

Las lecturas realizadas en la prensa de cada molde están representadas en la siguiente tabla:

PENETRACIÓN		Lecturas		
Pulg.	mm	EXT-1	EXT-2	EXT-3
0	0	0,0	0,0	0,0
0,025	0,63	5,0	9,0	10,0
0,05	1,27	8,0	11,0	13,0
0,075	1,9	10,0	12,0	15,0
0,1	2,54	18,0	20,0	25,0
0,2	5,08	20,0	24,0	31,0
0,3	7,62	26,0	31,0	34,0
0,4	10,16	41,0	50,0	57,0
0,5	12,7	49,0	58,0	65,0

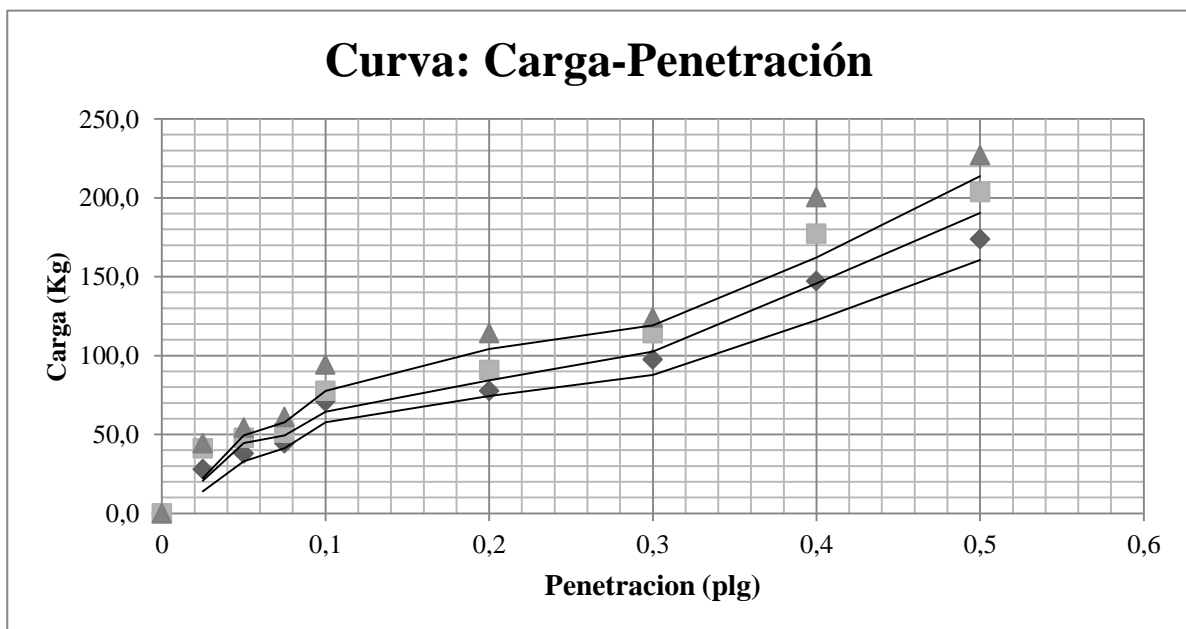


Figura 3.20 Gráfica de Carga – Penetración Subrasante Progresiva 0+618.

C.B.R. %	Peso Unit. gr/cm ³
3,8	1,494
4,5	1,658
5,6	1,741

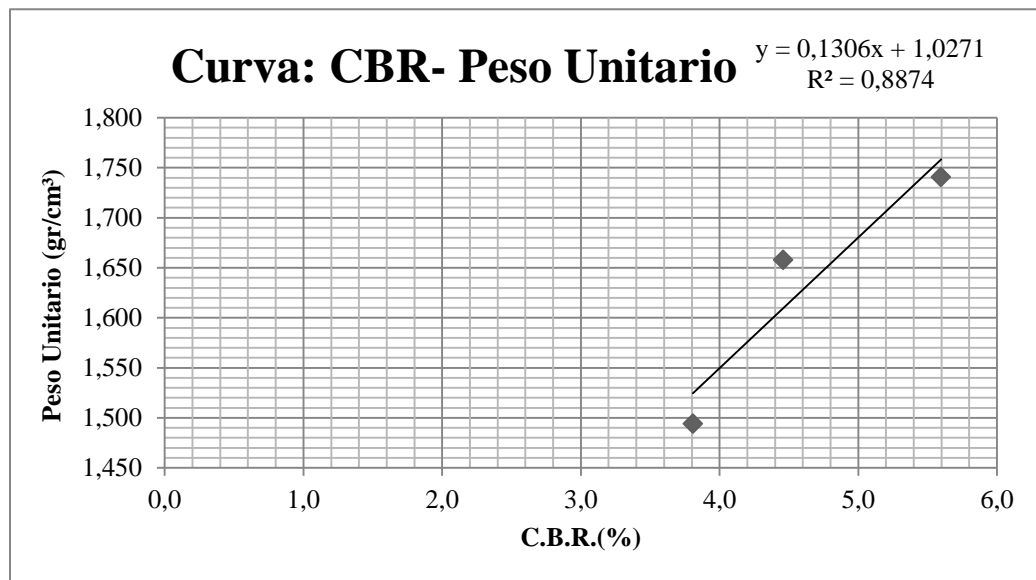


Figura 3.21 Gráfico CBR – Peso Unitario Subrasante Progresiva 0+618.

Los resultados del Valor Soporte CBR correspondientes al 100% de la densidad máxima y al 95% de la densidad máxima, se expresan a continuación:

CBR 100% D.Máx	
5,23	%
CBR 95% D.Máx.	
4,574	%

➤ **ENSAYOS DE GRANULOMETRÍA.**

Muestra Total Seca= 483,2 gr.

Tamiz	Retenido (grs.)	Retenido Acumulado (grs.)	% Retenido	% Que Pasa
N°10	11,60	11,60	2,40	97,59
N°16	14,90	26,50	3,08	94,51
N°30	9,10	35,60	1,88	92,62
N°40	10,60	46,20	2,19	90,43
N°50	11,30	57,50	2,33	88,09
N°100	30,60	88,10	6,33	81,75
N°200	36,70	124,80	7,59	74,16
Pasa N°200	358,20	483,00	74,16	0,00

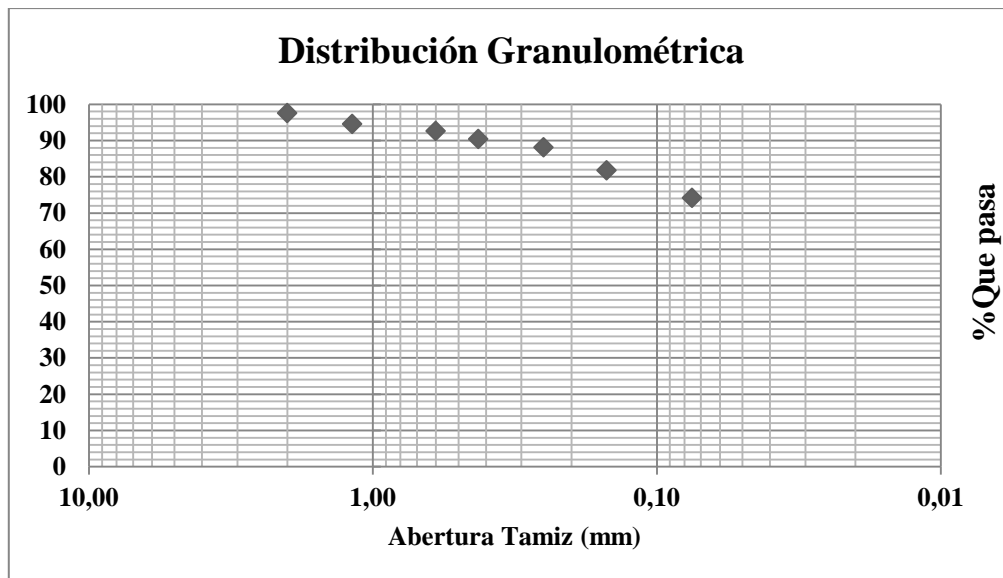


Figura 3.22 Distribución Granulométrica Subrasante progresiva 0+846

➤ **LÍMITES DE ATTERBERG.**

Límite Líquido

Cápsula N°	1	2	3	4	5
N° Golpes	18	21	26	32	34
Suelo Húmedo + Cápsula	37,40	45,30	41,60	40,50	31,70
Suelo Seco + Cápsula	33,20	39,30	36,70	35,90	29,10
Peso del Agua	4,20	6,00	4,90	4,60	2,60
Peso de la Cápsula	20,80	21,30	21,40	21,10	20,90
Peso del Suelo Seco	12,40	18,00	15,30	14,80	8,20
% Humedad	33,87	33,33	32,02	31,08	31,70

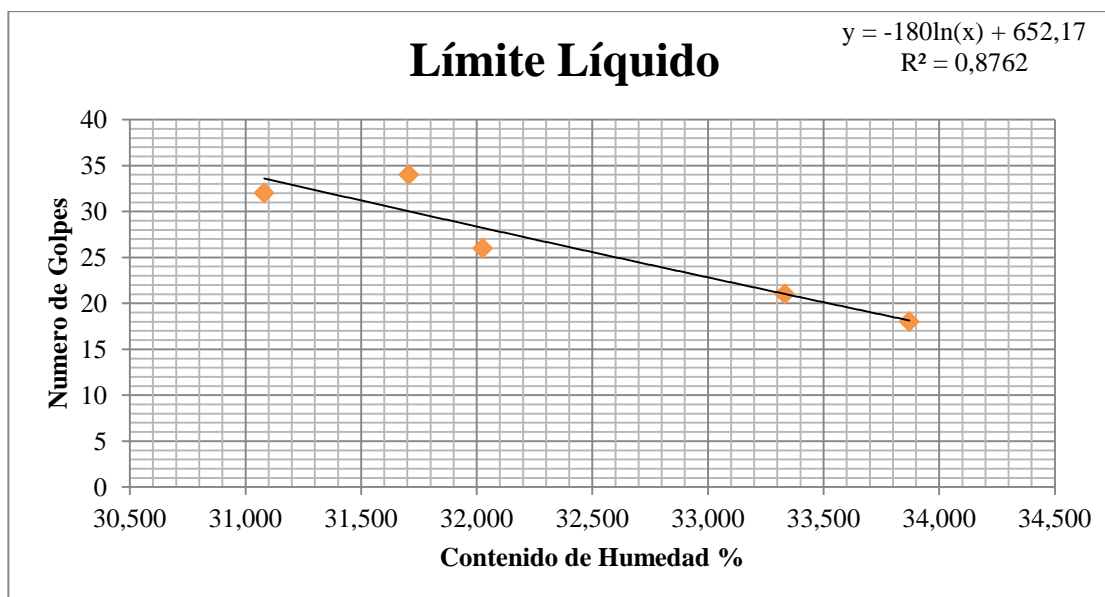


Figura 3.23 Análisis Límite Líquido Subrasante Progresiva 0+846.

En función a la ecuación obtenida por medio de la grafica se determina el valor del límite líquido:

$$\text{Límite Líquido} = LL = 32,599\%$$

Límite Plástico

Cápsula	1	2	3
Suelo Húmedo + Cápsula	33,6	29	27,5
Suelo Seco + Cápsula	31,7	27,9	26,2
Peso Cápsula	21,1	21,6	20,8
Peso del Suelo Seco	10,6	6,3	5,4
Peso del Agua	1,9	1,1	1,3
Contenido de Humedad	17,925	17,460	24,074

Observamos que el valor de la cápsula 3 se puede depurar debido a que varía en gran porcentaje respecto a los otros valores, por lo tanto el valor del límite plástico será:

$$LP = \frac{(17,925 + 17,460)}{2} = 17,692\%$$

$$IP = LL - LP$$

Donde: IP= Índice Plástico (%).

LL= Limite Liquido (%).

LP= Limite Plástico (%).

$$IP = 32,599 - 17,692 = 14,907\%$$

➤ **ENSAYOS DE DENSIDAD Y COMPACTACIÓN.**

Nº de capas	3	3	3	3	3
Nº de golpes por capa	25	25	25	25	25
Peso suelo húmedo + molde	5372	5462	5567	5439	5381
Peso del molde	3673,1	3673,1	3673,1	3673,1	3673,1
Peso suelo húmedo	1698,9	1788,9	1893,9	1765,9	1707,9
Volumen de la muestra	947,26	947,26	947,26	947,26	947,26
Densidad suelo húmedo (gr/cm ³)	1,793	1,889	1,999	1,864	1,803
Cápsula Nº	1	2	3	4	5
Peso suelo húmedo + capsula	49,7	56,1	63,2	51,7	54,2
Peso suelo seco + cápsula	47,4	52,3	57,4	46,4	48,3
Peso del agua	2,3	3,8	5,8	5,3	5,9
Peso de la cápsula	21,3	20,9	21,8	21,3	21,2
Peso suelo seco	26,1	31,4	35,6	25,1	27,1
Contenido de humedad (%h)	8,812	12,102	16,292	21,116	21,771
Densidad suelo seco (gr/cm ³)	1,648	1,685	1,719	1,539	1,481

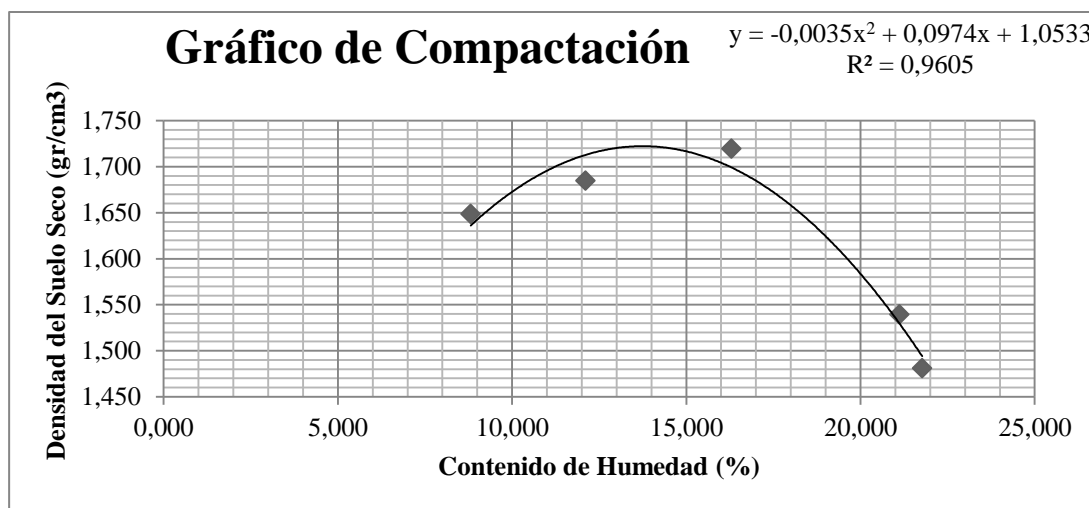


Figura 3.24 Gráfico de Compactación Subrasante Progresiva 0+846.

De la ecuación obtenida por medio del gráfico presentado, se determinan los siguientes resultados:

Humedad Óptima: 13,91 %

Densidad Máxima: 1,73 (gr/cm³)

➤ **ENSAYO DE CAPACIDAD SOPORTE CBR.**

Muestra	LL	IP	Clasificación	H. Opt.	D. Máx.
4	32,60	14,91	A-6(10)	13,91	1,73

CONTENIDO DE HUMEDAD Y PESO UNITARIO									
N° capas	5			5			5		
N° golpes por capa	12			25			56		
CONDICION DE MUESTRA	Antes de mojarse		D. de M	Antes de mojarse		D. de M	Antes de mojarse		D. de M
Peso muestra húm.+molde	10136		10564	10378		10721	10725		11018
Peso Molde	6669		6669	6512		6512	6335		6335
Peso muestra húmeda	3467		3895	3866		4209	4390		4683
Volumen de la muestra	2297,3		2297,3	2297,3		2297,3	2297,3		2297,3
Peso Unit. Muestra Húm.	1,509		1,695	1,683		1,832	1,911		2,038
MUESTRA DE HUMEDAD	Fondo	Superf.	2" sup.	Fondo	Superf.	2" sup.	Fondo	Superf.	2" sup.
Tara N°	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Peso muestra Húm + tara	58,40	63,40	49,10	53,90	66,50	59,70	55,30	56,80	64,20
Peso muestra seca + tara	51,60	54,90	43,70	47,60	57,30	52,20	48,40	48,90	56,10
Peso del agua	6,8	8,5	5,4	6,3	9,2	7,5	6,9	7,9	8,1
Peso de tara	14,06	13,3	13,92	14,1	13,7	14,06	13,28	13,58	13,62
Peso de la muestra seca	37,54	41,6	29,78	33,5	43,6	38,14	35,12	35,32	42,48
Contenido humedad %	18,114	20,432	18,133	18,806	21,101	19,664	19,646	22,367	19,068
Promedio cont. Humedad	19,27		18,133	19,95		19,664	21,01		19,068
Peso Unit. muestra seca	1,265		1,4352	1,403		1,5311	1,579		1,7120

EXPANSIÓN											
FECHA	HORA	TIEMPO EN DÍAS	MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3		
			LECT.	EXPANSIÓN		LECT.	EXPANSIÓN		LECT.	EXPANSIÓN	
			EXTENS.	CM.	%	EXTENS.	CM.	%	EXTENS.	CM.	%
04-oct	18:10	1	11	1,1	0	9,6	0,96	0	14,5	1,45	0
05-oct	8:35	2	18,7	1,87	4,330	15,3	1,53	3,205	21,3	2,13	3,824
07-oct	8:45	3	28,4	2,84	9,786	24,2	2,42	8,211	27,2	2,72	7,142
08-oct	8:50	4	34,8	3,48	13,385	30,6	3,06	11,811	33,8	3,38	10,854

PENETRACIÓN		MOLDE N° 1				MOLDE N° 2				MOLDE N° 3			
		CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG		CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG		CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG	
Pulg.	mm	Kg	Kg/cm2	Kg	%	Kg	Kg/cm2	Kg	%	Kg	Kg/cm2	Kg	%
0	0	0,0	0			0,0	0			0,0	0		
0,025	0,63	19,7	1,0			21,3	1,1			24,6	1,3		
0,05	1,27	21,3	1,1			24,6	1,3			34,6	1,8		
0,075	1,9	24,6	1,3			31,3	1,6			44,5	2,3		
0,1	2,54	34,6	1,8		2,5	41,2	2,1		3,0	54,5	2,8		4,0
0,2	5,08	44,5	2,3		2,2	47,8	2,5		2,35	71,1	3,7		3,5
0,3	7,62	54,5	2,8			64,4	3,3			100,9	5,2		
0,4	10,16	61,1	3,2			77,7	4,0			114,2	5,9		
0,5	12,7	74,4	3,8			91,0	4,7			130,8	6,8		

Las lecturas realizadas en la prensa de cada molde están representadas en la siguiente tabla:

PENETRACIÓN		Lecturas		
Pulg.	mm	EXT-1	EXT-2	EXT-3
0	0	0,0	0,0	0,0
0,025	0,63	2,5	3,0	4,0
0,05	1,27	3,0	4,0	7,0
0,075	1,9	4,0	6,0	10,0
0,1	2,54	7,0	9,0	13,0
0,2	5,08	10,0	11,0	18,0
0,3	7,62	13,0	16,0	27,0
0,4	10,16	15,0	20,0	31,0
0,5	12,7	19,0	24,0	36,0

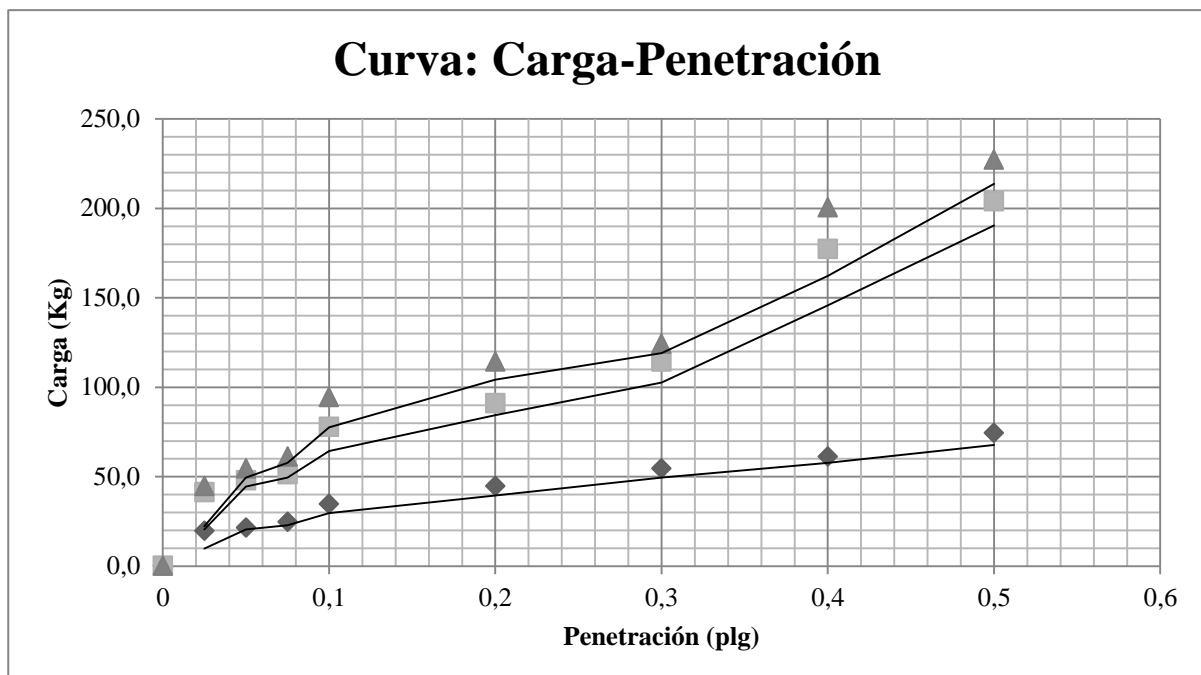


Figura 3.25 Gráfica Carga – Penetración Subrasante Progresiva 0+846.

C.B.R. %	Peso Unit. gr/cm ³
2,2	1,350
2,3	1,467
3,5	1,646

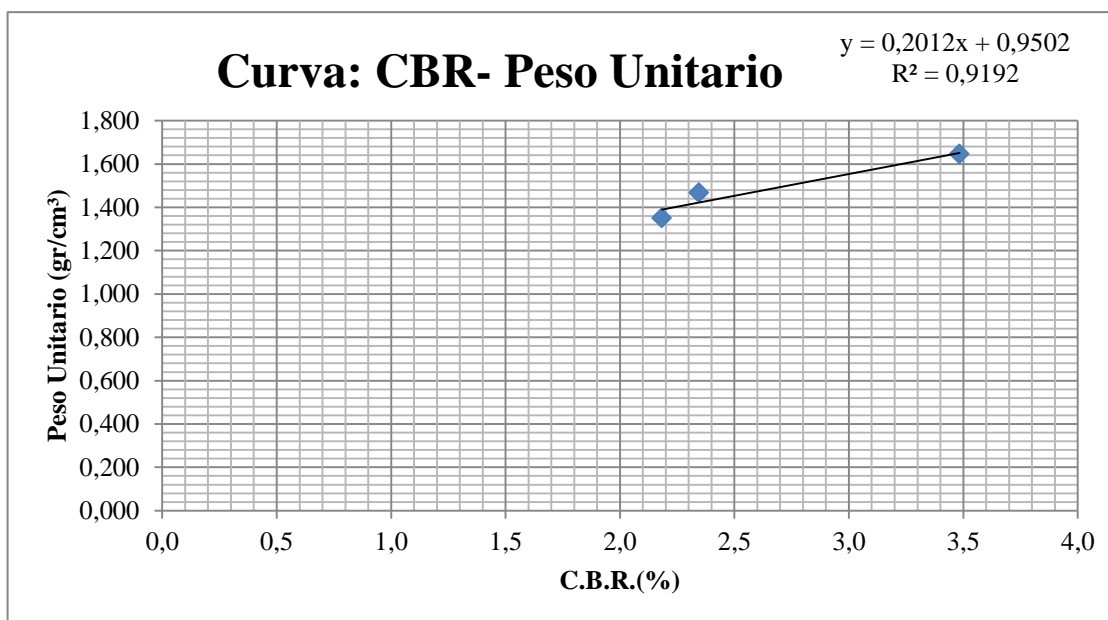


Figura 3.26 Gráfico CBR – Peso Unitario Subrasante Progresiva 0+846.

Los resultados del Valor Soporte CBR correspondientes al 100% de la densidad máxima y al 95% de la densidad máxima, se expresan a continuación:

CBR 100% D _{máx}	
3,88	%
CBR 95% D _{máx}	
3,446	%

3.2. DISEÑO DE DRENAJE DE VÍAS URBANAS.

Esta parte del proyecto está orientada en el diseño de obras necesarias para recoger y eliminar las aguas que se acumulan en la plataforma de la vía, las que provienen de aguas de lluvias y deben ser apartadas de manera inmediata.

3.2.1. CRITERIOS DE DISEÑO.

Como criterio de diseño principal se evitará la concentración de flujos a través de la plataforma, evitando la inundación de la misma y el impedimento de libre circulación de los peatones.

Además se tomará en cuenta los siguientes valores para límites de inundación de aguas superficiales y la frecuencia de la lluvia de diseño según el tipo de vía:

Característica de la Carretera	Límite de inundación de Aguas Superficiales (Basados en un $t_c=10$ min)	Frecuencia de la lluvia de diseño
Puntos Bajos de Calzada y Secciones bajo Nivel de Terreno.	Hasta un ancho de 1,50m de la calzada independientemente del tipo de berma.	Autopistas: 50 años Primarios: 25 años Caminos: 10 años

Tabla 3.9 Criterios de Diseño Drenaje

El componente cordón-calzada cumplirá la función de cuneta longitudinal, por lo tanto deberá cumplir la pendiente longitudinal mínima requerida de 0,12% (este valor es el correspondiente para cunetas revestidas).

