



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Aplicación de pavimento de concreto permeable como sistema
de drenaje para la carretera tramo Tomepampa-Alca Provincia
La Unión - Arequipa.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil

AUTORES:

Manuel Cornejo, Gian Pierre (ORCID: 0000-0001-9155-4540)

Yucra Santa Cruz, Guillermo (ORCID: 0000-0001-6572-7516)

ASESORA:

Ing. Príncipe Reyes, Roger Alberto (ORCID: 0000-0002-0498-9544)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura vial

TRUJILLO - PERÚ

2021

Dedicatoria

A Dios por habernos permitido llegar a esta etapa tan especial en nuestra vida y por poder darnos fortaleza para llegar a cumplir una de nuestras tantas metas.

De igual forma, dedicamos este proyecto de investigación a nuestros padres que siempre supieron darnos una buena orientación, apoyo para lograr superar cualquier obstáculo.

A nuestros hermanos por siempre estar con palabras de motivación a nuestro lado sacándonos una sonrisa.

Gian Pierre Manuel Cornejo
Guillermo Yucra Santa Cruz

Agradecimiento

Agradecemos a Dios Por darnos Sabiduría en toda nuestra formación académica, por protegernos durante todo este camino y brindarnos las fuerzas necesarias para superar los obstáculos presentados.

A nuestros padres por ser el pilar fundamental de nuestra familia y sabernos orientar para nunca desistir ante nuestras metas, gracias a ellos por enseñarnos a perseverar nuestros sueños.

A nuestros primos, tíos y familiares de nuestro entorno que siempre nos dieron los ánimos necesarios para no rendirnos ante este arduo camino que hay por recorrer.

Al doctor Roger Príncipe Reyes, asesor de Nuestro trabajo de investigación por brindarnos sus sabios conocimientos y brindarnos su asesoría para la realización del presente trabajo de investigación.

Gracias a todas las personas que nos brindaron su apoyo incondicional en la realización de este proyecto.

Gian Pierre Manuel Cornejo

Guillermo Yucra Santa Cruz

Índice de Contenido

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de Contenido	iv
Índice de Tablas	vi
Índice de Gráficos y Figuras.....	viii
Resumen.....	x
Abstract.....	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO.....	3
III. METODOLOGÍA.....	11
3.1 Tipo y Diseño de Investigación	11
3.1.1 Tipo de Investigación.....	11
3.1.2 Diseño de Investigación.....	11
3.2 Variables y operacionalización.....	12
3.2.1 Variable Independiente.....	12
3.2.2 Variable Dependiente.....	12
3.2.3 Operacionalización de las Variables.....	12
3.3 Población, muestra, muestreo, unidad de análisis.....	13
3.3.1 Población.....	13
3.3.2 Muestra.....	13
3.3.3 Muestreo.....	13
3.4 Técnicas e Instrumentos de recolección de datos	13
3.4.1 Técnicas de Recolección de Datos.....	13
3.4.2 Instrumentos de Recolección de Datos.....	13
3.5 Procedimientos	14
3.6 Método de Análisis de datos	15
3.7 Aspectos éticos.....	15
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	16
4.1. Estudios Preliminares Vía Tomepampa- Alca.....	16
4.1.1 Generalidades.....	16
4.1.2 Reconocimiento del Área del Proyecto.....	16

4.1.3 Estudios Hidrológicos.....	19
4.2. Concreto permeable.....	45
4.2.1. Propiedades de los Agregados.....	45
4.2.2. Cemento.....	46
4.2.3. Agua.....	46
4.3. Diseño de mezcla.....	47
V. CONCLUSIONES.....	89
VI. RECOMENDACIONES.....	91
REFERENCIAS.....	91
Referencias Bibliográficas.....	92
ANEXOS.....	93
MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	94
ENSAYO DE LOS AGREGADOS.....	96
ENSAYO DEL CONCRETO ENDURECIDO.....	104
DISEÑO DE MEZCLA.....	109
FICHAS TÉCNICAS.....	113
COTIZACION.....	120
PRECIPITACIÓN MAXIMA SENAMHI.....	123
PLANOS.....	125

Índice de Tablas

Tabla 1: Precipitación máxima (mm) - SENAMHI.....	20
Tabla 2: Distribución de probabilidades pluviométricas mediante Gumbel	21
Tabla 3: Cuadro de Precipitaciones Diarias Máximas Probables.....	24
Tabla 4: Coeficientes de duración lluvias entre 24 horas y una hora	24
Tabla 5: Precipitación máxima Pd (mm) por tiempos de duración	24
Tabla 6: Intensidad de la lluvia según el periodo de retorno	25
Tabla 7: Periodo de retorno para T= 2 años.....	26
Tabla 8: Periodo de retorno para T= 5 años.....	27
Tabla 9: Periodo de retorno para T= 10 años.....	27
Tabla 10: Periodo de retorno para T= 25 años.....	28
Tabla 11: Periodo de retorno para T= 50 años.....	29
Tabla 12: Periodo de retorno para T= 100 años.....	29
Tabla 13: Periodo de retorno para T= 500 años.....	30
Tabla 14: Aplicación de Regresión Potencial.....	31
Tabla 15: Regresión Potencial	31
Tabla 16: Intensidades –Tiempo de duración	32
Tabla 17: Coeficientes de escorrentía método racional	33
Tabla 18: Cuadro de Cálculo de Caudal Máximo.....	34
Tabla 19: Características del agregado grueso de ¾”.....	45
Tabla 20: Características del agregado fino.....	46
Tabla 21: Rangos típicos de proporciones de material en concreto permeable.....	47
Tabla 22: Valores b/bo efectivos	49
Tabla 23: Criterios de diseño de mezcla de concreto permeable.....	53
Tabla 24: Proporción en peso.	54
Tabla 25: Slump del concreto permeable.....	56
Tabla 26: Resistencia a la compresión del concreto permeable con 0% finos.....	63
Tabla 27: Resistencia a la compresión permeable con 10% finos.	63
Tabla 28: Resistencia a la compresión del concreto permeable con 20% finos.....	64
Tabla 29: Resistencia a la flexión concreto permeable con 0% finos.....	68
Tabla 30: Resistencia a la flexión concreto permeable con 10% finos.....	68
Tabla 31: Resistencia a la flexión concreto permeable con 20% finos.....	68
Tabla 32: Permeabilidad para Concreto Permeable CP-01 (0% FINOS).....	75
Tabla 33: Permeabilidad para Concreto Permeable CP-02 (10% FINOS).....	76

Tabla 34: Permeabilidad para Concreto Permeable CP-03 (20% FINOS).....	77
Tabla 35: Análisis de precios unitarios para un pavimento de concreto asfáltico en caliente.....	86
Tabla 36: Análisis de precios unitarios para un concreto convencional.	87
Tabla 37: Análisis de precios unitarios para un concreto Permeable CP-03 (20% finos).	87

Índice de Gráficos y Figuras

Fig. 1: Plano de ubicación de carretera Tomepampa – Alca y de la cantera.	17
Fig. 2 Reconocimiento del Terreno	17
Fig. 3: Reconocimiento del Terreno	18
Fig. 4: Reconocimiento del Terreno Tomepampa - Alca	18
Fig. 5: Reconocimiento del Terreno - Alca	18
Fig. 6: Medición de ancho de vía	19
Fig. 7: Medición de ancho de vía	19
Fig. 8: Regresión para T= 2 años.....	26
Fig. 9: Regresión para T= 5 años.....	27
Fig. 10: Regresión para T= 10 años.....	28
Fig. 11: Regresión para T= 25 años.....	28
Fig. 12: Regresión para T= 50 años.....	29
Fig. 13: Regresión para T= 100 años.....	30
Fig. 14: Regresión para T= 500 años.....	30
Fig. 15: Regresión potencial.....	32
Fig. 16: Curva IDF.....	33
Fig. 17: Relación entre el contenido de vacíos y la resistencia a la compresión a los 28 días, para el tamaño de agregado N ° 67 y N ° 8.....	49
Fig. 18: Relación del contenido de vacíos y el contenido de pasta, para agregado N° 67 y N° 8.	49
Fig. 19: Relación entre el contenido de vacíos y la resistencia a la compresión a los 28 días, para el tamaño de agregado N ° 67 y N ° 8.....	50
Fig. 20: Relación del contenido de vacíos y el contenido de pasta, para agregado N° 67 y N° 8.	51
Fig. 21: Llenado de cono de Abrams invertido.	55
Fig. 22: Ensayo de cono de Abrams invertido.....	55
Fig. 23: Medición del diámetro de asentamiento de cono de Abrams invertido.	55
Fig. 24: Slump en relación con el diseño de mezcla de concreto permeable.....	57
Fig. 25: Medición de insumos para la elaboración del concreto permeable.	59
Fig. 26: Enrasado de probetas cilíndricas de concreto permeable.....	59
Fig. 27: Compactado de vigas de concreto permeable.	60
Fig. 28: Enrasado en moldes de viga para concreto permeable.	60
Fig. 29: Acabado de muestras para vigas de concreto permeable.	61

Fig. 30: Medición del diámetro de probetas cilíndricas de concreto permeable	62
Fig. 31: Roturas de probetas en prensa para obtener la resistencia a la compresión.	62
Fig. 32: Resistencia a la compresión del diseño con 0% de finos	65
Fig. 33: Resistencia a la compresión del diseño con 10% de finos	65
Fig. 34: Resistencia a la compresión del diseño con 20% de finos	65
Fig. 35: Resistencia a la compresión de cada diseño de mezcla de concreto permeable.	66
Fig. 36: Ensayo de resistencia a la flexión para vigas de concreto permeable.	67
Fig. 37: Rotura de viga de concreto permeable.	68
Fig. 38: Resistencia a la flexión del diseño con 0% de finos	69
Fig. 39: Resistencia a la flexión del diseño con 10% de finos	69
Fig. 40: Resistencia a la flexión del diseño con 20% de finos	69
Fig. 41: Resistencia a la flexión de cada diseño de mezcla de concreto permeable.	70
Fig. 42: Prototipo de permeámetro	72
Fig. 43: Permeámetro diseñado para el ensayo de permeabilidad.	73
Fig. 44: Recubrimiento de los especímenes para ser ensayados.	73
Fig. 45: Ensayo de permeabilidad de los especímenes.	74
Fig. 46: Coeficiente de permeabilidad por cada diseño de mezcla de concreto permeable.	78
Fig. 47: Corte 3D del prototipo de concreto permeable en centímetros.	80
Fig. 48: Verificación de medidas de prototipo.	81
Fig. 49: Perfilado de la rasante del prototipo	81
Fig. 50: Colocación de tubería perforada en geomembrana.	82
Fig. 51: Delimitado de área para vaciado de concreto permeable.	82
Fig. 52: Vaciado del prototipo del concreto permeable.	83
Fig. 53: Instalación del anillo de infiltración	84
Fig. 54: Ensayo de infiltración del prototipo	84

Resumen

Nuestro país, fue duramente golpeado en el año 2017, por el fenómeno del niño, que trajo consigo devastadores cambios climáticos; las intensas lluvias que se presentaron en todo el país; nos dio a conocer la problemática existente en el régimen de desagüe pluvial urbano, que muchas veces se encuentran en mal estado, deteriorando la superficie de rodadura de los pavimentos rígidos y flexibles.

En la presente investigación realizada se pretende determinar que la aplicación del pavimento de concreto permeable puede ser utilizada como una alternativa de sistema de drenaje pluvial, dado que las características de este concreto permiten que el agua atraviese su estructura gracias al elevado porcentaje de vacíos que posee a diferencia del concreto convencional. Esta característica del concreto permeable permite eliminar la falta de permeabilidad en las superficies de rodadura de los diferentes tipos de pavimentos evitando fallas estructurales producto de estanqueidad y escurrimiento de agua.

Para el desarrollo de la presente Tesis, se elaboraron 3 diseños de mezcla de Concreto Permeable con una gradación de $\frac{3}{4}$ " y con una resistencia de diseño de 210 kg/cm², la variabilidad de los diseños elaborados fueron la adición de porcentaje de finos en un 0 %, 10 % y 20 % respectivamente. Los criterios tomados para el diseño de este concreto siguieron los lineamientos mencionados en el ACI 522R-10.

