



FACULTAD DE INGENIERIA

CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

“PROPUESTA DE DISEÑO DE UN PAVIMENTO RIGIDO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DE LA LOCALIDAD DE LAJON DISTRITO HUARANCHAL, OTUZCO – LA LIBERTAD 2017”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

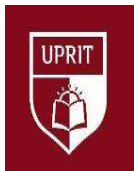
Autor:

Castillo Quispe Juan Carlos

Asesor:

Ing. Josualdo Carlos Villar Quiroz

Trujillo – Perú
2016



APROBACIÓN DE LA TESIS

El (La) asesor(a) y los miembros del jurado evaluador asignados, **APRUEBAN** la tesis desarrollada por el (la) Bachiller **Juan Carlos Castillo Quispe**, denominada:

**“PROPUESTA DE DISEÑO DE UN PAVIMENTO RIGIDO PARA EL
MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DE
LA LOCALIDAD DE LAJON DISTRITO HUARANCHAL, OTUZCO – LA
LIBERTAD 2017”**

Ing. Josualdo Carlos Villar Quiroz
ASESOR

Ing. Nombres y Apellidos
JURADO
PRESIDENTE

Ing. Nombres y Apellidos
JURADO

Ing. Nombres y Apellidos
JURADO



DEDICATORIA

A Dios por haberme dado la vida, y permitirme llegar hasta este momento tan importante que es para mi formación profesional, a mis padres por su apoyo, consejos y comprensión, a mi esposa por siempre estar a mi lado incondicionalmente en las buenas y las malas, a mis queridos y bellos hijos que son mi motor y motivo para seguir perseverante a cumplir todos mis objetivos, gracias a todos por su paciencia, amor y comprensión para seguir adelante.

CASTILLO QUISPE JUAN CARLOS



AGRADECIMIENTO

A:

DIOS:

A Dios por permitirme llegar hasta este momento tan importante de mi vida

PADRES:

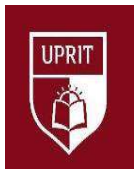
Por sus consejos, apoyo moral y económico que fueron muy importantes para cumplir esta meta

ESPOSA e HIJOS:

Por su confianza en mí, y su apoyo moral para seguir perseverante y alcanzar esta meta importante para mí

ING. JOSUALDO CARLOS VILLAR QUIROZ

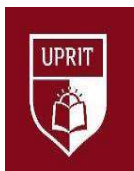
Por su valiosa asesoría en el desarrollo de este proyecto y por su aporte brindado tanto en lo académico como en lo personal



ÍNDICE DE CONTENIDOS

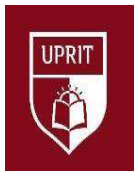
Contenido

APROBACIÓN DE LA TESIS	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
ÍNDICE DE CONTENIDOS	v
ÍNDICE DE TABLAS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN.....	10
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO.....	24
CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA.....	40
CAPÍTULO 4. DESARROLLO.....	84
CAPÍTULO 5. RESULTADOS	163
CAPÍTULO 6. DISCUSIÓN.....	170
CONCLUSIONES.....	171
RECOMENDACIONES	172
REFERENCIAS.....	173
ANEXOS	¡Error! Marcador no definido.



ÍNDICE DE TABLAS

TABLA N° 01: Factores de Distribución Direccional y de Carril para determinar la Tránsito en el Carril de Diseño	54
TABLA N° 02: se presenta la configuración de ejes	54
TABLA N° 3: Relación de Cargas por Eje para determinar Ejes Equivalentes (EE) para Pavimentos Rígidos.....	56
TABLA N° 04: tamices de mallas cuadradas.....	58
TABLA N° 05: diámetro nominal de las partículas grandes versus peso mínimo.....	60
TABLA N° 06: Tabla de resultados topográficos - BMs.....	98
TABLA N° 07: tabla de los índices de serviciabilidad.....	102
TABLA N° 08: tabla de los Valores comunes de la tasa de crecimiento.....	104
TABLA N° 09: tabla del N° de carriles.....	105
TABLA N° 10: tabla para determinar el espesor de pavimento rígido.....	108
TABLA N° 11: tabla para determinar el tipo de pavimento.....	108
TABLA N° 12: tabla para determinar la confiabilidad.....	112
TABLA N° 13: Estación meteorológica.....	117
TABLA N° 14: Información meteorológica – precipitación máxima 24 horas.....	118
TABLA N° 15: Parámetros Geomorfológicos cuencas de interés al mes febrero 2016 máximo de lluvias.....	121
TABLA N° 16: Coeficiente de Escorrentía (C) – Método racional.....	125
TABLA N° 17: Valores para la determinación del coeficiente de escorrentía Coeficiente de Escorrentía C – Método Racional (*).....	125
TABLA N° 18: Coeficiente de escorrentía – valores 2.....	126
TABLA N° 19: Números de curva de escorrentía para usos selectos de tierra agrícola, suburbana y urbana	127
TABLA N° 20: Tipo de superficie y velocidad admisible.....	133
TABLA N° 21: resultados de los estudios hidrológicos.....	135
TABLA N° 22: Descripción de Las Profundidades de cada calicata efectuada.....	139
TABLA N° 23: resultados de los estudios de suelos.	140
TABLA N° 24: resultados de los análisis de tráfico por el método AASHTO.....	156



ÍNDICE DE GRAFICOS

GRAFICO N° 01: muestra de la población.....	44
GRAFICO N° 02: instrumento para medir el tránsito vehicular.....	45
GRAFICO N° 03: instrumento para medir el índice medio diario anual.....	46
GRAFICO N° 04: instrumento para medir el periodo de diseño.....	46
GRAFICO N° 05: <i>Ubicación geográfica del Departamento de La Libertad en el Perú.....</i>	86
GRAFICO N° 06: <i>Ubicación geográfica de la provincia de Otuzco En departamento de La Libertad.....</i>	87
GRAFICO N° 07: <i>Ubicación geográfica del Distrito de Huaranchal.....</i>	87
GRAFICO N° 08: <i>Ubicación geográfica en el C.P el Lajón.....</i>	88
GRAFICO N° 09: <i>plano topográfico de la localidad de LAJON.....</i>	97
GRAFICO N° 10: <i>clasificación de suelos.....</i>	110
GRAFICO N° 11: <i>áreas de influencia</i>	135
GRAFICO N° 12: <i>Curva granulométrica calicata PC-1.....</i>	143
GRAFICO N° 13: <i>Curva granulométrica calicata PC-2.....</i>	145
GRAFICO N° 13: <i>Curva granulométrica calicata PC-3.....</i>	147
GRAFICO N° 14: <i>Curva granulométrica calicata PC-4.....</i>	149



RESUMEN

En la actualidad, con el crecimiento acelerado de la demanda de vehículos tanto para fines comerciales así como de transporte de pasajeros, los pobladores de la localidad de LAJON viven en un completo desorden por la falta de un proyecto de infraestructura vial urbana.

Para solucionar este problema se propone una alternativa de diseño de un pavimento rígido para el mejoramiento de la transitabilidad vehicular y peatonal de la localidad de LAJÓN, distrito Huaranchal, Otuzco – La Libertad.

Para cumplir con los objetivos se realizó el levantamiento topográfico de la localidad mencionada así como la exploración de campo y ensayos del laboratorio con fines de pavimentación, adicionalmente a esto se realizó el estudio de tráfico y el estudio hidrológico datos que son necesarios para el diseño de pavimento rígido.

La metodología empleada para este proyecto es AASHTO 93 que permitió realizar las revisiones por carga al centro de la losa así como en las juntas longitudinales y transversales.

Este proyecto es una investigación no experimental de tipo transversal descriptiva porque consta de una sola variable con la cual se trabaja el desarrollo del mismo y la técnica es la observación y el instrumento de recolección de datos es la guía de observación.

Por lo tanto para determinar los volúmenes de movimiento de tierras a los perfiles longitudinales se le hace un corte de 0.20 para el concreto y 0.20 para el afirmado seleccionado, y finalmente se hace el metrado para determinar el presupuesto del proyecto.



ABSTRACT

At present, with the accelerated growth of the demand of vehicles for commercial purposes as well as passenger transport, the inhabitants of the town of LAJON live in complete disorder due to the lack of an urban road infrastructure project.

To solve this problem we propose an alternative design of a rigid pavement for the improvement of the vehicular and pedestrian trafficability of the town of LAJÓN, Huaranchal district, Otuzco - La Libertad.

In order to comply with the objectives, a topographic survey of the aforementioned locality was carried out, as well as the field exploration and laboratory tests for paving purposes. In addition to this, the traffic study and the hydrological study were carried out data that are necessary for the design of Hard flooring.

The methodology used for this project is AASHTO 93 which allowed to carry out the load revisions to the center of the slab as well as in the longitudinal and transverse joints.

This project is a non-experimental research of descriptive transverse type because it consists of a single variable with which the development of the same is worked and the technique is observation and the instrument of data collection is the observation guide.

Therefore, to determine the volumes of earth moving to the longitudinal profiles, a cut of 0.20 is made for the concrete and 0.20 for the selected stake, and finally the metrado is made to determine the project budget.



CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA

La fabricación masiva de automóviles y camiones que se inicia en Francia, Alemania y los Estados Unidos de Norteamérica a principio del siglo XX, y el crecimiento acelerado de la demanda de transporte en este tipo de vehículos tanto para fines civiles como militares hizo evidente la necesidad de mejorar continuamente la técnica del diseño de carreteras. Como consecuencia de la Ley de Ayuda Federal para Carreteras de Junio de 1956, en los Estados Unidos de Norteamérica se produjo un gran plan de desarrollo del sistema de carreteras de esa nación, parte de este plan fue un ambicioso programa de investigación científica con ensayos a escala real, orientado a desarrollar una metodología empírica que permita diseñar estructuras de pavimentos que tengan un comportamiento previsible y confiable durante todo su ciclo de vida. El programa fue exitoso: en 1961 la Asociación Americana de Carreteras publicó la Guía Preliminar para el Diseño de Pavimentos Rígidos y Flexibles (“AASHO Ínterin Guide for the Design of Rigid and Flexible Pavements”) y en 1972 la Asociación publica una Segunda versión de ésta Guía Preliminar. En 1986 con la publicación de una nueva versión la Guía deja de tener el carácter provisional; luego en 1993 después de la realización de investigaciones y ensayos adicionales AASHTO publica la última versión de ésta Guía. En los Estados Unidos actualmente la mayor parte de los Estados utilizan oficialmente las guías de Diseño de Pavimentos de AASHTO, publicadas en 1972, 1986 o 1993; con estas metodologías se han diseñado con éxito, las estructuras de pavimentos para varios millones de kilómetros de carreteras en el mundo. (PERÚ, 2013)

Colombia en los últimos años ha realizado un esfuerzo por mejorar hacia el fortalecimiento de una infraestructura acorde con el crecimiento no solo económico sino social del país. Con la incursión de nuestro país en la globalización de la economía, se dio apertura comercial que incrementó la capacidad de carga de los vehículos pesados por las carreteras a cargo de la nación, conllevando al avanzado deterioro de las vías, ya que tanto las carreteras como los puentes fueron construidos para soportar volúmenes de cargas inferiores a las actuales, 11.463 km a cargo del Instituto Nacional de Vías INVIAS, 5.680 km concesionados a diciembre 2010 (Instituto Nacional de Concesiones INCO, ahora ANI) Otros 111.364 km entre red secundaria y terciaria distribuida de la siguiente manera.

- 36.618 km a cargo de los departamentos.
- 34.918 km a cargo de los municipios.
- 27.577 km de vías terciarias a cargo del INVIAS (antes Caminos Vecinales).



- 12.251 km de los privados.

La red de carreteras a cargo de la nación comprende 17.143 km, (INVIAS, 2014)

La Red Vial Nacional de **Nicaragua** para el 2014 según los datos proporcionado por la Oficina de Inventario Vial de Infraestructura de Transporte del MTI contabilizó 24,137.5 kilómetros, de ellos solamente 70% de los carreteras son transitables en todo Tiempo y el 30% solo en verano. La longitud de la red de carretera pavimentada alcanzo una Longitud de 3,653.38 kilómetros, con un aumento de 206.01 Kilómetros respecto al 2013, los cuales en términos porcentuales (6.0%) es muy significativo, las carreteras asfaltadas registraron una caída del 1.2% al pasar de 2,374.8 Kilómetros a 2,346.2 kilómetros en el 2014, esta variación y cambios en este tipo de carreteras se debe a 28.6 kilómetros cambiaron su superficie de rodamiento a concreto hidráulico, la cual es una alternativa constructiva que garantiza una mayor rentabilidad en la inversión por su durabilidad y bajo costos en mantenimiento. Del total de la red pavimentada el 64.2% corresponde a las carreteras asfaltadas. el 32.2% a las adoquinadas, y el 3.6% a los carreteras de concretos hidráulico. Las no pavimentadas alcanzaron una longitud de 20,484.1 kilómetros, con una disminución de 85 kilómetros con respecto del año anterior y por ende una disminución del 0.5% por el carácter dinámico de la red vial producto del mejoramiento de su condición se refleja una tendencia de disminución en tipos de superficie No Pavimentadas, ya que van cambiando a otra categoría superior por su Intervención con pavimentos.

La red nacional aumento su superficie en 104.1 kilómetros. El conjunto de carreteras no pavimentas disminuyo 102.4 kilómetros (0.5%) debido al aumento de las pavimentadas y la única que se incrementaron fueron las de Todo Tiempos (0.7%) En términos absolutos. Entre los departamentos que aumentaron su longitud vial pavimentada sobresalen. Managua (29.53 kms). León (29.36 kms). Chontales (28.62 kms). Rivas (25.57 kms) y Masaya (21.04 kms) Por otro lado. Los departamentos con mayor crecimiento relativo de sus carteleras pavimentadas fueron: La RACS el 21%, Rivas con 12% y Madriz el 10.4%. del total de carreteras si pavimentar la mayoría de los departamentos experimentaron caída a excepción de 2 los cuales fueron RACN 6% y Chinandega con el 4.7%. ((MIT), 2014)

Chile cuenta con 2.525 kilómetros de vías pavimentadas de doble calzada; una red vial de 77.603 km, de los que 18.436,7 son pavimentados, en asfalto la mayoría, y 59.166,7, no pavimentados; de estos 32.109 son de ripio y 17.678, de tierra. Chile se divide en 15 de regiones, de estas La Araucanía (región IX) y el Biobío (VIII) son las que concentran la mayoría de las vías, con un 15,5% y 11,9%, respectivamente, según el Ministerio de Obras Públicas de Chile (MOP). Al interior del país, Chile cuenta con 11.255 km de caminos nacionales; 8.657 km de vías regionales



principales; 6.313 km de regionales provinciales; 24.049 km de comunales, y 27.329 km de regionales de acceso. Dentro de los nacionales, se encuentran las rutas 5, 7 y 9 que pertenecen a la vías longitudinales de Arica a Punta Arenas (San Juan) y las que conectan con las capitales provinciales; así como los caminos internacionales que van de las ciudades a los puertos, aduanas marítimas y aeropuertos internacionales. De los 11.255 km de red vial de caminos nacionales, 8.905,6 km son pavimentados y 2.349,4 no lo son, las regiones de Antofagasta (II), Los Lagos (X) y Aysén (XI) son las que concentran más vías con el 18%, 9,3% y 9,1%, respectivamente. Los caminos regionales principales son aquellos que conectan en cada región a un camino nacional con una capital provincial o a estas entre sí, mientras que las vías regionales provinciales unen las capitales comunales entre sí o una de estas con la red de caminos regionales principales. Los caminos regionales comunales se encargan de interconectar puntos específicos dentro del territorio comunal o uno de estos con las vías regionales provinciales, y los caminos regionales de acceso permiten llegar a lugares que no tienen ninguna otra conexión. (CHILE, 2013)

La red vial del **Perú** está organizada en tres niveles: (i) Red primaria o nacional; (ii) Red secundaria o departamental (Regional); y (iii) Red terciaria o caminos vecinales. Actualmente la longitud de la red vial es de 95,863 Km. de extensión registrados, de los cuales 23,076 (24.07%) son carreteras nacionales y están bajo la competencia del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 25,329 (26.42%) son carreteras departamentales y están a cargo de los Gobiernos Regionales y 47,458 (49.51%) son caminos vecinales, que están bajo responsabilidad de los Gobiernos Locales. Respecto al tipo de superficie de rodadura muestra que 15,496 Km. de la Red Vial se encuentran pavimentadas (16.16%) y 80,367 Km. se encuentran afirmadas o a nivel de trocha (83.84%). Sobre dicha infraestructura se traslada el 90% de la carga y se moviliza el 80% de los pasajeros, especialmente en los principales ejes longitudinales y transversales, los cuales actualmente presentan condiciones de asfalto en buen estado y no así las carreteras departamentales y locales, que tienen una condición, en un gran porcentaje, de afirmadas o trochas en mal estado y que son utilizadas en la prestación del servicio provincial de carga y pasajeros.

La Red Vial Nacional de 23,076 Km., está conformada por tres grandes ejes longitudinales y diecinueve corredores transversales, tienen como misión vincular a las capitales de departamento, los principales centros productivos con las ciudades como centros de consumo y puertos marítimos como nodos del comercio exterior; constituyendo la base de todo el sistema de carreteras del país. El estado de situación de las vías nacionales nos indica que el 53.5% (12,345 Km.) se encuentran pavimentadas y el 46.5% se encuentra a nivel afirmado, sin afirmar y trocha. Aproximadamente el



70% de la Red Vial Nacional se encuentra en regular y buen estado de conservación y transitabilidad.

La Red Vial Departamental (25,329 Km. de vías registradas), comprende las rutas de importancia regional que articulan las capitales de departamento con las principales ciudades al interior de Región; sólo el 7.7% se encuentran pavimentadas y el 92.3% es afirmada, sin afirmar o en condición de trocha. En cuanto a su condición, solo el 16.1% de la red departamental está en buen estado.

La Red Vial Vecinal (47,458 Km. registrados aproximadamente) está conformada por las vías que enlazan a las capitales distritales y centros poblados importantes con la capital de la provincia, sólo el 2.5% de esta vías tienen la condición de asfaltadas, el 97.5% están afirmadas, sin afirmar o en condición de trocha y solo el 7.3% está en buen estado. (ZEVALLOS, 2014)

El departamento de Cajamarca, situado en la zona norte del país, cubre una superficie de 33 318 Km², que representa el 2,6 por ciento del territorio nacional. Limita por el norte con la República del Ecuador, por el este con el departamento de Amazonas, por el sur con La Libertad y por el oeste con Lambayeque y Piura. Políticamente está dividido en 13 provincias y 127 distritos, siendo su capital la ciudad de Cajamarca. Red vial Según cifras del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2015), el departamento de Cajamarca cuenta con un red vial de 14 721,4 km., de los cuales 1 753,8 km. pertenecen a la Red Nacional; 855,7 km. a la Red Departamental; y 12 111,9 km. a la Red Vecinal. Cajamarca enfrenta retos de conectividad vial, en particular, de la red vial departamental (aquella que permite unir las provincias del interior del departamento). Así, de la red vial nacional, el 73,1 por ciento se encuentra pavimentada, mientras que de la red vial departamental, solo el 3,7 por ciento. En tanto, de la red vial vecinal, el 0,3 por ciento cuenta con pavimento. A través de la carretera Olmos - Corral Quemado, el departamento de Cajamarca se articula con los departamentos de Piura y Lambayeque en la costa y con Amazonas y San Martín en el nor-orienté peruano. Por medio de la Carretera Longitudinal de la Sierra se articula por el sur con el departamento de La Libertad. Otro eje de gran potencial es Pacasmayo - Cajamarca - Celendín - Chachapoyas, el cual permite acceder a la zona arqueológica de Kuelap. (Comunicaciones, 2015)

Lima, ciudad con más de 9 millones de habitantes, sufre hoy en día las consecuencias de un desarrollo urbano no planificado. El ciudadano enfrenta graves niveles de congestión y contaminación. En la práctica, el ciudadano o visitante de Lima, pierde al día entre 2 o 3 horas en el transporte. Esta situación se agrava si hablamos de ciudadanos de estratos económicos menos favorecidos que deben usar el transporte público, como único medio posible para satisfacer sus



necesidades de movilidad. En Lima, el primer paso que se ha dado, ha sido la implementación de la Línea 1 del Metro de Lima, sistema que se inició históricamente a fines de los años 80's del siglo pasado y que finalmente entró en operación en el año 2011. Cabe señalar que esta línea fue implementada en dos fases, por un lado a través de la ejecución de las obras civiles y la implementación del equipamiento electromecánico, licitación que estuvo a cargo del Ministerio de Transportes y Comunicaciones y, por otro lado, la concesión de la operación y mantenimiento de la infraestructura férrea, licitación que estuvo a cargo de PROINVERSIÓN, en el marco de una Asociación Público Privada (APP) Cofinanciada. Esta línea tiene una extensión de aproximadamente 30 km, y se ha ejecutado en viaducto elevado. A la fecha, viene experimentando una demanda significativamente mayor a la demanda esperada. El sistema de operación prevé un intervalo entre trenes de 6 minutos en hora punta y con capacidad de acortar frecuencias de hasta 3 minutos. A la fecha esta línea está siendo operada por el consorcio Metro de Lima Línea 1, conformada por las empresas GYM Ferrovías S.A. (Perú) y Ferrovías S.A.C. (Argentina). La inversión total en infraestructura (obra civil) ascendió a US\$ 1,420 millones, mientras que la inversión en material rodante a la fecha asciende a aproximadamente US\$. 220, teniéndose prevista una inversión adicional en material rodante, obras de infraestructura y equipamiento electromecánico por aproximadamente US\$ 430 millones. Continuando con el desarrollo ferroviario en la ciudad, la Línea 2 del Metro de Lima fue concesionada por PROINVERSIÓN en marzo de 2014, en esta concesión se incluyó el ramal Av. Faucett – Av. Gambetta, debido a la necesidad de adelantar la prestación de servicio de transporte a la población del norte de la ciudad(Ventanilla). La línea 2, tiene una extensión total de 27 km y el ramal Av. Faucett – Av. Gambetta de 8 kilómetros. Se ha previsto un total de 35 estaciones que esperan transportar a más de 60,000 pasajeros día. Adicionalmente se ha previsto la interconexión con otros sistemas de transporte, así por ejemplo el proyecto contempla la interconexión con la línea 1 del metro de Lima, por lo cual deberá construirse una estación de interconexión, en la Av. 28 de Julio con la Av. Aviación; asimismo en la estación Grau deberá interconectarse con el Metropolitano y con la futura Línea 3 del metro de Lima. (Conroy, 2015)

En La **Libertad** destacan tres modalidades de conexión entre los centros poblacionales: el transporte marítimo, el aéreo, y el terrestre. El transporte marítimo se desarrolla sobre la base de la infraestructura portuaria localizada en la costa del departamento, básicamente en los puertos de Salaverry y Chicama; y en menor medida sobre puertos más pequeños como el de Pacasmayo o Puerto Morín, en Virú. El transporte aéreo se desarrolla alrededor del aeropuerto internacional CAP. FAP Carlos Martínez de Pinillos, ubicado en el distrito de Huanchaco; siguiéndole en



importancia los aeródromos de Querúbrica, Huamachuco, Pias y Pataz, que conectan estos centros poblados con Trujillo y con otras regiones del país. El transporte terrestre es el de mayor importancia en la región, desarrollándose en base a la Red Vial Nacional (1 238,2 km), la Departamental (2 008,2 km) y la vecinal (5 687,2 km), las que conectan las diversas ciudades y centros poblados rurales. A pesar de la importancia del transporte terrestre en la actividad económica de la región, al 2014, solo el 5,2% de la red vial departamental se encontraba pavimentada; en contraste con otros departamentos como Lambayeque o Arequipa (33,3% y 30,5% de red departamental pavimentada). En la sierra, la conexión vial es bastante débil, siendo las provincias de Bolívar y Pataz las que cuentan con menos del 1% de la red vial departamental asfaltada, siendo este el principal inconveniente para el desarrollo de un sistema integrado de ciudades a nivel regional. (Campos, 2016)

LAJÓN en los últimos años se ha incrementado notoriamente los servicios de transporte nacional, interprovincial y local y por ende de dotar a la población mejores condiciones de transitabilidad vehicular y peatonal. La Localidad de Lajon, pertenece al Distrito de Huaranchal y cuenta con una extensión territorial de 3.67 Ha y una población total de 690 habitantes.

Las Localidad de Lajon, tiene aproximadamente 50 años de creación, con un crecimiento demográfico progresivo, a inicios sus viviendas eran dispersas, posteriormente el año 1996 las viviendas se concentraron en las localidades, conformándose locales comerciales y locales públicos como colegios, puesto de salud, entre otros. Debido a la gran demanda poblacional y agropecuaria de las localidades se ha visto la necesidad de contar con una empresa de transportes que permita comercializar la producción agrícola en mercados locales, interprovinciales y nacionales, por ello se crearon empresas de transportes interprovincial y vehículos particulares que diariamente transportan personas y carga pesada.

En la localidad de Lajon el sistema vehicular y peatonal es deficiente sobre todo en épocas de lluvias las calles se llenan de agua, barro y el charco, lo cual impide que la población transite adecuadamente por las calles de las Localidades. La zona de intervención cuenta con los siguientes servicios públicos: Alumbrado público, Red de agua potable y desagüe, Teléfono público, coliseo deportivo, Posta médica, Centro Educativos a nivel Inicial, Primario y Secundario. Es por esta razón que para el presente proyecto además de realizar obras de empedrado para pavimentación y veredas se proyectan la instalación de conexiones de agua y desagüe para no afectar el sistema de agua y desagüe existente en la zona.



ENTIDAD

En el caso del Perú, el Ministerio de Transportes y Comunicaciones a través de la Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, es el órgano de ámbito nacional encargado de normar sobre la gestión de la infraestructura de caminos, puentes y ferrocarriles, así como de fiscalizar su cumplimiento. (Conroy, 2015)

(AURELIO, 2014) La presente investigación surge a partir de la necesidad de poder llevar a cabo una investigación que permita sus efectos prácticos y poniendo a disponibilidad un estudio técnico que posibilite dotar de una infraestructura vial adecuada para los pobladores circundantes y a la población flotante en su conjunto. Debido a que la avenida Simón Bolívar es una de las principales vías de salida de la ciudad de Arapa, es por ello que se tiene la necesidad de asfaltar dicha vía por la cantidad de flujo vehicular y peatonal. Luego de realizar estos estudios se llega a las conclusiones siguientes, La zona de estudio presenta un IMDA de 47 Veh/día, el tránsito principalmente está constituido por vehículos ligeros: Autos, station wagon, camionetas, combis y vehículos ligeros pesados: Buses B2, camiones C2 y C3, de acuerdo a los resultados del Estudio de Suelos, en lo referente al terreno de fundación, se encuentran CBRs con mínimas diferencias, por lo que el CBR de diseño calculado es de 24.12%, de acuerdo con la metodología de diseño de pavimentos rígidos AASTHO 93, se obtiene un espesor de 4.0" de pavimento flexible, base de 8" = 20cm sub base de 8" = 20 cm, con la aplicación de la metodología Portland Cement Association (PCA), se obtiene un espesor de 180 mm o su equivalente a 19.00 cm, pero adoptamos 200mm = 20 cm por proceso constructivo. Con el presente trabajo de tesis se cumple con los objetivos planteados en el temario de tesis propuesto y aprobado.

(GUEVARA, 2015) El fin este documento es presentar el concreto reforzado con fibras como alternativa de solución para mejorar el comportamiento del concreto; ya que sus diversas aplicaciones hacen que sea uno de los productos más solicitados por las ventajas que aportan al concreto. Las principales mejoras que proporciona la adición de fibras al concreto son la disminución de fisuras en la contracción plástica como endurecida y la resistencia a tracción aumenta de manera considerable. La necesidad de ahorrar costos, aumentar la calidad y optimizar los materiales hace que se realicen investigaciones sobre distintos aditivos que se le añaden al concreto como acelerante de fragua, incorporadores de aire, reductores de agua, súper plastificantes, impermeabilizantes, entre otros; como también el tipo de refuerzo que complementa al concreto como varillas de acero, mallas electro soldadas, fibras de acero, entre otros. El uso del concreto



fibroreforzado se viene dando cada vez más en nuestro país, se utiliza desde los pavimentos rígidos hasta el reforzamiento de estabilidad en túneles, haciéndolo uno de los materiales con mayor demanda en los diferentes campos de la ingeniería. Este documento se enfocará en realizar comparación entre pavimentos de concreto simple, pavimentos de concreto reforzado con mallas de acero y el pavimento de concreto reforzado con fibras de acero, comparando la metodología de diseño, los esfuerzos teóricos, su procedimiento constructivo y los precios unitarios en cada una de las situaciones. Se concluye que una de las diferencias que se pueden encontrar en los parámetros de diseño es la propiedad del concreto: en el PCA se utiliza el módulo de rotura del concreto y en el TR-34 la resistencia a compresión, sin embargo en este último, el software PAVE 2008 tiene una base de datos el cual tiene una correlación entre estas dos propiedades de concreto. Por otro lado, cuando se diseña con la PCA el espesor del pavimento por cargas vehiculares, un requerimiento es el número de pasadas aproximadas que va a tener el vehículo, sin embargo en la TR-34 se utiliza la escena más desfavorable o la carga más grande en la vida útil del pavimento ya que se trabaja con límites de esfuerzo. Para los dos diseños se utilizan los mismos parámetros; sin embargo en lo que respecta a los factores de seguridad son distintos ya que la metodología de diseño es diferente. El método PCA por tener una metodología, en la cual incluye utilizar monogramas y tablas, los valores obtenidos no son precisos.

(SILVA, 2014) En el presente trabajo se realizó el análisis de sensibilidad de tres variable que intervienen en el diseño de pavimentos rígidos por el método de la Asociación del Cemento Portland (PCA). Las tres variables consideradas son las siguientes: resistencia a compresión del concreto ($f'c$), el C.B.R. y el tráfico. Para realizar dicho análisis se han realizado 45 diseños, haciendo variar una variable y manteniendo constantes las otras dos; esto se hizo con la ayuda de una hoja de cálculo de elaboración propia. A la vez se han ejecutado los gráficos correspondientes que nos permitan evaluar la variable con mayor incidencia llegando a constatar que dicha variable correspondía a la resistencia a compresión del concreto ($f'c$), a partir de aquí podemos indicar que nuestra hipótesis planteada fue correcta. Se pudo determinar que la resistencia a compresión del concreto ($f'c$), es la variable más incidente con respecto al C.B.R. y el Tráfico para la determinación del espesor de la losa, porque a medida que se van variando los valores iniciales de diseño en forma porcentual en intervalos de 5%, se obtuvo que el espesor de la losa mostró más variación con el incremento del $f'c$, que con el incremento de las otras dos variables.



OPINION DEL AUTOR

Todos los estudios surgen a partir de la necesidad de realizar un estudio técnico que permita ahorrar costos, aumentar su calidad y optimizar los materiales y de esta manera dotar de una infraestructura vial adecuada a la población flotante en su conjunto. Para realizar diseños de pavimento rígido tenemos los métodos más utilizados que son ASSTHO 93 y PORTLAND CEMENT ASOCIATION (PCA) para determinar los espesores de la sub base, base y pavimento flexible los cuales utilizan los mismos parámetros, sin embargo en lo que respecta a factores de seguridad son distintos por lo que la metodología (PCA) se basa en monografías y tablas.

UNICON PAVIMENTOS UNICON desarrolla soluciones viales de concreto capaces de agregar valor a los proyectos de construcción e impulsar la rehabilitación de los pavimentos en nuestro país. Brinda asesoría técnica a través de profesionales y cuenta con tecnología especializada para la construcción de pavimentos urbanos y autopistas, claves para lograr óptimos resultados. Su enfoque técnico logra ofrecer la alternativa con mejor costo total al obtener mejores rendimientos a los del pavimento de asfalto y reducir los costos de operación y mantenimiento en más del 30%. Se convierte así en la solución más inteligente a largo plazo por sus múltiples beneficios económicos. El pavimento rígido de concreto elaborado con materiales certificados se aplica mediante el uso de reglas vibratorias o pavimentadoras de encofrado deslizante. Durante el año 2015 se culminó la construcción de importantes avenidas en pavimento rígido, tales como las avenidas María Elena Moyano, El Sol, Mateo Pumacahua (Villa El Salvador), Plácido Jiménez (El Agustino), 26 de Noviembre (Villa María del Triunfo), Dos de Mayo (Callao) y la Avenida Benavides (Cañete). Dichas avenidas se construyeron en pavimento rígido a un costo muy competitivo, brindando una capacidad estructural adecuada, tanto en volumen como en intensidad de tránsito,

COSAPI ofrece al mercado servicios de ingeniería y construcción, servicios mineros, negocios en concesiones de infraestructura y desarrollos inmobiliarios, con más de 50 años en el mercado, es la segunda empresa de ingeniería y construcción de capital nacional en el Perú, según el ranking de las “500 Mayores Empresas del Perú” publicado por América Economía. Ha completado de manera exitosa varios de los proyectos más importantes y emblemáticos del Perú, tanto en el sector privado como en el sector público. Entre estos proyectos se encuentran obras como el desarrollo del proyecto Antamina, uno de los proyectos mineros más importantes desarrollados en el Perú; la construcción y conservación de 1,187 y 1,975 km de carreteras respectivamente; la construcción del Jockey Plaza Shopping Center, el centro comercial más grande del país en ventas (según lo



señalado por la Asociación de Centros Comerciales del Perú); la construcción de la sede del Banco Interbank; y la modernización del aeropuerto internacional de Lima. Asimismo ha desarrollado proyectos en 13 países a nivel mundial.

Todo ello ha sido posible gracias a la sólida cultura empresarial de COSAPI, la cual considera a su gente como su principal activo organizacional. Posee con un equipo altamente competente y especializado, conformado por 1,628 empleados y 6,073 obreros que comparten los valores corporativos de la compañía.

Asimismo, COSAPI se preocupa por todos sus grupos de interés, por ello desde el 2013 maneja una serie de compromisos enmarcados en su Política de Responsabilidad Social, Seguridad y Salud, Medio Ambiente y Patrimonio Cultural.

Cuenta también con las certificaciones ISO 9001, ISO 14001, OHSAS 18001, además de la certificación de buen empleador ABE y el distintivo de Empresa Socialmente Responsable (ESR); y ha recibido también el reconocimiento de Merco Perú, como la empresa más atractiva para trabajar en el sector Ingeniería y Construcción.

MICRO

Entre los problemas más notables por las cuales la localidad de LAJÓN no cuenta con una transitabilidad adecuada, es su ubicación geográfica, pues es el caserío más alejado del distrito Huaranchal, provincia de Otuzco. Y las condiciones de la transitabilidad por carretera se encuentran en muy malas condiciones, por lo que para llegar a dicha localidad partiendo de la ciudad de Trujillo se tiene que pasar por una provincia y tres distritos los cuales a la provincia se encuentra en buenas condiciones por ser una carretera interprovincial que conecta las principales provincias de la sierra Liberteña, pero continuando con el recorrido se tiene que pasar por los distritos de Usquil, Charat y el mismo Huaranchal en donde sus carreteras se encuentran en malas condiciones, por la falta de intervención del ministerio de transportes y comunicaciones en mejoramiento de vías, y la deficiente gestión de sus autoridades para buscar financiamiento para sus carreteras, adicionalmente a esto se suma las condiciones climatológicas los cuales en tiempos de invierno generan huaycos, lodos, huecos, baches, deslizamiento de rocas, etc. Que a su vez ponen en peligro la vida de los transportistas y de los lugareños que a diario utilizan las medias de transporte para trasladar sus productos a los principales mercados de la región.

Actualmente el Centro Poblado de LAJON, Distrito de HUARANCHAL, provincia de OTUZCO, carece de una adecuada vía para el tránsito vehicular y peatonal en sus principales calle la cual viene generando condiciones desfavorables en los pobladores y propietarios de vehículos que se



dedican al transporte público y privado, por otro lado ocasionando malestar a los habitantes del lugar y personas foráneas.

El tramo donde se está proyectando la construcción de la pavimentación en concreto rígido, a la fecha no cuenta con ningún tipo de tratamiento superficial y cunetas de drenaje, por lo tanto no existe ningún tipo de impedimento para la aprobación y ejecución de la obra. El distrito de HUARANCHAL posee un clima frío y seco, templado con una temperatura muy variada esto es debido a las estaciones; llegando a las temperaturas mínimas hasta de 5° C. y máximas hasta de 20 ° C. Las lluvias son de carácter torrencial en la zona, debido a las estaciones, esto sucede generalmente en los meses de Diciembre a Mayo. Se llega a tener una precipitación anual de 680 a 790 mm.

La mayor parte del terreno tiene una topografía accidentada con pendientes mayores a 10%, con presencia de vegetación.

CAUSAS

En la localidad de LAJÓN las causas del mal estado de las calles es el agua en tiempos de invierno y el polvo en los tiempo de verano que con el tránsito de los buses, camiones, camionetas, etc., se generan baches, lodos y polvo que afectan directamente a las familias que viven allí, a los alumnos que transitan diariamente hacia sus centros educativos, además contribuyen a aumentar los índices de contaminación ambiental, dañan el patrimonio público y privado, dificultando el desplazamiento normal de las personas y vehículos.

Asimismo la causa de que hasta la fecha no se haya ejecutado la pavimentación de las calles y veredas es la falta de una propuesta de diseño de pavimento para desarrollar una alternativa de solución y por la deficiente gestión de sus ex autoridades ediles y sus funcionarios públicos para gestionar proyectos de pavimentación y así poder ayudar a esta localidad que necesita una infraestructura vial adecuada.

En la actualidad con el aumento de la minería informal en lo que respecta al carbón de diferentes tipos, se ha incrementado el transido pesado de camiones y volquetes y estos deterioran aún más las calles y carreteras perjudicando directamente a los lugareños.

NANO

Lo que se pretende investigar en este proyecto es el diseño de pavimento rígido para el mejoramiento de la transitabilidad vehicular y peatonal de la localidad de LAJÓN, en este proyecto se pretende investigar la metodología que permita ahorrar costos, aumentar la calidad y optimizar los materiales el diseño de un pavimento rígido para todas las calles y sus componentes como son;



cunetas para la evacuación de aguas de lluvia, muros de contención para evitar deslizamientos entre las calles y las viviendas, alcantarillas en cruce de canales, rejas para tapado de canaletas de drenaje, rampas para el accesos de personas discapacitadas, finalmente su señalización de calles conforme a norma para evitar accidentes de tránsito y de esta manera mejorar las condiciones de vida de los habitantes y de los transportistas que a diario transitan por las calles.

Las consecuencias de no realizarse este proyecto de diseño de pavimento rígido seria la falta de un estudio técnico que permita dotar de una infraestructura vial adecuada para los pobladores circundantes y a la población visitante en su conjunto, así mismo de no ejecutarse este proyecto aumentarían las enfermedades respiratorias por la emisión de partículas de polvo, restricciones en el transporte de pasajeros y de carga, Igualmente a diario los estudiantes y las amas de casa tienen que realizar largas caminatas por las calles polvorientas o embarradas y en mal estado hacia sus centros de estudios y centros de abastecimiento de productos alimenticios respectivamente; situación que ha ocasionado accidentes peatonales, en muchos casos con graves consecuencias, aunque el tránsito local es pequeño, la falta de calzadas en las vías origina mayores costos operativos de los vehículos, pérdidas de tiempo de viaje de los peatones y aislamiento con los centros de servicios y comercio.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuáles son las características técnicas para el diseño de pavimento rígido para el mejoramiento de la transitabilidad vehicular y peatonal de la localidad de LAJÓN?

La infraestructura vial en la localidad de LAJON, en la actualidad se encuentra en mal estado, pues sus calles muestran huecos, baches, zanjas, lodos y polvo, debido a las condiciones climáticas y el tránsito de combis, camiones y camionetas que a diario transitan en el lugar.

1.3. JUSTIFICACIÓN

La elaboración de una propuesta de diseño para la construcción de un pavimento rígido en la localidad de LAJÓN, permitiría que esta localidad tenga una alternativa de solución para gestionar ante los diferentes entidades gubernamentales recursos para suplir esta necesidad; la cual beneficiaria a unas 690 habitantes de una infraestructura vial adecuada para el tránsito



vehicular y peatonal, así mismo dar solución a las enfermedades respiratorias producidas por la emisión de partículas de polvo.

TEÓRICA

Esta propuesta de diseño está orientada a la aplicación de la metodología AASHTO 93 para el diseño de pavimento rígido, así mismo para el caso de pistas urbanas existe la norma técnica de edificación (CE.010) pavimentos urbanos. Esta Norma fija los requisitos y exigencias mínimas para el análisis, diseño, materiales construcción, control de calidad e inspección de pavimentos urbanos en general, excepto donde ésta indique lo contrario

PRÁCTICA

Este proyecto proporciona una alternativa más adecuada para afrontar el problema del deficiente servicio de transitabilidad vehicular y peatonal, viéndose favorecida los pobladores y transportistas de la localidad de LAJON

VALORATIVA

La propuesta de diseño de pavimento rígido cuenta con estudios detallados de ingeniería que pueden ser utilizados para el desarrollo del expediente técnico, además está diseñado de acuerdo a norma según lo indicado en el desarrollo del proyecto.

ACADÉMICA

Académicamente este proyecto se justifica porque permite aplicar procedimientos y metodologías para realizar el diseño de pavimento rígido de la localidad de LAJON y que además servirá como información para nuestros futuros egresados de ingeniería de las diferentes universidades.

1.4. LIMITACIONES

La limitación principal es el transporte, por encontrarse alejado las unidades de transporte de pasajeros solo van dos veces a la semana y en tiempo de lluvia la carretera se desliza, provocando huaycos y en el peor de los casos accidentes de tránsito.

Para dar solución a esta limitación se solicita a la autoridad edil de la municipalidad distrital de HUARANCHAL una camioneta para traslado del personal a la localidad de LAJON, así mismo el mantenimiento rutinario de la trocha.

Otra limitación es la falta de coordinación con el ingeniero de obras de la municipalidad distrital de HUARANCHAL para tratar temas relacionado con detalles constructivos, cálculos y obras de arte proyectadas, generando un retraso en la elaboración de planos de detalles y obras de arte



Para dar solución a esta limitación se optó por recurrir a las oficinas de la municipalidad, en el área de infraestructura para ubicar al ingeniero y llegar a los acuerdos necesarios para la elaboración de la propuesta del proyecto.

1.5. OBJETIVOS

1.5.1. OBJETIVO GENERAL

Proponer una alternativa de diseño de un pavimento rígido para el mejoramiento de la transitabilidad vehicular y peatonal de la localidad de LAJÓN, distrito Huaranchal, Otuzco – La Libertad.

1.5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar las calles a intervenir mediante un estudio topográfico de la localidad de LAJÓN.
- Elaborar el estudio de mecánica de suelos de cada calicata según norma Técnica de Edificación CE.010 Pavimentos Urbanos.
- Diseñar los espesores del pavimento rígido empleando la metodología AASHTO-93
- Definir las obra de arte como son, canaletas reforzadas, canal tapado, muros de contención.
- Recomendar los procesos constructivos que garanticen la construcción de dicho pavimento rígido.
- Elaborar el presupuesto de la propuesta de diseño de pavimento rígido para tener un estimado del costo total del proyecto.



CAPITULO 2. MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES

2.1.1. “MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL A NIVEL DE PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AVENIDA SIMÓN BOLÍVAR DE LA CIUDAD DE ARAPA – PROVINCIA DE AZÁNGARO – PUNO.”,

(AURELIO, 2014) Desarrollar una alternativa técnica - económica a nivel de estudio definitivo que permita mejorar la transitabilidad vehicular y peatonal en la avenida Simón Bolívar.

El Método de Diseño de la Asociación del Cemento Portland de los Estados Unidos “PCA”, considerados criterios de análisis, por fatiga y por erosión:

A partir del Cuadro N° 7.8, se procede a calcular el espesor de la losa de concreto rígido mediante los criterios de diseño de la PCA: Erosión y Fatiga, de acuerdo con los siguientes datos. Módulo de reacción del conjunto sub rasante/sub base, $K = 96.66 \text{ MPa/m}$, Espesores considerados de la losa: 180, 181, 182,..... 200 mm. Módulo de rotura del concreto, $S'c = 3.80 \text{ MPa}$, Factor de seguridad de carga, $Fsc = 1.1$. Juntas con dovelas: NO, Bermas de concreto: SI. De acuerdo con los resultados anteriores, el espesor más adecuado para la losa de concreto es de 187 mm., el cual cumple con los criterios de fatiga y erosión. Por lo tanto: $D = 187 \text{ mm} = 18.7 \text{ cm}$ Asumimos $D=20.00 \text{ cm}$

De acuerdo con la metodología de diseño de pavimentos rígidos AASTHO 93, se obtiene un espesor de 4.0” de pavimento flexible, base de 8” = 20cm subbase de 8” = 20 cm.

Con la aplicación de la metodología Portland Cement Association (PCA), se obtiene un espesor de 180 mm o su equivalente a 19.00 cm, pero adoptamos 200mm = 20 cm por proceso constructivo.

Aporte

El estudio de esta tesis aporta un análisis adicional ya que desarrolla la mayor cantidad de estudios básicos que son parte de un expediente técnico que servirá de base para describir, calcular el espesor de un pavimento rígido por diferentes métodos



2.1.2. “PAVIMENTOS RIGIDOS REFORZADOS CON FIBRAS DE ACERO VERSUS PAVIMENTOS TRADICIONALES”

(GUEVARA, 2015) Comparar de manera teórica las propiedades mecánicas: flexión, compresión, modulo elástico y físicas del concreto sin refuerzo y el concreto reforzado con fibras de acero Wirand FF1, como también comparar sus espesores. Comparar los precios unitarios en la ejecución en un proyecto real, verificando la optimización de precios unitarios, recursos y ejecución.

Existen diferentes metodologías para el diseño del pavimento rígido, las cuales buscan el dimensionamiento óptimo del espesor de la estructura basado en las diferentes solicitaciones. Para realizar el comparativo de las losas industriales reforzadas con fibras de acero y las tradicionales se utilizarán dos métodos: En primer lugar con TR34 (Technical Report No.34) con el cual se puede diseñar losas reforzadas con fibras de acero, se realizará con las fibras Wirand

FF1; por otro lado también se diseñará con la PCA en la que no incluye las fibras, se diseñará como concreto simple y concreto reforzado con mallas de acero.

(pág. 35)

A continuación se presentan los resultados resumidos del PAVE 2008 como también del diseño con la PCA, el **TR-34, PAVE 2008**. Las solicitaciones más sobresalientes son aquellas debidas a la retracción plástica y a la temperatura de hidratación; estos dos fenómenos generan tensiones axiales en la losa y fricción en la base, Combinación FF1-25-280, espesor 190 cm.

PCA Resumen de Resultados PCA Espesor 300 cm. (pág. 95, 96).

Una de las diferencias que se pueden encontrar en los parámetros de diseño es la propiedad del concreto: en el PCA se utiliza el módulo de rotura del concreto y en el TR-34 la resistencia a compresión, sin embargo en este último, el software PAVE 2008 tiene una base de datos el cual tiene una correlación entre estas dos propiedades de concreto. Por otro lado, cuando se diseña con la PCA el espesor del pavimento por cargas vehiculares, un requerimiento es el número de pasadas aproximadas que va a tener el vehículo, sin embargo en la TR-34 se utiliza la escena más desfavorable o la carga más grande en la vida útil del pavimento ya que se trabaja con límites de esfuerzo. Para los dos diseños se utilizan los mismos parámetros; sin embargo en lo que respecta a los factores de seguridad son distintos ya que la metodología de diseño es diferente. El método PCA por tener una metodología, en la cual incluye utilizar monogramas y tablas, los valores obtenidos no son precisos.



Aporte

Este estudio aporta un análisis adicional ya que se enfoca en realizar comparaciones entre el pavimento de concreto simple, pavimento reforzado con mallas de acero y pavimento de concreto reforzado con fibras de acero comparando la metodología de diseño, esfuerzos teóricos, su procedimiento constructivo y sus precios unitarios en cada una de las situaciones, todo esto permite elegir la metodología más adecuada para el desarrollo de la propuesta de diseño de pavimento rígido de la localidad de LAJON.

2.1.3. “ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DE LAS VARIABLES DE DISEÑO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS DEL MÉTODO DE LA ASOCIACIÓN DEL CEMENTO PORTLAND EN EL DISTRITO DE CAJAMARCA”.

Analizar la sensibilidad de las variables de diseño de pavimentos rígidos del Método de la Asociación del Cemento Portland en el distrito de Cajamarca.

Después de haber obtenido los datos, se los ordenó, se los procesó para lo cual previamente se elaboró una hoja de cálculo con la que se realizó el trabajo de gabinete correspondiente, en donde se realizaron los diseños de pavimentos, se hizo 15 diseños por cada variable de diseño en estudio, por lo que se hará un total de 45 diseños de pavimento. (pág. 29)

Seguidamente se obtuvieron los resultados de los 45 diseños de pavimento, como se mencionó anteriormente 15 por variable, se tomaron estos resultados y se ordenaron, luego se graficó estos resultados para así poder discutir y verificar cuál de las tres variables en estudio es la más sensible y si es que la hipótesis planteada es verdadera. (pág. 29)

Se pudo determinar que la resistencia a compresión del concreto (f'_c), es la variable más incidente con respecto al C.B.R. y el Tráfico para la determinación del espesor de la losa, porque a medida que se van variando los valores iniciales de diseño en forma porcentual en intervalos de 5%, se obtuvo que el espesor de la losa mostró más variación con el incremento del f'_c , que con el incremento de las otras dos variables. (Ver Gráfico N° 6).

Aporte

Este estudio aporta una descripción sobre las realidades de hechos y su interpretación mediante gráficos los cuales varían según el tipo de estudio ya sea encuestas, casos



exploratorios, causales, etc. Llegándose a la conclusión de que la resistencia a la compresión del concreto es la variable más incidente con respecto a la C.B.R y el tráfico.

2.1.4. “ANÁLISIS COMPARATIVO DE UN HORMIGÓN PARA LA CAPA DE RODADURA CON FIBRAS DE ACERO Y SIN ELLAS PARA UTILIZACIÓN EN PAVIMENTOS RÍGIDOS.”

(STALIN, 2016) Comparar analíticamente las propiedades mecánicas (flexión, compresión) del hormigón sin refuerzo respecto al hormigón reforzado con fibras de acero Dramix, mediante el análisis de resultados de los ensayos de compresión y flexión.

Se ejecutaran las diversas pruebas en el laboratorio para generar el respectivo análisis comparativo de los dos tipos de hormigones, hormigón rígido tradicional con el hormigón reforzado con fibras de acero DRAMIX RC60/80BN para una mezcla de resistencia promedio a la compresión de 280 kg/cm². Asimismo, la elaboración los testigos cilíndricos y prismáticos, de los diferentes ensayos deberán cumplir la normativa estipulada del MTOP Y ASTM respectiva a cada prueba. Con esta premisa los datos que se obtengan se considerarán factibles para la presente investigación. Para los dos tipos de hormigón se efectuarán diversos ensayos para conseguir el comportamiento mecánico y físico, generando comparación entre estos y analizando cual posee mejores características que actualmente se utilizan en losas de pavimentos rígidos. (pág. 40)

A continuación, se realizara un análisis interpretativo de los resultados de los diferentes ensayos para el hormigón en estado fresco y estado endurecido realizados en el capítulo III del presente trabajo de titulación. Las propiedades del hormigón en estado fresco no se vieron afectadas por la adición de las fibras como elemento de refuerzo, tanto en temperatura y contenido de aire. No ocurre de la misma manera con el revenimiento, este varía considerablemente dependiendo del tipo de fibra y la dosificación de la misma. En promedio, se debería considerar una reducción del asentamiento de 3-4cm según los ensayos mostrados. Esta disminución se debe básicamente a que la mezcla posee una nueva estructura interna conformada por los filamentos de acero.

En conclusión las fibras metálicas son una opción, para el hormigón en el control de las fisuras, enfocadas principalmente a losas o pavimentos de hormigón. Estos filamentos suministran un mayor aumento en la energía de rotura, pudiendo lograr reemplazar de las armaduras de acero tradicionales. Las fibras metálicas modifican el comportamiento frágil



del hormigón gracias a los puentes de transmisión de esfuerzos que se crea. Se puede ductilizar la falla y controlar la futura propagación de fisuras.

Aporte

Este proyecto de tesis aporta un análisis adicional, porque nos muestra las fibras de acero DRAMIX RC60/80BN como una opción más para mejorar los diseños de pavimento rígido, ya que según el resultado de las distintas pruebas del laboratorio muestran que el hormigón reforzado con fibras de acero muestra una mayor resistencia a la compresión y flexión.

2.1.5. “ANÁLISIS DE FISURAS Y GRIETAS EN PAVIMENTOS RÍGIDOS MEDIANTE

RESISTIVIDAD ELÉCTRICA”

(MERCEDES, 2016) Analizar e identificar las diferentes causas que provocan la aparición de fisuras y grietas en un tramo de 23 m de la vía Zhud - Biblián mediante el método de resistividad eléctrica, así como también plantear un tipo de solución a los mismos.

El programa utilizado para el proceso de datos en 2D es RES2DINV y para el proceso de datos en 3D es Voxler.

RES2DINV es un programa informático que determinará automáticamente un (2- D) modelo bidimensional de resistividad del subsuelo de los datos obtenidos de las encuestas de imagen eléctricos (Griffiths y Barker 1993). Este programa despliega los datos de resistividad en forma de perfiles, por niveles y el **VOXLER** es un programa de visualización en tres dimensiones orientado principalmente hacia la representación volumétrica y visualización de datos. Este programa puede mostrar líneas de flujo, diagramas vectoriales, mapas de contorno, isosuperficies, cortes de imagen, gráficos de dispersión tridimensionales, representación directa de volumen, bloques 3D, así como marcas y más.

Este modelo se pudo observar los 14 perfiles en conjunto dándonos como resultado una perspectiva general de la distribución de resistividades.

Los resultados obtenidos de este trabajo experimental confirman que el método de resistividad eléctrica es no invasivo y práctico para el análisis de fisuras en pavimentos rígidos ya que se pudo observar internamente que la estructura de dicho pavimento está deteriorada o con contenido de humedad. Es importante mencionar que el método no fue sólo útil para evaluar la presencia de fisuras sino que también se pudo observar la estructura del pavimento que facilitó la evaluación y estado del mismo.

Aporte



Este proyecto de tesis aporta un conocimiento adicional sobre los programas informáticos **RES2DINV** y **VOXLER** que se utilizan hoy en día para determinar las fisuras y grietas en los pavimentos rígidos mediante la resistividad eléctrica y conociendo el origen de las fallas se plantea mejorar el diseño de los pavimentos rígidos en la presente investigación.

2.1.6. “ESTUDIO DE LOS DAÑOS DEL PAVIMENTO RIGIDO EN ALGUNAS CALLES DE LOS BARRIOS LAGUITO, CASTILLOGRANDE Y BOCAGRANDE EN ZONAS CON NIVEL FREÁTICO ALTO EN LA CIUDAD DE CARTAGENA”

(NUÑEZ, 2015) Elaborar un estudio que brinde la posibilidad de detectar las fallas, perjuicios y daños en pavimento rígido por el aumento de las mareas (nivel freático), que contribuya a la solución de la movilidad vehicular y disminución de los riesgos de accidentalidad en los barrios de Bocagrande, Castillogrande y Laguito en la ciudad de Cartagena.

En la investigación de campo se realizarán encuestas a empresas que realizan proyectos de construcción y mantenimiento de pavimento rígido en zonas con alto nivel freático y a personal encargado del Control de Calidad, para detectar las deficiencias más comunes que presentan las mismas en dicha zonas a continuación se procesara para obtener parámetros importantes los cuales serán interpretados en forma gráfica o descriptiva.

En la presente investigación se logró la evaluación de los pavimentos rígido de algunas calles de los barrios de Laguito, Castillo grande y Boca grande con niveles freáticos altos. Mediante el método utilizado PCI, se logró determinar el índice de condición de pavimento $PCI = 50$ lo cual nos permite aseverar que tienen un estado REGULAR en un sentido ganérico dado que es un promedio, es decir que el 50% de los pavimentos en estudio están en un nivel regular y el 30 % en un nivel de bueno y el otro 10 % bueno, implicando con ello la importancia de resaltar el cambio de las estructuras de pavimento que se debe desarrollar en esta áreas del pavimento, por parte de las autoridades locales, dado que la edad de las plataformas promedia los 6 años aunque el 60 % tiene más de 25 años.

La evaluación de daños propuesta en el estudio es apta para ser aplicada en el levantamiento de daños de cualquier sistema de vías, ya que está basada normas internacionales de evaluación de daños en la estructuración de pavimentos en vías terrestres con niveles freáticos altos, así mismo La necesidad actual que existe de reforzar tanto a técnicos y profesionales relacionados en el área de control de calidad en proyectos de mantenimiento de



carreteras, se justifica en la implementación del manual de control de calidad para mantenimientos de carreteras con pavimento rígido con niveles freáticos altos.

Aporte

Este proyecto de tesis aporta un estudio adicional que permite determinar las fallas de los pavimentos de concreto rígido en lugares donde la napa freática es muy elevada y de esta manera disminuir los daños en futuros proyectos de pavimentación en concreto rígido.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1 PAVIMENTOS

Según el **MANUAL DE CARRETERAS SUELOS, GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS (2014)** el Pavimento es una estructura de varias capas construida sobre la subrasante del camino para resistir y distribuir esfuerzos originados por los vehículos y mejorar las condiciones de seguridad y comodidad para el tránsito. Por lo general está conformada por las siguientes capas: base, subbase y capa de rodadura.

- Capa de Rodadura: Es la parte superior de un pavimento, que puede ser de tipo bituminoso (flexible) o de concreto de cemento Portland (rígido) o de adoquines, cuya función es sostener directamente el tránsito.
- Base: Es la capa inferior a la capa de rodadura, que tiene como principal función de sostener, distribuir y transmitir las cargas ocasionadas por el tránsito. Esta capa será de material granular drenante ($\text{CBR} \geq 80\%$) o será tratada con asfalto, cal o cemento.
- Subbase: Es una capa de material especificado y con un espesor de diseño, el cual soporta a la base y a la carpeta. Además se utiliza como capa de drenaje y controlador de la capilaridad del agua. Dependiendo del tipo, diseño y dimensionamiento del pavimento, esta capa puede obviarse. Esta capa puede ser de material granular ($\text{CBR} \geq 40\%$) o tratada con asfalto, cal o cemento.

2.2.2.- LOS TIPOS DE PAVIMENTO INCLUIDOS EN EL MANUAL SON LOS SIGUIENTES:

- Pavimentos Flexibles
- Pavimentos Semirrígidos
- Pavimentos Rígidos



El pavimento flexible.

Es una estructura compuesta por capas granulares (subbase, base) y como capa de rodadura una carpeta constituida con materiales bituminosos como aglomerantes, agregados y de ser el caso aditivos. Principalmente se considera como capa de rodadura asfáltica sobre capas granulares: mortero asfáltico, tratamiento superficial bicapa, micro pavimentos, macadam asfáltico, mezclas asfálticas en frío y mezclas asfálticas en caliente (PERÚ, 2013)

El pavimento semirrígido.

Es una estructura de pavimento compuesta básicamente por capas asfálticas con un espesor total bituminoso (carpeta asfáltica en caliente sobre base tratada con asfalto); también se considera como pavimento semirrígido la estructura compuesta por carpeta asfáltica sobre base tratada con cemento o sobre base tratada con cal. Dentro del tipo de pavimento semirrígido se ha incluido los pavimentos adoquinados (PERÚ, 2013).

El pavimento rígido.

Los pavimentos de concreto reciben el apelativo de “rígidos” debido a la naturaleza de la losa de concreto que la constituye. Debido a su naturaleza rígida, la losa absorbe casi la totalidad de los esfuerzos producidos por las repeticiones de las cargas de tránsito, proyectando en menor intensidad los esfuerzos a las capas inferiores y finalmente a la subrasante.

La estructura de pavimento está compuesta específicamente por una capa de subbase granular, no obstante esta capa puede ser de base granular, o puede ser estabilizada con cemento, asfalto o cal, y una capa de rodadura de losa de concreto de cemento hidráulico como aglomerante, agregados y de ser el caso aditivo. Dentro de los pavimentos rígidos existen tres categorías:

- Pavimento de concreto simple con juntas
- Pavimento de concreto con juntas y refuerzo de acero en forma de fibras o mallas
- Pavimento de concreto con refuerzo continuo.

El dimensionamiento de las estructuras de pavimento que son propuestas en el Manual, y presentadas en los catálogos son ilustrativas y promueven el estudio de alternativas en cada caso, facilita su uso, pero no sustituye la decisión del Ingeniero Responsable, sobre la



estructura de pavimento adoptado, la misma que debe estar plenamente justificada por el mencionado Ingeniero.

Los pavimentos de concreto con juntas son los que mejor se aplican a la realidad nacional debido a su buen desempeño y a los periodos de diseño que usualmente se emplean. En el presente Manual, para los caminos del Perú, se propone la aplicación de pavimentos de concreto con juntas.

Los catálogos que a manera de ilustraciones se presentan en este manual, permiten la uniformidad de los dimensionamientos, facilitan el seguimiento y conocimiento sobre un grupo reducido de secciones estructurales, haciendo más fácil en la etapa post obra la verificación de su comportamiento, seguimiento, gestión de los pavimentos y correcciones o ajustes del caso. (PERÚ, 2013)

2.2.3.- FUNCIONES DE LAS CAPAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE.

La subbase

- La función más importante es impedir la acción del bombeo en las juntas, grietas y extremos del pavimento. Se entiende por bombeo a la fluencia de material fino con agua fuera de la estructura del pavimento, debido a la infiltración de agua por las juntas de las losas. El agua que penetra a través de las juntas licúa el suelo fino de la subrasante facilitando así su evacuación a la superficie bajo la presión ejercida por las cargas circulantes a través de las losas.
- Servir como capa de transición y suministrar un apoyo uniforme, estable y permanente del pavimento.
- Facilitar los trabajos de pavimentación.
- Mejorar el drenaje y reducir por tanto al mínimo la acumulación de agua bajo el pavimento.
- Ayudar a controlar los cambios volumétricos de la subrasante y disminuir al mínimo la acción superficial de tales cambios volumétricos sobre el pavimento.
- Mejorar en parte la capacidad de soporte del suelo de la subrasante

Losa de concreto

- Las funciones de la losa en el pavimento rígido son las mismas de la carpeta en el flexible, más la función estructural de soportar y transmitir en nivel adecuado los esfuerzos que le apliquen. (FONSECA, 2014)



2.2.4.- FACTORES A CONSIDERAR EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS SEGÚN

Aunque estos factores son analizados con más detalle en capítulos posteriores es necesario hacer una descripción general de los mismos. (FONSECA, 2014)

EL TRÁNSITO

Interesan para el dimensionamiento de los pavimentos las cargas más pesadas por eje (simple, tándem o tridem) esperadas en el carril de diseño (el más solicitado, que determinará la estructura del pavimento de la carretera) durante el período de diseño adoptado. La repetición de las cargas del tránsito y la consecuente acumulación de deformaciones sobre el pavimento (fatiga) son fundamentales para el cálculo. Además, se deben tener en cuenta las máximas presiones de contacto, las sollicitaciones tangenciales en tramos especiales (curvas, zonas de frenado y aceleración, etc.), las velocidades de operación de los vehículos (en especial las lentas en zonas de estacionamiento de vehículos pesados), la canalización del tránsito, etc. (FONSECA, 2014)

LA SUBRASANTE

De la calidad de esta capa depende, en gran parte, el espesor que debe tener un pavimento, sea éste flexible o rígido. Como parámetro de evaluación de esta capa se emplea la capacidad de soporte o resistencia a la deformación por esfuerzo cortante bajo las cargas del tránsito. Es necesario tener en cuenta la sensibilidad del suelo a la humedad, tanto en lo que se refiere a la resistencia como a las eventuales variaciones de volumen (hinchamiento - retracción).

Los cambios de volumen de un suelo de subrasante de tipo expansivo pueden ocasionar graves daños en las estructuras que se apoyen sobre éste, por esta razón cuando se construya un pavimento sobre este tipo de suelos deberá tomarse la precaución de impedir las variaciones de humedad del suelo para lo cual habrá que pensar en la impermeabilización de la estructura. Otra forma de enfrentar este problema es mediante la estabilización de este tipo de suelo con algún aditivo, en nuestro medios los mejores resultados se han logrado mediante la estabilización de suelos con cal. (FONSECA, 2014)

EL CLIMA

Los factores que en nuestro medio más afectan a un pavimento son las lluvias y los cambios de temperatura. Las lluvias por su acción directa en la elevación del nivel freático influyen en la resistencia, la compresibilidad y los cambios volumétricos de los suelos de subrasante especialmente. Este parámetro también influye en algunas actividades de construcción tales como el movimiento de tierras y la colocación y compactación de capas granulares y



asfálticas.

Los cambios de temperatura en las losas de pavimentos rígidos ocasionan en éstas esfuerzos muy elevados, que en algunos casos pueden ser superiores a los generados por las cargas de los vehículos que circulan sobre ellas. En los pavimentos flexibles y dado que el asfalto tiene una alta susceptibilidad térmica, el aumento o la disminución de temperatura puede ocasionar una modificación sustancial en el módulo de elasticidad de las capas asfálticas, ocasionando en ellas y bajo condiciones especiales, deformaciones o agrietamientos que influirían en el nivel de servicio de la vía. (FONSECA, 2014)

LOS MATERIALES DISPONIBLES

Los materiales disponibles son determinantes para la selección de la estructura de pavimento más adecuada técnica y económicamente. Por una parte, se consideran los agregados disponibles en canteras y depósitos aluviales del área. Además de la calidad requerida, en la que se incluye la deseada homogeneidad, hay que atender al volumen disponible aprovechable, a las facilidades de explotación y al precio, condicionado en buena medida por la distancia de acarreo. Por otra parte, se deben considerar los materiales básicos de mayor costo: ligantes y conglomerantes, especialmente.