En relación a las intersecciones con solera, el tránsito de peatones es un factor muy importante, por lo tanto el drenaje de intersecciones se puede resolver mediante la intercepción total del flujo en o cerca de la esquina o la intercepción parcial del flujo.

3.2.2. DISEÑO DE BOCATORMENTAS.

Los bocatormentas son sistemas colectores destinados a drenar la escorrentía superficial de la calzada, evacuando las aguas a determinados puntos de descarga.

Su ubicación está determinada principalmente por el volumen y movimiento de vehículos y peatones los que constituyen un factor importante de control, la ubicación usual del sumidero es en el extremo aguas arriba del cruce de una intersección, fuera del espacio destinado al tránsito de peatones. De igual manera la corriente de agua puede conducirse a través de la intersección hasta un sumidero ubicado aguas abajo del cruce.

La elección del tipo del sumidero colector es de esencial importancia para la eficiencia del drenaje de las aguas de superficie. Para que esta opción sea correcta, se debe analizar diversos factores físicos e hidráulicos, tales como el punto de localización, caudal de proyecto, pendiente transversal y longitudinal de la cuneta y de la calle, interferencia en el tráfico y las posibilidades de obstrucciones. En el presente proyecto se adoptó sumideros tipo ventana debido a los siguientes factores:

- Puntos intermediarios en cunetas de pequeña pendiente longitudinal ($I \leq 3 \%$).
- Presencia de materiales obstructivos en las cunetas.
- Calles de tráfico intenso y rápido.
- Aguas arriba de los cruces.

3.2.3. DISEÑO DE COLECTORES.

El diseño de las tuberías que recogerán las aguas superficiales que fueron recolectadas por los sumideros fue realizado en función a los siguientes parámetros:

- Área Tributaria; es aquella área de la cual los sumideros tendrán la función de captar las aguas que caen sobre estas. En los cálculos su valor esta presentado en hectáreas.
- Tiempo de concentración; es el lapso de tiempo, bajo precipitación constante, que tarda el agua en ir desde el punto más distante hasta el punto de evacuación o sumidero. Como norma general, el tiempo de concentración no debe ser inferior a 10 minutos.
- Intensidad, este valor se obtiene a través del estudio hidrológico de la zona, del cual se obtiene las curvas de intensidad duración y frecuencia.

$$I = \frac{c * f^m}{t^n}$$

Los valores de c, m, n son valores correspondientes a las características regionales de la precipitación, además se toma en cuenta el tiempo de duración de lluvia (t) y la frecuencia en años (f).

- Coeficiente de esorrentía determinado a partir de las características de previstas en la zona del proyecto.

MEMORIA DE CÁLCULO.

Para determinar la capacidad de los sumideros de ventana ubicados en puntos bajos se aplica la siguiente expresión:

$$\frac{Q}{L} = 1,72 * y^{\frac{3}{2}}$$

Donde:

Q= Caudal por metro lineal (lt/s).

Y= Profundidad (cm).

Para una altura de ventana de 18 cm se determina que la capacidad del sumidero es de:

$$Q=131,352 \text{ lt/s}$$

El anterior dimensionamiento de sumidero se realizo para 1 metro lineal del mismo, si adoptamos una longitud de 1,5 metros y asumimos el funcionamiento del sumidero como vertedero es decir con una relación $y \leq h$, se dimensiona el mismo bajo la siguiente expresión:

$$\frac{Q}{L} = 1,703 * y^{\frac{3}{2}}$$

Resultando así que el caudal máximo que un sumidero de 1,5 m de longitud tiene la capacidad de captar es el siguiente valor:

$$Q=197 \text{ lt/s}$$

Para el cálculo del coeficiente de escorrentía se siguió el siguiente proceso:

Área total de los manzanos: 57880,704 (m²).

Área total de las aceras: 8022,654 (m²).

Área Calzada: 18013,046 (m²).

Área Total de análisis: 83916,44 (m²).

Porcentaje de Casas c/Tejas= 63%

Coeficiente escorrentía: 0,75

Porcentaje de calles pavimentadas= 100%

Coeficiente escorrentía: 0,45

Porcentaje de jardines= 11%

Coeficiente escorrentía: 0,1

Porcentaje de patios con cemento= 26%

Coeficiente escorrentía: 0,6

C ponderado= 0,6

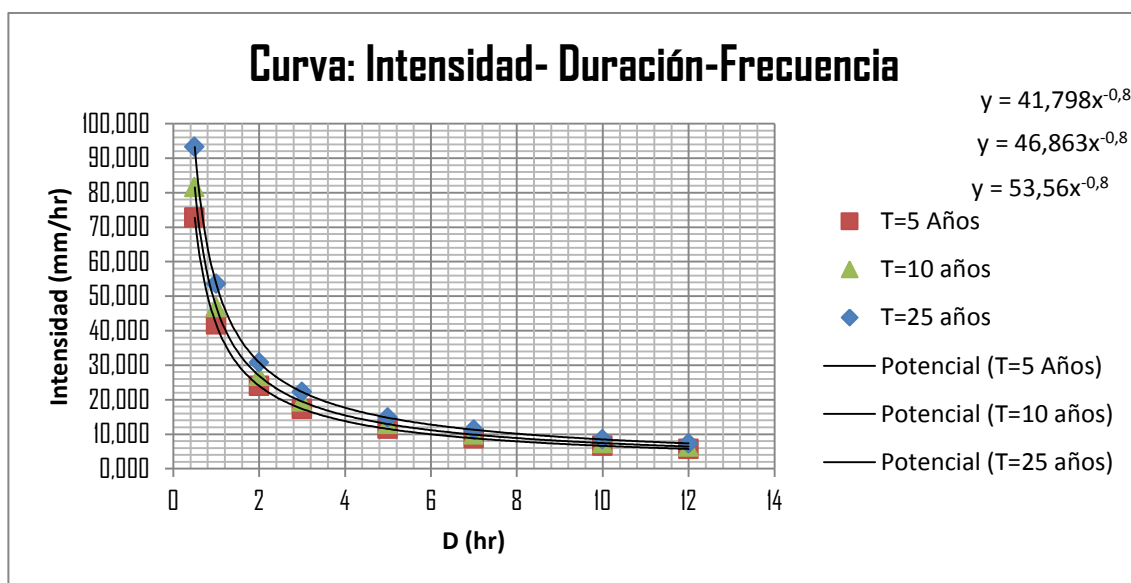


Figura 3.27 Curvas IDF Análisis Ciudad de Tarija.

Para un periodo de Retorno de 10 años se determina la siguiente ecuación de la intensidad:

$$I = 46,863 * tc^{-0,8}$$

Las ecuaciones matemáticas empleadas para el diseño a tubo lleno son las siguientes:

$$Q = 2,78 * C * I * A$$

Q= Caudal (lt/s).

C= Coeficiente de Escorrentía.

I= Intensidad de la lluvia (mm/hr).

A= Área Aporte (ha).

$$\phi = \left(\frac{10,079 * Q * n}{\pi * \sqrt{S}} \right)^{\frac{3}{8}}$$

Ø= Diámetro (m).

N= Coeficiente de rugosidad= 0,013 (Tubos de hormigón)

S= Pendiente (m/m)

Colectores		Área Tributaria (Ha)		Tiempo Concent. (min)		I	C	Caudal (Lt/s)		Diseño a Tubo Lleno (m)			
Inc.	Fin	Parc.	Acum	Ent.	Tramo	(mm/h)		Parcial	Acum	S	Diám. Calc	Diám. Com.	V. (m/s)
1	2	0,31	0,31	10,0	0,16	196,5	0,6	101,60	101,60	0,03	0,25	0,45	3,10
3	2	0,45	0,45	10,0	0,07	196,5	0,6	147,49	147,49	0,01	0,35	0,45	1,79
2	2'	0,76	0,76	10,07	0,13	195,3	0,6	247,62	247,62	0,02	0,37	0,45	2,54
21	22	0,80	0,80	10,0	0,16	196,5	0,6	262,86	262,86	0,03	0,36	0,45	3,10
5	6	0,95	0,95	10,0	0,25	196,5	0,6	310,05	310,05	0,01	0,53	0,60	1,54
7	7'	1,20	1,20	10,0	0,20	196,5	0,6	392,65	392,65	0,01	0,51	0,80	2,63
8	12	0,66	0,66	10,0	0,15	196,5	0,6	216,32	216,32	0,00	0,51	0,60	1,19
11	12	0,97	0,97	10,0	0,10	196,5	0,6	317,92	317,92	0,02	0,43	0,60	2,66
12	12'	1,63	1,63	10,1	0,15	194,9	0,6	530,15	530,15	0,01	0,57	0,80	2,63
9	10	0,34	0,34	10,0	0,07	196,5	0,6	111,44	111,44	0,01	0,32	0,45	1,79
13	10	0,70	0,70	10,0	0,06	196,5	0,6	229,43	229,43	0,03	0,33	0,45	3,21
10	14	1,04	1,04	10,06	0,06	195,5	0,6	339,17	339,17	0,04	0,37	0,60	4,34
17	18	0,66	0,66	10,0	0,10	196,5	0,6	216,32	216,32	0,02	0,38	0,45	2,20
15	16	0,49	0,66	10,0	0,15	196,5	0,6	160,60	216,32	0,01	0,41	0,45	1,79
19	20	0,16	0,16	10,0	0,18	196,5	0,6	52,44	52,44	0,01	0,25	0,45	1,50
23	24	0,13	0,13	10,0	0,05	196,5	0,6	43,66	43,66	0,01	0,23	0,45	1,70

Mientras que el diseño del tubo parcialmente lleno se baso en las siguientes ecuaciones:

$$Yn = \frac{1,31576}{\phi^{0,3558}} * \left(\frac{n * Q}{\sqrt{S}} \right)^{0,504827}$$

Yn= Tirante Normal (m)

$$\theta = 2ar \cos \left(\frac{\phi - 2Yn}{\phi} \right)$$

$$Am = \frac{\phi^2}{8} * (\theta rad - sen \theta rad)$$

Am= Área mojada (m²)

$$Pm = \frac{\phi * \theta rad}{2}$$

Pm= Perímetro Mojado (m)

$$\tau = S * \gamma * g * Rh * \left(1 - \frac{sen \theta rad}{\theta rad} \right)$$

Donde:

τ = Fuerza Tractiva (Pa)

γ = Peso especifico del agua (gr/cm³)

g= Fuerza de la Gravedad (m/s²).

Rh= Radio Hidráulico (m)

Colectores		Longitud	Yn	Yn / D	θ°	θ_r	Am	Pm	Rh	V	τ
Inicio	Fin	(m)	(m)				(m ²)	(m)	(m)	(m/s)	(Pa)
1	2	29,47	0,15	0,33	140,57	2,45	0,05	0,55	0,08	2,54	18,19
3	2	8	0,24	0,53	186,36	3,25	0,09	0,73	0,12	1,83	11,80
2	2'	20	0,26	0,58	197,36	3,44	0,09	0,78	0,12	2,68	26,06
21	22	29	0,24	0,54	188,12	3,28	0,09	0,74	0,12	3,19	36,02
5	6	23	0,37	0,62	207,61	3,62	0,18	1,09	0,17	1,66	9,36
7	7'	32,3	0,32	0,40	156,12	2,72	0,19	1,09	0,17	2,36	14,22
8	12	10,5	0,35	0,59	200,15	3,49	0,17	1,05	0,16	1,27	5,33
11	12	15,4	0,29	0,48	174,34	3,04	0,13	0,91	0,15	2,60	20,66
12	12'	24,2	0,37	0,46	171,16	2,99	0,23	1,19	0,19	2,54	17,65
9	10	7,5	0,21	0,46	170,39	2,97	0,07	0,67	0,11	1,72	9,83
13	10	12	0,22	0,49	178,12	3,11	0,08	0,70	0,11	3,18	34,57
10	14	15,85	0,23	0,38	153,02	2,67	0,10	0,80	0,12	3,84	40,56
17	18	13	0,26	0,58	197,95	3,45	0,10	0,78	0,12	2,32	19,64
15	16	15,65	0,29	0,64	212,59	3,71	0,11	0,83	0,13	1,96	14,47
19	20	16	0,15	0,34	143,30	2,50	0,05	0,56	0,09	1,25	4,47
23	24	5	0,13	0,29	131,12	2,29	0,04	0,51	0,08	1,30	4,47

Las ecuaciones utilizadas para determinar la profundidad a la que se encontrarán las tuberías son:

$$CotaRadier = CotaTerreno - Profundidad$$

$$CotaRadier Llegada = CotaRadier Inicio - S * L$$

S= Pendiente en el tramo (m/m).

L= Longitud (m).

Profundidad (m)

Cámara de Salida						Cámara de Llegada				Longitud
Inicio	Fin	N°	Cota Terreno	Cota Radier	Profun.	N°	Cota Terreno	Cota Radier	Profun.	Tramo
1	2	1	1891,59	1889,29	2,30	2	1890,40	1888,41	1,99	29,47
3	2	3	1890,44	1888,44	2,00	2	1890,40	1888,36	2,04	8,00
2	2'	2	1890,40	1888,36	2,04	2'	1890,15	1887,96	2,19	20,00
21	22	21	1890,97	1888,97	2,00	22	1888,69	1886,36	2,33	87,00
5	6	5	1890,35	1888,35	2,00	6	1889,88	1888,19	1,69	32,30
7	7'	7	1889,13	1887,13	2,00	7'	1889,52	1886,97	2,55	16,30
8	12	8	1888,09	1886,09	2,00	12	1887,91	1886,02	1,89	24,20
11	12	11	1888,25	1886,25	2,00	12	1887,91	1886,02	1,89	15,40
12	12'	12	1887,91	1886,02	1,89	12'	1887,82	1885,78	2,04	24,20
9	10	9	1886,31	1884,31	2,00	10	1886,32	1884,24	2,09	7,50
13	10	13	1886,62	1884,62	2,00	10	1886,32	1884,24	2,08	12,00
10	14	10	1886,32	1884,24	2,09	14	1885,23	1883,60	1,63	15,80
17	18	17	1886,22	1884,22	2,00	18	1885,77	1884,03	1,74	13,00
15	16	15	1885,44	1883,44	2,00	16	1885,99	1883,28	2,71	15,65
19	20	19	1884,11	1882,51	1,60	20	1884,89	1882,40	2,49	16,00
23	24	23	1884,07	1882,07	2,00	24	1884,06	1882,03	2,04	5,00

3.3. DISEÑO GEOMÉTRICO DE VÍAS URBANAS.

3.3.1. INTRODUCCIÓN.

Este capítulo reúne la metodología y procedimientos necesarios para proyectar el trazado de la Vía Urbana Avenida Costanera Zona El Tejar.

El diseño se basa en la normativa de la Administradora Boliviana de Carreteras y las normas AASHTO, uniformizando criterios procedimientos para el diseño vial, tomando en cuenta que los términos y normas expuestas no constituyen mandatos. El diseño está basado en las características topográficas que rigen en el lugar y la respectiva categorización de la vía en estudio, este último referente nos define factores como: velocidad de diseño, pendiente longitudinal, pendiente transversal, radio mínimo, ancho de calzada, etc.

3.3.2. VOLUMEN DE TRÁNSITO DIARIO Y VELOCIDAD DIRECTRIZ.

La estimación del volumen de tránsito se realizó mediante aforos en la Calle España esquina Heriberto Trigo, los aforos se realizaron en este punto de la ciudad debido a que los vehículos que circulan por el mismo se dirigen a la zona del proyecto, los datos de volúmenes se presentan en el respectivo capítulo del estudio de tráfico.

En función a los factores antes expuestos se adopto para fines de diseño como velocidad directriz del proyecto 50 Km/h, la cual está dentro del rango para vías urbanas colectoras y calles locales.

3.3.3. DISEÑO PLANIMÉTRICO.

Radio mínimo de curvatura:

Los radios mínimos para cada velocidad de proyecto, son calculados bajo el criterio de seguridad ante el deslizamiento, por lo tanto están expresados por:

$$R_{\min} = \frac{V^2}{127 * (e_{\max} + f)}$$

Donde:

R= Radio de la curva (m).

V= Velocidad directriz (Km/h).

e= Peralte (m/m).

f= Coeficiente de fricción transversal.

Coeficiente de fricción transversal:

De acuerdo a la normativa expuesta por la ABC se acogen los valores máximos admisibles del coeficiente de fricción transversal “f”, mostrados a continuación:

V (Km/h)	40	50	60	70	80	100
f	0,37	0,35	0,33	0,31	0,3	0,28

Tabla 3.10 Coeficiente De Fricción Transversal

Los valores mostrados en la tabla anterior responden al modelo matemático lineal siguiente:

$$f = 0,196 - 0,0007 * V$$

3.3.4. ALTIMETRÍA.

Pendiente máxima longitudinal:

En función a las normas de la ABC, las pendientes longitudinales máximas admisibles según la categoría del camino se presentan en la siguiente tabla:

CATEGORÍA	VELOCIDAD DE PROYECTO (km/h)									
	≤30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
DESARROLLO	10-12	10-9	9	-	-	-	-	-	-	-
LOCAL	-	9	9	8	8	-	-	-	-	-
COLECTOR	-	-	-	8	8	8	-	-	-	-
PRIMARIO	-	-	-	-	-	6	5	4,5	-	-

Tabla 3.11 Pendientes Máximas Admisibles.

En el proyecto se deberá utilizar las menores pendientes compatibles con la topografía de la zona del mismo. Se evitara en el presente estudio las pendientes máximas, las cuales están en un rango de 9 a 8%.

Pendiente longitudinal mínima:

Según normativa de la ABC, el valor de la pendiente mínima de ser posible es de 0,5%, pero se debe tener en cuenta que para el diseño de Vías Urbanas rigen los

valores de las pendientes de las calles existentes, los cuales definirán las pendientes de la vía en estudio.

3.3.5. SECCIÓN TRANSVERSAL.

3.3.5.1. PENDIENTE TRANSVERSAL.

El valor adoptado de la pendiente transversal o bombeo, para el diseño del presente proyecto es de 2%.

3.3.5.2. ANCHO DE CALZADA.

El ancho mínimo de calzada establecido por el Plan Municipal de Ordenamiento Territorial es de 7m, es decir un ancho de carril de 3,5m en ambos sentidos, en función al tipo de vía en cuestión la cual forma parte de la Red de Vías Costaneras.

La Administradora Boliviana de Carreteras define para la categorización correspondiente de la vía un ancho de carril de 3.5 a 3.65 metros. Para el diseño geométrico del proyecto se adopto un ancho de carril de 3.65 metros, por lo que resulta para el diseño de la Avenida una calzada simple de dos carriles de 7.30 metros de ancho.

3.3.6. DISEÑO DE INTERSECCIONES.

Un correcto diseño de las intersecciones permitirá que los vehículos que circulan por ellas se efectúe sin provocar saltos de los mismos. Para el presente diseño se emplea el método expuesto en los manuales de Vías de Comunicación, el cual consiste en hacer que la calle principal (en este caso, las calles existentes perpendiculares al eje de la Avenida) pierda su pendiente longitudinal al llegar a la intersección y que así pase por este tomando después su bombeo original, mientras que la calle secundaria pierde su sección paulatinamente hasta llegar a tener un bombeo igual a la pendiente longitudinal de la calle principal.

Esta parte del proyecto también influye en la ubicación de las bocatormentas, las cuales tienen la finalidad de evacuar la escorrentía superficial sobre la carpeta asfáltica.

MEMORIA DE CÁLCULO.**ELEMENTOS GEOMÉTRICOS DE CURVA SIMPLE**

➤ TANGENTE	$T = R * tg \frac{\Delta}{2}$
➤ DESARROLLO DE CURVA	$D = \frac{\Delta * \pi * R}{180}$
➤ LONGITUD DE CURVA	$Lc = 2 * R * sen \frac{\Delta}{2}$
➤ EXTERNA	$E = R * \left(\sec \frac{\Delta}{2} - 1 \right)$

REPORTE HORIZONTAL: Informe de Estación y Curva del Alineamiento Horizontal

Nombre de alineación: Alineamiento Principal Avenida

Descripción: Avenida Costanera Zona El Tejar

Intervalo de P.K: Inicio: 0+000.00, Fin: 0+930.24

Curva circular

P.K. inicial:	0+216.06
P.K. final:	0+229.65
Radio:	30.000m
Angulo Deflexión	26°56'42,36''
Tangente	6,91m
Flecha	0,77m
Desarrollo de Curva	13,58m
Longitud de Curva	13,47m
Velocidad de proyecto:	50 Km/h

Curva circular

P.K. inicial:	0+520.10
P.K. final:	0+534.48
Radio:	40.000m
Angulo Deflexión	20°35'43,44''
Tangente	7,27 m
Flecha	0,64m

Desarrollo de Curva	14,38m
Longitud de Curva	14,30m
Velocidad de proyecto:	50 Km/h

Curva circular

P.K. inicial:	0+607.68
P.K. final:	0+610.71
Radio:	80.000m
Angulo Deflexión	2°10'13,08''
Tangente	1,52m
Flecha	0,014m
Desarrollo de Curva	3,03m
Longitud de Curva	3,03m
Velocidad de proyecto:	50

Curva circular

P.K. inicial:	0+654.92
P.K. final:	0+659.63
Radio:	100.000m
Angulo Deflexión	2°42'6,84''
Tangente	2,36m
Flecha	0,028m
Desarrollo de Curva	4,716m
Longitud de Curva	4,715m
Velocidad de proyecto:	50

Curva circular

P.K. inicial:	0+855.26
P.K. final:	0+860.22
Radio:	90.000m
Angulo Deflexión	3°9'35,28''
Tangente	2,48m
Flecha	0,034m
Desarrollo de Curva	4,963m
Longitud de Curva	4,962m
Velocidad de proyecto:	50

Curva circular

P.K. inicial:	0+910.51
P.K. final:	0+922.09
Radio:	80.000m
Angulo Deflexión	8°17'49,56'
Tangente	5,80m
Flecha	0,21m
Desarrollo de Curva	11,584m
Longitud de Curva	11,574m
Velocidad de proyecto:	50

REPORTE DE PROGRESIVAS Y PENDIENTE DE RASANTES

Intervalo de Progresiva: Inicio: 0+000.00, Fin: 0+930,24

Avenida Costanera Zona El Tejar

Descripción: Pendiente de Rasantes

Progresiva Inicio	Progresiva Fin	Inclinación de rasante (%)
0+000,00	0+065,19	0,89
0+091,76	0+166,60	0,53
0+188,00	0+250,55	0,26
0+261,52	0+335,00	0,95
0+348,34	0+449,00	0,58
0+465,90	0+484,60	1,16
0+491,06	0+530,41	1,35
0+530,41	0+569,70	0,58
0+580,30	0+688,30	0,33
0+698,80	0+786,90	0,54
0+799,50	0+885,60	1,08
0+893,15	0+915,38	0,26

Tabla 3.12 Pendientes de Rasantes por Cuadra.

DISEÑO DE INTERSECCIONES

- **Intersección: Avenida Costanera esquina calle Humberto Ichazú.**

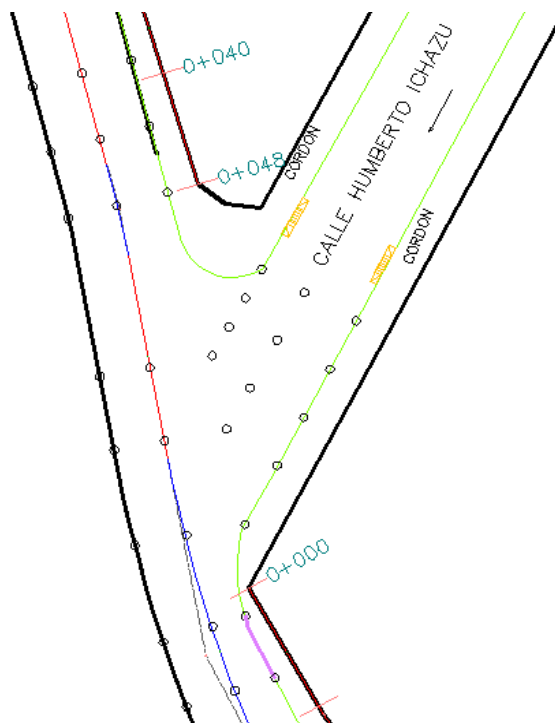


Figura 3.28 Diseño de Intersección.

El procedimiento aplicado para el diseño de intersecciones es el siguiente:

Por medio del estudio topográfico y en función a las cotas de los cordones de la calle se determinaron las pendientes en cada tramo y posteriormente se obtuvieron las elevaciones de las cunetas:

Avenida Costanera: Tramo 0+000 hasta 0+060,19

Pendiente longitudinal=0,89%

Elevaciones: Pendiente Transversal= 2%

Progresiva 0+000= 1892,17 m.s.n.m. (eje)

Progresiva 0+015= 1891,96 m.s.n.m. (cuneta)

$$Cota\ Cuneta = C.\ Cuneta_{ant} + \frac{i * Longitud}{100}$$

Donde: i = Pendiente Longitudinal (%)

$$Progresiva\ 0 + 020 = 1891,96 - \frac{(5 * 0,89)}{100} = 1891,92\ m.\ s.\ n.\ m.\ (cuneta)$$

$$Cota_{eje} = Cota_{cuneta} + \frac{i_t * \left(\frac{a}{2}\right)}{100}$$

Donde:

i_t = Pendiente Transversal de la calzada (%).

a = Ancho de la calzada (m).

$$Progresiva 0 + 020 = 1891,92 + \frac{(3,65 * 2)}{100} = 1891,99m. s. n. m. \quad (eje)$$

Determinando Cotas en la transición al inicio de la calle en progresiva 0+000 hasta 0+015.