Para validar la investigación se realizó la elaboración de un prototipo de 1.00 m² (1.00 x 1.00m) y 0.20 m de alto en el cual se pudo realizar los ensayos de permeabilidad.

Los resultados obtenidos indicaron que el diseño con 20 % de finos fue el que se acercó a la resistencia a la compresión deseada obteniendo un resultado de 199.37 kg/cm² y una permeabilidad de 12.13 mm/s. Por lo que el concreto permeable se desarrolla como una buena alternativa de drenaje pluvial.

Palabras clave: Concreto Permeable, Resistencia, Compresión, Escurrimiento, Estanqueidad, Permeabilidad.

Abstract

Our country, was hard hit in 2017, by the El Niño phenomenon, which brought devastating climatic changes; the intense rains that occurred throughout the country; made us aware of the existing problems in the urban storm drainage system, which are often in poor condition, deteriorating the running surface of rigid and flexible pavements.

In the present research, it is intended to determine that the application of pervious concrete pavement can be used as an alternative rainwater drainage system, since the characteristics of this concrete allow water to pass through its structure thanks to the high percentage of voids it has, unlike conventional concrete. This characteristic of pervious concrete makes it possible to eliminate the lack of permeability in the bearing surfaces of the different types of pavements, thus avoiding structural failures due to water sealing and water runoff.

For the development of this research, 3 designs of permeable concrete mixes were elaborated with a $\frac{3}{4}$ " gradation and a design strength of 210 kg/cm², the variability of the elaborated designs was the addition of 0 %, 10 % and 20 % of fines, respectively. The criteria used for the design of this concrete followed the guidelines mentioned in ACI 522R-10.

To validate the research, a prototype of 1.00 m² (1.00 x 1.00m) and 0.20 m high was made in which the permeability tests could be carried out.

The results obtained indicated that the design with 20% of fines was the one that came closest to the desired compressive strength, obtaining a result of 199.37 kg/cm² and a permeability of 12.13 mm/s. Therefore, pervious concrete is developed as a good alternative for rainwater drainage.

Keywords: pervious concrete, resistance, Compression, Leakage, Tightness, Perviousness.

I. INTRODUCCIÓN

Las construcciones de vías terrestres, resultan relevantes para el progreso y evolución de una nación, debido al hecho de que permite cubrir los requerimientos primordiales de instrucción, faena, manutención y salud; y por consiguiente, la preservación de dichas estructuras resulta de índole fundamental.

Nuestro país, fue duramente golpeado en el año 2017, por el fenómeno del niño, que trajo consigo devastadores cambios climáticos; las intensas lluvias que se presentaron en todo el país; nos dio a conocer la problemática existente en el régimen de desagüe pluvial urbano, así como una reducida capacidad de respuesta ante fenómenos climáticos de gran magnitud.

En la Nación peruana, a diferencia de países como Colombia, Chile y México, la tecnología del concreto permeable no es utilizada con el fin de solucionar la problemática relacionada a la evacuación de las aguas pluviales; sino que su diseño e instalación se mantiene como incógnita en el campo de la ingeniería, derivándose del hecho de la inexistencia de una normativa que detalle los mecanismos de esbozo, edificación y conservación del concreto permeable, los cuales presentan la posibilidad de ser empleados a lo extenso del país.

Así pues, el departamento de Arequipa no fue ajeno ni escapa a dichos cambios climáticos, ya que cada año se observa que las fuertes precipitaciones pluviales, traen consigo problemas en los pavimentos, ocasionando el deterioro de los mismos.

Las extensiones de los asfaltos en la provincia de Arequipa, debido al escenario característico de recibir inmensas cantidades de agua de las precipitaciones; éstas al interrumpir el curso del vital líquido, ocasionan daños a la superficie del pavimento; al igual que se ocasiona un desperdicio de dichas aguas, al ser dirigidas de manera directa a los alcantarillados y finalmente, se tratan como aguas residuales.

En la actualidad, la carretera que interconecta a los distritos de Tomepampa y Alca se encuentra a nivel de trocha carrozable, y en muchos tramos totalmente deteriorada por eventos climatológicos que azotaron esta zona, por lo cual el tránsito se realiza con gran dificultad y por un tiempo prolongado; lo cual genera un bajo nivel de intercambio comercial en los distritos, limitando las posibilidades de generación de mayores ingresos para los pobladores.

De esta forma, surge la problemática principal del estudio, pudiendo ser expuesta así: ¿Cómo la aplicación de pavimento de concreto permeable resulta una alternativa de un sistema de drenaje para la carretera Tramo Tomepampa-Alca - Provincia de la Unión, en la región de Arequipa?

Al mismo tiempo, surgen una serie de problemas específicos:

1. ¿Cómo es el comportamiento del pavimento de concreto permeable como sistema de drenaje para la carretera tramo Tomepampa – Alca-Provincia de la Unión-Región Arequipa?

2. ¿Cuáles son las propiedades mecánicas que tendría el pavimento de concreto permeable como sistema de drenaje para la carretera tramo Tomepampa – Alca-Provincia de la Unión-Región Arequipa?

3. ¿En qué se verá influenciado la aplicación de pavimento de concreto permeable como sistema de drenaje para la carretera tramo Tomepampa – Alca-Provincia de la Unión-Región Arequipa?

Es por lo anterior, que la presente investigación pretende ofrecer alternativas de solución, a modo de inspeccionar las aguas pluviales en la zona de Tomepampa y Alca, cuyos beneficiarios con el desarrollo y posterior aplicación de este estudio, será la población de Tomepampa; al poder controlar las aguas provenientes de precipitaciones pluviales, obteniendo un sistema de drenaje eficiente.

Igualmente, la utilización de esta tipología de pavimento resulta importante en la construcción de vías a nivel local, debido a que contribuye a la seguridad vial en lo referente a la prevención de accidentes viales; al mismo tiempo que favorece la salud de la comunidad, ya que previene problemas de salud que puedan ser ocasionados por la presencia de aguas estancadas, que se encuentren situadas en la superficie de las vías.

A todo lo anterior, se liga la relevancia de que con el estudio se podrá establecer si la superficie de rodadura de la estructura del concreto permeable, posee la capacidad de cubrir las exigencias en cuanto al aguante; a modo de tomarse en cuenta como vial particular y asfalto especial, según la normativa ACI 522R -10.

En referencia al objetivo general, el mismo se plantea de la siguiente manera: Analizar la aplicación de pavimento de concreto permeable como alternativa de un procedimiento de desagüe destinado a la carretera AR-105 Tramo Tomepampa-Alca -Provincia de La Unión-Región Arequipa.

Ahora bien, los objetivos específicos se delimitan del presente modo:

1. Identificar los puntos críticos de la vía para la aplicación de pavimento de concreto permeable como sistema de drenaje para la carretera tramo Tomepampa-Alca-Provincia de La Unión-Región Arequipa.

2. Verificar las propiedades mecánicas que tendría el pavimento de concreto permeable como sistema de drenaje para la carretera tramo Tomepampa-Alca-Provincia de La Unión-Región Arequipa.

3. Evaluar el beneficio de la aplicación de pavimento de concreto permeable como sistema de drenaje para la carretera tramo Tomepampa-Alca-Provincia de La Unión-Región Arequipa.

Finalmente, en lo que respecta a la hipótesis general, la misma se ha planteado: La aplicación de pavimento de concreto permeable será beneficiosa como sistema de drenaje para la carretera tramo Tomepampa-Alca-Provincia de La Unión-Región Arequipa.

Entonces, como hipótesis específicas se plantearon:

1. El comportamiento del pavimento de concreto permeable permitirá avances significativos como sistema de drenaje para la carretera tramo Tomepampa-Alca-Provincia de La Unión-Región Arequipa.

2. Las propiedades mecánicas del pavimento de concreto permeable tendrá influencia como sistema de drenaje para la carretera tramo Tomepampa-Alca-Provincia de La Unión-Región Arequipa.

3. La aplicación de pavimento de concreto permeable se incrementará como sistema de drenaje para la carretera tramo Tomepampa-Alca-Provincia de La Unión-Región Arequipa.

II. MARCO TEÓRICO

En cuanto a la revisión bibliográfica realizada a nivel internacional, se lograron ubicar los siguientes trabajos:

Moujir y Castañeda en su trabajo investigativo titulado “Diseño y aplicación de concreto poroso para pavimentos”, realizado durante el período 2014, tenía como objetivo plantear un hormigón poroso aplicado a construcciones de empedrado riguroso, cotejando la introducción o no de agregados finos en la composición. La sistemática del estudio fue del tipo experimental, lográndose concluir que el hormigón permeable de tipología I, avanzado en el estudio, permite la reducción de la torrentera superficial, empleando de manera adicional un mecanismo de desagüe; que admita

colocar de manera adecuada el agua, sin que éste aflija las peculiaridades mecánicas del hormigón permeable. Asimismo, la conexión existente entre la esponjosidad y la firmeza del hormigón son recíprocamente proporcionadas; en otras palabras, mientras más porción de orificios, disminuye la fuerza del hormigón. En dicho estudio, a pesar de que la mezcla tipo I tiene menos porción de vacíos, actúa de manera más óptima que la mezcla tipo II, la cual presenta una mayor proporción de los mismos (Moujir & Castañeda, 2014).

Por su parte, Mendoza, E. y Ospina, J. en su investigación denominada “Mezcla de concreto permeable como parte de la estructura del pavimento rígido, aplicado a vías de tráfico medio”, elaborada en el año 2018, tenía como finalidad acoger un esquema de mezcla de hormigón permeable, tomando en consideración los estudios llevados a cabo en el ámbito nacional; y empleándola en un caso de análisis, para recomendar una opción de diseño de empedrado. En referencia a la metodología, la misma se caracterizó por ser cualitativa y cuantitativa; pudiéndose obtener que, para el boceto de un hormigón poroso, se requiere tener presente los elementos que se mencionan a continuación: Circulación automotor, firmeza del hormigón y las cualidades del terreno de apoyo. En dicha investigación, resultó complicado la obtención de análisis verdadero de cada punto, razón por la cual es recomendable seleccionar un área que posea la totalidad de los datos mencionados. Finalmente, el hormigón penetrable derrocha humedad de forma rápida, ya que por su esponjosidad, presenta una amplia capa que se encuentra en inmediación con el aire. Dicho hormigón no posee la capacidad de curarse con agua; ya que si se hace, genera que se sellen los poros y pierda su funcionalidad (Mendoza & Ospina, 2018).

Al revisar fuentes bibliográficas a nivel nacional, se considera prudente citar las siguientes:

Bautista en la investigación denominada “Diseño de pavimento rígido permeable para la evacuación de agua pluviales según la norma ACI”, pretendía esbozar un hormigón riguroso permeable para la salida de aguas pluviales, de acuerdo a la normativa ACI 522R-10. El estudio, presentó una metodología del tipo experimental, donde se visualizó que los esbozos que no poseen adherido fino, son los que presentan una reducida resistencia a la compresión y flexión. Asimismo, aquellos que presentan adheridos finos son superiores, debido a que aguantan esfuerzos, aun cuando obstruyen los vacíos. A este respecto, dichos agregados

reducen la permeabilidad, aun cuando contribuyen al hormigón a ganar firmeza. Igualmente, el coeficiente de permeabilidad de un hormigón penetrable tiene una categoría entre 0.20 y 0.54 cm/s; mientras que el requerimiento mínimo de firmeza a la compresión para enlosados especiales (aceras o veredas, pasajes peatonales y ciclovías), de acuerdo a la normativa C.E 010 – Pavimentos Urbanos, es de 175 kg/cm²; haciendo entonces que la exigencia mínima de módulo de rotura para asfaltos en vías locales, según la legislación C.E 010 – Pavimentos Urbanos, resulta de MR = 34kg/cm² (Bautista, 2018).