El análisis de los costos de construcción debe complementarse con una prevención del comportamiento del pavimento durante el período de diseño, la conservación necesaria y su costo actualizado y, finalmente, una estimación de futuros refuerzos estructurales, renovaciones superficiales o reconstrucciones. Deberá tenerse en cuenta, además, los costos del usuario relacionados con su seguridad y con las demoras que se originan en carreteras relativamente congestionadas por los trabajos de conservación y repavimentación.

(FONSECA, 2014)

2.2.5- OBRAS DE DRENAJE Y SUBDRENAJE EN CARRETERAS

OBRAS DE DRENAJE

Las estructuras de drenaje tienen como objetivo controlar el agua que llega a la vía y la afectan por escurrimiento superficial independientemente que las aguas hayan caído sobre o fuera de la vía. Las obras de drenaje más comunes son:

EL BOMBEO

Se entiende por bombeo a la pendiente transversal que se da en las carreteras y en las aeropistas para permitir que el agua que cae directamente sobre ellas escurra hacia



sus dos hombros. En una vía de dos carriles de circulación y en secciones en tangente el bombeo debe tener un 2% de pendiente desde el eje del camino hasta el hombro correspondiente, en las secciones en curva la pendiente transversal ocurre sin discontinuidad, desde el hombro más elevado al más bajo. En las carreteras con pavimento rígido el bombeo puede ser un poco menor, del orden de 1.5%.

En las aeropistas se dispone también el bombeo desde el eje hacia los hombros, con pendiente de 1.5%, generalmente.

LOS BORDILLOS

Los bordillos son estructuras que se colocan en el borde exterior del acotamiento en las secciones en tangente, en el borde opuesto al corte en las secciones en balcón o en la parte interior de las secciones de terraplén en curva. Son pequeños bordos que forman una barrera para conducir el agua hacia los lavaderos o bajantes, evitando erosiones en los taludes y saturación de éstos por el agua que cae sobre la corona de la vía.

LOS LAVADEROS

Los lavaderos son canales que se conectan con los bordillos y bajan transversalmente por los taludes, con el objeto de conducir el agua lluvia que escurre por los acotamientos hasta lugares alejados de los terraplenes, en donde ya sea inofensiva.

LAS CUNETAS

Las cunetas son canales que se adosan a los lados de la corona de la vía y paralelamente al eje longitudinal de la misma. El objetivo de esta estructura es la de recibir el agua superficial proveniente del talud y de la superficie de rodamiento.

LA VEGETACIÓN

La más efectiva protección de los taludes de un corte o un terraplén contra la acción erosiva del agua superficial es la plantación de especies vegetales; éstas retardan el escurrimiento, disminuyendo la energía del agua contribuyendo de paso al equilibrio de la humedad de los suelos que conforman los taludes del corte a terraplén.

ZANJAS DE CORONACIÓN

Son zanjas excavadas en el terreno natural, que se localizan en la parte superior de los taludes de los cortes, con la finalidad de interceptar el agua superficial que escurre ladera abajo desde mayores alturas, para evitar la erosión el talud y el congestionamiento de la cunetas y la corona de la carretera por el agua y su material de arrastre.



LAS ALCANTARILLAS

Este tipo de estructura es la responsable del drenaje transversal; es decir del paso del agua a través de la obra, en una dirección más o menos perpendicular

OBRAS DE SUBDRENAJE

El subdrenaje en las carreteras permite reducir los efectos desfavorables del agua interna sobre la estabilidad de las calzadas y de las explanaciones.

El agua interna tiene normalmente dos orígenes, interior y exterior.

El agua puede manifestarse por ascensión capilar a partir del nivel freático (más precisamente por fenómenos de succión en fase líquida, o aún en fase vapor). Además, pueden aparecer, en los taludes o en la banca, fuentes de agua aislada o repartida que, no solamente dificultan la realización de las obras nuevas, sino que también comprometen la estabilidad de las carreteras posteriormente a su construcción. El agua de lluvias no se evacúa totalmente por los dispositivos de drenaje superficial, una parte se infiltra a través de los taludes, de las bermas u ocasionalmente del pavimento.

Los objetivos del drenaje interno de las carreteras son:

- Facilitar la ejecución de las explanaciones durante la fase de construcción de la carretera.
- Aumentar la capacidad portante de la subrasante y reducir así el espesor del pavimento.
- Contribuir en la estabilidad de los taludes mediante la orientación más favorable de los flujos de agua interna, la reducción de las presiones intersticiales y en consecuencia el mejoramiento de las propiedades geotécnicas.

Los principales dispositivos de drenaje interno son los siguientes:

SUBDRENES LONGITUDINALES

En la fase de modernización de una carretera existente, como en la fase de construcción inicial, los subdrenes longitudinales son los dispositivos básicos de drenaje interno en zonas de corte y sus principales funciones son:

- Abatimiento de un nivel freático.
- Eliminación de aguas de filtración.
- Derivación de fuentes de agua situadas debajo de la subrasante.



CAPAS DRENANTES

Las capas drenantes pueden preverse en zonas de cortes o de terraplenes en las zonas de corte una capa drenante se construye encima de la subrasante como primera capa del pavimento; permite recoger el agua de filtración o el agua de origen interior; se conecta imperativamente con subdrenes longitudinales localizados a ambos lados de la banca.

Cuando la subrasante atraviesa una formación con fuentes de agua, es conveniente asociar la capa drenante con una red de subdrenes oblicuos dispuestos en forma de espina de pescado. En zona de terraplén, puede preverse la interposición de una capa drenante entre el terreno natural y el cuerpo del terraplén, especialmente en el caso de construcción de un terraplén sobre suelos compresibles; en algunos casos se completa este sistema de aceleración de la consolidación con pozos verticales, llenados con arena y unidos en su parte superior con la capa drenante.

El material de la capa drenante, así como el material colocado alrededor de los eventuales subdrenes complementarios, deben cumplir las condiciones de filtro siguientes:

Se denomina "S" al suelo natural en el cual se excava la trinchera, y "f" el material de filtro cuya gradación se determina para que satisfaga "condiciones de filtro" que se refieren a la permeabilidad relativa y la no contaminación. Condición de no arrastre del material de filtro a través de las perforaciones o de las juntas de la tubería. Habitualmente esta condición se expresa por la relación experimental:

2.2.6.- METODOLOGÍA DE DISEÑO

Se podrá utilizar cualquier método de diseño estructural sustentado en teorías y experiencias a largo plazo, tales como las metodologías del Instituto del Asfalto, de la AASHTO-93 y de la PCA, comúnmente empleadas en el Perú, siempre que se utilice la última versión vigente en su país de origen y que al criterio del PR, sea aplicable a la realidad nacional. El uso de cualquier otra metodología de diseño obliga a incluirla como anexo a la Memoria Descriptiva. (SENCICO, 2013)

2.2.7.- METODOLOGÍA DE DISEÑO AASHTO 93

El método AASHTO 93 estima que para una construcción nueva el pavimento comienza a dar servicio a un nivel alto. A medida que transcurre el tiempo, y con él las repeticiones de carga de tránsito, el nivel de servicio baja. El método impone un nivel de servicio final que



se debe mantener al concluir el periodo de diseño. Mediante un proceso iterativo, se asumen espesores de losa de concreto hasta que la ecuación AASHTO 1993 llegue al equilibrio. El espesor de concreto calculado finalmente debe soportar el paso de un número determinado de cargas sin que se produzca un deterioro del nivel de servicio inferior al estimado.

$$\log_{10} W_{82} = Z_R S_0 + 7.35 \log_{10} (D + 25.4) - 10.39 + \frac{\log_{10} \left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5} \right)}{1 + \frac{1.25 \times 10^{19}}{(D + 25.4)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 P_t) \times \log_{10} \left(\frac{M_r C_{dt} (0.09 D^{0.75} - 1.132)}{1.51 J \left(0.09 D^{0.75} - \frac{7.38}{(E_c / k)^{0.25}} \right)} \right)$$

Dónde:

W8.2 = número previsto de ejes equivalentes de 8.2 toneladas métricas, a lo largo del periodo de diseño

ZR = desviación normal estándar

SO = error estándar combinado en la predicción del tránsito y en la variación del comportamiento esperado del pavimento

D = espesor de pavimento de concreto, en milímetros

ΔPSI= diferencia entre los índices de servicio inicial y final

Pt = índice de serviciabilidad o servicio final

Mr = resistencia media del concreto (en Mpa) a flexo tracción a los 28 días (método De carga en los tercios de luz)

Cd = coeficiente de drenaje

J = coeficiente de transmisión de carga en las juntas

Ec = módulo de elasticidad del concreto, en Mpa

K = módulo de reacción, dado en Mpa/m de la superficie (base, subbase o subrasante) en la que se apoya el pavimento de concreto.

El cálculo del espesor se puede desarrollar utilizando directamente la fórmula AASHTO 93 con una hoja de cálculo, mediante el uso de nomogramas, o mediante el uso de programas de cómputo especializado. No obstante, en este Manual se presentan catálogo de secciones de estructuras de pavimento rígido, obtenidas en función a los criterios de diseño expuestos en este capítulo, donde se relaciona el tipo de suelo y el tráfico expresado en Ejes Equivalentes. Los parámetros que intervienen son:



2.3. DEFINICION DE TERMINOS BASICOS

2.3.1. DISEÑO.

Un diseño es el resultado final de un proceso, cuyo objetivo es buscar una solución idónea a cierta problemática particular, pero tratando en lo posible de ser práctico y a la vez estético en lo que se hace. Para poder llevar a cabo un buen diseño es necesario la aplicación de distintos **métodos y técnicas** de modo tal que pueda quedar plasmado bien sea en bosquejos, dibujos, bocetos o esquemas lo que se quiere lograr para así poder llegar a su producción y de este modo lograr la apariencia más idónea y emblemática posible.

3.3.2. PAVIMENTACION.

Estructura de las vías de comunicación terrestre, formada por una o más capas de materiales elaborados o no, colocados sobre el terreno acondicionado, que tiene como función el permitir el tránsito de vehículos:

3.3.3. RIGIDO.

Se define como aquel que no sufre deformaciones por efecto de fuerzas externas, es decir, un sistema de partículas cuyas posiciones relativas no cambian. Sin embargo, las estructuras y máquinas reales nunca son absolutamente rígidas y se deforman bajo la acción de cargas que actúan sobre ellas.

3.3.4. MEJORAMIENTO.

Cambio o progreso de una cosa que está en condición precaria hacia un estado mejor. Pasar o hacer pasar una cosa a un estado mejor. Ascender en posición social económica.

3.3.5. TRANSITABILIDAD.

Es el estado o condición en que se encuentra una red vial, que permite el desplazamiento de vehículos en condiciones regulares. Posibilidad de trasladarse de un lugar a otro a lo largo de vías o parajes públicos.

3.3.6. LOCALIDAD.

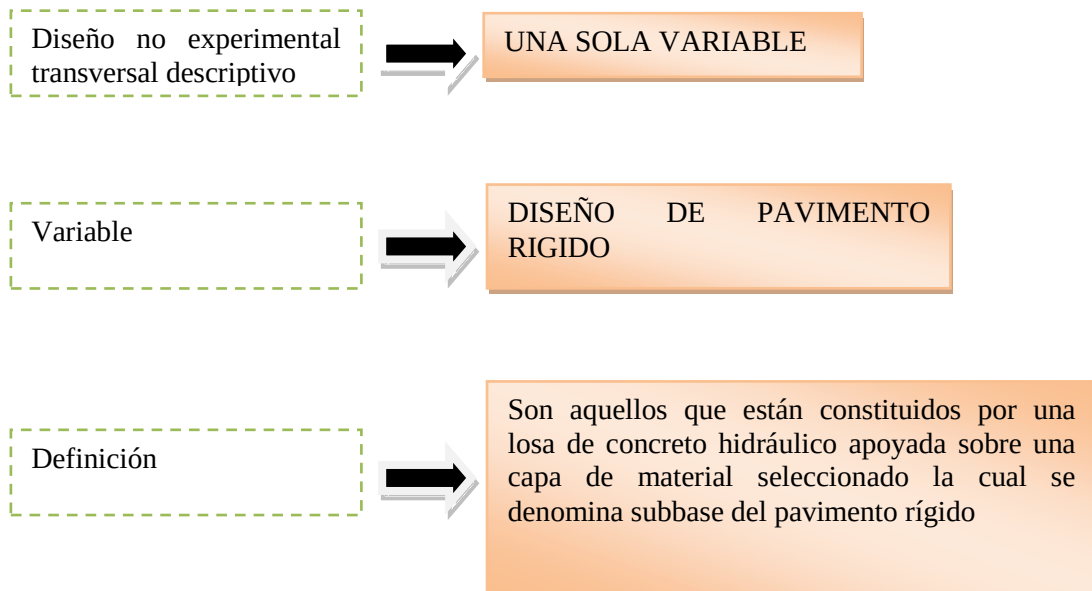
División territorial o administrativa genérica para cualquier núcleo de población con identidad propia. Puede ser tanto un núcleo de pequeño tamaño y pocos habitantes (aldea, pueblo) como un núcleo de gran tamaño y muy poblado (ciudad). También existen localidades despobladas



CAPITULO 3. METODOLOGÍA

3.1 VARIABLES

Las investigaciones experimentales usualmente constan de una variable dependiente y una variable independiente; este proyecto de investigación es una investigación no experimental de tipo transversal descriptiva, consta de una única variable independiente con la cual se trabaja el desarrollo de la misma.





3.2 OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEMS
diseño de pavimento rígido	Losa de concreto hidráulico apoyada sobre subbase de material seleccionado. Debido a la alta rigidez del concreto hidráulico así como de su elevado coeficiente de elasticidad, la distribución de los esfuerzos se produce en una zona muy amplia. (FONSECA, 2014)	Se utiliza en la ejecución de pistas, vereda, cunetas, alcantarillas y muros de contención, etc. que traerá mejoras tanto en la calidad de vida como el desarrollo de la localidad	Estudio topográfico	- Planteamiento General - Perfiles Longitudinales - Secciones Transversales	DG. en planta, perfil y secciones transversales-DG2014
			Estudio de suelo	- Proctor modificado y CBR - Ensayo de granulometría	NTP 339.141, ASTM D 1557 – ASTM 1883 ASTM D 422 –NTP
			Estudio de trafico	- Limite de Atterberg - Índice de serviciabilidad (PSI) - Serviciabilidad Inicial (pi) - Serviciabilidad final (pt) - Tráfico y Crecimiento anual - Factor de crecimiento del Tráfico - Factor de Sentido - Factor de Carril - Factor de equivalencia de trafico - Transferencia de cargas	339.129 SUELOS MANUAL DE CARRETERAS “SUELOS, GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS” SECCIÓN: SUELOS Y PAVIMENTOS - 2013
			Estudio Hidrológico	- Soporte lateral - cuenca - intensidades - caudal	ESTUDIOS DE INGENIERIA BASICA DG-2014



3.3 TIPO DE ESTUDIO

Este proyecto de investigación es de tipo **no experimental** porque el investigador solo se sustrae a contemplar los fenómenos en su estado natural para luego analizarlos sin manipular deliberadamente la variable.

Por lo tanto no se elabora hipótesis por lo que el investigador solo se va a limitar a describir los fenómenos tal como se muestran en su estado natural.

3.4 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

- Este proyecto de investigación en un diseño **no experimental** porque el investigador solo se afana a observar los fenómenos en su estado natural para luego analizarlos sin manipular deliberadamente la variable.
- Esta investigación es **transversal** porque se recolectan datos necesarios para describirlos y analizarlos con la intención de detallar las variables en un mismo tiempo y no a través de él.
- Esta investigación es **descriptiva** porque se toman muestras de la variable en estado natural para luego analizarlos y describirlos tal como fueron encontradas es decir se observan y cuentan los fenómenos tal como se presentan en su estado natural.



3.5 UNIDAD DE ESTUDIO

Para proceder correctamente con este proyecto de investigación se realizara un diseño de pavimento rígido, el cual tomara lugar la localidad de lajon, Distrito Huaranchal, Provincia de Otuzco – la Libertad. El cual cuenta con área de 35571.619 m² los cuales son aproximadamente 3.56 hectáreas.

Por lo tanto se tomara como unidad de estudio el diseño estructural de pavimento rígido que lo conforman el concreto y el afirmado seleccionado. Basándonos en la norma.

CE. 010 DE PAVIMENTOS URBANOS Y LA DG-2014



3.6 POBLACIÓN

La población maestra es la Localidad de Lajón, Distrito de Huaranchal, provincia Otuzco – la Libertad, donde se concentrara todos los estudios e información necesaria para el diseño de pavimento rígido con la finalidad de brindar una infraestructura vial adecuada para la población en su conjunto.

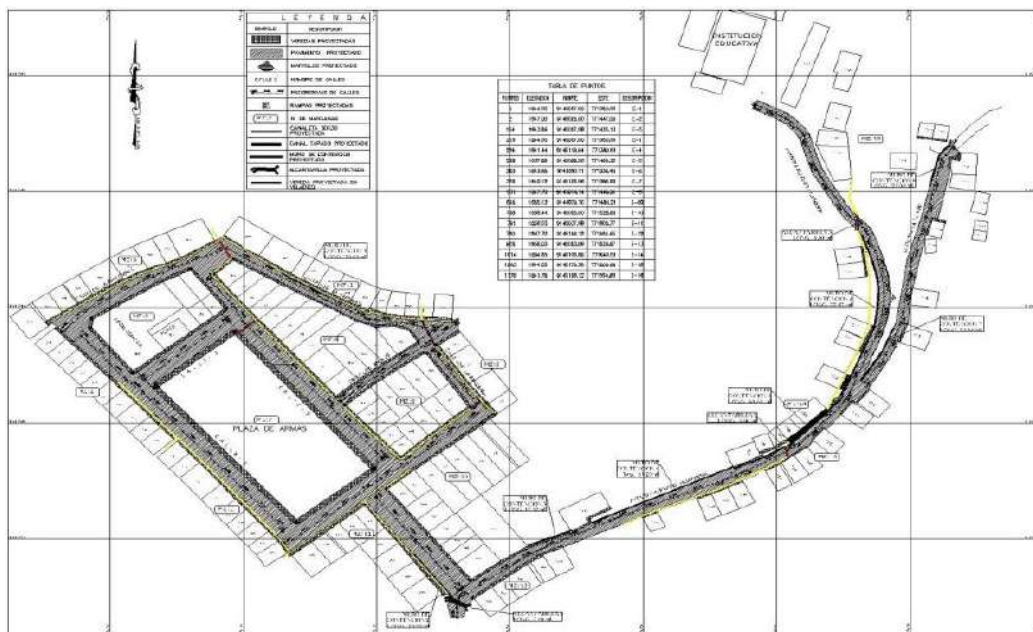


3.7 MUESTRA

3.6.1 TÉCNICAS DE MUESTREO

Para este proyecto de investigación se elige una técnica de muestreo **no probabilístico** por lo que este estudio está basado en una población muestral, por lo tanto no hay necesidad de calcular el número de habitantes para el tamaño muestral de esta investigación, ya que se encuentra especificado en el reglamento nacional de edificaciones; siendo por lo tanto esto, un muestreo no probabilístico por conveniencia.

GRAFICO N° 01: MUESTRA DE LA POBLACION



Elaboración propia



3.8 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

En este proyecto de investigación se utilizara, **la observación** como técnica de recolección de datos, ya que vamos a ver, registrar, extraer y analizar las características del lugar de estudio, para cumplir con los objetivos planteados.

Como **instrumento de recolección de datos** se utilizara la guía de observación, para llevar un registro de las características del diseño de pavimento rígido a desarrollar.

TÉCNICA.

- Observación

INSTRUMENTO.

- Guía de observación

3.9 MÉTODOS, INSTRUMENTOS Y PROCEDIMIENTOS DE ANÁLISIS DE DATOS

3.9.1.- METODOS

En este proyecto de investigación se utiliza la estadística descriptiva porque nos permite recolectar, presentar, y caracterizar un conjunto de datos con la finalidad de describir apropiadamente las diversas características de ese conjunto.

3.9.2.- INSTRUMENTOS

GRAFICO N° 02: INSTRUMENTO PARA MEDIR EL TRANSITO VEHICULAR

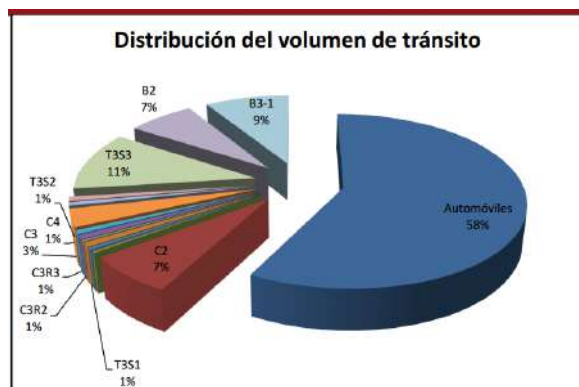




GRAFICO N° 03: INSTRUMENTO EL ÍNDICE MEDIO DIARIO ANUAL

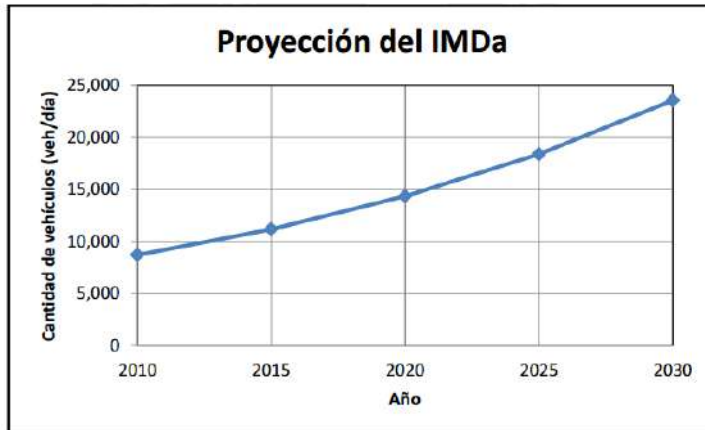
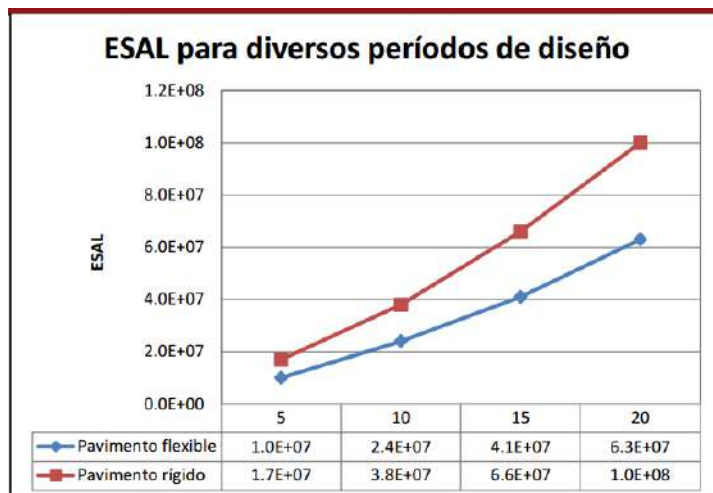
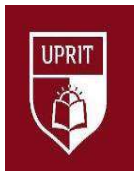


GRAFICO N° 04: INSTRUMENTO PARA MEDIR EL PERIODO DE DISEÑO

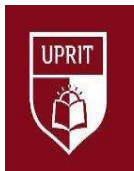




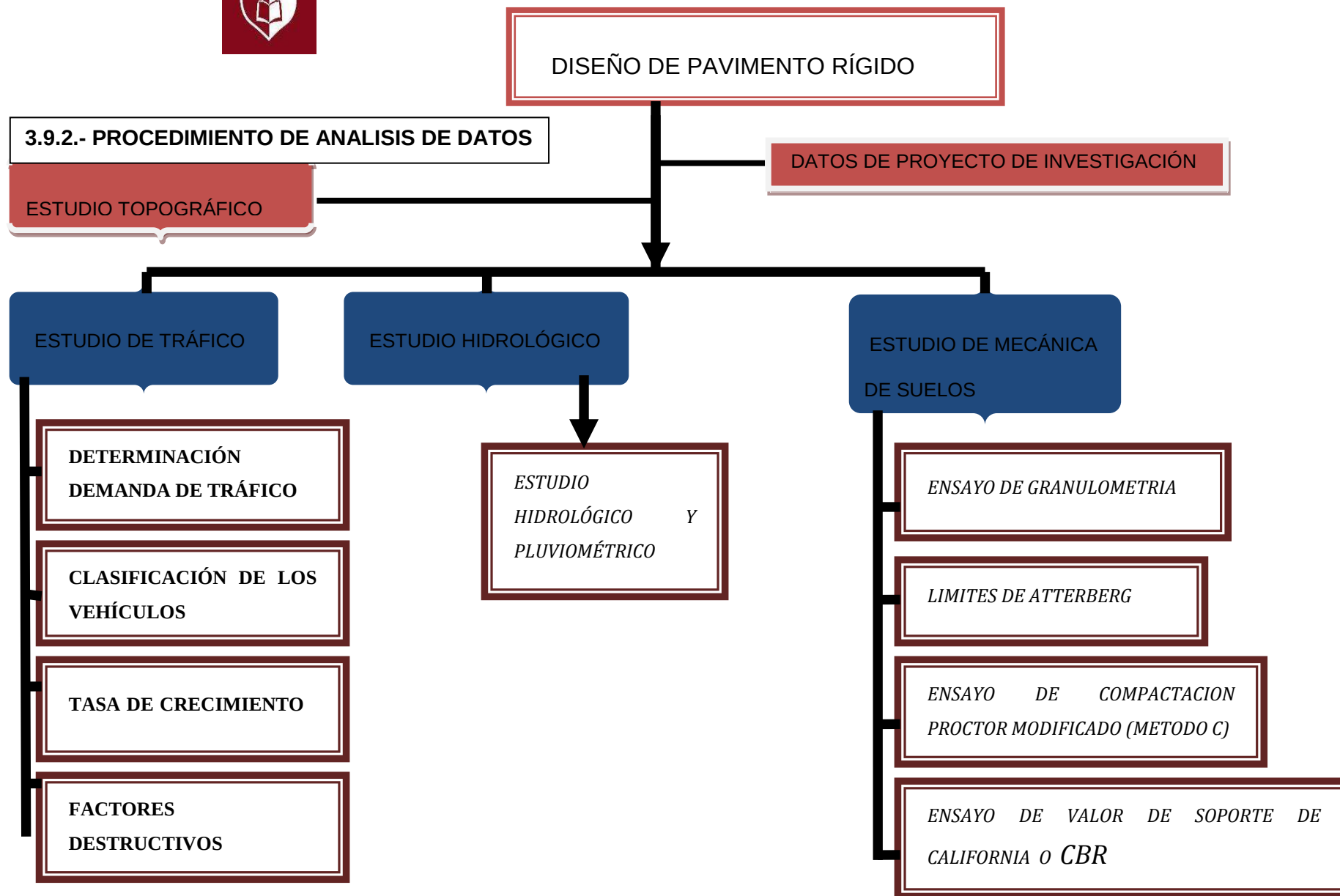
GUIA DE OBSERVACIÓN PARA EL DISEÑO DE UN PAVIMENTO RIGIDO PARA LA LOCALIDAD DE LAJON DISTRITO HUARANCHAL, OTUZCO – LA LIBERTAD 2017

DATOS GENERALES	UBICACIÓN
INVESTIGADOR: CASTILLO QUISPE, Juan Carlos	DEPARTAMENTO: LA LIBERTAD
FECHA: 15/07/2017	PROVINCIA: OTUZCO
HORA: 10:30 AM	DISTRITO: HUANCHAL
ALTURA (msnm): 1645.00 msnm	LOCALIDAD: LAJON

2.- DATOS ESPECIFICOS.			
2.1.- TIPO DE PAVIMENTO.			
a) flexible ☐	b) rígido ☐	c) adoquinado ☐	d) ninguno ☐
2.2.- TIPO DE TRANSITO VEHICULAR.			
a) liviano ☐	b) pesado ☐	c) muy pesado ☐	d) a y b ☐
2.3.- TOPOGRAFIA.			
a) llana ☐	b) ondulada ☐	c) accidentada ☐	d) otros ☐
2.4.- CLIMA.			
a) cálido ☐	b) templado ☐	c) frío ☐	d) otros ☐
2.5.- CONDICION DE LAS VIAS DE ACCESO A LA LOCALIDAD.			
a) bueno ☐	b) regular ☐	c) malo ☐	d) otros ☐
2.6.- EFECTOS QUE GENERA EL MAL ESTADO DE LAS CARRETERAS DE ACCESO			



A LA LOCALIDAD.			
a) accidentes ☐	b) pérdida de tiempo ☐	c) enfermedades respiratorias ☐	d) a y c ☐
2.7.- CUANTO AFECTA LOS DETERIOROS DE LAS CALLES DE LA LOCALIDAD DE LAJON.			
a) mucho ☐	b) poco ☐	c) nada ☐	d) otros ☐
2.8.- CAUSAS DEL MAL ESTADO DE LOS PAVIMENTOS Y SUS DETERIOROS			
a) falta de mantenimiento ☐	b) circulación de vehículos pesados ☐	c) uso de materiales de baja calidad ☐	d) otros ☐
2.9 PRINCIPAL FUENTE DE ECONOMIA EN LA LOCALIDAD			
a) ganadería ☐	b) agricultura ☐	c) minería ☐	d) a, b y c ☐
2.10.- SERVICIOS PUBLICOS			
a) escuela, luz ☐ Posta, agua, alcantarillado.	b) escuela ☐ posta	c) luz, agua ☐ alcantarillado	d)ninguno ☐





1.- ESTUDIO TOPOGRÁFICO

Contendrá la información de los trabajos topográficos realizados, en forma directa e indirecta de acuerdo a los requerimientos de la entidad contratante. Incluirá la información cartográfica georreferenciada correspondiente, a las escalas requeridas, considerando las áreas levantadas, longitud de poligonales, magnitud de los errores de cierre, puntos de control enlazados a la Red Geodésica Nacional GPS en el sistema WGS84, estableciendo en cada uno de ellos sus coordenadas UTM y geográficas, comprendiendo básicamente lo siguiente:

- Definición de la franja a levantar, teniendo en cuenta, la longitud del proyecto y considerando un ancho suficiente para poder efectuar variaciones del trazo.
- Establecimiento de una red de puntos ubicados a distancias no mayores a 10 metros o según lo establezcan los documentos de la entidad contratante.
- Colocación de BMs (Bench Mark) cada 500 m o a las distancias que establezca la entidad contratante, tomando como referencia las cotas de los hitos de control vertical del IGN, o con la aprobación de la entidad contratante, se podrá establecer la indicada cota de referencia mediante otro método.
- Detalles planimétricos, altimétricos, planos topográficos, levantamientos complementarios y otros, de acuerdo a los requerimientos de la entidad contratante.

(PERÚ, 2013)

2.-ESTUDIO DE TRÁFICO

2.1.- DETERMINACIÓN DEMANDA DE TRÁFICO

La demanda del tráfico es un aspecto esencial que el Ingeniero necesita conocer con relativa y suficiente precisión, para planificar y diseñar con éxito muchos aspectos de la vialidad, entre ellos el diseño del pavimento y el de la plataforma del camino.

En lo que corresponde a la Sección de Suelos y Pavimentos de este manual, la necesidad de información del tráfico se define desde dos puntos de vista: el diseño estructural del pavimento y el de la capacidad de los tramos viales para conocer hasta que límites de volúmenes de tráfico puede estimarse crecerá la demanda que afectará a la estructura vial durante el periodo del análisis vial adoptado para un estudio.

El estudio de tráfico deberá proporcionar la información del índice medio diario anual (IMDA) para cada tramo vial materia de un estudio. Es conveniente para ello que los Términos de



Referencia de cada estudio ya proporcionen la identificación de los tramos homogéneos. Para cada uno de los tramos además de la demanda volumétrica actual deberá conocerse la clasificación por tipo de vehículos. El cálculo del IMDA requiere de los índices de variación mensual, información que el MTC dispone y puede proporcionar de los registros continuos que obtiene actualmente en las estaciones existentes de peaje y de pesaje del propio MTC y de las correspondientes a los contratos de concesiones viales. La existencia de esta información es importante para construir una base de datos muy útil, como referencia regional que permitirá reducir los requerimientos de estudios y los costos que actualmente se tienen cuando se realizan estos estudios. Adicionalmente el uso de esta información oficial garantizará una mejor consistencia entre la información obtenida y utilizada para los diversos estudios.

Demanda Proyectada

La información levantada servirá de un lado como base para el estudio de la proyección de la demanda para el periodo de análisis; y en este contexto, para establecer el número de Ejes Equivalentes (EE) de diseño para el pavimento. El Ingeniero Responsable deberá sustentar si hay razones para establecer que el crecimiento de la demanda seguirá una tendencia histórica identificable con información previa existente o si ésta será modificada por factores socio-económicos, acompañando el análisis justificatorio.

2.2.- CLASIFICACIÓN DE LOS VEHÍCULOS

Expresa, en porcentaje, la participación que le corresponde en el IMDA a las diferentes categorías de vehículos, que acorde al Reglamento Nacional de Vehículos, son las siguientes:

Categoría L: Vehículos automotores con menos de cuatro ruedas.

- **L1:** Vehículos de dos ruedas, de hasta 50 cm³ y velocidad máxima de 50 km/h.
- **L2:** Vehículos de tres ruedas, de hasta 50 cm³ y velocidad máxima de 50 km/h.
- **L3:** Vehículos de dos ruedas, de más de 50 cm³ o velocidad mayor a 50 km/h.
- **L4:** Vehículos de tres ruedas asimétricas al eje longitudinal del vehículo, de más de 50 cm³ o una velocidad mayor de 50 km/h.
- **L5:** Vehículos de tres ruedas simétricas al eje longitudinal del vehículo, de más de 50 cm³ ó velocidad mayor a 50 km/h y cuyo peso bruto vehicular no exceda de una tonelada.

Categoría M: Vehículos automotores de cuatro ruedas o más diseñados y construidos para el transporte de pasajeros.



- **M1:** Vehículos de ocho asientos o menos, sin contar el asiento del conductor.
- **M2:** Vehículos de más de ocho asientos, sin contar el asiento del conductor y peso bruto vehicular de 5 toneladas o menos.
- **M3:** Vehículos de más de ocho asientos, sin contar el asiento del conductor y peso bruto vehicular de más de 5 toneladas. Los vehículos de las categorías M2 y M3, a su vez de acuerdo a la disposición de los pasajeros se clasifican en:
- **Clase I:** Vehículos contruidos con áreas para pasajeros de pie permitiendo el desplazamiento frecuente de éstos.
- **Clase II:** Vehículos contruidos principalmente para el transporte de pasajeros sentados y, también diseñados para permitir el transporte de pasajeros de pie en el pasadizo y/o en un área que no excede el espacio provisto para dos asientos dobles.
- **Clase III:** Vehículos contruidos exclusivamente para el transporte de pasajeros sentados.

Categoría N: Vehículos automotores de cuatro ruedas o más diseñados y contruidos para el transporte de mercancía.

- N1: Vehículos de peso bruto vehicular de 3,5 toneladas o menos.
- N2: Vehículos de peso bruto vehicular mayor a 3,5 toneladas hasta 12 toneladas.
- N3: Vehículos de peso bruto vehicular mayor a 12 toneladas.

Categoría O: Remolques (incluidos semirremolques).

- O1: Remolques de peso bruto vehicular de 0,75 toneladas o menos.
- O2: Remolques de peso bruto vehicular de más 0,75 toneladas hasta 3,5 toneladas.
- O3: Remolques de peso bruto vehicular de más de 3,5 toneladas hasta 10 toneladas.
- O4: Remolques de peso bruto vehicular de más de 10 toneladas.

Categoría S: Adicionalmente, los vehículos de las categorías M, N u O para el transporte de pasajeros o mercancías que realizan una función específica, para la cual requieren carrocerías y/o equipos especiales, se clasifican en:

- SA: Casas rodantes
- SB: Vehículos blindados para el transporte de valores
- SC: Ambulancias



- SD: Vehículos funerarios
- Los símbolos SA, SB, SC y SD deben ser combinados con el símbolo de la categoría a la que pertenece, por ejemplo: Un vehículo de la categoría N1 convertido en ambulancia será designado como N1SC. Los tipos de vehículos indicados pueden variar, y por tanto para el diseño debe emplearse, los aprobados en el Reglamento Nacional de Vehículos vigente.

2.3.- TASA DE CRECIMIENTO

Se puede calcular el crecimiento de tránsito utilizando una fórmula de progresión geométrica por separado para el componente del tránsito de vehículos de pasajeros y para el componente del tránsito de vehículos de carga.

$$T_n = T_o (1+r)^{n-1}$$

En la que:

T_n = Tránsito proyectado al año “n” en veh/día

T_o = Tránsito actual (año base o) en veh/día

n = Número de años del período de diseño

r = Tasa anual de crecimiento del tránsito.

La tasa anual de crecimiento del tránsito se define en correlación con la dinámica de crecimiento socio-económico. Normalmente se asocia la tasa de crecimiento del tránsito de vehículos de pasajeros con la tasa anual de crecimiento poblacional; y la tasa de crecimiento del tránsito de vehículos de carga con la tasa anual del crecimiento de la economía expresada como el Producto Bruto Interno (PBI). Normalmente las tasas de crecimiento del tráfico varían entre 2% y 6%. Estas tasas pueden variar sustancialmente si existieran proyectos de desarrollo específicos, por implementarse con certeza a corto plazo en la zona del camino. La proyección de la demanda puede también dividirse en dos componentes. Una proyección para vehículos de pasajeros que crecerá aproximadamente al ritmo de la tasa anual de crecimiento de la población y una proyección de la demanda de vehículos de carga que crecerá aproximadamente con la tasa de crecimiento de la economía. Ambos índices de crecimiento correspondientes a la Región, que normalmente cuenta con datos estadísticos de estas tendencias. El siguiente cuadro proporciona el criterio para seleccionar el Factor de Crecimiento Acumulado (Fca) para el periodo de diseño, considerando la tasa anual de crecimiento (r) y el periodo de análisis en años



2.4.-FACTORES DESTRUCTIVOS

2.4.1.- FACTOR DIRECCIONAL Y FACTOR CARRIL

El factor de distribución direccional expresado como una relación, que corresponde al número de vehículos pesados que circulan en una dirección o sentido de tráfico, normalmente corresponde a la mitad del total de tránsito circulante en ambas direcciones, pero en algunos casos puede ser mayor en una dirección que en otra, el que se definirá según el conteo de tráfico.

El factor de distribución carril expresado como una relación, que corresponde al carril que recibe el mayor número de EE, donde el tránsito por dirección mayormente se canaliza por ese carril.

El tráfico para el carril de diseño del pavimento tendrá en cuenta el número de direcciones o sentidos y el número de carriles por calzada de carretera, según el porcentaje o factor ponderado aplicado al IMD (ver Cuadro).

TABLA N° 1: Factores de Distribución Direccional y de Carril para determinar la Tránsito en el Carril de Diseño

Número de calzadas	Número de sentidos	Número de carriles por sentido	Factor Direccional (Fd)	Factor Carril (Fc)	Factor Ponderado Fd x Fc para carril de diseño
1 calzada (para IMDa total de la calzada)	1 sentido	1	1.00	1.00	1.00
	1 sentido	2	1.00	0.80	0.80
	1 sentido	3	1.00	0.60	0.60
	1 sentido	4	1.00	0.50	0.50
	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
2 calzadas con separador central (para IMDa total de las dos calzadas)	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
	2 sentidos	3	0.50	0.60	0.30
	2 sentidos	4	0.50	0.50	0.25

Fuente: Elaboración Propia, en base a datos de la Guía AASHTO'93



2.4.2.-NÚMERO DE REPETICIONES DE EJES EQUIVALENTES

Para el diseño de pavimento la demanda que corresponde al del tráfico pesado de ómnibus y de camiones es la que preponderantemente tiene importancia.

El efecto del tránsito se mide en la unidad definida, por AASHTO, como Ejes Equivalentes (EE) acumulados durante el periodo de diseño tomado en el análisis. AASHTO definió como un EE, al efecto de deterioro causado sobre el pavimento por un eje simple de dos ruedas convencionales cargado con 8.2 tn de peso, con neumáticos a la presión de 80 lbs/pulg² . Los Ejes Equivalentes (EE) son factores de equivalencia que representan el factor destructivo de las distintas cargas, por tipo de eje que conforman cada tipo de vehículo pesado, sobre la estructura del pavimento.

TABLA N° 2: se presenta la configuración de ejes

Conjunto de Eje (s)	Nomenclatura	N° de Neumáticos	Grafico
EJE SIMPLE (Con Rueda Simple)	1RS	02	
EJE SIMPLE (Con Rueda Doble)	1RD	04	
EJE TANDEM (1 Eje Rueda Simple + 1 Eje Rueda Doble)	1RS + 1RD	06	
EJE TANDEM (2 Ejes Rueda Doble)	2RD	08	
EJE TRIDEM (1 Rueda Simple + 2 Ejes Rueda Doble)	1RS + 2RD	10	
EJE TRIDEM (3 Ejes Rueda Doble)	3RD	12	

Nota :

RS : Rueda Simple

RD: Rueda Doble



Para el cálculo de los EE, se utilizarán las siguientes relaciones simplificadas, que resultaron de correlacionar los valores de las Tablas del apéndice D de la Guía AASHTO'93, para las diferentes configuraciones de ejes de vehículos pesados (buses y camiones) y tipo de pavimento:

TABLA N° 3:

Relación de Cargas por Eje para determinar Ejes Equivalentes (EE) para Pavimentos Rígidos

Tipo de Eje	Eje Equivalente (EE _{8.2 tn})
Eje Simple de ruedas simples (EE _{S1})	$EE_{S1} = [P / 6.6]^{4.1}$
Eje Simple de ruedas dobles (EE _{S2})	$EE_{S2} = [P / 8.2]^{4.1}$
Eje Tandem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE _{TA1})	$EE_{TA1} = [P / 13.0]^{4.1}$
Eje Tandem (2 ejes de ruedas dobles) (EE _{TA2})	$EE_{TA2} = [P / 13.3]^{4.1}$
Ejes Tridem (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE _{TR1})	$EE_{TR1} = [P / 16.6]^{4.0}$
Ejes Tridem (3 ejes de ruedas dobles) (EE _{TR2})	$EE_{TR2} = [P / 17.5]^{4.0}$
P = peso real por eje en toneladas	

Fuente: Elaboración Propia, en base a correlaciones con los valores de las Tablas del apéndice D de la Guía AASHTO'93

Para el diseño de un pavimento se adopta el número proyectado de EE que circularán por el “carril de diseño”, durante el periodo de análisis. El carril de diseño corresponderá al carril identificado como el más cargado de la carretera y el resultado de este cálculo será adoptado para todos los carriles de la sección vial típica de esa carretera, por tramos de demanda homogénea.

Para definir la demanda sobre el carril de diseño se analizará el tipo de sección transversal operativa de la carretera, el número de calzadas vehiculares y la distribución de la carga sobre cada carril que conforma la calzada.

La medición de la demanda, estará basada en muestreos significativos del tránsito cuando no se cuenta con estaciones de pesaje que pueden generar censos de cargas por tipo de ejes. La investigación más extendida en la práctica del Perú, se orienta a la estratificación muestral de la carga por tipo de vehículo. Para ello la muestra del tráfico usuario se concentra en el tráfico pesado con la finalidad de obtener una información detallada promedio, pesando la carga real por tipo de vehículo muestreado, por tipo de ejes que lo conforman y por carga efectiva que lleva el eje. De esta manera con las mediciones obtenidas por tipo de vehículos pesados se



calculará el factor vehículo pesado de cada uno de los tipos de vehículos del camino, este factor resulta del promedio de EE que caracteriza cada tipo de vehículo pesado identificado para el camino.

El Factor Vehículo Pesado (Fvp), se define como el número de ejes equivalentes promedio por tipo de vehículo pesado (bus o camión), y el promedio se obtiene dividiendo la sumatoria de ejes equivalentes (EE) de un determinado tipo de vehículo pesado entre el número total del tipo de vehículo pesado seleccionado. El cálculo de factores de EE se efectuará utilizando las cargas reales por eje de los vehículos pesados encuestados en el censo de cargas. A continuación se presentan unos ejemplos para determinar el Factor de Vehículo Pesado para diversas clases de vehículos pesados.

3.-ESTUDIO HIDROLÓGICO

Comprenderá los resultados del estudio hidrológico de la zona del proyecto y el diseño hidráulico de las obras de drenaje y complementarias correspondientes, teniendo como base el reconocimiento de cada uno de los cauces y estructuras hidráulicas de evacuación, y estableciendo los parámetros de diseño de las nuevas estructuras o tratamiento de las existentes. El estudio contendrá los resultados de los trabajos de campo, laboratorio y gabinete, incluyendo entre otros, el diseño de las obras de drenaje requeridas, que comprenda los planos y memoria de cálculo correspondiente, cumpliendo con las disposiciones del

Manual de Carreteras: Hidrología, Hidráulica y Drenaje, vigente, teniendo básicamente en consideración lo siguiente:

- Estudio del régimen hidráulico en los sectores previstos con los resultados obtenidos del estudio hidrológico y establecimiento de los parámetros de diseño.
- Justificación técnica de las obras de drenaje superficial y subterráneas requeridas por el proyecto.
- Evaluación del estado de las obras de drenaje existentes, en cuanto a su capacidad de carga, sección, condición, etc.; con la finalidad de determinar su reforzamiento, ampliación o reemplazo. **(PERU, 2014)**



4.- ESTUDIO DE SUELOS

4.1.- ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

MTC E 107

OBJETO

Determinar cuantitativamente la distribución de tamaños de partículas de suelo.

FINALIDAD Y ALCANCE

Este Modo Operativo describe el método para determinar los porcentajes de suelo que pasan por los distintos tamices de la serie empleada en el ensayo, hasta el de 74 mm (200).

REFERENCIAS NORMATIVAS

ASTM D 422: Standard Test Method for Particle-size Analysis of Soils.

EQUIPOS Y MATERIALES

EQUIPOS

- Dos balanzas. Una con sensibilidad de 0,01 g para pesar material que pase el tamiz de 4,760 mm (Nº 4). Otra con sensibilidad de 0,1% del peso de la muestra, para pesar los materiales retenidos en el tamiz de 4,760 mm (Nº 4).
- Estufa. Capaz de mantener temperaturas uniformes y constantes hasta de 110 ± 5 °C.

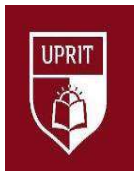
MATERIALES

- Tamices de malla cuadrada. Incluyen los siguientes:

TABLA N° 04: tamices de mallas cuadradas

TAMICES	ABERTURA (mm)
3"	75,000
2"	50,800
1 ½"	38,100
1"	25,400
¾"	19,000
⅜"	9,500
Nº 4	4,760
Nº 10	2,000
Nº 20	0,840
Nº 40	0,425
Nº 60	0,260
Nº 140	0,106
Nº 200	0,075

Fuente: Manual de ensayos y materiales MTC 2016



Se puede usar, como alternativa, una serie de tamices que, al dibujar la gradación, dé una separación uniforme entre los puntos del gráfico; esta serie estará integrada por los siguientes tamices de malla cuadrada:

TAMICES	ABERTURA (mm)
3"	75,000
1 1/2"	38,100
3/4"	19,000
3/8"	9,500
Nº 4	4,760
Nº 8	2,360
Nº 16	1,100
Nº 30	0,590
Nº 50	0,297
Nº 100	0,149
Nº 200	0,075

Fuente: Manual de ensayos y materiales MTC 2016

- Envases. Adecuados para el manejo y secado de las muestras.
- Cepillo y brocha. Para limpiar las mallas de los tamices.

MUESTRA

- Según sean las características de los materiales finos de la muestra, el análisis con tamices se hace, bien con la muestra entera, o bien con parte de ella después de separar los finos por lavado. Si la necesidad del lavado no se puede determinar por examen visual, se seca en el horno una pequeña porción húmeda del material y luego se examina su resistencia en seco rompiéndola entre los dedos. Si se puede romper fácilmente y el material fino se pulveriza bajo la presión de aquellos, entonces el análisis con tamices se puede efectuar sin previo lavado.
- Prepárese una muestra para el ensayo como se describe en la preparación de muestras para análisis granulométrico (MTC E 106), la cual estará constituida por dos fracciones: una retenida sobre el tamiz de 4,760 mm (Nº 4) y otra que pasa dicho tamiz. Ambas fracciones se ensayaran por separado.
- El peso del suelo secado al aire y seleccionado para el ensayo, como se indica en el modo operativo MTC E 106, será suficiente para las cantidades requeridas para el análisis mecánico, como sigue:
- Para la porción de muestra retenida en el tamiz de 4,760 mm (Nº 4) el peso dependerá del tamaño máximo de las partículas de acuerdo con la *TABLA Nº 05*:

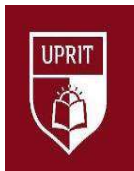


TABLA N° 05: diámetro nominal de las partículas grandes versus peso mínimo

Diámetro nominal de las partículas más grandes mm (pulg)	Peso mínimo aproximado de la porción (g)
9,5 (3/8")	500
19,6 (3/4")	1000
25,7 (1")	2000
37,5 (1 1/2")	3000
50,0 (2")	4000
75,0 (3")	5000

Fuente: Manual de ensayos y materiales MTC 2016

- El tamaño de la porción que pasa tamiz de 4,76° mm (N° 4) será aproximadamente de 115 g para suelos arenosos y de 65 g para suelos arcillosos y limosos.
- En el modo operativo MTC E 106 se dan indicaciones para la pesada del suelo secado al aire y seleccionado para el ensayo, así como para la separación del suelo sobre el tamiz de 4,760 mm (N° 4) por medio del tamizado en seco, y para el lavado y pesado de las fracciones lavadas y secadas retenidas en dicho tamiz. De estos dos pesos, los porcentajes, retenido y que pasa el tamiz de 4,760 mm (N° 4).
- he puede tener una comprobación de los pesos, así como de la completa pulverización de los terrones, pesando la porción de muestra que pasa el tamiz de 4,760 mm (N° 4) y agregándole este valor al peso de la porción de muestra lavada y secada en el horno, retenida en el tamiz de 4,760 mm (N° 4).

PROCEDIMIENTO

1. ANÁLISIS POR MEDIO DE TAMIZADO DE LA FRACCIÓN RETENIDA EN EL TAMIZ DE 4,760 mm (N°4).

- Sepárese la porción de muestra retenida en el tamiz de 4,760 mm (N° 4) en una serie de fracciones usando los tamices de:

TAMICES	ABERTURA (mm)
3"	75,000
2"	50,800
1 1/2"	38,100
1"	25,400
3/4"	19,000
3/8"	9,500
N° 4	4,760

Fuente: Manual de ensayos y materiales MTC 2016



- los que sean necesarios dependiendo del tipo de muestra, o de las especificaciones para el material que se ensaya.
- En la operación de tamizado manual se mueve el tamiz o tamices de un lado a otro y recorriendo circunferencias de forma que la muestra se mantenga en movimiento sobre la malla. Debe comprobarse al desmontar los tamices que la operación está terminada; esto se sabe cuándo no pasa más del 1 % de la parte retenida al tamizar durante un minuto, operando cada tamiz individualmente. Si quedan partículas apresadas en la malla, deben separarse con un pincel o cepillo y reunir las con lo retenido en el tamiz.
- Cuando se utilice una tamizadora mecánica, se pondrá a funcionar por diez minutos aproximadamente, el resultado se puede verificar usando el método manual.
- Se determina el peso de cada fracción en una balanza con una sensibilidad de 0,1 %. La suma de los pesos de todas las fracciones y el peso, inicial de la muestra no debe diferir en más de 1 %.

2. ANALISIS GRANULOMETRICO DE LA FRACCION FINA

- El análisis granulométrico de la fracción que pasa el tamiz de 4,760 mm (Nº 4), se hará por tamizado y/o sedimentación según las características de la muestra y según la información requerida.
- Los materiales arenosos que contengan muy poco limo y arcilla, cuyos terrones en estado seco se desintegren con facilidad, se podrán tamizar en seco.
- Los materiales limo-arcillosos, cuyos terrones en estado seco no rompan con facilidad, se procesarán por la vía húmeda.
- Si se requiere la curva granulométrica completa incluyendo la fracción de tamaño menor que el tamiz de 0,074 mm (Nº 200), la gradación de ésta se determinará por sedimentación, utilizando el hidrómetro para obtener los datos necesarios. Ver Modo Operativo MTC E 109-2009.
- Se puede utilizar procedimientos simplificados para la determinación del contenido de partículas menores de un cierto tamaño, según se requiera.
- La fracción de tamaño mayor que el tamiz de 0,074 mm (Nº 200), se analizará por tamizado en seco, lavando la muestra previamente sobre el tamiz de 0,074 mm (Nº 200).
- Procedimiento para el análisis granulométrico por lavado sobre el tamiz de 0,074 mm (Nº 200).
- Se separan mediante cuarteo, 115 g para suelos arenosos y 65 g para suelos arcillosos y limosos, pesándolos con exactitud de 0,01 g.



- Humedad higroscópica. Se pesa una porción de 10 a 15 g de los cuarteos anteriores y se seca en el horno a una temperatura de 110 ± 5 °C. Se pesan de nuevo y se anotan los pesos.
- Se coloca la muestra en un recipiente apropiado, cubriéndola con agua y se deja en remojo hasta que todos los terrones se ablanden.
- Se lava a continuación la muestra sobre el tamiz de 0,074 mm N° 200), con abundante agua, evitando frotarla contra el tamiz y teniendo mucho cuidado de que no se pierda ninguna partícula de las retenidas en él.
- Se recoge lo retenido en un recipiente, se seca en el horno a una temperatura de 110 ± 5 °C y se pesa.

4.2.- LIMITES DE ATTERBERG

4.2.1.- DETERMINACION DEL LIMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS

OBJETIVOS

- Es el contenido de humedad, expresado en porcentaje, para el cual el suelo se halla en el límite entre los estados líquido y plástico. Arbitrariamente se designa como el contenido de humedad al cual el surco separador de dos mitades de una pasta de suelo se cierra a lo largo de su fondo en una distancia de 13 mm (1/2 pulg) cuando se deja caer la copa 25 veces desde una altura de 1 cm a razón de dos caídas por segundo.

Discusión: Se considera que la resistencia al corte no drenada del suelo en el límite líquido es de 2 kPa (0,28 psi).

- El valor calculado deberá aproximarse al centésimo.

FINALIDAD Y ALCANCE

- Este método de ensayo es utilizado como una parte integral de varios sistemas de clasificación en ingeniería para caracterizar las fracciones de grano fino de suelos véase anexos de clasificación de este manual. (SUCS y AASHTO) y para especificar la fracción de grano de materiales de construcción (véase especificación ASTM D1241). El límite líquido, el límite plástico, y el índice de plasticidad de suelos con extensamente usados, tanto individual como en conjunto, con otras propiedades de suelo para correlacionarlos con su comportamiento ingenieril tal como la compresibilidad, permeabilidad, compactibilidad, contracción-expansión y resistencia al corte.
- Los límites líquidos y plástico de un suelo pueden utilizar con el contenido de humedad natural de un suelo para expresar su consistencia relativa o índice de liquidez



y puede ser usado con el porcentaje más fino que $2\mu\text{m}$ para determinar su número de actividad.

- Frecuentemente se utilizan tres métodos para evaluar las características de intemperización de materiales compuestos por arcilla-latita. Cuando se someten a ciclos repetidos de humedecimiento y secado, los límites de estos materiales tienden a incrementarse. La magnitud del incremento se considera ser una medida de la susceptibilidad de la lutitas a la intemperización.
- El límite líquido de un suelo que contiene cantidades significativas de materia orgánica decrece dramáticamente cuando el suelo es secado al horno antes de ser ensayado. La comparación del límite líquido de una muestra antes y después del secado al horno puede por consiguiente ser usada como una medida cualitativa del contenido de materia orgánica de un suelo

REFERENCIAS NORMATIVAS

- NTP 339.129: SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelos.

EQUIPOS, MATERIALES E INSUMOS

EQUIPOS

- Recipiente para Almacenaje. Una vasija de porcelana de 115 mm ($4\frac{1}{2}$ "") de diámetro aproximadamente.
- Aparato del límite líquido (o de Casagrande).
- De operación manual. Es un aparato consistente en una taza de bronce con sus aditamentos, construido de acuerdo con las dimensiones señaladas en la Figura 1.
- De operación mecánica. Es un aparato equipado con motor para producir la altura y el número de golpes. Figura 1. El aparato debe dar los mismos valores para el límite líquido que los obtenidos con el aparato de operación manual.
- Acanalador. Conforme con las dimensiones críticas indicadas en la figura 1.
- Calibrador. Ya sea incorporado al ranurador o separado, de acuerdo con la dimensión crítica "d" mostrada en la Figura 1, y puede ser, si fuere separada, una barra de metal de $10,00 \pm 0,2$ mm ($0,394 \pm 0,008$ ") de espesor y de 50 mm (2") de largo, aproximadamente.
- Recipientes o Pesa Filtros. De material resistente a la corrosión, y cuya masa no cambie con repetidos calentamientos y enfriamientos. Deben tener tapas que cierren



bien, sin costuras, para evitar las pérdidas de humedad de las muestras antes de la pesada inicial y para evitar la absorción de humedad de la atmósfera tras el secado y antes de la pesada final.

- Balanza. Una balanza con sensibilidad de 0,01 g.
- Estufa. Termostáticamente controlado y que pueda conservar temperaturas de $110\pm 5^{\circ}\text{C}$ para secar la muestra.

MATERIALES

- Espátula. De hoja flexible de unos 75 a 100 mm (3"– 4") de longitud y 20 mm ($\frac{3}{4}$ " de ancho aproximadamente.

INSUMOS

- Pureza del agua: Cuando este método de ensayo sea referida agua destilada, puede emplearse agua destilada o agua desmineralizada.

MUESTRA

- Se obtiene una porción representativa de la muestra total suficiente para proporcionar 150 g a 200 g de material pasante del tamiz 425 μm (Nº 40). Las muestras que fluyen libremente pueden ser reducidas por los métodos de cuarteo o división de muestras. Las muestras cohesivas deben ser mezcladas totalmente en un recipiente con una espátula, o cuchara y se obtendrá una porción representativa de la masa total extrayéndola dos veces con la cuchara.

PROCEDIMIENTO

Multipunto

- Colocar una porción del suelo preparado, en la copa del dispositivo de límite líquido en el punto en que la copa descansa sobre la base, presionándola, y esparciéndola en la copa hasta una profundidad de aproximadamente 10 mm en su punto más profundo, formando una superficie aproximadamente horizontal. Tener cuidado en no dejar burbujas de aire atrapadas en la pasta con el menor número de pasadas de espátula como sea posible. Mantener el suelo no usado en el plato de mezclado. Cubrir el plato de mezclado con un paño húmedo (o por otro medio) para retener la humedad en la muestra.
- Utilizando el acanalador, dividir la muestra contenida en la copa, haciendo una ranura a través del suelo siguiendo una línea que una el punto más alto y el punto más bajo sobre el borde de la copa. Cuando se corte la ranura, mantener el acanalador contra la superficie de la copa y trazar un arco, manteniendo la corriente perpendicular a la superficie de la copa en todo su movimiento. En los suelos en los que no se puede hacer la ranura en una sola



pasada sin desgarrar el suelo, cortar la ranura con varias pasadas del acanalador. Como alternativa, puede cortarse la ranura a dimensiones ligeramente menores que las requeridas, con una espátula y usar la del acanalador las dimensiones finales de la ranura.

- Verificar que no existen restos de suelo por debajo de la copa. Levantar y soltar la copa girando el manubrio a una velocidad de 1,9 a 2,1 golpes por segundo hasta que las dos mitades de suelo estén en contacto en la base de la ranura una longitud de 13 mm (1/2 pulg).

Nota1. Se recomienda el uso de una regla graduada para verificar que la ranura se cerró en 13 mm (1/2 pulg).

- Verificar que no se haya producido el cierre prematuro de la ranura debido a burbujas de aire, observando que ambos lados de la ranura se hayan desplazado en conjunto aproximadamente con la misma forma. Si una burbuja hubiera causado el cierre prematuro de la ranura, formar nuevamente el suelo en la copa, añadiendo una pequeña cantidad de suelo para compensar la pérdida en la operación de ranuración y repetir de 6.1 a 6.3 a un contenido más elevado. Si luego de varias pruebas a contenidos de humedad sucesivamente más altos, la pasta de suelo se sigue deslizando en la copa o si el número de golpes necesarios para cerrar la ranura es siempre menor de 25, se registrará que el límite no pudo determinarse, y se reportará al suelo como no plástico sin realizar el ensayo de límite plástico.
- Registrar el número de golpes, N, necesario para cerrar la ranura. Tomar una tajada de suelo de aproximadamente de ancho de la espátula, extendiéndola de extremo a extremo de la torta de suelo en ángulos rectos a la ranura e incluyendo la porción de la ranura en la cual el suelo se deslizó en conjunto, colocarlo en un recipiente de peso conocido, y cubrirlo.
- Regresar el suelo remanente en la copa al plato de mezclado. Lavar y secar la copa y el acanalador y fijar la copa nuevamente a su soporte como preparación para la siguiente prueba.
- Mezclar nuevamente todo el espécimen de suelo en el plato de mezclado añadiéndole agua destilada para aumentar su contenido de humedad y disminuir el número de golpes necesarios para cerrar la ranura. Repetir de 6.1 a 6.6 para al menos dos pruebas adicionales produciendo números de golpes sucesivamente más bajos para cerrar la ranura. Una de estas pruebas se realizará para un cierre que requiera de 25 a 35 golpes, una para un cierre entre 20 y 30 golpes, y una prueba para un cierre que requiera de 15 a 25 golpes.



- Determinar el contenido de humedad, W_n , del espécimen de suelo de cada prueba de acuerdo al método de ensayo NTP 339.127. Los pesos iniciales deben determinarse inmediatamente después de terminar el ensayo. Si el ensayo se interrumpe por más de 15 minutos, el espécimen ya obtenido debe pesarse en el momento de la interrupción.

(COMUNICACIONES, 2016)

4.2.2.- DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO (L.P.) DE LOS SUELOS E INDICE DE PLASTICIDAD (I.P.) MTC E 111

OBJETO

- Determinar en el laboratorio el límite plástico de un suelo y el cálculo del índice de plasticidad (I.P.) si se conoce el límite líquido (L.L.) del mismo suelo

FINALIDAD Y ALCANCE

- Se denomina límite plástico (L.P.) a la humedad más baja con la que pueden formarse barritas de suelo de unos 3,2 mm (1/8") de diámetro, rodando dicho suelo entre la palma de la mano y una superficie lisa (vidrio esmerilado), sin que dichas barritas se desmoronen
- Este método de ensayo es utilizado como una parte integral de varios sistemas de clasificación en ingeniería para caracterizar las fracciones de grano fino de suelos (véase anexos de clasificación SUCS y AASHTO) y para especificar la fracción de grano de materiales de construcción (véase especificación ASTM D1241). El límite líquido, el límite plástico, y el índice de plasticidad de suelos con extensamente usados, tanto individual como en conjunto, con otras propiedades de suelo para correlacionarlos con su comportamiento ingenieril tal como la compresibilidad, permeabilidad, compactibilidad, contracción-expansión y resistencia al corte.
- Los plástico de un suelo pueden utilizar con el contenido de humedad natural de un suelo para expresar su consistencia relativa o índice de liquidez y puede ser usado con el porcentaje más fino que $2\mu\text{m}$ para determinar su número de actividad.

REFERENCIAS NORMATIVAS

- NTP 339.129: SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelos.



EQUIPOS Y MATERIALES E INSUMOS

EQUIPOS.

- Espátula, de hoja flexible, de unos 75 a 100 mm (3" – 4") de longitud por 20 mm (3/4") de ancho.
- Recipiente para Almacenaje, de porcelana o similar, de 115 mm (4 1/2") de diámetro.
- Balanza, con aproximación a 0,01 g.
- Horno o Estufa, termostáticamente controlado regulable a 110 ± 5 °C.
- Tamiz, de 426 μ m (N° 40).
- Agua destilada.
- Vidrios de reloj, o recipientes adecuados para determinación de humedades.
- Superficie de rodadura. Comúnmente se utiliza un vidrio grueso esmerilado.

MUESTRA.

- Si se quiere determinar sólo el L.P., se toman aproximadamente 20 g de la muestra que pase por el tamiz de 426 mm (N° 40), preparado para el ensayo de límite líquido. Se amasa con agua destilada hasta que pueda formarse con facilidad una esfera con la masa de suelo. Se toma una porción de 1,5 g a 2,0 g de dicha esfera como muestra para el ensayo.
- El secado previo del material en horno o estufa, o al aire, puede cambiar (en general, disminuir), el límite plástico de un suelo con material orgánico, pero este cambio puede ser poco importante.
- Si se requieren el límite líquido y el límite plástico, se toma una muestra de unos 15 g de la porción de suelo humedecida y amasada, preparada de acuerdo con la Norma MTC E 110 (determinación del límite líquido de los suelos). La muestra debe tomarse en una etapa del proceso de amasado en que se pueda formar fácilmente con ella una esfera, sin que se pegue demasiado a los dedos al aplastarla. Si el ensayo se ejecuta después de realizar el del límite líquido y en dicho intervalo la muestra se ha secado, se añade más agua.

PROCEDIMIENTO

- Se moldea la mitad de la muestra en forma de elipsoide y, a continuación, se rueda con los dedos de la mano sobre una superficie lisa, con la presión estrictamente necesaria para formar cilindros. Si antes de llegar el cilindro a un diámetro de unos 3,2 mm (1/8") no se ha desmoronado, se vuelve a hacer una elipsoide y a repetir el proceso,



cuantas veces sea necesario, hasta que se desmorone aproximadamente con dicho diámetro.