Diferencia de cotas= 1892,17-1892,035= 0,135 m.s.n.m.

Por medio de una interpolación cada 5 metros se determina que las elevaciones van reduciendo en 0,04m.

$$Progresiva 0+005=1892,17- 0,04= 1892,13 m.s.n.m. (eje).$$

$$Progresiva 0+010=1891,86- 0,04= 1892,08 m.s.n.m. (eje).$$

$$Progresiva 0 + 005 = 1892,13 - \frac{(3,65 * 2)}{100} = 1892,06 m. s. n. m. \quad (cuneta)$$

$$Progresiva 0 + 010 = 1892,08 - \frac{(3,65 * 2)}{100} = 1892,01 m. s. n. m. \quad (cuneta)$$

Mientras que en la progresiva 0+020 las elevaciones son las siguientes:

$$Progresiva 0 + 020 = 1892,035 - \frac{(5 * 0,89)}{100} = 1891,99 m. s. n. m. \quad (eje)$$

$$Progresiva 0 + 020 = 1891,99 - \frac{(3,65 * 2)}{100} = 1891,92 m. s. n. m. \quad (cuneta)$$

Antes de llegar a la intersección las elevaciones son las siguientes:

$$Progresiva 0+060,19= 1891,56 m.s.n.m. (cuneta)$$

$$Progresiva 0 + 060,19 = 1891,56 + \frac{(3,65 * 2)}{100} = 1891,63 m. s. n. m. \quad (eje)$$

Por lo tanto:

$$\text{Progresiva } 0 + 055,19 = 1891,63 + \frac{(0,89 * 5)}{100} = 1891,68 \text{ m. s. n. m. (eje)}$$

$$\text{Progresiva } 0 + 050,19 = 1891,63 + \frac{(0,89 * 10)}{100} = 1891,73 \text{ m. s. n. m. (eje)}$$

$$\text{Progresiva } 0 + 055,19 = 1891,67 - \frac{(2 * 3,65)}{100} = 1891,61 \text{ m. s. n. m. (cuneta)}$$

$$\text{Progresiva } 0 + 050,19 = 1891,72 - \frac{(2 * 3,65)}{100} = 1890,65 \text{ m. s. n. m. (cuneta)}$$

Analizando la intersección:

$$\text{Progresiva } 0 + 072,25 = 1891,63 - \frac{(2,66 * 12,06)}{100} = 1891,32 \text{ m. s. n. m. (eje)}$$

$$\text{Progresiva } 0 + 072,25 = 1891,32 - \frac{(2 * 3,65)}{100} = 1891,24 \text{ m. s. n. m. (cuneta)}$$

$$\text{Progresiva } 0 + 077,62 = 1891,32 - \frac{(2,66 * 5,37)}{100} = 1891,18 \text{ m. s. n. m. (eje)}$$

$$\text{Progresiva } 0 + 077,62 = 1891,18 - \frac{(2 * 3,65)}{100} = 1891,11 \text{ m. s. n. m. (cuneta)}$$

$$\text{Progresiva } 0 + 084,84 = 1891,18 - \frac{(2,66 * 7,22)}{100} = 1890,99 \text{ m. s. n. m. (eje)}$$

$$\text{Progresiva } 0 + 084,84 = 1890,99 - \frac{(2 * 3,65)}{100} = 1890,92 \text{ m. s. n. m. (cuneta)}$$

Mientras que después de la intersección:

Avenida Costanera: Tramo 0+091,76 hasta 0+162,55 Pendiente long.= 0,53%

Elevaciones 0+091,76 Cota cuneta= 1890,73m.s.n.m.

Cota eje=1890 m.s.n.m.

Pendiente Transversal= 2%

$$\text{Progresiva } 0 + 096,76 = 1890,8 + \frac{(5 * 0,53)}{100} = 1890,83 \text{ m. s. n. m. (eje)}$$

$$\text{Progresiva } 0 + 096,76 = 1890,82 - \frac{(2 * 3,65)}{100} = 1890,76 \text{ m. s. n. m. (cuneta)}$$

$$\text{Progresiva } 0 + 101,76 = 1890,8 + \frac{(10 * 0,53)}{100} = 1890,85 \text{ m. s. n. m. (eje)}$$

$$\text{Progresiva } 0 + 101,76 = 1890,87 - \frac{(2 * 3,65)}{100} = 1890,78 \text{ m. s. n. m. (cuneta)}$$

$$\text{Progresiva } 0 + 106,76 = 1890,79 + \frac{(15 * 0,53)}{100} = 1890,88 \text{ m. s. n. m. (eje)}$$

$$\text{Progresiva } 0 + 106,76 = 1890,90 - \frac{(2 * 3,65)}{100} = 1890,81 \text{ m. s. n. m. (cuneta)}$$

Para empalmar los valores de las elevaciones en la intersección con las elevaciones de la calle Humberto Ichazú se realiza una interpolación con los datos obtenidos del estudio topográfico:

Calle Humberto Ichazú: Tramo 0+000 hasta 0+040,93 Pendiente longitudinal=0,43%

Elevaciones: Pendiente Transversal= 2%

Progresiva 0+000= 1891,76 m.s.n.m. (Eje)

Progresiva 0+040,93= 1891,58m.s.n.m. (Eje)

Progresiva 0+040,93= 1891,50m.s.n.m. (Cuneta)

Analizando Cordón Derecho en sentido de la pendiente de la calle Humberto Ichazú.

Desnivel de elevaciones existentes al llegar al cruce en una longitud de 7,24 metros es:

$$\text{Desnivel} = 1891,5 - 1891,32 = 0,18 \text{ m.}$$

Para una distancia de 2,41 metros se obtiene un desnivel de 0,067 metros.

$$\text{Progresiva } 0 + 043,34 = 1891,5 - 0,067 = 1891,44 \text{ m. s. n. m. (eje)}$$

$$\text{Progresiva } 0 + 045,76 = 1891,2 - 0,067 = 1891,38 \text{ m. s. n. m. (eje)}$$

Analizando el eje en sentido de la calle Humberto Ichazú.

Desnivel de elevaciones existentes al llegar al cruce en una longitud de 11,45 metros es:

$$\text{Desnivel} = 1891,58 - 1891,16 = 0,42 \text{ m.}$$

Para una distancia de 4 metros se obtiene un desnivel de 0,14 metros.

$$\text{Progresiva } 0 + 044,93 = 1891,58 - 0,14 = 1891,44 \text{ m. s. n. m.} \quad (\text{eje})$$

$$\text{Progresiva } 0 + 048,93 = 1891,44 - 0,14 = 1891,30 \text{ m. s. n. m.} \quad (\text{eje})$$

Analizando Cordón Izquierdo en sentido de la pendiente de la calle Humberto Ichazú.

Desnivel de elevaciones existentes al llegar al cruce en una longitud de 16,882 metros es:

$$\text{Desnivel} = 1891,5 - 1890,97 = 0,53 \text{ m.}$$

Para una distancia de 4 metros se obtiene un desnivel de 0,133 metros.

$$\text{Progresiva } 0 + 044,93 = 1891,5 - 0,133 = 1891,380 \text{ m. s. n. m.} \quad (\text{eje})$$

$$\text{Progresiva } 0 + 048,93 = 1891,261 - 0,133 = 1891,250 \text{ m. s. n. m.} \quad (\text{eje})$$

$$\text{Progresiva } 0 + 052,93 = 1891,022 - 0,133 = 1890,130 \text{ m. s. n. m.} \quad (\text{eje})$$

Los resultados son los siguientes:

AVENIDA COSTANERA		
PROGRESIVA	ELEVACIONES (m.s.n.m.)	
	EJE	CUNETA
Tramo 0+000 hasta 0+060,19 Pendiente=0,89%		
0+005	1892,13	1892,06
0+010	1892,08	1892,01
0+015	1892,04	1891,96
0+020	1891,99	1891,92
0+050,19	1891,73	1891,65
0+055,19	1891,68	1891,61
0+060,19	1891,63	1891,56
0+072,25	1891,32	1891,24
0+077,62	1891,18	1891,11
0+084,84	1890,99	1890,92
Tramo 0+091,76 hasta 0+162,55 Pendiente=0,53%		
0+091,76	1890,80	1890,73
0+096,76	1890,83	1890,76
0+101,76	1890,85	1890,78
0+106,76	1890,88	1890,81
0+111,76	1890,91	1890,84

CALLE HUMBERTO ICHAZU		
PROGRESIVA	ELEVACIONES (m.s.n.m.)	
	EJE	CUNETA
Tramo 0+000 hasta 0+040,93 Pendiente=0,43%		
0+000	1891,76	1891,69
0+040,93	1891,58	1891,50
CORDON DERECHO		
0+043,34	1891,44	
0+045,76	1891,38	
EJE		
0+044,93	1891,44	
0+048,93	1891,30	
CORDON IZQUIERDO		
0+044,93	1891,38	
0+048,93	1891,25	
0+052,93	1891,13	

➤ Intersección: Avenida Costanera esquina calle Ángel Calavi.

Los resultados son los siguientes:

AVENIDA COSTANERA		
PROGRESIVA	ELEVACIONES (m.s.n.m.)	
	EJE	CUNETA
Tramo 0+091,76 hasta 0+162,55 Pendiente=0,53%		
0+147,55	1891,10	1891,03
0+152,55	1891,13	1891,06
0+157,55	1891,15	1891,08
0+162,55	1891,18	1891,11
Tramo 0+188,27 hasta 0+247,29 Pendiente=0,26%		
0+188,27	1890,67	1890,60
0+193,27	1890,65	1890,58
0+198,27	1890,64	1890,57
0+203,27	1890,63	1890,56

CALLE ÁNGEL CALAVI		
PROGRESIVA	ELEVACIONES (m.s.n.m.)	
	EJE	CUNETA
Tramo 0+146,31 hasta 0+197,53 Pendiente=0,26%		
0+000	1891,46	1891,43
0+146,31	1891,03	1891,03
CORDON DERECHO		
0+146,31	1891,03	
0+149,96	1891,03	
EJE		
0+146,31	1891,03	
0+151,96	1890,97	
CORDON IZQUIERDO		
0+146,31	1891,03	
0+151,96	1890,94	

➤ Intersección: Avenida Costanera esquina calle Leucadio Trigo.

Los resultados son los siguientes:

CALLE LEUCADIO TRIGO		
PROGRESIVA	ELEVACIONES (m.s.n.m.)	
	EJE	CUNETAS
Tramo 0+000 hasta 0+146,31 Pendiente=0,6%		
0+000	1891,21	1891,15
0+146,31	1890,33	1890,27
CORDON DERECHO		
0+148,81	1890,21	
EJE		
0+149,31	1890,22	
CORDON IZQUIERDO		
0+149,31	1890,20	
AVENIDA COSTANERA		
PROGRESIVA	ELEVACIONES (m.s.n.m.)	
	EJE	CUNETAS
Tramo 0+188,27 hasta 0+247,29 Pendiente=0,26%		
0+232,29	1890,56	1890,49
0+237,29	1890,55	1890,48
0+242,29	1890,53	1890,46
0+247,29	1890,52	1890,45
Tramo 0+261,52 hasta 0+330,43 Pendiente=0,95%		
0+261,52	1890,03	1889,96
0+266,52	1889,99	1889,92
0+271,52	1889,94	1889,87
0+276,52	1889,89	1889,82

➤ Intersección: Avenida Costanera esquina calle Gustavo Ruiz.

Los resultados son los siguientes:

CALLE GUSTAVO RUIZ		
PROGRESIVA	ELEVACIONES (m.s.n.m.)	
	EJE	CUNETA
Tramo 0+000 hasta 0+41,98 Pendiente=1,5%		
0+000	1889,75	1889,69
0+041,98	1889,12	1889,06
CORDON DERECHO		
0+044,98	1889,04	
EJE		
0+044,98	1889,04	
0+047,98	1888,95	
CORDON IZQUIERDO		
0+044,98	1888,97	
0+047,98	1888,88	
AVENIDA COSTANERA		
PROGRESIVA	ELEVACIONES (m.s.n.m.)	
	EJE	CUNETA
Tramo 0+330,43 hasta 0+348,34 Pendiente=3,65%		
0+339,23	1889,01	1888,94
0+342,43	1888,88	1888,81
0+345,70	1888,76	1888,69
Tramo 0+348,34 hasta 0+444 Pendiente= 0,58%		
0+348,34	1888,66	1888,59
0+353,34	1888,63	1888,56
0+358,34	1888,60	1888,53
0+363,34	1888,57	1888,50
0+368,34	1888,54	1888,47
Tramo 0+261,52 hasta 0+330,43 Pendiente 0,95%		
0+310,43	1889,53	1889,45
0+315,43	1889,48	1889,40
0+320,43	1889,43	1889,36
0+330,43	1889,33	1889,26

➤ Intersección: Avenida Costanera esquina calle España.

Los resultados son los siguientes:

AVENIDA COSTANERA		
PROGRESIVA	ELEVACIONES (m.s.n.m.)	
	EJE	CUNETA
Tramo 0+444 hasta 0+465,9 Pendiente=1,87%		
0+453,77	1887,91	1887,83
0+458,85	1887,81	1887,74
0+463,30	1887,73	1887,66
Tramo 0+465,9 hasta 0+484,6 Pendiente= 1,16%		
0+465,90	1887,68	1887,61
0+470,90	1887,62	1887,55
0+474,90	1887,58	1887,50
Tramo 0+348,34 hasta 0+444 Pendiente= 0,58%		
0+429	1888,18	1888,10
0+434	1888,15	1888,08
0+439	1888,12	1888,05
0+444	1888,09	1888,02

CALLE ESPAÑA		
PROGRESIVA	ELEVACIONES (m.s.n.m.)	
	EJE	CUNETA
Tramo 0+000 hasta 0+27,88 Pendiente=1,0%		
0+000	1888,52	1888,43
0+027,88	1888,24	1888,16
CORDON DERECHO		
0+030,88	1888,05	
EJE		
0+030,88	1888,11	
0+033,88	1887,98	
CORDON IZQUIERDO		
0+030,88	1888,06	
0+033,88	1887,95	
0+036,88	1887,85	

➤ Intersección: Avenida Costanera esquina pasaje Rosendo Castillo.

Los resultados son los siguientes:

AVENIDA COSTANERA		
PROGRESIVA	ELEVACIONES (m.s.n.m.)	
	EJE	CUNETA
Tramo 0+465,9 hasta 0+484,6 Pendiente=1,16%		
0+479,60	1887,50	1887,43
0+484,60	1887,44	1887,37
Tramo 0+484,60 hasta 491,06 Pendiente=4,59%		
0+486,17	1887,36	1887,29
0+488,30	1887,27	1887,19
0+490,36	1887,17	1887,10
Tramo 0+491,7 hasta 0+530,41 Pendiente= 1,35%		
0+491,25	1887,15	1887,08
0+495,7	1887,09	1887,02
0+500,7	1887,02	1886,95
0+505,7	1886,96	1886,88
PASAJE ROSENDO CASTILLO		
PROGRESIVA	ELEVACIONES (m.s.n.m.)	
	EJE	CUNETA
Tramo 0+000 hasta 0+43,47 Pendiente=1,41%		
0+000,00	1888,26	1888,21
0+043,47	1887,65	1887,61
CORDON DERECHO		
0+045,55	1887,49	
EJE		
0+045,55	1887,49	
CORDON IZQUIERDO		
0+045,55	1887,45	
0+047,63	1887,30	

➤ Intersección: Avenida Costanera esquina calle Siro Palala.

Los resultados son los siguientes:

AVENIDA COSTANERA		
PROGRESIVA	ELEVACIONES (m.s.n.m.)	
	EJE	CUNETAS
Tramo 0+530,41 hasta 0+569,7 Pendiente=0,58%		
0+530,41	1886,63	1866,55
0+554,70	1886,39	1886,32
0+559,70	1886,36	1886,29
0+569,7	1886,30	1886,23
Tramo 0+569,7 hasta 0+582,3 Pendiente= 0,23%		
0+572,45	1886,31	1886,24
0+575,30	1886,32	1886,25
0+577,70	1886,33	1886,26
Tramo 0+583,3 hasta 0+689,3 Pendiente=0,33%		
0+582,30	1886,40	1886,33
0+587,30	1886,38	1886,31
0+592,30	1886,37	1886,29

CALLE SIRO PALALA		
PROGRESIVA	ELEVACIONES (m.s.n.m.)	
	EJE	CUNETAS
Tramo 0+000 hasta 0+056,29 Pendiente=1,72%		
0+000,00	1887,52	1887,47
0+056,29	1886,55	1886,49
CORDON DERECHO		
0+058,18	1886,40	
EJE		
0+058,18	1886,44	
CORDON IZQUIERDO		
0+058,18	1886,41	

➤ Intersección: Avenida Costanera esquina calle Ing. Martiniano Coro.

Los resultados son los siguientes:

AVENIDA COSTANERA		
PROGRESIVA	ELEVACIONES (m.s.n.m.)	
	EJE	CUNETA
Tramo 0+582,3 hasta 0+688,3 Pendiente=0,33%		
0+678,30	1886,08	1886,01
0+683,30	1886,07	1885,99
0+688,30	1886,05	1885,98
Tramo 0+688,3 hasta 0+700,8 Pendiente= 1,36%		
0+690,60	1885,98	1885,91
0+693,00	1885,95	1885,89
0+695,70	1885,93	1885,86
Tramo 0+700,8 hasta 0+786,9 Pendiente 0,54%		
0+700,80	1885,88	1885,81
0+705,80	1885,85	1885,78
0+710,80	1885,83	1885,75

CALLE MARTINIANO CORO		
PROGRESIVA	ELEVACIONES (m.s.n.m.)	
	EJE	CUNETA
Tramo 0+000 hasta 0+37,64 Pendiente=1,04%		
0+000,00	1886,57	1886,52
0+037,64	1886,18	1886,13
CORDON DERECHO		
0+040,21	1886,07	
EJE		
0+040,21	1886,09	
CORDON IZQUIERDO		
0+040,21	1886,04	

➤ Intersección: Avenida Costanera esquina calle Familia Monzón Cardozo.

Los resultados son los siguientes:

AVENIDA COSTANERA		
PROGRESIVA	ELEVACIONES (m.s.n.m.)	
	EJE	CUNETA
Tramo 0+700,8 hasta 0+786,9 Pendiente=0,54%		
0+776,90	1885,47	1885,40
0+781,90	1885,44	1885,37
0+786,90	1885,42	1885,35
Tramo 0+786,9 hasta 0+799,5 Pendiente= 1,4%		
0+789,15	1885,36	1885,30
0+792,25	1885,34	1885,27
0+795,2	1885,31	1885,24
Tramo 0+799,5 hasta 0+883,6 Pendiente= 1,08%		
0+799,5	1885,24	1885,17
0+804,5	1885,19	1885,12
0+809,5	1885,13	1885,06

CALLE FLIA. MONZÓN CARDOZO		
PROGRESIVA	ELEVACIONES (m.s.n.m.)	
	EJE	CUNETA
Tramo 0+000 hasta 0+058,10 Pendiente=0,32%		
0+000,00	1885,24	1885,18
0+027,88	1885,42	1885,39
CORDON DERECHO		
0+059,25	1885,39	
EJE		
0+059,16	1885,385	
CORDON IZQUIERDO		
0+059,10	1885,35	

➤ Intersección: Avenida Costanera esquina calle Ing. Humberto Iñiguez.

Los resultados son los siguientes:

AVENIDA COSTANERA		
PROGRESIVA	ELEVACIONES (m.s.n.m.)	
	EJE	CUNETA
Tramo 0+799,5 hasta 0+883,6 Pendiente= 1,08%		
0+868,60	1884,49	1884,42
0+873,60	1884,44	1884,37
0+878,60	1884,38	1884,31
0+883,60	1884,33	1884,26
Tramo 0+883,6 hasta 0+893,15 Pendiente= 0,66%		
0+888,21	1884,26	1884,21
0+889,73	1884,25	1884,20
0+891,94	1884,24	1884,19
Tramo 0+893,15 hasta 0+915,38 Pendiente= 0,26%		
0+893,15	1884,23	1884,16
0+898,15	1884,22	1884,15

CALLE ING. HUMBERTO IÑIGUEZ		
PROGRESIVA	ELEVACIONES (m.s.n.m.)	
	EJE	CUNETA
Tramo 0+000 hasta 0+053,29 Pendiente=0,58%		
0+000,00	1884,07	1884,04
0+053,29	1884,38	1884,35
CORDON DERECHO		
0+055,07	1884,33	
0+056,87	1884,31	
EJE		
0+055,07	1884,35	
0+056,86	1884,31	
CORDON IZQUIERDO		
0+055,07	1884,32	
0+056,84	1884,29	

➤ Intersección: Avenida Costanera esquina calle Ing. Mauro Donoso.

Los resultados son los siguientes:

AVENIDA COSTANERA		
PROGRESIVA	ELEVACIONES (m.s.n.m.)	
	EJE	CUNETA
Tramo 0+893,15 hasta 0+915,38 Pendiente=0,26%		
0+915,38	1884,18	1884,10
Tramo 0+915,38 hasta 0+930,24 Pendiente= 0,26%		
0+926,11	1884,15	1884,08
0+928,16	1884,14	1884,07
0+930,24	1884,13	1884,06

CALLE ING. MAURO DONOSO		
PROGRESIVA	ELEVACIONES (m.s.n.m.)	
	EJE	CUNETA
Tramo 0+000 hasta 0+057,12 Pendiente=0,65%		
0+000,00	1883,74	1883,70
0+057,12	1884,11	1884,07
CORDON DERECHO		
0+060,51	1884,10	
0+063,51	1884,12	
EJE		
0+060,56	1884,12	
0+063,56	1884,14	
CORDON IZQUIERDO		
0+060,55	1884,10	
0+063,55	1884,11	

Tabla 3.13 Diseño y Análisis de Intersecciones Avenida Costanera.

3.4. DISEÑO ESTRUCTURAL DE VÍAS URBANAS.

3.4.1. INTRODUCCIÓN.

Este capítulo contiene las consideraciones necesarias para el diseño del paquete estructural de pavimento flexible del proyecto, el cual tiene una extensión de 931 m. clasificado en una zona única.

El diseño estructural estará basado en los resultados obtenidos de la información recopilada de los ensayos de laboratorio realizados y el análisis del tráfico, según los conteos vehiculares elaborados en la intersección de la Calle España con la Calle Heriberto Trigo, a continuación se muestra la metodología seguida para efectuar el diseño:

3.4.2. DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE.

Para el diseño estructural del pavimento flexible, se empleo la Guía de Diseño de Estructuras de Pavimentos AASHTO versión 1993, por lo tanto se ha tomado la misma nomenclatura para un informe directo.

3.4.2.1. CARACTERIZACIÓN DEL TRÁFICO.

El objetivo principal de la caracterización del tráfico, es representar la magnitud de la demanda durante la vida útil del proyecto para así poder determinar los espesores de la capa del mismo, como también determinar las condiciones imperantes de operación vehicular, comodidad y seguridad que presentara a lo largo de su vida útil. Los valores del TPDA (sintetizados del Estudio de Trafico) se presentan en los anexos.

Los Factores de Cargas Equivalentes (FCE) se pueden obtener de las tablas proporcionadas de la Guía AASHTO o mediante las ecuaciones que se detallan a continuación:

$$FCE = \frac{1}{10^{4,79 \log(18+1) - 4,79 \log(L_x + L_2) + 4,33 \log L_2 + \frac{G_t}{\beta_x} - \frac{G_t}{\beta_{18}}}}$$

$$G_t = \log\left(\frac{4,2 - p_t}{4,2 - 1,5}\right) \quad \beta_x = 0,4 + \frac{0,081(L_x + L_2)^{3,23}}{(SN + 1)^{5,19} * L_2^{3,23}}$$

$$\beta_{18} = 0,4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5,19}}$$

Donde:

SN= Numero Estructural.

Lx= Carga de eje simple, tándem o trídem en Kips.

L2= Código de Eje (1=Eje simple; 2=Eje Tándem; 3=Eje Trídem).

Pt= Serviciabilidad Final.

β_{18} = Igual a β_x cuando $L_x=18$ y $L_2=1$.

Se ha considerado que los vehículos pesados que circulan por este acceso no lo hacen todo el tiempo con carga completa, con un 75% de las veces transportando carga y un 25% lo hacen vacíos.

Como no se disponía de los pesos de los vehículos más representativos se asumen los siguientes pesos, para el caso de vehículos cargados y vehículos sin carga:

Tipo de Vehículo	Eje Simple Delantero	Eje Simple Trasero	Eje Tándem Trasero	Eje Trídem Trasero
Vehículo Liviano	Eje Simple*	Eje Simple*		
Con Carga	0,6	0,6		
Sin Carga	0,6	0,6		
Buses	Eje Simple*	Eje Simple*		
Con Carga	4,0	9,0		
Sin Carga	2,0	4,0		
Camión Mediano	Eje Simple*	Eje Simple °		
Con Carga	5,0	9,0		
Sin Carga	2,0	5,0		
Camión Grande	Eje Simple*		Eje Tándem °	
Con Carga	6,0		17,0	
Sin Carga	3,0		6,0	
*1 llanta por lado; ° Doble llanta por lado				

Tabla 3.14 Datos asumidos por la ABC peso vehículos.