Al mismo tiempo, Luck y Medina en su trabajo de investigación denominado “Diseño de concreto permeable para la conservación vial del pavimento en la avenida Agustín Gamarra, Huaraz, Ancash -2018”, llevado a cabo en el año 2018, buscaba establecer el poder del diseño de hormigón poroso, en la preservación vial del enlosado en la Av. Agustín Gamarra, Huaraz, Ancash. El estudio presentaba una metodología del tipo experimental; donde se logró concluir que el bosquejo de hormigón poroso a fin de preservar el enlosado de la av. Agustín Gamarra, repercute de manera positiva debido a sus características de permeabilidad, la manera eficaz de salida del agua; reduciendo los gastos de sostenimiento permanente para un período de vida útil de 20 años, ya que con el empleo del mismo se ahorra un costo de conservación del 10.75 % con respecto al costo total de un empedrado rígido común. De igual manera, después de valorar los deterioros superficiales presentes en la avenida Agustín Gamarra, se estableció que el enlosado posee un índice numérico de 39; para lo cual, según el método del PCI, la carpeta de rodadura del empedrado de la avenida Agustín Gamarra se halla en estado de deterioro (Barrientos & Medina, 2018).

Por último, en lo referente a fuentes locales, se consideró relevante mencionar el trabajo de investigación de Villanueva, Y. y Chaiña, J., con el título “Diseño de concreto permeable para pavimentos rígidos, utilizando piedra Huso 67 y arena gruesa de la cantera La Poderosa, para la ciudad de Arequipa, usando agregados de la cantera río Jequetepeque y el aditivo Chemaplast”, realizado en el año 2017, con el objeto de plantear y confeccionar un hormigón poroso con la capacidad de emplearse como enlosado rígido; realizando la inclusión o no de agregado fino en la mezcla. El tipo de investigación resultó ser experimental; y se obtuvo como resultado que, los bosquejos de mezclas ejecutados y realizados en el laboratorio, congregan las peculiaridades precisas y fundamentales para el hormigón poroso, donde las

características mecánicas e hidráulicas más óptimas son del diseño PP18-E; con una Firmeza a la Compresión de $f'c = 334 \text{ kg/cm}^2$; Firmeza a la Tensión Indirecta $f'c = 49 \text{ kg/cm}^2$; Firmeza a la Flexión $f'c = 48.8 \text{ kg/cm}^2$; Firmeza al Desgaste de 22.61 % y una filtración de 3.82 mm/s. En relación a la filtración promedio de los diseños estimados filtrables en el análisis, fue de 3.21 mm/s (rango según norma entre 1.4 mm y 12.2 mm/s). De acuerdo a la normativa ACI 522R-10, para un contenido de vacíos de 10%, se correspondería poseer una firmeza aproximada de $f'c = 290 \text{ kg/cm}^2$. De los resultados alcanzados, se logró firmezas de $f'c = 334 \text{ kg/cm}^2$, en cambio que la firmeza a la tensión indirecta (método brasileño) se encuentra situada entre el 10% y 15 % de la firmeza a compresión. En lo que refiere a la resistencia a la curvatura (Módulo de rotura "Mr"), posee una correspondencia con la tenacidad a la presión $f'c$; de acuerdo el ACI 363, el cual debe ubicarse en la categoría de 1.99 @ 3.18 de la raíz cuadrada del $f'c$ ($Mr = 1.99 @ 3.18 \sqrt{f'c}$), siendo el coeficiente ideal $Mr = 2.58 \sqrt{f'c}$. Finalmente, el módulo de rotura (Mr) recomendado para enlosado es de 45 kg/cm^2 para áreas industriales y accesos urbanos principales, y 48 kg/cm^2 para autopistas y carreteras (Villanueva & Chaiña, 2017).

Ahora bien, luego de una revisión exhaustiva de distintos autores relacionados al tema de investigación, se pudieron extraer los siguientes aspectos conceptuales:

Exponen Chaiña y Villanueva (2017) que el término concreto está referido básicamente a una mezcla de dos elementos, el agregado y la pasta; formada de mortero Portland y agua, que acopla los adheridos comúnmente arena y grava, generando una masa con características parecidas a una piedra; debiendo al endurecimiento de la pasta como efecto de la reacción química del cemento con el agua. Por lo común, los agregados se dividen en dos categorías: finos y gruesos (áridos). Los primeros pueden ser arena natural o artificial (manufacturadas) con partículas de hasta 9.5mm (3/8 pulg.); mientras que los segundos se refieren a las partículas retenidas en la malla 1.18 mm (tamiz no.16) pudiendo alcanzar hasta 150 mm (6 pulg.).

Ahora bien, la mayor dimensión que por lo común se emplea en el adherido grueso es 19 mm o 25 mm (3/4 pulg. O 1 pulg.) (Chaiña & Villanueva, 2017).

La calidad de este material está sujeta a la calidad de la pasta y del agregado, así como de toda la alianza entre ambos; por lo que en un hormigón que se encuentra realizado de manera adecuada, todas y cada una de las partículas de agregado

resulta cubierta en su totalidad por la pasta, y a la vez la totalidad de los espacios entre las partículas de agregados se colman en su amplitud con pasta.

Según Arango (2020) el hormigón poroso se define como una mezcla de cemento, agua, agregado grueso y aditivos, que finaliza en un componente que presenta una organización de vacíos interrelacionados, los cuales otorgan la posibilidad al agua y al aire, entre otros, de pasar a través del mismo. En lo referente a las estructuras de este material, están conformadas por una cubierta superior de hormigón poroso, una base como cualquier enlosado; que en éste caso específico, posee la facultad de almacenar y gestionar el agua; alternativamente un mecanismo de desagüe que resulta complejo dependiendo de los requerimientos, y la superficie natural de soporte, al que le es posible filtrar el agua según sus funciones.

Indica el mencionado autor, que la estructura de pavimento permeable otorga la posibilidad de que el agua al caer encima de la superficie, se introduzca de forma instantánea, y entre al mecanismo de desagüe donde es posible que sea infiltrada al terreno natural y nutrir las existencias subterráneas, depositada para su empleo y/o encaminada a la línea de alcantarilla de aguas fluviales.

Es por todo esto, que dichos pavimentos presentan una variedad de ventajas, pudiéndose hacer mención a las siguientes:

1. Presenta una mayor vida útil que otros de sus categorías.
2. Concede puntos en certificaciones para edificaciones sostenibles.
3. Reduce los mecanismos de desagüe y disminuye costos.
4. Disminuye el acopio de derrames de agua, al igual que limpia el agua lluvia y reduce el clima, resguardando la armonía de los ambientes.
5. Disminuye o excluye la afectación de la edificación en las líneas de alcantarilla que existen.
6. Nutre los reservorios de agua subterránea.
7. Admite la circulación de agua y oxígeno a las raíces de los árboles.
8. Aminorar el incremento del nivel del clima en el ambiente, gracias a la construcción habitual.
9. Excluye el estancamiento del agua ocasionado posterior a las lluvias fuertes ocurridas.
10. Disminuye el peligro de hidropneumonia y salpicaduras (Arango, 2020).

Componentes del Concreto Permeable

Bautista menciona que el concreto permeable presenta los siguientes componentes:

1. **Materiales Cementantes.** El cemento Portland en la mayoría de las ocasiones es empleado a manera de aglutinante en el concreto permeable, aun cuando es posible incluir otros elementos como ceniza volante, escoria granulada o humo de sílice. A este respecto, ACI 522R-10 mencionado por Bautista (2018) “resulta recomendable diseñar con cantidades que oscilen entre 270 y 425 kg/m³” (p.12); ya que a mayor añadidura de materiales cementantes, el concreto resulta más fuerte, aun cuando tiene la posibilidad de la reducción de la proporción de vacíos del diseño, perdiéndose entonces la capacidad de infiltración de agua.
2. **Agregados.** Por lo común, se emplea el adherido grueso, tomando en cuenta en la composición, la utilización de una dimensión única o de varias, teniendo presente entre 3/4 y 3/8 pulg. (19 y 9.5mm). En cuanto a la dimensión del mismo, puede ser oblicuo u ovalado; y la composición de agregado fino resulta restringido en la mezcla del hormigón poroso, debido a que complica a la interconexión de los vacíos dentro del hormigón, ocasionando así la disminución de la penetración de agua en éste. Igualmente, la añadidura de adherido fino tiene la posibilidad de aumentar la resistencia a la compresión y la densidad del hormigón poroso.
3. **Agua Potable.** Con respecto a la calidad del agua tanto para el hormigón filtrable, como para el concreto convencional, están regidas ambas por la igualdad de requisitos. La correspondencia agua-cemento (a/c) de los hormigones porosos son comparativamente bajas (comúnmente entre 0.26 a 0.40), ya que si presenta una porción de agua excesiva, conllevará al drenaje de la pasta y por ende, luego el entorpecimiento del sistema de poros.
4. **Aditivos.** Optimizan las cualidades y especificaciones del hormigón poroso, e incluso según su tipología, afecta el estado fresco y/o resistente del hormigón. Los agregados aceleradores son empleados en las situaciones donde el mencionado hormigón es utilizado en ambientes fríos; los retardantes para el equilibrio y la inspección de la hidratación del hormigón y los reductores de agua, se emplean de acuerdo a la relación agua-cemento, cumpliendo los requerimientos de la normativa ASTM C494.

Por otro lado, el concreto permeable presenta una variada gama de aplicaciones; siendo mencionadas por el ACI 522R-10:

- a. Cuando se desea optimizar las especificaciones de absorción acústica de los pisos, pavimentos y muros.
- b. Parqueaderos o áreas de lavado de vehículos construidos con empedrado poroso.
- c. Capas rígidas con desagüe, por debajo de zonas de lugares de comercios.
- d. En los pisos de invernaderos, a objeto de prevenir el empozamiento de aguas en éstos.
- e. Paredes estructurales que exijan especificaciones de peso ligero o con un aislamiento térmico más óptimo; e incluso las dos situaciones.
- f. Capas de asiento para las calzadas, vías urbanas, carreteras exclusivas y terminales.
- g. Capas de superficie de parques, losas deportivas o losas de tenis.
- h. Organizaciones de playas y muros marinos.
- i. Suelos de zoológicos, graneros o establos.
- j. Suelos de fondo de alberca.
- k. Andadores, banquetas y ciclovías.
- l. Lechos de sedimentos en plantas para el tratamiento de aguas turbias.
- m. Terraplenes de puentes.
- n. Sistemas de acumulación de energía solar (Bautista, 2018).

Asimismo, Amorós y Bendezú (2019) expresan las características del concreto cuando se encuentra en su estado fresco; que no es más que el momento desde que los componentes del mismo son mezclados hasta obtener su endurecimiento inicial; conservando su trabajabilidad, la cual permite llevar a cabo las funciones de mezclado, traslado, distribución, compactación y finalización. Dichas propiedades son:

- a. **Consistencia.** Para una proporción dada de cemento, agregado grueso, agua y agregado fino; a más alto revenimiento, significa que la mezcla es más húmeda. La mencionada característica es determinada partiendo de la normativa ASTM C 143. Las mezclas de concreto permeable en estado fresco, con mayor frescura mucho más rígidas a las mezclas de concreto convencional, por lo que generalmente tienen un revenimiento que varía entre 0 a 1 cm.
- b. **Densidad.** Esta propiedad es por lo general aproximadamente el 70% de las mezclas de concreto convencional, siendo establecido de acuerdo a la

normativa ASTM C 29. El peso volumétrico del hormigón dependerá de la proporción de vacíos en la mezcla; variando comúnmente, entre 1600 a 2000 kg/m³.

- c. **Contenido de Vacíos.** Su cálculo es especificado por el porcentaje de aire del método gravitacional, limitándose por la norma ASTM C 138. El contenido este, se encuentra sujeto a diversidad de elementos, como pueden ser: la granulometría del adherido, el compendio de material cementante, la correspondencia agua-cemento y la energía de compactación. El comportamiento a la resistencia del hormigón poroso varía de manera directa con el contenido de vacíos; si éste se eleva, entonces la firmeza, tanto a la flexión como a la compresión, disminuirá. Pero, si el porcentaje de vacíos se eleva, la permeabilidad del concreto igualmente sufrirá un aumento (Amorós & Bendezú, 2019).