- El desmoronamiento puede manifestarse de modo distinto, en los diversos tipos de suelo: En suelos muy plásticos, el cilindro queda dividido en trozos de unos 6 mm de longitud, mientras que en suelos plásticos los trozos son más pequeños.
- Porción así obtenida se coloca en vidrios de reloj o pesa-filtros tarados, se continúa el proceso hasta reunir unos 6 g de suelo y se determina la humedad de acuerdo con la norma MTC E 108. (COMUNICACIONES, 2016)

4.3.- ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO (MÉTODO C)

COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (PROCTOR MODIFICADO)

MTC E 115

OBJETO

Establecer el método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2 700 kN-m/m³ (56 000 pie-lbf/pie³)).

FINALIDAD Y ALCANCE

- Este ensayo abarca los procedimientos de compactación usados en Laboratorio, para determinar la relación entre el Contenido de Agua y Peso Unitario Seco de los suelos (curva de compactación) compactados en un molde de 101,6 ó 152,4 mm (4 ó 6 pulg) de diámetro con un pisón de 44,5 N (10 lbf) que cae de una altura de 457 mm (18 pulg), produciendo una Energía de Compactación de (2700 kN-m/m³ (56000 pie-lbf/pie³)).

Nota 1. Los suelos y mezclas de suelos-agregados son considerados como suelos finos o de grano grueso o compuestos o mezclas de suelos naturales o procesados o agregados tales como grava, limo o piedra partida.

Nota 2. El equipo y procedimiento son los mismos que los propuestos por el Cuerpo de Ingenieros de Estados Unidos en 1945. La prueba de Esfuerzo Modificado es a veces referida como Prueba de Compactación de Proctor Modificado

- Este ensayo se aplica sólo para suelos que tienen 30% ó menos en peso de sus partículas retenidas en el tamiz de 19,0 mm (¾" pulg).

Nota 3. Para relaciones entre Peso Unitario y Contenido de Humedad de suelos con 30% ó menos en peso de material retenido en la malla 19,0 mm (¾ pulg) a Pesos Unitarios y



contenido de humedad de la fracción que pasa la malla de 19,0 mm ($\frac{3}{4}$ pulg), ver ensayo ASTM D 4718

- Se proporciona 3 métodos alternativos. El método usado debe ser indicado en las especificaciones del material a ser ensayado. Si el método no está especificado, la elección se basará en la gradación del material.

METODO "C"

- Molde: 152,4 mm (6 pulg) de diámetro.
- Materiales: Se emplea el que pasa por el tamiz 19,0 mm ($\frac{3}{4}$ pulg).
- Número de Capas: 5
- Golpes por Capa: 56
- Uso: Cuando más del 20% en peso del material se retiene en el tamiz 9,5 mm ($\frac{3}{8}$ pulg) y menos de 30% en peso es retenido en el tamiz 19,0 mm ($\frac{3}{4}$ pulg).
- El molde de 152,4 mm (6 pulg) de diámetro no será usado con los métodos A ó B.
- Nota 4. Los resultados tienden a variar ligeramente cuando el material es ensayado con el mismo esfuerzo de compactación en moldes de diferentes tamaños.
- Si el espécimen de prueba contiene más de 5% en peso de un tamaño (fracción gruesa) y el material no será incluido en la prueba se deben hacer correcciones al Peso Unitario y Contenido de Agua del espécimen de ensayo o la densidad de campo apropiada usando el método de ensayo ASTM D 4718.
- Este método de prueba generalmente producirá un Peso Unitario Seco Máximo bien definido para suelos que no drenan libremente. Si el método de ensayo se utiliza para suelos que drenan libremente, no se definirá bien el Peso Unitario Seco máximo y puede ser menor que la obtenida usando el Método de Prueba ASTM D 4253 (NTP 339.137).
- Los valores de las unidades del SI son reconocidos como estándar. Los valores establecidos por las unidades de pulgadas-libras son proporcionados sólo como información.
- En la profesión de Ingeniería es práctica común, usar indistintamente unidades que representan Masa y Fuerza, a menos que se realicen cálculos dinámicos ($F = M \times a$). Esto implícitamente combina dos sistemas de diferentes Unidades, que son el Sistema Absoluto y el Sistema Gravimétrico. Científicamente, no se desea combinar el uso de dos sistemas diferentes en uno estándar. Este método de prueba se ha hecho usando unidades libra-pulgada (Sistema Gravimétrico) donde la libra (lbf) representa a la Unidad de Fuerza. El uso de libra-masa (lb. m) es por conveniencia de unidades y no intenta establecer que su uso es



científicamente correcto. Las conversiones son dadas en el Sistema Internacional (SI) de acuerdo al ensayo ASTM E 380. El uso de balanzas que registran libra-masa (lbm) o registran la densidad en lbm/pie³ no se debe considerar como si no concordase con esta norma.

- Este método de ensayo no hace referencia a todos los riesgos relacionadas con este uso, si los hubiera. Es responsabilidad del usuario establecer la seguridad apropiada y prácticas o pruebas confiables y así determinar la aplicabilidad de limitaciones regulatorias antes de su uso.
- El suelo utilizado como relleno en Ingeniería (terraplenes, rellenos de cimentación, bases para caminos) se compacta a un estado denso para obtener propiedades satisfactorias de Ingeniería tales como: resistencia al esfuerzo de corte, compresibilidad ó permeabilidad. También los suelos de cimentaciones son a menudo compactados para mejorar sus propiedades de Ingeniería. Los ensayos de Compactación en Laboratorio proporcionan las bases para determinar el porcentaje de compactación y contenido de agua que se necesitan para obtener las propiedades de Ingeniería requeridas, y para el control de la construcción para asegurar la obtención de la compactación requerida y los contenidos de agua.
- Durante el diseño de los rellenos de Ingeniería, se utilizan los ensayos de corte consolidación permeabilidad u otros ensayos que requieren la preparación de especímenes de ensayo compactado a algún contenido de agua para algún Peso Unitario. Es práctica común, primero determinar el óptimo contenido de humedad (w_o) y el Peso Unitario Seco máximo ($g_{dm\acute{a}x}$) mediante un ensayo de compactación. Los especímenes de compactación a un contenido de agua seleccionado (w), sea del lado húmedo o seco del óptimo (w_o) o al óptimo (w_o) y a un Peso Unitario seco seleccionado relativo a un porcentaje del Peso Unitario Seco máximo ($g_{dm\acute{a}x}$). La selección del contenido de agua (w), sea del lado húmedo o seco del óptimo (w_o) o al óptimo (w_o), y el Peso Unitario Seco ($g_{dm\acute{a}x}$) se debe basar en experiencias pasadas, o se deberá investigar una serie de valores para determinar el porcentaje necesario de compactación.

REFERENCIAS NORMATIVAS

- NTP 339.141: Suelos. Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2 700 kN-m/m³ (56 000 pie-lbf/pie³)).
- ASTM D 1557: Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using. Modified Effort ((2 700 kN-m/m³ (56 000 pie-lbf/pie³)).



EQUIPOS Y MATERIALES

EQUIPOS

Ensamblaje del Molde

Molde de 4 pulgadas

Molde de 6 pulgadas

Pisón ó Martillo

Nota 5. Es práctica común y aceptable en el Sistema de libras-pulgadas asumir que la masa del pisón es igual a su masa determinada utilizado sea una balanza en kilogramos ó libras, y una libra/fuerza es igual a 1 libra-masa ó 0,4536 kg ó 1N es igual a 0,2248 libras-masa ó 0,1020 kg.

Pisón Manual

Pisón Mecánico Circular

Pisón Mecánico

Extractor de Muestras (opcional)

Balanza

Horno de Secado

MATERIALES

Regla

Tamices ó Mallas

Herramientas de Mezcla

MUESTRA

La masa de la muestra requerida para el Método A y B es aproximadamente 16 kg (35 lbm) y para el Método C es aproximadamente 29 kg (65 lbm) de suelo seco. Debido a esto, la muestra de campo debe tener un peso húmedo de al menos 23 kg (50 lbm) y 45 kg (100 lbm) respectivamente.

Determinar el porcentaje de material retenido en la malla 4,75mm (Nº 4), 9,5mm ($\frac{3}{8}$ pulg) ó 19.0mm ($\frac{3}{4}$ pulg) para escoger el Método A, B o C. Realizar esta determinación separando una porción representativa de la muestra total y establecer los porcentajes que pasan las mallas de interés mediante el Método de Análisis por tamizado de Agregado Grueso y Fino (NTP 339.128 ó ASTM C 136). Sólo es necesario para calcular los porcentajes para un tamiz ó tamices de las cuales la información que se desea.



PROCEDIMIENTO

PREPARACION DE APARATOS

- Seleccionar el molde de compactación apropiado de acuerdo con el Método (A, B o C) a ser usado. Determinar y anotar su masa con aproximación a 1 gramo. Ensamblar el molde, base y collar de extensión. Chequear el alineamiento de la pared interior del molde y collar de extensión del molde. Ajustar si es necesario.
- Revise que el ensamblado del pisón esté en buenas condiciones de trabajo y que sus partes no estén flojas ó gastado. Realizar cualquier ajuste ó reparación necesaria. Si los ajustes o reparaciones son hechos, el martillo deberá volver a ser calibrado.
- . Calibración de los siguientes aparatos antes del uso inicial, después de reparaciones u otros casos que puedan afectar los resultados del ensayo, en intervalos no mayores que 1 000 muestras ensayadas o anualmente, cualquiera que ocurra primero; para los siguientes aparatos.

Balanza

Moldes

Pisón Manual

Pisón Mecánico

PREPARACION DEL ENSAYO

METODO DE PREPARACION HUMEDA (PREFERIBLE)

- Sin secado previo de la muestra, pásela a través del tamiz 4,75mm (Nº 4); 9,5mm ($\frac{3}{8}$ pulg) ó 19,0 mm ($\frac{3}{4}$ pulg), dependiendo del Método a ser usado (A, B o C). Determine el contenido de agua del suelo procesado.
- Prepare mínimo cuatro (preferiblemente cinco) especímenes con contenidos de agua de modo que éstos tengan un contenido de agua lo más cercano al óptimo estimado. Un espécimen que tiene un contenido de humedad cercano al óptimo deberá ser preparado primero, añadiendo al cálculo agua y mezcla (ver Nota 6). Seleccionar los contenidos de agua para el resto de los especímenes de tal forma que resulten por lo menos dos especímenes húmedos y dos secos de acuerdo al contenido óptimo de agua, que varíen alrededor del 2%. Como mínimo es necesario dos contenidos de agua en el lado seco y húmedo del óptimo para definir exactamente la curva de compactación del peso seco unitario (ver 7.1.1 de este ensayo). Algunos suelos con muy alto óptimo contenido de agua o una curva de compactación relativamente plana requieren grandes incrementos de



contenido de agua para obtener un Peso Unitario Seco Máximo bien definido. Los incrementos de contenido de agua no deberán excederán de 4%.

- Usar aproximadamente 2,3 kg (5 lbm) del suelo tamizado en cada espécimen que se compacta empleando el Métodos A o B; ó 5,9 kg (13 lbm) cuando se emplee el Método C. Para obtener los contenidos de agua del espécimen que se indica en 6.2.2.2 de este ensayo, añada o remueva las cantidades requeridas de agua de la siguiente manera: Añada poco a poco el agua al suelo durante la mezcla; para sacar el agua, deje que el suelo se seque en el aire a una temperatura de ambiente o en un aparato de secado de modo que la temperatura de la muestra no exceda de 60°C (140°F).
- Mezclar el suelo continuamente durante el proceso de secado para mantener la distribución del contenido agua en todas partes y luego colóquelo aparte en un contenedor con tapa y ubíquelo de acuerdo con la Tabla N°1 antes de la compactación. Para seleccionar un tiempo de espera, el suelo debe ser clasificado o seleccionado mediante el método de ensayo NTP 339.134, la práctica ASTM D 2488 o mediante datos de otras muestras del mismo material de origen. Para ensayos de determinación, la clasificación deberá ser por Método de ensayo NTP 339.134 (ASTM D 2487)

METODO DE PREPARACION EN SECO

- Si la muestra está demasiado húmeda, reducir el contenido de agua por secado al aire hasta que el material sea friable. El secado puede ser al aire o por el uso de un aparato de secado tal que la temperatura de la muestra no exceda de 60 °C. Disgregar por completo los grumos de tal forma de evitar quebrar las partículas individuales. Pasar el material por el tamiz apropiado: 4,75 mm (N°4); 9,5 mm (3/8 pulg) ó 19,0 mm (3/4 pulg). Durante la preparación del material granular que pasa la malla 3/4 pulg para la compactación en el molde de 6 pulgadas, disgregar o separar los agregados lo suficientemente para que pasen el tamiz 9,5 mm (3/8 pulg) de manera de facilitar la distribución de agua a través del suelo en el mezclado posterior.
- Preparar mínimo cuatro (preferiblemente cinco)
- Usar aproximadamente 2,3 kg (5 lbm) del suelo tamizado para cada espécimen a ser compactado cuando se emplee el Método A, B ó 5,9 kg (13 libras) cuando se emplee el Método C. Añadir las cantidades requeridas de agua para que los contenidos de agua de los especímenes tengan los valores descritos en 6.2.2.2 de este ensayo. Seguir la preparación del espécimen por el procedimiento especificado en 6.2.2.3 de este ensayo



para los suelos secos o adicionar agua en el suelo y el curado de cada espécimen de prueba.

- Compactación.- Después del curado, si se requiere, cada espécimen se compactará de la siguiente manera:
- Determinar y anotar la masa del molde ó molde y el plato de base.
- Ensamble y asegure el molde y el collar al plato base. El molde se apoyará sobre un cimiento uniforme y rígido, como la proporcionada por un cilindro o cubo de concreto con una masa no menor de 91 kg (200 lbm). Asegurar el plato base a un cimiento rígido. El método de unión al cimiento rígido deberá permitir un desmolde fácil del molde ensamblado, el collar y el plato base después que se concluya la compactación.
- Compactar el espécimen en cinco capas. Después de la compactación, cada capa deberá tener aproximadamente el mismo espesor. Antes de la compactación, colocar el suelo suelto dentro del molde y extenderlo en una capa de espesor uniforme. Suavemente apisonar el suelo antes de la compactación hasta que este no esté en estado suelto o esponjoso, usando el pisón manual de compactación o un cilindro de 5 mm (2 pulg) de diámetro. Posteriormente a la compactación de cada uno de las cuatro primeras capas, cualquier suelo adyacente a las paredes del molde que no han sido compactado o extendido cerca de la superficie compactada será recortada. El suelo recortado puede ser incluido con el suelo adicional para la próxima capa. Un cuchillo u otro aparato disponible puede ser usado. La cantidad total de suelo usado será tal que la quinta capa compactada se extenderá ligeramente dentro del collar, pero no excederá 6 mm (1/4pulg) de la parte superior del molde. Si la quinta capa se extiende en más de 6 mm (1/4pulg) de la parte superior del molde, el espécimen será descartado. El espécimen será descartado cuando el último golpe del pisón para la quinta capa resulta por debajo de la parte superior del molde de compactación.
- Compactar cada capa con 25 golpes para el molde de 101,6 mm (4 pulg) ó 56 golpes para el molde de 152,4 mm (6 pulgadas).
- Al operar el pisón manual del pisón, se debe tener cuidado de evitar la elevación de la guía mientras el pisón sube. Mantener la guía firmemente y dentro de 5° de la vertical. Aplicar los golpes en una relación uniforme de aproximadamente 25 golpes/minuto y de tal manera que proporcione una cobertura completa y uniforme de la superficie del espécimen.



- Después de la compactación de la última capa, remover el collar y plato base del molde, excepto como se especifica en 6.2.4.7 de este ensayo. El cuchillo debe usarse para ajustar o arreglar el suelo adyacente al collar, soltando el suelo del collar y removiendo sin permitir el desgarro del suelo bajo la parte superior del molde.
- Cuidadosamente enrasar el espécimen compactado, por medio de una regla recta a través de la parte superior e inferior del molde para formar una superficie plana en la parte superior e inferior del molde. Un corte inicial en el espécimen en la parte superior del molde con un cuchillo puede prevenir la caída del suelo por debajo de la parte superior del molde. Rellenar cualquier hoyo de la superficie, con suelo no usado o cortado del espécimen, presionar con los dedos y vuelva a raspar con la regla recta a través de la parte superior e inferior del molde. Repetir las operaciones anteriores en la parte inferior del espécimen cuando se halla determinado el volumen del molde sin el plato base. Para suelos muy húmedos o muy secos, se perderá suelo o agua si el plato base se remueve. Para estas situaciones, dejar el plato base fijo al molde. Cuando se deja unido el plato base, el volumen del molde deberá calibrarse con el plato base unido al molde o a un plato de plástico o de vidrio como se especifica en el anexo A1 (A.1.4.1 de este ensayo).
- Determine y registre la masa del espécimen y molde con aproximación al gramo. Cuando se deja unido el plato base al molde, determine y anote la masa del espécimen, molde y plato de base con aproximación al gramo.
- Remueva el material del molde. Obtener un espécimen para determinar el contenido de agua utilizando todo el espécimen (se refiere este método) o una porción representativa. Cuando se utiliza todo el espécimen, quíbrelo para facilitar el secado. De otra manera se puede obtener una porción cortando axialmente por el centro del espécimen compactado y removiendo 500 g del material de los lados cortados. Obtener el contenido de humedad de acuerdo al Método ensayo NTP 339.127. (COMUNICACIONES, 2016)



4.4.- CBR DE SUELOS (LABORATORIO)

MTC E 132

OBJETO

- Describe el procedimiento de ensayo para la determinación de un índice de resistencia de los suelos denominado valor de la relación de soporte, que es muy conocido, como CBR (California Bering Ratio). El ensayo se realiza normalmente sobre suelo preparado en el laboratorio en condiciones determinadas de humedad y densidad; pero también puede operarse en forma análoga sobre muestras inalteradas tomadas del terreno.

FINALIDAD Y ALCANCE

- Este método de ensayo se usa para evaluar la resistencia potencial de subrasante, subbase y material de base, incluyendo materiales reciclados para usar en pavimentos de vías y de campos de aterrizaje. El valor de CBR obtenido en esta prueba forma una parte integral de varios métodos de diseño de pavimento flexible.
- Para aplicaciones donde el efecto del agua de compactación sobre el CBR es mínimo, tales como materiales no-cohesivos de granos gruesos, o cuando sea permisible para el efecto de diferenciar los contenidos de agua de compactación en el procedimiento de diseño, el CBR puede determinarse al óptimo contenido de agua de un esfuerzo de compactación especificado. El peso unitario seco especificado es normalmente el mínimo porcentaje de compactación permitido por la especificación de compactación de campo de la entidad usuaria.
- Para aplicaciones donde el efecto del contenido de agua de compactación en el CBR es desconocido o donde se desee explicar su efecto, el CBR se determina para un rango de contenidos de agua, generalmente el rango de contenido de agua permitido para la compactación de campo por la especificación de compactación en campo de la entidad usuaria.
- Los criterios para la preparación del espécimen de prueba con respecto a materiales cementados (y otros) los cuales recuperan resistencia con el tiempo, deben basarse en una evaluación geotécnica de ingeniería. Según sea dirigido por un ingeniero, los mismos materiales cementados deberán ser curados adecuadamente hasta que puedan medirse las relaciones de soporte que representen las condiciones de servicio a largo plazo.
- Este índice se utiliza para evaluar la capacidad de soporte de los suelos de subrasante y de las capas de base, subbase y de afirmado.



- Este modo operativo hace referencia a los ensayos para determinación de las relaciones de Peso Unitario - Humedad, usando un equipo modificado.

REFERENCIAS NORMATIVAS

- ASTM D 1883: Standard Test Method for CBR (California Bearing Ratio) of Laboratory-Compacted Soils.

EQUIPOS Y MATERIALES

EQUIPOS

- Prensa similar a las usadas en ensayos de compresión, utilizada para forzar la penetración de un pistón en el espécimen. El pistón se aloja en el cabezal y sus características deben ajustarse a las especificadas en el numeral 4.1.7.
- El desplazamiento entre la base y el cabezal se debe poder regular a una velocidad uniforme de 1,27 mm (0,05") por minuto. La capacidad de la prensa y su sistema para la medida de carga debe ser de 44,5 kN (10000 lbf) o más y la precisión mínima en la medida debe ser de 44 N (10 lbf) o menos.
- Molde, de metal, cilíndrico, de 152,4mm $\pm$ 0,66 mm (6 $\pm$ 0,026") de diámetro interior y de 177,8 $\pm$ 0,46 mm (7 $\pm$ 0,018") de altura, provisto de un collar de metal suplementario de 50,8 mm (2,0") de altura y una placa de base perforada de 9,53 mm (3/8") de espesor. Las perforaciones de la base no excederán de 1,6 mm (28 1/16") las mismas que deberán estar uniformemente espaciadas en la circunferencia interior del molde de diámetro (Figura 1a). La base se deberá poder ajustar a cualquier extremo del molde.
- Disco espaciador, de metal, de forma circular, de 150,8 mm (5 15/16") de diámetro exterior y de 61,37 $\pm$ 0,127 mm (2,416 $\pm$ 0,005") de espesor (Figura 1b), para insertarlo como falso fondo en el molde cilíndrico durante la compactación.
- Pisón de compactación como el descrito en el modo operativo de ensayo Proctor Modificado, (equipo modificado).
- Aparato medidor de expansión compuesto por:
 - Una placa de metal perforada, por cada molde, de 149,2 mm (5 7/8") de diámetro, cuyas perforaciones no excedan de 1,6 mm (1/16") de diámetro. Estará provista de un vástago en el centro con un sistema de tornillo que permita regular su altura (Figura 1d).
 - Un trípode cuyas patas puedan apoyarse en el borde del molde, que lleve montado y bien sujeto en el centro un dial (deformímetro), cuyo vástago coincida con el de la placa, de forma



que permita controlar la posición de éste y medir la expansión, con aproximación de 0,025 mm (0,001") (véase Figura 1c)

- Pesas. Uno o dos pesas anulares de metal que tengan una masa total de $4,54 \pm 0,02$ kg y pesas ranuradas de metal cada una con masas de $2,27 \pm 0,02$ kg. Las pesas anular y ranurada deberán tener $5 \frac{7}{8}$ " a $5 \frac{15}{16}$ " (149,23 mm a 150,81 mm) en diámetro; además de tener la pesa, anular un agujero central de $2 \frac{1}{8}$ " aproximado (53,98 mm) de diámetro.
- Pistón de penetración, metálico de sección transversal circular, de $49,63 \pm 0,13$ mm ($1,954 \pm 0,005$ ") de diámetro, área de 19,35 cm² (3 pulg²) y con longitud necesaria para realizar el ensayo de penetración con las sobrecargas precisas de acuerdo con el numeral 6,4, pero nunca menor de 101,6 mm (4").
- Dos diales con recorrido mínimo de 25 mm (1") y divisiones lecturas en 0,025 mm (0,001"), uno de ellos provisto de una pieza que permita su acoplamiento en la prensa para medir la penetración del pistón en la muestra.
- Tanque, con capacidad suficiente para la inmersión de los moldes en agua.
- Estufa, termostáticamente controlada, capaz de mantener una temperatura de 110 ± 5 °C.
- Balanzas, una de 20 kg de capacidad y otra de 1000 g con sensibilidades de 1 g y 0,1 g, respectivamente.
- Tamices, de 4,76 mm (No. 4), 19,05 mm ($\frac{3}{4}$ ") y 50,80 mm (2").
- Misceláneos, de uso general como cuarteador, mezclador, cápsulas, probetas, espátulas, discos de papel de filtro del diámetro del molde, etc.

MUESTRA

- La muestra deberá ser preparada y los especímenes para la compactación deberán prepararse de acuerdo con los procedimientos dados en los métodos de prueba NTP 339.141 ó NTP 339.142 para la compactación de un molde de 152,4mm (6") excepto por lo siguiente:
- Si todo el material pasa el tamiz de 19mm ($\frac{3}{4}$ "), toda la graduación deberá usarse para preparar las muestras a compactar sin modificación. Si existe material retenido en el tamiz de 19 mm ($\frac{3}{4}$ "), este material deberá ser removido y reemplazado por una cantidad igual de material que pase el tamiz de $\frac{3}{4}$ de pulgada (19 mm) y sea retenido en el tamiz N° 4 obtenido por separación de porciones de la muestra no de otra forma usada para ensayos.

PROCEDIMIENTO

- El procedimiento es tal que los valores de la relación de soporte se obtienen a partir de especímenes de ensayo que posean el mismo peso unitario y contenido de agua que se espera



encontrar en el terreno. En general, la condición de humedad crítica (más desfavorable) se tiene cuando el material está saturado. Por esta razón, el método original del Cuerpo de Ingenieros de E.U.A. contempla el ensayo de los especímenes después de estar sumergidos en agua por un período de cuatro (4) días confinados en el molde con una sobrecarga igual al peso del pavimento que actuará sobre el material.

- Preparación de la Muestra.- Se procede como se indica en las normas mencionadas (Relaciones de peso unitario-humedad en los suelos, con equipo estándar o modificado). Cuando más del 75 % en peso de la muestra pase por el tamiz de 19,1 mm (3/4"), se utiliza para el ensayo el material que pasa por dicho tamiz. Cuando la fracción de la muestra retenida en el tamiz de 19,1 mm (3/4") sea superior a un 25% en peso, se separa el material retenido en dicho tamiz y se sustituye por una proporción igual de material comprendido entre los tamices de 19,1 mm (3/4") y de 4,75 mm (Nº4), obtenida tamizando otra porción de la muestra.
- De la muestra así preparada se toma la cantidad necesaria para el ensayo de apisonado, más unos 5 kg por cada molde CBR.
- Se determina la humedad óptima y la densidad máxima por medio del ensayo de compactación elegido. Se compacta un número suficiente de especímenes con variación en su contenido de agua, con el fin de establecer definitivamente la humedad óptima y el peso unitario máximo. Dichos especímenes se preparan con diferentes energías de compactación. Normalmente, se usan la energía del Proctor Estándar, la del Proctor Modificado y una Energía Inferior al Proctor Estándar.

De esta forma, se puede estudiar la variación de la relación de soporte con estos dos factores que son los que la afectan principalmente. Los resultados se grafican en un diagrama de contenido de agua contra peso unitario.

- Se determina la humedad natural del suelo mediante secado en estufa, según la norma MTC E 108. Conocida la humedad natural del suelo, se le añade la cantidad de agua que le falte para alcanzar la humedad fijada para el ensayo, generalmente la óptima determinada según el ensayo de compactación elegido y se mezcla íntimamente con la muestra.
- Elaboración de especímenes. Se pesa el molde con su base, se coloca el collar y el disco espaciador y, sobre éste, un disco de papel de filtro grueso del mismo diámetro.
- Una vez preparado el molde, se compacta el espécimen en su interior, aplicando un sistema dinámico de compactación (ensayos mencionados, ídem Proctor Estándar o Modificado), pero utilizando en cada molde la proporción de agua y la energía (número de capas y de golpes en cada capa) necesarias para que el suelo quede con la humedad y densidad deseadas (véase

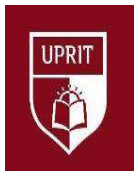


Figura 2a). Es frecuente utilizar tres o nueve moldes por cada muestra, según la clase de suelo granular o cohesivo, con grados diferentes de compactación. Para suelos granulares, la prueba se efectúa dando 55, 26 y 12 golpes por capa y con contenido de agua correspondiente a la óptima. Para suelos cohesivos interesa mostrar su comportamiento sobre un intervalo amplio de humedades. Las curvas se desarrollan para 55, 26 y 12 golpes por capa, con diferentes humedades, con el fin de obtener una familia de curvas que muestran la relación entre el peso específico, humedad y relación de capacidad de soporte.

- Inmersión. Se coloca sobre la superficie de la muestra invertida la placa perforada con vástago, y, sobre ésta, los anillos necesarios para completar una sobrecarga tal, que produzca una presión equivalente a la originada por todas las capas de materiales que hayan de ir encima del suelo que se ensaya, la aproximación quedará dentro de los 2,27 kg correspondientes a una pesa. En ningún caso, la sobrecarga total será menor de 4,54 kg.
- Penetración. Se aplica una sobrecarga que sea suficiente, para producir una intensidad de carga igual al peso del pavimento (con $\pm 2,27$ kg de aproximación) pero no menor de 4,54 kg. Para evitar el empuje hacia arriba del suelo dentro del agujero de las pesas de sobrecarga, es conveniente asentar el pistón luego de poner la primera sobrecarga sobre la muestra, Llévese el conjunto a la prensa y colóquese en el orificio central de la sobrecarga anular, el pistón de penetración y añade el resto de la sobrecarga si hubo inmersión, hasta completar la que se utilizó en ella. Se monta el dial medidor de manera que se pueda medir la penetración del pistón y se aplica una carga de 50N (5 kg) para que el pistón asiente. Seguidamente se sitúan en cero las agujas de los diales medidores, el del anillo dinamométrico, u otro dispositivo para medir la carga, y el de control de la penetración (véase Figura 2d). Para evitar que la lectura de penetración se vea afectada por la lectura del anillo de carga, el control de penetración deberá apoyarse entre el pistón y la muestra o molde.
- Se aplica la carga sobre el pistón de penetración mediante el gato o mecanismo correspondiente de la prensa, con una velocidad de penetración uniforme de 1,27 mm (0,05") por minuto. Las prensas manuales no preparadas para trabajar a esta velocidad de forma automática se controlarán mediante el deformímetro de penetración y un cronómetro. Se anotan las lecturas de la carga para las siguientes penetraciones:
- Finalmente, se desmonta el molde y se toma de su parte superior, en la zona próxima a donde se hizo la penetración, una muestra para determinar su humedad.



PROCEDIMIENTO PARA EL ENSAYO SOBRE MUESTRAS INALTERADAS

- En el caso de muestras inalteradas se procede como sigue:
- Se trabajará en una calicata de aproximadamente 0,80 x 0,80 m.
- Se nivela la superficie y se coloca el molde en el centro del área de trabajo. El molde se le debe haber adicionado el anillo cortador.
- Posteriormente se excava suavemente alrededor del molde, presionándolo para que corte una delgada capa de suelo a su alrededor
- Se clava el molde en el suelo poco a poco, con ayuda de herramientas apropiadas, hasta llenarlo, haciendo uso de la técnica para la toma de muestras inalteradas que se describe en la norma MTC E 112. Debe entenderse que por ningún motivo la muestra debe ser golpeada, tanto en el proceso de recuperación en el campo, como en su transporte y trabajo de laboratorio.
- Una vez lleno el molde, se parafinan sus caras planas y, cuidando de no golpearlo, se traslada al laboratorio. Cuando se vaya a efectuar el ensayo se quita la parafina de ambas caras y, con ayuda de la prensa y el disco espaciador o de un extractor de muestras, se deja un espacio vacío en el molde equivalente al del disco espaciador, enrasando el molde por el otro extremo.
- A continuación se procede como con las muestras preparadas en el laboratorio. La operación para dejar ese espacio vacío no es necesaria ($7,0'' \pm 0,16''$) si se utiliza un molde con 127 mm (5'') de altura, en vez de los 177,8 mm, y se monta el collar antes de proceder al ensayo de penetración. **(COMUNICACIONES, 2016)**

5.-ESTUDIO DE CANTERAS

FUENTES DE MATERIALES

GENERALIDADES

Los materiales naturales, tales como las rocas, gravas, arenas y suelos seleccionados, denominados frecuentemente bajo los términos genéricos de "áridos", "inertes" ó "agregados", según sus usos y aplicaciones, cumplen un rol significativo e importante en la calidad, durabilidad y economía de las obras viales. La naturaleza y propiedades físicas de dichos materiales, así como las formas en que se presentan y su disponibilidad, serán los factores principales que determinarán los usos de estos, así como el grado de procesamiento que requerirán antes de su empleo. Las técnicas de diseño y construcción han establecido especificaciones bastante precisas para el uso de estos materiales, tanto en la ejecución de los terraplenes y obras básicas de la carretera, como en las distintas capas



del pavimento o en las obras de concreto, por lo tanto una de las tareas más importantes de los proyectistas será asegurar la existencia de "áridos o agregados" con calidad y en cantidad suficiente para cubrir las necesidades de la obra o identificar fuentes de las cuales puedan ser extraídos materiales que una vez procesados satisfagan las especificaciones fijadas.

En tal sentido, este Capítulo proporciona a los Ingenieros los criterios necesarios para clasificar y seleccionar las Fuentes de Materiales y Fuentes de Agua con fines de diseño de mezclas y de materiales para los componentes de las capas de la estructura del pavimento. (PERÚ, 2013)

ESTUDIO DE CANTERAS DE SUELO

El interés del estudio de las fuentes de materiales de donde se extraerán agregados para diferentes usos principales como mejoramientos de suelos, terraplenes, afirmado, agregados para rellenos, subbase y base granular, agregados para tratamientos bituminosos, agregados para mezclas asfálticas y agregados para mezclas de concreto, es determinar si los agregados son o no aptos para el tipo de obra a emplear, en tal sentido se requiere determinar sus características mediante la realización de los correspondientes ensayos de laboratorio. (PERÚ, 2013)

UBICACIÓN

Las Fuentes de Materiales o Canteras serán ubicadas en función a su distancia de la obra a realizar (centro de gravedad), considerando para su selección la menor distancia a la obra, siempre que cumplan con la calidad y cantidad (potencia) requeridas por la obra. Para el efecto, se realizará un levantamiento topográfico del recorrido desde el inicio de la cantera a la obra, precisando kilometraje, longitud y tipo de acceso, asimismo se delimitará topográficamente los linderos de las fuentes de materiales o canteras. (PERÚ, 2013)

DESCRIPCIÓN

Las Canteras serán evaluadas y seleccionadas por su calidad y cantidad (potencia), así como por su menor distancia a la obra. Las prospecciones que se realizarán en las canteras se efectuarán en base a calicatas, sondeos y/o trincheras de las que se obtendrán las muestras necesarias para los análisis y ensayos de laboratorio. El estudio de canteras incluye la accesibilidad a los bancos de materiales, descripción de los agregados, usos, tratamiento, tipo, periodo de explotación, propiedad, permisos de uso y otras informaciones. (PERÚ, 2013)

MUESTREO

Para muestreo de los estratos el consultor se ceñirá al Manual de Ensayo de Materiales del MTC vigente, norma MTC E 101. En lo no especificado en el Manual de Ensayo de Materiales, se procederá de acuerdo a lo siguiente:



Se realizará mínimo 05 exploraciones, por cada área menor o igual a una hectárea, la ubicación de los puntos de prospección será a distancias aproximadamente iguales, para luego densificar la exploración si se estima pertinente. Las exploraciones consistirán en calicatas, sondeos y/o trincheras, a profundidades no menores de la profundidad máxima de explotación, a fin de garantizar la real potencia de los bancos de materiales.

La cantidad de muestras extraídas de canteras deberá ser tal que permita efectuar los ensayos exigidos, así como también ensayos de verificación para rectificar y/o ratificar resultados poco frecuentes.

Las muestras representativas de los materiales de cada cantera serán sometidas a los ensayos estándar, a fin de determinar sus características y aptitudes para los diversos usos que sean necesarios (rellenos, afirmado, sub-base, base, tratamientos superficiales, carpetas asfálticas, obras de concreto hidráulico, etc.).

Se presentarán registros de exploraciones para cada una de las prospecciones, en donde se detallarán las ubicaciones de las prospecciones con coordenadas UTM-WGS84, las características de los estratos encontrados tales como: tamaño, forma, color, espesor de cada estrato, profundidad de la prospección, así como material fotográfico de las calicatas; de tal manera que en los registros se precisen las características de los estratos encontrados.

Estas muestras se clasifican según Hvorslev (1949), en muestras representativas y no representativas:

- Muestras representativas, son las que contienen todos los materiales constituyentes del estrato, del cual fueron tomadas, no han tenido ningún cambio químico. Sin embargo su condición física o estructural, sí se ha alterado, además de su contenido de humedad, estas muestras se usan para llevar a cabo una clasificación general, gracias a sus propiedades índice, y la identificación de cada material.
- Muestras no representativas, se les conoce así, a las muestras, que no representan algún estrato en especial, sino que sus partículas se han mezclado con los de otros estratos o materiales, por lo cual resultan inadecuados para un examen de laboratorio, sin embargo, son útiles para establecer una clasificación preliminar, y una determinación de las profundidades a las cuales ocurren cambios mayores en los estratos, y de donde o a partir de cuándo, podemos obtener muestras representativas o no alteradas. (PERÚ, 2013)



ENSAYOS DE LABORATORIO

Los ensayos de laboratorio para determinar las características físicas, químicas y mecánicas de los materiales de las canteras se efectuarán de acuerdo al Manual de Ensayo de Material para Carreteras del MTC (vigente) y serán las que señalen las especificaciones técnicas generales para la construcción de carreteras del MTC (vigente).

Los ensayos de los materiales deberán ser de dos tipos:

Estrato por estrato ·

Del conjunto de los materiales

Los ensayos deben ser ejecutados en laboratorios competentes que cuenten con:

Personal calificado

Instalaciones que faciliten la correcta ejecución de los ensayos

Métodos y procedimientos apropiados para la realización de los ensayos, siguiendo las Normas de Ensayos del MTC o normas internacionales como ASTM o AASHTO, incluyendo técnicas estadísticas para el análisis de los datos de ensayo

Equipos debidamente calibrados, que garanticen la exactitud o validez de los resultados de los ensayos. Antes del inicio de los ensayos o de la puesta en servicio el proveedor debe presentar los respectivos certificados de calibración de sus equipos, emitidos por Laboratorios de Calibración acreditados

Aseguramiento de calidad de los resultados de los ensayos

Informe de resultados de cada ensayo, presentado en forma de informe de ensayo o certificado de ensayo, que exprese el resultado de manera exacta, clara, sin ambigüedades y objetivamente, de acuerdo con las instrucciones específicas de los métodos de ensayo. (PERÚ, 2013)



CAPITULO 4. DESARROLLO DE TESIS

1. - UBICACIÓN DEL PROYECTO

1.1.- UBICACIÓN GEOGRÁFICA.

El Distrito de Huaranchal se encuentra ubicada Provincia de Otuzco y Departamento de la Libertad.

GRAFICO N° 05: Ubicación geográfica del Departamento de La Libertad en el Perú



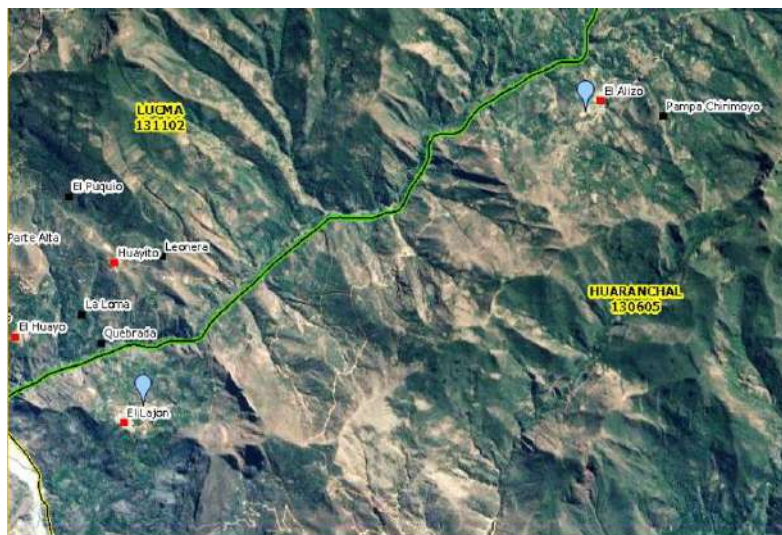
*GRAFICO N° 06: Ubicación geográfica de la provincia de Otuzco
En departamento de La Libertad.*



GRAFICO N° 07: Ubicación geográfica del Distrito de Huaranchal



GRAFICO N° 08: Ubicación geográfica en el C.P el Lajón



1.2.- VÍAS DE COMUNICACIÓN.

VÍAS DE COMUNICACIÓN EN EL ÁREA DE INFLUENCIA

El Distrito de Huaranchal ubicada en el área andina del departamento de La Libertad, comercia sus productos con los poblados de la costa (Trujillo, Lima) y en menor cuantía en las provincias colindantes.

A nivel interno también se comunica con las capitales de los distritos y los poblados más significativos, mediante la carretera nacional y con los caminos vecinales que en su mayoría son trochas carrozables con todas las dificultades, niveles de seguridad y costos de transporte que tiene este tipo de vía, por el mal estado en que se encuentran.

Estos caminos en su gran mayoría no poseen obras de arte de buena calidad, ni eficientes alcantarillas, siendo periódico el nivel de transitabilidad del camino en periodos de lluvia, causando malestar en la población y con resultados negativos para la actividad agropecuaria de la zona.

Últimamente se implementó en la provincia de Otuzco una política de incrementar la infraestructura vial básica, entre las que se destaca la construcción, rehabilitación y el mantenimiento en general de las redes vial nacional, departamento y vecinal: para mejorar la transitabilidad, conectividad y accesibilidad entre las principales ciudades y sus



pobladores generando nuevos mercados de integración. Nombrando solo unos ejemplos de estos es la construcción de la carretera Otuzco – Huaranchal; asfaltado de la carretera Trujillo– Otuzco. Esto ha permitido la conexión con los diferentes caseríos de la provincia. Las tarifas que cobran los vehículos son de S/.22.00 a la ciudad de Trujillo.

- Transportes Royal Travel.
- Transportes Regional.
- Combi

El único medio de transporte con que cuenta la zona es el transporte terrestre.

ALTITUD

La zona del trabajo El Lajón se ubicada entre los 1650 msnm.

CANTERAS

La zona posee canteras de afirmado y hormigón para la ejecución de estas obras, el afirmado podrá acopiarse de la cantera “Huaranchal” a 2.5 horas de Lajón. Sin embargo es necesario que estas canteras cuenten con la debida aprobación del Ing. Supervisor y refrendado por un análisis químico para el diseño de mezcla.



2.- ESTUDIO TOPOGRÁFICO

2.1.- ANTECEDENTES

En resumen la siguiente fue la metodología adoptada en lo que respecta a topografía:

- Los trabajos referentes al levantamiento topográfico están referidos a coordenadas UTM con datum horizontal: WGS-84 y datum vertical: nivel medio del mar, se dejaron marcas definidas de todo el levantamiento que servirán de control, con fines de replanteo de las obras proyectadas.
- La automatización del trabajo de campo se efectuó en el día de la siguiente manera: se efectuó la toma de datos de campo durante el día, la transmisión de la información de campo a una computadora, la verificación en la computadora de la información tomada en campo, el procesamiento de la información para obtener planos topográficos a escala conveniente.
- Para el levantamiento topográfico se inició con dos puntos que fueron tomados con GPS navegador, y posteriormente introducidos a la estación, que sirvieron como BMs de inicio al levantamiento.
- A partir de los dos BMs se realizó el levantamiento topográfico general de la zona del proyecto, se tomó detalles como niveles de pisos, borde de carretera existente tanto de tierra y revestida, cunetas, canales de tierra y revestida, servicios existentes, las prospecciones realizadas para el estudio de suelos, etc., levantándose aproximadamente un área de 7.25 ha.
- Para el levantamiento topográfico se empleó 01 Estación Total TOPCON ES 105 con precisión de 5 seg. en ángulo y de 1 mm en distancia, 01 GPS navegador marca Garmin modelo 62S, 02 prismas.
- Durante y una vez terminado el trabajo en campo de topografía se procedió al procesamiento en gabinete de la información topográfica en el software MDT y Civil 3D, elaborando planos topográficos a escalas convenientes



2.2.- OBJETIVO DEL ESTUDIO TOPOGRÁFICO.

El objetivo de un levantamiento topográfico es la determinación, tanto en planimetría como en altimetría, de puntos del terreno necesarios para obtener la representación fidedigna de un determinado terreno natural a fin de.

- Realizar los trabajos de campo que permitan elaborar los planos topográficos.
- Proporcionar información de base para los estudios de geotecnia y de impacto ambiental.
- Establecer puntos de referencia para el replanteo durante la construcción.

2.3.- METODOLOGÍA.

Todo levantamiento topográfico realizado el consultor contempla las etapas siguientes:

2.3.1.- PLANEAMIENTO.

La etapa del planeamiento consiste en el establecimiento de las condiciones geométricas, técnicas, económicas y de factibilidad que permiten la elaboración de un anteproyecto para realizar un levantamiento dado, destinado a satisfacer una determinada necesidad. Esta etapa está ligada con la pre evaluación, la cual deberá tener en cuenta factores de precisión requerida, disponibilidad de equipo, materiales, personal y demás facilidades, o sus requerimientos, incluyendo la consideración de factores ambientales previstos, de modo que sea posible hacer un planeamiento óptimo y establecer las normas y procedimientos específicos del levantamiento de acuerdo a las normas contenidas en este documento o las requeridas en casos específicos o especiales.

2.3.2.- RECONOCIMIENTO Y MONUMENTACIÓN.

El reconocimiento y la monumentación consisten en las operaciones de campos destinados a verificar sobre el terreno las características definidas por el planeamiento y a establecer las condiciones y modalidades no previstas por el mismo. Las operaciones que en este punto se indican deben desembocar necesariamente en la elaboración del proyecto definitivo. Por otra parte, esta etapa contempla el establecimiento físico de las marcas o monumentos del caso en los puntos pre establecidos.



2.4.- TRABAJOS DE CAMPO.

Los trabajos de campo están constituidos por el conjunto de observaciones que se realizan directamente sobre el terreno para realizar las mediciones requeridas por el proyecto, de acuerdo con las normas aplicables.

2.4.1.-RED DE CONTROL HORIZONTAL.

El levantamiento topográfico fue realizado con coordenadas relativas ya que no existen puntos de primer orden cercanos para amarrar el levantamiento topográfico, dando al punto BM2 las coordenadas UTM en el Datum Horizontal WGS-84 obtenidas con el GPS navegador, luego se hizo vista atrás a otro punto BM1 cuyas coordenadas también se obtuvieron con el GPS navegador, para obtener las otras estaciones.

A partir de estos puntos se empezó con el levantamiento topográfico general de la zona del proyecto, de acuerdo a los términos de referencia, se tomó detalles como niveles de pisos, borde de carretera existente, canales de tierra y revestidas existentes, servicios existentes, las prospecciones realizadas para el estudio de suelos, etc., levantándose aproximadamente un área de 7.25 ha.

El modo levantamiento con Estación Total se hizo con el método de colección de datos por coordenadas.

2.5.- TRABAJOS DE GABINETE

Durante y una vez terminado el trabajo en campo de topografía se procedió al procesamiento en gabinete de la información topográfica en el software MDT, AUTOCAD CIVIL 3D, elaborando planos topográficos a escala 1:1000 en la planta y con una equidistancia de curvas de 1m; perfil longitudinal a 1:1000.

Los trabajos de gabinete consistieron básicamente en:

- Procesamiento de la información topográfica tomada en campo.
- Elaboración de planos topográficos y de ubicación a escalas adecuadas.

2.5.1.- SOFTWARE UTILIZADO

Los datos correspondientes al levantamiento topográfico han sido procesados en sistemas computarizados, utilizando los siguientes equipos y software:



- **01 LENOVO I5**

- Software “**Topcon link**”, para transmitir toda la información tomada en el campo a una PC.
- Software AutoCAD **CIVIL 3D** para el procesamiento de los datos topográficos.
- Software AutoCAD 2014 para la elaboración de los planos correspondientes.

2.5.2.- MEMORIA DE LOS TRABAJOS

Al final de cada trabajo se elabora una memoria que contenga los datos relevantes del levantamiento, incluyendo antecedentes, justificación, objetivos, criterios de diseño, personal, instrumental y equipo usados, normas, especificaciones y metodologías particulares empleadas, relación de los trabajos de campo con mención de las circunstancias que puedan haber influido en el desarrollo de los trabajos, información gráfica que muestre su ubicación, descripciones definitivas de los puntos, resultados de los cálculos y ajustes en forma de listados de parámetros finales.

2.5.3.- EQUIPOS UTILIZADOS

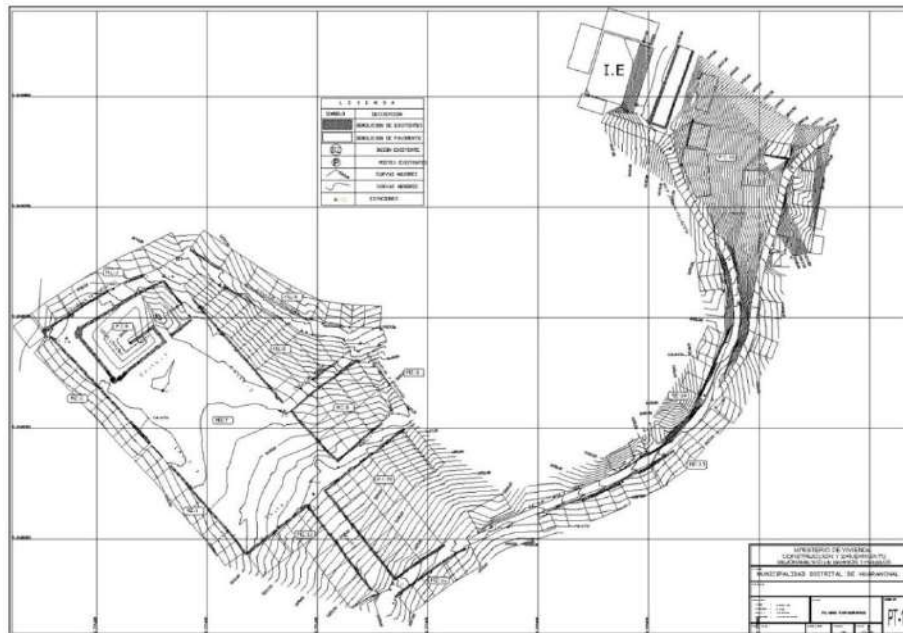
- Una Estación Total TOPCON ES105, con las siguientes especificaciones técnicas:
- Un trípode de soporte.
- Dos prismas con sus respectivos porta prismas.
- Un GPS GARMIN 62 SC.
- Wincha de fibra de lona de 50m.
- Libreta topográfica.
- Una cámara fotográfica.
- Pintura para especificar puntos de cambio.

2.5.4.- PERSONAL

- 01 Topógrafo a cargo de los equipos topográficos.
- 02 Personas encargadas de los prismas.

2.5.5.- DATOS OBTENIDOS DEL PROCESO (VER PLANO TOPOGRAFICO PT-01) LAJON

GRAFICO N° 09: plano topográfico de la localidad de LAJON



Elaboración del autor

TABLA N° 06: Tabla de resultados topográficos - BMs

TABLA DE BM s				
PUNTO #	NORTE(Y)	ESTE(X)	ELEVACION	DESCRIPCION
140	9145061.26	771434.25	1643.61	BM-3
220	9145080.39	771370.99	1643.95	BM-1
508	9145087.74	771477.75	1638.60	BM-4
559	9145021.86	771453.00	1647.63	BM-2
719	9144983.35	771487.81	1656.22	BM-5
1017	9145059.61	771630.04	1656.06	BM-6
1179	9145188.29	771600.32	1642.70	BM-7



Se ha elaborado planos topográficos del área de estudio a escala 1:500 con equidistancia de curvas de nivel a 1 m, la topografía procesada sirvió de base para la elaboración de los estudios definitivos del proyecto.

2.5.6.- PANEL FOTOGRÁFICO LAJON



En esta imagen se muestra la posta médica y el local comunal con sus veredas en mal estado y sus calles nunca antes pavimentadas



Veredas en mal estado y calles sin pavimentar



Calle principal de ingreso a la institución educativa sin veredas y sin pavimento



3.- ESTUDIO DE TRÁFICO

3.1.- CONSIDERACIONES DE DISEÑO

Para el diseño del pavimento rígido se estableció el método americano AASHTO, es uno de los métodos más utilizados a nivel internacional para el diseño de pavimentos de concreto hidráulico.

Las variables que intervienen en el diseño de los pavimentos constituyen en realidad la base del diseño del pavimento por lo que es importante conocer las consideraciones más importantes que tienen que ver con cada una de ellas para así poder realizar diseños confiables y óptimos al mismo tiempo.

El procedimiento de diseño normal es suponer un espesor de pavimento e iniciar a realizar tanteos, con el espesor supuesto calcular los Ejes Equivalentes y posteriormente evaluar todos los factores adicionales de diseño, si se cumple el equilibrio en la ecuación el espesor supuesto es resultado del problema, en caso de no haber equilibrio en la ecuación se deberán seguir haciendo tanteos para tomando como valor semilla el resultado del tanteo anterior. La convergencia del método es muy rápida.

3.2.- VARIABLES DE DISEÑO

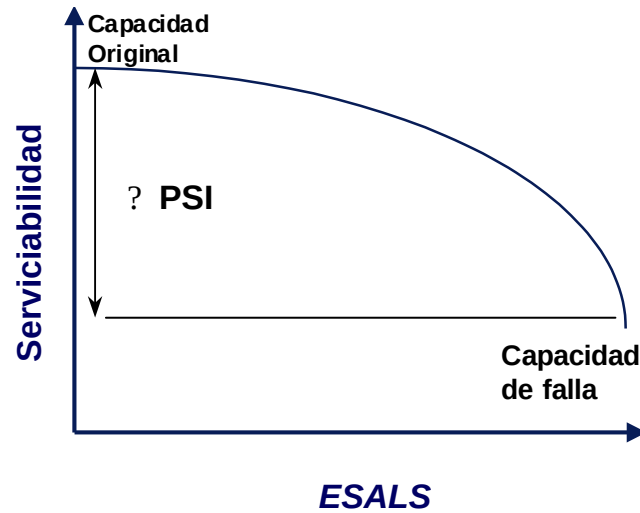
Para el diseño del pavimento rígido se estableció las siguientes variables:

Espesor: Es la variable que pretendemos determinar al realizar un diseño, el resultado del espesor se ve afectado por todas las demás variables que intervienen en los cálculos.

Es importante especificar lo que se diseña, ya que a partir de espesores regulares una pequeña variación en el espesor puede significar una variación importante en la vida útil.

Serviciabilidad: El procedimiento de Diseño AASHTO predice el porcentaje de pérdida de serviciabilidad (Δ PSI) para varios niveles de tráfico y cargas de ejes. Entre mayor sea el Δ PSI, mayor será la capacidad de carga del pavimento antes de fallar.

La serviciabilidad se define como la habilidad del pavimento de servir al tipo de tráfico (autos y camiones) que circulan en la vía, se mide en una escala del 0 al 5 en donde 0 (cero) significa una calificación para pavimento intransitable y 5 (cinco) para un pavimento excelente. La serviciabilidad es una medida subjetiva de la calificación del pavimento, sin embargo la tendencia es poder definirla con parámetros medibles como los son: el índice de perfil, índice de rugosidad internacional, coeficiente de fricción, distancias de frenado, visibilidad, etc.



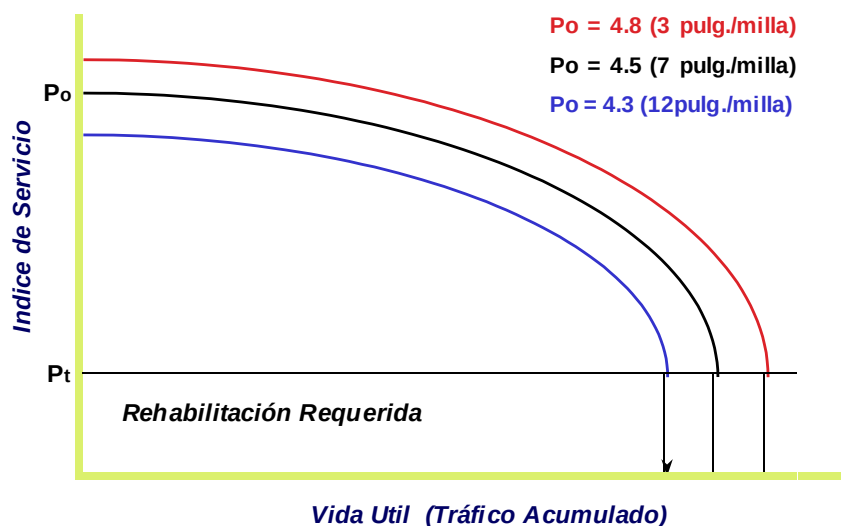
3.2.1.-Serviciabilidad Inicial (P_o). Es la condición que tiene un pavimento inmediatamente después de la construcción del mismo. Los valores recomendados por AASHTO para este parámetro son:

Para pavimento de Concreto = 4.5

Para pavimento de Asfalto = 4.2

Usando buenas técnicas de construcción, el pavimento de concreto puede tener una serviciabilidad $P_o = 4.7$ ó 4.8

Mientras mejor se construya inicialmente un pavimento, o bien, mientras mejor índice de serviciabilidad inicial tenga mayor será su vida útil, esto es debido a que las curvas de deterioro se comportan de manera paralela o con el mismo gradiente para unas condiciones determinadas, como se muestra a continuación:





Para nuestro diseño tendremos que la **serviciabilidad inicial (Po) es 4.5**, que corresponde a pavimentos de concreto.

3.2.2.- Serviciabilidad Final (Pt). La serviciabilidad final tiene que ver con la calificación que esperamos tenga el pavimento al final de su vida útil.

Los valores recomendados de Serviciabilidad Final Pt para el caso de Perú, son:

TABLA N° 07: tabla de los índices de serviciabilidad

Índice de serviciabilidad (Pt)	
Para autopistas	2.5
Para carreteras	2.0
Para zonas industriales	1.8
PAVIMENTOS URBANOS PRINCIPALES	1.8
Pavimentos urbanos secundarios	1.5

Fuente: elaboración propia de CE-010 pavimentos urbanos

Para nuestro diseño tendremos que la **serviciabilidad final (Pt) es 1.8**, que corresponde a pavimentos urbanos principales.

3.3.-TRÁFICO:

El Tráfico es una de las variables más significativas del diseño de pavimentos y sin embargo es una de las que más incertidumbre presenta al momento de estimarse. Es importante hacer notar que debemos contar con la información más precisa posible del tráfico para el diseño, ya que de no ser así podríamos tener diseños inseguros o con un grado importante de sobre diseño.

La metodología AASHTO considera la vida útil de un pavimento relacionada el número de repeticiones de carga que podrá soportar el pavimento antes de llegar a las condiciones de servicio final predeterminadas para el camino. El método AASHTO utiliza en su formulación el número de repeticiones esperadas de carga de Ejes Equivalentes, es decir, que antes de entrar a las fórmulas de diseño, debemos transformar los Ejes de Pesos Normales de los vehículos que circularán por el camino, en Ejes Sencillos Equivalentes de 18 kips (8.2 Ton) también conocidos como ESAL's.



Lo conducente es realizar los cálculos para el carril de diseño, seleccionado para estos fines por ser el que mejor representa las condiciones críticas de servicio de la calle o camino. Existen algunos factores que nos ayudan a determinar con precisión el tráfico que circulará por el carril de diseño.

Los pavimentos de concreto el AASHTO los diseña por fatiga. La fatiga la podemos entender como el número de repeticiones ó ciclos de carga y descarga que actúan sobre un elemento. En realidad al establecer una vida útil de diseño, en realidad lo que estamos haciendo es tratar de estimar, en un período de tiempo, el número de repeticiones de carga a las que estará sometido el pavimento.

La vida útil mínima con la que se debe diseñar un pavimento rígido es de 20 años, es común realizar diseños para 30, 40 ó más de 50 años. Adicionalmente se deberá contemplar el crecimiento del tráfico durante su vida útil, que depende en gran medida del desarrollo económico – social de la zona en cuestión, del mejoramiento de las características del pavimento se puede generar tráfico atraído e igualmente se debe considerar la capacidad de tráfico de la vía.

$$T_{vu} = T_{pa} \times FCT$$

T_{vu}: Tráfico en la vida útil

T_{pa}: Tráfico durante el primer año

FCT: Factor de crecimiento del tráfico, que depende de la

Tasa de Crecimiento Anual y de la Vida Útil

Tasa de Crecimiento Anual: Dependiendo de muchos factores, tales como el desarrollo económico - social, la capacidad de la vía, etc. Es normal que el tráfico vehicular vaya aumentando con el paso del tiempo, hasta que llega a un punto tal de saturación en el que el tráfico se mantiene prácticamente sin crecer.

Es conveniente proveer este crecimiento del tráfico, tomando en consideración una tasa de crecimiento anual con la que se calcula un factor de crecimiento del tráfico. La tasa de crecimiento pudiera variar de acuerdo a los tipos de vehículos, pueden crecer más unos tipos que otros.

A medida que un camino se va congestionando de tráfico su crecimiento se va haciendo más lento, este efecto debemos considerarlo pudiendo estimar una Tasa de Crecimiento Equivalente, para considerar las variaciones en el crecimiento durante la vida útil.



Es importante investigar adecuadamente la tasa de crecimiento apropiada para el caso en particular que se esté considerando. A continuación se muestran algunos valores típicos de tasas de crecimiento, sin embargo estos pueden variar según el caso.

TABLA N° 08: tabla de los Valores comunes de la tasa de crecimiento

Valores comunes de la tasa de crecimiento	
caso	Tasa de crecimiento
Crecimiento normal	1% a 3%
Vías completamente saturadas	0% a 1%
Con tráfico inducido *	4% a 5%
Alto crecimiento *	Mayor a 5%

- * solamente durante 3 a 5 años

Fuente: elaboración propia de CE-010 pavimentos urbanos

Factor de Crecimiento del Tráfico: El factor de crecimiento del tráfico considera los años de vida útil más un número de años adicionales debidos al crecimiento propio de la vía.

$$FCT = ((1+g) - 1)/g$$

g: Tasa de Crecimiento

n: Años de Vida Útil

Factor de Sentido: Del total del tráfico que se estima para el diseño del pavimento deberá determinarse el correspondiente a cada sentido de circulación, esto se realiza mediante la introducción del Factor de Sentido, cuyos valores recomendados son:

Un sentido de circulación = 1.0

Doble Sentido de Circulación = 2.00

Para nuestro diseño tendremos que el **factor de sentido es de 2**, que corresponde a una vía de doble sentido.

3.3.1.- Factor de Carril:



El factor de Carril es un coeficiente que nos permite estimar que tanto del tráfico en el sentido de diseño circula por el carril de diseño. En una vía de un solo carril en el sentido de circulación de diseño, obviamente el 100% del tráfico circulará por ese carril que al mismo tiempo será nuestro carril de diseño. Una vía con dos carriles en el sentido de diseño, dependiendo del tipo de camino: carretero ó urbano, y de que tan saturada esté la vía, pueda ser que sobre el carril de diseño circule entre un 50% a un 80% del tráfico en ese sentido.

El AASHTO recomienda algunos valores, sin embargo no necesariamente deben utilizarse:

TABLA N° 09: tabla del N° de carriles

Número de carriles	Factor carril
1	1
2	080 a 1.00
3	060 a 080
4	0.50 a 0.75

Nota: estos se asemejan más a los de carreteras

Para nuestro diseño tendremos que el **factor de carril es 1**, que corresponde a una vía de un solo carril.

Factor de Equivalencia del Tráfico: Las fórmulas que permiten convertir el número de ejes de pesos normales a ejes equivalentes dependen del espesor del pavimento, de la carga del eje, del tipo de eje y de la serviciabilidad final que pretendemos para el pavimento. A continuación se muestran dichas fórmulas.

$$Fec = - \frac{W_{t18}}{W_{tx}}$$

$$\text{Log} \frac{W_{tx}}{W_{t18}} = 4.62 \text{ Log } (18+1) - 4.62 \text{ Log } (L_x + L_2) + 3.28 \text{ Log } (L_2) + \frac{G_t}{\beta_x} - \frac{G_t}{\beta_{18}}$$

$$G_t = \text{Log} \frac{4.5 - P_t}{4.5 - 1.5} \quad \beta_x = 1 + \frac{3.63 (L_x + L_2)^{5.20}}{(D + 1)^{8.46} (L_2)^{3.52}}$$

En Donde:



W_{tx} = # Aplicaciones de carga definida al final del tiempo t

W_{t18} = # Aplicaciones de carga equivalente al final del tiempo t

L_x = Carga del eje en kips

L_2 = Código de eje cargado:

$L_2 = 1$ Para eje Sencillo

$L_2 = 2$ Para eje Tándem

$L_2 = 3$ Para eje Tri dem

El tráfico pesado es el que mayor daño produce a los pavimentos por lo que deberá estimarse con la mayor precisión posible. Como ejemplo podemos mencionar que el daño que produce una sola aplicación de carga de un camión semi-remolque de 36 Ton. Equivale al daño que producen 9,523 repeticiones de carga de un vehículo tipo automóvil.

Otro factor importante a considerar es la sobrecarga, debemos conocer con la mayor certeza posible los pesos de los ejes de los vehículos que estarán circulando sobre el pavimento que estamos diseñando, ya que las sobrecargas generan un daño muy importante al pavimento y su crecimiento es de orden exponencial.

Transferencia de Cargas: La transferencia de carga es la capacidad que tiene una losa del pavimento de transmitir fuerzas cortantes con sus losas adyacentes, con el objeto de minimizar las deformaciones y los esfuerzos en la estructura del pavimento, mientras mejor sea la transferencia de cargas mejor será el comportamiento de las losas del pavimento.

El método AASHTO considera la transferencia de cargas mediante el factor de transferencia de cargas J .