3.4.2.2. PERIODO DE DISEÑO

El periodo de diseño ha sido definido en función a la clasificación de la Vía Urbana, basado en el Trafico Promedio Diario se definió para el diseño 10 años de Periodo de Diseño Estructural, tomando en cuenta la siguiente alternativa:

- Para la carpeta de asfalto
 - ✓ 2012-2013 Periodo de Construcción
 - ✓ 2013-2023 Periodo en Servicio con Carpeta Asfáltica.

3.4.2.3. DETERMINACIÓN DE EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS.

Es posible determinar W_{18} para cada año, por medio de la siguiente ecuación:

$$W_{18} = 365(Dias / Año) * \%TV * TPDA * FCE(ejes18Kips / eje)$$

Donde:

W_{18} = Numero de aplicaciones de ejes equivalentes de 18 kips (80KN) hasta el tiempo t en el cual se alcanza la serviciabilidad final.

FCE=Factor de Carga Equivalente.

TPDA= Trafico Promedio Diario Anual.

%TV= Porcentaje de distribución del trafico.

Al final del presente capitulo se presenta el cálculo de los Ejes Equivalentes para los tipos de vehículos antes indicados, cuyo resultado se presenta a continuación:

TRAMO	DISEÑO 10 AÑOS
Calle Napoleón Raña Esquina Heriberto Trigo- Avenida Costanera Esquina Ing. Mauro Donoso	1.428.752

Tabla 3.15 Ejes Equivalentes Acumulados (Fuente: elaboración propia).

3.4.2.4. CONSIDERACIONES SOBRE EL ESTUDIO GEOTÉCNICO.

Los resultados extraídos de los ensayos de laboratorio que constituyen el Estudio Geotécnico son de gran importancia para el diseño, estos definirán las propiedades principales de las capas componentes del pavimento.

Durante el diseño se empleara el valor de la Capacidad Soporte de CBR=2,89%, la elección del material que constituye el paquete estructural del pavimento es trascendental en el costo final de la obra, por tal motivo también se analizo material del Rio Guadalquivir tomando en cuenta las distancias de transporte implicadas.

3.4.2.5. SERVICIABILIDAD.

La serviciabilidad se refiere a la capacidad de servir al tránsito que rodara sobre el pavimento. Esta capacidad de servicio se mide con el índice presente de serviciabilidad (PSI), que oscila de 1 a 5, siendo 1 el camino imposible y 5 el camino perfecto.

Para fines de cálculo se adopto una serviciabilidad inicial (po) de 4,2 y serviciabilidad final del proyecto (pt) de 2, la diferencia entre estos es de 2,2 este valor está acorde a lo recomendado en la Guía de la AASHTO, este es un valor optimo debido a que la serviciabilidad final adoptada esta cercana al valor mínimo del índice que podrá ser tolerado antes de la rehabilitación de la vía.

3.4.2.6. CONFIABILIDAD.

Es la probabilidad de la serviciabilidad del pavimento sea mantenida a nivel aceptable para el usuario a través del periodo de análisis, bajo las condiciones que tiene el lugar durante ese periodo de tiempo.

Para el proyecto se adopta un nivel de confiabilidad de R=80% indicado para vías colectoras en zonas urbanas. (Los valores recomendados de confiabilidad están en el rango de 80-95%)

3.4.2.7. DESVIACIÓN ESTÁNDAR.

Variable que cubre el desempeño de cualquier estructura de pavimento y es función del tipo de este, incluyendo la variabilidad en las propiedades de los materiales, las propiedades del suelo de fundación, estimaciones de volúmenes de circulación, calidad de construcción y las condiciones climáticas.

Este valor puede variar entre 0,35 y 0,55 para fines de diseño, se recomienda que en situaciones donde se considere la variación de tráfico futuro se adopte un valor de 0,49 tal es el caso de este proyecto.

3.4.2.8. MÓDULO DE RESILIENCIA DE LA SUBRASANTE.

La resistencia mecánica de la subrasante se mide con su modulo de resiliencia, el cual a su vez puede estimarse con base en el resultado del ensayo del valor soporte relativo de California (CBR), esto debido a la imposibilidad de contar con equipos para realizar ensayos para la obtención del modulo resiliente, por lo tanto se empleo la correlación establecida por el Corps of Engineers con el CBR:

$$MR(PSI) = 1500 * CBR(\%)$$

Para el diseño estructural se determino que el valor representativo de la resistencia de la subrasante es el Valor de Soporte más bajo de los resultados obtenidos durante el Estudio Geotécnico, en este caso no se adoptó valores promedios u otros conceptos, pues la variación de los resultados se cubre con la confiabilidad para la que se diseña el pavimento.

3.4.2.9. ECUACIÓN DE LA AASHTO 93 PARA LA DETERMINACIÓN DE ESPESORES DE CAPAS DEL PAQUETE ESTRUCTURAL.

Para determinar el espesor de cada capa que conforma el paquete estructural es necesario determinar de preliminarmente el Numero Estructural SN. Este factor es la variable que el Método AASHTO emplea para definir las características propias de cada proyecto, la ecuación que se presenta a continuación se utiliza para la

determinación del Numero Estructural referida a la cantidad acumulada de un eje estándar de 8,2 Tn para un periodo de vida útil determinado, es la siguiente:

$$\log W_{18} = Z_R * S_O + 9,36 \log(SN + 1) - 0,2 + \frac{\log \left[\frac{\Delta PSI}{4,2 - 1,5} \right]}{0,4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5,19}}} + 2,32 \log M_R - 8,07$$

Donde:

W18: Número de Ejes Equivalentes a 18000 libras que solicitaran durante el periodo de vida útil.

MR: Módulo Resiliente de la subrasante.

Δ PSI: Diferencia entre el índice de serviciabilidad final e inicial.

ZR: Parámetro estadístico asociado con distribuciones normales de datos, que considera la probabilidad de que el índice de servicio del pavimento sea superior al índice de serviciabilidad final durante el periodo de diseño.

So= Desviación Standard Total de la distribución normal de los errores asociados con las predicciones de transito y de comportamiento del pavimento.

SN: Numero Estructural.

El número estructural expresa la resistencia estructural de un pavimento flexible, este valor resultado de la aplicación de la ecuación de diseño AASHTO, debe convertirse a espesores individuales de capas en el pavimento a través de la siguiente relación:

$$SN = a_1 h_1 + a_2 h_2 m_2 + a_3 h_3 m_3$$

Donde:

a₁: Coeficiente de capa de rodadura.

a₂: Coeficiente de capa base.

a₃: Coeficiente de capa sub base.

m₂: Coeficiente de drenaje de capa base. (Se obtiene de tabla con calidad de drenaje y % de humedad de las capas).

m₃: Coeficiente de drenaje da capa sub base. (Se obtiene de tabla con calidad de drenaje y % de humedad de las capas).

- e_1 : Espesor capa de rodadura.
 e_2 : Espesor capa base.
 e_3 : Espesor capa sub base.

En caso de que los valores obtenidos a través de las expresiones matemáticas resulten inferiores a los espesores mínimos indicados en el método, dichos valores deberán ser ajustados, obligando así a definir nuevos valores.

3.4.2.10. COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE LAS CAPAS (a_i).

Los coeficientes estructurales miden la capacidad relativa de una unidad de espesor de una determinada capa para funcionar como componente estructural del pavimento. Estos coeficientes dependen de la resistencia del material, calidad de construcción y de los estados de esfuerzos.

A continuación se presentan valores adoptados para cada capa:

- Carpeta Asfáltica: 0,44/pulgada.
- Base de grava y piedra partida: 0,13/pulgada.
- Sub base granular: 0,11/pulgada.

Los valores anteriores se obtienen de la Guía de Diseño de Pavimentos AASHTO-93.

3.4.2.11. COEFICIENTE DE DRENAJE (m_i).

Se establecen a partir de la calidad del drenaje y del tiempo que se considera que el pavimento puede encontrarse con una cantidad de agua cercana a la saturación.

Para la realización del proyecto se adopto una calidad de drenaje normal, para esta clasificación el tiempo en que el agua se remueve del pavimento es aproximadamente una semana, y el porcentaje de tiempo a que el pavimento será sujeto a condiciones de humedad próximas a la saturación está entre 5 y 25%. Por lo tanto para la capa base y sub base se adopto los coeficientes m_1 y m_2 iguales a 1.

3.4.3. ESPEORES DE LAS CAPAS DE PAVIMENTO.

En función a la normativa vigente en el país, el periodo de análisis para el diseño de pavimentos es de 20 años. En el diseño del presente proyecto, se considera para la carpeta de asfalto, 10 años de periodo de vida para la estructura inicial más la ejecución posterior de una sobrecarpeta adicional.

3.4.4. ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS.

El siguiente análisis se basará en la determinación de espesores para diferentes tipos de pavimentos, se debe tener en cuenta que no se realizará una comparación técnica-económica para elegir la mejor de ellos, debido a que el tipo de pavimento para este proyecto ya está definido y es el pavimento flexible, a continuación se muestran los criterios para el cálculo de espesores de pavimentos:

3.4.4.1. DISEÑO DE ESPESOR DE EMPEDRADO.

Actualmente este tipo de pavimento se han dejado para calles de poblaciones pequeñas de poco tránsito, pero para mejorar estas condiciones estructurales se debe colocar una capa base sobre la subrasante, y encima de esta colocar una capa de asiento pobre (150-200 Kg/cm²), y se debe ahogar sobre esta 2/3 del espesor de las piedras, dejando el resto para la apariencia empedrada.

El método empleado para el diseño del pavimento empedrado es el propuesto en el Manual de Pavimentos de la Universidad de Guadalajara, por medio del Diseño Simplificado de Pavimentos Empedrados.

Este método aconseja para empedrados de calles para tránsito de automóviles y camiones, el diámetro de las piedras empleadas puede variar entre 6 y 10 cm.

$$a = D_{promedio} + 3 = D_{max} + 1$$

$$E = a + \frac{D_{promedio}}{4}$$

Donde:

D_{promedio} = Diámetro promedio de las piedras de empedrar.

D_{max} = Diámetro máximo de las piedras de empedrar.

a = Espesor de la capa de asiento (cm).

E = Espesor del empedrado (cm).

3.4.4.2. DISEÑO DE ESPESOR DE PAVIMENTO RÍGIDO.

Para el diseño del espesor de la capa de pavimento rígido se empleará el Método AASHTO 93 para el Diseño de Pavimentos Rígidos, la elección de este método se debe principalmente a diferencia de otros métodos, que el Método AASHTO introduce el concepto de serviciabilidad en el diseño de pavimentos como una medida de su capacidad para brindar una superficie lisa y suave al usuario.

Los factores involucrados en el diseño son: tráfico, drenaje, clima, características del suelo, capacidad de transferencia de carga, nivel de serviciabilidad deseado, y el grado de confiabilidad al que se desea efectuar el diseño acorde con el grado de importancia de la carretera.

Algunos de los factores involucrados tales como: el número de cargas de 18000 libras previstas durante la vida útil, la confiabilidad, la desviación estándar, la serviciabilidad y el drenaje, fueron descritos en la sección anterior sobre el diseño de pavimentos flexibles.

El valor de desviación estándar puede variar entre 0,34 y 0,39 para fines de diseño, se recomienda que en situaciones donde se considere la variación de tráfico futuro se adopte un valor de 0,34 tal es el caso de este proyecto.

En lo que se refiere a la serviciabilidad la AASHTO estableció para pavimentos rígidos un valor inicial deseable de 4,5. En caso de no tenerse información disponible para el diseño. Mientras que la serviciabilidad final depende de la importancia de la viabilidad para calles este valor es igual a 2,5.

3.4.4.2.1. MÓDULO DE REACCIÓN DE LA SUBRASANTE (K).

Este factor nos da idea de cuánto se asienta la subrasante cuando se le aplica un esfuerzo de compresión. Numéricamente, es igual a la carga en libras por pulgada cuadrada sobre un área de carga, dividido por la deflexión en pulgadas para esa carga.

Puesto que la prueba de carga sobre placa, requiere tiempo y es costosa, el valor de k es estimado generalmente por correlación con otros ensayos simples, tal como la razón de soporte california (CBR). El resultado es válido porque no se requiere la determinación exacta del valor k; las variaciones normales para un valor estimado no afectarán apreciablemente los requerimientos de espesores del pavimento.

3.4.4.2.2. MÓDULO DE ROTURA DEL CONCRETO.

Es un parámetro muy importante como variable de entrada para el diseño de pavimentos rígidos, ya que va a controlar el agrietamiento por fatiga del pavimento, originado por las cargas repetitivas de camiones.

Los valores del módulo de rotura varían entre 2.8 MPa (400 psi) y 4.8 MPa (700 psi).

3.4.4.2.3. MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO.

Es un parámetro que indica la rigidez y la capacidad de distribuir cargas que tiene una losa de pavimento. Es la relación entre la tensión y la deformación. Para concreto de peso normal, el Instituto del Concreto Americano sugirió:

$$E_c = 57000(f_c)^{0.5}$$

Los valores de f_c y de E_c están dados en PSI.

3.4.4.2.4. TRANSFERENCIA DE CARGA.

Las cargas de tránsito deben ser transmitidas de una manera eficiente de una losa a la siguiente para minimizar las deflexiones en las juntas.

La siguiente tabla establece un rango de los coeficientes de transferencia de carga para diferentes condiciones desarrolladas a partir de la experiencia y del análisis mecánico de esfuerzos. En la misma se puede apreciar que el valor de J incrementa

a medida que aumentan las cargas de tráfico, esto se debe a que la transferencia de carga disminuye con las repeticiones de carga.

SOPORTE LATERAL	SI	NO	SI	NO	SI	NO	TIPO
ESAL's en millones	Con pasadores con o sin refuerzo de temperatura		Con refuerzo continuo		Sin pasadores		
Hasta 0,3	2,7	3,2	2,8	3,2	-	-	Calles y caminos
0,3 - 0,1	2,7	3,2	3,0	3,4	-	-	
1 - 3	2,7	3,2	3,1	3,6	-	-	
3 - 10	2,7	3,2	3,2	3,8	2,5	2,9	Caminos principales y autopistas
10 - 30	2,7	3,2	3,4	4,1	2,6	3,0	
Más de 30	2,7	3,2	3,6	4,3	2,6	3,1	

Tabla 3.16 Valores de Transferencias de Cargas

La ecuación fundamental AASHTO para el diseño de pavimentos rígidos es:

$$\text{Log}W_{18} = Z_R S_o + 7,35 \text{Log}(D+1) - 0,06 + \frac{\text{Log}\left(\frac{\Delta PSI}{4,5-1,5}\right)}{\frac{1,624 \cdot 10^7}{(D+1)^{8,46}}} + (4,22 - 0,32P_f) * \text{Log} \left[\frac{S_c \cdot C_d (D^{0,75} - 1,132)}{215,63J \left[D^{0,75} - \frac{18,42}{\left[\frac{E_c}{K} \right]^{0,25}} \right]} \right]$$

Donde:

W18 = Número de cargas de 18 kips (80 kN) previstas.

R= Confiabilidad

ZR = Es el valor de Z (área bajo la curva de distribución) correspondiente a la curva estandarizada, para una confiabilidad R.

So = Desviación estándar (valor adoptado para pavimentos rígidos)

ΔPSI = Pérdida de serviciabilidad prevista en el diseño.

Po = Serviabilidad inicial.

Pt = Serviciabilidad final.

S'c = Módulo de rotura del concreto, en Psi.

J = Coeficiente de transferencia de carga.

Cd = Coeficiente de drenaje.

EC = Módulo de elasticidad del concreto, en Psi.

K = Módulo de reacción de la subrasante (coeficiente de balastro), (psi/pulg).

D = Espesor de la losa mínimo del pavimento en pulg.

3.5. FICHA AMBIENTAL.

En el presente capítulo se realizó la identificación de impactos potenciales, considerando las etapas de construcción, operación, mantenimiento y futuro inducido. Los cuales se muestran posteriormente en la ficha ambiental elaborada.

En la predicción de impactos ambientales se describieron las estimaciones o proyecciones del comportamiento del impacto ambiental, basadas en la experiencia y en los datos técnicos del proyecto.

MEMORIA DE CÁLCULO.

A continuación se muestran todos los cálculos realizados para determinar los espesores de cada una de las capas que conforman el paquete estructural:

TRÁFICO NORMAL (Veh. /Día)

$$V_f = V_a * \left(1 + \frac{i}{100}\right)^n$$

Donde:

Va= Volumen Actual de Vehículos.

n= 10 años [Periodo de Diseño].

i= Índice de Crecimiento para cada tipo de vehículos. (*)

i1= 3,8% [Índice de Crecimiento para vehículos Livianos].

i2= 2,2% [Índice de Crecimiento para Buses].

i3= 2,7% [Índice de Crecimiento para Camiones Medianos].

i4= 2,6% [Índice de Crecimiento para Camiones Grandes].

TIPOS DE VEHÍCULOS	1	2	3	4	5
	LIVIANOS	BUSES	CAM. MED.	CAM. GRANDES	TOTAL
2012	3947	487	27	14	4475
2013	4100	500	27	14	4641
2014	4254	514	27	14	4809
2015	4420	520	34	14	4988
2016	4587	534	34	14	5169
2017	4760	547	34	14	5355
2018	4940	560	34	14	5548
2019	5127	574	34	14	5749
2020	5320	580	34	20	5954
2021	5527	594	34	20	6175
2022	5734	607	40	20	6401
SUMA TOTAL	52716	6017	359	172	59264
PORCENTAJE	88,951	10,153	0,606	0,29	100,000

(*) Los valores de índices de crecimiento son fuente de información proporcionada por el Gobierno Municipal Ciudad de Tarija.

**DETERMINACIÓN DEL FACTOR EQUIVALENTE VEHICULAR
PONDERADO**

$$FCE = \frac{1}{10^{4,79\log(18+1) - 4,79\log(L_x + L_2) + 4,33\log L_2 + \frac{G_t}{\beta_x} - \frac{G_t}{\beta_{18}}}}$$

$$G_t = \log\left(\frac{4,2 - p_t}{4,2 - 1,5}\right)$$

$$\beta_x = 0,4 + \frac{0,081(L_x + L_2)^{3,23}}{(SN + 1)^{5,19} * L_2^{3,23}}$$

	1	2	3	4
TIPO DE VEHÍCULO	LIVIANOS	BUSES	CAMIÓN MEDIANO	CAMIÓN GRANDE
Eje Delantero (ton)	0,6	4	5	6
Eje Delantero (kips) (Lx)	1,32	8,8	11	13,2
Eje Trasero (ton)	0,6	9	9	17
Eje Trasero (kips) (Lx)	1,32	19,8	18	37,4
Eje Delantero Remolque (ton)	0	0	0	0
Eje Delantero Remolque (kips) (Lx)	0	0	0	0
Eje Trasero Remolque (ton)	0	0	0	0
Eje Trasero Remolque (kips) (Lx)	0	0	0	0
F.E. Eje Delantero (*)	0,0001	0,0099	0,1406	0,2849
F.E. Eje Trasero (*)	0,0001	0,0599	1,4960	1,6147
F.E. Eje Delantero Remolque(*)	0	0	0	0
F.E. Eje Trasero Remolque (*)	0	0	0	0
FACTOR EQUIVALENTE CON CARGA COMPLETA	0,0002	1,5559	1,6366	1,8995

	1	2	3	4
TIPO DE VEHÍCULO	LIVIANOS	BUSES	CAMIÓN MEDIANO	CAMIÓN GRANDE
Eje Delantero (ton)	0,6	2	2	3
Eje Delantero (kips) (Lx)	1,32	4,4	4,4	6,6
Eje Trasero (ton)	0,6	4	5	6
Eje Trasero (kips) (Lx)	1,32	8,8	11	13,2
Eje Delantero Remolque (ton)	0	0	0	0
Eje Delantero Remolque (kips) (Lx)	0	0	0	0
Eje Trasero Remolque (ton)	0	0	0	0
Eje Trasero Remolque (kips) (Lx)	0	0	0	0
F.E. Eje Delantero (*)	0,0001	0,0042	0,0042	0,0199
F.E. Eje Trasero (*)	0,0001	0,0599	0,1406	0,0274
F.E. Eje Delantero Remolque(*)	0	0	0	0
F.E. Eje Trasero Remolque (*)	0	0	0	0
FACTOR EQUIVALENTE SIN CARGA	0,00015	0,0642	0,1448	0,0473
FACTOR EQUIVALENTE PONDERADO	0,00019	1,18299	1,26361	1,43647

Tabla 3.17 Cálculo de los Factores de Carga Equivalentes.

-Se han considerado un 75% de vehículos cargados y el otro 25% descargados.

DETERMINACIÓN DE EJES EQUIVALENTES

$$W_{18} = 365 * TPDA * \%TV * FCE$$

Donde: %TV= 0,50 Distribución Direccional.

W18= Numero de reiteraciones de ejes equivalentes de 18000 libras.

COMPOSICIÓN DE TRÁFICO	1	2	3	4	TOTAL
TIPOS DE VEHÍCULOS	LIVIANOS	BUSES	CAMION MED.	CAMION GR.	--
FACTORES EQUIVALENTES	0,00019	1,18299	1,26361	1,43647	--
TOTAL VEH.(365*TPD)	19241340	2196205	131035	62780	21631360
EJES ACUMULADOS	3656	2598089	165577	90181	2857503

TRÁFICO EN EL CARRIL DE DISEÑO: 50% (DOS CARRILES)

1428752

CÁLCULO DE ESPESORES DE LA ESTRUCTURA: PAVIMENTO FLEXIBLE.

$$\log W_{18} = Z_R * S_o + 9,36 \log(SN + 1) - 0,2 + \frac{\log \left[\frac{\Delta PSI}{4,2 - 1,5} \right]}{0,4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5,19}}} + 2,32 \log M_R - 8,07$$

W18: 1428752 Número de Ejes Equivalentes a 18000 libras que solicitaran durante el periodo de vida útil.

$$MR(PSI) = 1500 * CBR(\%)$$

$$MR = 1500 * 2,89 = 4335 \text{ PSI}$$

MR: 4.335 (PSI) Módulo Resiliente de la subrasante.

$$\Delta PSI = P_o - P_t = 4,2 - 2 = 2,2$$

Δ PSI: 2,2 Diferencia entre el índice de serviciabilidad final e inicial.

Niveles de Confiabilidad (R%)		
Tipo de Camino	Zona Urbana	Zona Rural
Arterias Principales	80-99	75-99
Colectoras	80-95	75-95
Locales	50-80	50-80

Tabla 3.18 Niveles de Confiabilidad (*)

R: 80 Nivel de Confiabilidad (Valor adoptado de tabla 3.18)

Confiabilidad (%)	75	80	85	95
ZR	0,674	0,842	1,037	1,645

Tabla 3.19 Relación entre confiabilidad y ZR en una Distribución Normal.

ZR: 0,842 Desviación Normal Standard para el grado de confiabilidad a adoptado.

So= 0,49 Error Standard combinado de las predicciones de tránsito y comportamiento.

*Guía AASHTO "Diseño de Estructuras de Pavimento, 1993"

En función a los valores anteriormente descritos y por medio de la aplicación de la Ecuación de la AASHTO se obtiene el siguiente valor del Numero Estructural.

SN: 3,01[Pulg] Número Estructural.

SN: 76,45[mm] Número Estructural.

ESPEORES DEL PAQUETE ESTRUCTURAL

$$SN = a_1 h_1 + a_2 h_2 m_2 + a_3 h_3 m_3 \quad h_3 = 1,5 * h_2$$

Donde:

a1= 0,44 Coeficiente Estructural de capa de Rodadura.

a2= 0,14 Coeficiente Estructural de la capa Base.

a3= 0,11 Coeficiente Estructural de la capa Sub base.

m2= 1,00 Coeficiente de Drenaje de la capa Base. (Ver Tabla 3.21)

m3= 1,00 Coeficiente de Drenaje de la capa Sub base. (Ver Tabla 3.21)

h= Espesores del paquete estructural.

h1= 75,0 [mm] Espesor mínimo de capa de Rodadura.

Con los valores de cada uno de los coeficientes, se procedió a remplazar en la ecuación y obtener los siguientes resultados:

h1= 75[mm] Carpeta de Rodadura.

h2= 142,46[mm] Capa Base.

h3=213,69[mm] Capa Sub base.

Valores adoptados del paquete estructural:

CAPA	SUB BASE	BASE	RODADURA
ESPESOR CAPA (cm)	25	20	7,5

CÁLCULO DE ESPESORES DE LA ESTRUCTURA: EMPEDRADO

$$a = D_{promedio} + 3 = D_{max} + 1$$

$$E = a + \frac{D_{promedio}}{4}$$

Donde:

$D_{promedio} = 8$ cm Diámetro promedio de las piedras de empedrar.

$D_{m\acute{a}x} = 10$ cm Diámetro máximo de las piedras de empedrar.

a = Espesor de la capa de asiento (cm).

E = Espesor del empedrado (cm).

$$a = 10 + 1 = 11 \text{ cm}$$

Por lo tanto el espesor total del empedrado será:

$$E = 11 + \frac{8}{4} = 13 \text{ cm}$$

Debido a que el terreno natural presenta un suelo arcilloso, se deberá colocar una base granular encima de esta, debido a que la capa empedrada vale lo que la capa o capas debajo de ella valen. Se recomienda que el espesor de esta capa base granular sea de 20 cm.