Ahora bien, el autor indica que las propiedades en su estado endurecido son:

- a. **Resistencia a la compresión.** Es fijada por la normativa ASTM C 39; se formula en kilos por centímetro cuadrado (kg/cm²) y se obtiene a los 28 días es afectada por el tipo de mezcla del que está compuesto, además, se ve afectada por la compactación de la misma. Esta resistencia se ve disminuida gracias al contenido de vacíos que tiene la mezcla. También se ha comprobado que el aumento del tamaño del agregado grueso reduce la tenacidad a la presión, por eso el ACI recomienda utilizar un agregado grueso de una gradación de 3/4" a 3/8". La relación agua-cemento en un concreto permeable es importante, pero no porque afecte a su entereza a la tensión, sino se debe a que al emplearse una relación alta, el concreto es más fluido y eso hará que los vacíos se llenen, y en caso de usar una relación baja, esto puede afectar a la adherencia del agregado. Por eso, es importante encontrar la relación adecuada para obtener un buen diseño; por lo que el ACI recomienda, que la relación agua/cemento de un Concreto Permeable debe encontrarse entre 0.30 y 0.40.
- b. **Resistencia a la flexión.** La resistencia a la flexión en el concreto permeable radica en medir la resistencia de falla en una viga o losa sin refuerzo y está expresada en kg/cm². Se puede determinar por los métodos de ensayo ASTM C 78 o ASTM C 293. La resistencia a la flexión se ve afectada por el contenido de aire, pues al tener un mayor contenido de aire

en el concreto su resistencia a la flexión disminuirá, y guarda una relación con la resistencia a la compresión; debido a que si el concreto tiene una mayor resistencia a la flexión, también tendrá una buena resistencia a la compresión.

- c. **Permeabilidad.** Gracias a esta característica y a la porosidad, el concreto permeable posee la propiedad de dejar fluir el agua a través de su estructura. Ésta se obtiene por el tamaño de agregado grueso con el que está compuesto. La percolación o infiltración es la capacidad de dejar pasar el agua a través de un material poroso, y para que esta tenga un valor significativo se requiere un porcentaje de vacíos de 15 por ciento o más (Amorós & Bendezú, 2019).

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y Diseño de Investigación

3.1.1 Tipo de Investigación.

El estudio presentado, resulta de la tipología exploratoria; ya que los investigadores examinarán un problema que ha sido poco analizado, ya que luego de la revisión bibliográfica, no se ubica gran cantidad de información al respecto de las variables objeto de estudio.

A este respecto, esta tipología de investigación permite al investigador familiarizarse con fenómenos que son desconocidos, estableciendo prioridades para estudios que se lleven a cabo a futuro o, simplemente sugerir afirmaciones (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014).

3.1.2 Diseño de Investigación.

La investigación en cuestión, presenta una delineación experimental, ya que en el mismo, el investigador manipula de manera intencionada las variables: Pavimento de concreto filtrable y Sistema de drenaje pluvial; con el objeto de realizar posteriormente un análisis de las consecuencias que originan dicha manipulación (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014).

De la misma manera, se trata de una investigación cuantitativa, debido a que los investigadores pretenden probar la hipótesis planteada en el estudio, partiendo de la información recopilada durante el análisis, y basándose en la cuantía del tipo

numérico y el análisis estadístico; lo que les permite delimitar patrones de comportamiento (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014).

3.2 Variables y operacionalización

3.2.1 Variable Independiente.

Pavimento de Concreto Permeable.

3.2.2 Variable Dependiente.

Sistema de drenaje pluvial.

3.2.3 Operacionalización de las Variables.

Cuadro 1

Operacionalización de Variables

VARIABLES DE INVESTIGACIÓN	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
INDEPENDIENTE Pavimento de Concreto permeable	Se refiere a una mezcla de elementos como el hormigón, adicionado grueso y un porcentaje mínimo de agregado fino, o nada y agua; de esta combinación de materiales se obtiene un elemento resistente con poros que permiten el escurrimiento de agua fácilmente.	El pavimento de concreto permeable, porque será la base y un factor modificable en esta investigación.	Estudio de mecánica de suelos	-Humedad natural (%) -Granulometría (%) -Peso específico y absorción del agregado grueso -Peso específico y absorción del agregado fino	Razón
			Propiedades mecánicas del concreto permeable	-Resistencia a la compresión (Kg/cm ²) -Resistencia a la flexión (Kg/cm ²)	Razón
			Permeabilidad	-Coeficiente de permeabilidad	Razón
DEPENDIENTE Sistema de drenaje pluvial	Se encuentra conformado por una trama de canales, estructuras de captación y estructuras complementarias. La finalidad del mismo es la manipulación, inspección y dirección de las aguas pluviales que caen sobre los revestimientos de las construcciones, sobre las vías y avenidas, caminos, jardines, etc.; impidiendo así, su acopio o congregación, y desaguando el área a la que sirven.	La optimización del procedimiento de desagüe pluvial inmerso en la carretera AR – 105 tramo Tomepampa – alca, provincia de la unión – región Arequipa, porque será el resultado cuantitativo de la experimentación de la variable independiente.	Propiedades Hidráulicas	-Volumen de escurrimiento (mm ³ /s)	Razón
				-Control de Precipitaciones Pluviales	Razón

Fuente. Elaboración Propia.

3.3 Población, muestra, muestreo, unidad de análisis

3.3.1 Población.

El universo de estudio sometido a análisis, está representado por el concreto permeable.

3.3.2 Muestra.

En cuanto a la muestra manejada en la investigación, se encuentra integrada por las probetas de concreto permeable, que se someterán a la prueba de compresión y permeabilidad.

3.3.3 Muestreo.

A fin de llevar a cabo el muestreo correspondiente al estudio, se realizarán 27 probetas y 6 vigas en total, que se dividirán en 3 diseños de muestra; que se ensayarán a los 7, 14 y 28 días.

3.4 Técnicas e Instrumentos de recolección de datos

3.4.1 Técnicas de Recolección de Datos.

La técnica para recabar la información del estudio, está integrada por distintos especímenes que presentan un mismo porcentaje de vacíos; donde sólo se harán 3 diseños de mezcla, uno sin agregado fino y los otros con 10% y 20 % de agregado fino, los cuales estarán sometidos a ensayos destructivos generados en el laboratorio; de tal manera, de obtener resultados que son descritos y analizados por los investigadores a través de tablas y gráficos; con la pretensión de simbolizar el cambio manifestado en la resistencia de las diferentes tipologías de diseños.

3.4.2 Instrumentos de Recolección de Datos.

A este respecto, en la investigación se emplearán exámenes de agregados, pruebas del concreto en estado fresco y estudios del concreto, una vez ya endurecido; realizándose éstos en observancia a las directrices exigidas en la Norma Técnica Peruana, el ACI 522R-10 y el ASTM; a modo de lograr unos resultados óptimos.

Entonces, se llevarán a cabo los ensayos mencionados a continuación:

a) Ensayos de agregados

- Extracción y Preparación de los ejemplares.
- Contenido de Humedad.

- Análisis Granulométrico.
- Peso unitario suelto, Peso unitario compactado y Peso específico (tanto para agregado grueso y fino).
- Absorción de los agregados.
 - Contenido de Humedad.
- Peso unitario y Proporción de Vacíos del Agregado.

b) Pruebas del hormigón en etapa fresca.

- Asentamiento de Concreto Fresco con el Cono de Abrams.
- Elaboración y Curado de Especímenes de Concreto.

c) Exámenes del hormigón en fase endurecida.

- Resistencia a la compresión simple.
- Resistencia a la Flexión del Concreto.
- Permeabilidad.

3.5 Procedimientos

La investigación, se llevará a cabo dando cumplimiento a las siguientes fases:

En la fase 1 se realizará un recorrido a pie en el tramo Tomepalca-Alca, el cual ha sido seleccionado como muestra; identificándose los daños ocasionados por el escurrimiento de aguas pluviales, debido a la inexistencia de un sistema de drenaje.

Como segunda fase, se ubicará una cantera para la extracción de muestras de agregado grueso y fino para la elaboración del diseño de mezcla del concreto permeable según ACI 522R -10, para su aplicación en pavimentos. Posteriormente, los investigadores recopilarán los registros de los adheridos obtenidos en el área en un laboratorio, a modo de poder valorar la resistencia a la compresión por intermedio de probetas, y la escorrentía por intermedio de un permeámetro a base de tuberías de PVC, donde se colocarán las probetas ensayadas. Asimismo, se realizará dicha mezcla de resistencia determinada en probetas en laboratorio, las cuales serán rotas a los 7,14 y 28 días, para obtener datos de la resistencia a la compresión del concreto permeable; además, será evaluada la propiedad de escurrimiento del agua sobre dicho concreto. Así pues, será posible determinar la funcionalidad del concreto permeable en el pavimento.

A fin de llevar a cabo lo antes mencionado, los investigadores asumirán los siguientes gastos:

A) RECURSOS HUMANOS

Personal de campo	400 soles
Asesoramiento del especialista (laboratorios)	600 soles

B) RECURSOS FÍSICOS

Útiles de escritorio	30 soles
02 escritorios	300 soles
Laptops	6.000 soles
Otros materiales	50 soles

C) SERVICIOS

Acceso a internet	120 soles
Servicio de laboratorio	3.000 soles
Movilidad de campo	500 soles
Fotocopias, impresiones, ploteos	300 soles

D) FINANCIAMIENTO

Las fuentes de financiamiento para la elaboración del presente estudio, serán asumidas con los recursos propios de los investigadores.

Continuando una tercera y última fase, se propondrá un nuevo sistema de drenaje que se encuentre debajo del concreto permeable, con la finalidad de conducir la escorrentía producto de las precipitaciones pluviales.

3.6 Método de Análisis de datos

En la investigación, en el momento que se tenga una muestra que se aproxime a lo deseado en resistencia, se utilizará dicho diseño para realizar un prototipo de concreto permeable, el cual será sometido a prueba de escurrimiento de agua. Además, que este prototipo será netamente de carácter demostrativo.

3.7 Aspectos éticos

En el estudio propuesto, los autores del mismo están comprometidos a llevar a cabo su elaboración tomando en consideración, y siguiendo estrictamente las directrices impuestas por las Técnicas de la Investigación, al igual que del Método

Científico. Asimismo, la totalidad de la información vaciada en el estudio resulta de la autoría personal de los investigadores, razón por la cual se caracteriza por ser original.

De igual manera, en la ejecución de la investigación los investigadores darán fiel obediencia a la conducta profesional, tanto desde punto de vista moral como social. Finalmente, cabe mencionar, que la elaboración del estudio se basa en los lineamientos aportados por la normativa APA sexta edición, al igual que el orden de la estructura exigida por el Reglamento y los estándares de la Universidad César Vallejo; manteniendo en todo momento la veracidad de la información suministrada.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Estudios Preliminares Vía Tomepampa- Alca

4.1.1 Generalidades.

Uno de los objetivos específicos, es identificar los puntos críticos de la vía; la búsqueda de información hidrogeológica de la zona, donde se pretende desarrollar el presente proyecto. Esta información, es de suma importancia para el desarrollo del mismo. También, se considerará la obtención de información básica existente en las presentes áreas de topografía e hidrología. Estos datos existentes, junto con los obtenidos de los estudios, nos permitirán una mejor elección sobre el criterio técnico; que se adoptará para la elaboración del proyecto.

4.1.2 Reconocimiento del Área del Proyecto.

Con el siguiente panel fotográfico, se pretende mostrar el terreno donde se desarrollará el proyecto de aplicación de concreto permeable, como alternativa de sistema de drenaje pluvial.