La efectividad de la Transferencia de Carga entre losas adyacentes depende de varios factores:

Cantidad de Tráfico

Utilización de Pasa juntas

Soporte Lateral de las Losas

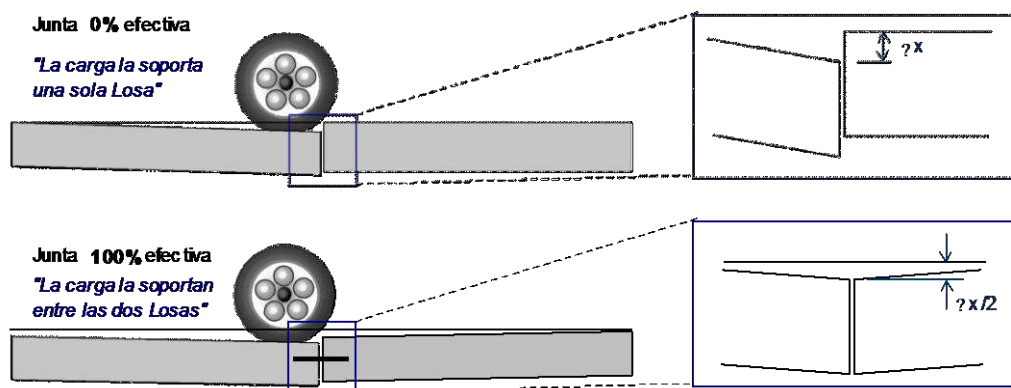
Una manera de transferir la carga de una losa a otra es mediante la trabazón de agregados que se genera en la grieta debajo del corte de la junta, sin embargo esta forma de transferir carga solamente se recomienda para vías con tráfico ligero.

La utilización de Pasa juntas es la manera más conveniente de lograr la efectividad en la transferencia de cargas, los investigadores recomiendan evaluar dos criterios para determinar

la conveniencia de utilizar Pasa juntas. Utilizar Pasa juntas cuando:

- a) El tráfico pesado sea mayor al 25% del tráfico total.
- b) El número de Ejes Equivalentes de diseño sea mayor de 5.0 millones de ESAL's.

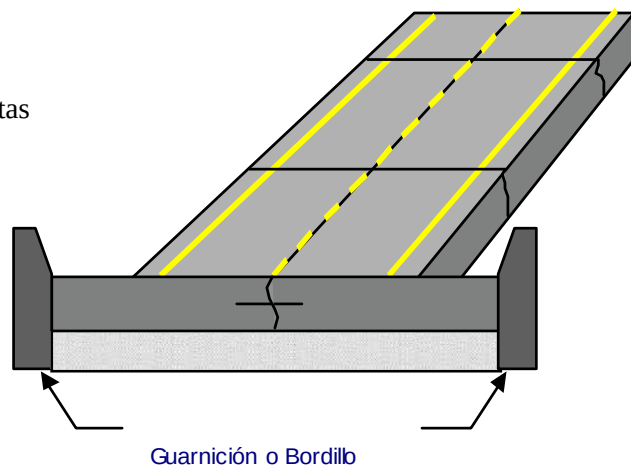
El Coeficiente de Transferencia de Carga considera el esfuerzo de transferencia a través de la junta o grieta.



3.3.2.- Soporte Lateral: El confinamiento que produce el soporte lateral contribuye a reducir los esfuerzos máximos que se generan en el concreto por efecto de las cargas. Un pavimento de concreto puede considerarse lateralmente soportado cuando tenga algunas de las siguientes características en su sección:

Carril Ancho $\geq a$ m

Confinamiento con Guarniciones o Banquetas



El diámetro, longitud y separación de las Pasa juntas está en función del espesor de las losas principalmente. Algunas recomendaciones prácticas para la selección de la Barra son las siguientes:



TABLA N° 10: tabla para determinar el espesor de pavimento rígido

Espesor de Losa		Barras Pasajuntas					
		Diámetro		Longitud		Separación	
cm	in	mm	in	cm	in	cm	in
13 a 15	5 a 6	19	3/4	41	16	30	12
15 a 20	6 a 8	25	1	46	18	30	12
20 a 30	8 a 12	32	1 1/4	46	18	30	12
30 a 43	12 a 17	38	1 1/2	51	20	38	15
43 a 50	17 a 20	45	1 3/4	56	22	46	18

Para nuestro diseño tendremos que el espesor de losa está en el rango de 20 a 30 cm, por lo tanto corresponde una barra de refuerzo 1", con una longitud de 46 cm, espaciadas cada 30 cm.

3.3.3.- Propiedades del Concreto:

Son dos las propiedades del concreto que influyen en el diseño de un pavimento de concreto y en su comportamiento a lo largo de su vida útil:

Resistencia a la tensión por flexión ($S'c$) o Módulo de Ruptura (MR)

Módulo de Elasticidad del Concreto (E_c)

3.3.4.- Módulo de Ruptura (MR):

Debido a que los pavimentos de concreto trabajan principalmente a flexión es recomendable que su especificación de resistencia sea acorde con ello, por eso el diseño considera la resistencia del concreto trabajando a flexión, que se le conoce como resistencia a la flexión por tensión ($S'c$) o Módulo de Ruptura (MR) normalmente especificada a los 28 días.

Los valores recomendados para el Módulo de Ruptura varían desde los 41 kg/cm² (583 psi) hasta los 50 kg/cm² (711 psi) a 28 días dependiendo del uso que vayan a tener. En seguida se muestran valores recomendados:

TABLA N° 11: tabla para determinar el tipo de pavimento

Tipo de pavimento	MR recomendado	
Autopistas	48.0	682.70
Carreteras	48.0	682.70
Zonas Industriales	45.0	640.10
Urbanas Principales	45.0	640.10



Urbanas Secundarias	45.0	597.40
---------------------	------	--------

Para nuestro cálculo se consideró un **Módulo de Ruptura 640.1psi**, que corresponde a un pavimento de **urbanas principales**.

3.3.5- Módulo de Ruptura Promedio:

La metodología de diseño de AASHTO permite utilizar la resistencia a la flexión promedio, que se haya obtenido del resultado de ensayos a flexión de las mezclas diseñadas para cumplir la resistencia especificada del proyecto.

Estos resultados dependen de las condiciones de control y calidad que tenga el fabricante del concreto en sus procesos.

En todos los casos se recomienda que sea Concreto Premezclado Profesionalmente.

MR promedio = MR especificado + Zr x (Desviación Estándar* del MR)

Valores típicos de la Desviación Estándar		Promedio
Concreto	6% a 12%	9.0%
Mezclado	5% a 10%	7.5%

3.3.6.- Módulo de Elasticidad:

El Módulo de Elasticidad del concreto está íntimamente relacionado con su Módulo de Ruptura y se determina mediante la norma ASTM C469. Existen varios criterios con los que se puede estimar el Módulo de Elasticidad a partir del Módulo de Ruptura. Los dos más utilizados son:

- **$E_c = 6,750 * MR$**
- **$E_c = 26,454 \times (MR)^{0.77}$**

Estas fórmulas aplican con unidades inglesas.

3.3.7.- Resistencia de la Subrasante:

La resistencia de la sub rasante es considerada dentro del método por medio del Módulo de Reacción del Suelo K que se puede obtener directamente mediante la prueba de placa.

El módulo de reacción de suelo corresponde a la capacidad portante que tiene el terreno natural en

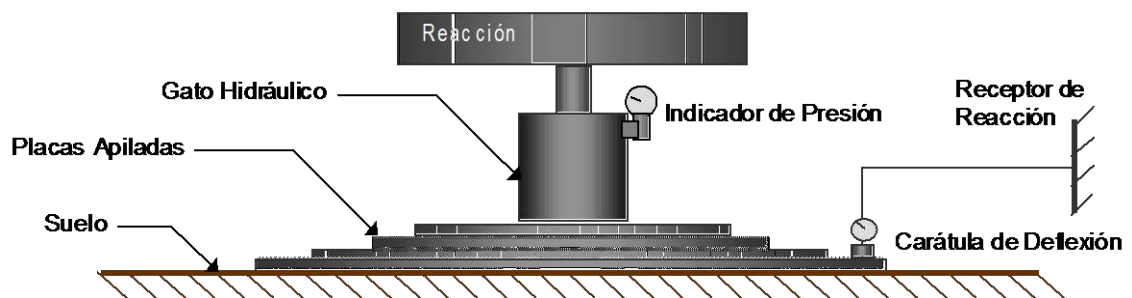


donde se soportará el cuerpo del pavimento. El valor del módulo de reacción (K) se puede obtener directamente del terreno mediante la prueba de placa ASTM D1195 y D1196. El valor de K representa el soporte (terreno natural y terraplén si lo hay) y se puede incrementar al tomar la contribución de la sub-base.

Cuando se diseña un pavimento es probable que se tengan diferentes valores de K a lo largo del tramo por diseñar, el método AASHTO recomienda utilizar el valor promedio de los módulos K para el diseño estructural.

Esquema de la prueba de placa

GRAFICO N° 10: clasificación de suelos



Tipo de Suelo	SUCS	Densidad Seca lb/ft3	CRB %	K * pci
Suelos Granulares				
Grava	GW, GP	125 a 140	60 a 80	300 a 450
		120 a 130	35 a 60	300 a 400
Arena Gruesa	SW	110 a 130	20 a 40	200 a 400
Arena Fina	SP	105 a 120	15 a 25	150 a 300
Suelos de Material Granular con Alto Contenido de Finos				
Grava - Limosa	GM	130 a 145	40 a 80	300 a 500
Grava - Arena - Limosa				
Arena - Limosa	SM	120 a 135	20 a 40	300 a 400
Arena - Limo - Gravosa				
Grava - Arcillosa	GC	120 a 140	20 a 40	200 a 450
Grava - Arena - Arcillosa				
Arena - Arcillosa	SC	105 a 130	10 a 20	150 a 350
Suelos de Material Fino				
Limo	ML, OL	90 a 105	4 a 8	25 a 165
Limo - Arenoso		100 a 125	5 a 15	40 a 220
Limo - Gravoso				
Limo Mal Graduado	MH	80 a 100	4 a 8	25 a 190
Arcilla Plástica	CL	100 a 125	5 a 15	25 a 255
Arcilla Medianamente Plástica	CL, OL	95 a 125	4 a 15	25 a 215
Arcilla Altamente Plástica	CH, OH	80 a 110	3 a 5	40 a 220



3.3.8.- Drenaje:

En cualquier tipo de pavimento, el drenaje, es un factor determinante en el comportamiento de la estructura del pavimento a lo largo de su vida útil, y por lo tanto lo es también en el diseño del mismo. Es muy importante evitar que exista presencia de agua en la estructura de soporte, dado que en caso de presentarse esta situación afectará en gran medida la respuesta estructural del pavimento.

Aspectos que debemos de cuidar para evitar que el agua penetre en la estructura de soporte:

Mantener perfectamente selladas las juntas del pavimento.

Sellar las juntas entre pavimento y acotamiento o cuneta.

Colocar barreras rompedoras de capilaridad (en donde se requiera)

Utilizar cunetas, bordillos, lavaderos, contra cunetas, subdrenajes, etc.

Tener agua atrapada en la estructura del Pavimento produce efectos nocivos en el mismo, como pueden ser:

- Reducción de la resistencia de materiales granulares no ligados.
- Reducción de la resistencia de la sub rasante.
- Expulsión de finos
- Levantamientos diferenciales de suelos expansivos
- Expansión por congelamiento del suelo

Algunos de estos fenómenos se pueden minimizar cuando se utilizan bases estabilizadas con cemento o bases de relleno fluido.

Los valores recomendados para el coeficiente de drenaje deberán estar entre 1.0 y 1.10

Para nuestro cálculo se consideró un **Coeficiente de Drenaje de 1.0.**

3.3.9.- Confiabilidad R:

La confiabilidad está definida como "la probabilidad de que un pavimento desarrolle su función durante su vida útil en condiciones adecuadas para su operación"

Otra manera de entender la confiabilidad, por ejemplo es: si se considera una confiabilidad "R" del 80% estaríamos permitiendo que el 20% de las losas del pavimento alcancen al final de su vida útil una serviciabilidad igual a la serviciabilidad final seleccionada en el diseño.



TABLA N° 12: tabla para determinar la confiabilidad

Tipo de pavimento	Confiabilidad R
Autopistas	95 %
Carreteras	80 %
Rurales	70 %
Zonas Industriales	65 %
URBANAS PRINCIPALES	60 %
Urbanas Secundarias	50 %

Para nuestro cálculo se consideró una **Confiabilidad de 60%.**

Como se menciona anteriormente la confiabilidad puede relacionarse con un Factor de Seguridad, a continuación se presentan los factores de seguridad aproximados a los que corresponde la confiabilidad. Estos factores de seguridad van asociados con la Desviación Estándar "So".

Desviación Estándar	Confiabilidad "R"					
	50 %	60 %	70 %	80 %	90 %	95.00 %
0.30	1.00	1.19	1.44	1.79	2.42	3.12
0.35	1.00	1.23	1.53	1.97	2.81	3.76
0.39	1.00	1.26	1.60	2.13	3.16	4.38
0.40	1.00	1.26	1.62	2.17	3.26	4.55



4.- ESTUDIO HIDROLÓGICO

4.1.-GENERALIDADES

4.1.1.- INTRODUCCIÓN

El Estudio Hidrológico para este proyecto tiene como objeto disponer del régimen hídrico en los cursos de agua por donde cruza la vía y la determinación de las obras de arte en los lugares apropiados Vía Principal.

A lo largo del proyecto se pueden identificar cauces de pequeñas escorrentías, las mismas que en época esporádicas no muy frecuentes conducen un volumen significativo de agua hasta los puntos en donde serán ubicadas las obras de arte según corresponda, para poder conducir el agua de lluvia de una manera eficiente y segura en las calles y avenidas del proyecto, así mismo se identificarán las volúmenes de escorrentías generadas dentro de la zona de estudio y el lugar de tránsito, esto permitirá dimensionar estructuras que permitirán evacuarla de manera segura.

4.1.2.- OBJETIVOS.

- Evaluar el caudal máximo de diseño en base a la información hidrológica disponible.
- Estimar las dimensiones de la cuneta que debiera tener la obra de arte para evacuar el caudal máximo, garantizando la continuidad del servicio en los períodos de lluvia desfavorable.
- Preservar la estabilidad de la superficie y del cuerpo de la plataforma de las calles.

4.1.3.- DEFINICION DE TERMINOS EMPLEADOS.

- **Cuenca.-** La superficie de terreno cuya escorrentía superficial fluye en su totalidad a través de una serie de corrientes, ríos y, eventualmente, lagos hacia el mar por una única desembocadura, estuario o delta.
- **Caudal o aportación.-** Cantidad de agua que pasa por un punto específico en un sistema hidráulico en un momento o periodo dado.
- **Caudal base.-** Caudal en los ríos y cauces menores que discurre en estiaje, que normalmente procede de la descarga de aguas subterráneas.
- **Área de la cuenca (A).-** El área de la cuenca es probablemente la característica geomorfológica más importante para el diseño. Está definida como la proyección horizontal de toda el área de drenaje de un sistema de escorrentía dirigido directa o indirectamente a un mismo cauce natural.



- **Longitud.-** La longitud, L , de la cuenca puede estar definida como la distancia horizontal del río principal entre un punto aguas abajo (estación de aforo) y otro punto aguas arriba donde la tendencia general del río principal corte la línea de contorno de la cuenca.
- **Perímetro.-** El perímetro de la cuenca o la longitud de la línea de divorcio de la hoya es un parámetro importante, pues en conexión con el área nos puede decir algo sobre la forma de la cuenca. Usualmente este parámetro físico es simbolizado por la mayúscula P .
- **Ancho de la cuenca.-** El ancho se define como la relación entre el área (A) y la longitud de la cuenca (L) y se designa por la letra W .
- **Pendiente.-** Es una medida de la inclinación de la superficie del fondo en el sentido de la corriente. Se expresa como la tangente del ángulo que forma la horizontal con la línea del fondo en sentido longitudinal.
- **Aguas abajo.-** Con relación a una sección de un curso de agua, se dice que un punto está aguas abajo, si se sitúa después de la sección considerada, avanzando en el sentido de la corriente. Otra expresión también usada es río abajo.
- **Aguas arriba.-** Es el contrario de la definición anterior. También se puede decir río arriba.
- **Precipitación.-** Es cualquier agua meteórica recogida sobre la superficie terrestre. Esto incluye básicamente: lluvia, nieve y granizo.
- **Intensidad de la precipitación.-** Es la altura de precipitación por unidad de tiempo, generalmente se expresa en mm/h (milímetros por hora)
- **Margen derecha.-** Si nos imaginamos parados en el medio del río, mirando hacia donde corre el río, es decir mirando aguas abajo, la margen derecha es la orilla que se encuentra a nuestra derecha.
- **Margen izquierda.-** Si nos imaginamos parados en el medio del río, mirando hacia donde corre el río, es decir mirando aguas abajo, la margen izquierda es la orilla que se encuentra a nuestra izquierda.
- **Máximo pelo de agua.-** Es el máximo ordinario de pelo de agua refiere al nivel más alto alcanzado por un cuerpo de agua que se mantiene por un periodo suficiente de tiempo para dejar evidencia en el paisaje.
- **Tasa de escurrimiento (Coeficiente de escurrimiento).-** Relación entre el volumen de agua que se precipita sobre una superficie determinada y el volumen de agua que escurre de la misma superficie. Una superficie totalmente impermeable, como puede ser un



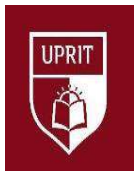
estacionamiento asfaltado, el coeficiente es casi igual a 1,0 pues solamente dejará de escurrir el agua que se evapora.

- **Tiempo de concentración.-** El tiempo de concentración de una determinada cuenca hidrográfica es el tiempo necesario para que el caudal saliente se estabilice, cuando la ocurrencia de una precipitación con intensidad constante sobre toda la cuenca.
- **Hidrograma unitario.-** Es el hidrograma de escorrentía directa que se producirá en la salida de la cuenca si sobre ella se produjera una precipitación neta de una duración determinada.
- **Obras de arte.-** Conjunto de estructuras destinadas a cruzar cursos de agua, sostener terraplenes y taludes, drenar las aguas que afectan al camino, evitar las erosiones de los terraplenes, etc.
- **Canaleta.-** Es una obra de arte del sistema de drenaje debajo del pavimento, construida en forma transversal al eje. Por lo general se ubica al costado de las veredas.
- **Baden.-** Es una obra de arte del sistema de drenaje de una carretera, construida en forma transversal al eje. Por lo general se ubica en quebradas, cursos de agua.
- **Bombeo.-** Inclinação transversal de la superficie de rodadura del camino, que facilita el drenaje superficial.

4.2.- TRABAJOS DE CAMPO

Los trabajos de campo consistieron mayormente en evaluaciones in situ de los parámetros hidrológicos de las quebradas y fuentes de aguas que atraviesan las calles, lo que consistió en un recorrido y evaluación in situ de los diferentes parámetros, esta actividad fue llevada a cabo mediante las siguientes labores:

- Movilización de personal y equipos a la zona correspondiente.
- Un recorrido de la carretera donde el responsable pudo realizar las observaciones en campo necesarias para la obtención de parámetros hidrológicos e hidráulicos, y las obras de arte existentes.
- Características del tipo de suelo y uso de la tierra.
- Inventario y levantamiento de las obras de arte existentes.
- Verificación del estado de las obras de arte existentes.



4.3.- TRABAJOS DE GABINETE

- Los trabajos de gabinete se desarrollan para poder publicar en un informe escrito la descripción de las observaciones y trabajos elaborados en campo y una detallada evaluación de los resultados. Este informe final consiste en:
- Generalidades; en este primer capítulo se describe la introducción, los objetivos del estudio, importancia del estudio, definición de términos empleados y la metodología empleada usada en la elaboración del presente informe.
- Información básica; conteniendo la ubicación del área de estudio, la ubicación de las calles y avenidas, cuencas de interés, climatología, los parámetros climáticos y una pequeña clasificación del clima en la zona.
- Análisis hidrológico, conteniendo los siguientes ítem: Información Pluviométrica – Precipitación máxima en 24 horas, Análisis de consistencia, Análisis de frecuencia, Parámetros físicos y geomorfológicos de las cuencas y los parámetros hidrológicos a utilizar en el proyecto.

4.3.1.- MICROCUENCAS DE INTERES

Se han identificado para un mejor y más fácil entendimiento de la zona un total de 34 Microcuencas de interés, de la información cartográfica disponible que corresponde a Cartas Nacionales IGN a escala 1:100,000 (Carta Nacional 10–D, las cuales varían desde los 0.00019 Km² hasta los 0.72 Km².

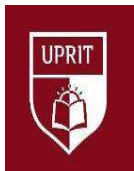
4.3.2.- CLIMATOLOGIA

La zona de estudio se ubicada en el distrito de Huaranchal localidad de El Lajón, razón por la que, para la descripción de los principales parámetros climatológicos (precipitación y temperatura) han sido evaluados de informes de análisis cercanos a la ciudad. La entidad encargada del manejo y operación de la mayoría de los parámetros climatológicos es el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI).

4.3.3.- PARAMETROS CLIMATICOS

4.3.3.1.-PRECIPITACION

La variable precipitación es tomada de la estación Callancas debido a que se ubicada de forma más directa a la zona de influencia de la zona de estudio.



La precipitación promedio de 800 mm anuales, siendo los meses de mayores lluvias, los de febrero y marzo.

4.3.3.2.- TEMPERATURA

Caracterizada por una temperatura que oscila entre los 7.6° y 24° C. Tiene una temperatura media de 15.8° grados centígrados.

4.3.3.3.- CLASIFICACION CLIMATICA

Su territorio se encuentra en la sierra interandina y es una zona semi- tropical, de altas precipitaciones pluviales,; en la estación de lluvias la atmósfera es muy húmeda, debido a las espesas neblinas que reinan casi constantemente, en especial por las tardes; pero, en la época de estiaje (mayo a diciembre).

4.3.4.- ANALISIS HIDROLOGICO

4.3.4.1.- INFORMACION PLUVIOMETRICA – PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HRS.

La información Hidrometeorológica disponible en la zona del proyecto corresponde a información pluviométrica con registros **máximos en 24 horas** de las siguientes estaciones. A continuación se presenta un cuadro con las estaciones utilizadas en el estudio y las precipitaciones máximas en 24 horas.

Los datos empleados, corresponden a los valores de precipitaciones máximas en 24 horas registradas; estos datos se presentan a continuación.

TABLA N° 13: Estación meteorológica

Estación	Nombre	Latitud	Longitud	Altitud (m.s.n.m)
Estación	Callancas	07° 46' 9"S"	78° 28' 38"W"	1532

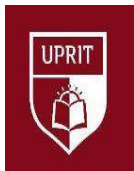


Grafico N° 01 Estación meteorológica Callancas



TABLA N° 14: Información meteorológica – precipitación máxima 24 horas

"propuesta de diseño de pavimento rígido para el mejoramiento de la transitabilidad vehicular y peatonal de la localidad de lajón, distrito huaranchal – otuzco la libertad "				
ESTACIÓN :	CALLANCAS			1532 msnm
Latitud	Longitud	Distrito	Provincia	Departamento
07° 46' 9"S"	78° 28' 38"W"	Huaranchal	La Libertad	La Libertad

DATOS DE PRECIPITACIÓN MAX. EN 24 H EN mm (SENAMHI)	
Año	Pp Máx (mm)
1990	25.90
1991	42.50
1992	37.90
1993	33.80
1994	20.80
1995	24.70
1996	36.00
1997	34.00
1998	37.50
1999	24.30
2000	26.90
2001	41.00
2002	46.50
2003	22.00
2004	38.50



2005	33.10
2006	32.10
2007	34.20
2008	39.60
2009	37.30
2010	32.80
2011	40.70
2012	39.20
2013	31.50
2014	21.30

OBSERVACIONES

4.3.5.- ANALISIS DE FRECUENCIA

Los registros de precipitaciones máximas en 24 horas fueron analizadas estadísticamente (Gumbell, Normal, Gamma, Log Normal, y el de Logaritmos Pearson Tipo III); previamente los registros fueron sometidos a la prueba de datos dudosos. Se adoptó la distribución Gamma, para periodos medios de recurrencia de 5, 25, 50, 100, 200, y 500 años, por corresponder a la distribución de menor error de estimación.

El período de retorno deberá considerarse de 2 a 10 años.

(NORMA TÉCNICA O.S. 060 DRENAJE PLUVIAL URBANO)

Es importante también mencionar que el análisis de la distribución Log Pearson III, se ha trabajado en forma independiente.

4.3.5.1.- PARAMETROS FISICOS Y GEOMORFOLOGICOS DE LAS MICROCUENCAS

Para el estudio y determinación de los parámetros geomorfológicos se precisa de la información cartográfica de la topografía, del uso del suelo y de la permeabilidad de la



región en estudio, así se ha utilizado la carta nacional 10 - D en escala 1:100,000 y el plano topográfico del área de influencia de la zona de estudio.

Se ha iniciado por ubicar los puntos del eje de la carretera, para así tener un estudio completo de las variables coexistentes en la cuenca: tanto en las excitaciones y el sistema físico, como en las respuestas del sistema de la hoya hidrográfica.

Se ha delimitado las cuencas que atraviesan el camino vecinal incluyéndose el área en estudio de las cuencas y la pendiente.

A continuación se presenta un cuadro de los parámetros geomorfológicos de las microcuencas analizadas.



TABLA N° 15: Parámetros Geomorfológicos cuencas de interés al mes febrero 2016
máximo de lluvias

Estación : CALLANCAS , Tipo Automtica - Meteorológica								
Departamento : LA LIBERTAD			Provincia : OTUZCO			Distrito : CHARAT		Ir : 2018-02 ▼
Latitud : 7° 46' 2.9"			Longitud : 78° 28' 38.2"			Altitud : 1532		
Día/mes/año	Temperatura (°c)			Humedad (%)	Lluvia (mm)	Presión (mb)	Velocidad del Viento (m/s)	Direccion del Viento
	Prom	Max	Min					
01-Feb-2016	19.96	22.2	18.2	89.5	0	851.03	1.18	292
02-Feb-2016	19.23	23.7	17.6	91.17	0	850.63	2.02	281
03-Feb-2016	19.38	23.2	17.6	90.5	0	850.85	1.58	289
04-Feb-2016	375.27	8554	17.3	-4597.04	-999	774.44	26.3	286
05-Feb-2016	20.86	26.3	17.9	82.79	.1	851.09	2.13	288
06-Feb-2016	20.66	25.4	18.2	85.88	0	851.01	1.86	285
07-Feb-2016	21.68	26.6	18.4	80.46	0	849.7	1.94	288
08-Feb-2016	19.71	23.5	17.8	90.38	.1	850.85	1.19	282
09-Feb-2016	19.2	22.1	17.5	87.75	0	851.86	1.2	281
10-Feb-2016	19.96	23.4	17.2	84.5	-999	774.9	-40.32	50
11-Feb-2016	20.97	27.2	17.8	80.21	0	851.25	1.44	287
12-Feb-2016	19.3	23.5	17	85.11	0	851.12	1.66	16
13-Feb-2016	-123.63	23.8	-999	-80.43	-999	585.41	-141.3	84
14-Feb-2016	21.55	26.3	17.8	73.96	0	848.33	2.39	220
15-Feb-2016	21.49	25.7	18.1	78	0	847.87	2.15	65
16-Feb-2016	21.21	26.3	17.4	76.63	0	847.93	2.31	112
17-Feb-2016	21.16	26.5	17.9	81.17	.1	850.12	1.84	289
18-Feb-2016	21.9	28.3	18.2	77.63	0	850.68	2.03	285
19-Feb-2016	22.76	28.6	18.1	71.46	0	849.59	2.24	9
20-Feb-2016	22.11	27.4	19.1	76.42	.1	848.84	2.4	158
21-Feb-2016	21.21	26.9	18.1	81.38	0	849.06	1.81	298
22-Feb-2016	20.98	25	18.4	83.13	.1	849.61	2.53	291
23-Feb-2016	20.64	26	18.7	86.46	0	850.33	1.39	284
24-Feb-2016	21.43	27.8	18	83.13	0	851.31	1.32	291
25-Feb-2016	21.27	27.3	18.7	85.79	0	851.28	.83	89
26-Feb-2016	20.54	24	18.8	88.08	0	851.13	1.94	285
27-Feb-2016	20.33	25.6	18.3	86.96	.1	850.63	2.02	16
28-Feb-2016	19.88	24.1	18.2	92.17	0	851.34	1.04	36
29-Feb-2016	20.47	24.6	18.7	91.43	0	851.67	1.14	95



4.3.6.- PARAMETROS HIDROLOGICOS

4.3.6.1.- ELECCION DEL TIEMPO DE RETORNO

Estimamos el período de retorno mediante la siguiente fórmula:

$$R = 1 - \left(1 - \frac{1}{T}\right)^n$$

Dónde:

R = Riesgo asumido

n = Años de vida útil

T = Tiempo de retorno

Riesgo

El riesgo estimado de falla de la estructura en este caso particular se está asumiendo un riesgo aceptable del 20%, de acuerdo a las recomendaciones del Manual para el diseño de caminos no pavimentados de bajo volumen de tránsito.

Años de vida útil

Se estima como vida útil de las obras de arte un promedio de 5 años.

Con la fórmula anteriormente dada, calculamos el tiempo de retorno:

$$T = \frac{1}{1 - (1 - R)^{\frac{1}{n}}}$$

Cuadro N° 05 Periodos de retorno considerados

Tipo de Obra	Periodo de retorno (años)
CANALETA	50

4.3.7.- TIEMPO DE CONCENTRACION

Una de las variables que caracteriza la escorrentía superficial es el tiempo de concentración.

El tiempo de concentración mide el tiempo que se necesita para que toda la cuenca contribuya con la escorrentía superficial. Para su determinación se utilizan las conocidas formulas planteadas por Kirpich y el US Corps. Of Engineers.



Fórmula de Kirpich:

$$T_c = 0,0078 \frac{L^{0,77}}{S^{0,385}}$$

Dónde:

T_c = Tiempo de concentración en minutos

L = Longitud del cauce principal en m

S = Pendiente entre altitudes máximas y mínimas del cauce en m/m

Formula Del US Corps of Engineers:

$$T_c = 0,3 \frac{L^{0,76}}{S^{0,19}}$$

Dónde:

T_c = Tiempo de concentración en horas

L = Longitud del cauce en km

S = Pendiente en m/m.

4.3.8.- INTENSIDAD DE LLUVIA

Para la estimación de la escorrentía se realizará un cálculo de la precipitación de diseño a partir de la precipitación máxima en 24 horas. Para tal efecto, se utilizará la metodología publicada de Dick

$$I_{(t,T)} = P_{24h} \left(\frac{d}{1440} \right)^{0.25}$$

and Pescke, extraída de la publicación Modelamiento Hidrológico e Hidráulico en Obras Viales. Esta relación permite estimar la lluvia máxima P para una duración D estimada entre 8 y 1440 minutos. A continuación se describe la metodología utilizada:

Dónde:

P_{24h} = Precipitación máxima en 24 horas (según tiempo de retorno)

d = Duración de la lluvia (minutos)



La intensidad se halla dividiendo la precipitación Pd entre la duración.

Las curvas de intensidad-duración-frecuencia, se han calculado indirectamente, mediante la siguiente relación:

$$I = \frac{KT^m}{t^n}$$

Dónde:

I = Intensidad máxima (mm/h)

K, m, n = factores característicos de la zona de estudio

T = período de retorno en años

t = duración de la precipitación equivalente al tiempo de concentración (min)

4.3.9.- ESCORRENTIA

Para el diseño de las obras de arte se emplearán los siguientes periodos de retorno.

4.3.10.- METODO RACIONAL

Para cuencas pequeñas (Área < 13 km²) norma 060OS, donde predomina los fenómenos de concentración del caudal, se aplica:

4.3.11.- EL MÉTODO RACIONAL

Cuya representación formal es $Q = CIA$, donde C es el coeficiente de escorrentía, I es la intensidad de la lluvia para una duración igual al tiempo de concentración de la cuenca y A es el área de drenaje.

Para la aplicación de esta fórmula, el coeficiente de escorrentía “C”, es determinado en función a los cuadros 4.1.2.b; y 4.1.2.c del “Manual de Hidrología e Hidráulica del Ministerio de Transportes”; en el cuadro No. 11, se muestra el cálculo del valor C para el presente proyecto.



TABLA N° 16: Coeficiente de Escorrentía (C) – Método racional

Coef.	Factor	Condición	Valor
K1	Relieve del terreno	Accidentado, pendiente entre 10% y 30%	30
K2	Permeabilidad del suelo	Permeable	20
K3	Vegetación	Bastante. Hasta el 50% de la superficie	20
K4	Capacidad de retención	Poca	15
TOTAL=			70
K=			0.71

TABLA N° 17: Valores para la determinación del coeficiente de escorrentía
Coeficiente de Escorrentía C – Método Racional (*)

Condición	Valores			
1. Relieve del terreno	K ₁ = 40 Muy accidentado pendiente superior al 30%	K ₁ = 30 Accidentado pendiente entre 10% y 30%	K ₁ = 20 Ondulado pendiente entre 5% y 10%	K ₁ = 10 Llano pendiente inferior al 5%
2. Permeabilidad del suelo	K ₂ = 20 Muy impermeable roca sana	K ₂ = 15 Bastante impermeable arcilla	K ₂ = 10 Permeable	K ₂ = 5 Muy permeable
3. Vegetación	K ₃ = 20 Sin vegetación	K ₃ = 15 Poca Menos del 10% de la superficie	K ₃ = 10 Bastante Hasta el 50% de la superficie	K ₃ = 5 Mucha Hasta el 90% de la superficie
4. Capacidad de retención	K ₄ = 20 Ninguna	K ₄ = 15 Poca	K ₄ = 10 Bastante	K ₄ = 5 Mucha

Cuadro N° 08 Coeficiente de escorrentía – valores 1

$K = K_1 + K_2 + K_3 + K_4 *$	C
100	0.80
75	0.65
50	0.50
30	0.35
25	0.20

Para la determinación del coeficiente de escorrentía también podrán tomarse como referencia, cuando sea pertinente, los valores mostrados en el cuadro 4.1.2.d (*)

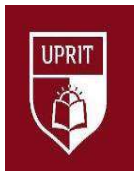


TABLA N° 18: Coeficiente de escorrentía – valores 2

Tipo de superficie	Coeficiente de escorrentía
Pavimento asfáltico y concreto	0.70 – 0.95
Adoquines	0.50 – 0.70
Superficie de grava	0.15 – 0.30
Bosques	0.10 – 0.20
Zonas de vegetación densa	
• Terrenos granulares	0.10 – 0.50
• Terrenos arcillosos	0.30 – 0.75
Tierra sin vegetación	0.20 – 0.80
Zonas cultivadas	0.20 – 0.40

(*) Fuente: “Manual de diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito”
Año de edición 2008

4.3.8.- METODO SCS

Con las alturas de lluvia obtenidas, su transformación en escorrentía para el cálculo directo de las estructuras de drenaje, se realiza utilizando el Método del Soil Conservation Service SCS (1972), mediante la hoja de cálculo que se mostrará más adelante, dicho método está basado en la simulación de la escorrentía superficial que resulta de una precipitación, mediante la representación de la cuenca como un sistema de componentes interconectados. Cada componente modela un aspecto del proceso lluvia-escorrentía dentro de una cuenca o área en estudio. El componente de escorrentía superficial para un área se utiliza para representar el movimiento del agua sobre la superficie del terreno hacia los cauces de los ríos y riachuelos. La entrada en este componente es un histograma de precipitación. El exceso de lluvia se calcula restando la infiltración y las pérdidas por detención, con base en una función de infiltración que debe acogerse de varias opciones, incluyendo el número de curva SCS de la tasa de pérdida. Se supone que tanto la lluvia como la infiltración están distribuidas uniformemente en toda la cuenca. El exceso de lluvia resultante se aplica al hidrograma adimensional unitario del SCS para encontrar el hidrograma de escorrentía a la salida del área.

El Soil Conservation Service (SCS) desarrolló en la década de los setenta un método empírico para el cálculo de la transformación de lluvia-escorrentía, que surgió de la observación del fenómeno hidrológico en distintos tipos de suelo en varios estados y para distintas condiciones de humedad antecedente. Se observaron curvas al representarse en gráficos la profundidad de precipitación (P) y la profundidad de exceso de precipitación o escorrentía directa (Pe). Para estandarizar estas curvas,



se definió un número adimensional de curva CN, tal que $0 \leq CN \leq 100$. Para superficies impermeables y de agua CN = 100; para superficies naturales $CN < 100$ y para superficie sin escurrimiento CN = 0. Los números de curva se aplican para condiciones antecedentes de humedad normales (Condición II); para condiciones secas (Condición I) o condiciones húmedas (Condición III), se calculan los números de curva equivalentes. Los valores de CN han sido tabulados con base en el tipo de suelo y el uso de la tierra. (VEN TE CHOW, MAIDMENT y MAYS. 1994).

TABLA N° 19: Números de curva de escorrentía para usos selectos de tierra agrícola, suburbana y urbana

DESCRIPCIÓN DEL USO DE LA TIERRA	GRUPO HIDROLÓGICO DEL SUELO			
	A	B	C	D
Tierra cultivada ¹ : sin tratamientos de conservación	72	81	88	91
con tratamiento de conservación	62	71	78	81
Pastizales: condiciones pobres	68	79	86	89
condiciones óptimas	39	61	74	80
Vegas de ríos: condiciones óptimas	30	58	71	78
Bosques: troncos delgados, cubierta pobre, sin hierbas,	45	66	77	83
cubierta buena ²	25	55	70	77
Área abiertas, césped, parques, campos de golf, cementerios, etc.				
óptimas condiciones: cubierta de pasto en el 75% o más	39	61	74	80
condiciones aceptables cubierta de pasto en el 50 al 75%	49	69	79	84
Áreas comerciales de negocios (85% impermeables)	89	92	94	95
Distritos Industriales (72% impermeables)	81	88	91	93
Residencial ³ :				
Tamaño promedio del lote	Porcentaje promedio impermeable ⁴			
1/8 acre o menos	65	77	85	90
1/4 acre	38	61	75	83
1/3 acre	30	57	72	81
1/2 acre	25	54	70	80
1 acre	20	51	68	79
Parqueadores pavimentados, techos, accesos, etc. ⁵	98	98	98	98
Calles y carreteras:				
Pavimentados con cunetas y alcantarillados ⁵	98	98	98	98
Grava	76	85	89	91
Tierra	72	82	87	89

(Condiciones antecedentes de humedad II, Ia = 0.



CONCLUSIONES

1. Los datos se han completado y extendido desde el año 1990 hasta el año 2014, esto en tal sentido de tener una variedad importante de datos y un mejor análisis de caudales máximos.
2. Para el cálculo del tiempo de concentración, se hizo uso de las características geomorfológicas de las cuencas en estudio, mostradas en los cuadros adjuntos; como se podrá notar el valor asumido entre los tres, ha sido el de Kirpich.
3. Comparando la curva experimental y la curva de mayor ajuste a ésta, se ha usado la curva de distribución Log. Normal.
4. Los periodos de retorno trabajados en el presente estudio son de 2 años; calculados para mostrar la incidencia de los casos extremos de máximas avenidas.
5. Los caudales han sido estimados mediante el método racional.
6. Los caudales de diseño varían entre los 38.80 L/s y los 489.95 L/s

4.4.- HIDRAULICA

4.4.1.- GENERALIDADES

El Estudio Hidrológico para el presente proyecto tiene como objeto disponer del régimen hídrico en los cursos de agua por donde cruza la vía y la determinación de las obras de arte en los lugares apropiados de las calles de localidad El Lajón.

4.4.1.1.- OBJETIVOS

- Estimar las dimensiones que debiera tener la Cuneta para evacuar el caudal máximo, garantizando la continuidad del servicio en los períodos de lluvia desfavorable.
- Preservar la estabilidad de la superficie y del cuerpo de la plataforma de las calles o avenidas.



4.4.1.2.- IMPORTANCIA

La importancia de realizar la evaluación hidráulica radica en la necesidad de determinar las dimensiones apropiadas para que los volúmenes de agua que atraviesan la quebrada sean evacuados sin causar ningún daño a la carretera. Enumeramos algunas razones que resultan de suma importancia:

- Análisis del lecho de las quebradas y las alteraciones que se producirían en el, por causa del paso del caudal máximo por la sección.
- Justificación económica de alguna alternativa de solución.
- Protección de las calles o avenidas contra la erosión de las aguas.

4.4.1.3.- DEFINICION DE TERMINOS EMPLEADOS

- **Obras de arte.-** Conjunto de estructuras destinadas a cruzar cursos de agua, sostener terraplenes y taludes, drenar las aguas que afectan a la carretera, evitar las erosiones de los terraplenes, etc.
- **Cuneta.-** Es una obra de arte del sistema de drenaje de pista, construida en forma transversal al eje. Por lo general se ubica al costado de veredas, cursos de agua y en zonas que se requiere para alivio de cunetas.
- **Badén.-** Estas estructuras están destinadas a proteger de la erosión a la carretera de pequeños cursos de agua que la atraviesan, su uso debe estar limitado a sitios con pequeñas descargas y en zonas planas.
- **Bombeo.-** Inclinación transversal de la superficie de rodadura de la carretera, que facilita el drenaje superficial

4.4.1.4.- METODOLOGIA EMPLEADA

Con el fin de reunir los criterios adecuados para conocer el potencial erosionable, las características hidráulicas, hidrológicas y de drenaje en las calles o avenidas se realizaron los estudios en las siguientes etapas:

4.4.2.- TRABAJOS PRELIMINARES

Recopilación de información.- Comprendió la recolección, evaluación y análisis de la documentación existente como estudios anteriores, cartografía, fotografías aéreas y pluviometría en el área de estudio.



Visita preliminar de campo.- El responsable realizó una visita preliminar a las instalaciones de las diferentes instituciones relacionadas directamente con la construcción de la

- carretera, donde realizó las coordinaciones para adquirir estudios anteriormente realizados y evaluó la logística con que contaban lugares cercanos a la zona.

4.4.3.- TRABAJOS DE CAMPO

Los trabajos de campo consistieron mayormente en evaluaciones in situ de los parámetros hidrológicos e hidráulicos de las quebradas y fuentes de aguas que atraviesan la carretera, lo que consistió en un recorrido y evaluación in situ de los diferentes parámetros, esta actividad fue llevada a cabo mediante las siguientes labores:

- Movilización de personal y equipos a la zona correspondiente.
 - Un recorrido de la carretera donde el responsable pudo realizar las observaciones en campo necesarias para la obtención de parámetros hidrológicos e hidráulicos, y las obras de arte existentes.
1. Características del tipo de suelo y uso de la tierra.
 2. Inventario y levantamiento de las obras de arte existentes.
 3. Verificación del estado de las obras de arte existentes.

4.4.4.- TRABAJOS DE GABINETE

Los trabajos de gabinete se desarrollan para poder publicar en un informe escrito la descripción de las observaciones y trabajos elaborados en campo y una detallada evaluación de los resultados. Este informe final consiste en:

4. Generalidades; en este primer capítulo se describe la introducción, los objetivos del estudio, importancia del estudio, definición de términos empleados y la metodología empleada usada en la elaboración del presente informe.
5. Información básica; conteniendo la ubicación de las estructuras existentes en el centro poblado.
6. Consideraciones hidráulicas.
7. Dimensionamiento de estructuras de drenaje



8. Presentación de resultados
9. Conclusiones y Recomendaciones.

4.4.4.1.- CONSIDERACIONES HIDRAULICAS

- En primer lugar se ha inspeccionado la ubicación de la zona donde se ejecutara el proyecto para verificar que no sea una zona inestable y con potencialidad de flujos de escombros que pudieran comprometer la estructura, respetándose en todos los casos el ángulo de esviaje de la quebrada respecto al eje de la vía, con el fin de no interferir con la estabilidad del cauce.
- Se ha planteado, en los casos que lo amerite, una limpieza del cauce.
- Se ha seleccionado las estructuras más adecuadas según los siguientes parámetros:
- Cunetas destinadas a conducir hacia un lugar de desagüe seguro
- Sumideros con rejilla. La ubicación de los sumideros dependerá del caudal, pendiente, la ubicación y geometría de enlaces
- Los criterios de diseño utilizados para el pre-dimensionamiento de las estructuras tipo son los siguientes:
- Los resultados de la evaluación de campo, es decir los caudales de campo obtenidos en base a los datos hidráulicos del cauce (aguas arriba del punto de cruce) como: sección transversal, cobertura, pendiente, marca máxima de agua (transporte de flujo sólido y líquido) y su análisis de estos con el criterio de Manning:

$$Q = \frac{AR^{\frac{2}{3}}S^{\frac{1}{2}}}{n}$$

- Cabe recalcar que también se toman datos de la función, tipo, material, sección hidráulica y longitud de la cuneta o acueducto, para con estos datos se determine la capacidad hidráulica de la estructura, que es otro parámetro a considerarse en el diseño. Finalmente, los datos aportados por los pobladores de la zona.
- Los resultados del Estudio Hidrológico, es decir, los caudales máximos determinados a través del modelo de Precipitación – Escorrentía, con la data de estación pluviométrica.



- Luego, se calcularon los caudales y se analizaron los resultados de cada uno de los criterios mencionados anteriormente, para proceder a asumir el más conservador. Teniendo en cuenta los caudales máximos que pueden pasar por el Baden determinados con el criterio de Manning.
- En caso de los sumideros y acueductos o canales, se la analiza desde el punto de vista de “mantenimiento”, es decir dar una sección o área mínima que permita a una persona de condiciones físicas adecuadas realizar este trabajo. Es así que se obtiene la sección definitiva de una alcantarilla.
- En general los sumideros deben ponerse en los puntos bajos. Su ubicación normal es en las esquinas de cruce de calles, pero al fin de entorpecer el tráfico de las mismas, deben empezar retrasadas con respecto a las alineaciones de las fachadas.

4.4.4.2.- DIMENSIONAMIENTO DE ESTRUCTURAS DE CUNETA.

VERIFICACIÓN DE ESTRUCTURAS EXISTENTES

Para verificar la capacidad de las estructuras propuestas (badenes o canales) se toma en cuenta la siguiente expresión:

$$Q_d > Q_m$$

Dónde:

Q_m = Descarga máxima proyectada en m³/seg (proveniente del estudio hidrológico).

Q_d = Descarga de diseño de la obra en m³/seg.

Las estructuras propuestas se comportan como un canal de superficie libre y para determinar su capacidad se emplea la fórmula de Manning, la que se expresa:

$$Q = [A \cdot R^{(2/3)} \cdot S^{(1/2)}] / n$$

Siendo:

Q = Caudal en m³/seg.

n , coeficiente de rugosidad de Manning (0.014 para concreto)



A = Área de la sección transversal en m^2

P = Perímetro mojado de la sección transversal en mts.

$R = (A/P)$.

4.4.4.3.- DIMENSIONAMIENTO DE LAS ESTRUCTURAS

Luego de la evaluación integral del tramo, se determinó la totalidad de las obras de arte requeridas para un adecuado sistema de drenaje.

- Se recomienda que los badenes sean de concreto; en cuanto a las estructuras, se plantean una alternativa; las misma que deberá ser evaluada en función al costo de inversión y de operación.
- En los siguientes cuadros se muestra la relación total de obras de arte requeridas en el tramo en estudio:
- Los cunetas y acueductos o canales serán dimensionados en forma triangular y rectangular respectivamente; con la información anterior procedemos a dimensionar estas estructuras, y se verifica si $Q_d > Q_{m\acute{a}x}$.
- Las cunetas se han diseñado individualmente por cada tramo; estas deben tener la capacidad suficiente para evacuar las aguas provenientes del escurrimiento superficial del corte, además de la calzada.
- Para cada tramo, y según la inter cuenca en la que se encuentre, se determinarán los parámetros correspondientes, luego aplicando el método racional se calcula el Q_d , comparándolo con el $Q_{m\acute{a}x}$.

En el siguiente cuadro se muestra el diseño de cada tramo de cuneta.

TABLA N° 20: Tipo de superficie y velocidad admisible.

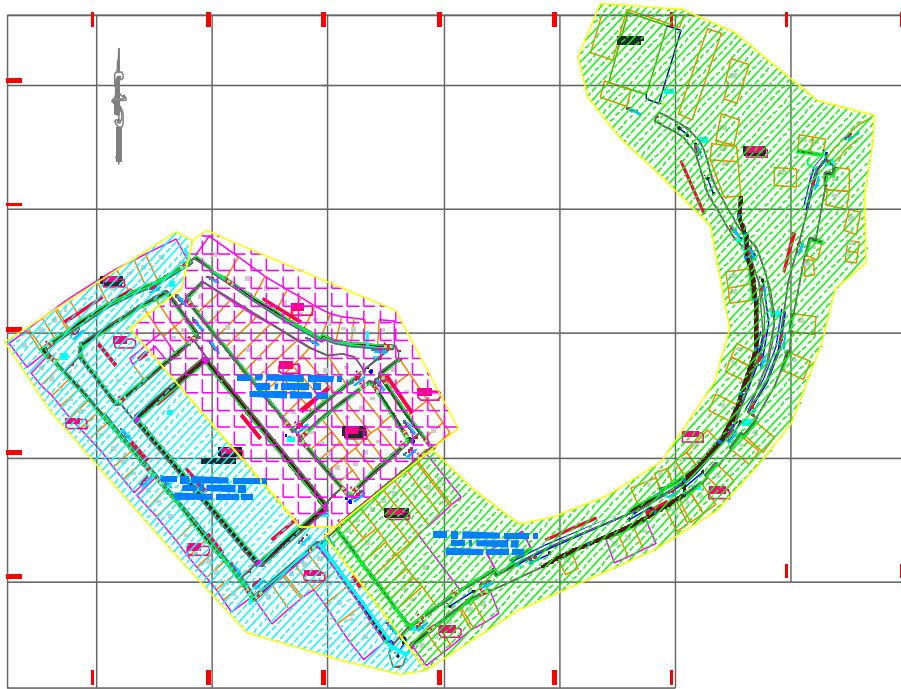
TIPO DE SUPERFICIE	VELOCIDAD LIMITE ADMISIBLE (M/S)
Arena fina o limo (poca o ninguna arcilla)	0.20 – 0.60
Arena arcillosa dura, margas duras	0.60 – 0.90
Terreno parcialmente cubierto de vegetación	0.60 – 1.20
Arcilla grava, pizarras blandas con cubierta vegetal	1.20 – 1.50
Hierba	1.20 – 1.80
Conglomerado, pizarras duras, rocas blandas	1.40 – 2.40
Mampostería, rocas duras	3.00 – 4.50 *
Concreto	4.50 – 6.00 *

* Para flujos de muy corta duración

Fuente: Manual de Diseño de Carreteras Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito-MTC

4.4.4.4.- AREA DE INFLUENCIA

GRAFICO N° 11: áreas de influencia





4.4.4.5.- PRESENTACION DE RESULTADOS

Los cálculos hidráulicos han sido hechos para cada una de las secciones de vía consideradas a proyectar. A continuación se resume los caudales y las dimensiones propuestas de cada una de ellas:

TABLA N° 21: resultados de los estudios hidrológicos

ITEM	DESCRIPCION	AREA (M2)	PERIMETRO (ML)	PP MAX (ML)/H año 2002	VOLUMEN (M3) AGUA	Q (L/S)	V (M/S)	SECCION CUNETAS(CM)	NUMERO DESFOQUES
1	AREA INFLUENCIA 1	9320	223.56	46.2	430.58	119.6066667	1.33	30X30	1
2	AREA INFLUENCIA 2	2223	1521	46.2	102.70	28.5285	0.18	30X30	1
3	AREA INFLUENCIA 3	19315	309	46.2	892.35	247.8758333	2.75	40X40	1

4.4.4.6.- CONCLUSIONES

1. Existen 2 canaletas obras de arte destinadas a la evacuación de escorrentías superficiales producidas por precipitaciones.
2. El pavimento se diseñara como canaleta, el mismo que tiene una gran ventaja al eliminar el caudal producido en épocas de lluvia.
3. El centro poblado es cruzado transversalmente por tres quebradas, las mismas que no cuentan con tratamiento que permita evacuar las aguas de manera segura para las estructuras existentes.
4. Las dimensiones de la cuneta principal efectiva son de 0.40x0.40m
5. Las cunetas de calles aledañas 0.30x0.30m



4.4.4.7.- RECOMENDACIONES

1. Se recomienda diseñar las calles utilizando en gran medida la pendiente natural del terreno
2. Tomar en cuenta los flujos de caudales para el diseño de la vía tipo cuneta y los tirantes de agua obtenidos para cada tramo de las calles.
3. La calle Alfredo Villarresta tiene la mayor ayea de influencia de lluvias requieren de cunetas de 40x40 cm, ya que tienen mayor cantidad de área tributaria por ende requiere evacuación con canaleta pluvial (ver imagen de áreas tributarias)



5.- ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE PAVIMENTACION

“PROPUESTA DE DISEÑO DE UN PAVIMENTO RIGIDO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DE LA LOCALIDAD DE LAJON DISTRITO HUARANCHAL, OTUZCO – LA LIBERTAD 2017”

SOLICITADO POR:

JUAN CARLOS CASTILLO QUISPE

UBICACIÓN:

LUGAR: EL LAJON

DISTRITO: HUARANCHAL

PROVINCIA: OTUZCO

DEPARTAMENTO: LA LIBERTAD

FECHA:

JULIO DEL 2017

1.0 GENERALIDADES

1.1 OBJETO DEL ESTUDIO

La presente investigación tiene por objetivo realizar el estudio de mecánica de suelos con fines de evaluación del subsuelo para el proyecto “PROPUESTA DE DISEÑO DE UN PAVIMENTO RIGIDO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DE LA LOCALIDAD DE LAJON DISTRITO HUARANCHAL, OTUZCO – LA LIBERTAD 2017” el mismo que se ha efectuado a través de trabajos de explotación de campo y ensayos de laboratorio necesarios para definir el perfil estratigráfico del área de estudio, así como determinar los parámetros de resistencia, de esta forma poder proporcionar las características físico mecánicas del subsuelo; y las recomendaciones necesarias para el funcionamiento durante la vida útil del proyecto.

1.2 ACCESIBILIDAD A LA ZONA DEL PROYECTO

El acceso es por la carretera desde la ciudad de Trujillo, capital del departamento se realiza siguiendo la siguiente ruta:

Trujillo – otuzco- huaranchal-el recorrido por esta vía se realiza en un tiempo de viaje de 6 horas aproximadamente.



1.3 CLIMA

Temperatura: la temperatura anual vara de 12° C para el mes de julio hasta 20° C para los meses de verano.

Humedad relativa: la humedad relativa media es de 55%

Velocidad del viento: la velocidad del viento es alta y varia de km / a 12 km/h

1.4 CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO

El pavimento consiste en la construcción de una losa de rodadura de E=0.20 m como mínimo y de área superficial variable, el cual se colocara con un mortero de concreto de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$

1.5 GEOLOGIA

La zona de estudio se encuentra ubicada en la localidad de huranchal, eso genera una plataforma donde existe elementos de depósitos aluviales (Qr-al), depósitos morreicos (Qpl-mo) depósitos glaciofluviales (Qpl-glf) (cuaternario pleistoceno) estas formaciones se encuentran presentes a los largo de la zona de estudio

ERA	SISTEMA	SERIE	UNIDADES LITOESTATIGRAFICAS
cenozoico	paleogeno	oligocena	Grupo. calipuy PN vsI

1.6 GEOMORFOLOGIA

La superficie presenta el área de estudio es el resultado de los procesos endógenos, tectónicos erosivos y geodinámicas que se han desarrollado y vienen desarrollándose en este territorio a lo largo de millones de años. El tectonismo de edad cretácica – terciaria es el responsable del modelado de la superficie de la región, deformando las rocas marinas sedimentarias del jurásico superior y del cretácico, elevándolas-, posteriormente se produjo un periodo volcánico representado por las rocas del grupo calipuy que se encuentra cubriendo los cerros al sur oeste del área de estudio.

1.7 INVESTIGACIONES EFECTUADAS

2.2 trabajo de campo

2.2.1 calicatas

Con la finalidad de determinar el perfil estratigráfico del área de estudio fueron extraídas muestras por el solicitante, para el posterior ensayo de laboratorio para determinar las propiedades físicas y mecánicas del suelo. En una primera investigación se ha realizado un total de cinco (5) calicatas a cielo abierto con una profundidad de 1.50 m distribuido convenientemente en el área de estudio.

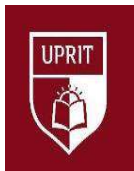


TABLA N° 22: Descripción de Las Profundidades de cada calicata efectuada

CUADRO			
LOCALIDAD	CAL. N°1	PROF. (m)	N-FREATICO (m)
El LAJON	P-1	1.50	-
	P-2	1.50	-
	P-3	1.50	-
	P-4	1.50	-

Fuente: Elaboración propia

2.2.2 muestreo inalterado y disturbado

se tomaron muestras de cada uno de los tipos de suelos encontrados en cantidad suficiente como para realizar ensayos de clasificación y de identificación de los suelos. Se extrajo además, muestras representativas de CBR sobre las muestras de arcilla limosa, arena, grava, los mismos que nos permitirá realizar el cálculo de la capacidad portante evaluar los valores de empuje activo y pasivo para el diseño de muros de contención

2.2.3 registro de excavaciones

Paralelamente al muestreo se realizó el registro de cada una de las calicatas, anotándose las principales características de los tipos de suelo encontrados tales como: espesor, humedad, tipo de grano, plasticidad, consistencia, granulometría, textura, color, etc.

2.2.4 nivel freático

No se encontró nivel freático en las calicatas a profundidad de – 1.50 m

2.3.- ENSAYOS DE LABORATORIO

Los ensayos estándar y físico mecánicos se realizaron en el laboratorio de la empresa GEOCONSAC, según los estándares de la ASTM, tales como:

- Análisis granulométrico por tamizado ASTM D-422
- Contenido de humedad ASTM D-2216
- Limite liquido ASTM D-423
- Limite Plástico ASTM D-424
- Densidad máxima y minima ASTM D-4254 Y D-4253
- Ensayo de abracion MTC E204

(Ver cuadro resumen de ensayos de laboratorio)



Cuadro resumen de ensayos del laboratorio

TABLA N° 23: resultados de los estudios de suelos.

CALICATA	P-1	P-2	P-3	P-4
Muestra (m)	M-1	M-1	M-1	M-1
Profundidad	0.00-1.50	0.00-1.50	0.00-1.50	0.00-1.50
% gravas	58.70	58.30	58.46	57.92
% arenas	29.15	29.03	28.17	27.87
% finos	12.15	12.67	13.37	14.22
L.L	17.03%	17.03%	18.00%	18.15%
I.P	9.56%	17.03%	9.54%	9.86%
SUCS	GC	GC	GC	GC
AASHTO	A-6(1)	A-6(1)	A-6(1)	A-6(1)

LOCALIDAD	ZONA	CALICATA	SUELO TIPICO	DESCRIPCION
EL LAJON	calle 4	PC-1	GC	Grava arcillosa de consistencia compacta
	Av. A. Villariestra	PC-2	GC	
	Av. A. Villariestra	PC-3	GC	
	Av. A. Villariestra	PC-4	GC	

3.-DESCRIPCIÓN DEL PERFIL ESTRATIGRÁFICO

De acuerdo a los trabajos de campo y los ensayos de laboratorio se describe el siguiente perfil del suelo y de acuerdo a las zonas investigadas, conformantes del proyecto en cuestión.

3.1.- CALICATAS PC-1, PC-2, PC-3, PC-4,

En general en las calicatas, el suelo está conformado por aglomerado compuesto por gravas, arenas y arcillas clasificándose como una grava arcillosa y también presenta afloramientos rocosos que se presentan en bancos gruesos con signos de una marcada silicificación, el color predominante es gris violáceo abigarrado a marrón o pardo con superficie exterior clara por meteorización superficial y adición cálcica, exteriormente los bancos están rodeados por desgaste posiblemente glacial el buzamiento de los derrames volcánicos masivos son andesíticos con variación lenticular a dacítica buzando el promedio de 5° a 7° al nor oeste su diaclazado principal se concentra entre 1 a 1.3 m separado por bloques y cuñas invertidas, a poca profundidad la roca se encuentra sana sin juntas de diaclasas o clivaje abierto sin signos visibles de meteorización con tendencia natural a



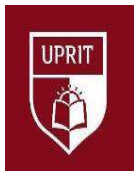
fragmentarse. Generalmente presenta formaciones pertenecientes al terciario y cuaternario, mostrando una litología muy heterogeneidad entre rocas ígneas y sedimentarias como andesita granito, pizarra, arcillosa, limonita, etc.