Las piedras a usar para la superficie empedrada, se recomienda que las formas de estas no sean puntiagudas ni lajeadas. Además la calidad de la compactación de la capa base y subrasante son las mismas que para los pavimentos flexibles. Los resultados obtenidos son los siguientes:

DESCRIPCIÓN	CAPA BASE	DIÁMETRO MAXIMO PIEDRAS	DIÁMETRO PROMEDIO PIEDRAS	EMPEDRADO
ESPESOR CAPA (cm)	20	10	8	13

CÁLCULO DE ESPESORES DE LA ESTRUCTURA: PAVIMENTO RÍGIDO

La ecuación fundamental AASHTO para el diseño de pavimentos rígidos es:

$$\text{Log}W_{18} = Z_R S_o + 7,35 \text{Log}(D+1) - 0,06 + \frac{\text{Log}\left(\frac{\Delta PSI}{4,5-1,5}\right)}{\frac{1,624 * 10^7}{(D+1)^{8,46}}} + (4,22 - 0,32 P_t) * \text{Log} \left[\frac{S_c \cdot C_d (D^{0,75} - 1,132)}{215,63 J \left[D^{0,75} - \frac{18,42}{\left[\frac{E_c}{K}\right]^{0,25}} \right]} \right]$$

Donde:

TRÁFICO EN EL CARRIL DE DISEÑO: 50% (DOS CARRILES) 1428752

W18 = 1428752 Número de cargas de 18 kips (80 kN) previstas.

R = 80% Confiabilidad Adoptada. (Ver Tabla 3.18)

Z_R = 0,842 Es el valor de Z (área bajo la curva de distribución) correspondiente a la curva estandarizada, para una confiabilidad R. (Ver Tabla 3.19)

CONDICION DE DISEÑO	DESVIACION ESTANDAR (So)
	Pavimento Rígido
Variación en la predicción del comportamiento del pavimento sin errores en el transito.	0,34
Variación en la predicción del comportamiento del pavimento con errores en el transito.	0,39

Tabla 3.20 Valores para la Desviación Estándar (*).

So = 0,39 Desviación estándar (valor adoptado para pavimentos rígidos)

Po = 4,5 Serviciabilidad inicial.

Pt = 2,5 Serviciabilidad final.

$$\Delta PSI = P_o - P_t = 4,5 - 2,5 = 2$$

ΔPSI = 2 Pérdida de serviciabilidad prevista en el diseño.

S'c = 400 Módulo de rotura del concreto, en psi.

SOPORTE LATERAL	SI	NO	SI	NO	SI	NO	TIPO
ESAL's en millones	Con pasadores con o sin refuerzo de temperatura		Con refuerzo continuo		Sin pasadores		
Hasta 0,3	2,7	3,2	2,8	3,2	-	-	Calles y caminos
0,3 - 0,1	2,7	3,2	3,0	3,4	-	-	
1 - 3	2,7	3,2	3,1	3,6	-	-	
3 - 10	2,7	3,2	3,2	3,8	2,5	2,9	Caminos principales y autopistas
10 - 30	2,7	3,2	3,4	4,1	2,6	3,0	
Más de 30	2,7	3,2	3,6	4,3	2,6	3,1	

J = 3,2

Coefficiente de transferencia de carga.

Cd	Tiempo Transcurrido para que el suelo libere el 50% de su agua libre	Porcentaje de tiempo en que la estructura del pavimento está expuesta a niveles de humedad cercanas a la saturación.			
		<1%	1-5%	5-25%	>25%
Excelente	2 horas	1,25 - 1,20	1,20 - 1,15	1,15 - 1,10	1,10
Bueno	1 día	1,20 - 1,15	1,15 - 1,10	1,10 - 1,00	1
Regular	1 semana	1,15 - 1,10	1,10 - 1,00	1,00 - 0,90	0,9
Pobre	1 mes	1,10 - 1,00	1,00 - 0,90	0,90 - 0,80	0,8
Muy Pobre	Nunca	1,00 - 0,90	0,90 - 0,80	0,80 - 0,70	0,7

Tabla 3.21 Valores recomendados del Coeficiente de Drenaje.

Cd = 1

Coefficiente de drenaje.

Para determinar el módulo de elasticidad del concreto se empleo la siguiente ecuación:

$$E_c = 57000 * \sqrt{f_c}$$

$$E_c = 57000 * \sqrt{2475} = 2835714$$

EC = 2835714

Módulo de elasticidad del concreto, en psi.

(SENÇO, 1997)

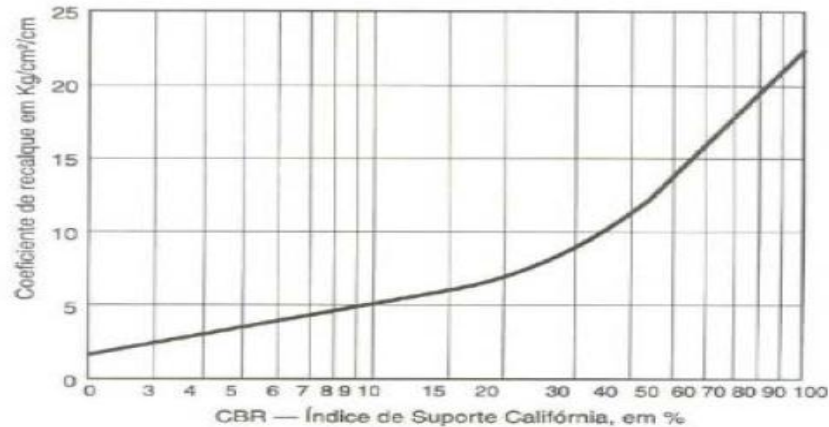


Figura 3.29 CBR – Módulo de Reacción de la Subrasante (K)

K =97,339 Módulo de reacción de la subrasante (psi/pulg).

D =6,733 pulg. Espesor de la losa mínimo del pavimento en pulg.

D= 17,10 cm. Espesor de la losa mínimo del pavimento en cm.

Se adoptará un espesor D=20 cm en función a medidas constructivas y de acuerdo a las especificaciones técnicas establecidas para este tipo de pavimento.

A continuación se muestran tablas propuestas por el Manual Guía de Diseño de la AASHTO, para la obtención de los parámetros de diseño:

Debido a que el suelo natural de la subrasante es un material pobre se deberá emplear una capa sub base granular, el espesor de la misma se determina en función a las características del material granular proveniente del Rio Guadalquivir y algunos de los parámetros empleados para la determinación del espesor de la losa de pavimento:

*Guía AASHTO “Diseño de Estructuras de Pavimento, 1993”

- El material granular presenta un Valor de la Capacidad Soporte C.B.R.= 69%, mediante este se determina el valor del Modulo de Resiliencia equivalente a 103500 psi.
- El valor del Módulo de Reacción de la Capa Base Granular $K= 576,83$ psi/pulg.

Mediante la aplicación de la fórmula propuesta por la AASHTO se tiene el siguiente resultado:

Espesor de la capa base granular= $D= 5,23$ pulg.

Espesor de la capa base granular= $D= 13,28$ cm.

Se recomienda adoptar un espesor de la capa base de 15 cm, este valor está relacionado con el tipo de vía, ya sea esta una avenida con regular cantidad de circulación de buses.

Descripción	Espesor (m)
Capa Sub Base	0,15
Losa de Concreto	0,20
Paquete Estructural	0,35

FICHA AMBIENTAL

**MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y AGUA
VICEMINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE, BIODIVERSIDAD
Y CAMBIOS CLIMÁTICOS**

FORMULARIO: FICHA AMBIENTAL N°:

PROYECTO: DISEÑO FINAL DE INGENIERIA DE VIA URBANA
“AVENIDA COSTANERA ZONA EL TEJAR”

INFORMACIÓN GENERAL.

Fecha de Llenado: 10 de Noviembre de 2012 **Lugar:** Tarija

Promotor: Univ.: Jose Alejandro Cruz Cruz

Responsable del llenado de la ficha:

Nombres, Apellidos: Ing. Aníbal Darío Vega Flores **Profesión:** Ing. Químico

Cargo: Consultor Ambiental **N° Registro:** RENCA N° 17781

Departamento: Tarija **Ciudad:** Tarija

Domicilio: Calle. Abaroa N° 410 **Telf. /Fax:** (04) 6636615

DATOS DE LA UNIDAD PRODUCTIVA.

Empresa o Institución: Gobierno Municipal de la Ciudad de Tarija Provincia Cercado.

Personero (s) Legal(s): Univ. Jose Alejandro Cruz Cruz

Actividad Principal: Director de Proyectos

Cámara o Asociación que Pertenece: -----

N° Registro: -----

Fecha Ingreso: -----

N° de NIT: 5814373

DOMICILIO PRINCIPAL:

Ciudad: Tarija
Cantón: -----
Provincia: Cercado
Departamento: Tarija
Calle: Av. Capitán Castellanos
Teléfono: 66-66129
Fax: -----
Casilla: -----
Domicilio legal a objeto de notificación o citación: AV. Capitán Castellanos

IDENTIFICACIÓN Y UBICACIÓN DEL PROYECTO

NOMBRE DEL PROYECTO: DISEÑO FINAL DE INGENIERÍA DE VIA URBANA “AVENIDA COSTANERA ZONA EL TEJAR”

UBICACIÓN FÍSICA DEL PROYECTO.

Ciudad y/o Tarija
Localidad:
Cantón: -----
Provincia: Cercado
Departamento: Tarija

Latitud: 21°32'35,69'' **Longitud:** 64°43'43,24''

Altitud: 1892 m.s.n.m.

Registro en -----

Derechos Reales:

Partida: -----

Fojas: -----

Libro: -----

Año: -----

Departamento:

COLINDANTES DEL PREDIO Y ACTIVIDADES QUE SE DESARROLLARÁN:

Norte: Barrio Villa Fátima

Sur: Barrio Mira Flores

Este: Barrio El Tejar

Oeste: Zona La Terminal

USO DEL SUELO:

Uso Actual: Urbano, Comercial

Uso Potencial: Comercial

Certificado de Uso de suelo: -----

Expedido por: -----

En fecha: -----

**DESCRIPCIÓN DEL SITIO DE EMPLAZAMIENTO DEL PROYECTO
SUPERFICIE A ACUPAR**

Total del predio: 350 m²

Ocupada por el proyecto: 1 ha

DESCRIPCIÓN DEL TERRENO

Topografía y pendientes: TERRENO PLANO, ÁREA URBANA

Profundidad de napa freática: LECHO DE RÍOS Y QUEBRADAS

Calidad de agua: MUY BUENA (AGUA POTABLE DISTRIBUIDA)

Vegetación predominante: VEGETACIÓN HORNAMENTAL DE ÁREA URBANA

Red de drenaje Natural: PATRÓN FLUVIAL DENDRÍTICO

Medio Humano: INTERVENIDO POR ACTIVIDADES URBANAS

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

ACTIVIDAD:

Sector: Transporte.

Sub Sector: Vías

Actividad Específica: Diseño Vía Urbana **CIU[]**

NATURALEZA DEL PROYECTO:

Nuevo: (X) **Ampliatorio:** () **Otros:** ()

Especificar otros:

ETAPA DEL PROYECTO:

Exploración: () **Ejecución:** (X) **Operación:** (X)

Mantenimiento: (X) **Futuro Inducido:** () **Abandono:** ()

AMBITO DE ACCIÓN DEL PROYECTO:

Urbano: (X) **Rural** ()

OBJETIVO GENERAL DEL PROYECTO:

- La realización de este trabajo tiene el objetivo principal de elaborar el diseño final de una vía urbana “Avenida La Costanera Zona el Tejar”, la cual comunicará el barrio “El Tejar” y zona “La Terminal”, que permitirá el enlace directo entre estos dos barrios, este proyecto permitirá tener los documentos técnicos necesarios para la ejecución de la vía urbana, que implicara el desarrollo urbano de nuestra ciudad.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS DEL PROYECTO:

- Mejorar las condiciones de vida de las familias que viven al margen de la avenida.
- Permitir una circulación de vehículos más fluida y cómoda entre los barrios “El Tejar” y la Zona la Terminal.
- Realizar los estudios de suelos adecuados en el área de realización del proyecto, estableciendo así las características del suelo en las que se realizara el proyecto.
- Disminuir la congestión vehicular producida en horas pico en la zona de “El Tejar”.

RELACIÓN CON PROYECTOS:**Forma parte de:****Un Plan:** **Programa:** **Proyecto aislado:** **VIDA UTIL ESTIMADA DEL PROYECTO:** 10 años**PRODUCCION ANUAL ESTIMADA DEL PRODUCTO FINAL:** Mejorar los niveles y condiciones de transitabilidad del flujo vehicular, durante todo el año.**ALTERNATIVAS Y TECNOLOGIAS****¿Se consideró o están consideradas alternativas de localización?****Si** **No** **Si la respuesta es afirmativa, indique cuales y porque fueron desestimadas las otras alternativas:****Describir las tecnologías (maquinaria, equipo, etc.) y los procesos que se aplicaran en cada etapa del proyecto.****Etapas de Ejecución****Maquinaria y Equipo Requerida para la ejecución**

Se tendrá dos tipos de maquinaria: principal (con permanencia total) y complementaria (de requerimiento temporal). La maquinaria y equipo necesario para el proyecto es el siguiente:

1	CARGADOR FRONTAL SOBRE RUEDAS
2	CISTERNA
3	COMPACTADOR DE NEUMÁTICOS
4	COMPACTADOR MANUAL DE RODILLO LISO
5	COMPACTADOR PATA DE CABRA
6	COMPACTADORA MANUAL
7	DISTRIBUIDOR DE ASFALTOS
8	EQUIPO TOPOGRÁFICO
9	ESCOBA MEC. NO AUTOPROPULSADA
10	HORMIGONERA
11	MEZCLADORA
12	MOTONIVELADORA
13	PLANTA ASFALTICA
14	RETROEXCAVADORA
15	RODILLO PATA DE CABRA AUTOPROPULSADO
16	TERMINADORA DE CONCRETO ASF 100 TN/H
17	TRACTOR D7
18	VIBRADORA
19	VOLQUETA 6 M3

Tabla 3.22 Maquinaria y Equipo involucrado en la Ejecución del Proyecto.

Personal Necesario

El personal necesario para la construcción será el siguiente:

1	ALARIFE
2	ALBAÑIL
3	AYUDANTE
4	AYUDANTE DE OPERADOR
5	CAPATAZ
6	CHOFER
7	ESPECIALISTA
8	OP. COMPACTADOR RODILLO LISO
9	OP. COMPACTADORA NEUMÁTICOS
10	OPERADOR DE EQUIPO
11	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO
12	OPERADOR DE EQUIPO PESADO
13	OPERADOR DE PLANTA
14	TOPÓGRAFO

Tabla 3.23 Mano de Obra incluida en el Proyecto.

Ayudantes y obreros en número 60 suficiente para el cumplimiento de la obra.

En lo posible se contratará mano de obra local.

Etapa de Operación:

Transporte público y privado, esta fase corresponde a la entrega de toda la obra realizada, pasando el control del mismo al organismo municipal o prefectura correspondiente.

Etapa de Mantenimiento:

Se requerirá herramientas menores para el mantenimiento de las obras civiles.

Para esta etapa se utilizaran herramientas como:

- Herramientas menores

INVERSIÓN TOTAL:

FASE DEL PROYECTO:

Pre factibilidad: () **Factibilidad:** () **Diseño Final:** (X)

INVERSION DEL PROYECTO:

Costo Total: 348.934,21 \$us T/C 6, 96 2.428.582, 14 BS

Fuentes de financiamiento: Gobierno Municipal de la ciudad de Tarija Provincia
Cercado

ACTIVIDADES:

En este sector se deben señalar las actividades previstas en cada etapa del proyecto:

ETAPA DE EJECUCIÓN:

Nº	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	DURACIÓN	
			Cant.	Und.
1	INSTALACIÓN DE FAENAS	Este ítem consiste en las instalaciones provisionales necesarias para el funcionamiento de la obra, como ser: oficina local, almacén, patio, cercos de protección para instalación de agua, eléctrica y otros servicios. Asimismo, comprende la dotación de depósitos como almacenes para la preservación de materiales y combustibles requeridos en la ejecución de las obras.	5	Días
2	LIMPIEZA DE TERRENO Y DESHIERBE	Este ítem se refiere a la limpieza, extracción y retiro de hierbas y arbustos del terreno, como trabajo previo a la iniciación de las obras, de acuerdo a lo señalado en el formulario de presentación de propuestas, planos y/o instrucciones del Supervisor de Obra.	2	Días
3	MOVILIZACIÓN	Este ítem comprende los trabajos preparatorios y previos a la iniciación de obras, que consiste en efectuar limpieza y preparación del terreno.	4	Días
4	REPLANTEO GENERAL	Este ítem comprende todos los trabajos de replanteo y trazado de ejes necesarios para la ubicación de las áreas y vías de acuerdo a los planos del proyecto, formulario de presentación de propuestas y/o indicaciones del Supervisor de Obra.	2	Días
5	REMOCIÓN DE EMPEDRADO	Este ítem comprende el retiro del empedrado existente en áreas que se hubiesen producido hundimientos, depresiones, deformidades considerables que no permitan el buen colocado del futuro pavimento, dichas superficies serán definidas de manera conjunta, entre el Contratista y Supervisor de Obra.	1	Días
6	EXCAVACIÓN CON MAQUINARIA	Este ítem comprenderá la excavación necesaria para la buena instalación de la obra con la profundidad necesaria especificada en los planos o como disponga el INGENIERO y el retiro de todo el material desechado.	7	Días

7	CONFORMACIÓN DE TERRAPLEN	Este ítem se refiere a los terraplenes son segmentos de la carretera cuya formación requiere el depósito de materiales provenientes de cortes o préstamos dentro de los límites de las secciones de diseño que definen el cuerpo de la vía que deben cumplir requisitos de estabilidad y resistencia.	3	Días
8	MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE	Este ítem se refiere al mejoramiento de la subrasante de la carretera a pavimentar, una vez concluido el movimiento de tierras (cortes y terraplenes), como última actividad previa a la pavimentación.	2	Días
9	SUB BASE ESTABILIZADA GRANULOMETRICAMENTE	Este ítem se refiere a la ejecución de la sub-base granular constituida por gravas seleccionadas, en conformidad con los espesores, alineamientos y sección transversal indicados en el diseño, u ordenados por el INGENIERO	1	Días
10	BASE ESTABILIZADA GRANULOMETRICAMENTE	Este ítem consiste a la ejecución y corrección de bases granulares constituidas de capas de suelo natural, mezclas de suelos naturales con gravas naturales o con agregados triturados o, producidos totales de materiales triturados, en conformidad con los espesores, alineamientos y sección transversal indicados en el diseño, u ordenados por el Supervisor de Obra.	1	Días
11	IMPRIMACIÓN	El ítem consiste en la aplicación de una capa de material bituminoso sobre la superficie de un pavimento antiguo, una base, sub-base concluida o empedrado, antes de la ejecución de cualquier revestimiento bituminoso o base, con el objeto de aumentar la cohesión de la superficie de la capa sobre la cual es aplicada, por la penetración del material bituminoso, promover la adherencia entre la base y el revestimiento e impermeabilizar la superficie de la capa sobre la cual es aplicada.	3	Días
12	CARPETA DE CONCRETO ASFÁLTICO	Este ítem se refiere a todos los aspectos relacionados con el asfaltado de la capa superficial y acerca de todo lo concerniente a la obtención de materiales, maquinarias, planta de asfalto, báscula para camiones dosificación, producción de mezclas, transporte, colocación,	1	Días

		ensayos de control de obra, etc. Todos los trabajos deberán realizarse en estricta observancia de lo estipulado en los documentos de contrato y de las indicaciones del Supervisor de Obra.		
13	EXCAVACIÓN DE 2-0 M SUELO SEMIDURO	Este ítem corresponde a la excavación, emparejamiento y transporte libre de los materiales constituyentes del terreno semi duro con MAQUINARIA, hasta el nivel de Sub rasante indicada en los planos de construcción de la vía, incluyendo cunetas, zanjas, intersecciones, empalmes taludes, banquinas, la extracción de materiales inadecuadas en la zona donde se hará la vía y en la proximidad de las de las partes a terraplenar, además incluye la excavación de suelo seleccionado encontrando en el lugar de la obra, cuando tal cosa se disponga a los aspectos de mejorar la calidad general de los suelos a usar. Todo ello deberá ejecutarse de acuerdo con las presentes especificaciones, con la sujeción a los alineamientos, pendientes y dimensiones señalados en los planos y replanteos por el Supervisor de Obra.	2	Días
14	PROVISIÓN Y COLOCACIÓN DE TUBO H ^a A ^a D=0,45 M	Este ítem se refiere a la provisión de tuberías de Hormigón, de acuerdo a los planos constructivos y de detalle. Son un conjunto de actividades realizadas de acuerdo a los planos e instrucciones del SUPERVISOR de obra.	2	Días
15	PROVISIÓN Y COLOCACIÓN DE TUBO H ^a A ^a D=60 M	Este ítem se refiere a la provisión de tuberías de Hormigón, de acuerdo a los planos constructivos y de detalle. Son un conjunto de actividades realizadas de acuerdo a los planos e instrucciones del SUPERVISOR de obra.	2	Días
16	PROVISIÓN Y COLOCACIÓN DE TUBO H ^a A ^a D=0,8 M	Este ítem se refiere a la provisión de tuberías de Hormigón, de acuerdo a los planos constructivos y de detalle. Son un conjunto de actividades realizadas de acuerdo a los planos e instrucciones del SUPERVISOR de obra.	1	Días
17	PROVISIÓN Y COLOCADO DE CAMA DE ARENA	Este ítem se refiere al empleo de apoyos o camas de asiento, empleando material apropiado y de acuerdo a los anchos, espesores y diseños establecidos en los planos correspondientes, formulario de presentación de propuestas. Estos apoyos o camas se emplearán en suelos donde no sea posible colocar la tubería directamente sobre	1	Días

		el terreno, debido a su insuficiente capacidad de soporte y a fin de mejorar el factor de carga del tubo instalado.		
18	RELLENO Y COMPACTADO	Consiste en la provisión y relleno con material seleccionado proveniente de de bancos de préstamos aprobado por el supervisor, los lugares indicados en los planos del proyecto o de acuerdo a instrucciones escritas del Supervisor de Obra	2	Días
19	SUMIDERO PARA ALCANTARILLADO PLUVIAL	Este ítem comprende Hormigón Simple para la construcción de las bocatomas del sistema de drenaje, según la forma y ubicación que se indica en los planos.	14	Días
20	ACERAS PEATONAL HORMIGÓN	Este ítem se refiere a la construcción de aceras de hormigón simple (10 cm de espesor) sobre suelo compactado o solado de piedra, de acuerdo a las dimensiones y características señaladas en los planos y/o instrucciones del Supervisor de Obra.	5	Días
21	CORDÓN PARA ACERA DE HORMIGÓN	Este ítem se refiere a la fabricación, provisión y posterior colocación, de cordones de acera, conforme a las medidas exigidas en proyecto. La colocación se efectuará donde lo requiera el fiscal.	7	Días

ETAPA DE OPERACIÓN:

N°	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	DURACIÓN	
			Cantidad	Unidad
22	CIRCULACION VEHICULAR	Este ítem corresponde a la circulación mobiliaria de la calle	Permanente	Años

ETAPA DE MANTENIMIENTO:

N°	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	DURACIÓN	
			Cantidad	Unidad
23	MANTENIMIENTO RUTINARIO	Incluye obras de limpieza (trabajos que puedan realizarse manualmente y que no impliquen equipo especializado)	Permanente	

RECURSOS HUMANOS (mano de obra)

Calificada	Permanente	No permanente
	5	10
No Calificada	Permanente	No Permanente
	10	25

RECURSOS NATURALES DEL ÁREA QUE SERÁN APROVECHADOS

N°	RECURSOS (descripción)	VOLUMEN ó CANTIDAD
1	AGUA	No cuantificado
2	ARENA	383,78 m ³
3	GRAVA	1632,60 m ³
4	PIEDRA	28,8 m ³

MATERIA PRIMA, INSUMOS DEL PROYECTO.

a) MATERIA PRIMA			
NOMBRE	CANTIDAD	UNIDAD	ORIGEN
TUBERIAS	275,80	MI	Mercado Local
ALAMBRE DE AMARRE	148,71	kg	Mercado Local
CEMENTO	51318,41	Kg	Mercado Local
CALAMINA ONDULADA	22	M2	Mercado Local
MADERA	5828	Pie2	Mercado Local
CLAVOS	158,71	Kg.	Mercado Local
PINTURA LÁTEX	1,86	Galón	Mercado local
B) INSUMOS			
COMBUSTIBLE	10470	Lts.	Mercado Local
ACEITES Y LUBRICANTES	1396	Lts.	Mercado Local

PRODUCCIÓN DE RESIDUOS Y/O DESECHOS**ETAPA DE EJECUCIÓN**

TIPO	DESCRIPCIÓN	FUENTE	DISPOSICIÓN FINAL	CANTIDAD
GASEOSOS	Gases de combustión	Transporte(movilidades y equipo)	Atmosfera	No cuantificado
GASEOSOS	Partículas suspendidas	Movimiento de maquinarias y equipo al área de construcción de la obra	Atmosfera	No cuantificado
LÍQUIDOS	Aguas grises	Personal de la obra	Letrinas.	No cuantificado

LÍQUIDOS	Aceites lubricantes y	Maquinaria y equipos	Almacenado para su reciclado	No cuantificado
SÓLIDOS	Escombros	Construcciones en general	Cárcavas identificadas para este fin.	No cuantificado
SÓLIDOS	Residuos Orgánicos	Personal de la obra	Pozos sépticos y letrinas	No cuantificado
SÓLIDOS	Residuos inorgánicos	Campamento y construcción de la obra	Recogidos por los ejecutores del proyecto y depositados en lugares autorizados por el municipio.	No cuantificado

ETAPA DE OPERACIÓN

No corresponde para esta etapa.