*Fig. 1: Plano de ubicación de carretera Tomepampa – Alca y de la cantera.
Fuente: Google Earth.*



*Fig. 2 Reconocimiento del Terreno
Fuente. Elaboración Propia.*



Fig. 3: Reconocimiento del Terreno

Fuente. Elaboración Propia



Fig. 4: Reconocimiento del Terreno Tomepampa - Alca

Fuente. Elaboración Propia

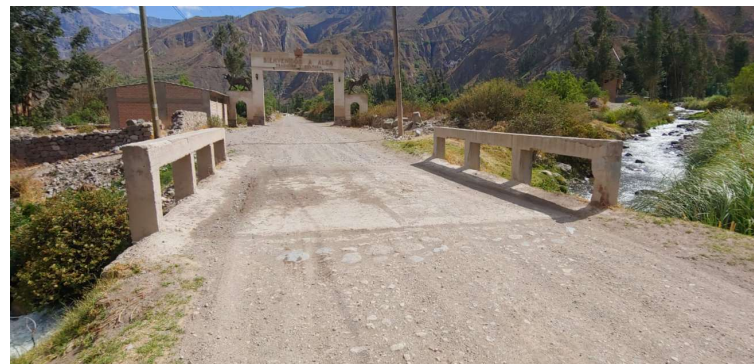


Fig. 5: Reconocimiento del Terreno - Alca

Fuente. Elaboración Propia



Fig. 6: Medición de ancho de vía

Fuente. Elaboración Propia



Fig. 7: Medición de ancho de vía

Fuente. Elaboración Propia

4.1.3 Estudios Hidrológicos.

4.1.3.1 Consideraciones Generales.

Para el presente estudio, se realizó un análisis hidrológico, estimando descargas máximas de 24 horas en la estación pluviométrica más cercana; eligiendo la estación de tipo automática contigua “La estación de Cotahuasi”, que realiza un registro de precipitaciones máximas de 24 horas.

4.1.3.2 Datos de Precipitaciones.

Para la obtención de datos, se eligió la estación automática de Cotahuasi por ser la que se encuentra en la zona del proyecto, y que presenta los siguientes datos pluviométricos:

Estación Pluviométrica COTAHUASI

Periodo : 1963 - 2014

Longitud: 72°53'35.92" W

Latitud: 15°12'40.82" S

Altitud: 2683 m.s.n.m

Tabla 1: Precipitación máxima (mm) - SENAMHI

Fuente. Tomado de SENAMHI 2014

Orden	Año	Precipitacion Máximo (mm)
1	1963	8.5
2	1964	11.8
3	1965	16.3
4	1966	17.2
5	1967	18.8
6	1968	30.1
7	1969	18.2
8	1970	14.2
9	1971	17.1
10	1972	59.4
11	1973	30
12	1974	16
13	1975	26.4
14	1976	22.5
15	1977	20.8
16	1978	19.2
17	1979	20.1
18	1980	26.7
19	1981	40.7
20	1982	13.2
21	1983	31.2
22	1984	24.3
23	1985	18.9
24	1986	30
25	1987	17.3

26	1988	26.9
27	1989	0
28	1990	0
29	1991	0
30	1992	3.5
31	1993	0
32	1994	0
33	1995	14.7
34	1996	29.8
35	1997	26.7
36	1998	26.2
37	1999	33
38	2000	26.6
39	2001	22.8
40	2002	27.5
41	2003	18
42	2004	25.7
43	2005	11
44	2006	13.5
45	2007	25.4
46	2008	17.4
47	2009	11.8
48	2010	17.7
49	2011	21.7
50	2012	24.6
51	2013	23.7
52	2014	11

4.1.3.3 Cálculo de las Precipitaciones Máximas Probables.

A partir de las precipitaciones máximas anuales, se calcularán las precipitaciones máximas probables para distintas frecuencias y períodos de retorno; para esto, se hará el cálculo de las variables probabilísticas como la media, la desviación estándar, un parámetro α y un parámetro u , que se utilizarán en la fórmula de Gumbel.

Tabla 2: Distribución de probabilidades pluviométricas mediante Gumbel

Fuente: Elaboración propia

Nº	Año	Mes Max. Precip.	Precipitación (mm)	
			x_i	$(x_i - \bar{x})^2$
1	1963	0	8.50	127.04
2	1964	0	11.80	63.54
3	1965	0	16.30	12.05
4	1966	0	17.20	6.61
5	1967	0	18.80	0.94
6	1968	0	30.10	106.69
7	1969	0	18.20	2.47
8	1970	0	14.20	31.04
9	1971	0	17.10	7.14

10	1972	0	59.40	1570.45
11	1973	0	30.00	104.63
12	1974	0	16.00	14.22
13	1975	0	26.40	43.94
14	1976	0	22.50	7.45
15	1977	0	20.80	1.06
16	1978	0	19.20	0.33
17	1979	0	20.10	0.11
18	1980	0	26.70	48.01
19	1981	0	40.70	438.02
20	1982	0	13.20	43.18
21	1983	0	31.20	130.62
22	1984	0	24.30	20.51
23	1985	0	18.90	0.76
24	1986	0	30.00	104.63
25	1987	0	17.30	6.11
26	1988	0	26.90	50.82
27	1989	0	0.00	390.90
28	1990	0	0.00	390.90
29	1991	0	0.00	390.90
30	1992	0	3.50	264.75
31	1993	0	0.00	390.90
32	1994	0	0.00	390.90
33	1995	0	14.70	25.72
34	1996	0	29.80	100.58
35	1997	0	26.70	48.01
36	1998	0	26.20	41.33
37	1999	0	33.00	175.00
38	2000	0	26.60	46.63
39	2001	0	22.80	9.17
40	2002	0	27.50	59.74
41	2003	0	18.00	3.14
42	2004	0	25.70	35.15
43	2005	0	11.00	76.93
44	2006	0	13.50	39.33
45	2007	0	25.40	31.68
46	2008	0	17.40	5.62
47	2009	0	11.80	63.54
48	2010	0	17.70	4.29
49	2011	0	21.70	3.72
50	2012	0	24.60	23.32
51	2013	0	23.70	15.44
52	2014	0	11.00	76.93
52		Suma	1028.1	6046.8

4.1.3.4 Calculo de Variables Probabilísticas

a) Cálculo de Media Aritmética

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} = 19.77 \text{ mm}$$

b) Calculo de Desviación Estándar

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}} = 10.89 \text{ mm}$$

c) Parámetro α

$$\alpha = \frac{\sqrt{6}}{\pi} * s = 8.49 \text{ mm}$$

d) Parámetro u

$$u = \bar{x} - 0.5772 * \alpha = 14.87 \text{ mm}$$

e) Formula de Gumbel

$$F_{(x)} = e^{-e^{-\left(\frac{x-u}{\alpha}\right)}}$$

En esta expresión, $F_{(x)}$ es la probabilidad de que se produzca una precipitación con un valor menor o igual que x

f) Artificio

Paso siguiente se necesitará hallar una precipitación en función de los periodos de retorno para lo cual se necesitará utilizar un pequeño artificio

$$F_{(x)} = e^{-e^{-(yt)}}$$

$$P = \frac{1}{T} \quad P = \frac{1}{T} = 1 - F_{(x)} \quad F_{(x)} = \frac{T-1}{T} \quad yt = \left(\frac{x-u}{\alpha}\right)$$

$$yt = -\ln \left[\ln \left(\frac{T-1}{T} \right) \right] \quad xt = yt \alpha + u$$

Siendo:

P = probabilidad

T = tiempo de retorno

4.1.3.6 Calculo de Precipitaciones Diarias Máximas Probables para distintas frecuencias.

Tabla 3: Cuadro de Precipitaciones Diarias Máximas Probables

Fuente: Elaboración propia

Periodo Retorno	Variable Reducida	Precip. (mm)	Prob. de ocurrencia	Corrección intervalo fijo
Años	YT	XT'(mm)	F(xT)	XT (mm)
2	0.3665	17.9824	0.5000	20.3201
5	1.4999	27.6052	0.8000	31.1938
10	2.2504	33.9763	0.9000	38.3932
25	3.1985	42.0262	0.9600	47.4896
50	3.9019	47.9980	0.9800	54.2378
100	4.6001	53.9258	0.9900	60.9361
500	6.2136	67.6240	0.9980	76.4151

4.1.3.7 Calculo de Precipitaciones Máximas Probables para distinta duración en horas.

Tabla 4: Coeficientes de duración lluvias entre 24 horas y una hora

Duraciones, en horas									
1	2	3	4	5	6	8	12	18	24
0.25	0.31	0.38	0.44	0.50	0.56	0.64	0.79	0.90	1.00

Fuente: Manual para el Diseño de Carreteras Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito

Tabla 5: Precipitación máxima Pd (mm) por tiempos de duración

Tiempo de Duración	Cociente	Precipitación máxima Pd (mm) por tiempos de duración						
		2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	500 años
24 hr	X24	20.3201	31.1938	38.3932	47.4896	54.2378	60.9361	76.4151
18 hr	X18 = 91%	18.2881	28.0745	34.5539	37.5167	48.8140	54.8425	68.7736
12 hr	X12 = 80%	16.0529	24.6431	30.3306	37.5167	42.8478	48.1396	60.3679
8 hr	X8 = 68%	13.0049	19.9641	24.5716	30.3933	34.7122	38.9991	48.9057
6 hr	X6 = 61%	11.3793	17.4686	21.5002	26.5941	30.3731	34.1242	42.7924
5 hr	X5 = 57%	10.1601	15.5969	19.1966	23.7448	27.1189	30.4681	38.2075
4 hr	X4 = 52%	8.9409	13.7253	16.8930	20.8954	23.8646	26.8119	33.6226
3 hr	X3 = 46%	7.7217	11.8537	14.5894	18.0460	20.6103	23.1557	29.0377
2 hr	X2 = 39%	6.2992	9.6701	11.9019	14.7218	16.8137	18.8902	23.6887
1 hr	X1 = 30%	5.0800	7.7985	9.5983	11.8724	13.5594	15.2340	19.1038

Fuente: Elaboración propia

4.1.3.8 Calculo de Precipitaciones Máximas Probables para distinta duración en horas.

$$I = \frac{P[mm]}{t(duracion)[hr]}$$

Tabla 6: Intensidad de la lluvia según el periodo de retorno

Fuente: Elaboración propia

Tiempo de duración		Intensidad de la lluvia (mm/hr) según el Periodo de Retorno						
Hr	min	2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	500 años
24 hr	1440	0.8467	1.2997	1.5997	1.9787	2.2599	2.5390	3.1840
18 hr	1080	1.0160	1.5597	1.9197	2.0843	2.7119	3.0468	3.8208
12 hr	720	1.3377	2.0536	2.5276	3.1264	3.5707	4.0116	5.0307
8 hr	480	1.6256	2.4955	3.0715	3.7992	4.3390	4.8749	6.1132
6 hr	360	1.8965	2.9114	3.5834	4.4324	5.0622	5.6874	7.1321
5 hr	300	2.0320	3.1194	3.8393	4.7490	5.4238	6.0936	7.6415
4 hr	240	2.2352	3.4313	4.2232	5.2239	5.9662	6.7030	8.4057
3 hr	180	2.5739	3.9512	4.8631	6.0153	6.8701	7.7186	9.6792
2 hr	120	3.1496	4.8350	5.9509	7.3609	8.4069	9.4451	11.8443
1 hr	60	5.0800	7.7985	9.5983	11.8724	13.5594	15.2340	19.1038

4.1.3.9 Calculo de Curvas IDF

Las curvas intensidad, duración y frecuencia se calculan mediante la siguiente relación

$$I = \frac{K T^m}{t^n}$$

Donde:

I : intensidad máxima (mm/h)

K,m,n : Parámetros de ajuste

T : Periodo de retorno en años

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

a) Cambio de Variable

$$d = K \cdot T^m$$

Por lo que la anterior expresión se obtiene:

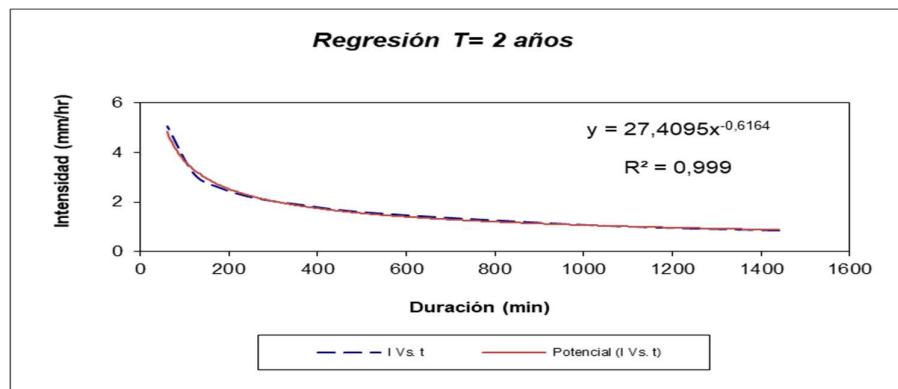
$$I = \frac{d}{t^n} \Rightarrow I = d \cdot t^{-n}$$

Tabla 7: Periodo de retorno para T= 2 años

Periodo de retorno para T = 2 años						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	0.8467	7.2724	-0.1664	-1.2104	52.8878
2	1080	1.0160	6.9847	0.0159	0.1109	48.7863
3	720	1.3377	6.5793	0.2910	1.9145	43.2865
4	480	1.6256	6.1738	0.4859	2.9997	38.1156
5	360	1.8965	5.8861	0.6400	3.7673	34.6462
6	300	2.0320	5.7038	0.7090	4.0441	32.5331
7	240	2.2352	5.4806	0.8043	4.4083	30.0374
8	180	2.5739	5.1930	0.9454	4.9095	26.9668
9	120	3.1496	4.7875	1.1473	5.4926	22.9201
10	60	5.0800	4.0943	1.6253	6.6546	16.7637
10	4980	21.7934	58.1555	6.4977	33.0912	346.9435
Ln (d) =	3.7758	d =	43.6304	n =	-0.5375	

Fuente: Elaboración propia

Fig. 8: Regresión para T= 2 años



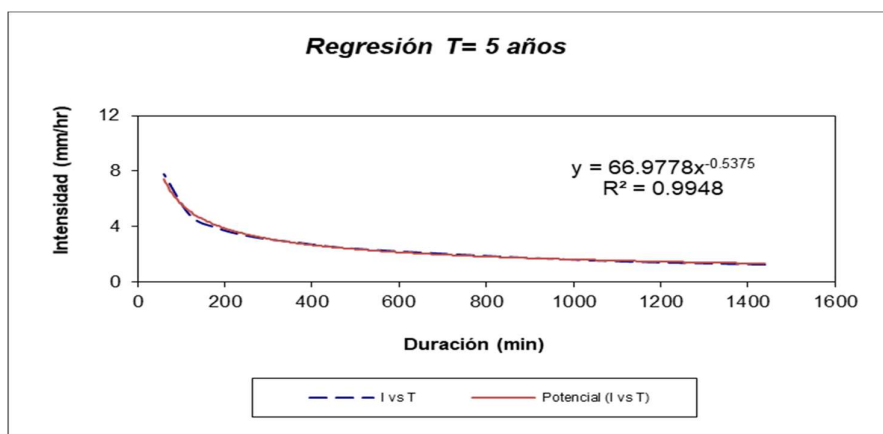
Fuente: Elaboración propia

Tabla 8: Periodo de retorno para T= 5 años

Periodo de retorno para T = 5 años						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	1.2997	7.2724	0.2622	1.9066	52.8878
2	1080	1.5597	6.9847	0.4445	3.1046	48.7863
3	720	2.0536	6.5793	0.7196	4.7344	43.2865
4	480	2.4955	6.1738	0.9145	5.6459	38.1156
5	360	2.9114	5.8861	1.0686	6.2901	34.6462
6	300	3.1194	5.7038	1.1376	6.4888	32.5331
7	240	3.4313	5.4806	1.2329	6.7573	30.0374
8	180	3.9512	5.1930	1.3740	7.1352	26.9668
9	120	4.8350	4.7875	1.5759	7.5446	22.9201
10	60	7.7985	4.0943	2.0539	8.4095	16.7637
10	4980	33.4554	58.1555	10.7838	58.0171	346.9435
Ln (d) =	4.2044	d =	66.9778	n =	-0.5375	

Fuente: Elaboración propia

Fig. 9: Regresión para T= 5 años



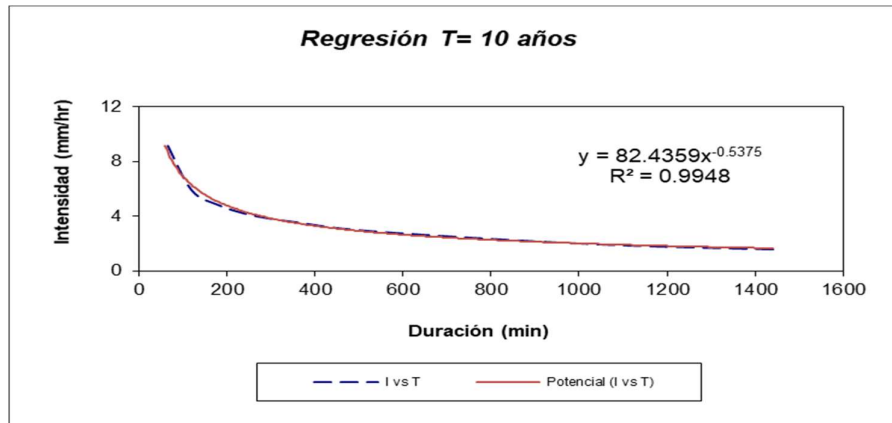
Fuente: Elaboración propia

Tabla 9: Periodo de retorno para T= 10 años

Periodo de retorno para T = 10 años						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	1.5997	7.2724	0.4698	3.4168	52.8878
2	1080	1.9197	6.9847	0.6521	4.5551	48.7863
3	720	2.5276	6.5793	0.9273	6.1006	43.2865
4	480	3.0715	6.1738	1.1222	6.9279	38.1156
5	360	3.5834	5.8861	1.2763	7.5124	34.6462
6	300	3.8393	5.7038	1.3453	7.6733	32.5331
7	240	4.2232	5.4806	1.4406	7.8954	30.0374
8	180	4.8631	5.1930	1.5817	8.2136	26.9668
9	120	5.9509	4.7875	1.7835	8.5387	22.9201
10	60	9.5983	4.0943	2.2616	9.2597	16.7637
10	4980	41.1767	58.1555	12.8604	70.0936	346.9435
Ln (d) =	4.4120	d =	82.4359	n =	-0.5375	

Fuente: Elaboración propia

Fig. 10: Regresión para T= 10 años



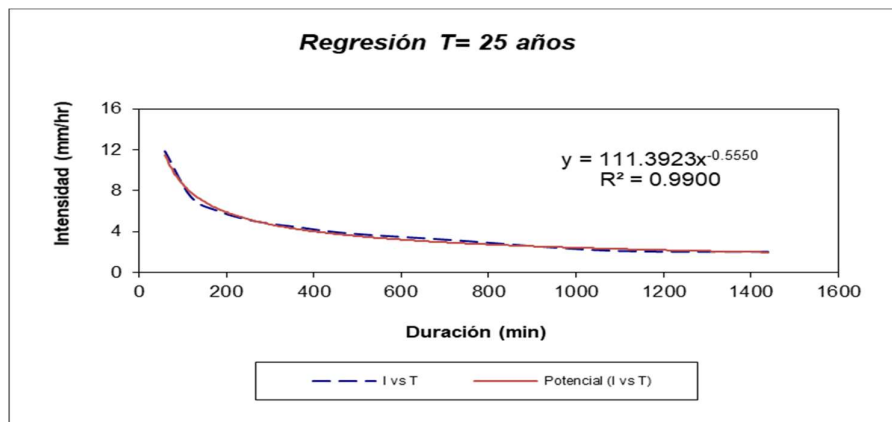
Fuente: Elaboración propia

Tabla 10: Periodo de retorno para T= 25 años

Periodo de retorno para T = 25 años						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	1.9787	7.2724	0.6825	4.9631	52.8878
2	1080	2.0843	6.9847	0.7344	5.1297	48.7863
3	720	3.1264	6.5793	1.1399	7.4996	43.2865
4	480	3.7992	6.1738	1.3348	8.2407	38.1156
5	360	4.4324	5.8861	1.4889	8.7640	34.6462
6	300	4.7490	5.7038	1.5579	8.8861	32.5331
7	240	5.2239	5.4806	1.6532	9.0608	30.0374
8	180	6.0153	5.1930	1.7943	9.3178	26.9668
9	120	7.3609	4.7875	1.9962	9.5567	22.9201
10	60	11.8724	4.0943	2.4742	10.1303	16.7637
10	4980	50.6423	58.1555	14.8563	81.5486	346.9435
Ln (d) =		4.7131	d =	111.3923	n =	-0.5550

Fuente: Elaboración propia

Fig. 11: Regresión para T= 25 años



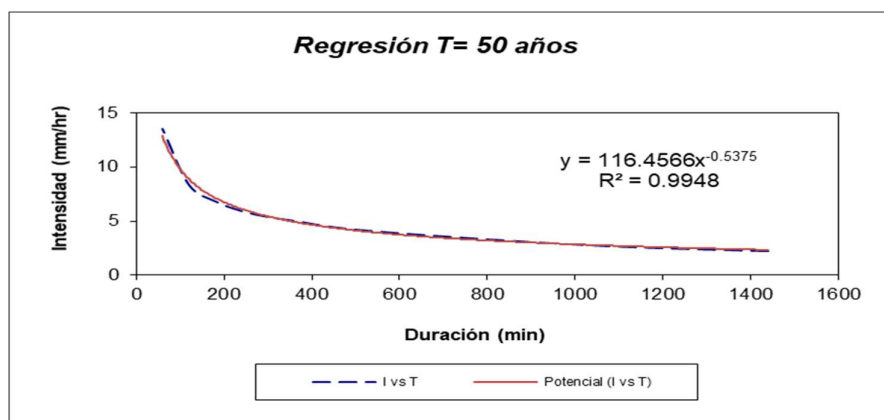
Fuente: Elaboración propia

Tabla 11: Periodo de retorno para T= 50 años

Periodo de retorno para T = 50 años						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	2.2599	7.2724	0.8153	5.9294	52.8878
2	1080	2.7119	6.9847	0.9976	6.9683	48.7863
3	720	3.5707	6.5793	1.2727	8.3737	43.2865
4	480	4.3390	6.1738	1.4676	9.0609	38.1156
5	360	5.0622	5.8861	1.6218	9.5461	34.6462
6	300	5.4238	5.7038	1.6908	9.6439	32.5331
7	240	5.9662	5.4806	1.7861	9.7890	30.0374
8	180	6.8701	5.1930	1.9272	10.0078	26.9668
9	120	8.4069	4.7875	2.1290	10.1928	22.9201
10	60	13.5594	4.0943	2.6071	10.6743	16.7637
Ln (d) =	4.7575	d =	116.4566	n =	-0.5375	

Fuente: Elaboración propia

Fig. 12: Regresión para T= 50 años



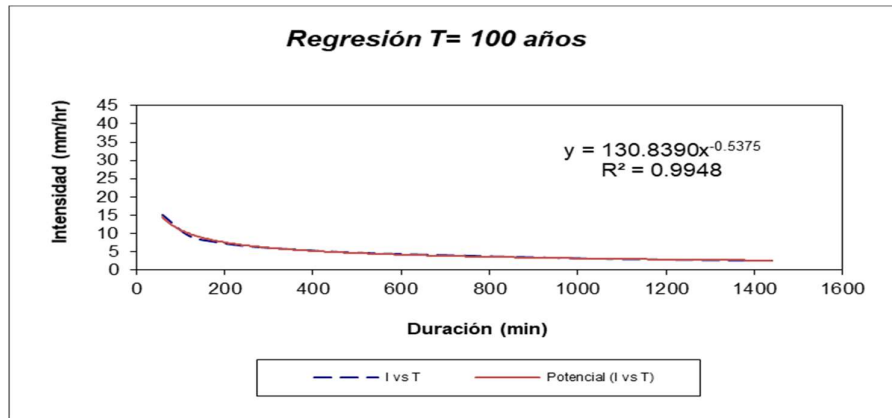
Fuente: Elaboración propia

Tabla 12: Periodo de retorno para T= 100 años

Periodo de retorno para T = 100 años						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	2.5390	7.2724	0.9318	6.7762	52.8878
2	1080	3.0468	6.9847	1.1141	7.7816	48.7863
3	720	4.0116	6.5793	1.3892	9.1399	43.2865
4	480	4.8749	6.1738	1.5841	9.7799	38.1156
5	360	5.6874	5.8861	1.7382	10.2315	34.6462
6	300	6.0936	5.7038	1.8072	10.3081	32.5331
7	240	6.7030	5.4806	1.9026	10.4272	30.0374
8	180	7.7186	5.1930	2.0436	10.6125	26.9668
9	120	9.4451	4.7875	2.2455	10.7503	22.9201
10	60	15.2340	4.0943	2.7235	11.1511	16.7637
Ln (d) =	4.8740	d =	130.8390	n =	-0.5375	