La roca se encuentra sana sin juntas o clivaje abierto sin signos visibles

PC-01

PERFIL ESTATIGRAFICO

EXPLORACION A CIELO ABIERTO (calicata) cota(m) registrado por JCCQ					
UBICACIÓN: EL LAJON N.F. (m) no se encontró revisado por JCCQ					
Prof. (m)		muestra	símbolo	Descripción del estrato	Clasificación SUCS / AASHTO
0.10				COBERTURA VEGETAL	
1.50		MAB		grava arcillosa color marrón, parcialmente húmeda de partículas sub angulosas a sub redondeadas	GC
2.00				NAF. a profundidades excavadas no se encontró el nivel freático	
2.50					
3.00					

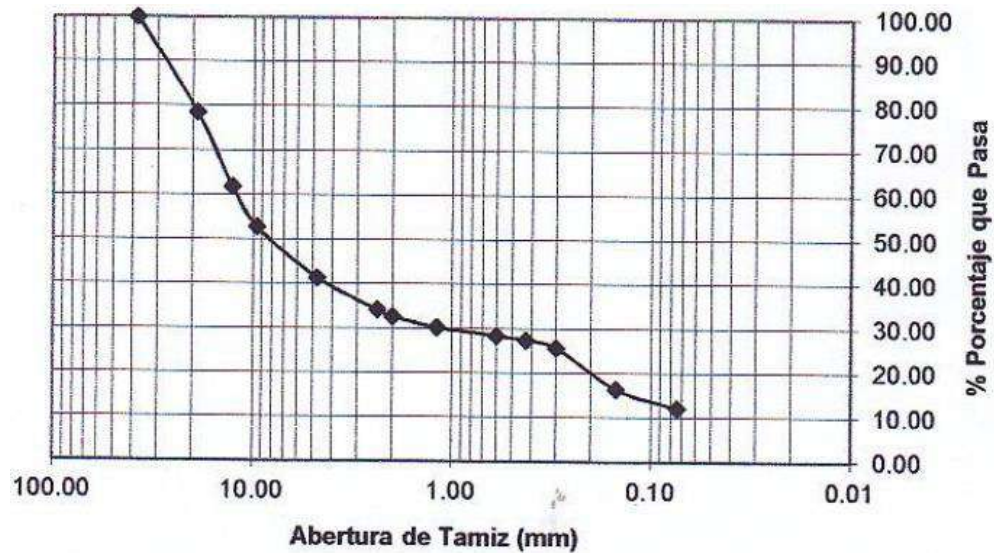


CANtera	MATERIAL IN SITU	Peso muestra inicial :	2000.00 gr
CALICATA	PC-01	Peso muestra lavado:	1,757.03 gr
MUESTRA	M1	Finos perd. En lavado:	242.97 gr
COTA		Prof.	0.00 – 1.50 m

TAMIZ N°	ABERTURA (mm)	PESO RET.	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMULADO	% PASA	CLASIFICACION AASHTO – A-6(1-9
2”	50.80					Clasificación SUCS GRAVA ARCILLOSA (GC)
1 ½”	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00	
¾”	19.05	430.12	21.51	21.51	78.49	
½”	12.70	333.55	16.68	38.18	61.82	
3/8”	9.53	180.20	9.01	47.19	52.81	L.L. 17.03%
N°4	4.75	230.15	11.51	58.70	41.30	L.P. 7.47%
N°8	2.38	142.36	7.12	65.82	34.18	I. P. 9.56%
N°10	2.00	29.36	1.47	67.29	32.71	% GRAVA 58.70 % ARENA 29.15 % FINOS 12.15
N°16	1.190	49.65	2.48	69.77	30.23	
N°30	0.60	35.26	1.76	71.53	28.47	
N°40	0.425	22.35	1.12	72.65	27.35	
N°50	0.30	33.15	1.66	74.31	25.69	
N°100	0.15	185.26	9.26	83.57	16.43	
N° 200	0.074	85.62	4.28	87.85	12.15	
PLATO	0	242.97	12.15	100.00	0.00	
TOTAL		2000	100.00			



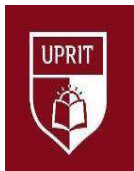
GRAFICO N° 12: Curva granulométrica calicata PC-1



PC-02

PERFIL ESTATIGRAFICO

EXPLORACION A CIELO ABIERTO (calicata) cota(m) registrado por JCCQ				
UBICACIÓN: EL LAJON N.F. (m) no se encontró revisado por JCCQ				
Prof. (m)	muestra	símbolo	Descripción del estrato	Clasificación SUCS / AASHTO
0.10			COBERTURA VEGETAL	
1.50	MAB		grava arcillosa color marrón, parcialmente húmeda de partículas sub angulosas a sub redondeadas	GC
2.00			NAF. a profundidades excavadas no se encontró el nivel freático	



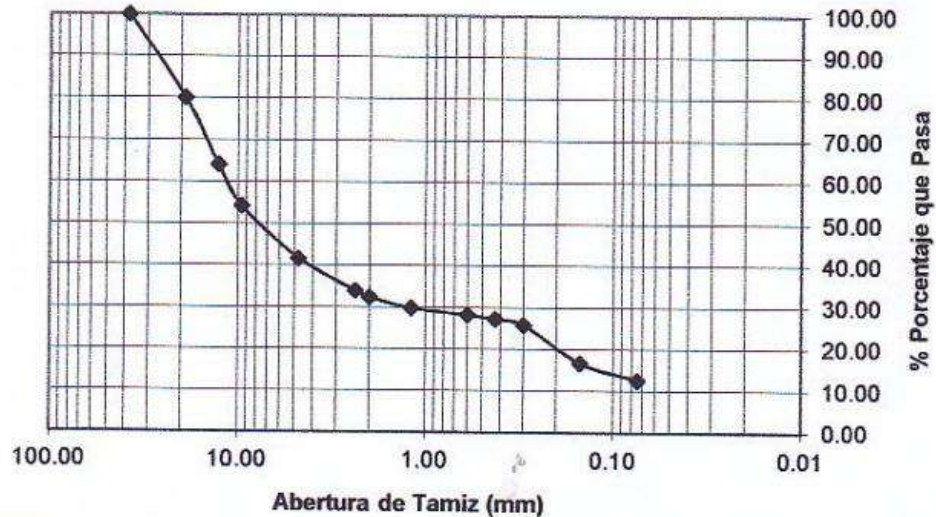
2.50					
3.00					

CANTERA	MATERIAL IN SITU	Peso muestra inicial :	2000.00 gr
CALICATA	PC-02	Peso muestra lavado:	1, 746.64 gr
MUESTRA	M1	Finos perd. En lavado:	253.36
COTA		Prof.	0.00 – 1.50 m

TAMIZ N°	ABERTURA (mm)	PESO RET.	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMULADO	% PASA	CLASIFICACION AASHTO – A-6(1-9)
2”	50.80					Clasificación SUCS GRAVA ARCILLOSA (GC)
1 ½”	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00	
¾”	19.05	398.78	19.94	19.94	80.06	
½”	12.70	320.34	16.02	35.96	64.04	
3/8”	9.53	196.34	9.82	45.77	54.23	L.L. 17.03%
N°4	4.75	250.50	12.53	58.30	41.70	L.P. 7.47%
N°8	2.38	153.70	7.69	65.98	34.02	I. P. 9.56%
N°10	2.00	32.10	1.61	67.59	32.41	% GRAVA 58.70 % ARENA 29.03 % FINOS 12.67
N°16	1.190	52.45	2.62	70.21	29.79	
N°30	0.60	30.40	1.52	71.73	28.27	
N°40	0.425	20.50	1.03	72.76	27.24	
N°50	0.30	28.90	1.45	74.20	25.80	
N°100	0.15	180.23	9.01	83.21	16.79	
N° 200	0.074	82.40	4.12	87.33	12.67	
PLATO	0	253.36	12.67	100.00	0.00	
TOTAL		2.00	100.00			



GRAFICO N° 13: Curva granulométrica calicata PC-2



PC-03

PERFIL ESTATIGRAFICO

EXPLORACION A CIELO ABIERTO (calicata) cota(m) registrado por JCCQ				
UBICACIÓN: EL LAJON N.F. (m) no se encontró revisado por JCCQ				
Prof. (m)	muestra	símbolo	Descripción del estrato	Clasificación SUCS / AASHTO
0.10			COBERTURA VEGETAL	
1.50	MAB		grava arcillosa color marrón, parcialmente húmeda de partículas sub angulosas a sub redondeadas	GC
2.00			NAF. a profundidades excavadas no se encontró el nivel freático	



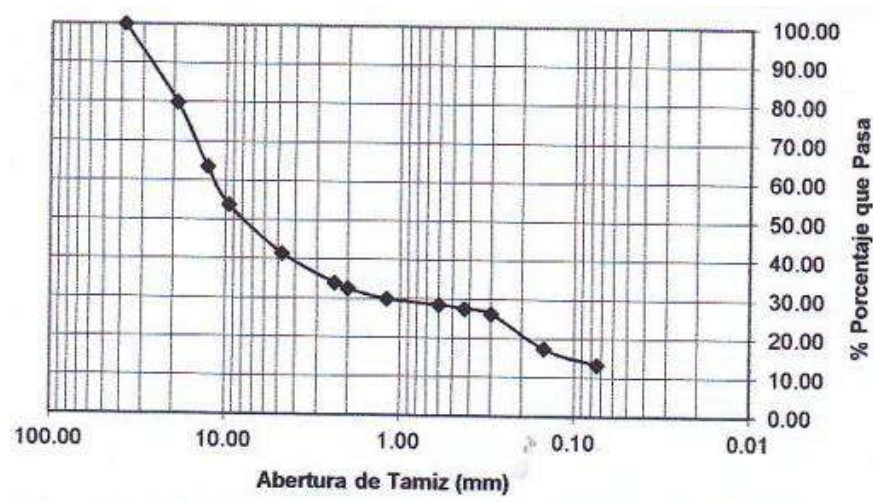
2.50					
3.00					

CANtera	MATERIAL IN SITU	Peso muestra inicial :	2000.00 gr
CALICATA	PC-03	Peso muestra lavado:	1, 732.59 gr
MUESTRA	M1	Finos perd. En lavado:	267.41
COTA		Prof.	0.00 – 1.50 m

TAMIZ N°	ABERTURA (mm)	PESO RET.	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMULADO	% PASA	CLASIFICACION AASHTO – A-6(1-9
2”	50.80					Clasificación SUCS GRAVA ARCILLOSA (GC)
1 ½”	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00	
¾”	19.05	401.23	20.06	20.06	79.94	
½”	12.70	328.90	16.45	36.51	63.49	
3/8”	9.53	193.50	9.68	46.18	53.82	L.L. 18.00%
N°4	4.75	245.60	12.28	58.46	41.54	L.P. 8.46 %
N°8	2.38	150.40	7.52	65.98	34.02	I. P. 9.54%
N°10	2.00	30.20	1.51	67.49	32.51	% GRAVA 58.70 % ARENA 28.17 % FINOS 13.37
N°16	1.190	50.34	2.52	70.01	29.99	
N°30	0.60	28.50	1.43	71.43	28.57	
N°40	0.425	19.34	0.97	72.40	27.60	
N°50	0.30	25.78	1.29	73.69	26.31	
N°100	0.15	178.40	8.92	82.61	17.39	
N° 200	0.074	80.40	4.02	86.63	13.37	
PLATO	0	267.41	13.37	100.00	0.00	
TOTAL		2.00	100.00			



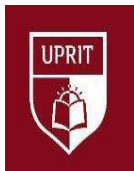
GRAFICO N° 13: Curva granulométrica calicata PC-3



PC-04

PERFIL ESTATIGRAFICO

EXPLORACION A CIELO ABIERTO (calicata) cota(m) registrado por JCCQ				
UBICACIÓN: EL LAJON N.F. (m) no se encontró revisado por JCCQ				
Prof. (m)	muestra	símbolo	Descripción del estrato	Clasificación SUCS / AASHTO
0.10			COBERTURA VEGETAL	
1.50	MAB		grava arcillosa color marrón, parcialmente húmeda de partículas sub angulosas a sub redondeadas	GC
2.00			NAF. a profundidades excavadas no se encontró el nivel freático	



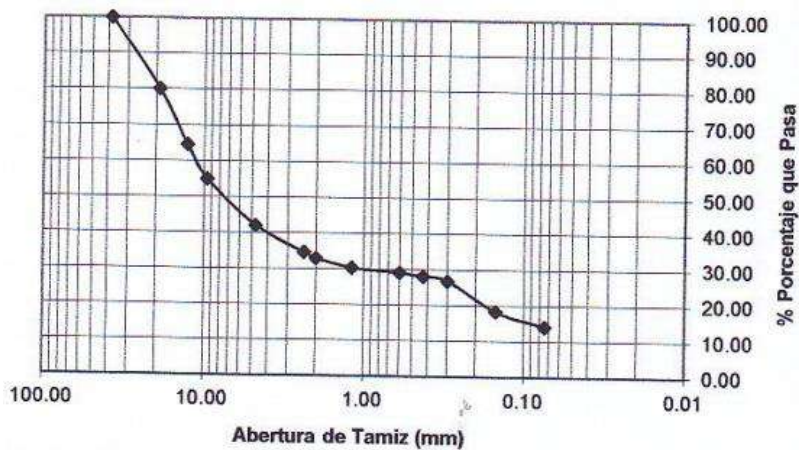
2.50					
3.00					

CANTERA	MATERIAL IN SITU	Peso muestra inicial :	2000.00 gr
CALICATA	PC-04	Peso muestra lavado:	1, 715.63 gr
MUESTRA	M1	Finos perd. En lavado:	284.37
COTA		Prof.	0.00 – 1.50 m

TAMIZ N°	ABERTURA (mm)	PESO RET.	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMULADO	% PASA	CLASIFICACION AASHTO – A-6(1-9
2”	50.80					Clasificación SUCS GRAVA ARCILLOSA (GC)
1 ½”	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00	
¾”	19.05	398.67	19.93	19.93	80.07	
½”	12.70	310.34	15.52	35.45	64.55	
3/8”	9.53	190.40	9.52	44.97	55.03	L.L. 18.15%
N°4	4.75	258.90	12.95	57.92	42.08	L.P. 8.29 %
N°8	2.38	148.78	7.44	65.35	34.65	I. P. 9.86%
N°10	2.00	32.45	1.62	66.98	33.02	% GRAVA 57.92 % ARENA 27.87 % FINOS 14.22
N°16	1.190	52.34	2.62	69.59	30.41	
N°30	0.60	26.56	1.33	70.92	29.08	
N°40	0.425	18.89	0.94	71.87	28.13	
N°50	0.30	24.67	1.23	73.10	26.90	
N°100	0.15	170.23	8.51	81.61	18.39	
N° 200	0.074	83.40	4.17	85.78	14.22	
PLATO	0	284.37	14.22	100.00	0.00	
TOTAL		2.00	100.00			



GRAFICO N° 14: Curva granulométrica calicata PC-4



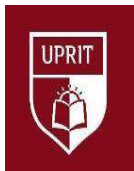
RAZÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R)

CANTERA: MATERIAL IN SITU (GRAVA ARCILLOSA- GC)

MUESTRA: M1

Profundidad: 0.00 – 1.50 m

MÉTODO DE COMPACTACIÓN	MOLDES					
Molde N°	1		2		3	
Numero de Capas	5		5		5	
Numero de golpes por capa	56		25		12	
Sobrecarga (gr)	4530		4530		4530	
Condiciones de la muestra	Antes de	Desp. de	Antes. De	Desp. d	Antes de	desp. De
	Empapar	empapar	empapar	empapar	Empapar	Empapar
Muestra húmeda + molde (gr)	9080.00		8700.00		8300.00	
Peso del molde (gr)	4190.00		4190.00		4190.00	
Peso de la muestra húmeda (gr)	4890.00		4510.00		4110.00	
Volumen de la muestra (cm3)	2116.88		2117.40		2117.40	
Densidad húmeda (gr/cm3)	2.31		2.13		1.94	



CONTENIDO DE HUMEDAD			
Tara n°	1	2	3
Muestra húmeda + tara (gr)	47.34	48.50	50.23
Muestra seca + tara (gr)	44.90	45.80	47.45
Peso del agua (gr)	2.44	2.70	2.78
Peso de la tara (gr)	19.00	17.55	17.55
Muestra seca (gr)	25.90	28.25	29.90
Contenido de humedad (%)	9.42 %	9.56	9.30
DENSIDAD SECA (Gr/Cm3)	2.11	1.94	1.78

DATOS DE EXPANCION

MOLDE N°			1		2		3	
Sobrecarga (gr)			4530		4530		4530	
FECHA	HORA	TIEMPO (horas)	Lectura	Hinchan.	Lectura	Hinchan.	Lectura	Hinchan.
			día	mm	día	mm	día	mm
	9.00 a	0	0.00	0.0000	0.00	0.0000	0.00	0.0000
	9.00 a	24	8.00	0.8000	10.50	1.0500	13.00	1.3000
	9.00 a	48	9.70	0.9700	11.80	1.1800	13.50	1.3500
	9.00 a	72	9.90	0.9900	12.00	1.2000	13.68	1.3680

ENSAYO CARGA PENETRACION

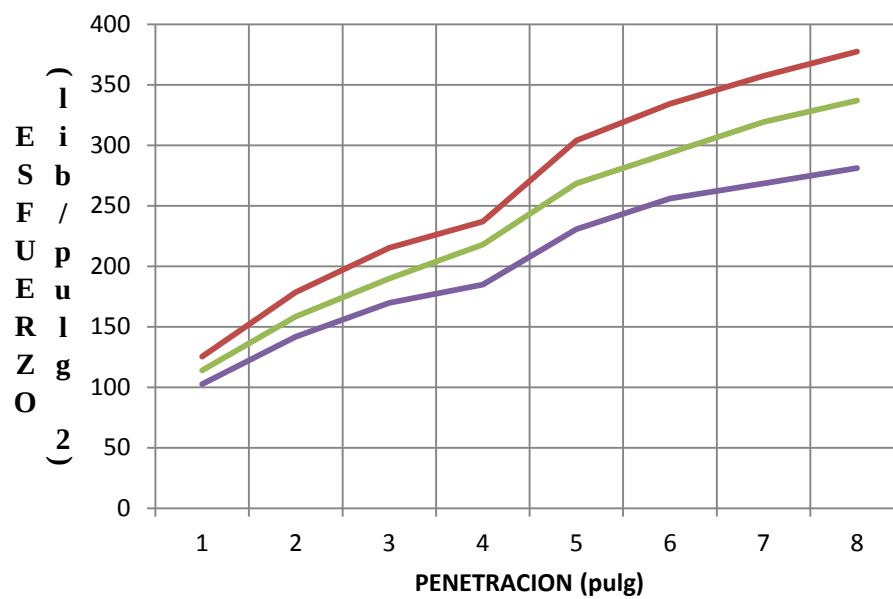
Penetr Pulg.	Presión Patrón Lb/pulg ²	Molde N° 01			Molde N° 02			Molde N° 03		
		Lect. día	Ensayo carga		Lect.	Ensayo carga		Lect.	Ensayo carga	
			lbs	Lbs/pulg ²		lbs	Lbs/pulg ²		lbs	Lbs/pulg ²
0.025		99	376.20	125.40	90	242.00	114.00	81	307.80	102.60
0.050		141	535.80	178.60	125	475.00	158.33	112	425.60	141.87
0.075		170	646.00	215.33	150	570.00	190.00	134	509.20	169.73
0.102		187	710.60	236.87	172	653.60	217.87	146	554.80	184.93
0.200		240	912.00	304.00	212	805.60	268.53	182	691.60	230.53
0.300		264	1003.20	334.40	232	881.60	293.87	202	767.60	255.87
0.400		282	1071.60	357.20	252	957.60	319.20	212	805.60	268.53
0.500		298	1132.40	377.47	266	101.80	336.93	222	843.60	281.20

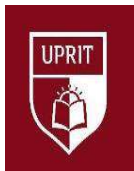


56	CBR (0.1")	$\frac{236.87 \times 100}{1000}$	=23.69 %
	CBR (0.2")	$\frac{304 \times 100}{1000}$	=20.27 %

25	CBR (0.1")	$\frac{217.8667 \times 100}{1000}$	=21.79 %
	CBR (0.2")	$\frac{268.53 \times 100}{1000}$	=17.90 %

12	CBR (0.1")	$\frac{184.9333 \times 100}{1000}$	=18.49 %
	CBR (0.2")	$\frac{230.5333 \times 100}{1000}$	=15.37 %





RAZÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R)

CANTERA: MATERIAL IN SITU (GRAVA ARCILLOSA- GC)

MUESTRA: M2

Profundidad: 0.00 – 1.50 m

MÉTODO COMPACTACIÓN	DE	MOLDES					
		1		2		3	
Molde N°		5		5		5	
Numero de Capas		56		25		12	
Numero de golpes por capa		4530		4530		4530	
Sobrecarga (gr)		4530		4530		4530	
Condiciones de la muestra		Antes de	Desp. de	Antes. De	Desp. d	Antes de	desp. De
		Empapar	empapar	empapar	empapar	Empapar	Empapar
Muestra húmeda + molde (gr)		9090.00		8710.00		8340.00	
Peso del molde (gr)		4190.00		4190.00		4190.00	
Peso de la muestra húmeda (gr)		4900.00		4520.00		4150.00	
Volumen de la muestra (cm3)		2116.88		2117.40		2117.40	
Densidad húmeda (gr/cm3)		2.31		2.13		1.96	
CONTENIDO DE HUMEDAD							
Tara n°		1		2		3	
Muestra húmeda + tara (gr)		56.34		50.34		52.40	
Muestra seca + tara (gr)		53.55		47.80		49.60	
Peso del agua (gr)		2.79		2.54		2.80	
Peso de la tara (gr)		19.00		17.55		17.55	
Muestra seca (gr)		34.55		30.25		32.05	
Contenido de humedad (%)		8.08%		8.40 %		8.74 %	
DENSIDAD SECA (Gr/Cm3)		2.14		1.97		1.80	

DATOS DE EXPANCION



MOLDE N°			1		2		3	
Sobrecarga (gr)			4530		4530		4530	
FECHA	HORA	TIEMPO (horas)	Lectura	Hinchan.	Lectura	Hinchan.	Lectura	Hinchan.
			día	mm	día	mm	día	mm
	9.00 a	0	0.00	0.0000	0.00	0.0000	0.00	0.0000
	9.00 a	24	8.40	0.8400	10.70	1.0700	12.50	1.2500
	9.00 a	48	9.90	0.9900	11.90	1.1900	13.60	1.3600
	9.00 a	72	9.90	0.9900	11.95	1.1950	13.70	1.3700

ENSAYO CARGA PENETRACION

Penetr Pulg.	Presión Patrón Lb/pulg ²	Molde N° 01			Molde N° 02			Molde N° 03		
		Lect. día	Ensayo carga		Lect.	Ensayo carga		Lect.	Ensayo carga	
			lbs	Lbs/pulg 2		lbs	Lbs/pul g ²		lbs	Lbs/pul g ²
0.025		95	361.00	120.33	98	372.40	124.13	85	323.00	107.67
0.050		145	551.00	183.67	128	486.40	162.13	118	448.40	149.47
0.075		173	657.40	219.13	156	592.80	197.60	144	547.20	182.40
0.102		190	722.00	240.67	175	665.00	221.67	160	608.00	202.67
0.200		242	919.60	306.53	220	836.00	278.67	198	752.40	250.80
0.300		275	1045.00	348.33	250	950.00	316.67	220	836.00	278.67
0.400		290	1102.00	367.33	265	1007.0	335.67	230	874.00	291.33
0.500		300	1140.00	380.00	275	1045.0	348.33	240	912.00	304.00

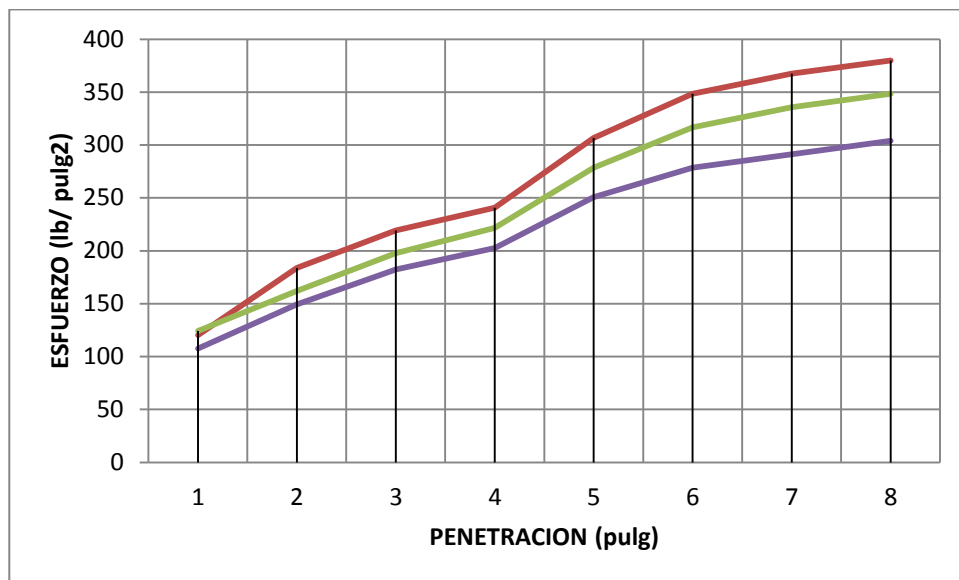
56	CBR (0.1")	$\frac{240.67 \times 100}{1000}$	=24.07 %
	CBR (0.2")	$\frac{306.5333 \times 100}{1000}$	=20.44 %

	CBR (0.1")	$\frac{221.6667 \times 100}{1000}$	=22.17 %
--	------------	------------------------------------	----------



25	CBR (0.2")	$\frac{278.67 \times 100}{1000}$	=18.58 %
----	------------	----------------------------------	----------

12	CBR (0.1")	$\frac{202.6667 \times 100}{1000}$	=20.27 %
	CBR (0.2")	$\frac{250.8 \times 100}{1000}$	=16.72 %





DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO

De acuerdo a las consideraciones de diseño:

- **Valor Elástico de Sub Rasante:** (k): 300 psi (Grava Arcillosa)
- **Módulo de Ruptura:** (MR): 640.1 psi (Vía Urbana Principal)
- **Módulo Elástico del Concreto:** (Ec): $6,750 \times 640.1: 4'320,675$ psi
- **Espaciamiento de Juntas:** (L): $350/2.54: 137.80''$
- **Módulo Elástico de la Base:** (Eb): 25000
- **Coefficiente de Fricción Losa/Base:** (f): 1.4
- **Coefficiente de Base:** : $6''$
- **Módulo de Poisson:** : 0.2
- **Temperatura Anual Promedio:** TPMín: 5.16°C / TPMáx: 18.33°C
TPA: 11.31°C (Año 2007): $11.31 \times 1.8 + 32$:
TPA: 52.36°F
- **Precipitación Anual Promedio:** TPMín: 35.66 mm : $1.40''$



TABLA N° 24: resultados de los análisis de tráfico por el método AASHTO



ANALISIS DE TRAFICO POR EL METODO AASHTO

Tipo	Volumen	t %	N de ejes	Peso por eje Kips			LEFS	ESALs	SESALS	Factor deCamion	FC	Tarfico de diseño	ESALs de diseño	
				Simple	Tandem	Tridem								
C	2	5	2	4 4			0.002 0.002	0.004 0.004	0.008	0.004	33.066	24,138	97	
C	2	6.67	2	14 22			0.338 2.38	0.676 4.76	5.436	2.718	39.548	28,870	78,469	
C	4	6.67	2	14			0.338	1.352	11.272	2.818	39.548	57,740	162,711	
C	2	3.26	2	14			0.338	0.676	6.716	3.358	27.592	20,142	67,637	
	7	6.67	2	14 22			0.338 2.38	2.366 16.66	19.026	2.718	39.548	101,045	274,640	
A	6	5.18	2	14			0.338	2.028	16.908	2.818	33.702	73,807	207,988	
A	2	3.58	3	14 14			0.338 0.338	0.676 0.676	6.312	3.156	26.87	19,615	61,905	
A	2	3.58	3	14 22			0.338 2.38	0.676 4.76	10.396	5.198	28.513	20,815	108,196	
B	4	3.58	3	14 22			0.338 2.38	1.352 9.52	22.952	5.738	28.513	41,629	238,867	
A	4	3.58	3	14			0.338	1.352	21.192	5.298	28.513	41,629	220,550	
B	3	3.58	3	14 22			0.338 2.48	1.014 7.44	17.514	5.838	28.513	31,222	182,274	
C	4	4.6	4	22 22			2.38 2.38	9.52 9.52	29.912	7.478	31.702	46,285	346,119	
C	2	4.6	4	14 22			0.338 2.48	0.676 4.96	15.156	7.578	31.702	23,142	175,370	
C	4	4.6	4	22 22			2.38 2.38	4.76 4.76	29.912	7.478	31.702	46,285	346,119	
C	8	4.6	4	14 22			0.338 2.38	2.704 19.04	60.624	7.578	31.702	92,570	701,495	
				22			2.38	19.04						
					36		2.48	19.84						
							factor de carril = 1							
TOTAL 56 Vehiculos mixtos/dia							factor de direccionall = 2							3,172,440.00
											ESALs de diseño		6.3449E+06	



REVISION DE DISEÑO POR CARGA AL CENTRO DE LA LOSA

Espesor de losa asumido (pulg) 8
 calculo diferencial positivo F=18.154

	Ensayo vial	Proyecto de
	AASHTO	diseño
Radio de rigidez I (pulg)	42.668	33.438
factor de friccion F	1.066	1.066
Valor de (log. b)	-1.426	-1.24
esf. Producido por la carga al	170.864	145.739
esf. Producido por la carga al	306.129	317.653
Valor G	-0.176	
Valor Y	1.025	
Valor de log. R	7.596	
Valor de log. W	7.424292683	
Valor de log. de W	7.192335823	
Valor de W	1.557 E+07	

calculos auxiliares para juntas con pasajuntas

TD neg F	=	5.247
Ghum F	=	20
Inercia I (pulg 4)	=	0.049087
OPENING	=	0.017527
BETA	=	0.710371
Bs tres s	=	3058.14
ESAL s en millones =		6.344878

REVISION DE DISEÑO POR CARGA EN LA JUNTA

Junta con	espaciamento	Esp. De losa	Diametro del	TD	Esfuerzo de	esf. De	califi-	falla	falla	califi-
pasajuntas	de juntas (pies)	asumido	pasajuntas	(negativo)	tension	tension en la	cacion	prono-	admisible	cacion
	Jts pace	(pulg)	(pulg)		al centro	junta a		sticada	(pulg)	
SI	11.48333333	8	1	25.247	317.653	150	OK	0.05127	0.06	OK
SI	11.48333333	8	1	25.247	317.653	150	OK	0.05959	0.06	OK



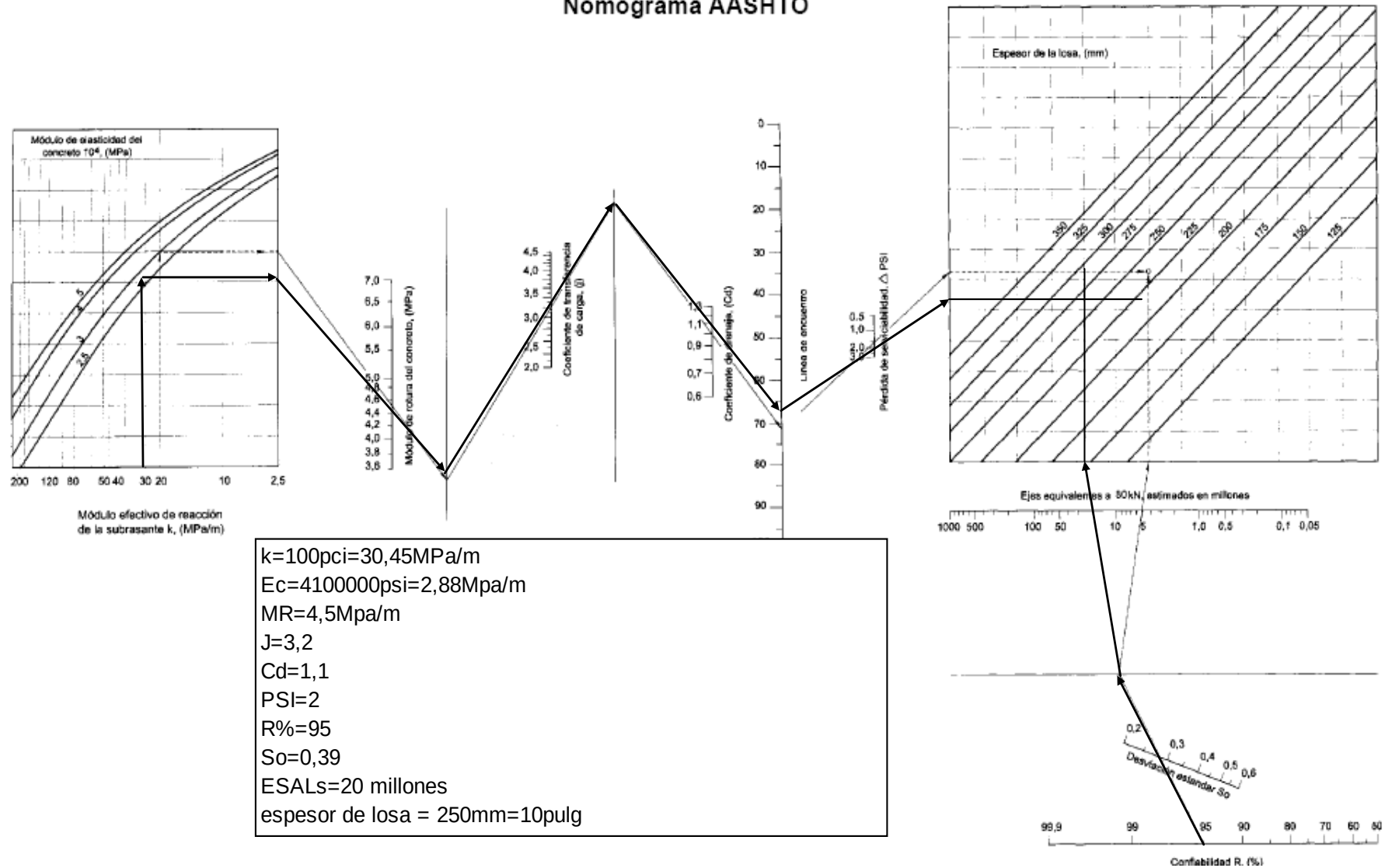
ENTRADA DE DATOS PARA REVISION DE DISEÑO POR CARGA AL CENTRO Y EL LA JUNTA DE LA LOSA			
Datos requeridos para el diseño	Ensayo vial AASHTO	Del Proyecto	Factor de diseño (años) = 20
Valor K elástico efectivo de las subrasante (psi)	110	300	P2=2.5
Módulo de rotura del H° S' c (psi)	690	640.10	PSI=2
Modulo elástico del concreto Ec (psi)	4200000	4320675	Velocidad promedio del viento (mph)=37.50
Espaciamiento de juntas L (pulg)	180	137.80	Temperatura promedio anual °F =52.36
Modulo elástico de la sub- base Eb (psi)	25000	25000	Precipitación promedio anual (pulg)=1.4
Coeficiente de fricción los a/ sub – base f	1.4	1.4	Espesor de losa asumido (pulg)= 8
Espesor de la sub- base (pulg)	6	6	L1=18
Módulo de poisson	0.2	0.2	L2=1
Factor de ajuste de borde E	1	1	ESALs =6.3449E+06

Por lo tanto:

- Concreto: 210 kg/cm²
- Espesor de Losa: 0.20 m
- Espesor de Juntas: 0.0254 m



Figura 7-28
Nomograma AASHTO





CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

CONCLUSIONES

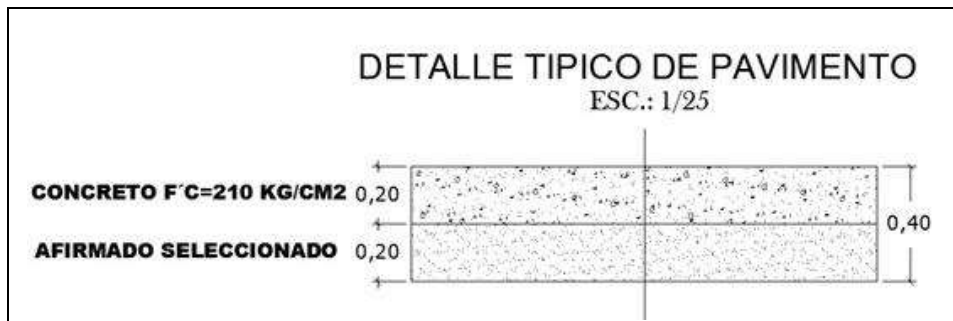
De acuerdo al diseño de la losa de pavimento rígido se concluye:

Los estudios geotécnicos no señalan fallas geológicas, en toda el área del pavimento, siendo las propiedades del terreno:

- Factor del Carril: 0.50
- Cohesión: $C = 0.35$
- Peso Específico: $= 2.00 \text{ T/M}^3$
- CBR: 15%
- Vida útil : 20 años
- Clasificación de Transito : Pesado

Según el Estudio de Mecánica de suelos nos recomienda:

- Afirmado : 20 cm
- Capa de rodadura : 20 cm
- En el presente proyecto siendo conservadores se considera los siguientes criterios:



- Para el diseño del pavimento rígido se estableció el método americano AASHTO, es uno de los métodos más utilizados a nivel internacional para el diseño de pavimentos de concreto hidráulico.
- La Serviciabilidad Inicial del pavimento es de 4.5, que corresponde al material predominante que es el concreto.
- Serviciabilidad Final del pavimento es de 1.8, que corresponde a zonas urbanas principales.
- Factor de Sentido de acuerdo a la función de la vía es de 2, que corresponde a una vía de doble sentido.

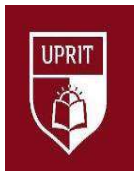


- Los valores recomendados para el coeficiente de drenaje deberán estar entre 1.0 y 1.10, por cual se inclinó por el 1.0, para el eficiente drenaje de pavimentos de concreto.
- Confiabilidad para que el pavimento de concreto desarrolle su función durante su vida útil en condiciones adecuadas para su operación es de 60%, que corresponde a pavimentos urbanos principales.

RECOMENDACIONES

Para el proceso constructivo de ejecución del elemento se recomienda:

- Todos los insumos tanto de materiales, equipo y mano de obra, establecidos en las especificaciones técnicas del estudio, deberán ser respetadas.
- Todos los trabajos de movimiento de tierras y explanaciones serán realizados por maquinaria pesada adecuada para una de las partidas que intervienen.
- Los encofrados de las losas deberán hacerse con madera cepillada o moldes metálicos, que tengan la capacidad suficiente para resistir la presión resultante de la colocación y vibrado del concreto y la suficiente rapidez para mantener las tolerancias especificadas. La tolerancia máxima permitida para la deformación máxima entre los elementos de soporte debe ser menor de $1/240$ de la luz entre los miembros estructurales.
- Para los trabajos de producción de concreto, desde el mezclado, transporte, llenado y curado, serán ejecutados de acuerdo a las especificaciones del presente estudio. Respecto a la dosificación de mezcla para obtener la resistencia de diseño, será conforme al diseño de mezcla aprobado por la supervisión.
- No es necesario dowls en el pavimento debido a que gran porcentaje de calles solo usara un carril; por ende se hace el proyecto homogéneo con uñas de sujeción en el perímetro del pavimento

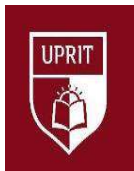


CAPITULO 5. RESULTADOS

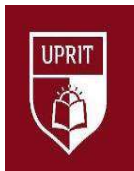
5.1.- RESULTADO DE ESTUDIO TOPOGRÁFICO

Los estudios topográficos para este proyecto de investigación son realizados para determinar el área de intervención del proyecto y calcular un presupuesto referencial. A continuación se presenta las coordenadas del levantamiento topográfico y las coordenadas de los BMs

1	771380.000	9145067.000	1644.000	E-1
2	771447.000	9145026.000	1647.000	E-2
3	771449.488	9145024.478	1647.122	VA
4	771445.351	9145014.552	1647.685	MZ
5	771445.270	9145014.504	1647.284	MZ
6	771444.878	9145015.116	1647.290	V
7	771444.708	9145015.204	1646.782	F
8	771444.446	9145015.353	1646.768	F
9	771444.450	9145015.461	1647.123	B
10	771444.693	9145015.165	1647.166	B
11	771442.409	9145013.908	1647.008	P
12	771441.313	9145011.311	1647.085	CASA
13	771440.868	9145011.991	1647.071	V
14	771435.627	9145006.863	1646.902	CASA
15	771435.039	9145007.482	1646.870	V
16	771431.018	9145003.076	1646.803	CASA
17	771430.301	9145003.636	1646.770	V
18	771430.390	9145003.807	1646.010	F
19	771430.184	9145004.005	1646.002	F
20	771430.093	9145004.144	1646.343	B
21	771430.361	9145003.773	1646.388	B
22	771430.454	9145002.569	1646.440	CASA
23	771429.899	9145003.309	1646.392	V
24	771425.574	9144998.658	1645.980	CASA
25	771425.010	9144999.468	1645.974	V
26	771424.951	9145000.314	1645.727	P
27	771418.163	9144992.930	1645.342	MZ
28	771417.362	9144993.477	1645.326	V
29	771417.307	9144993.606	1644.589	F
30	771417.128	9144993.804	1644.573	F
31	771417.043	9144993.868	1644.939	B



32	771417.311	9144993.554	1644.976	B
33	771418.116	9144993.110	1645.346	CAJA-D
34	771430.724	9145003.326	1646.774	CAJA-D
35	771436.093	9145007.895	1646.874	CAJA-D
36	771416.515	9144993.542	1645.000	MZ
37	771417.175	9144994.235	1644.926	V
38	771412.867	9144999.024	1644.883	C
39	771413.396	9144999.215	1644.855	V
40	771412.377	9145001.731	1644.945	P
41	771409.301	9145003.245	1644.774	CASA
42	771409.980	9145003.638	1644.769	V
43	771409.472	9145003.693	1644.780	CAJA-AYD
44	771404.943	9145008.190	1644.795	CASA
45	771405.529	9145008.688	1644.768	V
46	771400.931	9145012.686	1644.481	CASA
47	771401.427	9145013.175	1644.511	V
48	771401.664	9145012.375	1644.487	CAJA-A
49	771400.915	9145013.162	1644.339	CAJA-A
50	771396.971	9145017.036	1644.211	CASA
51	771397.477	9145017.434	1644.281	V
52	771392.672	9145024.099	1643.937	P
53	771391.633	9145023.410	1644.013	CASA
54	771392.148	9145023.948	1644.014	V
55	771391.661	9145023.980	1643.935	CAJA-AYD
56	771383.289	9145032.968	1643.560	CASA
57	771383.839	9145033.389	1643.551	V*
58	771379.623	9145036.996	1643.409	CASA
59	771379.855	9145037.276	1643.388	V*
60	771374.901	9145042.176	1643.346	CASA
61	771375.163	9145042.362	1643.345	V
62	771374.334	9145043.631	1643.503	V
63	771373.697	9145043.070	1643.510	CASA
64	771374.327	9145043.691	1643.002	F
65	771374.425	9145043.832	1643.006	F
66	771374.534	9145043.876	1643.256	B
67	771372.705	9145046.065	1643.263	P
68	771368.872	9145048.220	1643.527	CASA



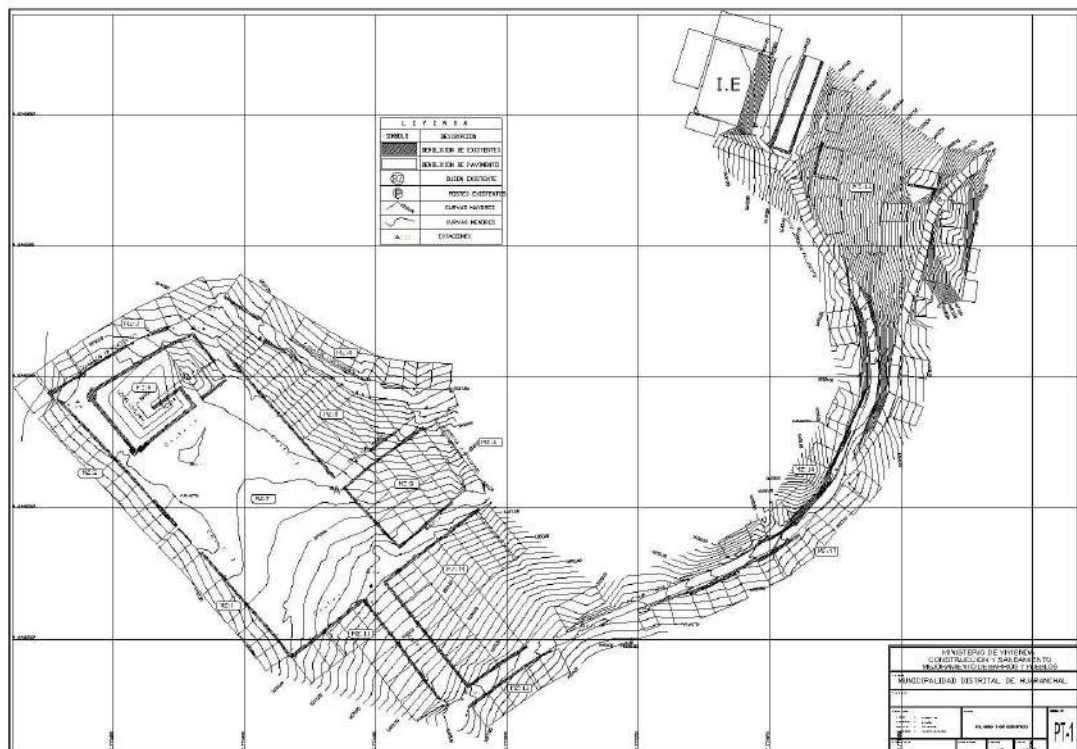
69	771369.477	9145048.799	1643.518	V
70	771364.868	9145052.792	1643.487	CASA
71	771365.508	9145053.290	1643.478	V
72	771365.576	9145053.324	1643.151	F
73	771365.730	9145053.415	1643.157	F
74	771365.727	9145053.460	1643.304	B
75	771365.161	9145053.154	1643.247	V
76	771359.328	9145059.043	1643.376	CASA
77	771359.757	9145059.457	1643.376	V
78	771359.946	9145059.004	1643.369	CAJA-D
79	771354.440	9145064.159	1643.401	CASA
80	771355.071	9145064.730	1643.399	V
81	771355.275	9145063.910	1643.396	CAJA-A
82	771354.941	9145064.287	1643.404	CAJA-A
83	771352.383	9145068.259	1643.389	P
84	771350.328	9145068.608	1643.498	CASA
85	771350.962	9145069.153	1643.498	V
86	771350.413	9145068.914	1643.601	CAJA-A
87	771346.123	9145073.061	1643.720	CASA
88	771346.777	9145073.636	1643.668	V
89	771356.644	9145072.924	1643.955	V
90	771355.838	9145072.236	1643.729	R
91	771356.380	9145071.592	1643.946	V
92	771358.040	9145070.175	1643.963	V
93	771360.451	9145071.204	1643.976	V
94	771359.943	9145072.008	1643.962	R
95	771358.585	9145072.411	1643.961	LC
96	771360.486	9145071.210	1643.863	R
97	771361.197	9145071.723	1643.876	R
98	771365.182	9145076.121	1643.968	V
99	771366.777	9145077.398	1643.953	V
100	771367.410	9145076.629	1643.924	S
101	771365.860	9145075.392	1643.898	S
102	771370.201	9145081.565	1643.912	LC
103	771370.921	9145080.649	1643.950	V
104	771371.510	9145079.863	1643.942	S
105	771370.600	9145080.098	1643.881	P



Cuadro de BMs

TABLA DE BM s				
PUNTO #	NORTE(Y)	ESTE(X)	ELEVACION	DESCRIPCION
140	9145061.26	771434.25	1643.61	BM-3
220	9145080.39	771370.99	1643.95	BM-1
508	9145087.74	771477.75	1638.60	BM-4
559	9145021.86	771453.00	1647.63	BM-2
719	9144983.35	771487.81	1656.22	BM-5
1017	9145059.61	771630.04	1656.06	BM-6
1179	9145188.29	771600.32	1642.70	BM-7

Plano topográfico





5.2.- RESULTADOS DE ESTUDIO DE SUELOS

Los resultados del estudio de mecánica de suelos para este proyecto son los siguientes.

N°	N° M	Clasificación AASHTO	Clasificación SUCS	LL %	LP %	IP %	% Grava	% Arena	% Fino
1	PC-1;	A-6 (1)	GC	17.03	7.47	9.56	58.70	29.15	12.15
2	PC-2;	A-6 (1)	GC	17.03	7.47	9.56	58.30	29.03	12.67
3	PC-3;	A-6 (1)	GC	18.00	8.46	9.54	58.46	28.17	13.37
4	PC-4;	A-6 (1)	GC	18.15	8.29	9.86	57.92	27.87	14.22

Clasificación AASHTO = A-6 (1)

Clasificación SUCS = GRAVA ARCILLOSA (GC)

VALORES PROCTOR MODIFICADO:

DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm³) = 2.11

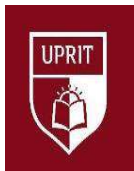
HUMEDAD OPTIMA (%) = 9.42



5.3.- RESULTADOS DE ESTUDIO DE TRÁFICO

Los estudios de tráfico para este proyecto de investigación son realizados para determinar el espesor de la losa del pavimento rígido. A continuación se presenta el cuadro resumen de datos para determinar la estructura del pavimento rígido por el método – AASHTO 93.

ITEM	DESCRIPCIÓN	ABREVIATURA	RESULTADO PARA NUESTRO ANÁLISIS
1	Serviciabilidad inicial	P (o)	4.50
2	Serviciabilidad final	P (t)	1.80
3	Factor de sentido		2
4	Factor de carril		1
5	Módulo de Reacción Compuesto "Efectivo"	K	100 psi = 30.45 Mpa / m
6	Módulo de Elasticidad Concreto	Ec	4100 000psi =2.88 Mpa/m
7	Módulo Resiliente de SubRasante	Mr	4.5 Mpa/m
8	Transferencia de carga	J	3.2
9	Coeficiente de Drenaje	Cd	1.10
10	Diferencia de Serviciosibilidad	(Δpsi)	2
11	Confiabilidad	R %	95
12	Desviación estándar	So	0.39
13	ESAL's (ejes equiv. 8.2t)	ESALs	20.00 mill
14	Espesor de la Losa	e=	200 mm = 8 pulg.



5.4.- RESULTADOS DE ESTUDIO HIDROLÓGICO

Los cálculos hidráulicos han sido hechos para cada una de las secciones de vía consideradas a proyectar. A continuación se resume los caudales y las dimensiones propuestas de cada una de las cunetas de evacuación de aguas pluviales:

ITEM	DESCRIP- CION	AREA (M2)	PERIME TRO (ML)	PP MAX (ML)/H año 2002	VOLUMEN (M3) AGUA	Q (L/S)	V (M/S)	SECCION CUNETAS (CM)	NUMERO DESFOQUES
1	AREA INFLUENCIA 1	9320	223.56	46.2	430.58	119.6066	1.33	30X30	1
2	AREA INFLUENCIA 2	2223	1521	46.2	102.70	28.5285	0.18	30X30	1
3	AREA INFLUENCIA 3	19315	309	46.2	892.35	247.8758	2.75	40X40	1



CAPITULO 5. DISCUSION

Los estudios topográficos en la localidad de Lajon se realizaron paralelamente con los estudios de mecánica de suelos (calicatas), además en el estudio topográfico se tomaron alturas y sentidos de la red de alcantarillado lo cual se constató y confirmo que eran recientemente dato que se tendría que tener en cuenta para el diseño de la propuesta de investigación,

En la propuesta de diseño estructural de pavimento rígido para la localidad de lajon se consideró solo la BASE y la CARPETA DE RODADURA es decir el concreto rígido, por lo que según las autoridades de dicha localidad nos informaron de que recientemente se ha ejecutado un proyecto de instalación de agua potable y alcantarillado, entonces para evitar daños en las tuberías e instalaciones se consideró ejecutar lo indicado

La culminación de este proyecto de investigación denominado “propuesta de diseño de pavimento rígido para el mejoramiento de la transitabilidad vehicular y peatonal de la localidad de lajón, distrito de huaranchal – otuzco la libertad 2017” sirve de base para realizar futuros proyectos de pavimentación en las localidades de la sierra liberteña.



CONCLUSIONES

- El diseño de pavimento rígido del presente proyecto cumple con los parámetros de comportamiento obtenidos de los estudios realizados de la localidad de Lajón, tomando como datos de entrada para el diseño del pavimento rígido los estudios básicos de ingeniería como son estudio topográfico, estudio de mecánica de suelos, estudio de tráfico y estudio hidrológico.
- El estudio topográfico permitió determinar la longitud de cada calle, y el sentido de evacuación de agua pluviales, el área a pavimentar y las obras de artes necesarias para que este proyecto sea sostenible en el tiempo.
- El estudio de mecánica de suelos nos permitió determinar las propiedades mecánicas de los materiales y los datos necesarios para llegar a determinar la estructura del pavimento.
- Para el cálculo de los espesores de la estructura del pavimento se estableció la metodología AASHTO – 93, es uno de los métodos más utilizados a nivel internacional para el diseño de concretos hidráulicos.
- Con los datos obtenidos del estudio hidrológico se realizó el predimensionamiento de las obras de arte necesarias para evitar daños en la estructura del pavimento.
- En el presente proyecto de tesis se elaboró los planos necesarios para su metrado, se analizó los precios unitarios de cada partida y se elaboró un presupuesto estimado del proyecto.



RECOMENDACIONES

Se recomienda a los profesionales involucrados en estos temas realizar los estudios básicos de topografía, de mecánica de suelos y de hidrología en los tiempos más desfavorables para analizar las situaciones más incómodas que viven los pobladores así como también las propiedades más desfavorables de los estudios de mecánica de suelos y de hidrología.

Se recomienda a la municipalidad buscar el financiamiento para llevar a cabo la ejecución de la propuesta de pavimentación para el mejoramiento de la transitabilidad vehicular y peatonal de la localidad de LAJON y de esta manera mejorar la calidad de vida de la población en su conjunto.

Para los trabajos de movimiento de tierra y explanaciones se recomienda mucho cuidado para no malograr las instalaciones de agua y desagüe que actualmente se encuentran en buen estado.

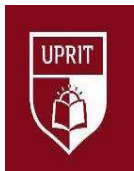
Se recomienda cumplir con el dimensionamiento de las cunetas para el buen funcionamiento de las aguas pluviales y de esta manera evitar daños en la estructura del pavimento.

Se recomienda cumplir con las recomendaciones indicadas en los estudios básicos de ingeniería (estudio topográfico, estudio de tráfico, estudio de suelos, estudio hidrológico.) para alcanzar el tiempo de vida útil del proyecto y mejorar la vida de los pobladores y los transportistas.



REFERENCIAS

- (MIT), m. d. (2014). *ANUARIO ESTADISTICO DE TRANSPORTE DE NICARAGUA*. NICARAGUA: LA PRENSA.
- AURELIO, C. Z. (2014). *MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL A NIVEL DE PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AVENIDA SIMÓN BOLÍVAR DE LA CIUDAD DE ARAPA – PROVINCIA DE AZÁNGARO - PUNO*. PUNO: NORMA.
- Campos, Á. F. (2016). *ESTUDIO PROSPECTIVO: REGIÓN LA LIBERTAD AL 2030*. TRUJILLO.
- CHILE, M. D. (2013). *Infraestructura Logística en Chile y sus Perspectivas*. CHILE.
- Comunicaciones, M. d. (2015). *CARACTERIZACIÓN DEL DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA*. CAJAMARCA.
- COMUNICACIONES, M. D. (2016). *MANUAL DE ENSAYO DE MATERIALES*. LIMA.
- Conroy, I. J. (2015). *VIALIDAD Y TRANSPORTE LATINOAMERICANO*. LIMA: G7 CONSULTORES SAC.
- Fernández, B. I. (Julio de 2013). *ANÁLISIS COMPARATIVO DE MÉTODOS DE DISEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES. ANÁLISIS COMPARATIVO DE MÉTODOS DE DISEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES*. Concepción , Chile.
- FONSECA, A. O. (2014). *INGENIERÍA DE PAVIMENTOS: Fundamentos, estudios básicos y diseño* (Colombia, Universidad Católica de ed., Vols. 4-5). BOGOTÁ: Stella Valbuena de Fierro.
- GUEVARA, M. E. (2015). *PAVIMENTOS RIGIDOS REFORZADOS CON FIBRAS DE HACERO VERSUS PAVIMENTOS TRADICIONALES*. LIMA: MACRO.
- INVIAS, I. N. (2014). *Infraestructura Vial*. COLOMBIA: Taller de Ediciones del DANE.
- MERCEDES, C. C. (2016). *ANÁLISIS DE FISURAS Y GRIETAS EN PAVIMENTOS RÍGIDOS MEDIANTE*. cuenca.
- NUÑEZ, F. A. (2015). *ESTUDIO DE LOS DAÑOS DEL PAVIMENTO RIGIDO EN ALGUNAS CALLES DE LOS BARRIOS LAGUITO, CASTILLOGRANDE Y BOCAGRANDE EN ZONAS CON NIVEL FREÁTICO ALTO EN LA CIUDAD DE CARTAGENA*. CARTAGENA DE INDIAS.
- PERÚ, M. d. (2013). *MANUAL DE CARRETERAS SUELOS, GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS*. lima: MACRO.
- PERU, M. d. (2014). *MANUAL DE CARRETERAS DISEÑO GEOMETRICO*. LIMA.
- SENCICO, M. D. (2013). *CE.010 PAVIMENTOS URBANOS*. LIMA.
- SILVA, M. A. (2014). *ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DE LAS VARIABLES DE DISEÑO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS DEL MÉTODO DE LA ASOCIACIÓN DEL CEMENTO PORTLAND EN EL DISTRITO DE CAJAMARCA*. CAJAMARCA.
- STALIN, R. G. (2016). *ANÁLISIS COMPARATIVO DE UN HORMIGÓN PARA LA CAPA DE RODADURA CON FIBRAS DE ACERO Y SIN ELLAS PARA UTILIZACIÓN EN PAVIMENTOS RÍGIDOS*. GUAYAQUIL.
- ZEVALLOS, J. S. (2014). *TERMINAL TERRESTRE PARA CONTRIBUIR A LA SOLUCIÓN DEL CAOS URBANO VEHICULAR EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO*. HUÁNUCO.



ANEXOS:

GUIA DE OBSERVACIÓN PARA EL DISEÑO DE UN PAVIMENTO RIGIDO PARA LA LOCALIDAD DE LAJON DISTRITO HUARANCHAL, OTUZCO – LA LIBERTAD 2017

DATOS GENERALES	UBICACIÓN
INVESTIGADOR: CASTILLO QUISPE, Juan Carlos	DEPARTAMENTO: LA LIBERTAD
FECHA: 15/07/2017	PROVINCIA: OTUZCO
HORA: 10:30 AM	DISTRITO: HUANCHAL
ALTURA (msnm): 1645.00 msnm	LOCALIDAD: LAJON

2.- DATOS ESPECIFICOS.

2.1.- TIPO DE PAVIMENTO.

a) flexible ☐ b) rígido ☐ c) adoquinado ☐ d) ninguno ☒

2.2.- TIPO DE TRANSITO VEHICULAR.

a) liviano ☐ b) pesado ☐ c) muy pesado ☐ d) a y b ☒

2.3.- TOPOGRAFIA.

a) llana ☐ b) ondulada ☒ c) accidentada ☐ d) otros ☐

2.4.- CLIMA.

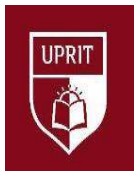
a) cálido ☐ b) templado ☒ c) frío ☐ d) otros ☐

2.5.- CONDICION DE LAS VIAS DE ACCESO A LA LOCALIDAD.

a) bueno ☐ b) regular ☐ c) malo ☒ d) otros ☐



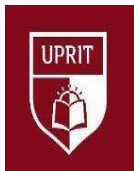
2.6.- EFECTOS QUE GENERA EL MAL ESTADO DE LAS CARRETERAS DE ACCESO A LA LOCALIDAD.			
a) accidentes ☐	b) pérdida de tiempo ☐	c) enfermedades respiratorias ☐	d) a y c ☒
2.7.- CUANTO AFECTA LOS DETERIOROS DE LAS CALLES DE LA LOCALIDAD DE LAJON.			
a) mucho ☒	b) poco ☐	c) nada ☐	d) otros ☐
2.8.- CAUSAS DEL MAL ESTADO DE LOS PAVIMENTOS Y SUS DETERIOROS			
a) falta de mantenimiento ☒	b) circulación de vehículos pesados ☐	c) uso de materiales de baja calidad ☐	d) otros ☐
2.9 PRINCIPAL FUENTE DE ECONOMIA EN LA LOCALIDAD			
a) ganadería ☐	b) agricultura ☐	c) minería ☐	d) a, b y c ☒
2.10.- SERVICIOS PUBLICOS			
a) escuela, luz, agua, posta, alcantarillado. ☒	b) escuela, posta ☐	c) luz, agua, alcantarillado ☐	d)ninguno ☐



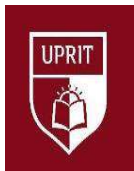
GUIA DE OBSERVACIÓN PARA EL DISEÑO DE UN PAVIMENTO RIGIDO PARA LA LOCALIDAD DE LAJON DISTRITO HUARANCHAL, OTUZCO – LA LIBERTAD 2017

DATOS GENERALES	UBICACIÓN
INVESTIGADOR: CASTILLO QUISPE, Juan Carlos	DEPARTAMENTO: LA LIBERTAD
FECHA: 15/07/2017	PROVINCIA: OTUZCO
HORA: 10:30 AM	DISTRITO: HUANCHAL
ALTURA (msnm): 1645.00 msnm	LOCALIDAD: LAJON

2.- DATOS ESPECIFICOS.			
2.1.- TIPO DE PAVIMENTO.			
a) flexible ☐	b) rígido ☐	c) adoquinado ☐	d) ninguno ☒
2.2.- TIPO DE TRANSITO VEHICULAR.			
a) liviano ☐	b) pesado ☐	c) muy pesado ☐	d) a y b ☒
2.3.- TOPOGRAFIA.			
a) llana ☒	b) ondulada ☐	c) accidentada ☐	d) otros ☐
2.4.- CLIMA.			
a) cálido ☒	b) templado ☐	c) frío ☐	d) otros ☐
2.5.- CONDICION DE LAS VIAS DE ACCESO A LA LOCALIDAD.			
a) bueno ☐	b) regular ☒	c) malo ☐	d) otros ☐
2.6.- EFECTOS QUE GENERA EL MAL ESTADO DE LAS CARRETERAS DE ACCESO A LA LOCALIDAD.			



a) accidentes ☐	b) pérdida de tiempo ☐	c) enfermedades respiratorias ☐	d) a y c ☒
2.7.- CUANTO AFECTA LOS DETERIOROS DE LAS CALLES DE LA LOCALIDAD DE LAJON.			
a) mucho ☒	b) poco ☐	c) nada ☐	d) otros ☐
2.8.- CAUSAS DEL MAL ESTADO DE LOS PAVIMENTOS Y SUS DETERIOROS			
a) falta de mantenimiento ☒	b) circulación de vehículos pesados ☐	c) uso de materiales de baja calidad ☐	d) otros ☐
2.9 PRINCIPAL FUENTE DE ECONOMIA EN LA LOCALIDAD			
a) ganadería ☐	b) agricultura ☒	c) minería ☐	d) a, b y c ☐
2.10.- SERVICIOS PUBLICOS			
a) escuela, luz, agua, alcantarillado. ☒	b) escuela, posta ☐	c) luz, agua, alcantarillado ☐	d)ninguno ☐



GUIA DE OBSERVACIÓN PARA EL DISEÑO DE UN PAVIMENTO RIGIDO PARA LA LOCALIDAD DE LAJON DISTRITO HUARANCHAL, OTUZCO – LA LIBERTAD 2017

DATOS GENERALES	UBICACIÓN
INVESTIGADOR: CASTILLO QUISPE, Juan Carlos	DEPARTAMENTO: LA LIBERTAD
FECHA: 15/07/2017	PROVINCIA: OTUZCO
HORA: 10:30 AM	DISTRITO: HUANCHAL
ALTURA (msnm): 1645.00 msnm	LOCALIDAD: LAJON

2.- DATOS ESPECIFICOS.

2.1.- TIPO DE PAVIMENTO.

a) flexible ☐ b) rígido ☐ c) adoquinado ☐ d) ninguno ☒

2.2.- TIPO DE TRANSITO VEHICULAR.

a) liviano ☐ b) pesado ☐ c) muy pesado ☐ d) a y b ☒

2.3.- TOPOGRAFIA.

a) llana ☒ b) ondulada ☐ c) accidentada ☐ d) otros ☐

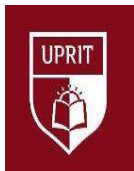
2.4.- CLIMA.

a) cálido ☒ b) templado ☐ c) frío ☐ d) otros ☐

2.5.- CONDICION DE LAS VIAS DE ACCESO A LA LOCALIDAD.

a) bueno ☐ b) regular ☒ c) malo ☐ d) otros ☐

2.6.- EFECTOS QUE GENERA EL MAL ESTADO DE LAS CARRETERAS DE ACCESO A LA LOCALIDAD.



a) accidentes ☐	b) pérdida de tiempo ☐	c) enfermedades respiratorias ☐	d) a y c ☒
2.7.- CUANTO AFECTA LOS DETERIOROS DE LAS CALLES DE LA LOCALIDAD DE LAJON.			
a) mucho ☒	b) poco ☐	c) nada ☐	d) otros ☐
2.8.- CAUSAS DEL MAL ESTADO DE LOS PAVIMENTOS Y SUS DETERIOROS			
a) falta de mantenimiento ☒	b) circulación de vehículos pesados ☐	c) uso de materiales de baja calidad ☐	d) otros ☐
2.9 PRINCIPAL FUENTE DE ECONOMIA EN LA LOCALIDAD			
a) ganadería ☐	b) agricultura ☒	c) minería ☐	d) a, b y c ☐
2.10.- SERVICIOS PUBLICOS			
a) escuela, luz, agua, alcantarillado. ☒	b) escuela, posta ☐	c) luz, agua, alcantarillado ☐	d)ninguno ☐













PROPUESTA DE DISEÑO DE UN PAVIMENTO RIGIDO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DE LA LOCALIDAD DE LAJON DISTRITO HUARANCHAL, OTUZCO – LA LIBERTAD 2017.

Subpresupuesto **001** Fecha presupuesto **15/08/2017**

Partida 01.01 CARTEL DE IDENTIFICACION DE LA OBRA DE 8.50 X 3.60 m

Rendimiento **u/DIA** **MO.** **EQ.** Costo unitario directo por : u **1,284.11**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh		18.0000	20.18	363.24
0147010004	PEON	hh		15.0000	14.90	223.50
						586.74
Materiales						
0202010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		1.0000	2.99	2.99
0202100010	PERNO HEXAGONAL DE 3/4" X 3 1/2"	pza		9.0000	0.60	5.40
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bls		0.9000	19.20	17.28
0238000000	HORMIGON (PUESTO EN OBRA)	m3		0.3600	115.00	41.40
0243040000	MADERA TORNILLO	p2		70.0000	4.20	294.00
0244030024	TRIPLAY DE 8 mm	m2		12.0000	12.14	145.68
0254010001	PINTURA ESMALTE SINTETICO	gal		0.4320	24.58	10.62
0275010001	GIGANTOGRAFIA	m2		12.0000	15.00	180.00
						697.37

Partida 01.02 CASETA ADICIONAL P/GUARDIANIA Y/ ALMACEN

Rendimiento **u/DIA** **MO. 1.0000** **EQ. 1.0000** Costo unitario directo por : u **1,236.35**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	8.0000	20.18	161.44
0147010004	PEON	hh	1.0000	8.0000	14.90	119.20
0147010010	GUARDIAN	hh	0.1000	0.8000	13.35	10.68
						291.32
Materiales						
0243040004	CASETA DE MADERA TORNILLO ADICIONAL TECHADA	p2		10.0000	55.00	550.00
02431100000002	MADERA AGUANO 1" X 8" X 8'	p2		12.0000	5.10	61.20
0244030022	TRIPLAY DE 4' X 8' X 6 mm	pl		8.0000	41.00	328.00
						939.20
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		2.0000	291.32	5.83
						5.83

Partida 01.03 MOVILIZACION Y DESMIVILIZACION DE MAQUINARIA PESADA

Rendimiento **glb/DIA** **MO. 1.0000** **EQ. 1.0000** Costo unitario directo por : glb **19,200.00**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Equipos						
0348520002	TRASLADO DE RODILLO VIBRATORIO	glb		1.0000	4,800.00	4,800.00
0348520003	TRASLADO DE MOTONIVELADORA	glb		1.0000	4,800.00	4,800.00
0348520004	TRASLADO DE CARGADOR FRONTAL	glb		1.0000	4,800.00	4,800.00
0348520005	TRASLADO DE RETROEXVADORA	glb		1.0000	4,800.00	4,800.00
						19,200.00

Partida 01.04 MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS LIVIANOS

Rendimiento **glb/DIA** **MO. 1.0000** **EQ. 1.0000** Costo unitario directo por : glb **5,400.00**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Equipos						
0349520056	TRASLADO DE VIBRADOR DE CONCRETO DE 4HP	glb		1.0000	600.00	600.00
0398010150	TRASLADO DE MEZCLADORA DE CONCRETO	glb		3.0000	1,200.00	3,600.00
0398010151	TRASLADO DE COMPACTADOR VIBRATORIO MANUAL	glb		2.0000	600.00	1,200.00

Análisis de precios unitarios

Presupuesto

**PROPUESTA DE DISEÑO DE UN PAVIMENTO RIGIDO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD
VEHICULAR Y PEATONAL DE LA LOCALIDAD DE LAJON DISTRITO HUARANCHAL, OTUZCO – LA LIBERTAD 2017.**

Subpresupuesto

001

Fecha presupuesto

15/08/2017

5,400.00

Partida	02.01.01 LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 450.0000	EQ. 450.0000	Costo unitario directo por : m2			0.33
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO		hh	0.1000	0.0018	20.18	0.04
0147010004	PEON		hh	1.0000	0.0178	14.90	0.27
							0.31
	Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		5.0000	0.31	0.02
							0.02

Partida	02.01.02 TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO PERMANETE						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 405.0000	EQ. 405.0000	Costo unitario directo por : m2			2.05
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0147000032	TOPOGRAFO		hh	1.0000	0.0198	15.00	0.30
0147010003	OFICIAL		hh	1.0000	0.0198	16.57	0.33
0147010004	PEON		hh	2.0000	0.0395	14.90	0.59
							1.22
	Materiales						
0229060005	YESO DE 28 Kg		bls		0.0100	13.30	0.13
0230990080	WINCHA		u		0.0030	35.00	0.11
0244010000	ESTACA DE MADERA TORNILLO TRATADA		p2		0.0100	4.80	0.05
							0.29
	Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3.0000	1.22	0.04
0349190003	NIVEL TOPOGRAFICO CON TRIPODE		he	1.0000	0.0198	10.00	0.20
0349880003	TEODOLITO		hm	1.0000	0.0198	15.00	0.30
							0.54

Partida	02.01.03 DEMOLICION DE PAVIMENTO DE CONCRETO RIGIDO EN MAL ESTADO						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 150.0000	EQ. 150.0000	Costo unitario directo por : m2			17.94
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0147000023	OPERADOR DE EQUIPO PESADO		hh	1.0000	0.0533	17.50	0.93
0147010001	CAPATAZ		hh	0.1000	0.0053	16.10	0.09
0147010003	OFICIAL		hh	2.0000	0.1067	16.57	1.77
0147010004	PEON		hh	18.0000	0.9600	14.90	14.30
							17.09
	Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		5.0000	17.09	0.85
							0.85

Partida	02.02.01 CORTE DE TERRENO HASTA EL NIVEL DE SUBRASANTE						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 1,000.0000	EQ. 1,000.0000	Costo unitario directo por : m3			5.99
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0147000023	OPERADOR DE EQUIPO PESADO		hh	1.0000	0.0080	17.50	0.14
0147010004	PEON		hh	4.0000	0.0320	14.90	0.48
							0.62
	Materiales						

Análisis de precios unitarios

Presupuesto

PROPUESTA DE DISEÑO DE UN PAVIMENTO RIGIDO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DE LA LOCALIDAD DE LAJON DISTRITO HUARANCHAL, OTUZCO – LA LIBERTAD 2017.