ETAPA DE MANTENIMIENTO

TIPO	DESCRIPCIÓN	FUENTE	DISPOSICIÓN FINAL	CANTIDAD
GASEOSOS	Gases de combustión	Maquinaria y equipo	Atmósfera	No cuantificado
SÓLIDOS	Escombros de construcción	Refacción de la vía urbana	Recolectado por parte de los ejecutores y depositados en lugares autorizados por el municipio.	No cuantificado

PRODUCCIÓN DE RUIDO. (Indicar fuente y niveles)

FUENTE:	Vehículos y maquinaria		
Nivel mínimo:	65	db	Nivel máximo: 85 db

INDICAR COMO Y DONDE SE ALMACENAN LOS INSUMOS**EJECUCIÓN**

Será responsabilidad de la empresa ejecutante dar cumplimiento estricto de las normas y parámetros vigentes e idóneos no sólo en los temas de almacenamiento y seguridad industrial para con el personal a contratarse y realizar las medidas que sean necesarias para mitigar los potenciales impactos ambientales negativos que pudiesen generarse.

Los equipos e insumos serán temporalmente almacenados en predios cercanos al lugar de ubicación de la obra. Para facilitar el cuidado de los mismos, optimizar el transporte de éstos y proveer a la obra de los materiales que requieran de manera inmediata. Los insumos deberán ser protegidos del intemperismo. Los insumos, de preferencia y naturaleza de los mismos, podrán ser almacenados temporalmente sobre superficie apelmazada, en caso de llegarse a almacenar algún combustible y/o lubricante, éstos deberán estar en sus envases originales y con medidas de prevención para la contención de potenciales derrames. Ninguna de las sustancias peligrosas deberá ser almacenada en cercanías a cursos de agua superficial, y la responsabilidad de los ejecutantes velará por el cumplimiento de las normativas. Para el caso de los vehículos automotores, maquinaria pesada u otros, se prestará especial atención de que no se den fugas de aceites lubricantes y/o combustibles, siendo el mantenimiento preventivo y/o correctivo de vital importancia y de preferencia a llevarse a cabo en el lugar más cercano. Los ejecutantes deberán señalar con avisos sobre seguridad industrial en las áreas sensibles a la obra. y brindar la inducción necesaria al caso y a su personal.

OPERACIÓN:

En la operación del proyecto no se requiere materiales ni equipos.

MANTENIMIENTO:

Los insumos necesarios para el mantenimiento de la obra serán ubicados en ambiente cerrado para este objetivo, cerca del proyecto

INDICAR LOS PROCESOS DE TRANSPORTE Y MANIPULACION DE INSUMOS**EJECUCION**

- Las materias primas e insumos se los trasladará en vehículos pesados y livianos, específicos para este fin, desde los diferentes mercados regionales hasta los almacenes de la obra.
- El material local como ser la arena, grava y piedra etc. serán transportados en volquetas, camiones desde las tiendas y los bancos de préstamos autorizados hasta el lugar de la construcción.
- El combustible serán transportado en turriles de fierro desde la estación de servicio hasta el lugar donde se encuentren la maquinaria.
- La manipulación de los materiales será realizado bajo la supervisión del personal capacitado y autorizado por la empresa contratista y la organización ejecutora.
- La manipulación de los insumos de hará de acuerdo a las normas vigentes de seguridad en este tipo de obras.

OPERACIÓN:

No implica el manipuleo y el transporte de materiales para la operación del proyecto.

MANTENIMIENTO:

Los materiales necesarios para la realización del mantenimiento serán cuidadosamente manipulados y transportados en vehículos destinados para este fin,

en volquetas y vehículos livianos, dependiendo de la magnitud de los trabajos a ser realizados.

POSIBLES ACCIDENTES Y/O CONTINGENCIAS

EJECUCIÓN

Accidentes y/o Contingencias	Medidas Preventivas
<ul style="list-style-type: none"> • Accidentes de vehículos en el transporte de materiales e insumos. • Accidentes por manipuleo de equipos y herramientas. • Fugas de elementos volátiles como ser aceites combustibles. • Accidentes inherentes a la realización de las obras civiles. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tomar precauciones y utilizar equipo de seguridad personal para la ejecución de este trabajo. • El personal debe estar capacitado para realizar este tipo de trabajo. • Se debe disponer la señalización en todos los sectores determinados de riesgo en la etapa de ejecución del proyecto. • Tomar precauciones y utilizar equipo de seguridad personal para la ejecución de este trabajo. • Inducción al personal para que tenga cuidado en el desarrollo de los trabajos, y en caso de accidentes, atención inmediata con botiquín de primeros auxilios. • Se debe trabajar bajo políticas y normas de salud y seguridad ocupacional.

OPERACIÓN

Accidentes y/o Contingencias	Medidas Preventivas
<ul style="list-style-type: none"> • Accidentes en el curso natural de las actividades. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tomar precauciones y utilizar equipo de seguridad personal para la ejecución de este trabajo. • Mantenimiento del sistema de riego.

MANTENIMIENTO

Accidentes y/o Contingencias	Medidas Preventivas
<ul style="list-style-type: none"> • Accidentes por el mantenimiento de la calle • Lesiones por caídas, golpes 	<ul style="list-style-type: none"> • Tomar precauciones y utilizar equipo de seguridad personal para la ejecución de estos trabajos. • Contar con una persona capacitado en primeros auxilios. • El personal debe estar altamente capacitado para la realización del mantenimiento.

RESUMEN DE IMPACTOS AMBIENTALES “CLAVE” (IMPORTANTES):

Considerar impactos negativos y/o positivos, acumulativos a corto plazo; temporales y permanentes, directos e indirectos.

ETAPA	IMPACTO	MITIGACIÓN
EJECUCIÓN		
EJECUCIÓN	AIRE (-) Impacto indirecto temporal: Generación de gases de combustión por parte de vehículos y equipos utilizados en la obra.	Realizar el mantenimiento adecuado a todos los vehículos y equipos para que tengan un buen funcionamiento y se generen menores volúmenes de estos gases.
EJECUCIÓN	AIRE (-) Directo, temporal, localizado: Partículas en suspensión producidas por las excavaciones y movimiento de tierra generaran polvo en las construcciones.	Todos los trabajos ejecutados tendrán normas, especificaciones técnicas previniendo las mitigaciones de los impactos advirtiendo al contratista que deberá proveerles a los trabajadores de los equipos de protección buco-

		nasal y efectuar continuamente humedecimiento al terreno para evitara las partículas en suspensión (polvo).
EJECUCION	AGUA (-) Impacto indirecto, temporal, localizado: Posible daño a las aguas subterráneas, ríos y quebradas vecinas por la generación de residuos sólidos y líquidos en las obras del proyecto,	Se colocaran membranas protectoras en el lugar de mantenimiento de vehículos para evitar cualquier derrame de este tipo de elementos además se realizara un mantenimiento constante de vehículos y equipos con el fin de minimizar este problema.
EJECUCIÓN	SUELO (-) Impacto directo, temporal, y local: Compactando las áreas de influencia del proyecto debido principalmente al movimiento de tierra.	Se limitará al mínimo la compactación evitando afectar otras áreas ajenas al proyecto dejando en igual condiciones los drenajes naturales o artificiales y evitar anegamiento del área del proyecto.
EJECUCIÓN	SUELO (-) Impacto directo, temporal y localizado: Generación de desechos domésticos por el personal.	Implementar contenedores de basura en las diversas áreas de implementación del proyecto.
EJECUCIÓN	SUELO (-) Impacto directo, temporal y local: Generación de escombros en las diferentes obras.	Se debe limpiar y recolectar todos los escombros generados durante la construcción de la obra y trasladarlos a los buzones autorizados por el supervisor de obra.
EJECUCIÓN	ECOLOGÍA (-) Impacto directo, temporal Perdida de cobertura	Se realizara el desbroce solo en el área autorizada por el proyecto. Se cuidara en lo posible de no afectar

	vegetal.	vegetación
EJECUCIÓN	ECOLOGÍA (-) Impacto directo, temporal Amedrentamiento de la fauna local.	Minimización del tiempo de operación y mantenimiento de equipos.
EJECUCIÓN	SOCIOECONÓMICA (+) Impacto directo y temporal: generación de empleo en mano de obra calificada y no calificada incorporación de mano de obra local,	Se procurara la contratación de mano de obra local.
EJECUCIÓN	SOCIOECONÓMICO (+) Impacto directo y permanente, estilo de vida	El estilo de vida se verá mejorado por un mejor aprovechamiento de tiempos
EJECUCIÓN	SOCIOECONÓMICA (+) Impacto directo y temporal: Necesidades comunales.	Se satisfacen la necesidades de la comunidad de contar con una vía asfaltada
OPERACIÓN		
OPERACIÓN	SOCIOECONÓMICO (+) Impacto directo y permanente, incremento de ingresos	Ahorro de tiempo
OPERACIÓN	SOCIOECONÓMICO (+) Impacto directo y permanente, Satisfacción de las necesidades comunales.	Se satisfacen las necesidades comunales al contar con una vía asfaltada

OPERACIÓN	SOCIOECONÓMICA (+) Impacto directo y temporal: Necesidades comunales.	Mejora el estilo de vida.
MANTENIMIENTO		
MANTENIMIENTO	SUELO (-) Impacto directo, localizado, temporal: Generación de pequeñas partes de polvo.	Solo se trabajara en áreas afectadas y los restos serán recolectados y trasladados a lugares establecidos para este fin o en su defecto entregados a la empresa municipal de aseo.
MANTENIMIENTO	SOCIOECONÓMICO (+) Impacto temporal directo: Generación de empleo en mano de obra calificada y no calificada.	Se generaran fuentes de empleo, y se procura la contratación de mano de obra local.
MANTENIMIENTO	SOCIOECONÓMICA (+) Impacto directo y temporal: Necesidades comunales.	Se satisfacen la necesidades de la vía asfaltada

DECLARACIÓN JURADA

Los suscritos Univ. Jose Alejandro Cruz en calidad de promotor, y Ing. Aníbal Darío Vega en calidad de responsable técnico de la elaboración de la ficha ambiental, damos fe, de la veracidad de la información detallada en el presente documento y asumimos la responsabilidad en caso de no ser evidente el tenor de esta declaración que tiene calidad de Confesión Voluntaria.

FIRMAS:

PROMOTOR

Nombre: Univ. Jose Alejandro Cruz

C.I.: 5814373 Tja.

RESPONSABLE TEC.

Ing. Aníbal Darío Vega

5041726 Tja.

En relación a los problemas ambientales descritos anteriormente, dentro de las etapas que constituyen la ejecución del proyecto, resulta la siguiente identificación de la categoría de evaluación de impacto ambiental como:

Categoría 3: La cual requiere únicamente del planteamiento de Medidas de Mitigación. Este nivel que por las características ya estudiadas y conocidas del proyecto, permita definir acciones precisas para evitar o mitigar efectos adversos.

3.1. CÓMPUTOS MÉTRICOS.

VOLÚMENES

Tabla de Volúmenes.

Avenida Costanera.

Progresiva 0+000 hasta Progresiva 0+930,24

P.K.	Área de corte (m ²)	Volumen de corte (m ³)	Área de terraplén (m ²)	Volumen de terraplén (m ³)	Vol. corte acumul. (m ³)	Vol. terraplén acumul. (m ³)	Vol. neto acumul. (m ³)
0+000.000	4.32	0.00	0.15	0.00	0.00	0.00	0.00
0+020.000	2.86	71.75	0.53	6.75	71.75	6.75	65.00
0+040.000	6.43	92.81	0.26	7.90	164.56	14.65	149.90
0+060.000	2.73	91.91	0.64	8.95	256.47	23.60	232.86
0+100.000	2.67	107.85	0.50	23.23	364.31	46.84	317.47
0+120.000	0.00	26.71	11.46	120.31	391.02	167.15	223.87
0+140.000	0.00	0.00	17.88	293.37	391.02	460.52	-69.50
0+160.000	0.00	0.00	23.91	417.90	391.02	878.42	-487.40
0+170.000	0.62	3.18	13.84	183.48	394.20	1061.90	-667.70
0+180.000	1.63	11.29	8.89	112.31	405.49	1174.20	-768.71
0+200.000	1.02	26.50	8.50	173.89	431.99	1348.09	-916.10
0+220.000	0.13	11.42	9.40	184.10	443.41	1532.19	-1088.78
0+260.000	1.95	41.63	0.63	201.34	485.04	1733.53	-1248.48
0+280.000	1.78	37.38	1.17	17.86	522.43	1751.39	-1228.96
0+300.000	1.56	33.41	1.19	23.58	555.83	1774.96	-1219.13
0+320.000	10.21	117.76	0.00	11.88	673.59	1786.84	-1113.25
0+340.000	4.84	150.51	0.00	0.00	824.09	1786.84	-962.75
0+360.000	3.61	84.50	0.00	0.04	908.60	1786.88	-878.28
0+380.000	2.65	62.63	0.54	5.47	971.23	1792.35	-821.12
0+400.000	1.08	37.32	1.27	18.09	1008.55	1810.44	-801.89
0+420.000	1.89	29.67	0.72	19.81	1038.22	1830.26	-792.03
0+440.000	2.40	42.89	0.59	13.05	1081.11	1843.30	-762.19
0+450.000	3.15	27.83	0.27	4.17	1108.94	1847.47	-738.53
0+460.000	2.97	30.58	0.00	1.30	1139.53	1848.77	-709.25
0+480.000	6.32	92.98	0.00	0.02	1232.51	1848.79	-616.28
0+500.000	5.52	118.42	0.00	0.00	1350.93	1848.79	-497.86
0+520.000	3.21	87.33	0.39	3.91	1438.26	1852.71	-414.45
0+530.000	3.05	31.47	0.21	3.00	1469.72	1855.70	-385.98
0+540.000	2.96	30.13	0.21	2.03	1499.85	1857.74	-357.88
0+560.000	3.25	62.14	0.34	5.43	1561.99	1863.17	-301.17

0+580.000	3.20	64.49	0.18	5.15	1626.48	1868.31	-241.83
0+600.000	4.06	72.75	0.22	3.89	1699.23	1872.20	-172.98
0+620.000	5.32	93.61	0.00	2.21	1792.83	1874.42	-81.58
0+630.000	4.94	51.26	0.00	0.02	1844.09	1874.43	-30.34
0+640.000	6.09	55.01	0.00	0.00	1899.10	1874.44	24.66
0+660.000	7.49	135.76	0.00	0.00	2034.86	1874.44	160.42
0+680.000	5.12	126.13	0.07	0.67	2160.99	1875.10	285.89
0+700.000	4.54	96.56	0.07	1.37	2257.55	1876.48	381.07
0+720.000	4.40	89.34	0.00	0.71	2346.89	1877.18	469.71
0+740.000	4.58	89.81	0.00	0.00	2436.70	1877.18	559.51
0+760.000	3.30	78.74	1.00	10.03	2515.43	1887.22	628.22
0+780.000	5.17	84.68	0.00	9.96	2600.11	1897.17	702.94
0+800.000	6.62	117.87	0.00	0.00	2717.98	1897.17	820.81
0+820.000	4.78	113.99	0.00	0.00	2831.97	1897.17	934.79
0+840.000	4.24	90.22	0.00	0.00	2922.19	1897.17	1025.01
0+870.000	4.47	130.78	0.00	0.00	3052.96	1897.17	1155.79
0+880.000	4.81	46.40	0.00	0.00	3099.37	1897.17	1202.19
0+900.000	4.93	97.45	0.00	0.00	3196.82	1897.17	1299.64
0+910.000	5.22	50.76	0.00	0.00	3247.58	1897.17	1350.41
0+920.000	6.89	61.40	0.00	0.00	3308.98	1897.17	1411.81
0+930.237	4.61	59.01	0.00	0.00	3368.00	1897.17	1470.82

Tabla 4.1 Movimiento de Tierras.

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
ITEM 1:	INSTALACIÓN DE FAENAS	Glb	1
ITEM 2:	LIMPIEZA DE TERRENO Y DESHIERBE	Ha	0,59
ITEM 3:	MOVILIZACIÓN	Glb	1
ITEM 4:	REPLANTEO GENERAL	m	930,24
ITEM 5:	REMOCIÓN DE EMPEDRADO		
	Progresiva 0+583,3 hasta 0+689,3		701,64
	Progresiva 0+689,3 hasta 0+701,8		120,33
	Progresiva 0+701,8 hasta 0+787,9		550,51
	Progresiva 0+787,9 hasta 0+800,5		103,50
	Progresiva 0+800,5 hasta 0+884,6		487,79
	Progresiva 0+884,6 hasta 0+895,24		83,52
	TOTAL	m ²	2047,31
ITEM 6:	EXCAVACIÓN CON MAQUINARIA	m ³	3368,00
ITEM 7:	CONFORMACIÓN DEL TERRAPLÉN	m ³	1897,17

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
ITEM 8:	MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE Progresiva 0+000 hasta 0+930,24 Intersección prog 0+077,62 Intersección prog 0+169,88 Intersección prog 0+257,33 Intersección prog 0+343,41 Intersección prog 0+454,77 Intersección prog 0+576,30 Intersección prog 0+694 Intersección prog 0+0793,25 Intersección prog 0+890,73 Intersección prog 0+915,38 TOTAL	m ²	6790,75 131,19 105,59 34,58 66,09 107,46 32,85 34,06 16,88 31,04 70,39 7420,88
ITEM 9:	SUB BASE ESTABILIZADA GRANULOMÉTRICAMENTE Progresiva 0+000 hasta 0+930,24 Intersecciones TOTAL	m ³	1697,69 157,53 1855,22
ITEM 10:	BASE CON MATERIAL TRITURADO Progresiva 0+000 hasta 0+930,24 Intersecciones TOTAL	m ³	1358,15 126,02 1484,18
ITEM 11:	IMPRIMACIÓN Progresiva 0+000 hasta 0+930,24 Intersecciones TOTAL	m ²	6790,75 630,13 7420,88
ITEM 12:	CARPETA DE CONCRETO ASFÁLTICO Progresiva 0+000 hasta 0+930,24 Intersecciones TOTAL	m ³	509,31 47,26 556,57

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
ITEM 13:	EXCAVACIÓN DE 0-2M SUELO SEMIDURO		
	Colector 1-2		53,70
	Colector 3-2		17,42
	Colector 21-22		54,18
	Colector 2-2'		17,97
	Colector 5-6		37,81
	Colector 7-7'		112,01
	Colector 8-12		20,28
	Colector 11-12		29,98
	Colector 12-12'		58,37
	Colector 9-10		13,08
	Colector 13-10		24,46
	Colector 10-14		29,45
	Colector 17-18		20,66
	Colector 15-16		31,32
	Colector 19-20		26,71
Colector 23- 24		8,58	
	TOTAL	m ³	556,03
ITEM 14:	PROVISIÓN Y COLOCACIÓN TUBO DE H° D=0,45M	m	149,62
ITEM 15:	PROVISIÓN Y COLOCACIÓN TUBO DE H° D=0,60M	m	64,75
ITEM 16:	PROVISIÓN Y COLOCACIÓN TUBO DE H° D=0,80M	m	56,50

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
ITEM 17:	PROVISIÓN Y COLODADO CAMA DE ARENA		
	Colector 1-2		5,64
	Colector 2-2'		3,83
	Colector 21-22		5,55
	Colector 5-6		6,90
	Colector 7-7'		15,50
	Colector 8-12		3,15
	Colector 11-12		4,62
	Colector 12-12'		11,62
	Colector 9-10		1,43
	Colector 13-10		2,30
	Colector 10-14		4,76
	Colector 17-18		2,49
	Colector 15-16		2,99
	Colector 19-20		2,87
Colector 23- 24		0,96	
	TOTAL	m ³	76,12
ITEM 18:	RELLENO Y COMPACTADO		
	Colector 1-2		47,91
	Colector 2-2'		50,20
	Colector 21-22		12,27
	Colector 5-6		30,63
	Colector 7-7'		96,01
	Colector 8-12		16,85
	Colector 11-12		25,09
	Colector 12-12'		46,25
	Colector 9-10		11,49
	Colector 13-10		22,01
	Colector 10-14		24,41
	Colector 17-18		18,02
	Colector 15-16		28,17
	Colector 19-20		23,69
Colector 23- 24		7,47	
	TOTAL	m ³	476,19
ITEM 19:	SUMIDERO PARA ALCANTARILLADO PLUVIAL	Pza	24,00
ITEM 20:	ACERA PEATONAL HORMIGÓN	m ²	2258,28
ITEM 21:	CORDÓN PARA ACERA DE HORMIGÓN	m	1387,07

Tabla 4.2 Elaboración de Cómputos Métricos

3.2. PRESUPUESTOS

PRESUPUESTO GENERAL
AVENIDA COSTANERA ZONA EL TEJAR
 Bolivianos

N°	Descripción	Und.	Cantidad	Unitario	Parcial (Bs)
1	INSTALACIÓN DE FAENAS	glb	1,00	12247,95	12247,95
2	LIMPIEZA DE TERRENO Y DESHIERBE	ha	0,59	3328,84	1964,02
3	MOVILIZACIOÓ	glb	1,00	10601,51	10601,51
4	REPLANTEO GENERAL	m	930,24	2,43	2260,48
5	REMOCIÓN DE EMPEDRADO	m ²	2047,31	22,91	46903,87
6	EXCAVACIÓN CON MAQUINARIA	m ³	3368,00	19,01	64025,68
7	CONFORMACIÓN DE TERRAPLEN	m ³	1897,17	21,84	41434,19
8	MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE	m ²	7420,88	8,02	59515,46
9	SUB BASE ESTABILIZADA GRANULOM.	m ³	1855,22	171,15	317520,90
10	BASE CON MATERIAL TRITURADO	m ³	1484,18	163,07	242025,23
11	IMPRIMACIÓN	m ²	7420,88	12,69	94170,97
12	CARPETA DE CONCRETO ASFÁLTICO	m ³	556,57	2019,85	1124187,91
13	EXCAVACIÓN DE 0-2 M SUELO SEMIDURO	m ³	556,03	49,11	27306,63
14	PROV. Y COLOC. TUBO DE H° D=0,45 M.	m	154,62	286,97	44371,30
15	PROV. Y COLOC. TUBO DE H° D=0,6 M.	m	64,75	342,60	22183,35
16	PROV. Y COLOC. TUBO DE H° A° D=0,8M.	m	56,50	417,20	23571,80
17	PROV. Y COLOC. DE CAMA DE ARENA	m ³	76,12	95,16	7243,58
18	RELLENO Y COMPACTADO	m ³	476,19	29,98	14276,18
19	SUMIDERO P/ ALCANTARILLADO PLUVIAL	pza	24,00	1586,68	38080,32
20	ACERAS PEATONAL HORMIGÓN	m ²	2258,28	74,65	168580,60
21	CORDÓN PARA ACERA DE HORMIGÓN	m	1387,07	97,03	134587,40
	Total presupuesto:				2.497.059,33

Son: Dos Millones Cuatrocientos Noventa y Siete Mil Cincuenta y Nueve con 33/100 Bolivianos

PRESUPUESTO DE MATERIALES
AVENIDA COSTANERA ZONA EL TEJAR
Bolivianos

Nº	Descripción insumos	Unid.	Cantidad	Unit.	Parcial (Bs)
1	ACERO ALTA RESISTENCIA	kg	48,00	8,30	398,40
2	ALAMBRE DE AMARRE	kg	148,71	13,33	1.982,30
3	ARENA COMUN	m ³	377,80	110,00	41.558,00
4	ARENA FINA	m ³	9,07	60,00	544,20
5	ASFALTO	kg	77919,80	9,65	751.926,07
6	ASFALTO DILUIDO MC 800	l	7420,88	9,50	70.498,36
7	CALAMINA ONDULADA # 28	m ²	22,00	43,50	957,00
8	CEMENTO PORTLAND	kg	51318,41	0,90	46.186,57
9	CLAVOS	kg	158,71	9,35	1.483,94
10	DIESEL	l	11131,40	3,60	40.073,04
11	ESTACAS(2X2X0.30)	pza	139,54	1,00	139,54
12	ESTUCO ORDINARIO	kg	400,00	0,50	200,00
13	GRAVA CLASIFICADA Y TRITURADA	m ³	1883,05	90,00	169.474,50
14	GRAVA CLASIF. Y TRIT. HASTA 1"	m ³	2040,74	96,00	195.911,04
15	GRAVA COMÚN	m ³	122,91	100,00	12.291,00
16	KEROSENE	lt	1484,18	2,70	4.007,29
17	LADRILLO DE 6 H. (24*18*12)	pza	1000,00	0,98	975,00
18	MADERA DE CONSTRUCCIÓN	pie ²	680,00	5,25	3.570,00
19	MADERA ENCOFRADO	pie ²	2496,73	5,50	13.732,01
20	PIEDRA BRUTA	m ³	28,80	49,50	1.425,60
21	PIEDRA MANZANA	m ³	337,57	70,00	23.629,90
22	PINTURA AL ACEITE MATE MONOPOL	galón	1,86	66,80	124,25
23	REJILLA P/SUMIDERO	pza	24,00	70,00	1.680,00
24	TIERRA CERNIDA	m ³	79,93	52,00	4.156,36
25	TUBO DE CEMENTO D=24"	m	64,75	218,00	14.115,50
26	TUBO DE CEMENTO D=32"	m	56,50	275,00	15.537,50
27	TUBO DE HORMIGÓN D=18"	m	154,62	185,00	28.604,70
	Total:				1.445.182,07

Son: Un Millón(es) Cuatrocientos Cuarenta y Cinco Mil Ciento Ochenta y Dos con 07/100 Bolivianos

PRESUPUESTO DE MANO DE OBRA
AVENIDA COSTANERA ZONA EL TEJAR
 Bolivianos

Nº	Descripción insumos	Und.	Cant.	Unit.	Parcial (Bs)
1	ALARIFE	hr	14,88	7,00	104,16
2	ALBAÑIL	hr	4432,40	14,50	64269,80
3	AYUDANTE	hr	732,96	9,50	6963,12
4	AYUDANTE DE OPERADOR	hr	10,24	10,50	107,52
5	CAPATAZ	hr	75,19	12,00	902,28
6	CHÓFER	hr	258,77	12,00	3105,24
7	ESPECIALISTA	hr	71,43	7,25	517,87
8	OP. COMPACTADOR RODILLO LISO	hr	50,09	10,00	500,90
9	OP. COMPACTADORA NEUMÁTICOS	hr	38,96	12,00	467,52
10	OP. DISTRIBUIDOR DE ASFALTO	hr	14,84	8,00	118,72
11	OP. ESCOBA MEC. NO AUTOPROPULSADA	hr	7,42	8,00	59,36
12	OP. TANQUE DE ALMAC. ASFALTO DILUIDO	hr	11,87	7,80	92,59
13	OPERADOR DE EQUIPO	hr	560,04	12,00	6720,48
14	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hr	260,44	12,50	3255,50
15	OPERADOR DE EQUIPO PESADO	hr	133,40	14,73	1964,98
16	OPERADOR DE PLANTA	hr	25,88	10,00	258,80
17	PEÓN	hr	8197,08	7,00	57379,56
18	TOPÓGRAFO	hr	7,44	15,00	111,60
	Total:				146.900,00

Son: Ciento Cuarenta y Seis Mil Novecientos Bolivianos

PRESUPUESTO DE EQUIPO Y MAQUINARIA
AVENIDA COSTANERA ZONA EL TEJAR
 Bolivianos

N°	Descripción insumos	Und.	Cant.	Unit.	Parcial (Bs)
1	CARGADOR FRONTAL SOBRE RUEDAS	hr	50,52	268,50	13564,62
2	CISTERNA	hr	149,99	218,00	32697,82
3	COMPACTADOR DE NEUMÁTICOS	hr	225,68	250,00	56420
4	COMPACTADOR MANUAL DE RODILLO LISO	hr	156,40	250,00	39100
5	COMPACTADOR PATA DE CABRA	hr	57,88	375,00	21705
6	COMPACTADORA MANUAL	hr	95,24	14,00	1333,36
7	DISTRIBUIDOR DE ASFALTOS	hr	14,84	8,80	130,59
8	EQUIPO TOPOGRÁFICO	hr	74,42	15,50	1153,51
9	ESCOBA MEC. NO AUTOPROPULSADA	hr	7,42	108,00	801,36
10	ESCOBA MECÁNICA	hr	12,80	100,00	1280
11	MEZCLADORA	hr	837,69	15,00	12565,35
12	MOTONIVELADORA	hr	119,56	273,60	32711,62
13	PLANTA ASFÁLTICA	hr	55,66	800,00	44528
14	RETROEXCAVADORA	hr	27,80	119,75	3329,05
15	RODILLO PATA DE CABRA AUTOPROPULSADO	hr	33,58	218,80	7347,3
16	TANQUE DE ALMAC. DE ASFALTO DILUIDO	hr	11,87	78,40	930,61
17	TERMINADORA DE CONCRETO ASF 100 TN/H	hr	12,80	360,00	4608
18	TRACTOR D7	hr	70,83	364,80	25838,78
19	VOLQUETA 6 M3	hr	139,04	87,50	12166
	Total:				312.210,97

Son: Trescientos Doce Mil Doscientos Diez con 97/100 Bolivianos

3.3. PRECIOS UNITARIOS.

A continuación se describen las incidencias por cargas sociales que están relacionadas a la parte obrera en el proyecto:

RESUMEN DE INCIDENCIAS POR CARGAS SOCIALES

DESCRIPCION	%
Incidencia por Inactividad	27.37
Beneficios	20.55
Subsidios	2.66
Antigüedad	0.26
Seguridad Industrial e Higiene	4.16
TOTAL CARGAS SOCIALES	55 %

Tabla 4.3 Incidencias por Cargas Sociales.