Fuente: Elaboración propia

Fig. 13: Regresión para T= 100 años



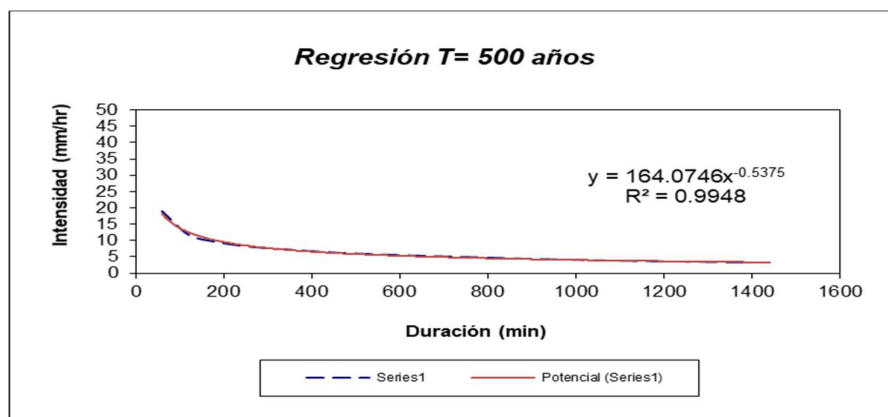
Fuente: Elaboración propia

Tabla 13: Periodo de retorno para T= 500 años

Periodo de retorno para T = 500 años						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	3.1840	7.2724	1.1581	8.4224	52.8878
2	1080	3.8208	6.9847	1.3404	9.3626	48.7863
3	720	5.0307	6.5793	1.6156	10.6291	43.2865
4	480	6.1132	6.1738	1.8105	11.1773	38.1156
5	360	7.1321	5.8861	1.9646	11.5639	34.6462
6	300	7.6415	5.7038	2.0336	11.5992	32.5331
7	240	8.4057	5.4806	2.1289	11.6678	30.0374
8	180	9.6792	5.1930	2.2700	11.7879	26.9668
9	120	11.8443	4.7875	2.4718	11.8340	22.9201
10	60	19.1038	4.0943	2.9499	12.0778	16.7637
10	4980	81.9552	58.1555	19.7434	110.1220	346.9435
Ln (d) =	5.1003		d =	164.0746	n =	-0.5375

Fuente: Elaboración propia

Fig. 14: Regresión para T= 500 años



Fuente: Elaboración propia

b) Resumen de aplicación de regresión potencial

Tabla 14: Aplicación de Regresión Potencial

Resumen de aplicación de regresión potencial		
Periodo de Retorno (años)	Término ctte. de regresión (d)	Coef. de regresión [n]
2	43.63038534940	-0.53752143702
5	66.97783081866	-0.53752143702
10	82.43587124757	-0.53752143702
25	111.39227643066	-0.55496493933
50	116.45656188657	-0.53752143702
100	130.83898989497	-0.53752143702
500	164.07458543274	-0.53752143702
Promedio =	102.25807158008	-0.54001336592

Fuente: Elaboración propia

En función del cambio de variable realizado, se realiza otra regresión de potencia entre las columnas del periodo de retorno (T) y el término constante de regresión (d), para obtener valores de la ecuación:

$$d = K \cdot T^m$$

Tabla 15: Regresión Potencial

Regresión potencial						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	2	43.6304	0.6931	3.7758	2.6172	0.4805
2	5	66.9778	1.6094	4.2044	6.7667	2.5903
3	10	82.4359	2.3026	4.4120	10.1591	5.3019
4	25	111.3923	3.2189	4.7131	15.1707	10.3612
5	50	116.4566	3.9120	4.7575	18.6115	15.3039
6	100	130.8390	4.6052	4.8740	22.4454	21.2076
7	500	164.0746	6.2146	5.1003	31.6965	38.6214
7	692	715.8065	22.5558	31.8370	107.4671	93.8667
Ln (K) =	3.8059	K =	44.9674	m =	0.2303	

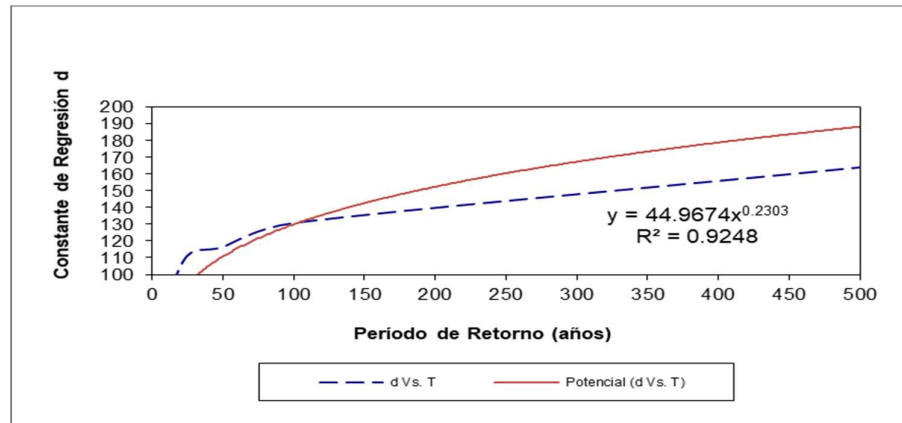
Fuente: Elaboración propia

Se obtiene:

Termino constante de regresión (K) :44.9674

Coefficiente de regresión (m) :0.2303

Fig. 15: Regresión potencial



Fuente: Elaboración propia

Finalmente, cuando se obtiene K, m y n, ya se puede reemplazar en la fórmula:

$$I = \frac{K T^m}{t^n}$$

$$I = \frac{44.9674 * T^{0.230337}}{t^{0.54001}}$$

Donde:

I: intensidad de precipitación (mm/h)

T: Periodo de retorno (años)

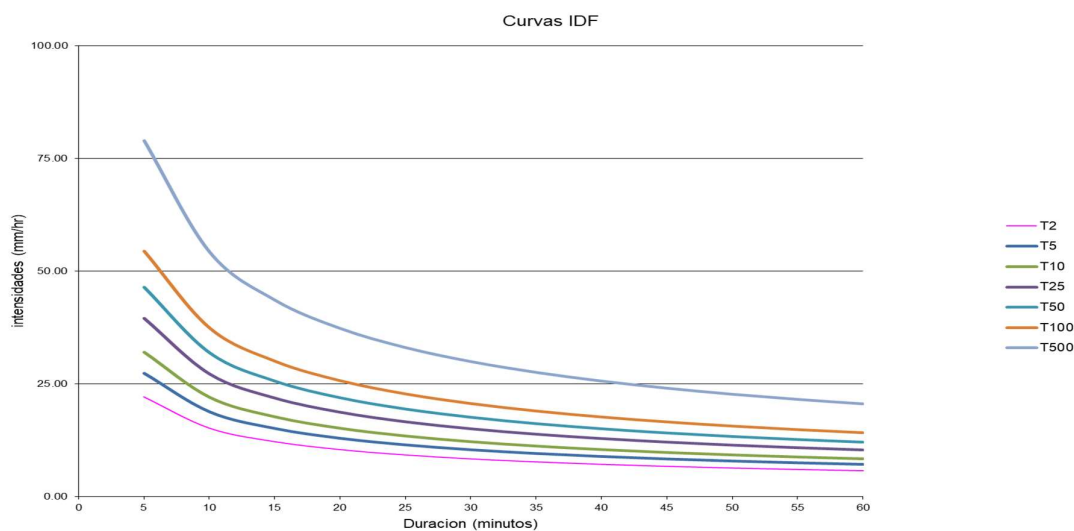
t: tiempo de duración de precipitación (min)

Tabla 16: Intensidades –Tiempo de duración

Tabla de intensidades - Tiempo de duración												
Frecuencia años	Duración en minutos											
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
2	22.12	15.21	12.22	10.46	9.28	8.41	7.73	7.20	6.75	6.38	6.06	5.78
5	27.32	18.79	15.09	12.92	11.45	10.38	9.55	8.89	8.34	7.88	7.48	7.14
10	32.05	22.04	17.71	15.16	13.44	12.18	11.21	10.43	9.78	9.24	8.78	8.38
25	39.58	27.22	21.87	18.72	16.60	15.04	13.84	12.88	12.08	11.41	10.84	10.34
50	46.43	31.93	25.65	21.96	19.47	17.64	16.23	15.10	14.17	13.39	12.72	12.13
100	54.47	37.46	30.09	25.76	22.84	20.70	19.04	17.72	16.63	15.71	14.92	14.23
500	78.91	54.27	43.60	37.32	33.09	29.99	27.59	25.67	24.09	22.76	21.61	20.62

Fuente: Elaboración propia

Fig. 16: Curva IDF



Fuente: Elaboración propia

4.1.3.10 Cálculo descarga máxima de diseño por el Método Racional

$$Q = 0.278CiA$$

Siendo:

- Q: descarga máxima de diseño (m³/s)
- C: Coeficiente de escorrentía (ver tabla)
- I: Intensidad de precipitación máxima horaria (mm/h)
- A: Área de la cuenca (Km²)

Tabla 17: Coeficientes de escorrentía método racional

COBERTURA VEGETAL	TIPO DE SUELO	PENDIENTE DEL TERRENO				
		PRONUNCIADA	ALTA	MEDIA	SUAVE	DESPRECIABLE
		> 50 %	> 20 %	> 5 %	> 1 %	< 1 %
Sin vegetación	Impermeable	0.80	0.75	0.70	0.65	0.60
	Semipermeable	0.70	0.65	0.60	0.55	0.50
	Permeable	0.50	0.45	0.40	0.35	0.30
Cultivos	Impermeable	0.70	0.65	0.60	0.55	0.50
	Semipermeable	0.60	0.55	0.50	0.45	0.40
	Permeable	0.40	0.35	0.30	0.25	0.20
Pastos, Vegetación ligera	Impermeable	0.65	0.60	0.55	0.50	0.45
	Semipermeable	0.55	0.50	0.45	0.40	0.35
	Permeable	0.35	0.30	0.25	0.20	0.15
Hierba, grama	Impermeable	0.60	0.55	0.50	0.45	0.40
	Semipermeable	0.50	0.45	0.40	0.35	0.30
	Permeable	0.30	0.25	0.20	0.15	0.10
Bosques, densa vegetación	Impermeable	0.55	0.50	0.45	0.40	0.35
	Semipermeable	0.45	0.40	0.35	0.30	0.25
	Permeable	0.25	0.20	0.15	0.10	0.05