Subpresupuesto

001

Fecha presupuesto

15/08/2017

0239050000	AGUA	m3		0.0500	5.00	0.25
						0.25

Equipos

0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		4.0000	0.62	0.02
0349040009	CARGADOR SOBRE LLANTAS 125 HP 2.5 yd3	hm	2.9000	0.0232	220.00	5.10
						5.12

Partida **02.02.02 RELLENO CON MATERIAL PROPIO SELECCIONADO E=0.05-0.10 M PROM.**

Rendimiento **m3/DIA** MO. 415.0000 EQ. 415.0000 Costo unitario directo por : m3 **5.19**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0147000023	OPERADOR DE EQUIPO PESADO	hh	2.0000	0.0386	17.50	0.68
0147010004	PEON	hh	2.0000	0.0386	14.90	0.58
						1.26
	Materiales					
0239050000	AGUA	m3		0.0050	5.00	0.03
						0.03
	Equipos					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.26	0.04
0349090000	MOTONIVELADORA DE 125 HP	hm	1.0012	0.0193	200.00	3.86
						3.90

Partida **02.02.03 REFINE Y COMPACTACION DEL TERRENO NATURAL**

Rendimiento **m2/DIA** MO. 1,500.0000 EQ. 1,500.0000 Costo unitario directo por : m2 **3.56**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0147000023	OPERADOR DE EQUIPO PESADO	hh	2.0000	0.0107	17.50	0.19
0147010004	PEON	hh	3.0000	0.0160	14.90	0.24
						0.43
	Materiales					
0239050000	AGUA	m3		0.2000	5.00	1.00
						1.00
	Equipos					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.43	0.01
0349090000	MOTONIVELADORA DE 125 HP	hm	1.0000	0.0053	200.00	1.06
0349110010	RODILLO LISO VIBRATORIO	hm	1.0000	0.0053	200.00	1.06
						2.13

Partida **02.02.04 BASE DE AFIRMADO DE 0.20M**

Rendimiento **m2/DIA** MO. 1,500.0000 EQ. 1,500.0000 Costo unitario directo por : m2 **26.56**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0147000023	OPERADOR DE EQUIPO PESADO	hh	1.0000	0.0053	17.50	0.09
0147010004	PEON	hh	3.0000	0.0160	14.90	0.24
						0.33
	Materiales					
0238000004	AFIRMADO DE CANTERA SELECCIONADA	m3		0.2200	105.00	23.10
0239050000	AGUA	m3		0.2000	5.00	1.00
						24.10
	Equipos					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.33	0.01
0349090000	MOTONIVELADORA DE 125 HP	hm	1.0000	0.0053	200.00	1.06
0349110010	RODILLO LISO VIBRATORIO	hm	1.0000	0.0053	200.00	1.06
						2.13

Análisis de precios unitarios

Presupuesto

**PROPUESTA DE DISEÑO DE UN PAVIMENTO RIGIDO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD
VEHICULAR Y PEATONAL DE LA LOCALIDAD DE LAJON DISTRITO HUARANCHAL, OTUZCO – LA LIBERTAD 2017.**

Subpresupuesto

001

Fecha presupuesto

15/08/2017

Partida	02.02.05 ACARREO INTERNO MANUAL DE MATERIAL EXCEDENTE					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 27.0000	EQ. 27.0000	Costo unitario directo por : m3		8.92
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0147010004	PEON	hh	2.0000	0.5926	14.90	8.83
						8.83
	Equipos					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		1.0000	8.83	0.09
						0.09
Partida	02.02.06 ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE DISTANCIA PROM 5KM CON EQUIPO EN TIERRA					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 450.0000	EQ. 450.0000	Costo unitario directo por : m3		13.46
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0147000023	OPERADOR DE EQUIPO PESADO	hh	2.0000	0.0356	17.50	0.62
0147010004	PEON	hh	4.0000	0.0711	14.90	1.06
						1.68
	Equipos					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.68	0.05
0348040023	CAMION VOLQUETE 4 X 2 140-210 HP 6 m3	hm	3.0000	0.0533	160.00	8.53
0349040091	RETROEXCAVADOR DE 1/2 - 1 1/4yd3	hm	1.0000	0.0178	180.00	3.20
						11.78
Partida	02.03.01 CONCRETO EN LOSA DE RODADURA F'c=210 KG/CM2; E= 0.20M / CEMENTO TIPO MS					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 18.0000	EQ. 18.0000	Costo unitario directo por : m3		447.31
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0147000022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	1.0000	0.4444	16.50	7.33
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0444	16.10	0.71
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.4444	20.18	8.97
0147010003	OFICIAL	hh	2.0000	0.8889	16.57	14.73
0147010004	PEON	hh	8.0000	3.5556	14.90	52.98
						84.72
	Materiales					
0205000003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m3		0.5300	160.00	84.80
0205010004	ARENA GRUESA	m3		0.5200	150.00	78.00
0221000094	CEMENTO MS	bls		9.7300	18.81	183.02
0234000000	GASOLINA 84 OCTANOS	gal		0.2000	13.10	2.62
0239050000	AGUA	m3		0.1900	5.00	0.95
						349.39
	Equipos					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	84.72	2.54
0348010011	MEZCLADORA DE CONCRETO DE 9 -11p3	hm	1.0000	0.4444	14.00	6.22
0349070004	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	1.0000	0.4444	10.00	4.44
						13.20
Partida	02.03.02 CONCRETO EN UÑAS f'c=210 kg/cm2 / CEMENTO TIPO MS					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 18.0000	EQ. 18.0000	Costo unitario directo por : m3		447.31
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0147000022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	1.0000	0.4444	16.50	7.33
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0444	16.10	0.71

Análisis de precios unitarios

Presupuesto

PROPUESTA DE DISEÑO DE UN PAVIMENTO RIGIDO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DE LA LOCALIDAD DE LAJON DISTRITO HUARANCHAL, OTUZCO – LA LIBERTAD 2017.

Subpresupuesto	001					Fecha presupuesto	15/08/2017
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.4444	20.18		8.97
0147010003	OFICIAL	hh	2.0000	0.8889	16.57		14.73
0147010004	PEON	hh	8.0000	3.5556	14.90		52.98

84.72

Materiales

0205000003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m3		0.5300	160.00		84.80
0205010004	ARENA GRUESA	m3		0.5200	150.00		78.00
0221000094	CEMENTO MS	bls		9.7300	18.81		183.02
0234000000	GASOLINA 84 OCTANOS	gal		0.2000	13.10		2.62
0239050000	AGUA	m3		0.1900	5.00		0.95

349.39

Equipos

0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	84.72		2.54
0348010011	MEZCLADORA DE CONCRETO DE 9 -11p3	hm	1.0000	0.4444	14.00		6.22
0349070004	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	1.0000	0.4444	10.00		4.44

13.20

Partida 02.03.03 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN LOSA DE RODADURA

Rendimiento	m2/DIA	MO. 45.0000	EQ. 45.0000	Costo unitario directo por : m2		31.80
-------------	--------	-------------	-------------	---------------------------------	--	-------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	2.0000	0.3556	20.18	7.18
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.1778	16.57	2.95
0147010004	PEON	hh	2.0000	0.3556	14.90	5.30

15.43

Materiales

0202000008	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	kg		0.2300	3.10	0.71
0202020004	CLAVOS PARA CEMENTO DE ACERO CON CABEZA DE 3"	kg		0.2000	2.99	0.60
0244030017	TRIPLAY DE 4' X 8' X 12 mm	pl		0.0180	38.30	0.69
0245010001	MADERA TORNILLO INCLUYE CORTE PARA ENCOFRADO	p2		3.2000	4.25	13.60

15.60

Equipos

0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	15.43	0.77
------------	-----------------------	-----	--	--------	-------	------

0.77

Partida 02.04.01 JUNTAS DE DILATACION RELLENO C/MORTERO ASFALTICO E=1" EN PAVIMENTO

Rendimiento	m/DIA	MO. 150.0000	EQ. 150.0000	Costo unitario directo por : m		4.23
-------------	-------	--------------	--------------	--------------------------------	--	------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0533	20.18	1.08
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.0533	14.90	0.79

1.87

Materiales

0205010004	ARENA GRUESA	m3		0.0010	150.00	0.15
0213000006	ASFALTO RC-250	gal		0.1330	12.00	1.60
0253000000	KEROSENE INDUSTRIAL	gal		0.0220	25.00	0.55

2.30

Equipos

0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.87	0.06
------------	-----------------------	-----	--	--------	------	------

0.06

Partida 02.04.02 CURADO DE CONCRETO

Rendimiento	m2/DIA	MO. 650.0000	EQ. 650.0000	Costo unitario directo por : m2		1.50
-------------	--------	--------------	--------------	---------------------------------	--	------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
--------	---------------------	--------	-----------	----------	------------	-------------

Análisis de precios unitarios

Presupuesto

**PROPUESTA DE DISEÑO DE UN PAVIMENTO RIGIDO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD
VEHICULAR Y PEATONAL DE LA LOCALIDAD DE LAJON DISTRITO HUARANCHAL, OTUZCO – LA LIBERTAD 2017.**

Subpresupuesto	001		Fecha presupuesto	15/08/2017
----------------	------------	--	-------------------	-------------------

		Mano de Obra				
0147010004	PEON	hh	4.0000	0.0492	14.90	0.73
						0.73
		Materiales				
0239050000	AGUA	m3		0.1500	5.00	0.75
						0.75
		Equipos				
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.73	0.02
						0.02

Partida	02.05.01	PINTADO DE PAVIMENTO: LINEA CARRIL
---------	-----------------	---

Rendimiento	m/DIA	MO. 400.0000	EQ. 400.0000	Costo unitario directo por : m	7.06
-------------	--------------	---------------------	---------------------	--------------------------------	-------------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0200	20.18	0.40
0147010003	OFICIAL	hh	3.0000	0.0600	16.57	0.99
0147010004	PEON	hh	3.0000	0.0600	14.90	0.89
						2.28
	Materiales					
0229200012	THINNER ACRILICO	gal		0.0350	8.80	0.31
0239160011	CORDEL	m		1.0500	1.00	1.05
0254450070	PINTURA DE TRAFICO	gal		0.0350	95.80	3.35
						4.71
	Equipos					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	2.28	0.07
						0.07

Partida	02.05.02	PINTADO DE PAVIMENTO: FLECHAS Y CRUCES PEATONALES
---------	-----------------	--

Rendimiento	m2/DIA	MO. 300.0000	EQ. 300.0000	Costo unitario directo por : m2	10.63
-------------	---------------	---------------------	---------------------	---------------------------------	--------------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0147010002	OPERARIO	hh	2.0000	0.0533	20.18	1.08
0147010003	OFICIAL	hh	3.0000	0.0800	16.57	1.33
0147010004	PEON	hh	2.0000	0.0533	14.90	0.79
						3.20
	Materiales					
0229200012	THINNER ACRILICO	gal		0.0600	8.80	0.53
0239160011	CORDEL	m		1.0500	1.00	1.05
0254450070	PINTURA DE TRAFICO	gal		0.0600	95.80	5.75
						7.33
	Equipos					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	3.20	0.10
						0.10

Partida	02.05.03	NIVELACION Y ENCIMADO DE BUZONES
---------	-----------------	---

Rendimiento	u/DIA	MO. 6.0000	EQ. 6.0000	Costo unitario directo por : u	120.00
-------------	--------------	-------------------	-------------------	--------------------------------	---------------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Equipos					
0337010101	NIVELACION Y ENSIMADO DE BUZONES	u		1.0000	120.00	120.00
						120.00

Partida	03.01.01	DEMOLICION DE VEREDAS
---------	-----------------	------------------------------

Rendimiento	m2/DIA	MO. 42.0000	EQ. 42.0000	Costo unitario directo por : m2	11.19
-------------	---------------	--------------------	--------------------	---------------------------------	--------------

Análisis de precios unitarios

Presupuesto

PROPUESTA DE DISEÑO DE UN PAVIMENTO RIGIDO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DE LA LOCALIDAD DE LAJON DISTRITO HUARANCHAL, OTUZCO – LA LIBERTAD 2017.

Subpresupuesto

001

Fecha presupuesto

15/08/2017

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010003	OFICIAL	hh	0.5000	0.0952	16.57	1.58
0147010004	PEON	hh	0.5000	0.0952	14.90	1.42
						3.00
Materiales						
0230020096	BARRENO 5' X 1/8"	u		0.0300	80.00	2.40
						2.40
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	3.00	0.09
0349020008	COMPRESORA NEUMATICA 87 HP 250-330 PCM	hm	0.5250	0.1000	45.00	4.50
0349060004	MARTILLO NEUMATICO DE 25 kg	hm	0.5250	0.1000	12.00	1.20
						5.79

Partida **03.01.02 LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL**

Rendimiento **m2/DIA** MO. 450.0000 EQ. 450.0000 Costo unitario directo por : m2 **0.33**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	0.1000	0.0018	20.18	0.04
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.0178	14.90	0.27
						0.31
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	0.31	0.02
						0.02

Partida **03.01.03 TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO PERMANETE EN OBRA**

Rendimiento **m2/DIA** MO. 405.0000 EQ. 405.0000 Costo unitario directo por : m2 **2.05**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147000032	TOPOGRAFO	hh	1.0000	0.0198	15.00	0.30
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0198	16.57	0.33
0147010004	PEON	hh	2.0000	0.0395	14.90	0.59
						1.22
Materiales						
0229060005	YESO DE 28 Kg	bls		0.0100	13.30	0.13
0230990080	WINCHA	u		0.0030	35.00	0.11
0244010000	ESTACA DE MADERA TORNILLO TRATADA	p2		0.0100	4.80	0.05
						0.29
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.22	0.04
0349190003	NIVEL TOPOGRAFICO CON TRIPODE	he	1.0000	0.0198	10.00	0.20
0349880003	TEODOLITO	hm	1.0000	0.0198	15.00	0.30
						0.54

Partida **03.02.01 CORTE MANUAL DE TERRENO HASTA EL NIVEL DE SUBRASANTE**

Rendimiento **m3/DIA** MO. 4.0000 EQ. 4.0000 Costo unitario directo por : m3 **30.69**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010004	PEON	hh	1.0000	2.0000	14.90	29.80
						29.80
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	29.80	0.89
						0.89

Partida **03.02.02 RELLENO CON MATERIAL PROPIO SELECCIONADO E=0.05-0.10 M PROM.**

Análisis de precios unitarios

Presupuesto

PROPUESTA DE DISEÑO DE UN PAVIMENTO RIGIDO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DE LA LOCALIDAD DE LAJON DISTRITO HUARANCHAL, OTUZCO – LA LIBERTAD 2017.

Subpresupuesto

001

Fecha presupuesto

15/08/2017

Rendimiento	m3/DIA	MO. 415.0000	EQ. 415.0000	Costo unitario directo por : m3			5.19
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0147000023	OPERADOR DE EQUIPO PESADO	hh	2.0000	0.0386	17.50	0.68	
0147010004	PEON	hh	2.0000	0.0386	14.90	0.58	
						1.26	
	Materiales						
0239050000	AGUA	m3		0.0050	5.00	0.03	
						0.03	
	Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.26	0.04	
0349090000	MOTONIVELADORA DE 125 HP	hm	1.0012	0.0193	200.00	3.86	
						3.90	
Partida	03.02.03	CONFORMACION DE SUBRASANTE EN VEREDAS					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 200.0000	EQ. 200.0000	Costo unitario directo por : m2			5.40
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0147000022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	2.0000	0.0800	16.50	1.32	
0147010004	PEON	hh	3.0000	0.1200	14.90	1.79	
						3.11	
	Materiales						
0239050000	AGUA	m3		0.2000	5.00	1.00	
						1.00	
	Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	3.11	0.09	
0349030004	COMPACTADOR VIBRATORIO TIPO PLANCHA 7 HP	hm	2.0000	0.0800	15.00	1.20	
						1.29	
Partida	03.02.04	AFIRMADO DE 4" PARA VEREDAS					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 150.0000	EQ. 150.0000	Costo unitario directo por : m2			17.50
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0053	16.10	0.09	
0147010004	PEON	hh	4.0000	0.2133	14.90	3.18	
						3.27	
	Materiales						
0238000004	AFIRMADO DE CANTERA SELECCIONADA	m3		0.1250	105.00	13.13	
0239050000	AGUA	m3		0.2000	5.00	1.00	
						14.13	
	Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	3.27	0.10	
						0.10	
Partida	03.02.05	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE DISTANCIA PROM 5KM CON EQUIPO EN TIERRA					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 450.0000	EQ. 450.0000	Costo unitario directo por : m3			13.46
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0147000023	OPERADOR DE EQUIPO PESADO	hh	2.0000	0.0356	17.50	0.62	
0147010004	PEON	hh	4.0000	0.0711	14.90	1.06	
						1.68	
	Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.68	0.05	

Presupuesto PROPUESTA DE DISEÑO DE UN PAVIMENTO RIGIDO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DE LA LOCALIDAD DE LAJON DISTRITO HUARANCHAL, OTUZCO – LA LIBERTAD 2017.

Subpresupuesto	001				Fecha presupuesto	15/08/2017
0348040034	CAMION VOLQUETE 12 m3	hm	3.0000	0.0533	160.00	8.53
0349040091	RETROEXCAVADOR DE 1/2 - 1 1/4yd3	hm	1.0000	0.0178	180.00	3.20
						11.78

Partida	03.03.01	CONCRETO F'C=175 KG/CM2 PULIDO Y BRUÑADO E=4" / CEMENTO TIPO MS			
Rendimiento	m2/DIA	MO. 90.0000	EQ. 90.0000	Costo unitario directo por : m2	41.26

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	0.5000	0.0444	20.18	0.90
0147010003	OFICIAL	hh	0.5000	0.0444	16.57	0.74
0147010004	PEON	hh	4.0000	0.3556	14.90	5.30
						6.94
Materiales						
0205000003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m3		0.0550	160.00	8.80
0205010004	ARENA GRUESA	m3		0.0540	150.00	8.10
0221000094	CEMENTO MS	bls		0.8430	18.81	15.86
0234000000	GASOLINA 84 OCTANOS	gal		0.0200	13.10	0.26
0239050000	AGUA	m3		0.0185	5.00	0.09
						33.11
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		1.5000	6.94	0.10
0349070004	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	0.5000	0.0444	10.00	0.44
0349100007	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11 p3	hm	0.5000	0.0444	15.00	0.67
						1.21

Partida	03.03.02	CONCRETO F'C=175 KG/CM2 PULIDO Y BRUÑADO E=6" / CEMENTO TIPO MS			
Rendimiento	m2/DIA	MO. 80.0000	EQ. 80.0000	Costo unitario directo por : m2	61.62

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	0.7500	0.0750	20.18	1.51
0147010003	OFICIAL	hh	0.7500	0.0750	16.57	1.24
0147010004	PEON	hh	6.0000	0.6000	14.90	8.94
						11.69
Materiales						
0205000003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m3		0.0825	160.00	13.20
0205010004	ARENA GRUESA	m3		0.0810	150.00	12.15
0221000094	CEMENTO MS	bls		1.1650	18.81	21.91
0234000000	GASOLINA 84 OCTANOS	gal		0.0300	13.10	0.39
0239050000	AGUA	m3		0.0280	5.00	0.14
						47.79
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		2.2500	11.69	0.26
0349070004	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	0.7500	0.0750	10.00	0.75
0349100007	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11 p3	hm	0.7500	0.0750	15.00	1.13
						2.14

Partida	03.03.03	CONCRETO $f_c=175 \text{ kg/cm}^2$ EN UÑAS DE VEREDAS / CEMENTO TIPO MS			
Rendimiento	m3/DIA	MO. 18.0000	EQ. 18.0000	Costo unitario directo por : m3	415.40

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	Mano de Obra					
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.4444	20.18	8.97
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.4444	16.57	7.36
0147010004	PEON	hh	8.0000	3.5556	14.90	52.98
						69.31

Análisis de precios unitarios

Presupuesto

**PROPUESTA DE DISEÑO DE UN PAVIMENTO RIGIDO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD
VEHICULAR Y PEATONAL DE LA LOCALIDAD DE LAJON DISTRITO HUARANCHAL, OTUZCO – LA LIBERTAD 2017.**

Subpresupuesto

001

Fecha presupuesto

15/08/2017

Materiales					
0205000003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m3		0.5500	160.00
0205010004	ARENA GRUESA	m3		0.5400	150.00
0221000094	CEMENTO MS	bls		8.4300	18.81
0234000000	GASOLINA 84 OCTANOS	gal		0.2000	13.10
0239050000	AGUA	m3		0.1850	5.00
					331.12
Equipos					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	69.31
0348010011	MEZCLADORA DE CONCRETO DE 9 -11p3	hm	1.0000	0.4444	14.00
0349070003	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.50"	hm	1.0000	0.4444	15.00
					14.97

Partida 03.03.04 CONCRETO f'c=175 kg/cm2 EN RAMPAS / CEMENTO TIPO MS
Rendimiento m2/DIA MO. 90.0000 EQ. 90.0000 Costo unitario directo por : m2 41.26

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	0.5000	0.0444	20.18	0.90
0147010003	OFICIAL	hh	0.5000	0.0444	16.57	0.74
0147010004	PEON	hh	4.0000	0.3556	14.90	5.30
						6.94
Materiales						
0205000003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m3		0.0550	160.00	8.80
0205010004	ARENA GRUESA	m3		0.0540	150.00	8.10
0221000094	CEMENTO MS	bls		0.8430	18.81	15.86
0234000000	GASOLINA 84 OCTANOS	gal		0.0200	13.10	0.26
0239050000	AGUA	m3		0.0185	5.00	0.09
						33.11
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		1.5000	6.94	0.10
0349070004	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	0.5000	0.0444	10.00	0.44
0349100007	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11 p3	hm	0.5000	0.0444	15.00	0.67
						1.21

Partida 03.03.05 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL PARA VEREDAS
Rendimiento m2/DIA MO. 45.0000 EQ. 45.0000 Costo unitario directo por : m2 31.80

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	2.0000	0.3556	20.18	7.18
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.1778	16.57	2.95
0147010004	PEON	hh	2.0000	0.3556	14.90	5.30
						15.43
Materiales						
0202000008	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	kg		0.2300	3.10	0.71
0202020004	CLAVOS PARA CEMENTO DE ACERO CON CABEZA DE 3"	kg		0.2000	2.99	0.60
0244030017	TRIPLAY DE 4' X 8' X 12 mm	pl		0.0180	38.30	0.69
0245010001	MADERA TORNILLO INCLUYE CORTE PARA ENCOFRADO	p2		3.2000	4.25	13.60
						15.60
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	15.43	0.77
						0.77

Partida 03.03.06 JUNTAS DE DILATACION CON ASFALTO
Rendimiento m/DIA MO. 150.0000 EQ. 150.0000 Costo unitario directo por : m 4.23

Análisis de precios unitarios

Presupuesto

PROPUESTA DE DISEÑO DE UN PAVIMENTO RIGIDO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DE LA LOCALIDAD DE LAJON DISTRITO HUARANCHAL. OTUZCO – LA LIBERTAD 2017.

Subpresupuesto

001

Fecha presupuesto

15/08/2017

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	Mano de Obra					
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0533	20.18	1.08
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.0533	14.90	0.79
						1.87
	Materiales					
0205010004	ARENA GRUESA	m3		0.0010	150.00	0.15
0213000006	ASFALTO RC-250	gal		0.1330	12.00	1.60
0253000000	KEROSENE INDUSTRIAL	gal		0.0220	25.00	0.55
						2.30
	Equipos					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.87	0.06
						0.06

Partida	03.03.07	NIVELACION Y ENCIMADO DE CAJAS DE AGUA			
Rendimiento	m/DIA	MO. 5.0000	EQ. 5.0000	Costo unitario directo por : u	45.00

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	Mano de Obra					
0147010100	TRABAJO DE ENCIMADO	glb		1.0000	45.00	45.00
						45.00

Partida	03.03.08	NIVELACION Y ENCIMADO DE CAJAS DE DESAGUE			
Rendimiento	m/DIA	MO. 5.0000	EQ. 5.0000	Costo unitario directo por : u	45.00

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	Mano de Obra					
0147010100	TRABAJO DE ENCIMADO	glb		1.0000	45.00	45.00
						45.00

Partida	03.03.09	PINTADO DE VEREDAS			
Rendimiento	m2/DIA	MO. 300.0000	EQ. 300.0000	Costo unitario directo por : m2	18.00

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	2.0000	0.0533	20.18	1.08
0147010003	OFICIAL	hh	3.0000	0.0800	16.57	1.33
0147010004	PEON	hh	20.0000	0.5333	14.90	7.95
						10.36
Materiales						
0229200012	THINNER ACRILICO	gal		0.0600	8.80	0.53
0239160011	CORDEL	m		1.0500	1.00	1.05
0254450003	PINTURA TRANSITO	gal		0.0600	95.80	5.75
						7.33
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	10.36	0.31
						0.31

Partida	03.03.10	ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60 EN VEREDAS			
Rendimiento	kg/DIA	MO. 350.0000	EQ. 350.0000	Costo unitario directo por : kg	3.78

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	Mano de Obra					
0147010002	OPERARIO	hh	0.2000	0.0046	20.18	0.09
0147010003	OFICIAL	hh	0.1000	0.0023	16.57	0.04
						0.13
	Materiales					

Análisis de precios unitarios

Presupuesto

PROPUESTA DE DISEÑO DE UN PAVIMENTO RIGIDO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DE LA LOCALIDAD DE LAJON DISTRITO HUARANCHAL, OTUZCO – LA LIBERTAD 2017.

Subpresupuesto	001			Fecha presupuesto	15/08/2017
020200007	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	kg	0.0500	3.10	0.16
020302003	ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	1.0500	2.89	3.03
					3.19

Equipos

0337030000	CIZALLA PARA ACERO CONSTRUCCION HASTA 1"	u	0.0308	15.00	0.46
					0.46

Partida 04.01.01 LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL

Rendimiento	m2/DIA	MO. 450.0000	EQ. 450.0000	Costo unitario directo por : m2	0.33
-------------	--------	--------------	--------------	---------------------------------	------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0147010002	OPERARIO	hh	0.1000	0.0018	20.18	0.04
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.0178	14.90	0.27
						0.31
	Equipos					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	0.31	0.02
						0.02

Partida 04.01.02 TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO EN CUNETAS

Rendimiento	m2/DIA	MO. 405.0000	EQ. 405.0000	Costo unitario directo por : m2	2.05
-------------	--------	--------------	--------------	---------------------------------	------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0147000032	TOPOGRAFO	hh	1.0000	0.0198	15.00	0.30
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0198	16.57	0.33
0147010004	PEON	hh	2.0000	0.0395	14.90	0.59
						1.22
	Materiales					
0229060005	YESO DE 28 Kg	bls		0.0100	13.30	0.13
0230990080	WINCHA	u		0.0030	35.00	0.11
0244010000	ESTACA DE MADERA TORNILLO TRATADA	p2		0.0100	4.80	0.05
						0.29
	Equipos					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.22	0.04
0349190003	NIVEL TOPOGRAFICO CON TRIPODE	he	1.0000	0.0198	10.00	0.20
0349880003	TEODOLITO	hm	1.0000	0.0198	15.00	0.30
						0.54

Partida 04.02.01 CORTE DE TERRENO HASTA EL NIVEL DE SUBRASANTE EN CUNETAS

Rendimiento	m3/DIA	MO. 1,000.0000	EQ. 1,000.0000	Costo unitario directo por : m3	5.99
-------------	--------	----------------	----------------	---------------------------------	------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0147000023	OPERADOR DE EQUIPO PESADO	hh	1.0000	0.0080	17.50	0.14
0147010004	PEON	hh	4.0000	0.0320	14.90	0.48
						0.62
	Materiales					
0239050000	AGUA	m3		0.0500	5.00	0.25
						0.25
	Equipos					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		4.0000	0.62	0.02
0349040009	CARGADOR SOBRE LLANTAS 125 HP 2.5 yd3	hm	2.9000	0.0232	220.00	5.10
						5.12

Partida 04.02.02 RELLENO CON MATERIAL PROPIO SELECCIONADO E=0.05-0.10 M PROM EN CUNETAS

Análisis de precios unitarios

Presupuesto

PROPUESTA DE DISEÑO DE UN PAVIMENTO RIGIDO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DE LA LOCALIDAD DE LAJON DISTRITO HUARANCHAL, OTUZCO – LA LIBERTAD 2017.

Subpresupuesto 001

Fecha presupuesto 15/08/2017

Rendimiento	m3/DIA	MO. 415.0000	EQ. 415.0000	Costo unitario directo por : m3	5.19
-------------	---------------	--------------	--------------	---------------------------------	-------------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147000023	OPERADOR DE EQUIPO PESADO	hh	2.0000	0.0386	17.50	0.68
0147010004	PEON	hh	2.0000	0.0386	14.90	0.58
						1.26
Materiales						
0239050000	AGUA	m3		0.0050	5.00	0.03
						0.03
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.26	0.04
0349090000	MOTONIVELADORA DE 125 HP	hm	1.0012	0.0193	200.00	3.86
						3.90

Partida 04.02.03 BASE DE HORMIGON 10 CM EN CUNETAS

Rendimiento	m2/DIA	MO. 150.0000	EQ. 150.0000	Costo unitario directo por : m2	17.42
-------------	---------------	--------------	--------------	---------------------------------	--------------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0053	16.10	0.09
0147010004	PEON	hh	3.0000	0.1600	14.90	2.38
						2.47
Materiales						
0238000000	HORMIGON (PUESTO EN OBRA)	m3		0.1250	115.00	14.38
0239050000	AGUA	m3		0.1000	5.00	0.50
						14.88
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	2.47	0.07
						0.07

Partida 04.02.04 ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE DISTANCIA PROM 5KM CON EQUIPO EN TIERRA

Rendimiento	m3/DIA	MO. 450.0000	EQ. 450.0000	Costo unitario directo por : m3	13.46
-------------	---------------	--------------	--------------	---------------------------------	--------------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147000023	OPERADOR DE EQUIPO PESADO	hh	2.0000	0.0356	17.50	0.62
0147010004	PEON	hh	4.0000	0.0711	14.90	1.06
						1.68
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.68	0.05
0348040034	CAMION VOLQUETE 12 m3	hm	3.0000	0.0533	160.00	8.53
0349040091	RETROEXCAVADOR DE 1/2 - 1 1/4yd3	hm	1.0000	0.0178	180.00	3.20
						11.78

Partida 04.03.01 SOLADOS CONCRETO f'c=100 kg/cm2 h= 5.0 CM CUNETAS TAPADA / CEMENTO TIPO MS

Rendimiento	m2/DIA	MO. 250.0000	EQ. 250.0000	Costo unitario directo por : m2	14.78
-------------	---------------	--------------	--------------	---------------------------------	--------------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0320	20.18	0.65
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0320	16.57	0.53
0147010004	PEON	hh	4.0000	0.1280	14.90	1.91
						3.09
Materiales						
0221000094	CEMENTO MS	bls		0.0400	18.81	0.75
0238000000	HORMIGON (PUESTO EN OBRA)	m3		0.0900	115.00	10.35

Análisis de precios unitarios

Presupuesto

PROPUESTA DE DISEÑO DE UN PAVIMENTO RIGIDO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DE LA LOCALIDAD DE LAJON DISTRITO HUARANCHAL, OTUZCO – LA LIBERTAD 2017.

Subpresupuesto	001				Fecha presupuesto	15/08/2017
0239050000	AGUA	m3		0.0100	5.00	0.05
						11.15

	Equipos					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	3.09	0.09
0348010011	MEZCLADORA DE CONCRETO DE 9 -11p3	hm	1.0000	0.0320	14.00	0.45
						0.54

Partida	04.04.01	CONCRETO F'C=210 KG/CM2 EN CUNETAS TAPADAS / CEMENTO TIPO MS				
Rendimiento	m3/DIA	MO. 18.0000	EQ. 18.0000	Costo unitario directo por : m3		447.31

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0147000022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	1.0000	0.4444	16.50	7.33
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0444	16.10	0.71
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.4444	20.18	8.97
0147010003	OFICIAL	hh	2.0000	0.8889	16.57	14.73
0147010004	PEON	hh	8.0000	3.5556	14.90	52.98
						84.72
	Materiales					
0205000003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m3		0.5300	160.00	84.80
0205010004	ARENA GRUESA	m3		0.5200	150.00	78.00
0221000094	CEMENTO MS	bls		9.7300	18.81	183.02
0234000000	GASOLINA 84 OCTANOS	gal		0.2000	13.10	2.62
0239050000	AGUA	m3		0.1900	5.00	0.95
						349.39
	Equipos					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	84.72	2.54
0348010011	MEZCLADORA DE CONCRETO DE 9 -11p3	hm	1.0000	0.4444	14.00	6.22
0349070004	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	1.0000	0.4444	10.00	4.44
						13.20

Partida	04.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN CUNETAS				
Rendimiento	m/DIA	MO. 45.0000	EQ. 45.0000	Costo unitario directo por : m		31.80

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0147010002	OPERARIO	hh	2.0000	0.3556	20.18	7.18
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.1778	16.57	2.95
0147010004	PEON	hh	2.0000	0.3556	14.90	5.30
						15.43
	Materiales					
0202000008	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	kg		0.2300	3.10	0.71
0202020004	CLAVOS PARA CEMENTO DE ACERO CON CABEZA DE 3"	kg		0.2000	2.99	0.60
0244030017	TRIPLAY DE 4' X 8' X 12 mm	pl		0.0180	38.30	0.69
0245010001	MADERA TORNILLO INCLUYE CORTE PARA ENCOFRADO	p2		3.2000	4.25	13.60
						15.60
	Equipos					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	15.43	0.77
						0.77

Partida	04.04.03	ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60 EN CUNETAS				
Rendimiento	kg/DIA	MO. 350.0000	EQ. 350.0000	Costo unitario directo por : kg		3.78

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0147010002	OPERARIO	hh	0.2000	0.0046	20.18	0.09
0147010003	OFICIAL	hh	0.1000	0.0023	16.57	0.04

Análisis de precios unitarios

Presupuesto

**PROPUESTA DE DISEÑO DE UN PAVIMENTO RIGIDO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR
Y PEATONAL DE LA LOCALIDAD DE LAJON DISTRITO HUARANCHAL, OTUZCO – LA LIBERTAD 2017.**

Subpresupuesto

001

Fecha presupuesto

15/08/2017

					0.13
Materiales					
0202000007	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	kg	0.0500	3.10	0.16
0203020003	ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	1.0500	2.89	3.03
					3.19
Equipos					
0337030000	CIZALLA PARA ACERO CONSTRUCCION HASTA 1"	u	0.0308	15.00	0.46
					0.46

Partida	04.05.01	PINTADO PARCIAL DE CUNETA
---------	-----------------	----------------------------------

Rendimiento	m/DIA	MO. 400.0000	EQ. 400.0000	Costo unitario directo por : m	7.06
-------------	--------------	---------------------	---------------------	--------------------------------	-------------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0200	20.18	0.40
0147010003	OFICIAL	hh	3.0000	0.0600	16.57	0.99
0147010004	PEON	hh	3.0000	0.0600	14.90	0.89
						2.28
Materiales						
0229200012	THINNER ACRILICO	gal		0.0350	8.80	0.31
0239160011	CORDEL	m		1.0500	1.00	1.05
0254450070	PINTURA DE TRAFICO	gal		0.0350	95.80	3.35
						4.71
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	2.28	0.07
						0.07

Partida	04.05.02	SUMINISTRO E INSTALACION DE REJILLA METALICA
---------	-----------------	---

Rendimiento	m/DIA	MO. 3.0000	EQ. 3.0000	Costo unitario directo por : m	124.51
-------------	--------------	-------------------	-------------------	--------------------------------	---------------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	2.6667	20.18	53.81
0147010004	PEON	hh	0.1000	0.2667	14.90	3.97
						57.78
Materiales						
0203310001	REJILLA ACERO CORRUGADO	u		1.0000	65.00	65.00
						65.00
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	57.78	1.73
						1.73

Partida	04.05.03	CAJA DE RECEPCION PLUVIAL 10" X 12"
---------	-----------------	--

Rendimiento	u/DIA	MO. 3.0000	EQ. 3.0000	Costo unitario directo por : u	220.78
-------------	--------------	-------------------	-------------------	--------------------------------	---------------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.2667	16.10	4.29
0147010002	OPERARIO	hh	2.0000	5.3333	20.18	107.63
0147010004	PEON	hh	0.7500	2.0000	14.90	29.80
						141.72
Materiales						
0204000000	ARENA FINA	m3		0.0300	150.00	4.50
0221000094	CEMENTO MS	bls		0.7500	18.81	14.11
0238000000	HORMIGON (PUESTO EN OBRA)	m3		0.0100	115.00	1.15
0239050000	AGUA	m3		0.0100	5.00	0.05

Análisis de precios unitarios

Presupuesto

**PROPUESTA DE DISEÑO DE UN PAVIMENTO RIGIDO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD
VEHICULAR Y PEATONAL DE LA LOCALIDAD DE LAJON DISTRITO HUARANCHAL, OTUZCO – LA LIBERTAD 2017.**

Subpresupuesto	001	Fecha presupuesto	15/08/2017
0250010000	TAPA PARA CAJA DE DESAGUE DE FIERRO FUNDIDO DE 12" X 24"	1.0000	55.00
			55.00
			74.81
	Equipos		
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO	3.0000
			141.72
			4.25
			4.25

Partida	04.05.04	REPOSICION DE TUBERIA DE AGUA Y DESAGUE PARA PASE DE CUNETA PLUVIAL				
Rendimiento	m/DIA	MO. 15.0000	EQ. 15.0000	Costo unitario directo por : m		44.51
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.5333	20.18	10.76
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.5333	14.90	7.95
						18.71
	Materiales					
0202000016	ALAMBRE NEGRO # 12	kg		0.0050	3.10	0.02
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bls		0.0200	19.20	0.38
0230460036	PEGAMENTO PARA PVC	L		0.0050	140.00	0.70
0274010035	TUBO PVC SAL D=6"	m		1.0000	24.14	24.14
						25.24
	Equipos					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	18.71	0.56
						0.56

Partida	04.05.05	JUNTAS DE DILATACION CON ASFALTO				
Rendimiento	m/DIA	MO. 150.0000	EQ. 150.0000	Costo unitario directo por : m		4.23
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0533	20.18	1.08
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.0533	14.90	0.79
						1.87
	Materiales					
0205010004	ARENA GRUESA	m3		0.0010	150.00	0.15
0213000006	ASFALTO RC-250	gal		0.1330	12.00	1.60
0253000000	KEROSENE INDUSTRIAL	gal		0.0220	25.00	0.55
						2.30
	Equipos					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.87	0.06
						0.06

Partida	05.01.01	CORTE EN TERRENO HASTA EL NIVEL DE SUBRASANTE				
Rendimiento	m3/DIA	MO. 1,000.0000	EQ. 1,000.0000	Costo unitario directo por : m3		5.99
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0147000023	OPERADOR DE EQUIPO PESADO	hh	1.0000	0.0080	17.50	0.14
0147010004	PEON	hh	4.0000	0.0320	14.90	0.48
						0.62
	Materiales					
0239050000	AGUA	m3		0.0500	5.00	0.25
						0.25
	Equipos					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.62	0.02
0349040009	CARGADOR SOBRE LLANTAS 125 HP 2.5 yd3	hm	2.9000	0.0232	220.00	5.10
						5.12

Análisis de precios unitarios

Presupuesto

**PROPUESTA DE DISEÑO DE UN PAVIMENTO RIGIDO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD
VEHICULAR Y PEATONAL DE LA LOCALIDAD DE LAJON DISTRITO HUARANCHAL, OTUZCO – LA LIBERTAD 2017.**

Subpresupuesto 001

Fecha presupuesto

15/08/2017

Partida	05.01.02		RELLENO CON MATERIAL PROPIO SELECCIONADO				
Rendimiento	m3/DIA	MO. 415.0000	EQ. 415.0000	Costo unitario directo por : m3			5.19
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0147000023	OPERADOR DE EQUIPO PESADO		hh	2.0000	0.0386	17.50	0.68
0147010004	PEON		hh	2.0000	0.0386	14.90	0.58
							1.26
	Materiales						
0239050000	AGUA		m3		0.0050	5.00	0.03
							0.03
	Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3.0000	1.26	0.04
0349090000	MOTONIVELADORA DE 125 HP		hm	1.0012	0.0193	200.00	3.86
							3.90
Partida	05.01.03		REFINE Y COMPACTACION DEL TERRENO NATURAL				
Rendimiento	m2/DIA	MO. 1,500.0000	EQ. 1,500.0000	Costo unitario directo por : m2			3.56
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0147000023	OPERADOR DE EQUIPO PESADO		hh	2.0000	0.0107	17.50	0.19
0147010004	PEON		hh	3.0000	0.0160	14.90	0.24
							0.43
	Materiales						
0239050000	AGUA		m3		0.2000	5.00	1.00
							1.00
	Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		2.0000	0.43	0.01
0349090000	MOTONIVELADORA DE 125 HP		hm	0.9938	0.0053	200.00	1.06
0349110010	RODILLO LISO VIBRATORIO		hm	0.9938	0.0053	200.00	1.06
							2.13
Partida	05.01.04		BASE DE AFIRMADO DE 0.1 M				
Rendimiento	m2/DIA	MO. 150.0000	EQ. 150.0000	Costo unitario directo por : m2			17.50
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ		hh	0.1000	0.0053	16.10	0.09
0147010004	PEON		hh	4.0000	0.2133	14.90	3.18
							3.27
	Materiales						
0238000004	AFIRMADO DE CANTERA SELECCIONADA		m3		0.1250	105.00	13.13
0239050000	AGUA		m3		0.2000	5.00	1.00
							14.13
	Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3.0000	3.27	0.10
							0.10
Partida	05.01.05		ACARREO INTERNO MANUAL DE MATERIAL EXCEDENTE				
Rendimiento	m3/DIA	MO. 27.0000	EQ. 27.0000	Costo unitario directo por : m3			8.92
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0147010004	PEON		hh	2.0000	0.5926	14.90	8.83
							8.83

Análisis de precios unitarios

Presupuesto

PROPUESTA DE DISEÑO DE UN PAVIMENTO RIGIDO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DE LA LOCALIDAD DE LAJON DISTRITO HUARANCHAL, OTUZCO – LA LIBERTAD 2017.

Subpresupuesto	001					Fecha presupuesto	15/08/2017
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	84.72	2.54	
0348010011	MEZCLADORA DE CONCRETO DE 9 -11p3	hm	1.0000	0.4444	14.00	6.22	
0349070004	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	1.0000	0.4444	10.00	4.44	
						13.20	

Partida	05.03.02 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN MUROS DE CONTENCIÓN						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 45.0000	EQ. 45.0000	Costo unitario directo por : m2			31.80
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra							
0147010002	OPERARIO		hh	2.0000	0.3556	20.18	7.18
0147010003	OFICIAL		hh	1.0000	0.1778	16.57	2.95
0147010004	PEON		hh	2.0000	0.3556	14.90	5.30
							15.43
Materiales							
0202000008	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8		kg		0.2300	3.10	0.71
0202020004	CLAVOS PARA CEMENTO DE ACERO CON CABEZA DE 3"		kg		0.2000	2.99	0.60
0244030017	TRIPLAY DE 4' X 8' X 12 mm		pl		0.0180	38.30	0.69
0245010001	MADERA TORNILLO INCLUYE CORTE PARA ENCOFRADO		p2		3.2000	4.25	13.60
							15.60
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		5.0000	15.43	0.77
							0.77

Partida	05.03.03	ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60 EN MURO DE CONTENCION					
Rendimiento	kg/DIA	MO. 350.0000	EQ. 350.0000	Costo unitario directo por : kg			3.78
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO		hh	0.2000	0.0046	20.18	0.09
0147010003	OFICIAL		hh	0.1000	0.0023	16.57	0.04
							0.13
	Materiales						
0202000007	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16		kg		0.0500	3.10	0.16
0203020003	ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60		kg		1.0500	2.89	3.03
							3.19
	Equipos						
0337030000	CIZALLA PARA ACERO CONSTRUCCION HASTA 1"		u		0.0308	15.00	0.46
							0.46

Partida	05.05 ENTIBADO EN MUROS DE CONTENCIÓN					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 45.0000	EQ. 45.0000	Costo unitario directo por : m2		31.80
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	2.0000	0.3556	20.18	7.18
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.1778	16.57	2.95
0147010004	PEON	hh	2.0000	0.3556	14.90	5.30
						15.43
Materiales						
0202000008	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	kg		0.2300	3.10	0.71
0202020004	CLAVOS PARA CEMENTO DE ACERO CON CABEZA DE 3"	kg		0.2000	2.99	0.60
0244030017	TRIPLAY DE 4' X 8' X 12 mm	pl		0.0180	38.30	0.69
0245010001	MADERA TORNILLO INCLUYE CORTE PARA ENCOFRADO	p2		3.2000	4.25	13.60
						15.60
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	15.43	0.77

Análisis de precios unitarios

Presupuesto

**PROPUESTA DE DISEÑO DE UN PAVIMENTO RIGIDO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD
VEHICULAR Y PEATONAL DE LA LOCALIDAD DE LAJON DISTRITO HUARANCHAL, OTUZCO – LA LIBERTAD 2017.**

Subpresupuesto

001

Fecha presupuesto

15/08/2017**0.77**

Partida	05.06	JUNTAS DE DILATACION CON ASFALTO					
Rendimiento	m/DIA	MO. 150.0000	EQ. 150.0000	Costo unitario directo por : m			4.23
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0533	20.18	1.08	
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.0533	14.90	0.79	
						1.87	
	Materiales						
0205010004	ARENA GRUESA	m3		0.0010	150.00	0.15	
0213000006	ASFALTO RC-250	gal		0.1330	12.00	1.60	
0253000000	KEROSENE INDUSTRIAL	gal		0.0220	25.00	0.55	
						2.30	
	Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.87	0.06	
						0.06	

Partida	06.01.01	CORTE EN TERRENO HASTA EL NIVEL DE SUBRASANTE					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 1,000.0000	EQ. 1,000.0000	Costo unitario directo por : m3			5.99
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0147000023	OPERADOR DE EQUIPO PESADO	hh	1.0000	0.0080	17.50	0.14	
0147010004	PEON	hh	4.0000	0.0320	14.90	0.48	
						0.62	
	Materiales						
0239050000	AGUA	m3		0.0500	5.00	0.25	
						0.25	
	Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.62	0.02	
0349040009	CARGADOR SOBRE LLANTAS 125 HP 2.5 yd3	hm	2.9000	0.0232	220.00	5.10	
						5.12	

Partida	06.01.02	REFINE Y COMPACTACION DEL TERRENO NATURAL					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 1,500.0000	EQ. 1,500.0000	Costo unitario directo por : m2			3.56
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0147000023	OPERADOR DE EQUIPO PESADO	hh	2.0000	0.0107	17.50	0.19	
0147010004	PEON	hh	3.0000	0.0160	14.90	0.24	
						0.43	
	Materiales						
0239050000	AGUA	m3		0.2000	5.00	1.00	
						1.00	
	Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		2.0000	0.43	0.01	
0349090000	MOTONIVELADORA DE 125 HP	hm	0.9938	0.0053	200.00	1.06	
0349110010	RODILLO LISO VIBRATORIO	hm	0.9938	0.0053	200.00	1.06	
						2.13	

Partida	06.01.03	BASE DE AFIRMADO DE 0.1 M					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 150.0000	EQ. 150.0000	Costo unitario directo por : m2			17.50
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						

Análisis de precios unitarios

Presupuesto

**PROPUESTA DE DISEÑO DE UN PAVIMENTO RIGIDO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD
VEHICULAR Y PEATONAL DE LA LOCALIDAD DE LAJON DISTRITO HUARANCHAL, OTUZCO – LA LIBERTAD 2017.**

Subpresupuesto	001					Fecha presupuesto	15/08/2017
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0053	16.10	0.09	
0147010004	PEON	hh	4.0000	0.2133	14.90	3.18	
						3.27	
	Materiales						
0238000004	AFIRMADO DE CANTERA SELECCIONADA	m3		0.1250	105.00	13.13	
0239050000	AGUA	m3		0.2000	5.00	1.00	
						14.13	
	Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	3.27	0.10	
						0.10	
Partida	06.01.04	ACARREO INTERNO MANUAL DE MATERIAL EXCEDENTE					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 27.0000	EQ. 27.0000	Costo unitario directo por : m3		8.92	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0147010004	PEON	hh	2.0000	0.5926	14.90	8.83	
						8.83	
	Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		1.0000	8.83	0.09	
						0.09	
Partida	06.01.05	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE DISTANCIA PROM 5KM CON EQUIPO EN TIERRA					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 450.0000	EQ. 450.0000	Costo unitario directo por : m3		13.46	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0147000023	OPERADOR DE EQUIPO PESADO	hh	2.0000	0.0356	17.50	0.62	
0147010004	PEON	hh	4.0000	0.0711	14.90	1.06	
						1.68	
	Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.68	0.05	
0348040034	CAMION VOLQUETE 12 m3	hm	3.0000	0.0533	160.00	8.53	
0349040091	RETROEXCAVADOR DE 1/2 - 1 1/4yd3	hm	1.0000	0.0178	180.00	3.20	
						11.78	
Partida	06.03	SOLADOS CONCRETO f'c=100 kg/cm2 e=4" / CEMENTO TIPO MS					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 120.0000	EQ. 120.0000	Costo unitario directo por : m2		29.54	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0667	20.18	1.35	
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0667	16.57	1.11	
0147010004	PEON	hh	4.0000	0.2667	14.90	3.97	
						6.43	
	Materiales						
0221000094	CEMENTO MS	bls		0.0600	18.81	1.13	
0238000000	HORMIGON (PUESTO EN OBRA)	m3		0.1800	115.00	20.70	
0239050000	AGUA	m3		0.0185	5.00	0.09	
						21.92	
	Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	6.43	0.19	
0349070003	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.50"	hm	0.5000	0.0333	15.00	0.50	
0349100007	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11 p3	hm	0.5000	0.0333	15.00	0.50	
						1.19	
Partida	06.04.01	CONCRETO f'c=210 kg/cm2 PARA MUROS Y TECHO / CEMENTO TIPO MS					

Presupuesto **PROPUESTA DE DISEÑO DE UN PAVIMENTO RIGIDO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DE LA LOCALIDAD DE LAJON DISTRITO HUARANCHAL, OTUZCO – LA LIBERTAD 2017.**

Fecha presupuesto **15/08/2017**

Partida	06.04.02 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN ALCANTARILLA					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 45.0000	EQ. 45.0000	Costo unitario directo por : m2		31.80
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	Mano de Obra					
0147010002	OPERARIO	hh	2.0000	0.3556	20.18	7.18
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.1778	16.57	2.95
0147010004	PEON	hh	2.0000	0.3556	14.90	5.30
						15.43
	Materiales					
0202000008	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	kg		0.2300	3.10	0.71
0202020004	CLAVOS PARA CEMENTO DE ACERO CON CABEZA DE 3"	kg		0.2000	2.99	0.60
0244030017	TRIPLAY DE 4' X 8' X 12 mm	pl		0.0180	38.30	0.69
0245010001	MADERA TORNILLO INCLUYE CORTE PARA ENCOFRADO	p2		3.2000	4.25	13.60
						15.60
	Equipos					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	15.43	0.77
						0.77

Partida	06.04.03	ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60 EN ALCANTARILLA					
Rendimiento	kg/DIA	MO. 350.0000	EQ. 350.0000	Costo unitario directo por : kg			3.78
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	0.2000	0.0046	20.18	0.09	
0147010003	OFICIAL	hh	0.1000	0.0023	16.57	0.04	
						0.13	
	Materiales						
0202000007	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	kg		0.0500	3.10	0.16	
0203020003	ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		1.0500	2.89	3.03	
						3.19	
	Equipos						
0337030000	CIZALLA PARA ACERO CONSTRUCCION HASTA 1"	u		0.0308	15.00	0.46	
						0.46	

Análisis de precios unitarios

Presupuesto

**PROPUESTA DE DISEÑO DE UN PAVIMENTO RIGIDO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD
VEHICULAR Y PEATONAL DE LA LOCALIDAD DE LAJON DISTRITO HUARANCHAL, OTUZCO – LA LIBERTAD 2017.**

Subpresupuesto 001

Fecha presupuesto 15/08/2017

Partida	07.01.01	FLETE TERRESTRE TRUJILLO - EL LAJÓN					
Rendimiento	glb/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : glb			92,912.89
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Materiales						
0232000053	FLETE TERRESTRE DESDE TRUJILLO A EL LAJÓN	glb		1.0000	92,912.89	92,912.89	92,912.89
Partida	07.02.01	LIMPIEZA FINAL DE OBRA					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 650.0000	EQ. 650.0000	Costo unitario directo por : m2			0.21
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.0123	14.90	0.18	0.18
	Materiales						
0202010018	ESCOBAS	u		0.0020	9.02	0.02	0.02
	Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.18	0.01	0.01
Partida	07.02.02	ASPERSIÓN DE AGUA DURANTE LA CONSTRUCCIÓN DE LA OBRA					
Rendimiento	glb/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : glb			2,200.00
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Equipos						
0348120094	CAMION CISTERNA (2,500 GLNS)	glb		1.0000	2,200.00	2,200.00	2,200.00
Partida	07.03.01	SEÑALIZACION DURANTE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA					
Rendimiento	glb/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : glb			2,567.90
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Materiales						
0239130017	CARTELES DE PREVENCIÓN	u		10.0000	60.11	601.10	
0239900091	TRANQUERA DE MADERA	glb		10.0000	8.00	80.00	
0239900103	SEÑAL PREVENTINA 75 X 75 CM	u		10.0000	20.50	205.00	
0246040006	MALLA DE SEGURIDAD NARANJA	rl		10.0000	96.76	967.60	
0246040007	CONO DE SEÑALIZACION NARANJA DE 28" DE ALTURA	u		10.0000	71.42	714.20	
						2,567.90	
Partida	07.03.02	ELABORACION, IMPLEMENTACION Y ADMINISTRACION DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO					
Rendimiento	glb/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : glb			2,500.00
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Subcontratos						
0401070004	ELABORACION, IMPLEMENTACION Y ADMINISTRACION DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO	glb		1.0000	2,500.00	2,500.00	2,500.00
Partida	07.03.03	EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL					
Rendimiento	glb/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : glb			4,234.80
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	

Análisis de precios unitarios

Presupuesto

**PROPUESTA DE DISEÑO DE UN PAVIMENTO RIGIDO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD
VEHICULAR Y PEATONAL DE LA LOCALIDAD DE LAJON DISTRITO HUARANCHAL, OTUZCO – LA LIBERTAD**

Subpresupuesto

001

2017

Fecha presupuesto

15/08/2017

Materiales					
0239900106	CASCOS DE PROTECCION	u	40.0000	10.03	401.20
0239900107	GUANTES DE CUERO	par	40.0000	10.00	400.00
0239900108	GUANTES DE JEBE	par	30.0000	8.00	240.00
0239900109	RESPIRADOR CONTRA POLVO	u	40.0000	2.54	101.60
0239900110	CHALECOS REFLECTIVOS	u	40.0000	15.80	632.00
0239900114	BOTAS DE JEBE	par	40.0000	18.50	740.00
0239900115	LENTES DE PROTECCION	u	40.0000	6.50	260.00
0239900116	TAPONES AUDITIVOS	u	40.0000	7.30	292.00
0239900117	PONCHO IMPERMEABLE	u	40.0000	8.20	328.00
0239900118	CALZADO DE TRABAJO	u	40.0000	21.00	840.00
					4,234.80

Presupuesto

Presupuesto	0305009	PROPUESTA DE DISEÑO DE UN PAVIMENTO RIGIDO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DE LA LOCALIDAD DE LAJON DISTRITO HUARANCHAL, OTUZCO – LA LIBERTAD 2017	
Subpresupuesto	001		
Cliente	JUAN CARLOS CASTILLO QUISPE	Costo al	15/08/2017
Lugar	LA LIBERTAD - OTUZCO - HUARANCHAL		

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	OBRAS PRELIMINARES				27,120.46
01.01	CARTEL DE IDENTIFICACION DE LA OBRA DE 8.50 X 3.60 m	u	1.00	1,284.11	1,284.11
01.02	CASETA ADICIONAL P/GUARDIANIA Y/ ALMACEN	u	1.00	1,236.35	1,236.35
01.03	MOVILIZACION Y DESMIVILIZACION DE MAQUINARIA PESADA	glb	1.00	19,200.00	19,200.00
01.04	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS LIVIANOS	glb	1.00	5,400.00	5,400.00
02	PAVIMENTOS				997,189.16
02.01	TRABAJOS PRELIMINARES				25,897.45
02.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	6,236.93	0.33	2,058.19
02.01.02	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO PERMANETE	m2	6,236.93	2.05	12,785.71
02.01.03	DEMOLICION DE PAVIMENTO DE CONCRETO RIGIDO EN MAL ESTADO	m2	616.14	17.94	11,053.55
02.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				272,657.44
02.02.01	CORTE DE TERRENO HASTA EL NIVEL DE SUBRASANTE	m3	3,409.27	5.99	20,421.53
02.02.02	RELLENO CON MATERIAL PROPIO SELECCIONADO E=0.05-0.10 M PROM.	m3	10.81	5.19	56.10
02.02.03	REFINE Y COMPACTACION DEL TERRENO NATURAL	m2	6,236.93	3.56	22,203.47
02.02.04	BASE DE AFIRMADO DE 0.20M	m2	6,236.93	26.56	165,652.86
02.02.05	ACARREO INTERNO MANUAL DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	815.63	8.92	7,275.42
02.02.06	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE DISTANCIA PROM 5KM CON EQUIPO EN TIERRA	m3	4,238.34	13.46	57,048.06
02.03	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE				665,470.24
02.03.01	CONCRETO EN LOSA DE RODADURA F'c=210 KG/CM2; E= 0.20M / CEMENTO TIPO MS	m3	1,247.39	447.31	557,970.02
02.03.02	CONCRETO EN UÑAS f'c=210 kg/cm2 / CEMENTO TIPO MS	m3	194.87	447.31	87,167.30
02.03.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN LOSA DE RODADURA	m2	639.40	31.80	20,332.92
02.04	JUNTAS				20,956.05
02.04.01	JUNTAS DE DILATACION RELLENO C/MORTERO ASFALTICO E=1" EN PAVIMENTO	m	2,742.47	4.23	11,600.65
02.04.02	CURADO DE CONCRETO	m2	6,236.93	1.50	9,355.40
02.05	VARIOS				12,207.98
02.05.01	PINTADO DE PAVIMENTO: LINEA CARRIL	m	614.32	7.06	4,337.10
02.05.02	PINTADO DE PAVIMENTO: FLECHAS Y CRUCES PEATONALES	m2	458.22	10.63	4,870.88
02.05.03	NIVELACION Y ENCIMADO DE BUZONES	u	25.00	120.00	3,000.00
03	VEREDAS PEATONALES				226,109.47
03.01	OBRAS PRELIMINARES				11,963.30
03.01.01	DEMOLICION DE VEREDAS	m2	694.14	11.19	7,767.43
03.01.02	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	1,762.97	0.33	581.78
03.01.03	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO PERMANETE EN OBRA	m2	1,762.97	2.05	3,614.09
03.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				64,934.92
03.02.01	CORTE MANUAL DE TERRENO HASTA EL NIVEL DE SUBRASANTE	m3	525.21	30.69	16,118.69
03.02.02	RELLENO CON MATERIAL PROPIO SELECCIONADO E=0.05-0.10 M PROM.	m3	57.16	5.19	296.66
03.02.03	CONFORMACION DE SUBRASANTE EN VEREDAS	m2	1,724.98	5.40	9,314.89
03.02.04	AFIRMADO DE 4" PARA VEREDAS	m2	1,724.98	17.50	30,187.15
03.02.05	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE DISTANCIA PROM 5KM CON EQUIPO EN TIERRA	m3	669.95	13.46	9,017.53
03.03	VEREDAS DE CONCRETO				149,211.25
03.03.01	CONCRETO F'c=175 KG/CM2 PULIDO Y BRUÑADO E=4" / CEMENTO TIPO MS	m2	1,600.18	41.26	66,023.43
03.03.02	CONCRETO F'c=175 KG/CM2 PULIDO Y BRUÑADO E=6" / CEMENTO TIPO MS	m2	73.07	61.62	4,502.57
03.03.03	CONCRETO f'c=175 kg/cm2 EN UÑAS DE VEREDAS / CEMENTO TIPO MS	m3	59.69	415.40	24,795.23
03.03.04	CONCRETO f'c=175 kg/cm2 EN RAMPAS / CEMENTO TIPO MS	m2	124.80	41.26	5,149.25
03.03.05	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL PARA VEREDAS	m2	613.56	31.80	19,511.21
03.03.06	JUNTAS DE DILATACION CON ASFALTO	m	499.89	4.23	2,114.53
03.03.07	NIVELACION Y ENCIMADO DE CAJAS DE AGUA	u	139.00	45.00	6,255.00

Presupuesto

Presupuesto **0305009 PROPUESTA DE DISEÑO DE UN PAVIMENTO RIGIDO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DE LA LOCALIDAD DE LAJON DISTRITO HUARANCHAL, OTUZCO – LA LIBERTAD**

Subpresupuesto **001**

Cliente **JUAN CARLOS CASTILLO QUISPE** Costo al **15/08/2017**

Lugar **LA LIBERTAD - OTUZCO - HUARANCHAL**

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
03.03.08	NIVELACION Y ENCIMADO DE CAJAS DE DESAGUE	u	139.00	45.00	6,255.00
03.03.09	PINTADO DE VEREDAS	m2	517.97	18.00	9,323.46
03.03.10	ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60 EN VEREDAS	kg	1,397.24	3.78	5,281.57
04	CUNETA PLUVIAL DE CONCRETO REFORZADO				191,231.95
04.01	TRABAJOS PRELIMINARES				905.73
04.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	380.56	0.33	125.58
04.01.02	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO EN CUNETA	m2	380.56	2.05	780.15
04.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				9,140.72
04.02.01	CORTE DE TERRENO HASTA EL NIVEL DE SUBRASANTE EN CUNETA	m3	115.64	5.99	692.68
04.02.02	RELLENO CON MATERIAL PROPIO SELECCIONADO E=0.05-0.10 M PROM EN CUNETA	m3	4.48	5.19	23.25
04.02.03	BASE DE HORMIGON 10 CM EN CUNETA	m2	380.56	17.42	6,629.36
04.02.04	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE DISTANCIA PROM 5KM CON EQUIPO EN TIERRA	m3	133.39	13.46	1,795.43
04.03	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE				5,624.68
04.03.01	SOLADOS CONCRETO fc=100 kg/cm2 h= 5.0 CM CUNETA TAPADA / CEMENTO TIPO MS	m2	380.56	14.78	5,624.68
04.04	OBRAS DE CONCRETO ARMADO				97,883.42
04.04.01	CONCRETO F' C=210 KG/CM2 EN CUNETA TAPADA / CEMENTO TIPO MS	m3	100.95	447.31	45,155.94
04.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN CUNETA	m	758.98	31.80	24,135.56
04.04.03	ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60 EN CUNETA	kg	7,564.00	3.78	28,591.92
04.05	VARIOS				77,677.40
04.05.01	PINTADO PARCIAL DE CUNETA	m	619.37	7.06	4,372.75
04.05.02	SUMINISTRO E INSTALACION DE REJILLA METALICA	m	569.92	124.51	70,960.74
04.05.03	CAJA DE RECEPCION PLUVIAL 10" X 12"	u	3.00	220.78	662.34
04.05.04	REPOSICION DE TUBERIA DE AGUA Y DESAGUE PARA PASE DE CUNETA PLUVIAL	m	10.65	44.51	474.03
04.05.05	JUNTAS DE DILATACION CON ASFALTO	m	285.47	4.23	1,207.54
05	MUROS DE CONTENCION				503,885.45
05.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS				234,681.93
05.01.01	CORTE EN TERRENO HASTA EL NIVEL DE SUBRASANTE	m3	11,693.92	5.99	70,046.58
05.01.02	RELLENO CON MATERIAL PROPIO SELECCIONADO	m3	5,945.64	5.19	30,857.87
05.01.03	REFINE Y COMPACTACION DEL TERRENO NATURAL	m2	432.58	3.56	1,539.98
05.01.04	BASE DE AFIRMADO DE 0.1 M	m2	432.58	17.50	7,570.15
05.01.05	ACARREO INTERNO MANUAL DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	3,567.40	8.92	31,821.21
05.01.06	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE DISTANCIA PROM 5KM CON EQUIPO EN TIERRA	m3	6,897.93	13.46	92,846.14
05.02	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE				12,778.41
05.02.01	SOLADOS CONCRETO fc=100 kg/cm2 e=4" / CEMENTO TIPO MS	m2	432.58	29.54	12,778.41
05.03	OBRAS DE CONCRETO ARMADO				239,983.50
05.03.01	CONCRETO fc=210 kg/cm2 PARA MURO DE CONTENCION / CEMENTO TIPO MS	m3	267.35	447.31	119,588.33
05.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN MUROS DE CONTENCION	m2	1,399.77	31.80	44,512.69
05.03.03	ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60 EN MURO DE CONTENCION	kg	20,074.73	3.78	75,882.48
05.04	VARIOS				
05.05	ENTIBADO EN MUROS DE CONTENCION	m2	496.08	31.80	15,775.34
05.06	JUNTAS DE DILATACION CON ASFALTO	m	157.51	4.23	666.27
06	ALCANTARILLA DE CONCRETO ARMADO				4,401.60
06.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS				397.88
06.01.01	CORTE EN TERRENO HASTA EL NIVEL DE SUBRASANTE	m3	8.87	5.99	53.13
06.01.02	REFINE Y COMPACTACION DEL TERRENO NATURAL	m2	8.82	3.56	31.40
06.01.03	BASE DE AFIRMADO DE 0.1 M	m2	8.82	17.50	154.35