Por otro lado la incidencia de herramientas y equipos menores se determina en función a aquellas herramientas que se utilizaran en la obra, como ser: carretillas, palas, picotas, winchas, sogas, turriles, grifos, mangueras y otros. El costo total de herramientas menores y equipo menor se debe relacionar con el costo total de la mano de obra directa.

Para fines de diseño se adopta el porcentaje de 5% de incidencia de herramientas y equipos menores, dicho parámetro dependerá del tipo y magnitud de la obra.

La incidencia por gastos generales, está relacionada a gastos no incluidos en los costos directos y son muy variables, dependiendo de aspectos como el lugar donde se debe realizar la obra.

Resumen de Incidencias por Gastos Generales.

Incidencia por documentación de pliego	0.06%
Incidencia de preparación de propuesta	0.48%
Incidencia por documentos legales	0.19%
Incidencia por garantías y seguros	2.04%
Incidencia por preparación de oficina	2.68%
Incidencia por administración de obras	2.41%
Incidencia por movilización y desmovilización	1.06%
Incidencia por gestión de riesgos	1.08%

Tabla 4.4 Incidencias por Gastos Generales.

TOTAL GASTOS GENERALES 10%

ITEM 1: INSTALACIÓN DE FAENAS**UNIDAD: Glb****CANTIDAD: 1,00**

Nº	P.	Insumo/Parámetro	Unidad	Cantidad	Unit. (Bs)	Parcial (Bs)
	A	MATERIALES				
1	-	ARENA COMÚN	m ³	3,00	110,00	330,00
2	-	CEMENTO PORTLAND	kg	400,00	0,90	360,00
3	-	ALAMBRE DE AMARRE	kg	10,00	13,33	133,30
4	-	CLAVOS	kg	8,00	9,35	74,80
5	-	CALAMINA ONDULADA # 28	m ²	22,00	43,50	957,00
6	-	ESTUCO ORDINARIO	kg	400,00	0,50	200,00
7	-	LADRILLO DE 6 H. (24*18*12)	pza	1.000,00	0,98	975,00
8	-	MADERA DE CONSTRUCCION	pie ²	200,00	5,25	1.050,00
>	D	TOTAL MATERIALES			(A) =	4.080,10
	B	MANO DE OBRA				
1	-	ALBAÑIL	hr	120,00	14,50	1.740,00
2	-	AYUDANTE	hr	150,00	9,50	1.425,00
>	E	Subtotal Mano de Obra		100.00% de	(B) =	3.165,00
	F	Cargas Sociales		55.00% de	(E) =	1.740,75
>	G	TOTAL MANO DE OBRA			(E+F+O) =	5.638,67
	C	EQUIPO				
	H	Herramientas menores		5.00% de	(G) =	281,93
>	I	TOTAL HERRAMIENTAS Y EQUIPO			(C+H) =	281,93
>	J	SUB TOTAL			(D+G+I) =	10.000,70
	L	Gastos Generales		10.00% de	(J) =	1.000,07
	M	Utilidad		8.00% de	(J+L) =	880,06
>	N	PARCIAL			(J+L+M) =	11.880,83
	O	IVA		14.94% de	(E+F) =	732,92
	P	IT		3.09% de	(N) =	367,12
>	Q	TOTAL ITEM			(N+P) =	12.247,95
>		PRECIO ADOPTADO:				12.247,95
		Son: Doce Mil Doscientos Cuarenta y Siete con 95/100 Bolivianos				

ITEM 2: LIMPIEZA DE TERRENO Y DESHIERBE**UNIDAD: Ha****CANTIDAD: 0,59**

N°	P.	Insumo/Parámetro	Und.	Cant.	Unit. (Bs)	Parcial (Bs)
	A	MATERIALES				
>	D	TOTAL MATERIALES			(A) =	0,00
	B	MANO DE OBRA				
1	-	CAPATAZ	hr	5,88	12,00	70,59
2	-	OPERADOR DE EQUIPO	hr	5,88	12,00	70,59
3	-	PEON	hr	23,53	7,00	164,71
>	E	Subtotal Mano de Obra		100.00% de	(B) =	305,88
	F	Cargas Sociales		55.00% de	(E) =	168,24
>	G	TOTAL MANO DE OBRA			(E+F+O) =	544,95
	C	EQUIPO				
1	-	TRACTOR D7	hr	5,88	364,80	2.145,86
	H	Herramientas menores		5.00% de	(G) =	27,25
>	I	TOTAL HERRAMIENTAS Y EQUIPO			(C+H) =	2.173,11
>	J	SUB TOTAL			(D+G+I) =	2.718,06
	L	Gastos Generales		10.00% de	(J) =	271,81
	M	Utilidad		8.00% de	(J+L) =	239,19
>	N	PARCIAL			(J+L+M) =	3.229,06
	O	IVA		14.94% de	(E+F) =	70,83
	P	IT		3.09% de	(N) =	99,78
>	Q	TOTAL ITEM			(N+P) =	3.328,84
>		PRECIO ADOPTADO:				3.328,84
		Son: Tres Mil Trescientos Veintiocho con 84/100 Bolivianos				

ITEM 3: MOVILIZACIÓN**UNIDAD: Glb****CANTIDAD: 1**

N°	P.	Insumo/Parámetro	Und.	Cant.	Unit. (Bs)	Parcial (Bs)
	A	MATERIALES				
>	D	TOTAL MATERIALES			(A) =	0,00
	B	MANO DE OBRA				
1	-	AYUDANTE	hr	100,00	9,50	950,00
2	-	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hr	40,00	12,50	500,00
3	-	PEON	hr	200,00	7,00	1.400,00
>	E	Subtotal Mano de Obra		100.00% de	(B) =	2.850,00
	F	Cargas Sociales		55.00% de	(E) =	1.567,50
>	G	TOTAL MANO DE OBRA			(E+F+O) =	5.077,47
	C	EQUIPO				
1	-	VOLQUETA 6 M3	hr	38,00	87,50	3.325,00
	H	Herramientas menores		5.00% de	(G) =	253,87
>	I	TOTAL HERRAMIENTAS Y EQUIPO			(C+H) =	3.578,87
>	J	SUB TOTAL			(D+G+I) =	8.656,35
	L	Gastos Generales		10.00% de	(J) =	865,63
	M	Utilidad		8.00% de	(J+L) =	761,76
>	N	PARCIAL			(J+L+M) =	10.283,74
	O	IVA		14.94% de	(E+F) =	659,97
	P	IT		3.09% de	(N) =	317,77
>	Q	TOTAL ITEM			(N+P) =	10.601,51
>		PRECIO ADOPTADO:				10.601,51
		Son: Diez Mil Seiscientos Uno con 51/100 Bolivianos				

ITEM 4: REPLANTEO GENERAL**UNIDAD: m****CANTIDAD: 930,24**

Nº	P.	Insumo/Parámetro	Und.	Cant.	Unit. (Bs)	Parcial (Bs)
	A	MATERIALES				
1	-	CEMENTO PORTLAND	kg	0,03	0,90	0,02
2	-	PINTURA AL ACEITE MATE MONOPOL	galón	0,00	66,80	0,13
3	-	ESTACAS(2X2X0.30)	pza	0,15	1,00	0,15
>	D	TOTAL MATERIALES			(A) =	0,31
	B	MANO DE OBRA				
1	-	TOPÓGRAFO	hr	0,01	15,00	0,12
2	-	ALARIFE	hr	0,02	7,00	0,11
>	E	Subtotal Mano de Obra		100.00% de	(B) =	0,23
	F	Cargas Sociales		55.00% de	(E) =	0,13
>	G	TOTAL MANO DE OBRA			(E+F+O) =	0,41
	C	EQUIPO				
1	-	EQUIPO TOPOGRÁFICO	hr	0,08	15,50	1,24
	H	Herramientas menores		5.00% de	(G) =	0,02
>	I	TOTAL HERRAMIENTAS Y EQUIPO			(C+H) =	1,26
>	J	SUB TOTAL			(D+G+I) =	1,98
	L	Gastos Generales		10.00% de	(J) =	0,20
	M	Utilidad		8.00% de	(J+L) =	0,17
>	N	PARCIAL			(J+L+M) =	2,35
	O	IVA		14.94% de	(E+F) =	0,05
	P	IT		3.09% de	(N) =	0,07
>	Q	TOTAL ITEM			(N+P) =	2,43
>		PRECIO ADOPTADO:				2,43
		Son: Dos con 43/100 Bolivianos				

ITEM 5: REMOCIÓN DE EMPEDRADO**UNIDAD: m²****CANTIDAD: 2047,31**

N°	P.	Insumo/Parámetro	Und.	Cant.	Unit. (Bs)	Parcial (Bs)
	A	MATERIALES				
>	D	TOTAL MATERIALES			(A) =	0,00
	B	MANO DE OBRA				
1	-	ALBAÑIL	hr	0,40	14,50	5,80
2	-	PEÓN	hr	0,60	7,00	4,20
>	E	Subtotal Mano de Obra		100.00% de	(B) =	10,00
	F	Cargas Sociales		55.00% de	(E) =	5,50
>	G	TOTAL MANO DE OBRA			(E+F+O) =	17,82
	C	EQUIPO				
	H	Herramientas menores		5.00% de	(G) =	0,89
>	I	TOTAL HERRAMIENTAS Y EQUIPO			(C+H) =	0,89
>	J	SUB TOTAL			(D+G+I) =	18,71
	L	Gastos Generales		10.00% de	(J) =	1,87
	M	Utilidad		8.00% de	(J+L) =	1,65
>	N	PARCIAL			(J+L+M) =	22,22
	O	IVA		14.94% de	(E+F) =	2,32
	P	IT		3.09% de	(N) =	0,69
>	Q	TOTAL ITEM			(N+P) =	22,91
>		PRECIO ADOPTADO:				22,91
		Son: Veintidós con 91/100 Bolivianos				

ITEM 6: EXCAVACIÓN CON MAQUINARIA**UNIDAD: m³****CANTIDAD: 3368**

N°	P.	Insumo/Parámetro	Und.	Cant.	Unit. (Bs)	Parcial (Bs)
	A	MATERIALES				
>	D	TOTAL MATERIALES			(A) =	0,00
	B	MANO DE OBRA				
1	-	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hr	0,02	12,50	0,19
2	-	OPERADOR DE EQUIPO PESADO	hr	0,02	14,73	0,29
3	-	CHÓFER	hr	0,03	12,00	0,36
>	E	Subtotal Mano de Obra		100.00% de	(B) =	0,84
	F	Cargas Sociales		55.00% de	(E) =	0,46
>	G	TOTAL MANO DE OBRA			(E+F+O) =	1,50
	C	EQUIPO				
1	-	TRACTOR D7	hr	0,02	364,80	7,30
2	-	VOLQUETA 6 M3	hr	0,03	87,50	2,63
3	-	CARGADOR FRONTAL SOBRE RUEDAS	hr	0,02	268,50	4,03
	H	Herramientas menores		5.00% de	(G) =	0,08
>	I	TOTAL HERRAMIENTAS Y EQUIPO			(C+H) =	14,02
>	J	SUB TOTAL			(D+G+I) =	15,52
	L	Gastos Generales		10.00% de	(J) =	1,55
	M	Utilidad		8.00% de	(J+L) =	1,37
>	N	PARCIAL			(J+L+M) =	18,44
	O	IVA		14.94% de	(E+F) =	0,20
	P	IT		3.09% de	(N) =	0,57
>	Q	TOTAL ITEM			(N+P) =	19,01
>		PRECIO ADOPTADO:				19,01
		Son: Diecinueve con 01/100 Bolivianos				

ITEM 7: CONFORMACIÓN DEL TERRAPLEN**UNIDAD: m³****CANTIDAD: 1897,17**

Nº	P.	Insumo/Parámetro	Und.	Cant.	Unit. (Bs)	Parcial (Bs)
	A	MATERIALES				
>	D	TOTAL MATERIALES			(A) =	0,00
	B	MANO DE OBRA				
1	-	OPERADOR DE EQUIPO PESADO	hr	0,00	14,73	0,07
2	-	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hr	0,04	12,50	0,55
3	-	CAPATAZ	hr	0,01	12,00	0,12
4	-	CHÓFER	hr	0,01	12,00	0,16
5	-	AYUDANTE DE OPERADOR	hr	0,01	10,50	0,06
>	E	Subtotal Mano de Obra		100.00% de	(B) =	0,95
	F	Cargas Sociales		55.00% de	(E) =	0,52
>	G	TOTAL MANO DE OBRA			(E+F+O) =	1,70
	C	EQUIPO				
1	-	COMPACTADOR DE NEUMÁTICOS	hr	0,03	250,00	8,25
2	-	RODILLO PATA DE CABRA AUTOPROPULSADO	hr	0,02	218,80	3,87
3	-	MOTONIVELADORA	hr	0,01	273,60	1,75
4	-	CISTERNA	hr	0,01	218,00	2,18
	H	Herramientas menores		5.00% de	(G) =	0,08
>	I	TOTAL HERRAMIENTAS Y EQUIPO			(C+H) =	16,14
>	J	SUB TOTAL			(D+G+I) =	17,84
	L	Gastos Generales		10.00% de	(J) =	1,78
	M	Utilidad		8.00% de	(J+L) =	1,57
>	N	PARCIAL			(J+L+M) =	21,19
	O	IVA		14.94% de	(E+F) =	0,22
	P	IT		3.09% de	(N) =	0,65
>	Q	TOTAL ITEM			(N+P) =	21,84
>		PRECIO ADOPTADO:				21,84
		Son: Veintiuno con 84/100 Bolivianos				

ITEM 8: MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE**UNIDAD: m²****CANTIDAD: 7420,88**

Nº	P.	Insumo/Parámetro	Und.	Cant.	Unit. (Bs)	Parcial (Bs)
	A	MATERIALES				
>	D	TOTAL MATERIALES			(A) =	0,00
	B	MANO DE OBRA				
1	-	PEON	hr	0,02	7,00	0,11
2	-	CAPATAZ	hr	0,00	12,00	0,05
3	-	OPERADOR DE EQUIPO PESADO	hr	0,00	14,73	0,06
4	-	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hr	0,01	12,50	0,15
5	-	CHOFER	hr	0,01	12,00	0,10
>	E	Subtotal Mano de Obra		100.00% de	(B) =	0,46
	F	Cargas Sociales		55.00% de	(E) =	0,25
>	G	TOTAL MANO DE OBRA			(E+F+O) =	0,81
	C	EQUIPO				
1	-	COMPACTADOR PATA DE CABRA	hr	0,01	375,00	2,93
2	-	MOTONIVELADORA	hr	0,00	273,60	1,07
3	-	CISTERNA	hr	0,01	218,00	1,70
	H	Herramientas menores		5.00% de	(G) =	0,04
>	I	TOTAL HERRAMIENTAS Y EQUIPO			(C+H) =	5,73
>	J	SUB TOTAL			(D+G+I) =	6,54
	L	Gastos Generales		10.00% de	(J) =	0,65
	M	Utilidad		8.00% de	(J+L) =	0,58
>	N	PARCIAL			(J+L+M) =	7,78
	O	IVA		14.94% de	(E+F) =	0,11
	P	IT		3.09% de	(N) =	0,24
>	Q	TOTAL ITEM			(N+P) =	8,02
>		PRECIO ADOPTADO:				8,02
		Son: Ocho con 02/100 Bolivianos				

ITEM 9: SUB BASE ESTABILIZADA GRANULOMET. UNIDAD: m³**CANTIDAD: 1855,22**

Nº	P.	Insumo/Parámetro	Und.	Cant.	Unit. (Bs)	Parcial (Bs)
	A	MATERIALES				
1	-	GRAVA CLASIF. Y TRIT. HASTA 1"	m ³	1,10	96,00	105,60
>	D	TOTAL MATERIALES			(A) =	105,60
	B	MANO DE OBRA				
1	-	PEÓN	hr	0,02	7,00	0,15
2	-	CAPATAZ	hr	0,01	12,00	0,09
3	-	CHÓFER	hr	0,02	12,00	0,26
>	E	Subtotal Mano de Obra		100.00% de	(B) =	0,50
	F	Cargas Sociales		55.00% de	(E) =	0,28
>	G	TOTAL MANO DE OBRA			(E+F+O) =	0,90
	C	EQUIPO				
1	-	COMPACTADOR DE NEUMÁTICOS	hr	0,05	250,00	11,25
2	-	COMPACTADOR MANUAL DE RODILLO LISO	hr	0,04	250,00	10,75
3	-	MOTONIVELADORA	hr	0,02	273,60	6,43
4	-	CISTERNA	hr	0,02	218,00	4,77
	H	Herramientas menores		5.00% de	(G) =	0,04
>	I	TOTAL HERRAMIENTAS Y EQUIPO			(C+H) =	33,25
>	J	SUB TOTAL			(D+G+I) =	139,75
	L	Gastos Generales		10.00% de	(J) =	13,97
	M	Utilidad		8.00% de	(J+L) =	12,30
>	N	PARCIAL			(J+L+M) =	166,02
	O	IVA		14.94% de	(E+F) =	0,12
	P	IT		3.09% de	(N) =	5,13
>	Q	TOTAL ITEM			(N+P) =	171,15
>		PRECIO ADOPTADO:				171,15
		Son: Ciento Setenta y Uno con 15/100 Bolivianos				

TEM 10: BASE CON MATERIAL TRITURADO**UNIDAD: m³****CANTIDAD: 1484,18**

Nº	P.	Insumo/Parámetro	Und.	Cant.	Unit. (Bs)	Parcial (Bs)
	A	MATERIALES				
1	-	GRAVA CLASIFICADA Y TRIT.	m ³	1,10	90,00	99,00
>	D	TOTAL MATERIALES			(A) =	99,00
	B	MANO DE OBRA				
1	-	PEÓN	hr	0,02	7,00	0,15
2	-	CAPATAZ	hr	0,01	12,00	0,09
3	-	CHÓFER	hr	0,02	12,00	0,26
>	E	Subtotal Mano de Obra		100.00% de	(B) =	0,50
	F	Cargas Sociales		55.00% de	(E) =	0,28
>	G	TOTAL MANO DE OBRA			(E+F+O) =	0,90
	C	EQUIPO				
1	-	COMPACTADOR DE NEUMÁTICOS	hr	0,05	250,00	11,25
2	-	COMPACTADOR MANUAL DE RODILLO LISO	hr	0,04	250,00	10,75
3	-	MOTONIVELADORA	hr	0,02	273,60	6,43
4	-	CISTERNA	hr	0,02	218,00	4,77
	H	Herramientas menores		5.00% de	(G) =	0,04
>	I	TOTAL HERRAM. Y EQUIPO			(C+H) =	33,25
>	J	SUB TOTAL			(D+G+I) =	133,15
	L	Gastos Generales		10.00% de	(J) =	13,31
	M	Utilidad		8.00% de	(J+L) =	11,72
>	N	PARCIAL			(J+L+M) =	158,18
	O	IVA		14.94% de	(E+F) =	0,12
	P	IT		3.09% de	(N) =	4,89
>	Q	TOTAL ITEM			(N+P) =	163,07
>		PRECIO ADOPTADO:				163,07
		Son: Ciento Sesenta y Tres con 07/100 Bolivianos				

ITEM 11: IMPRIMACIÓN**UNIDAD: m²****CANTIDAD: 7420,88**

Nº	P.	Insumo/Parámetro	Und.	Cant.	Unit. (Bs)	Parcial (Bs)
	A	MATERIALES				
1	-	ASFALTO DILUIDO MC 800	l	1,00	9,50	9,50
2	-	KEROSENE	lt	0,20	2,70	0,54
>	D	TOTAL MATERIALES			(A) =	10,04
	B	MANO DE OBRA				
1	-	OP. ESCOBA MEC. NO AUTOPROPULSADA	hr	0,00	8,00	0,01
2	-	OP. DISTRIBUIDOR DE ASFALTO	hr	0,00	8,00	0,02
3	-	OP. TANQUE DE ALMAC. ASFALTO DILUIDO	hr	0,00	7,80	0,01
>	E	Subtotal Mano de Obra		100.00% de	(B) =	0,04
	F	Cargas Sociales		55.00% de	(E) =	0,02
>	G	TOTAL MANO DE OBRA			(E+F+O) =	0,07
	C	EQUIPO				
1	-	TANQUE DE ALMAC. DE ASFALTO DILUIDO	hr	0,00	78,40	0,13
2	-	ESCOBA MEC. NO AUTOPROPULSADA	hr	0,00	108,00	0,11
3	-	DISTRIBUIDOR DE ASFALTOS	hr	0,00	8,80	0,02
	H	Herramientas menores		5.00% de	(G) =	0,00
>	I	TOTAL HERRAMIENTAS Y EQUIPO			(C+H) =	0,25
>	J	SUB TOTAL			(D+G+I) =	10,36
	L	Gastos Generales		10.00% de	(J) =	1,04
	M	Utilidad		8.00% de	(J+L) =	0,91
>	N	PARCIAL			(J+L+M) =	12,31
	O	IVA		14.94% de	(E+F) =	0,01
	P	IT		3.09% de	(N) =	0,38
>	Q	TOTAL ITEM			(N+P) =	12,69
>		PRECIO ADOPTADO:				12,69
		Son: Doce con 69/100 Bolivianos				