Presupuesto

Presupuesto **0305009** **PROPUESTA DE DISEÑO DE UN PAVIMENTO RIGIDO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DE LA LOCALIDAD DE LAJON DISTRITO HUARANCHAL, OTUZCO – LA LIBERTAD 2017**

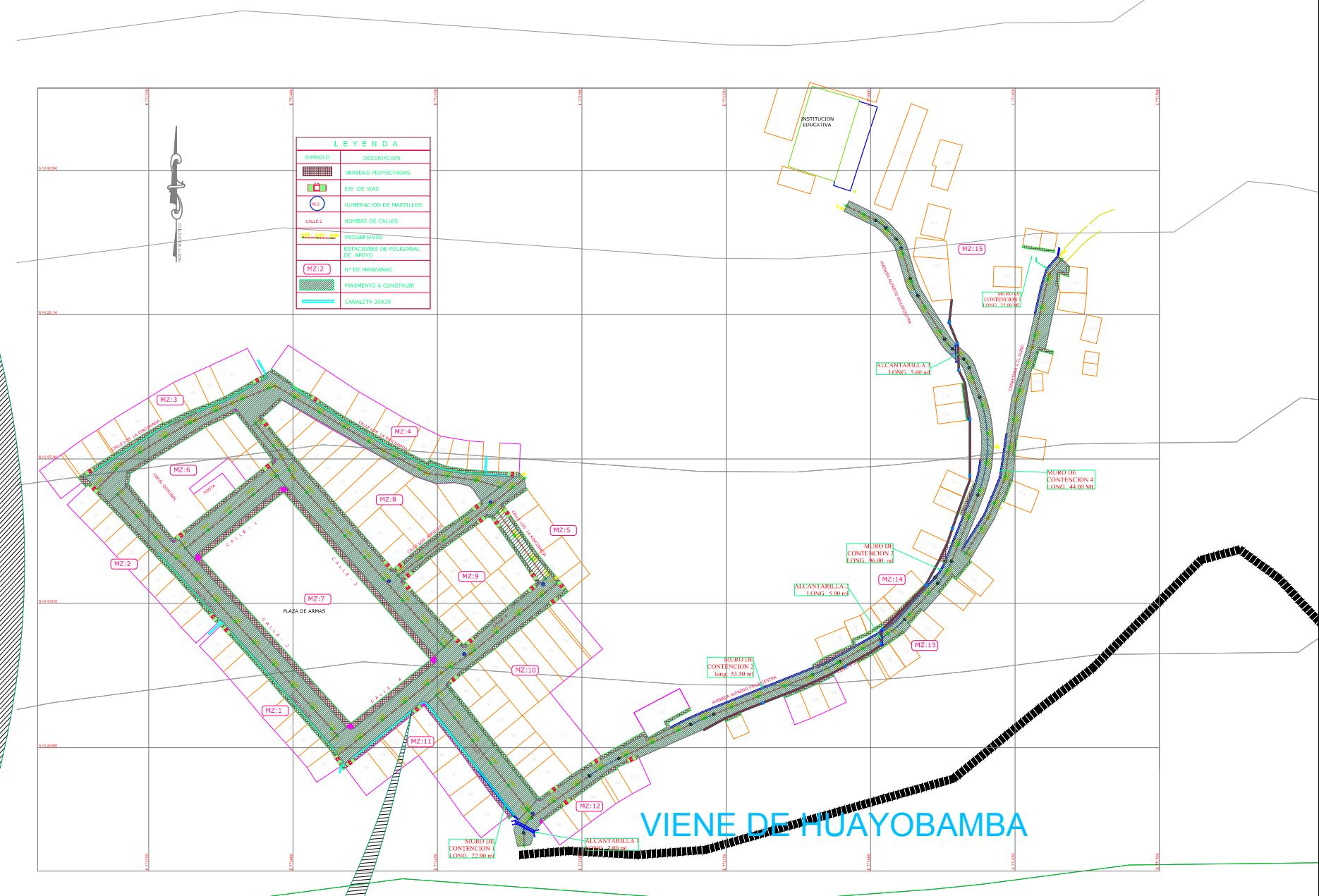
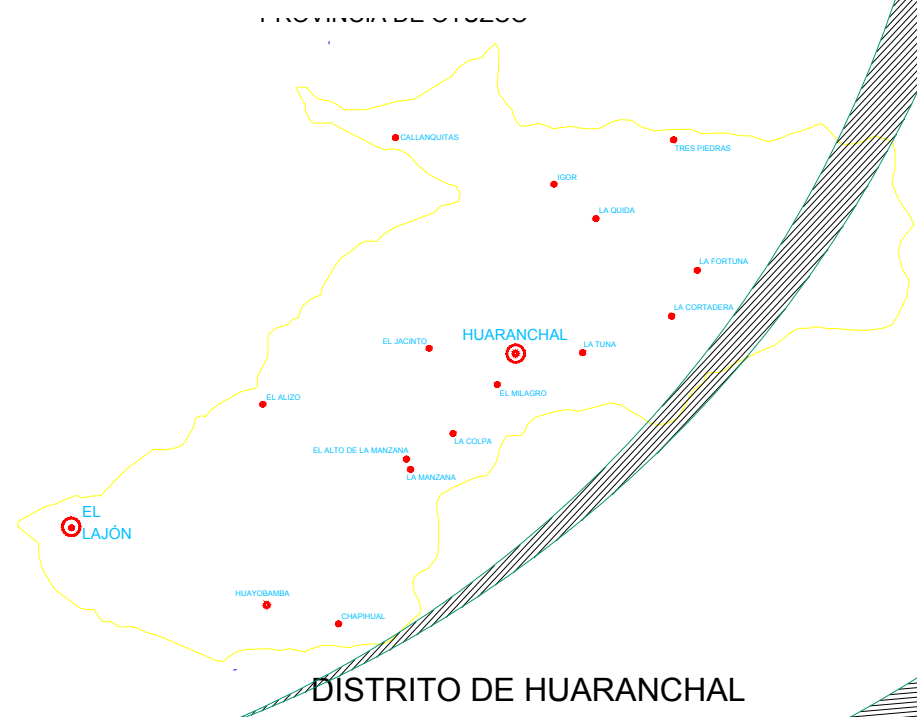
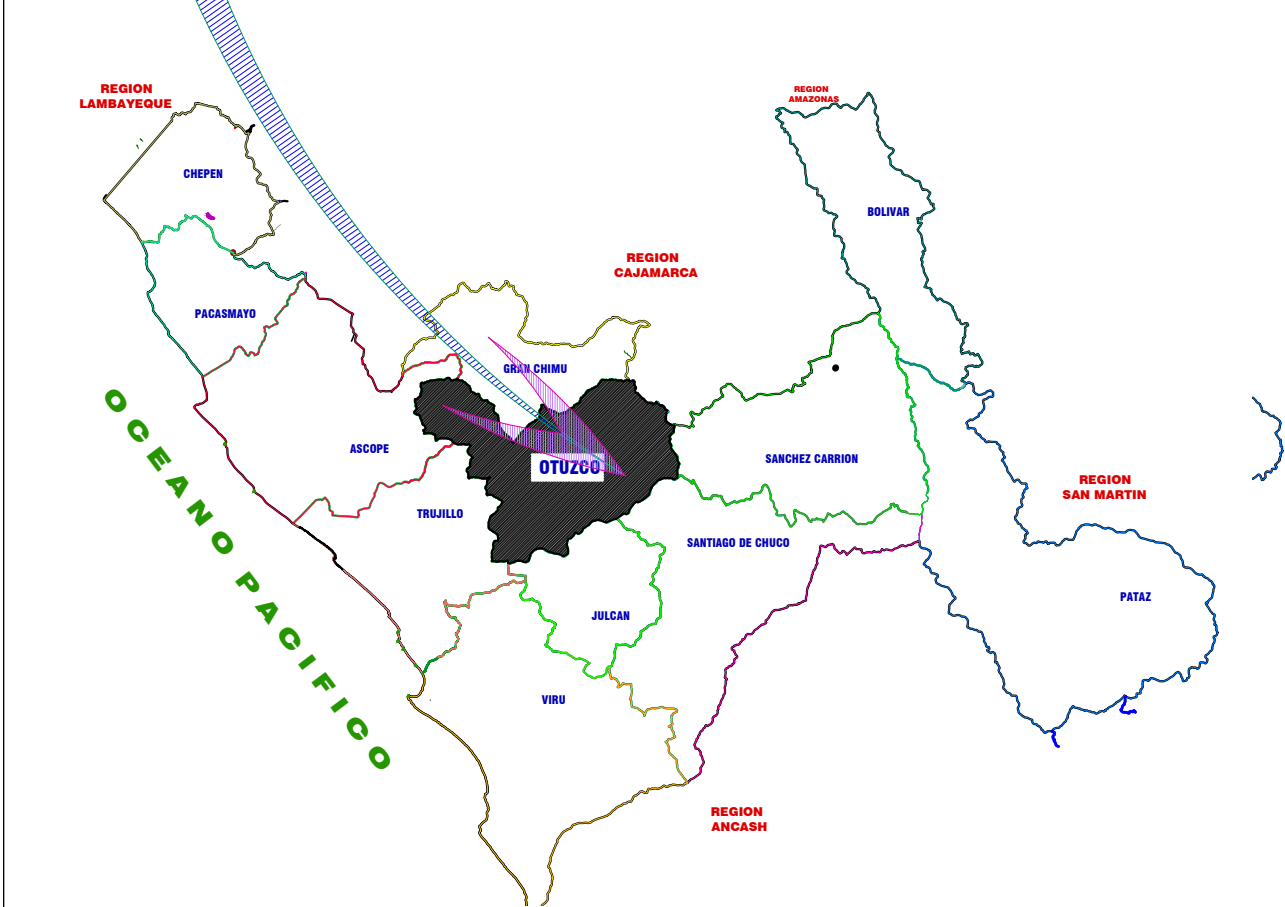
Subpresupuesto **001**

Cliente **JUAN CARLOS CASTILLO QUISPE** Costo al **15/08/2017**

Lugar **LA LIBERTAD - OTUZCO - HUARANCHAL**

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
06.01.04	ACARREO INTERNO MANUAL DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	1.77	8.92	15.79
06.01.05	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE DISTANCIA PROM 5KM CON EQUIPO EN TIERRA	m3	10.64	13.46	143.21
06.02	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE				
06.03	SOLADOS CONCRETO $f_c=100$ kg/cm2 $e=4"$ / CEMENTO TIPO MS	m2	8.82	29.54	260.54
06.04	OBRAS DE CONCRETO ARMADO				3,743.18
06.04.01	CONCRETO $f_c=210$ kg/cm2 PARA MUROS Y TECHO / CEMENTO TIPO MS	m3	3.97	447.31	1,775.82
06.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN ALCANTARILLA	m2	24.51	31.80	779.42
06.04.03	ACERO CORRUGADO $f_y=4200$ kg/cm2 GRADO 60 EN ALCANTARILLA	kg	314.27	3.78	1,187.94
07	OTROS				106,266.33
07.01	FLETE TERRESTRE				92,912.89
07.01.01	FLETE TERRESTRE TRUJILLO - EL LAJÓN	glb	1.00	92,912.89	92,912.89
07.02	PLAN DE MANEJO AMBIENTAL				4,050.74
07.02.01	LIMPIEZA FINAL DE OBRA	m2	8,813.04	0.21	1,850.74
07.02.02	ASPERSIÓN DE AGUA DURANTE LA CONSTRUCCIÓN DE LA OBRA	glb	1.00	2,200.00	2,200.00
07.03	PLAN DE SALUD Y SEGURIDAD EN OBRA				9,302.70
07.03.01	SEÑALIZACION DURANTE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA	glb	1.00	2,567.90	2,567.90
07.03.02	ELABORACION, IMPLEMENTACION Y ADMINISTRACION DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO	glb	1.00	2,500.00	2,500.00
07.03.03	EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL	glb	1.00	4,234.80	4,234.80
	Costo Directo				2,056,204.42
	GASTOS GENERALES 10%				205,620.44
	UTILIDAD 5%				102,810.22
					=====
	SUB TOTAL				2,364,635.08
	IGV 18%				425,634.31
					=====
	TOTAL DE PRESUPUESTO				2,790,269.39

SON : DOS MILLONES SETECIENTOS NOVENTA MIL DOSCIENTOS SESENTINUEVE Y 39/100 NUEVOS SOLES



	UNIVERSIDAD PRIVADA DE TRUJILLO FACULTAD DE INGENIERIA CARRERA DE INGENIERIA CIVIL	
	ENTIDAD: MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE HUARANCHAL	
PROYECTO: PROPUESTA DE DISEÑO DE UN PAVIMENTO RIGIDO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DE LA LOCALIDAD DE LAJON DISTRITO HUARANCHAL, OTUZCO - LA LIBERTAD 2017		
DEPARTAMENTO: LA LIBERTAD PROVINCIA: OTUZCO DISTRITO: HUARANCHAL LOCALIDAD: EL LAJON	PLANO: LOCALIZACION DEL PROYECTO	
TESTISTA: CASTILLO QUISPE, JUAN CARLOS	ESCALA: INDICADA	FECHA: agosto 2017

N 9145200

N 9145150

N 9145100

N 9145050

N 9145000

E 771350

E 771400

E 771450

E 771500

E 771550

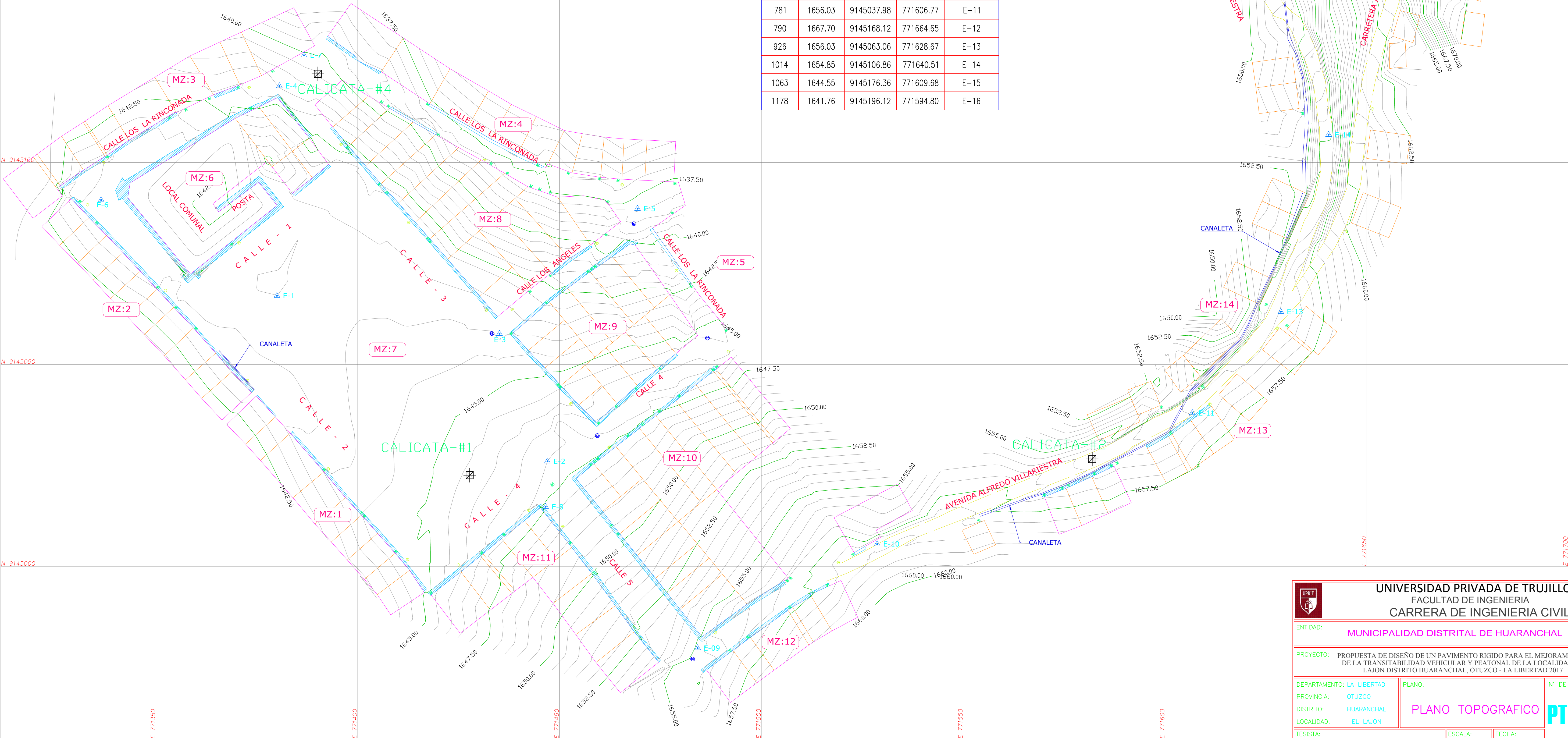
E 771600

E 771650

E 771700

L E Y E N D A	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	DEMOLICION DE EXISTENTES
	DEMOLICION DE PAVIMENTO
	BUZON EXISTENTE
	POSTES EXISTENTES
	CURVAS MAYORES
	CURVAS MENORES
	ESTACIONES

TABLA DE PUNTOS				
PUNTOS	ELEVACION	NORTE	ESTE	DESCRIPCION
1	1644.00	9145067.00	771380.00	E-1
2	1647.00	9145026.00	771447.00	E-2
154	1643.89	9145057.58	771435.13	E-3
219	1644.00	9145067.00	771380.00	E-1
224	1641.44	9145118.94	771380.61	E-4
236	1637.88	9145088.56	771469.32	E-5
303	1643.65	9145090.71	771336.45	E-6
326	1640.12	9145126.56	771386.69	E-7
631	1647.70	9145014.74	771446.54	E-8
646	1655.13	9144979.76	771484.21	E-09
738	1658.44	9145005.50	771528.69	E-10
781	1656.03	9145037.98	771606.77	E-11
790	1667.70	9145168.12	771664.65	E-12
926	1656.03	9145063.06	771628.67	E-13
1014	1654.85	9145106.86	771640.51	E-14
1063	1644.55	9145176.36	771609.68	E-15
1178	1641.76	9145196.12	771594.80	E-16





UNIVERSIDAD PRIVADA DE TRUJILLO
FACULTAD DE INGENIERIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

ENTIDAD: MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE HUARANCHAL

PROYECTO: PROPUESTA DE DISEÑO DE UN PAVIMENTO RIGIDO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DE LA LOCALIDAD DE LAJON DISTRITO HUARANCHAL, OTUZCO - LA LIBERTAD 2017

DEPARTAMENTO: LA LIBERTAD

PROVINCIA: OTUZCO

DISTRITO: HUARANCHAL

LOCALIDAD: EL LAJON

PLANO:

PLAN TOPOGRAFICO

TESISTA:

CASTILLO QUISPE, JUAN CARLOS

ESCALA:

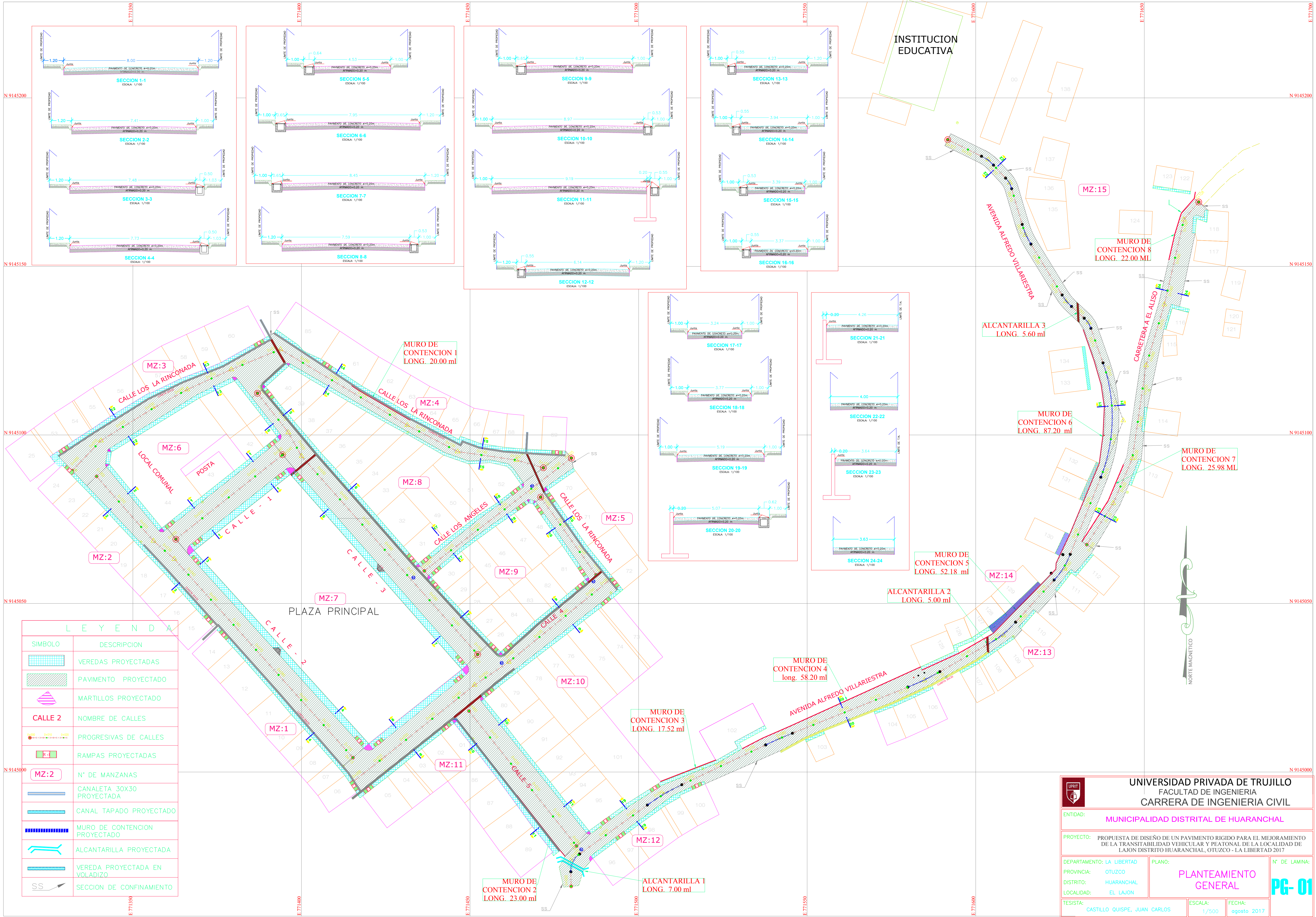
1/500

FECHA:

agosto 2017

N° DE LAMINA:

PT-01



LEYENDA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	VEREDAS PROYECTADAS
	PAVIMENTO PROYECTADO
	MARTILLOS PROYECTADO
	NOMBRE DE CALLES
	PROGRESIVAS DE CALLES
	RAMPAS PROYECTADAS
	N° DE MANZANAS
	CANAleta 30X30 PROYECTADA
	CANAL TAPADO PROYECTADO
	MURO DE CONTENCIÓN PROYECTADO
	ALCANTARILLA PROYECTADA
	VEREDA PROYECTADA EN VOLADIZO
	SECCION DE CONFINAMIENTO

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TRUJILLO
FACULTAD DE INGENIERIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

ENTIDAD: MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE HUARANCHAL

PROYECTO: PROPUESTA DE DISEÑO DE UN PAVIMENTO RIGIDO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DE LA LOCALIDAD DE LAJON DISTRITO HUARANCHAL, OTUZCO - LA LIBERTAD 2017

DEPARTAMENTO: LA LIBERTAD
PROVINCIA: OTUZCO
DISTRITO: HUARANCHAL
LOCALIDAD: EL LAJON

PLANO: PLANTEAMIENTO GENERAL

N° DE LAMINA: PG-01

TESISTA: CASTILLO QUISPE, JUAN CARLOS
FECHA: agosto 2017

LEYENDA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	VEREDAS PROYECTADAS
	PAVIMENTO PROYECTADO
	MARTILLOS PROYECTADO
	NOMBRE DE CALLES
	PROGRESIVAS DE CALLES
	RAMPAS PROYECTADAS
	N° DE MANZANAS
	CANAleta 30X30 PROYECTADA
	CANAL TAPADO PROYECTADO
	MURO DE CONTENCIÓN PROYECTADO
	ALCANTARILLA PROYECTADA
	VEREDA PROYECTADA EN VOLADIZO
	SECCION DE CONFINAMIENTO

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TRUJILLO
FACULTAD DE INGENIERIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

ENTIDAD: MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE HUARANCHAL

PROYECTO: PROPUESTA DE DISEÑO DE UN PAVIMENTO RIGIDO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DE LA LOCALIDAD DE LAJON DISTRITO HUARANCHAL, OTUZCO - LA LIBERTAD 2017

DEPARTAMENTO: LA LIBERTAD
PROVINCIA: OTUZCO
DISTRITO: HUARANCHAL
LOCALIDAD: EL LAJON

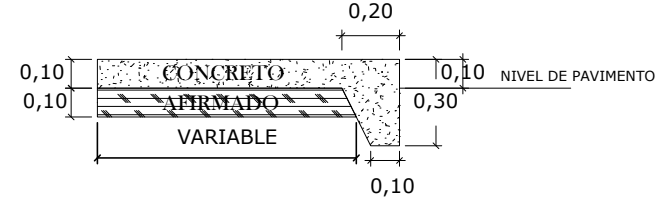
PLANO: PLANTEAMIENTO GENERAL

N° DE LAMINA: PG-01

TESISTA: CASTILLO QUISPE, JUAN CARLOS
FECHA: agosto 2017

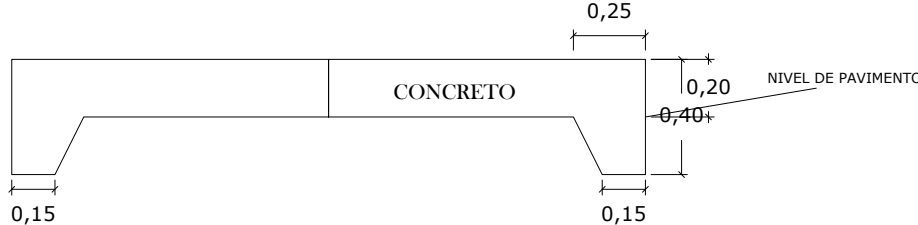
DETALLE TÍPICO DE VEREDA

ESC.: 1/25



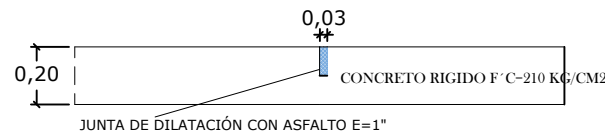
DETALLE TÍPICO UÑA EN PAVIMENTO CORTE A-A

ESC.: 1/25



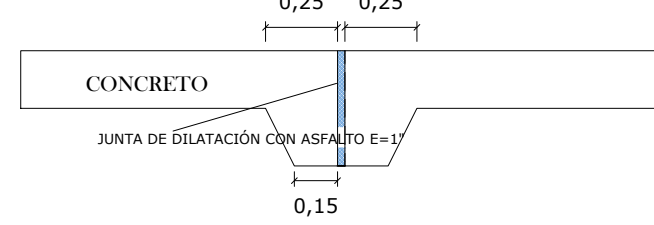
DETALLE TÍPICO JUNTA DE CONTRACCIÓN C/ 3.0M CORTE B-B

ESC.: 1/25



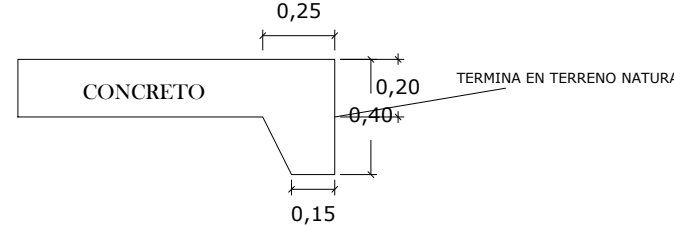
DETALLE TÍPICO UÑA EN PAVIMENTO CORTE C-C

ESC.: 1/25



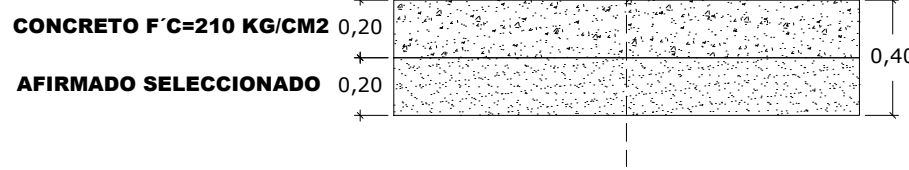
DETALLE S-S

ESC.: 1/25



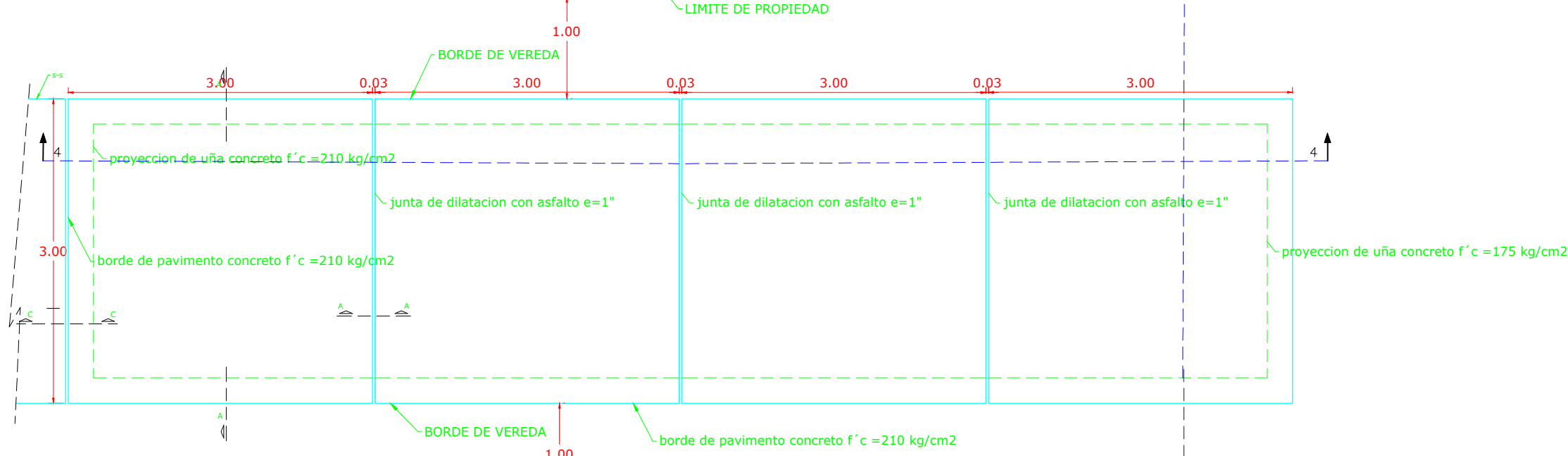
DETALLE TÍPICO DE PAVIMENTO

ESC.: 1/25



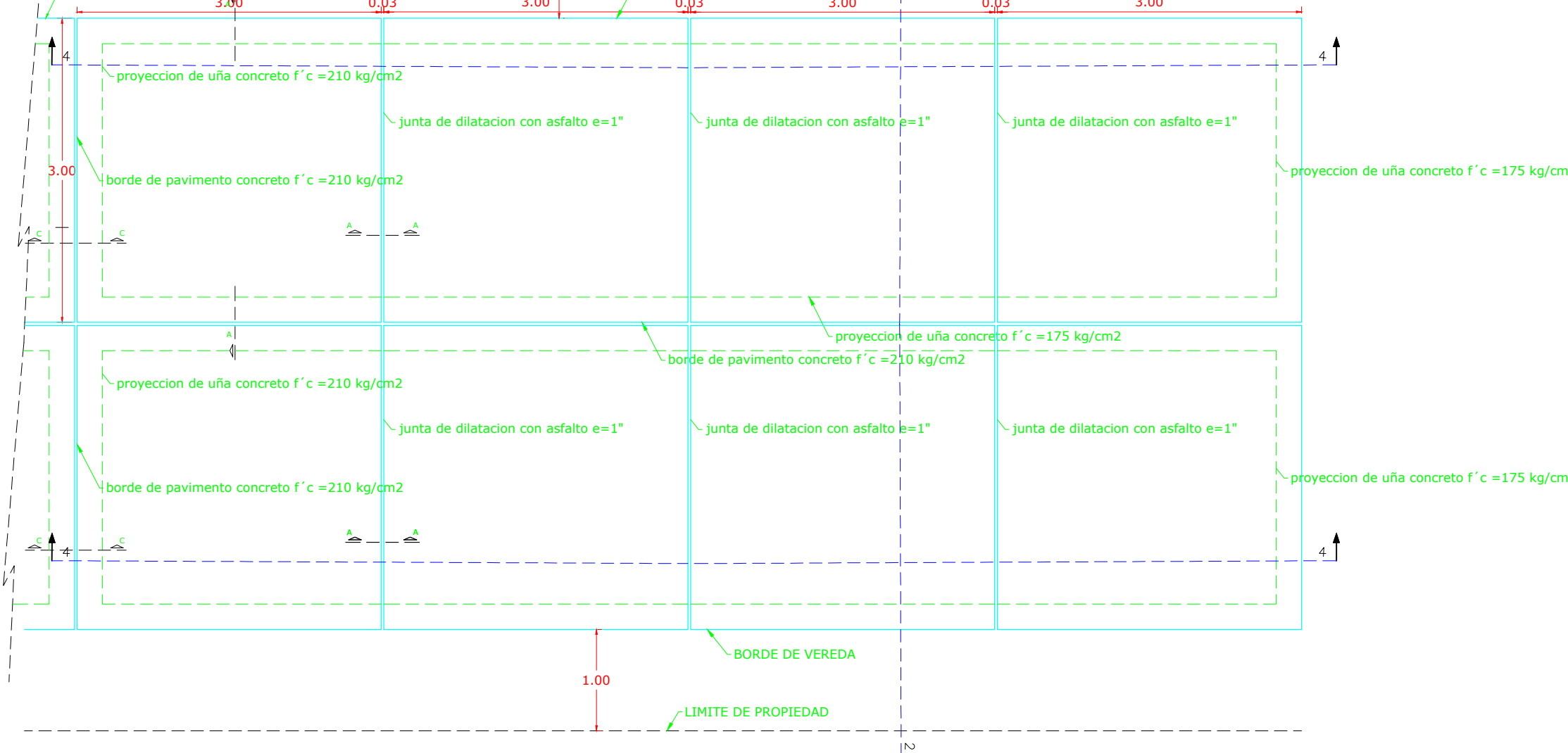
PLANTA DE TÍPICA DE PAVIMENTO RIGIDO F'c=210 KG/CM2

ESC.: 1/30



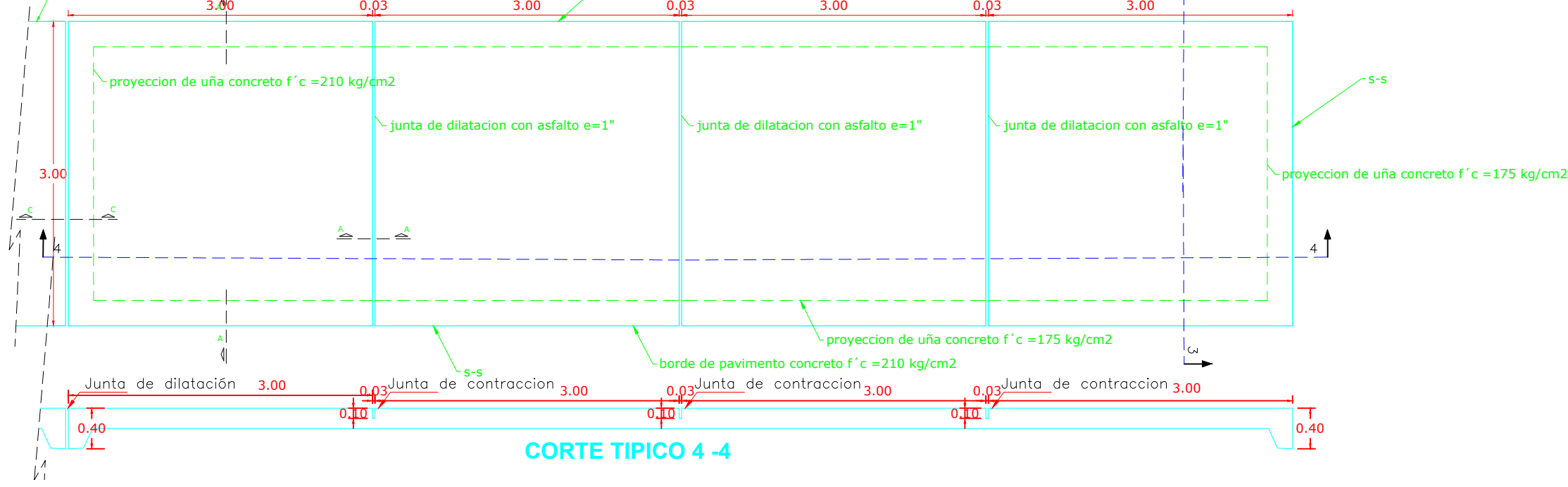
PLANTA DE TÍPICA DE PAVIMENTO RIGIDO F'c=210 KG/CM2

ESC.: 1/30

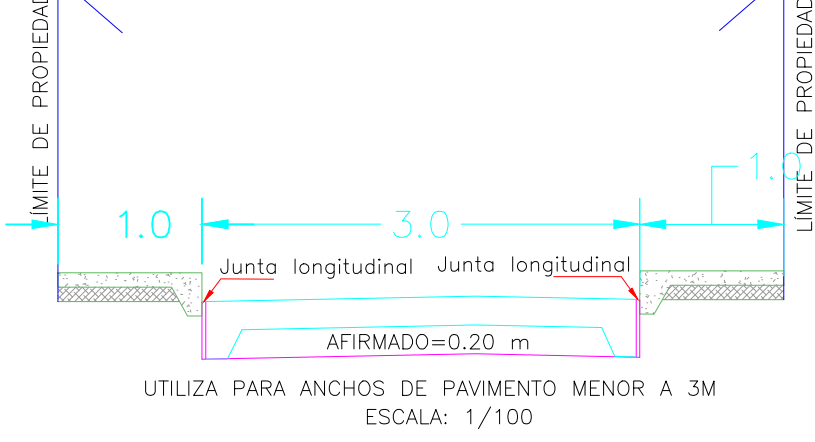


PLANTA DE TÍPICA DE PAVIMENTO RIGIDO F'c=210 KG/CM2

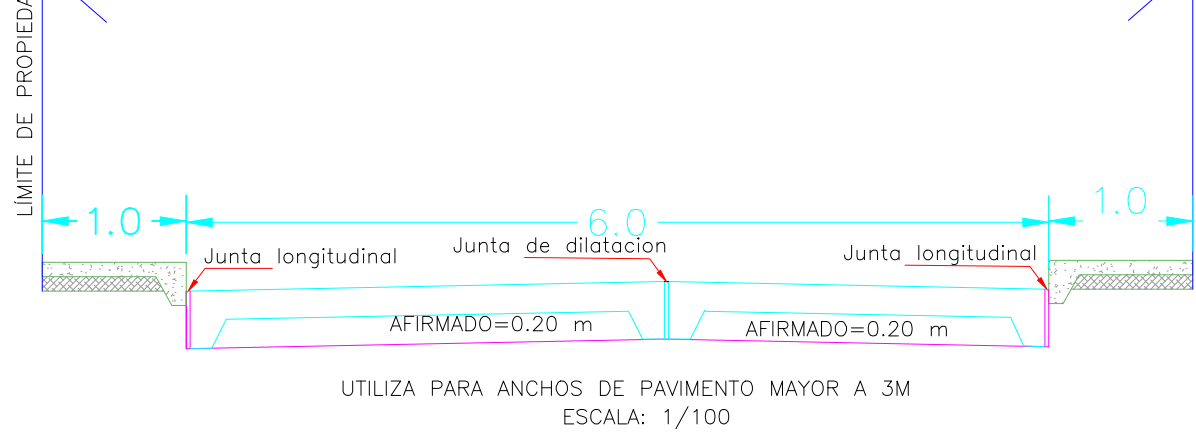
ESC.: 1/30



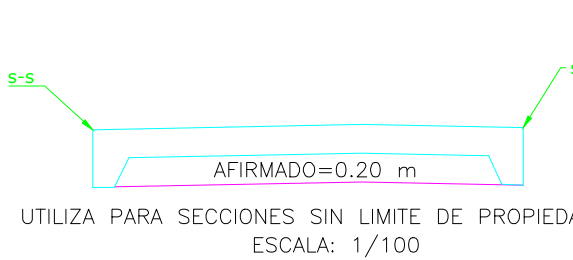
CORTE TÍPICO 1 -1



CORTE TÍPICO 2 -2



CORTE TÍPICO 3 -3



CORTE TÍPICO 4 -4

ESPECIFICACIONES GENERALES

1.CONCRETO PAVIMENTOS

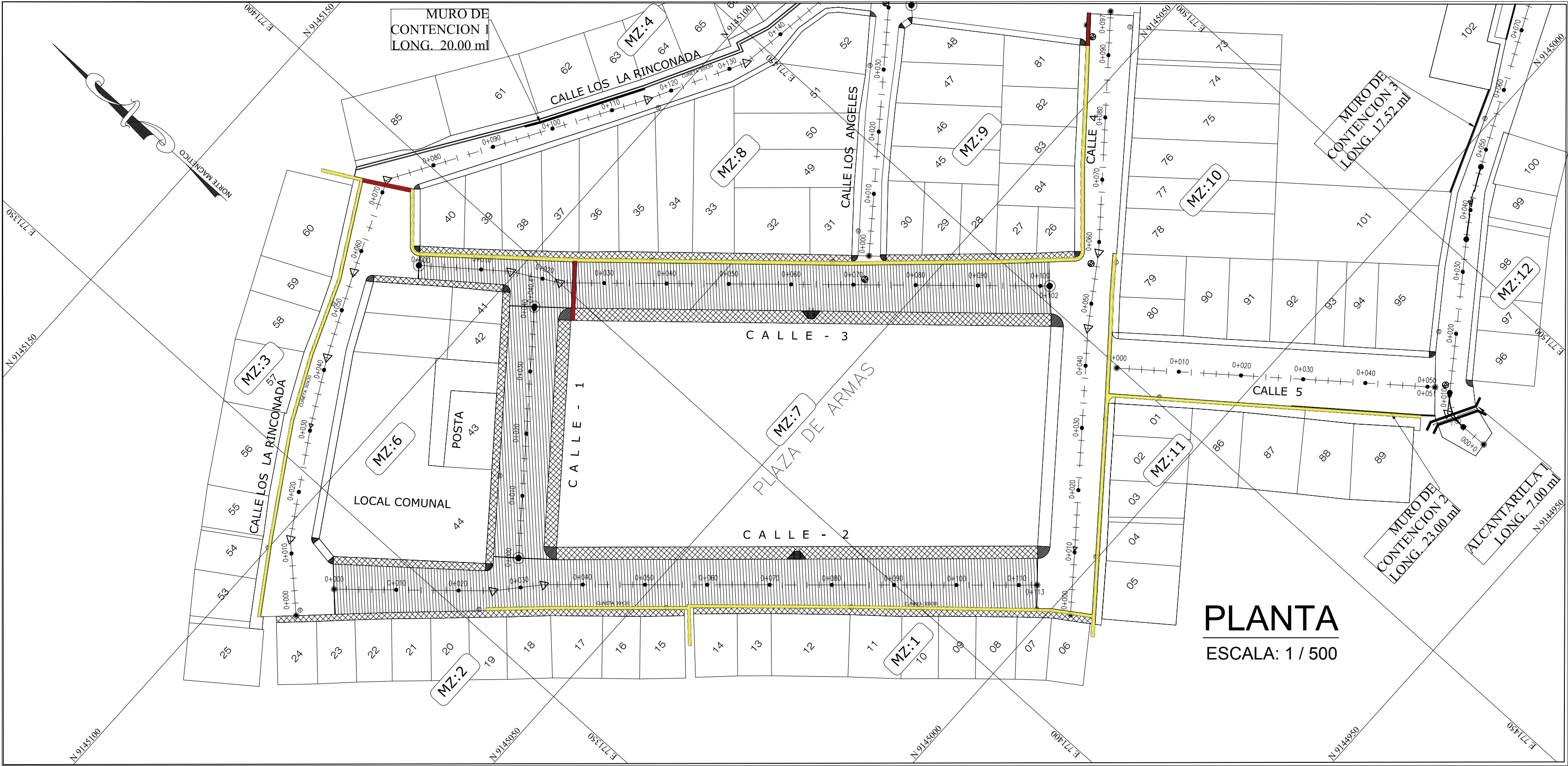
-CONCRETO RIGIDO EN:
PAVIMENTO RIGIDO f'c=210 kg/cm²
ESCALINATAS f'c=210 kg/cm²
UÑAS DE PAVIMENTO f'c=210 kg/cm²

2.CONCRETO EN VEREDAS

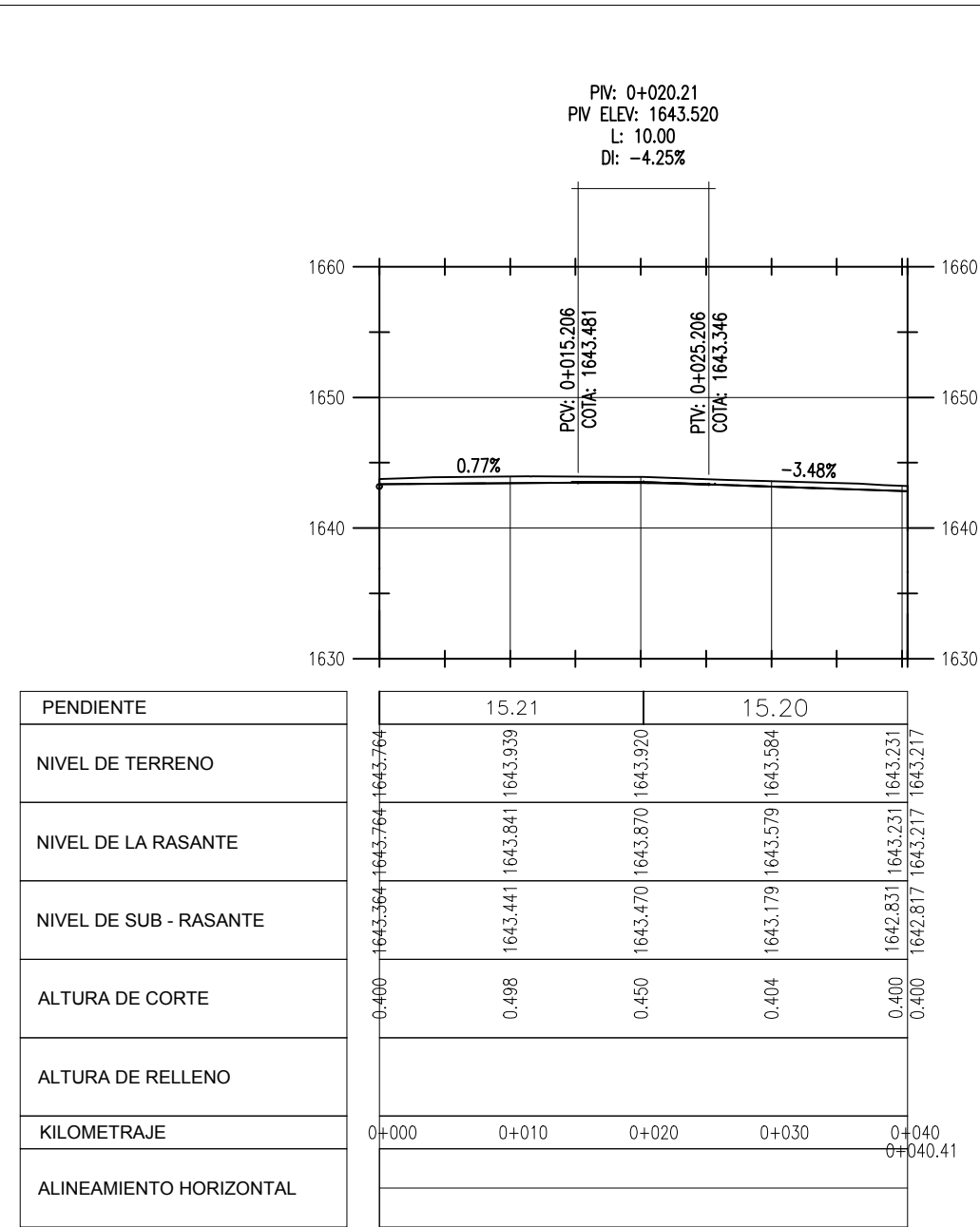
-CONCRETO EN:
VEREDAS f'c=175 kg/cm²
UÑAS DE VEREDAS f'c=175 kg/cm²
SARDINELES f'c=175 kg/cm²

3. NOTA

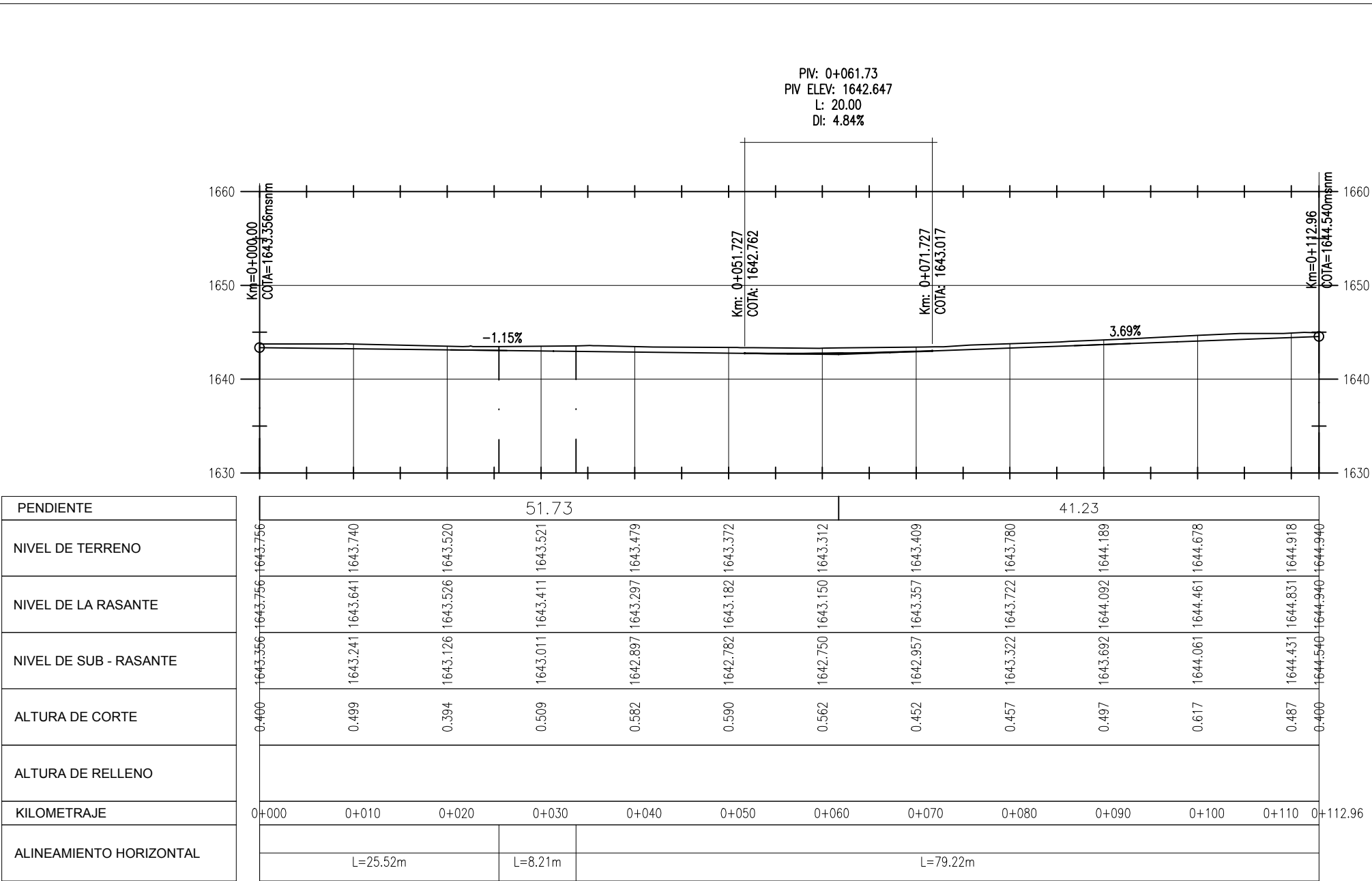
el tipo de cemento a utilizar en todas estas estructuras es cemento tipo II



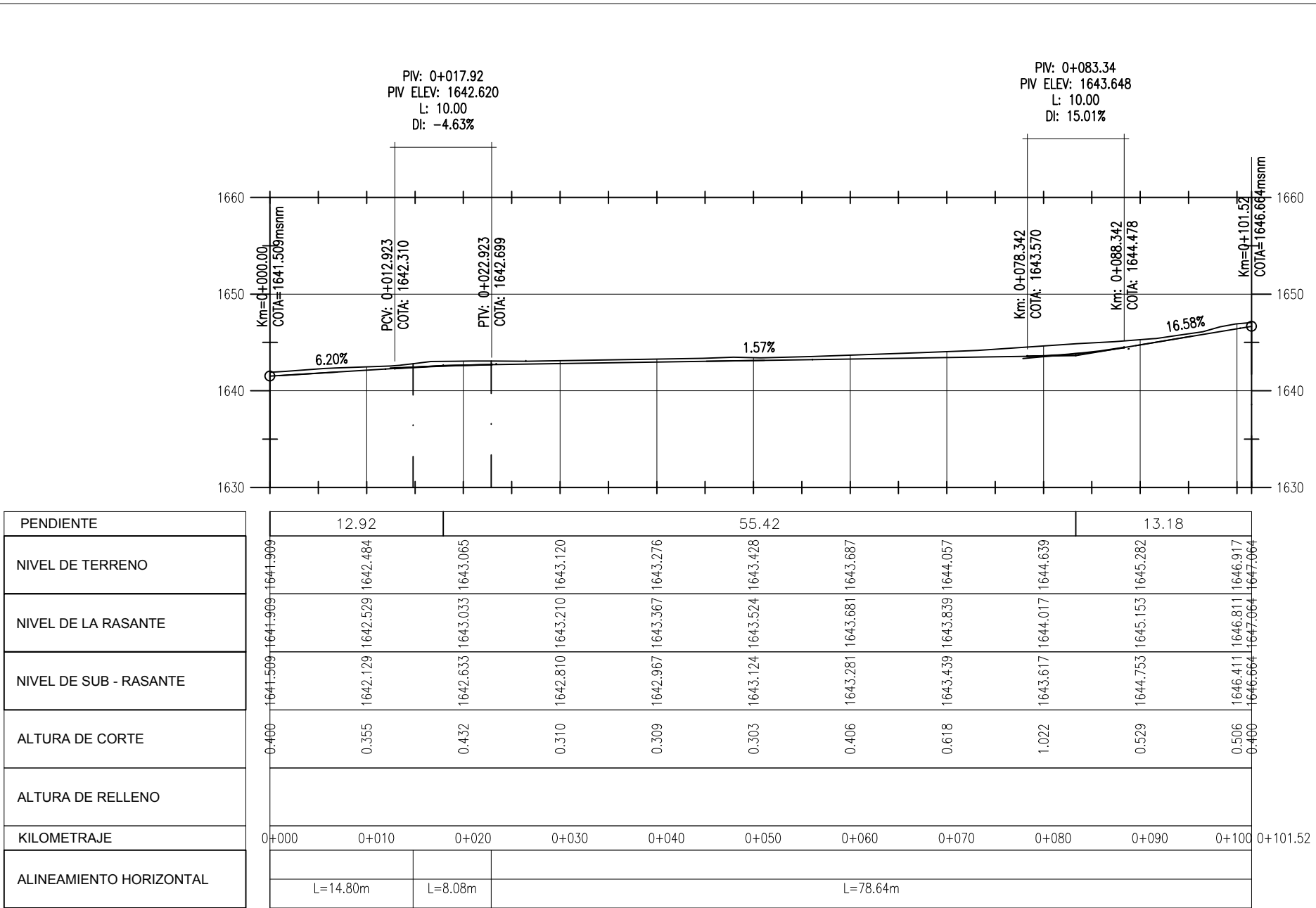
LEYENDA	
	VEREDAS PROYECTADAS
	PAVIMENTO PROYECTADO
	MARTILLOS PROYECTADO
	NOMBRE DE CALLES
	PROGRESIVAS DE CALLES
	RAMPAS PROYECTADAS
	N° DE MANZANAS
	CANALETA 30X30 PROYECTADA CON REGILLA
	CANAL TAPADO PROYECTADO
	MURO DE CONTENCIÓN PROYECTADO
	ALCANTARILLA PROYECTADA



PERFIL CALLE 1
ESCALA 1:500



PERFIL CALLE 2
ESCALA 1:500



PERFIL CALLE 3
ESCALA 1:500

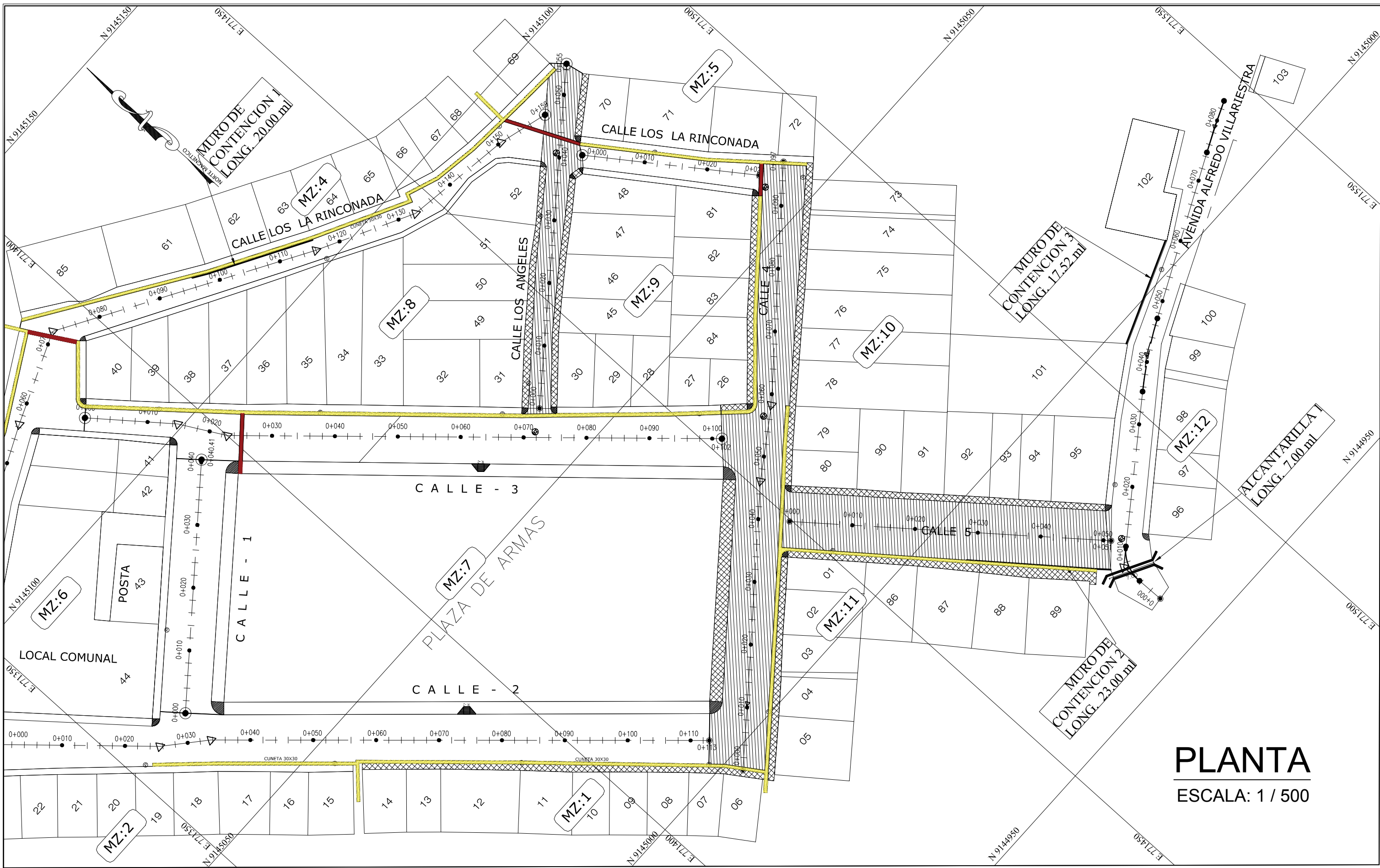
PERFIL LONGITUDINAL

ESCALA:

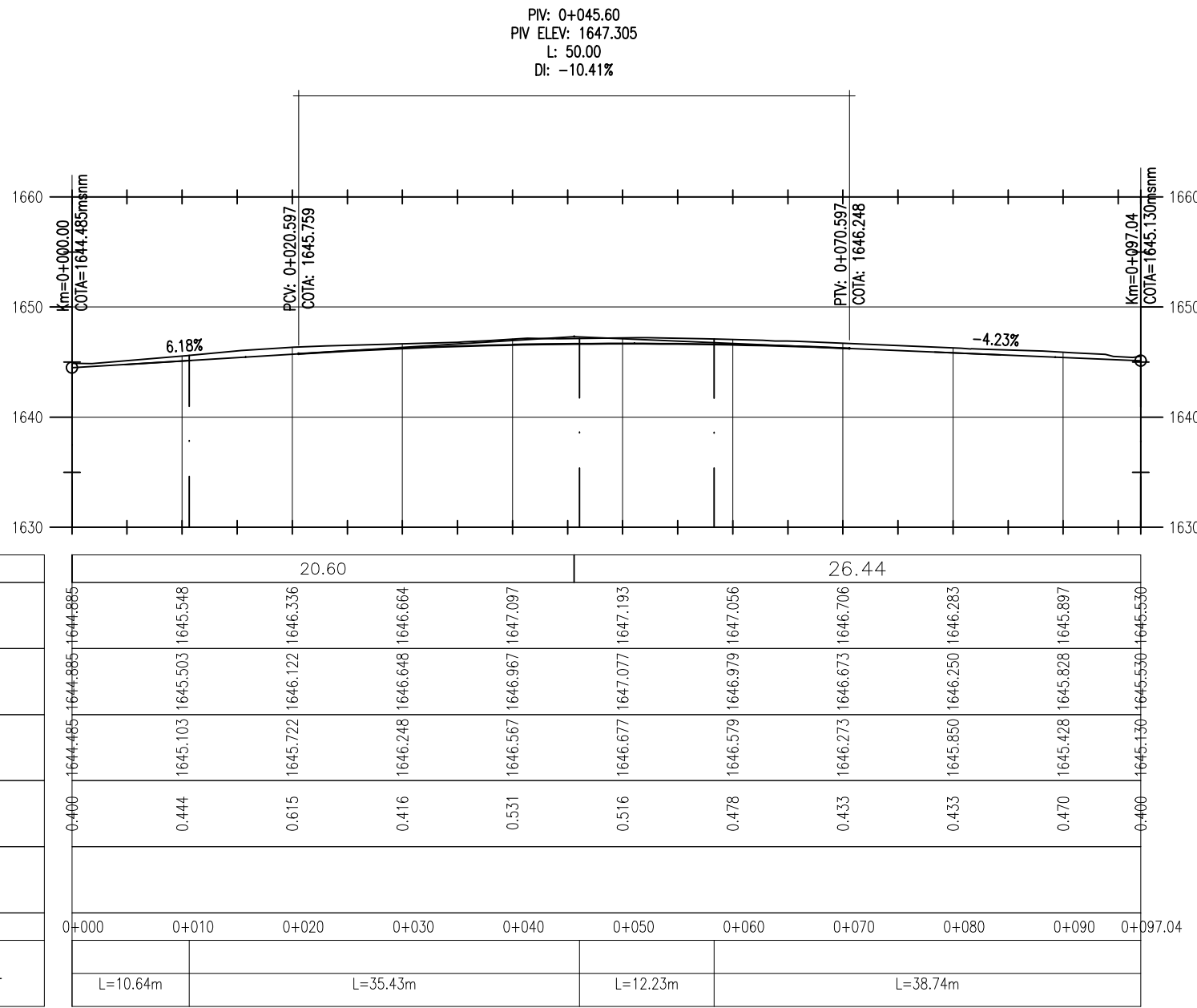
V=1 / 500

H=1 / 500

				UNIVERSIDAD PRIVADA DE TRUJILLO	
				FACULTAD DE INGENIERIA	
				CARRERA DE INGENIERIA CIVIL	
ENTIDAD: MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE HUARANCHAL					
PROYECTO: PROPUESTA DE DISEÑO DE UN PAVIMENTO RIGIDO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DE LA LOCALIDAD DE LAJON DISTRITO HUARANCHAL, OTUZCO - LA LIBERTAD 2017					
DEPARTAMENTO: LA LIBERTAD		PLANO:		N° DE LAMINA:	
PROVINCIA: OTUZCO		PLANTA PERFIL LONGITUDINAL 2		PP- 02	
DISTRITO: HUARANCHAL					
LOCALIDAD: EL LAJON					
TESISTA: CASTILLO QUISPE, JUAN CARLOS		ESCALA: 1/500		FECHA: agosto 2017	

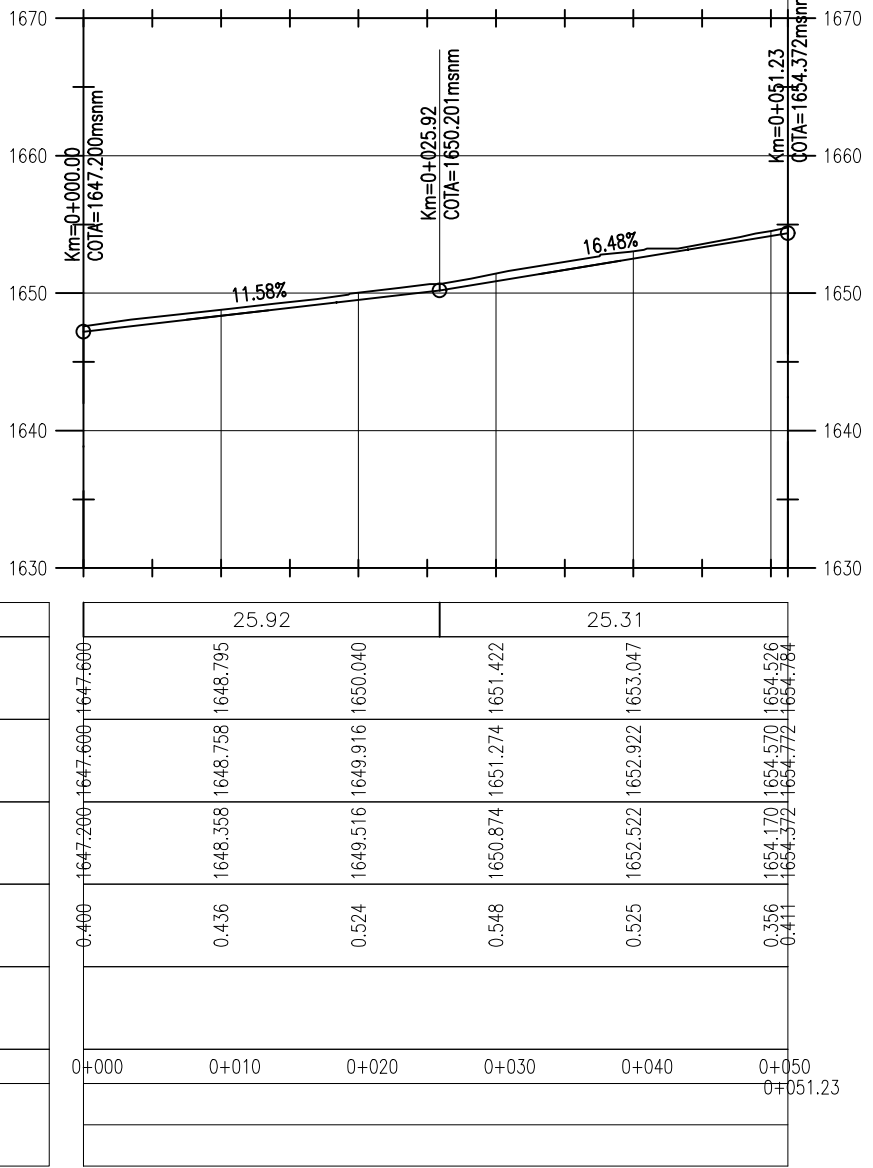


LEYENDA	
	VEREDAS PROYECTADAS
	PAVIMENTO PROYECTADO
	MARTILLOS PROYECTADO
CALLE 2	NOMBRE DE CALLES
	PROGRESIVAS DE CALLES
	RAMPAS PROYECTADAS
MZ:2	N° DE MANZANAS
	CANALETA 30X30 PROYECTADA CON REGILLA
	CANAL TAPADO PROYECTADO
	MURO DE CONTENCION PROYECTADO
	ALCANTARILLA PROYECTADA



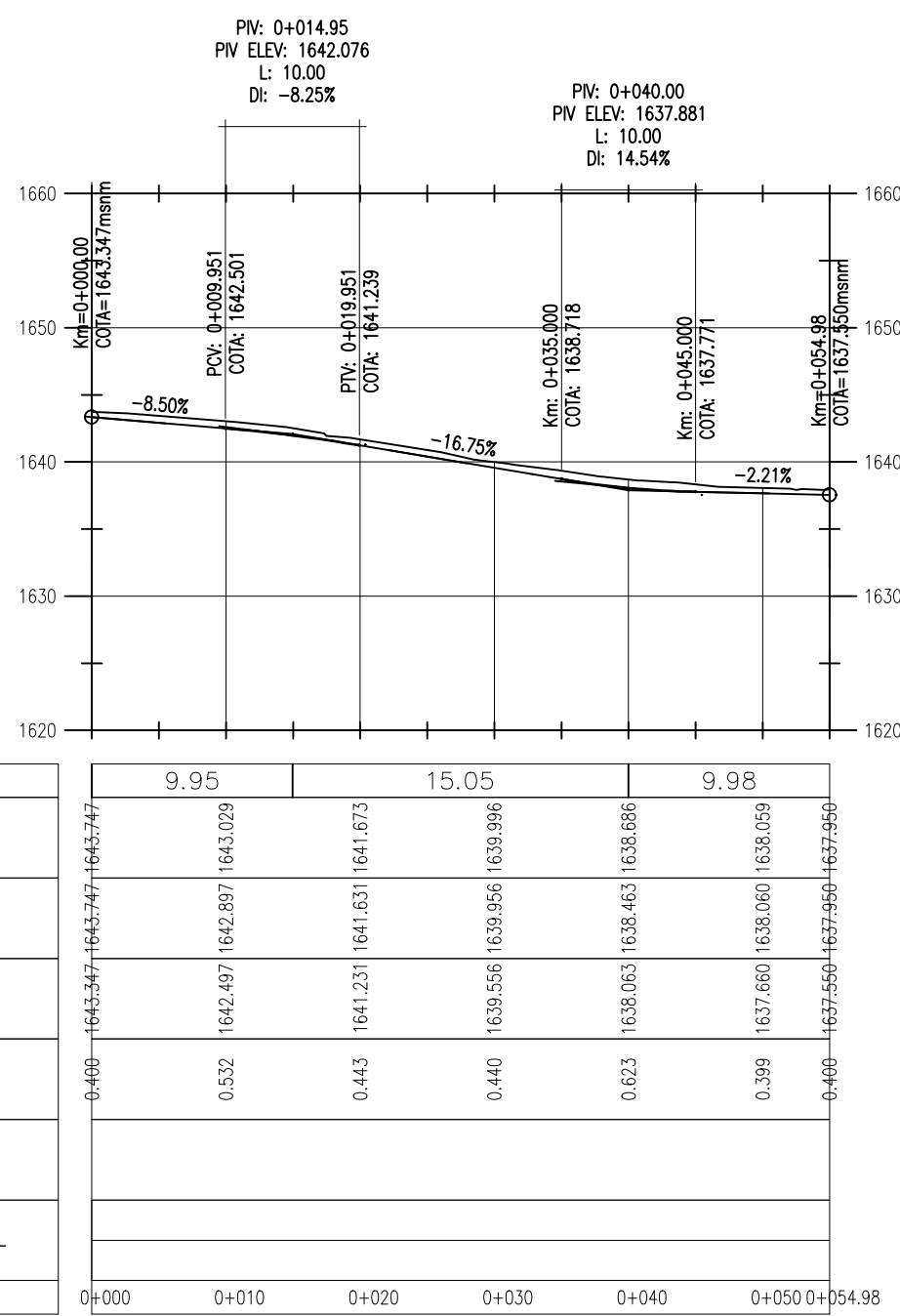
PENDIENTE		20.60		26.44	
NIVEL DE TERRENO	1644.885	1644.885	1645.503	1645.503	1646.864
NIVEL DE LA RASANTE	1644.885	1645.103	1645.503	1645.503	1646.864
NIVEL DE SUB - RASANTE	1644.885	1645.103	1645.503	1645.503	1646.864
ALTURA DE CORTE	0.444	0.615	0.416	0.531	0.516
ALTURA DE RELLENO	0.444	0.615	0.416	0.531	0.516
KILOMETRAJE	0+000	0+010	0+020	0+030	0+040
ALINEAMIENTO HORIZONTAL	L=10.64m	L=35.43m	L=12.23m	L=38.74m	

PERFIL CALLE 4
ESCALA 1:500



PENDIENTE		25.92		25.31	
NIVEL DE TERRENO	1647.540	1647.540	1648.795	1648.795	1650.040
NIVEL DE LA RASANTE	1647.540	1647.540	1648.795	1648.795	1650.040
NIVEL DE SUB - RASANTE	1647.540	1647.540	1648.795	1648.795	1650.040
ALTURA DE CORTE	0.438	0.524	0.548	0.532	0.516
ALTURA DE RELLENO	0.438	0.524	0.548	0.532	0.516
KILOMETRAJE	0+000	0+010	0+020	0+030	0+040
ALINEAMIENTO HORIZONTAL	L=10.64m	L=35.43m	L=12.23m	L=38.74m	

PERFIL CALLE 5
ESCALA 1:500



PENDIENTE		9.95		15.05		9.98
NIVEL DE TERRENO	1643.547	1643.547	1643.547	1643.547	1643.547	1643.547
NIVEL DE LA RASANTE	1643.547	1643.547	1643.547	1643.547	1643.547	1643.547
NIVEL DE SUB - RASANTE	1643.547	1643.547	1643.547	1643.547	1643.547	1643.547
ALTURA DE CORTE	0.532	0.443	0.440	0.623	0.399	0.440
ALTURA DE RELLENO	0.532	0.443	0.440	0.623	0.399	0.440
KILOMETRAJE	0+000	0+010	0+020	0+030	0+040	0+050
ALINEAMIENTO HORIZONTAL	L=10.64m	L=35.43m	L=12.23m	L=38.74m		

PERFIL CALLE LOS ANGELES
ESCALA 1:500

PERFIL LONGITUDINAL

ESCALA:

V=1 / 500

H=1 / 500

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TRUJILLO
FACULTAD DE INGENIERIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

ENTIDAD: MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE HUARANCHAL

PROYECTO: PROPUESTA DE DISEÑO DE UN PAVIMENTO RIGIDO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DE LA LOCALIDAD DE LAJON DISTRITO HUARANCHAL, OTUZCO - LA LIBERTAD 2017

DEPARTAMENTO: LA LIBERTAD
PROVINCIA: OTUZCO
DISTRITO: HUARANCHAL
LOCALIDAD: EL LAJON

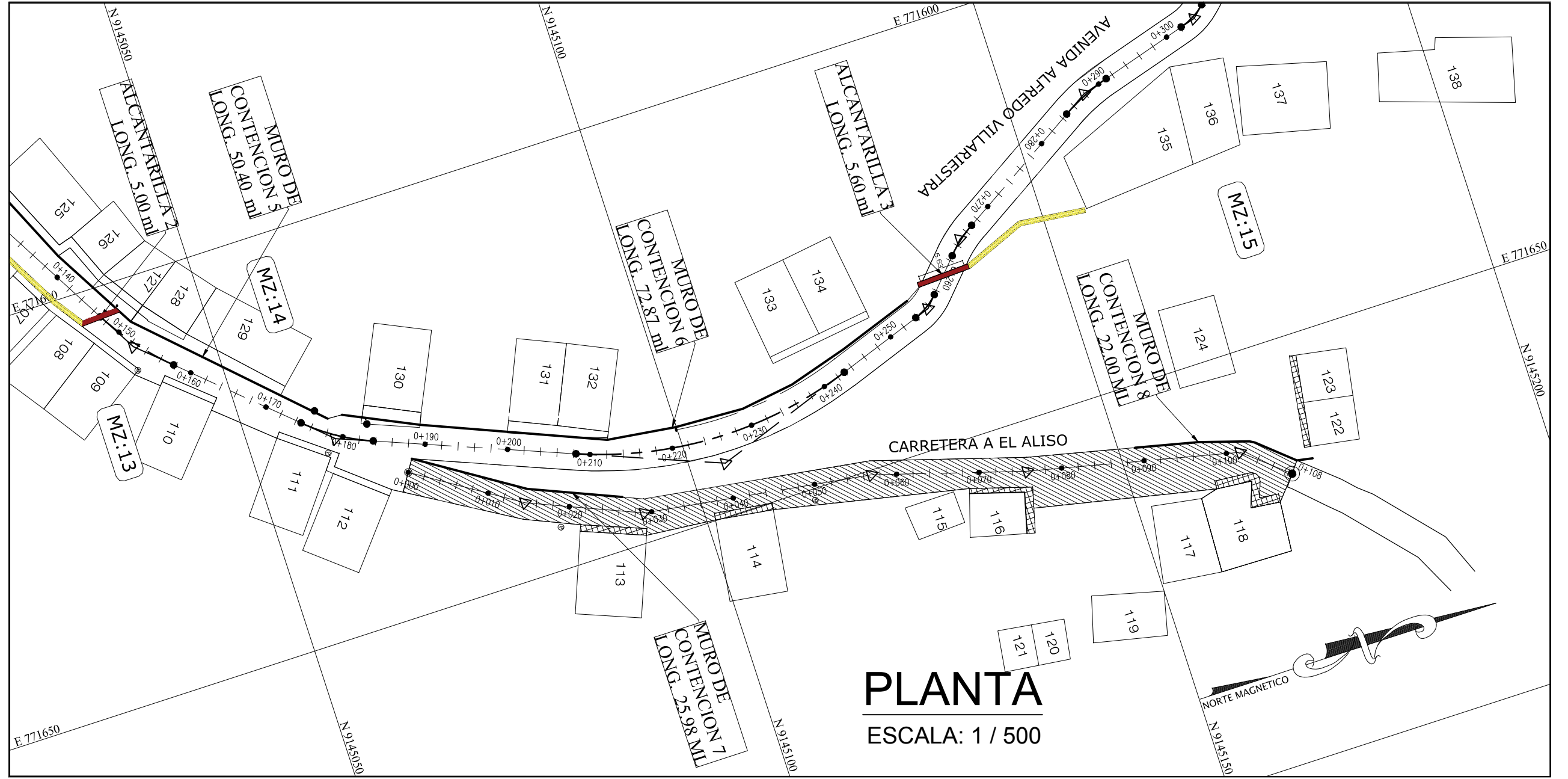
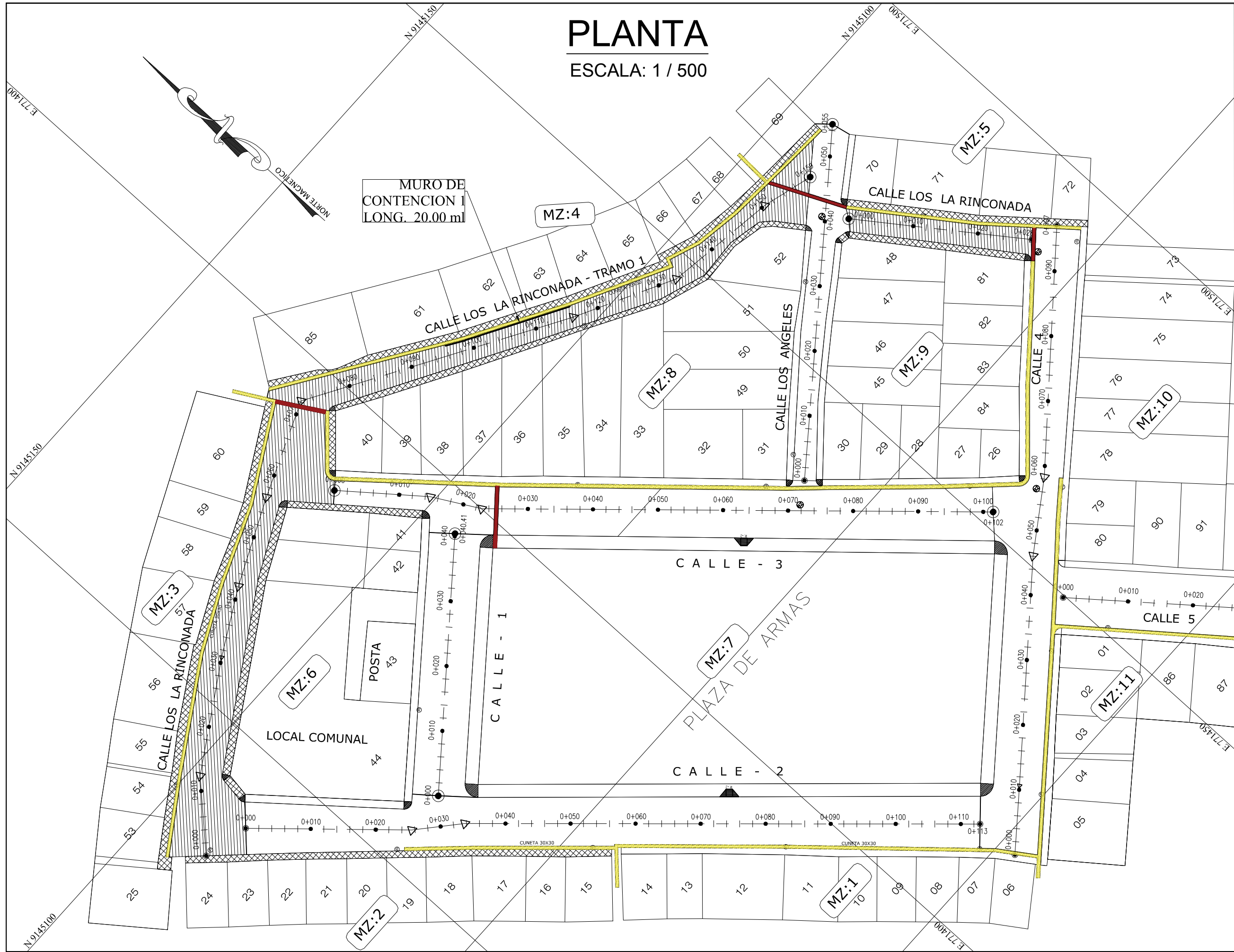
PLANO: PLANTA PERFIL LONGITUDINAL 3

N° DE LAMINA: PP-03

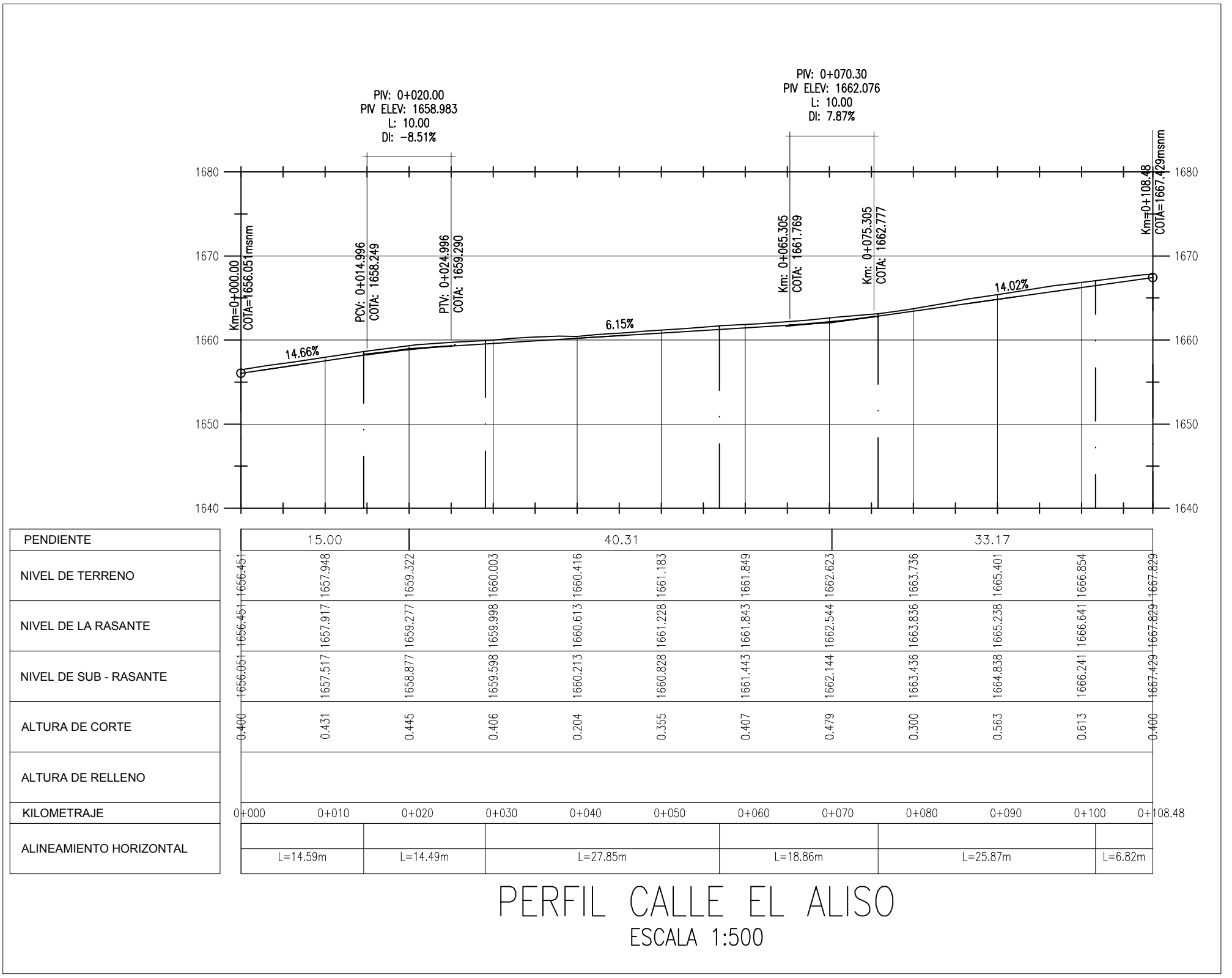
TESISTA: CASTILLO QUISPE, JUAN CARLOS

ESCALA: 1/500

FECHA: agosto 2017



LEYENDA	
	VEREDAS PROYECTADAS
	PAVIMENTO PROYECTADO
	MARTILLOS PROYECTADO
	NOMBRE DE CALLES
	PROGRESIVAS DE CALLES
	RAMPAS PROYECTADAS
	N° DE MANZANAS
	CANAleta 30X30 PROYECTADA CON REGILLA
	CANAL TAPADO PROYECTADO
	MURO DE CONTENCIÓN PROYECTADO
	ALCANTARILLA PROYECTADA

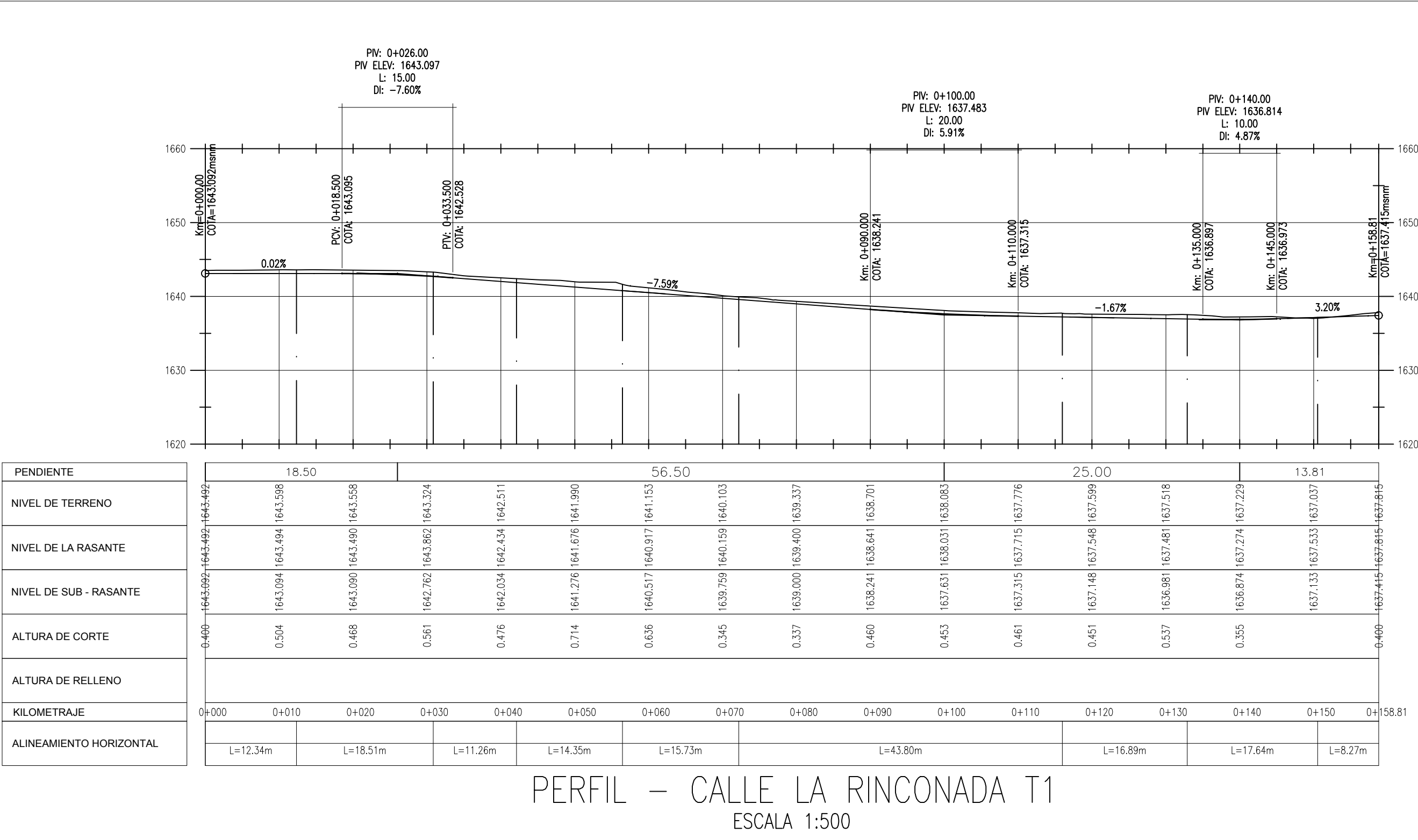


PERFIL LONGITUDINAL

ESCALA:

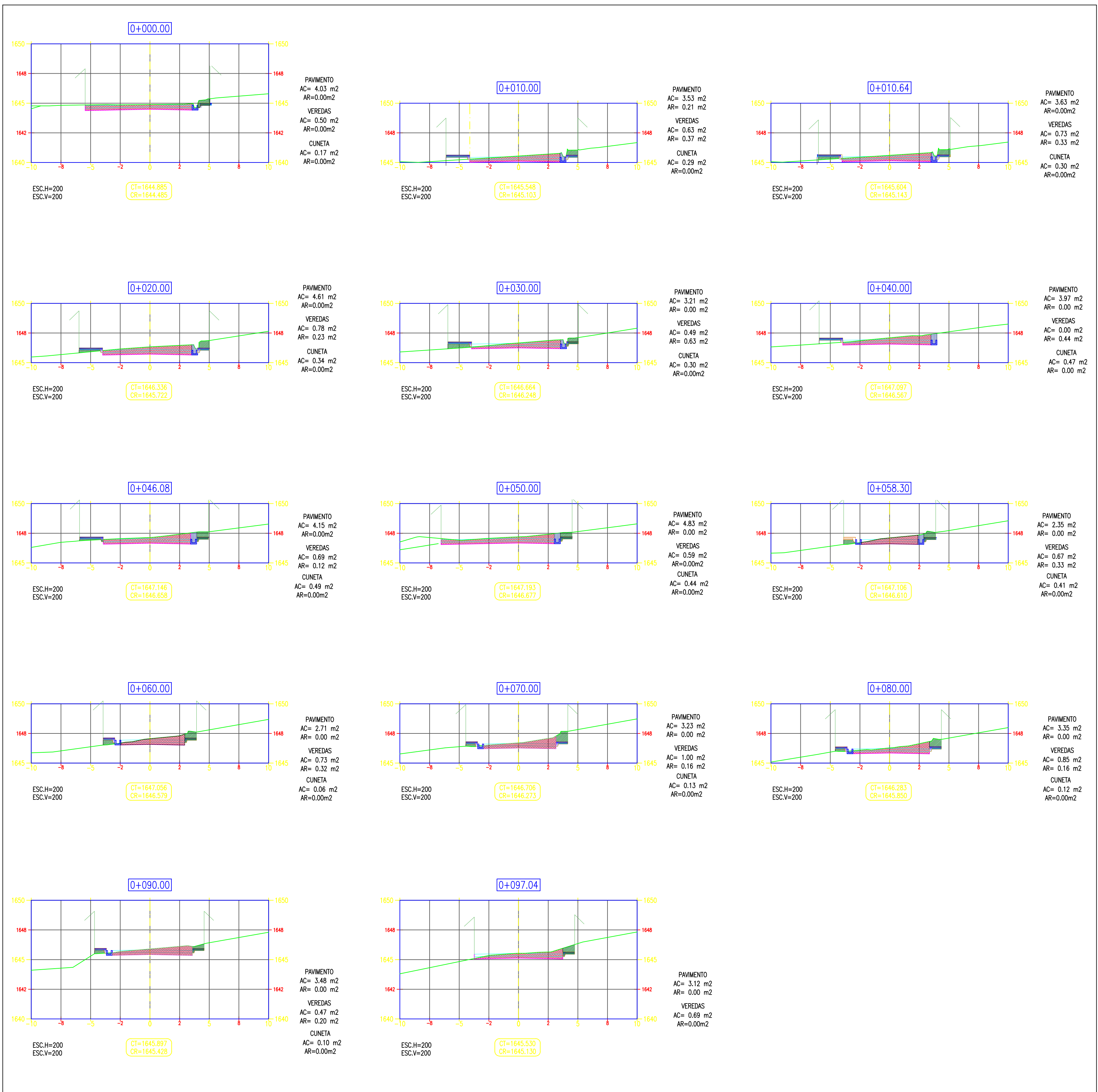
V=1 / 500
H=1 / 500

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TRUJILLO FACULTAD DE INGENIERIA CARRERA DE INGENIERIA CIVIL			
ENTIDAD: MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE HUARANCHAL			
PROYECTO: PROPUESTA DE DISEÑO DE UN PAVIMENTO RIGIDO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DE LA LOCALIDAD DE LAJON DISTRITO HUARANCHAL, OTUZCO - LA LIBERTAD 2017			
DEPARTAMENTO: LA LIBERTAD	PLANO:	N° DE LAMINA:	
PROVINCIA: OTUZCO	PLANTA PERFIL LONGITUDINAL 4	PP-04	
DISTRITO: HUARANCHAL			
LOCALIDAD: EL LAJON	ESCALA:	FECHA:	
TESISTA: CASTILLO QUISPE, JUAN CARLOS	1/500	agosto 2017	

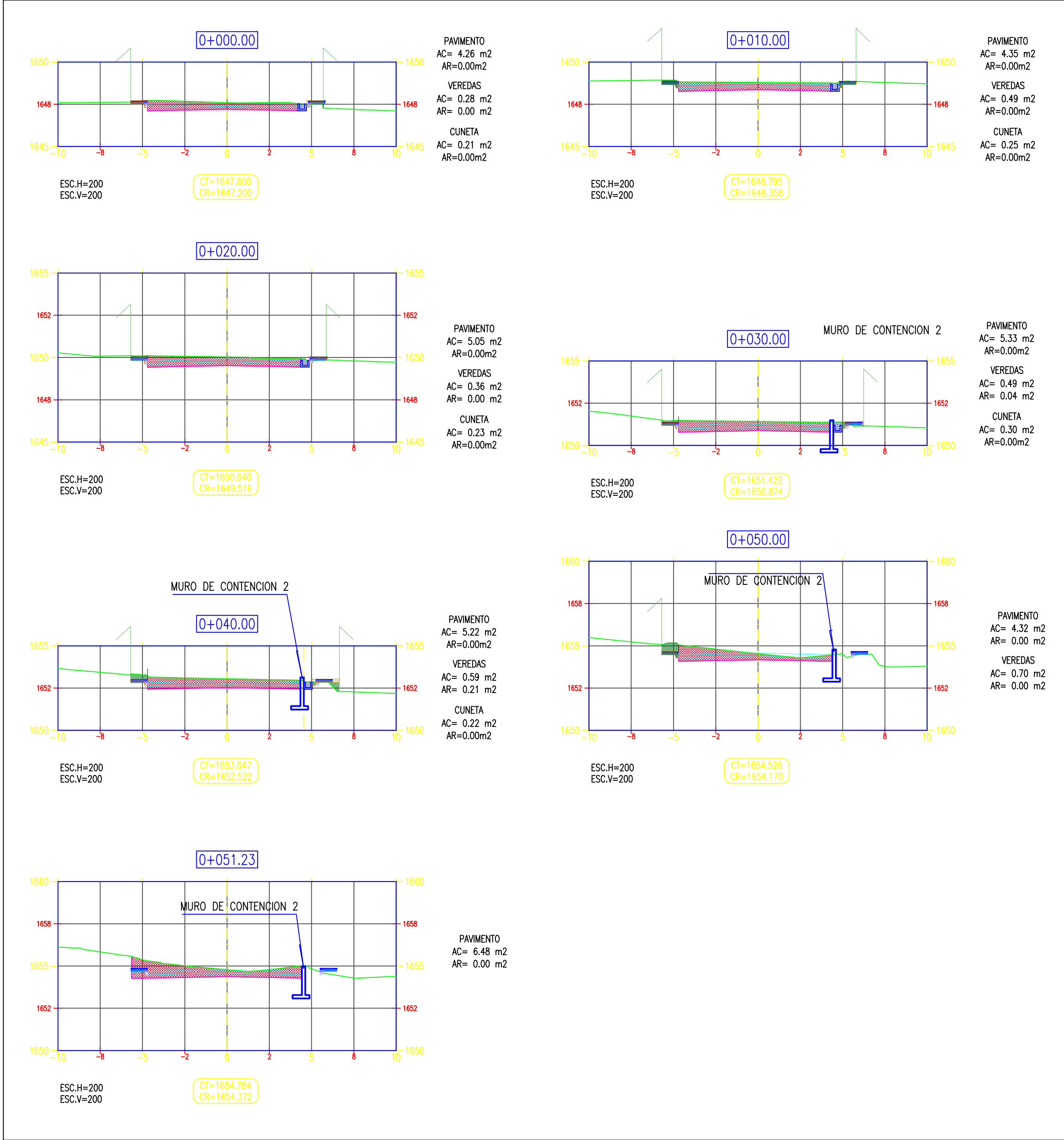


PERFIL CALLE LA RINCONADA T2 ESCALA 1:500

SECCIONES TRANSVERSALES CALLE 4
ESCALA 1:200



SECCIONES TRANSVERSALES CALLE 5
ESCALA 1:200



RESUMEN DE MOVIMIENTO DE TIERRAS						
RESUMEN	PAVIMENTO		VEREDAS		CUNETAS	
	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO
AV. ALFREDO VILLARRIESTRA	861.824	0.800	68.700	4.000	67.800	0.800
CALLE SN1	177.759	0.000	28.689	0.000	0.000	0.000
CALLE SN2	473.828	0.000	89.579	0.044	24.825	0.044
CALLE SN3	379.821	0.525	80.117	12.119	23.836	0.560
CALLE SN4	350.020	0.000	61.561	24.708	8.684	0.000
CALLE SN5	247.935	0.000	28.616	2.500	9.950	0.850
CALLE LA RINCONADA T-1	448.569	9.488	92.417	6.665	26.123	1.282
CALLE LA RINCONADA T-2	50.343	0.000	15.483	0.450	5.554	0.000
CALLE LOS ANGELES	130.207	0.000	37.887	5.944	0.000	0.000
CALLE EL ALISO	288.959	0.000	18.905	0.400	0.000	0.000
TOTAL	3409.265	10.813	357.261	43.372	166.772	3.536



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TRUJILLO
FACULTAD DE INGENIERIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

ENTIDAD:

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE HUARANCHAL

PROYECTO:

PROPUESTA DE DISEÑO DE UN PAVIMENTO RIGIDO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DE LA LOCALIDAD DE LAJON DISTRITO HUARANCHAL, OTUZCO - LA LIBERTAD 2017

DEPARTAMENTO:

LA LIBERTAD

PROVINCIA:

OTUZCO

DISTRITO:

HUARANCHAL

LOCALIDAD:

EL LAJON

PLANO:

SECCIONES TRANSVERSALES 01

N° DE LAMINA:

ST-01

TESISTA:

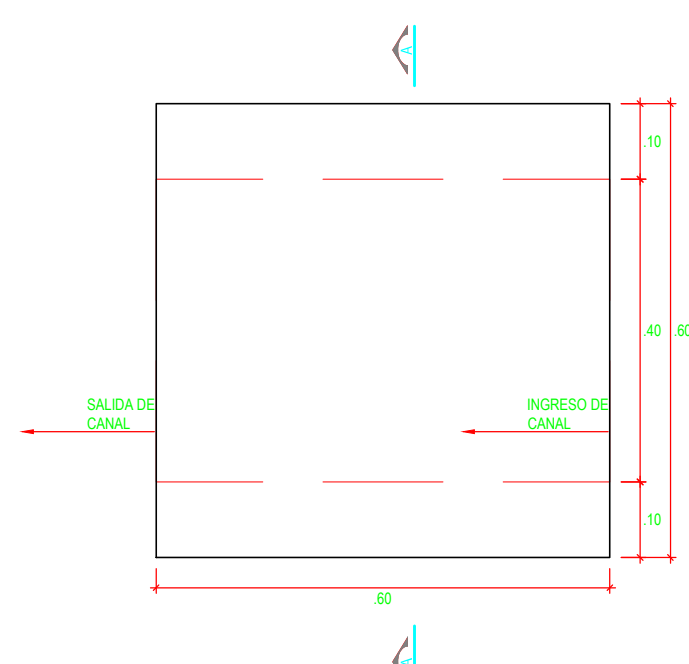
CASTILLO QUISPE, JUAN CARLOS

ESCALA:

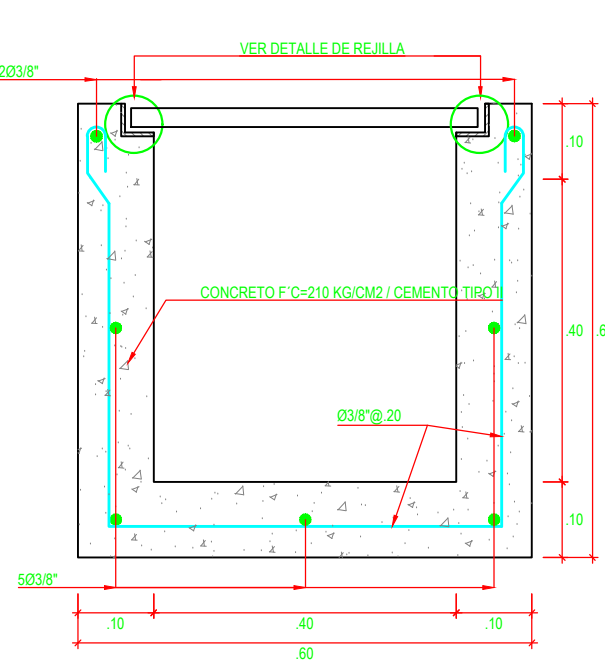
1/200

FECHA:

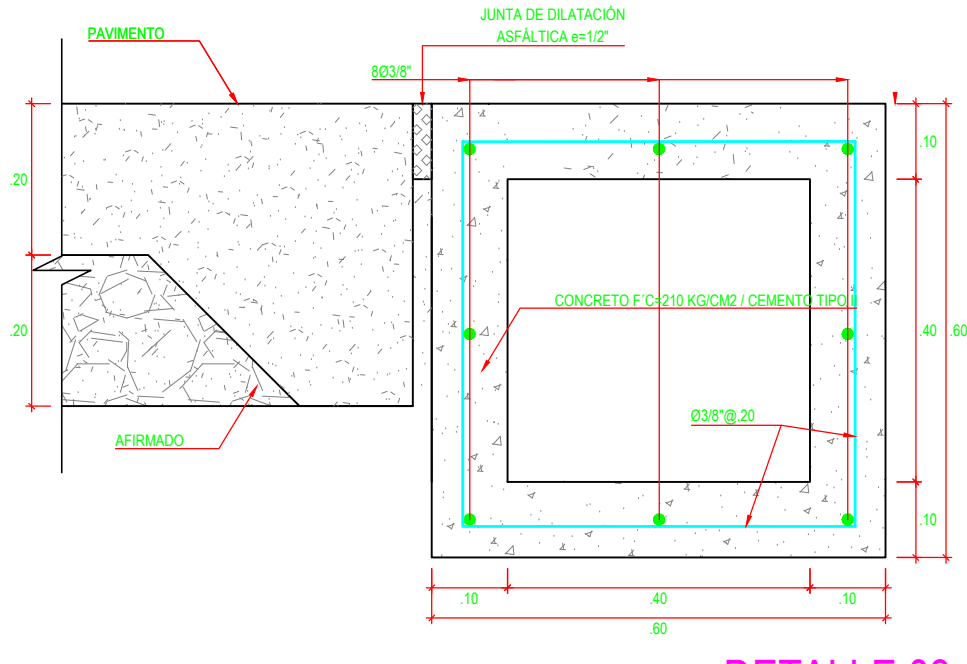
agosto 2017



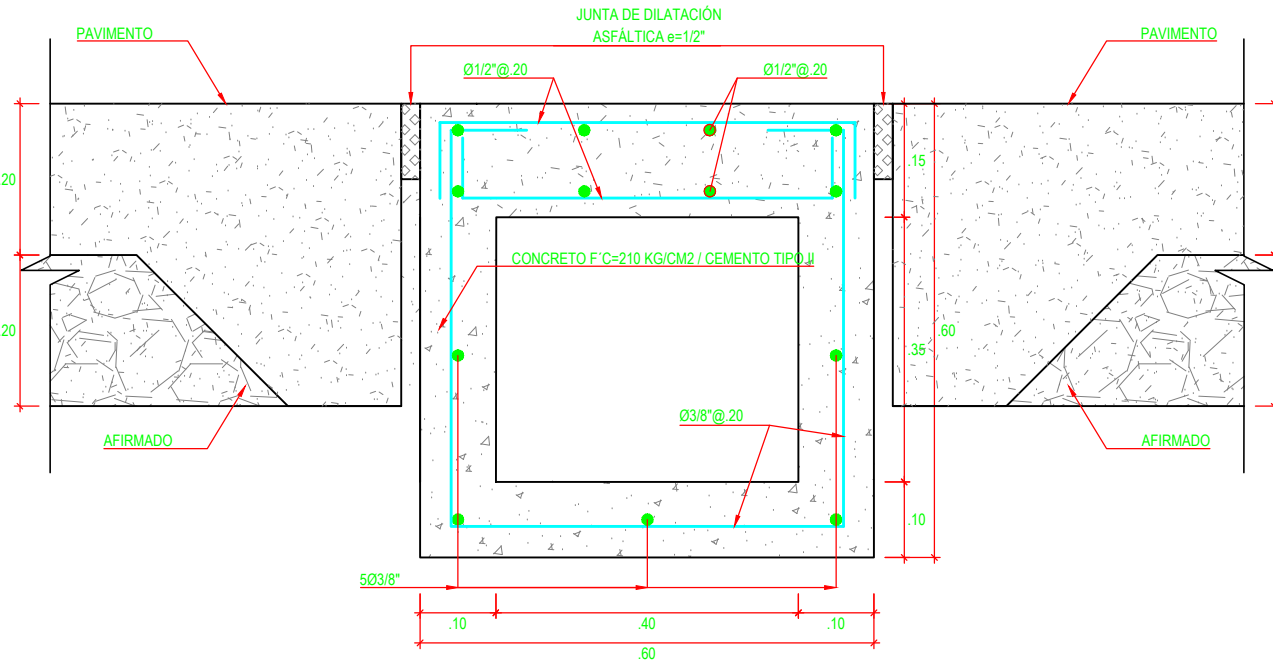
DETALLE 01
TAPA DE CUNETA TAPADA
ESC: 1/10



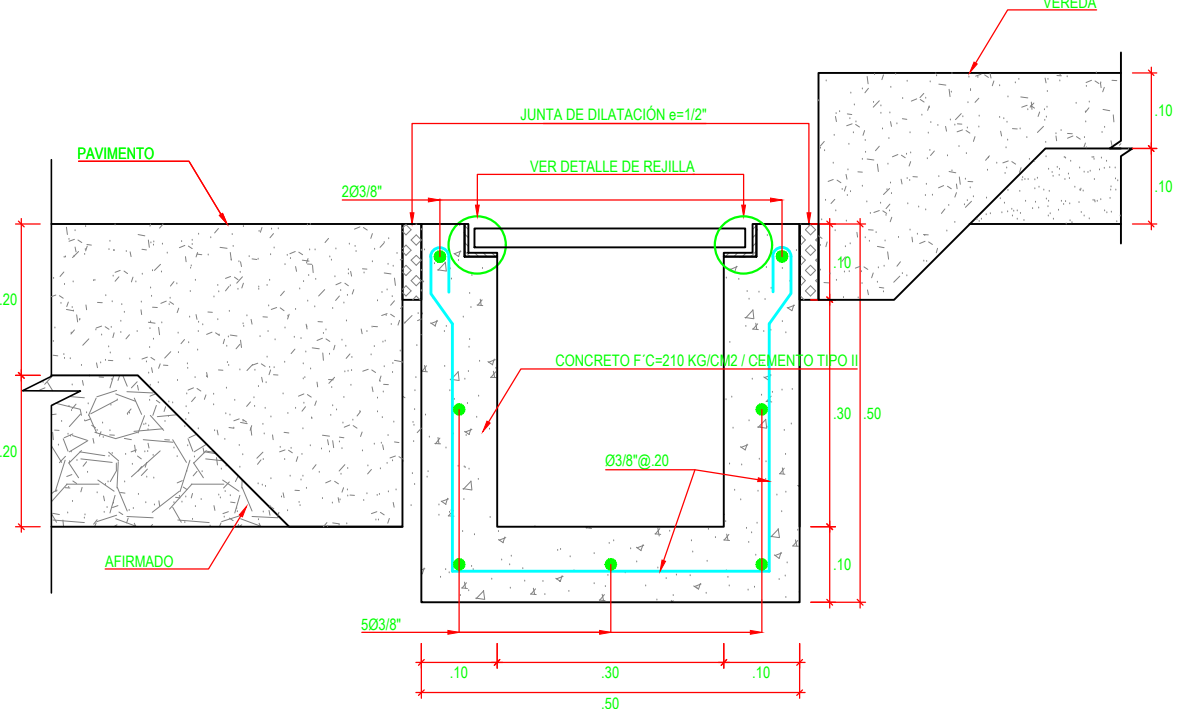
DETALLE 02
CORTE A-A
ESC: 1/10



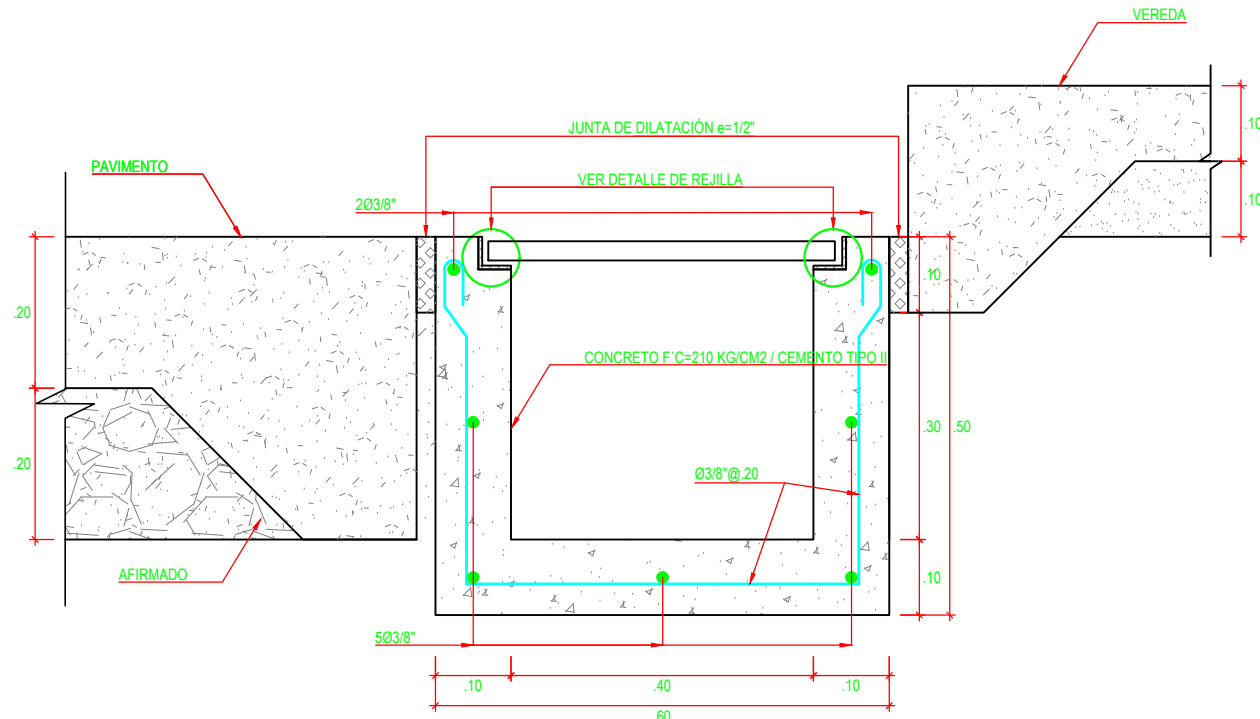
DETALLE 03
CUNETA TAPADA
ESC: 1/10



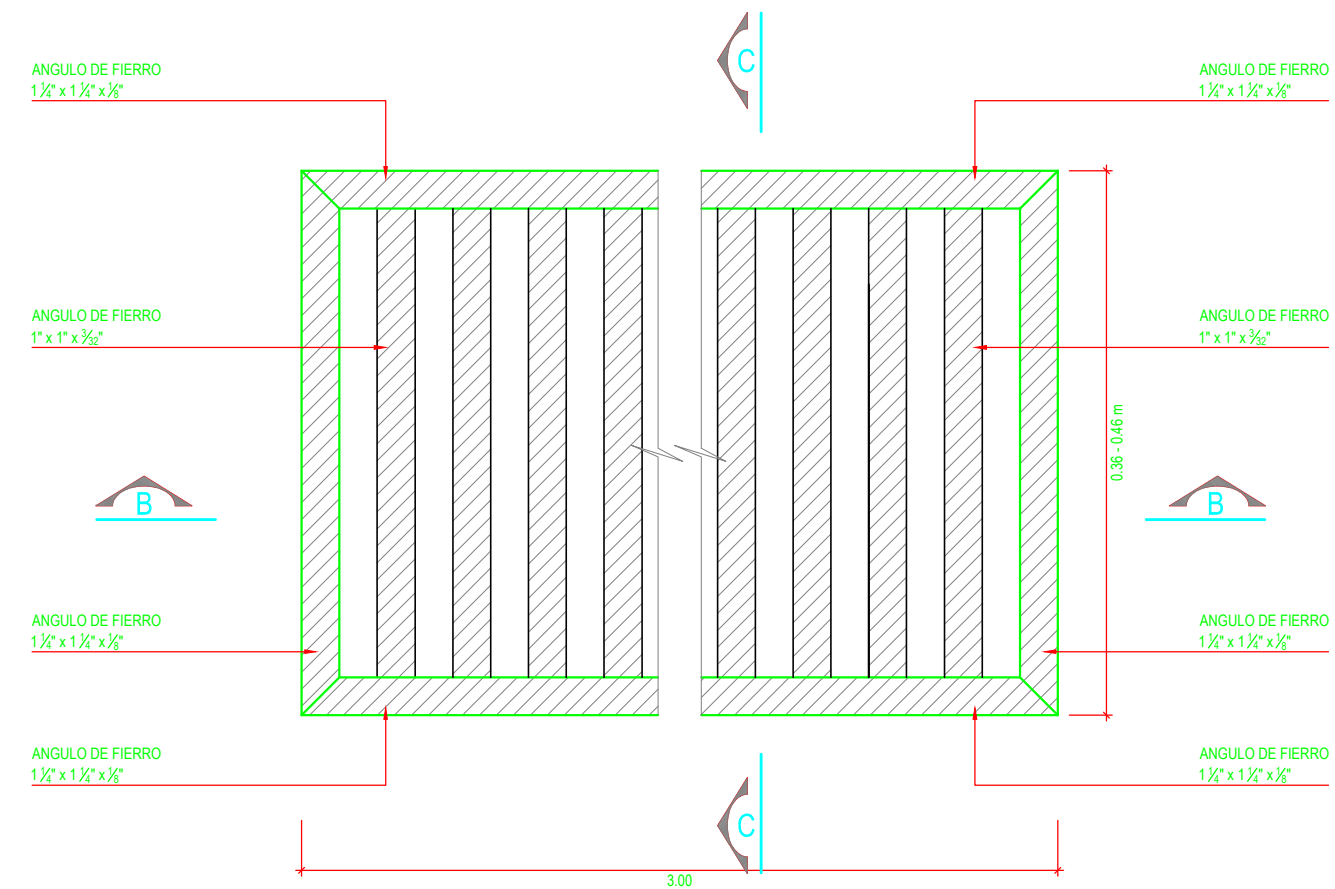
DETALLE 04
CUNETA TAPADA EN CRUCE
ESC: 1/10



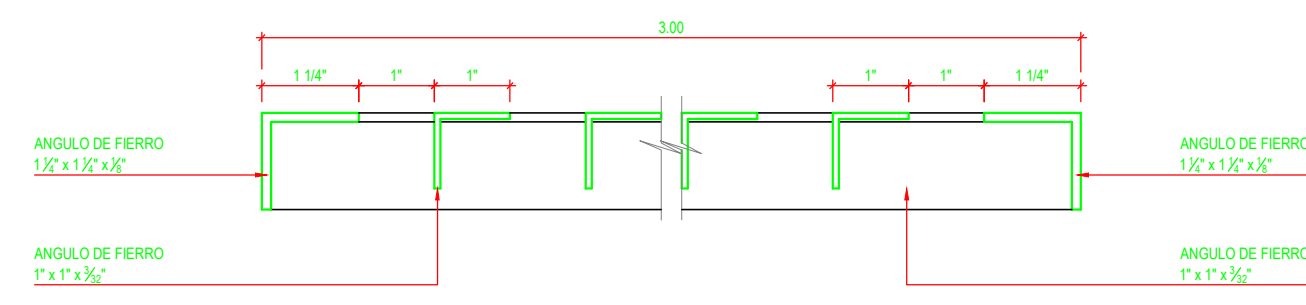
DETALLE 05
CUNETA PLUVIAL
ESC: 1/10



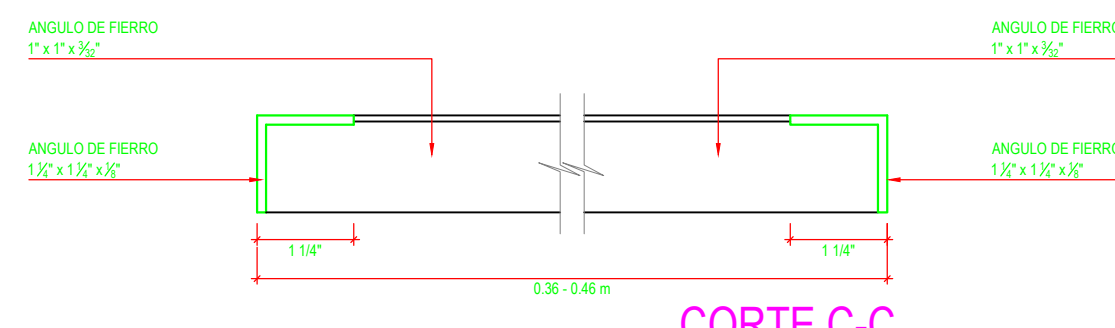
DETALLE 06
CUNETA PLUVIAL
ESC: 1/10



DETALLE 07
REJILLA METÁLICA
ESC: 1/5



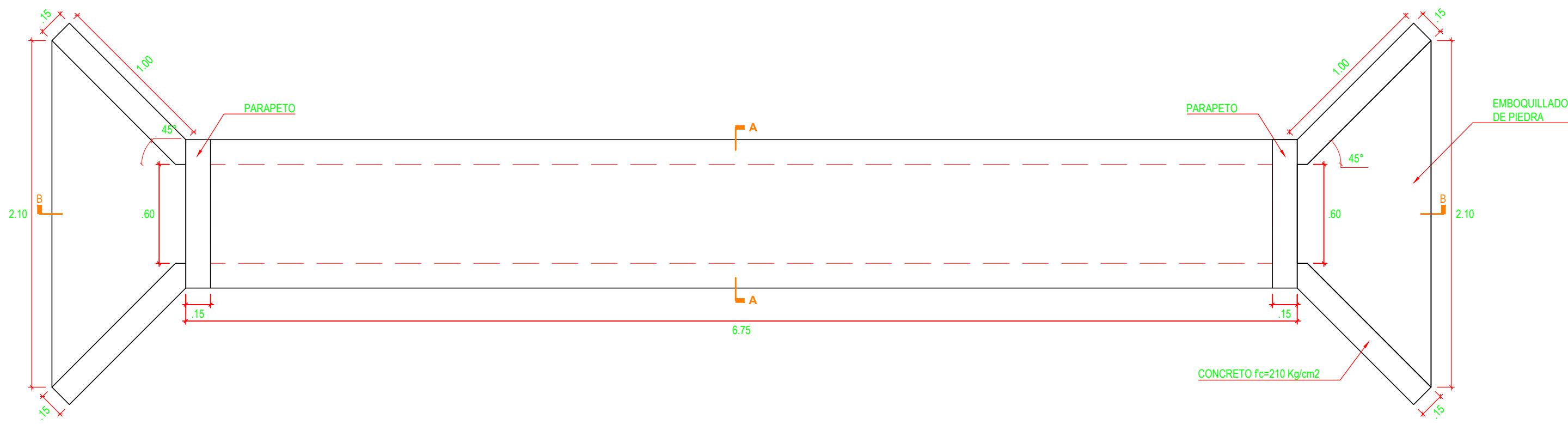
CORTE B-B
ESC: 1/5



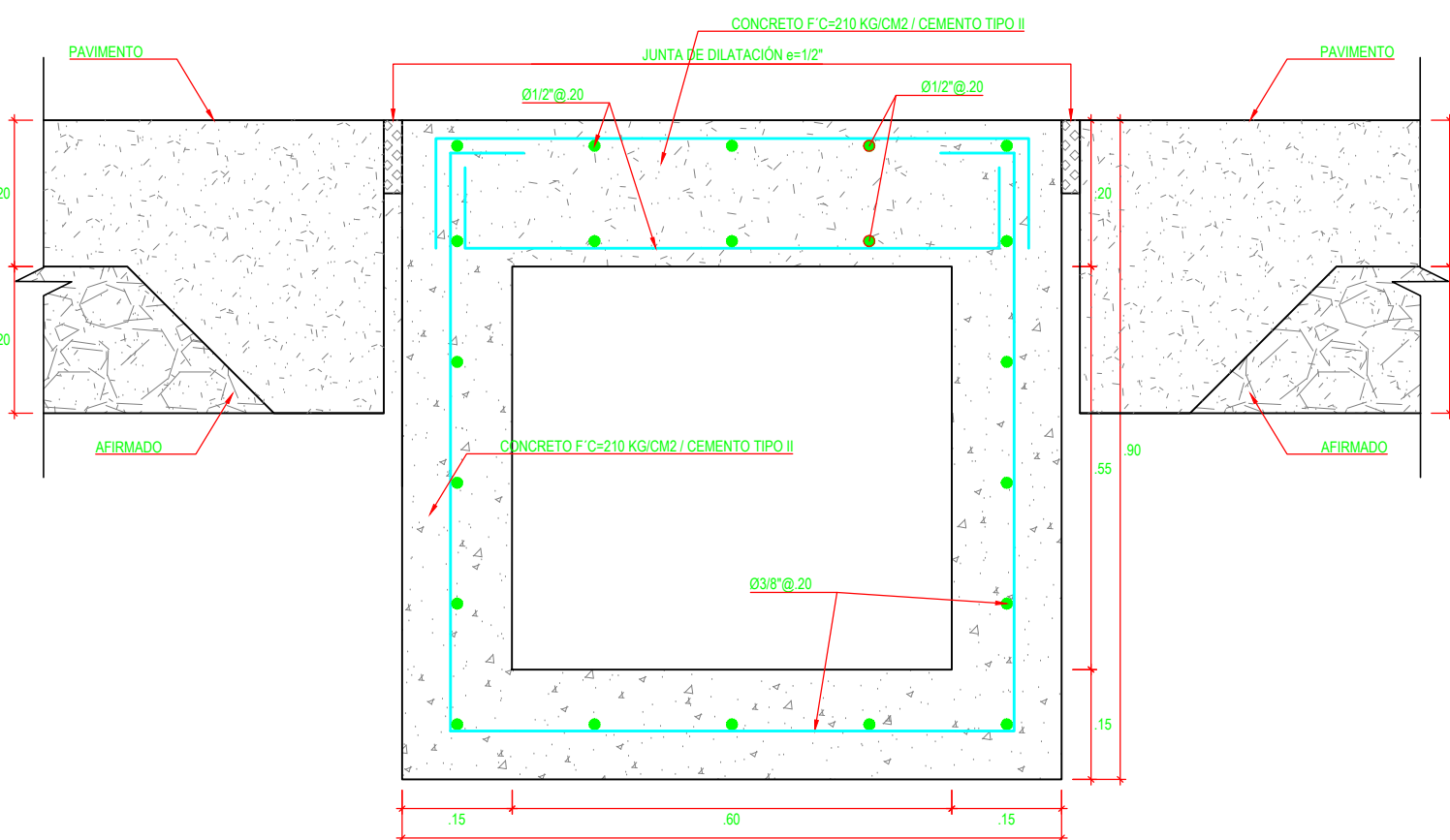
CORTE C-C
ESC: 1/5

ESPECIFICACIONES TECNICAS

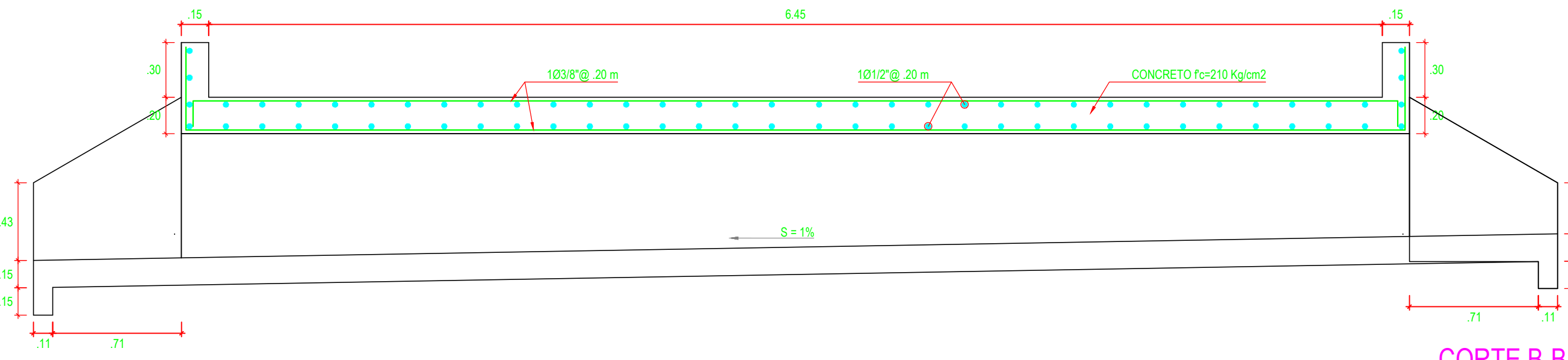
Cemento Portland	Tipo II Ms
Concreto en Alcantarilla	f _c = 210 Kg/cm ²
Concreto Simple	f _c = 175 Kg/cm ²
Concreto Emboquillado	f _c = 175 Kg/cm ²
Piedra Emboquillado	D = 4" - 6"
Conc. en cuneta tapada	f _c = 210 Kg/cm ²
Concreto en cuneta	f _c = 210 Kg/cm ²
Concreto en solados	f _c = 100 Kg/cm ²



PLANTA DE ALCATARILLA
ESC: 1/25



CORTE A-A
ESC: 1/10



CORTE B-B
ESC: 1/25

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TRUJILLO
FACULTAD DE INGENIERIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

ENTIDAD:

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE HUARANCHAL

PROYECTO:

PROPUESTA DE DISEÑO DE UN PAVIMENTO RIGIDO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA TRANSIBILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DE LA LOCALIDAD DE LAJON DISTRITO HUARANCHAL, OTUZCO - LA LIBERTAD 2017

DEPARTAMENTO:

LA LIBERTAD

PROVINCIA:

OTUZCO

DISTRITO:

HUARANCHAL

LOCALIDAD:

EL LAJON

PLANO:

DETALLE DE CUNETAS Y ALCANTARILLAS

Nº DE LAMINA:

DCA-01

TESISTA:

CASTILLO QUISPE, JUAN CARLOS

ESCALA:

INDICADA

FECHA:

agosto 2017