ITEM 12: CARPETA DE CONCRETO ASFÁLTICO**UNIDAD: m³****CANTIDAD: 556,57**

Nº	P.	Insumo/Parámetro	Und.	Cant.	Unit. (Bs)	Parcial (Bs)
	A	MATERIALES				
1	-	ARENA COMÚN	m ³	0,40	110,00	44,00
2	-	GRAVA CLASIFICADA Y TRITURADA	m ³	0,45	90,00	40,50
3	-	ASFALTO	kg	140,00	9,65	1.351,00
4	-	DIESEL	l	20,00	3,60	72,00
>	D	TOTAL MATERIALES			(A) =	1.507,50
	B	MANO DE OBRA				
1	-	PEÓN	hr	1,00	7,00	7,00
2	-	OPERADOR DE EQUIPO	hr	1,00	12,00	12,00
3	-	OPERADOR DE PLANTA	hr	0,05	10,00	0,47
4	-	OP. COMPACTADOR RODILLO LISO	hr	0,09	10,00	0,90
5	-	OP. COMPACTADORA NEUMATICOS	hr	0,07	12,00	0,84
>	E	Subtotal Mano de Obra		100.00%	(B) =	21,21
	F	Cargas Sociales		55.00%	(E) =	11,66
>	G	TOTAL MANO DE OBRA			(E+F+O) =	37,78
	C	EQUIPO				
1	-	COMPACTADOR DE NEUMATICOS	hr	0,02	250,00	5,75
2	-	COMPACTADOR MANUAL DE RODILLO LISO	hr	0,02	250,00	5,75
3	-	TERMINADORA DE CONCRETO ASF 100 TN/H	hr	0,02	360,00	8,28
4	-	ESCOBA MECANICA	hr	0,02	100,00	2,30
5	-	PLANTA ASFALTICA	hr	0,10	800,00	80,00
	H	Herramientas menores		5.00% de	(G) =	1,89
>	I	TOTAL HERRAMIENTAS Y EQUIPO			(C+H) =	103,97
>	J	SUB TOTAL			(D+G+I) =	1.649,25
	L	Gastos Generales		10.00%	(J) =	164,92
	M	Utilidad		8.00%	(J+L) =	145,13
>	N	PARCIAL			(J+L+M) =	1.959,31
	O	IVA		14.94%	(E+F) =	4,91
	P	IT		3.09%	(N) =	60,54
>	Q	TOTAL ITEM			(N+P) =	2.019,85
>		PRECIO ADOPTADO:				2.019,85
		Son: Dos Mil Diecinueve con 85/100 Bolivianos				

ITEM 13: EXCAVACIÓN DE 0-2 M SUELO SEMIDURO UNIDAD: m³**CANTIDAD: 556,03**

N°	P.	Insumo/Parámetro	Und.	Cant.	Unit. (Bs)	Parcial (Bs)
	A	MATERIALES				
>	D	TOTAL MATERIALES			(A) =	0,00
	B	MANO DE OBRA				
1	-	PEON	hr	2,50	7,00	17,50
2	-	OPERADOR DE EQUIPO PESADO	hr	0,05	14,73	0,74
>	E	Subtotal Mano de Obra		100.00% de	(B) =	18,24
	F	Cargas Sociales		55.00% de	(E) =	10,03
>	G	TOTAL MANO DE OBRA			(E+F+O) =	32,49
	C	EQUIPO				
1	-	RETROEXCAVADORA	hr	0,05	119,75	5,99
	H	Herramientas menores		5.00% de	(G) =	1,62
>	I	TOTAL HERRAMIENTAS Y EQUIPO			(C+H) =	7,61
>	J	SUB TOTAL			(D+G+I) =	40,10
	L	Gastos Generales		10.00% de	(J) =	4,01
	M	Utilidad		8.00% de	(J+L) =	3,53
>	N	PARCIAL			(J+L+M) =	47,64
	O	IVA		14.94% de	(E+F) =	4,22
	P	IT		3.09% de	(N) =	1,47
>	Q	TOTAL ITEM			(N+P) =	49,11
>		PRECIO ADOPTADO:				49,11
		Son: Cuarenta y Nueve con 11/100 Bolivianos				

ITEM 14: PROV. Y COLOC. TUBO DE H° D=0,45 M.**UNIDAD: m****CANTIDAD: 154,62**

N°	P.	Insumo/Parámetro	Und.	Cant.	Unit. (Bs)	Parcial (Bs)
	A	MATERIALES				
1	-	TUBO DE HORMIGO D=18"	m	1,00	185,00	185,00
2	-	CEMENTO PORTLAND	kg	12,00	0,90	10,80
3	-	ARENA FINA	m ³	0,02	60,00	1,20
>	D	TOTAL MATERIALES			(A) =	197,00
	B	MANO DE OBRA				
1	-	ALBAÑIL	hr	0,70	14,50	10,15
2	-	PEÓN	hr	1,40	7,00	9,80
>	E	Subtotal Mano de Obra		100.00% de	(B) =	19,95
	F	Cargas Sociales		55.00% de	(E) =	10,97
>	G	TOTAL MANO DE OBRA			(E+F+O) =	35,54
	C	EQUIPO				
	H	Herramientas menores		5.00% de	(G) =	1,78
>	I	TOTAL HERRAMIENTAS Y EQUIPO			(C+H) =	1,78
>	J	SUB TOTAL			(D+G+I) =	234,32
	L	Gastos Generales		10.00% de	(J) =	23,43
	M	Utilidad		8.00% de	(J+L) =	20,62
>	N	PARCIAL			(J+L+M) =	278,37
	O	IVA		14.94% de	(E+F) =	4,62
	P	IT		3.09% de	(N) =	8,60
>	Q	TOTAL ITEM			(N+P) =	286,97
>		PRECIO ADOPTADO:				286,97
		Son: Doscientos Ochenta y Seis con 97/100 Bolivianos				

ITEM 15: PROV. Y COLOC. TUBO DE H° D=0,6 M.

UNIDAD: m

CANTIDAD: 64,75

N°	P.	Insumo/Parámetro	Und.	Cant.	Unit. (Bs)	Parcial (Bs)
	A	MATERIALES				
1	-	TUBO DE CEMENTO D=24"	m	1,00	218,00	218,00
2	-	CEMENTO PORTLAND	kg	20,00	0,90	18,00
3	-	ARENA FINA	m ³	0,04	60,00	2,40
>	D	TOTAL MATERIALES			(A) =	238,40
	B	MANO DE OBRA				
1	-	ALBAÑIL	hr	0,80	14,50	11,60
2	-	PEÓN	hr	1,50	7,00	10,50
>	E	Subtotal Mano de Obra		100.00% de	(B) =	22,10
	F	Cargas Sociales		55.00% de	(E) =	12,16
>	G	TOTAL MANO DE OBRA			(E+F+O) =	39,37
	C	EQUIPO				
	H	Herramientas menores		5.00% de	(G) =	1,97
>	I	TOTAL HERRAMIENTAS Y EQUIPO			(C+H) =	1,97
>	J	SUB TOTAL			(D+G+I) =	279,74
	L	Gastos Generales		10.00% de	(J) =	27,97
	M	Utilidad		8.00% de	(J+L) =	24,62
>	N	PARCIAL			(J+L+M) =	332,33
	O	IVA		14.94% de	(E+F) =	5,12
	P	IT		3.09% de	(N) =	10,27
>	Q	TOTAL ITEM			(N+P) =	342,60
>		PRECIO ADOPTADO:				342,60
		Son: Trescientos Cuarenta y Dos con 60/100 Bolivianos				

ITEM 16: PROV. Y COLOC. TUBO DE H° D=0,8 M.**UNIDAD: m****CANTIDAD: 56.50**

N°	P.	Insumo/Parámetro	Und.	Cant.	Unit. (Bs)	Parcial (Bs)
	A	MATERIALES				
1	-	TUBO DE CEMENTO D=32"	m	1,00	275,00	275,00
2	-	CEMENTO PORTLAND	kg	20,00	0,90	18,00
3	-	ARENA FINA	m ³	0,06	60,00	3,60
>	D	TOTAL MATERIALES			(A) =	296,60
	B	MANO DE OBRA				
1	-	ALBAÑIL	hr	0,90	14,50	13,05
2	-	PEÓN	hr	1,50	7,00	10,50
>	E	Subtotal Mano de Obra		100.00% de	(B) =	23,55
	F	Cargas Sociales		55.00% de	(E) =	12,95
>	G	TOTAL MANO DE OBRA			(E+F+O) =	41,96
	C	EQUIPO				
	H	Herramientas menores		5.00% de	(G) =	2,10
>	I	TOTAL HERRAMIENTAS Y EQUIPO			(C+H) =	2,10
>	J	SUB TOTAL			(D+G+I) =	340,65
	L	Gastos Generales		10.00% de	(J) =	34,07
	M	Utilidad		8.00% de	(J+L) =	29,98
>	N	PARCIAL			(J+L+M) =	404,70
	O	IVA		14.94% de	(E+F) =	5,45
	P	IT		3.09% de	(N) =	12,51
>	Q	TOTAL ITEM			(N+P) =	417,20
>		PRECIO ADOPTADO:				417,20
		Son: Cuatrocientos Diecisiete con 20/100 Bolivianos				

ITEM 17: PROV. Y COLOC. DE CAMA DE ARENA**UNIDAD: m³****CANTIDAD: 76,12**

Nº	P.	Insumo/Parámetro	Unidad	Cantidad	Unit. (Bs)	Parcial (Bs)
	A	MATERIALES				
1	-	TIERRA CERNIDA	m ³	1,05	52,00	54,60
>	D	TOTAL MATERIALES			(A) =	54,60
	B	MANO DE OBRA				
1	-	AYUDANTE	hr	1,30	9,50	12,35
>	E	Subtotal Mano de Obra		100.00% de	(B) =	12,35
	F	Cargas Sociales		55.00% de	(E) =	6,79
>	G	TOTAL MANO DE OBRA			(E+F+O) =	22,00
	C	EQUIPO				
	H	Herramientas menores		5.00% de	(G) =	1,10
>	I	TOTAL HERRAMIENTAS Y EQUIPO			(C+H) =	1,10
>	J	SUB TOTAL			(D+G+I) =	77,70
	L	Gastos Generales		10.00% de	(J) =	7,77
	M	Utilidad		8.00% de	(J+L) =	6,84
>	N	PARCIAL			(J+L+M) =	92,31
	O	IVA		14.94% de	(E+F) =	2,86
	P	IT		3.09% de	(N) =	2,85
>	Q	TOTAL ITEM			(N+P) =	95,16
>		PRECIO ADOPTADO:				95,16
		Son: Noventa y Cinco con 16/100 Bolivianos				

ITEM 18: RELLENO Y COMPACTADO**UNIDAD: m³****CANTIDAD: 476,19**

Nº	P.	Insumo/Parámetro	Und.	Cant.	Unit. (Bs)	Parcial (Bs)
	A	MATERIALES				
>	D	TOTAL MATERIALES			(A) =	0,00
	B	MANO DE OBRA				
1	-	ESPECIALISTA	hr	0,15	7,25	1,09
2	-	PEÓN	hr	1,50	7,00	10,50
>	E	Subtotal Mano de Obra		100.00% de	(B) =	11,59
	F	Cargas Sociales		55.00% de	(E) =	6,37
>	G	TOTAL MANO DE OBRA			(E+F+O) =	20,64
	C	EQUIPO				
1	-	COMPACTADORA MANUAL	hr	0,20	14,00	2,80
	H	Herramientas menores		5.00% de	(G) =	1,03
>	I	TOTAL HERRAMIENTAS Y EQUIPO			(C+H) =	3,83
>	J	SUB TOTAL			(D+G+I) =	24,48
	L	Gastos Generales		10.00% de	(J) =	2,45
	M	Utilidad		8.00% de	(J+L) =	2,15
>	N	PARCIAL			(J+L+M) =	29,08
	O	IVA		14.94% de	(E+F) =	2,68
	P	IT		3.09% de	(N) =	0,90
>	Q	TOTAL ITEM			(N+P) =	29,98
>		PRECIO ADOPTADO:				29,98
		Son: Veintinueve con 98/100 Bolivianos				

ITEM 19: SUMIDERO P/ALCANTARILLADO PLUV. UNIDAD: Pza**CANTIDAD: 24**

Nº	P.	Insumo/Parámetro	Unidad	Cantidad	Unit. (Bs)	Parcial (Bs)
	A	MATERIALES				
1	-	MADERA DE CONSTRUCCIÓN	pie ²	20,00	5,25	105,00
2	-	CEMENTO PORTLAND	kg	250,00	0,90	225,00
3	-	ARENA COMÚN	m ³	0,48	110,00	52,80
4	-	GRAVA COMÚN	m ³	0,68	100,00	68,00
5	-	PIEDRA BRUTA	m ³	1,20	49,50	59,40
6	-	CLAVOS	kg	0,50	9,35	4,68
7	-	ACERO ALTA RESISTENCIA	kg	2,00	8,30	16,60
8	-	REJILLA P/SUMIDERO	pza	1,00	70,00	70,00
>	D	TOTAL MATERIALES			(A) =	601,48
	B	MANO DE OBRA				
1	-	AYUDANTE	hr	16,00	9,50	152,00
2	-	ALBAÑIL	hr	14,00	14,50	203,00
>	E	Subtotal Mano de Obra		100.00% de	(B) =	355,00
	F	Cargas Sociales		55.00% de	(E) =	195,25
>	G	TOTAL MANO DE OBRA			(E+F+O) =	632,46
	C	EQUIPO				
1	-	MEZCLADORA	hr	2,00	15,00	30,00
	H	Herramientas menores		5.00% de	(G) =	31,62
>	I	TOTAL HERRAMIENTAS Y EQUIPO			(C+H) =	61,62
>	J	SUB TOTAL			(D+G+I) =	1.295,56
	L	Gastos Generales		10.00% de	(J) =	129,56
	M	Utilidad		8.00% de	(J+L) =	114,01
>	N	PARCIAL			(J+L+M) =	1.539,12
	O	IVA		14.94% de	(E+F) =	82,21
	P	IT		3.09% de	(N) =	47,56
>	Q	TOTAL ITEM			(N+P) =	1.586,68
>		PRECIO ADOPTADO:				1.586,68
		Son: Un Mil Quinientos Ochenta y Seis con 68/100 Bolivianos				

ITEM 20: ACERAS PEATONAL HORMIGÓN**UNIDAD: m²****CANTIDAD: 2258,28**

Nº	P.	Insumo/Parámetro	Und.	Cant.	Unit. (Bs)	Parcial (Bs)
	A	MATERIALES				
1	-	CEMENTO PORTLAND	kg	10,00	0,90	9,00
2	-	ARENA COMÚN	m ³	0,05	110,00	5,50
3	-	GRAVA COMÚN	m ³	0,03	100,00	3,00
4	-	PIEDRA MANZANA	m ³	0,12	70,00	8,40
>	D	TOTAL MATERIALES			(A) =	25,90
	B	MANO DE OBRA				
1	-	ALBAÑIL	hr	0,75	14,50	10,90
2	-	PEON	hr	1,00	7,00	7,00
>	E	Subtotal Mano de Obra		100.00% de	(B) =	17,90
	F	Cargas Sociales		55.00% de	(E) =	9,85
>	G	TOTAL MANO DE OBRA			(E+F+O) =	31,90
	C	EQUIPO				
1	-	MEZCLADORA	hr	0,10	15,00	1,56
	H	Herramientas menores		5.00% de	(G) =	1,59
>	I	TOTAL HERRAMIENTAS Y EQUIPO			(C+H) =	3,15
>	J	SUB TOTAL			(D+G+I) =	60,95
	L	Gastos Generales		10.00% de	(J) =	6,10
	M	Utilidad		8.00% de	(J+L) =	5,36
>	N	PARCIAL			(J+L+M) =	72,41
	O	IVA		14.94% de	(E+F) =	4,15
	P	IT		3.09% de	(N) =	2,24
>	Q	TOTAL ITEM			(N+P) =	74,65
>		PRECIO ADOPTADO:				74,65
		Son: Setenta y Cuatro con 65/100 Bolivianos				

ITEM 21: CORDÓN PARA ACERA DE HORMIGÓN**UNIDAD: m****CANTIDAD: 1387,07**

Nº	P.	Insumo/Parámetro	Und.	Cant.	Unit. (Bs)	Parcial (Bs)
	A	MATERIALES				
1	-	CEMENTO PORTLAND	kg	13,00	0,90	11,70
2	-	PIEDRA MANZANA	m ³	0,05	70,00	3,36
3	-	ARENA COMÚN	m ³	0,02	110,00	2,20
4	-	GRAVA COMÚN	m ³	0,03	100,00	2,80
5	-	ALAMBRE DE AMARRE	kg	0,10	13,33	1,33
6	-	CLAVOS	kg	0,10	9,35	0,94
7	-	MADERA ENCOFRADO	pie ²	1,80	5,50	9,90
>	D	TOTAL MATERIALES			(A) =	32,23
	B	MANO DE OBRA				
1	-	ALBAÑIL	hr	0,90	14,50	13,05
2	-	PEON	hr	0,90	7,00	6,30
>	E	Subtotal Mano de Obra		100.00%	(B) =	19,35
	F	Cargas Sociales		55.00% de	(E) =	10,64
>	G	TOTAL MANO DE OBRA			(E+F+O) =	34,47
	C	EQUIPO				
1	-	MEZCLADORA	hr	0,40	15,00	6,00
2	-	VIRADORA DE INMERSIÓN	hr	0,40	12,00	4,80
	H	Herramientas menores		5.00% de	(G) =	1,72
>	I	TOTAL HERRAMIENTAS Y EQUIPO			(C+H) =	12,52
>	J	SUB TOTAL			(D+G+I) =	79,23
	L	Gastos Generales		10.00% de	(J) =	7,92
	M	Utilidad		8.00% de	(J+L) =	6,97
>	N	PARCIAL			(J+L+M) =	94,12
	O	IVA		14.94% de	(E+F) =	4,48
	P	IT		3.09% de	(N) =	2,91
>	Q	TOTAL ITEM			(N+P) =	97,03
>		PRECIO ADOPTADO:				97,03
		Son: Noventa y Siete con 03/100 Bolivianos				

5.1. CONCLUSIONES.

La elaboración del Diseño Final de Ingeniería de Vía Urbana “Avenida Costanera Zona El Tejar” expresa las siguientes conclusiones:

- Del estudio de tráfico en la Avenida España esquina Heriberto Trigo, ubicado en el Barrio “El Tejar”, entre el 22 de Agosto y el 16 de Septiembre del año 2012, se adquirió del proyecto un Tráfico Promedio Diario igual a 4475 vehículos. Su configuración está dada por el 88,2% de vehículos livianos, el 10,9% de vehículos medianos y vehículos pesados de 0,9%. Al momento de analizar los valores o resultados conseguidos de la observación de tráfico se debe tomar en cuenta el comportamiento en la zona, por medio de la proporción de vehículos livianos y medianos, valores que reflejan la presencia del movimiento urbano, cuya localización y tamaño están asociados al carácter del sector, además se aprecia la participación de camiones es muy baja.
- La consolidación de los datos de tráfico normal en el año 2012, generan el número de reiteraciones de ejes equivalentes de 18000 libras de 1.428.752 en el carril de diseño para el periodo de vida útil de la vía.
- La verificación del análisis de desbordamiento del Río Guadalquivir nos definen que los caudales de crecidas para periodos de retorno de 35 años y 70 años son 1806,73 m³/s y 1980,03 m³/s respectivamente, son menores a los caudales que la sección transversal del rio permite el paso, además de la existencia de gaviones de 2,0 metros de altura en la zona, dichos valores nos indican que no es indispensable el rediseño o implementación de nuevas obras de protección para el actual proyecto.
- El estudio geotécnico concreta que el suelo de la subrasante es un tipo A-6 (arcilla limosa) a lo largo de la vía, con un valor de la capacidad de soporte CBR de 2,89% (como valor mínimo obtenido de las cuatro muestras extraídas) para la densidad seca correspondiente al 95% de la máxima especificadas en el ensayo de compactación, además se realizaron ensayos al posible banco de

préstamo para material de capa sub base y capa base, Río Guadalquivir, definiendo al mismo como un suelo tipo A-1-a(0) mezcla de piedra o grava, preparando la muestra extraída del posible banco de préstamo cumpliendo las franjas granulométricas ya definidas en las especificaciones técnicas para estas capas, obteniendo como resultado un valor de CBR de 69% para la densidad seca correspondiente al 95% de la densidad máxima. Los resultantes de los ensayos realizados a la subrasante se evidencian en la siguiente tabla:

Ensayos a la Subrasante						
Ensayos	Clasificación	Límites de Atterberg		E. Compactación		CBR (%)
Muestra		L. Líquido %	I. Plástico %	Densidad (gr/cm³)	Humedad Ópt. (%)	
Progresiva 0+157	A-6(10)	33,407	14,267	1,7	14,88	3,35
Progresiva 0+618	A-6(9)	33,073	13,281	1,71	13,71	4,574
Progresiva 0+496,7	A-6(9)	32,843	13,09	1,72	12,8	2,89
Progresiva 0+846	A-6(10)	32,599	14,907	1,73	13,91	3,446

Tabla 5.1 Características de la Subrasante.

- A través del diseño del pavimento flexible, siguiendo las recomendaciones del método AASHTO, propuesto para la Avenida Costanera se determinó como espesor total del paquete estructural de 52,5 cm. del que se tiene la siguiente estructura:



Fig 5.1 Paquete Estructural de Pavimento Flexible.

- Se debe tomar en cuenta que el análisis de alternativas de pavimentos desarrollado en este proyecto tiene finalidades académicas, el empleo de pavimento flexible está definido por el Gobierno Municipal de la Ciudad de Tarija, debido a temas sociales se descartó el empleo de empedrado, mientras que el uso de pavimento rígido se rechaza debido a que en la actualidad en la ciudad de Tarija no existen empresas o industrias que produzcan las losas de concreto. Los espesores calculados para cada tipo de pavimento son los siguientes:

Tipo de Pavimento	Espesor Total del Paquete Estructural (cm)
Flexible	52,5
Rígido	35
Empedrado	33

Tabla 5.2 Espesores Totales de Paquetes Estructurales de Pavimento.

En los espesores de paquete estructural tanto para pavimento rígido se toma en cuenta además de la losa de concreto el colocado de una capa base granular, de igual manera para el empedrado.

- Por medio de un análisis hidrológico se determinó que la intensidad máxima de lluvia en la Ciudad de Tarija es de 196,49 mm/h, para una frecuencia de lluvias de diseño, establecido por la normativa vigente en el país, de 10 años.
- Para el diseño de drenaje superficial de la plataforma se colocarán sumideros tipo ventana, de longitud de 1,5 metros con altura de 0,18 metros, ocupando para captar el agua que circula a través de la plataforma un número de 24 piezas, ubicadas en puntos estratégicos de la vía, mientras que el diseño de colectores de agua pluvial se realizó cumpliendo los principales criterios de velocidad erosiva y sedimentaria, como así la fuerza tractiva que actúa en ellos, determinando así los diámetros de 18, 24, y 32 pulgadas de diámetro.
- Por medio del Reglamento Técnico de diseño de Sumideros formulado en la NB-688 se especificó la capacidad hidráulica de los sumideros con las dimensiones geométricas instituidas en el anterior párrafo, el cual tiene la característica de captar hasta 197 lt/s.
- Los cálculos métricos manifiestan las cantidades correspondientes al movimiento de tierras como:

Descripción	Cantidad (m³)
Volumen de corte	3368
Volumen de terraplén	1897,17

Tabla 5.3 Volúmenes- Movimiento de Tierras

- En relación al presupuesto elaborado en el presente propósito, se indica que el mismo corresponde a ciertos precios entregados por el Gobierno Municipal de la Ciudad de Tarija y a investigaciones de mercado desarrolladas en los establecimientos de comercio, dichos valores se hallan detallados en el anterior capítulo, concluyendo como presupuesto general necesario para la ejecución del

proyecto el monto de **2.497.059,33Bs** (Dos Millones Cuatrocientos Noventa y Siete Mil Cincuenta y Nueve con 33/100 Bolivianos).

- La elaboración de especificaciones técnicas necesarias para el estricto control de cada una de las actividades componentes de la obra, dichas especificaciones están en función a la normativa vigente en el país definidas por la Administradora Boliviana de Carreteras (ABC).

5.2. RECOMENDACIONES.

- Para la proyección del crecimiento de tránsito se debe tomar en cuenta que en caminos locales o de desarrollo por lo general no inducen cambios estructurales en la red vial y que rara vez enfrentan problemas de congestión a lo largo de su vida de diseño, por lo que se puede adoptar tasas de crecimiento de tipo histórico observadas en la región, solución que puede ser suficiente para abordar este problema.
- Respecto al diseño del paquete estructural se aconseja adoptar los espesores de cada una de las capas en función a criterios constructivos en el medio, además se debe tomar en cuenta los espesores mínimos definidos en el país, debido a principios constructivos como la compactación y preparación del material durante la ejecución de la obra se adoptó un espesor de capa granular de 20 cm el cual permitía compactar esta capa en dos etapas cada una con un espesor de 10 cm cada una.
- El diseño de las intersecciones se debe elaborar de manera que los vehículos que circulan a través de ellas no distingan de manera brusca la transición de una calle a otra, es recomendable que el carril que está relacionado con la transición no tenga pendiente transversal, es decir que el bombeo sea de 0%, mientras que el carril que no está involucrado con la transición mantenga la pendiente transversal del diseño.
- Para determinar el valor de confiabilidad se debe tener en cuenta el uso esperado del pavimento, ya que el costo del pavimento sería elevado, si el nivel de serviciabilidad no alcanza su uso esperado y será necesario realizar mantenimientos. Un nivel de confiabilidad bajo implica que un pavimento con mayores costos iniciales, pero también pasará más tiempo hasta que el mismo necesite reparación, en este caso el costo de mantenimiento será menor. Un nivel de confiabilidad alto proporcionará pavimentos con costos iniciales menores, pero con un mayor costo de mantenimiento, por lo que se recomienda adoptar valores óptimos de confiabilidad.

- El diseño del espesor de la capa de pavimento flexible se lo realizó en función a lo especificado por el método AASHTO, tomando para el diseño estructural el análisis como tramo único utilizando el menor valor de capacidad de soporte CBR de 2,89% correspondiente a la subrasante, valor adquirido del estudio geotécnico.