Fuente: Manual de Diseño Hidráulico MTC

Tabla 18: Cuadro de Cálculo de Caudal Máximo

N° Area	progresivas	Area (m2)	Pendientes	C	Q(m3/s)	Q Acumulado	Q(l/s)
1	0+000- 0+020	83.00	0.51%	0.30	0.000152	0.000152	0.151731
2	0+020- 0+040	83.00	0.51%	0.30	0.000152	0.000303	0.151731
3	0+040- 0+060	83.00	0.51%	0.30	0.000152	0.000455	0.151731
4	0+060- 0+080	83.00	0.51%	0.30	0.000152	0.000607	0.151731
5	0+080- 0+100	83.00	0.51%	0.30	0.000152	0.000759	0.151731
6	0+100- 0+120	83.00	0.51%	0.30	0.000152	0.000910	0.151731
7	0+120- 0+140	83.00	0.51%	0.30	0.000152	0.001062	0.151731
8	0+140- 0+160	83.00	0.51%	0.30	0.000152	0.001214	0.151731
9	0+160- 0+180	83.00	0.51%	0.30	0.000152	0.001366	0.151731
10	0+180- 0+200	83.00	0.51%	0.30	0.000152	0.001517	0.151731
11	0+200- 0+220	140.00	0.51%	0.30	0.000256	0.001773	0.255931
12	0+220- 0+240	140.00	0.51%	0.30	0.000256	0.002029	0.255931
13	0+240- 0+260	140.00	1.86%	0.35	0.000299	0.002328	0.298587
14	0+260- 0+280	140.00	1.86%	0.35	0.000299	0.002626	0.298587
15	0+280- 0+300	140.00	1.86%	0.35	0.000299	0.002925	0.298587
16	0+300- 0+320	140.00	1.86%	0.35	0.000299	0.003224	0.298587
17	0+320- 0+340	140.00	1.86%	0.35	0.000299	0.003522	0.298587
18	0+340- 0+360	140.00	1.86%	0.35	0.000299	0.003821	0.298587
19	0+360- 0+380	140.00	1.86%	0.35	0.000299	0.004119	0.298587
20	0+380- 0+400	140.00	1.86%	0.35	0.000299	0.004418	0.298587
21	0+400- 0+420	102.00	1.86%	0.35	0.000218	0.004635	0.217542
22	0+420- 0+440	102.00	1.86%	0.35	0.000218	0.004853	0.217542
23	0+440- 0+460	102.00	1.86%	0.35	0.000218	0.005070	0.217542
24	0+460- 0+480	102.00	1.86%	0.35	0.000218	0.005288	0.217542
25	0+480- 0+500	102.00	1.86%	0.35	0.000218	0.005506	0.217542
26	0+500- 0+520	102.00	1.86%	0.35	0.000218	0.005723	0.217542
27	0+520- 0+540	102.00	1.86%	0.35	0.000218	0.005941	0.217542
28	0+540- 0+560	102.00	1.86%	0.35	0.000218	0.006158	0.217542
29	0+560- 0+580	102.00	1.86%	0.35	0.000218	0.006376	0.217542
30	0+580- 0+600	102.00	2.70%	0.35	0.000218	0.006593	0.217542
31	0+600- 0+620	104.00	2.70%	0.35	0.000222	0.006815	0.221807
32	0+620- 0+640	104.00	2.70%	0.35	0.000222	0.007037	0.221807
33	0+640- 0+660	104.00	2.70%	0.35	0.000222	0.007259	0.221807
34	0+660- 0+680	104.00	2.70%	0.35	0.000222	0.007481	0.221807
35	0+680- 0+700	104.00	2.70%	0.35	0.000222	0.007702	0.221807
36	0+700- 0+720	104.00	2.70%	0.35	0.000222	0.007924	0.221807
37	0+720- 0+740	104.00	2.70%	0.35	0.000222	0.008146	0.221807
38	0+740- 0+760	104.00	2.70%	0.35	0.000222	0.008368	0.221807
39	0+760- 0+780	104.00	2.70%	0.35	0.000222	0.008590	0.221807
40	0+780- 0+800	104.00	2.70%	0.35	0.000222	0.008811	0.221807
41	0+800- 0+820	126.00	2.70%	0.35	0.000269	0.009080	0.268728
42	0+820- 0+840	126.00	2.70%	0.35	0.000269	0.009349	0.268728
43	0+840- 0+860	126.00	2.70%	0.35	0.000269	0.009618	0.268728
44	0+860- 0+880	126.00	2.70%	0.35	0.000269	0.009886	0.268728
45	0+880- 0+900	126.00	2.70%	0.35	0.000269	0.010155	0.268728
46	0+900- 0+920	126.00	2.70%	0.35	0.000269	0.010424	0.268728

47	0+920- 0+940	126.00	2.70%	0.35	0.000269	0.010692	0.268728
48	0+940- 0+960	126.00	2.70%	0.35	0.000269	0.010961	0.268728
49	0+960- 0+980	126.00	2.70%	0.35	0.000269	0.011230	0.268728
50	0+980- 1+000	126.00	2.70%	0.35	0.000269	0.011499	0.268728
51	1+000- 1+020	104.00	2.70%	0.35	0.000222	0.011720	0.221807
52	1+020- 1+040	104.00	2.70%	0.35	0.000222	0.011942	0.221807
53	1+040- 1+060	104.00	2.70%	0.35	0.000222	0.012164	0.221807
54	1+060- 1+080	104.00	2.70%	0.35	0.000222	0.012386	0.221807
55	1+080- 1+100	104.00	2.70%	0.35	0.000222	0.012608	0.221807
56	1+100- 1+120	104.00	2.70%	0.35	0.000222	0.012829	0.221807
57	1+120- 1+140	104.00	2.70%	0.35	0.000222	0.013051	0.221807
58	1+140- 1+160	104.00	2.70%	0.35	0.000222	0.013273	0.221807
59	1+160- 1+180	104.00	2.70%	0.35	0.000222	0.013495	0.221807
60	1+180- 1+200	104.00	0.17%	0.30	0.000190	0.013685	0.190120
61	1+200- 1+220	112.00	0.17%	0.30	0.000205	0.013890	0.204745
62	1+220- 1+240	112.00	0.17%	0.30	0.000205	0.014095	0.204745
63	1+240- 1+260	112.00	0.17%	0.30	0.000205	0.014299	0.204745
64	1+260- 1+280	112.00	0.17%	0.30	0.000205	0.014504	0.204745
65	1+280- 1+300	112.00	0.17%	0.30	0.000205	0.014709	0.204745
66	1+300- 1+320	112.00	0.17%	0.30	0.000205	0.014913	0.204745
67	1+320- 1+340	112.00	0.17%	0.30	0.000205	0.015118	0.204745
68	1+340- 1+360	112.00	0.17%	0.30	0.000205	0.015323	0.204745
69	1+360- 1+380	112.00	0.17%	0.30	0.000205	0.015528	0.204745
70	1+380- 1+400	112.00	0.17%	0.30	0.000205	0.015732	0.204745
71	1+400- 1+420	106.00	0.17%	0.30	0.000194	0.015926	0.193777
72	1+420- 1+440	106.00	0.17%	0.30	0.000194	0.016120	0.193777
73	1+440- 1+460	106.00	0.17%	0.30	0.000194	0.016314	0.193777
74	1+460- 1+480	106.00	0.17%	0.30	0.000194	0.016508	0.193777
75	1+480- 1+500	106.00	0.17%	0.30	0.000194	0.016701	0.193777
76	1+500- 1+520	106.00	0.17%	0.30	0.000194	0.016895	0.193777
77	1+520- 1+540	106.00	0.17%	0.30	0.000194	0.017089	0.193777
78	1+540- 1+560	106.00	0.17%	0.30	0.000194	0.017283	0.193777
79	1+560- 1+580	106.00	0.17%	0.30	0.000194	0.017476	0.193777
80	1+580- 1+600	106.00	0.17%	0.30	0.000194	0.017670	0.193777
81	1+600- 1+620	106.00	0.17%	0.30	0.000194	0.017864	0.193777
82	1+620- 1+640	106.00	0.17%	0.30	0.000194	0.018058	0.193777
83	1+640- 1+660	106.00	0.17%	0.30	0.000194	0.018252	0.193777
84	1+660- 1+680	106.00	0.17%	0.30	0.000194	0.018445	0.193777
85	1+680- 1+700	106.00	0.17%	0.30	0.000194	0.018639	0.193777
86	1+700- 1+720	106.00	0.17%	0.30	0.000194	0.018833	0.193777
87	1+720- 1+740	106.00	0.17%	0.30	0.000194	0.019027	0.193777
88	1+740- 1+760	106.00	0.17%	0.30	0.000194	0.019220	0.193777
89	1+760- 1+780	106.00	0.17%	0.30	0.000194	0.019414	0.193777
90	1+780- 1+800	106.00	0.17%	0.30	0.000194	0.019608	0.193777
91	1+800- 1+820	142.00	0.17%	0.30	0.000260	0.019868	0.259588

92	1+820- 1+840	142.00	0.17%	0.30	0.000260	0.020127	0.259588
93	1+840- 1+860	142.00	0.17%	0.30	0.000260	0.020387	0.259588
94	1+860- 1+880	142.00	0.28%	0.30	0.000260	0.020646	0.259588
95	1+880- 1+900	142.00	0.28%	0.30	0.000260	0.020906	0.259588
96	1+900- 1+920	142.00	0.28%	0.30	0.000260	0.021166	0.259588
97	1+920- 1+940	142.00	0.28%	0.30	0.000260	0.021425	0.259588
98	1+940- 1+960	142.00	0.28%	0.30	0.000260	0.021685	0.259588
99	1+960- 1+980	142.00	0.28%	0.30	0.000260	0.021944	0.259588
100	1+980- 2+000	142.00	0.28%	0.30	0.000260	0.022204	0.259588
101	2+000- 2+020	146.00	0.28%	0.30	0.000267	0.022471	0.266900
102	2+020- 2+040	146.00	0.28%	0.30	0.000267	0.022738	0.266900
103	2+040- 2+060	146.00	0.28%	0.30	0.000267	0.023005	0.266900
104	2+060- 2+080	146.00	0.28%	0.30	0.000267	0.023271	0.266900
105	2+080- 2+100	146.00	0.28%	0.30	0.000267	0.023538	0.266900
106	2+100- 2+120	146.00	0.28%	0.30	0.000267	0.023805	0.266900
107	2+120- 2+140	146.00	0.28%	0.30	0.000267	0.024072	0.266900
108	2+140- 2+160	146.00	0.28%	0.30	0.000267	0.024339	0.266900
109	2+160- 2+180	146.00	0.28%	0.30	0.000267	0.024606	0.266900
110	2+180- 2+200	146.00	0.28%	0.30	0.000267	0.024873	0.266900
111	2+200- 2+220	142.00	0.28%	0.30	0.000260	0.025132	0.259588
112	2+220- 2+240	142.00	0.28%	0.30	0.000260	0.025392	0.259588
113	2+240- 2+260	142.00	0.28%	0.30	0.000260	0.025652	0.259588
114	2+260- 2+280	142.00	0.28%	0.30	0.000260	0.025911	0.259588
115	2+280- 2+300	142.00	0.28%	0.30	0.000260	0.026171	0.259588
116	2+300- 2+320	142.00	0.28%	0.30	0.000260	0.026430	0.259588
117	2+320- 2+340	142.00	0.28%	0.30	0.000260	0.026690	0.259588
118	2+340- 2+360	142.00	0.28%	0.30	0.000260	0.026950	0.259588
119	2+360- 2+380	142.00	0.28%	0.30	0.000260	0.027209	0.259588
120	2+380- 2+400	142.00	1.33%	0.35	0.000303	0.027512	0.302852
121	2+400- 2+420	126.00	1.33%	0.35	0.000269	0.027781	0.268728
122	2+420- 2+440	126.00	1.33%	0.35	0.000269	0.028049	0.268728
123	2+440- 2+460	126.00	1.33%	0.35	0.000269	0.028318	0.268728
124	2+460- 2+480	126.00	1.33%	0.35	0.000269	0.028587	0.268728
125	2+480- 2+500	126.00	1.33%	0.35	0.000269	0.028856	0.268728
126	2+500- 2+520	126.00	1.33%	0.35	0.000269	0.029124	0.268728
127	2+520- 2+540	126.00	1.33%	0.35	0.000269	0.029393	0.268728
128	2+540- 2+560	126.00	1.33%	0.35	0.000269	0.029662	0.268728
129	2+560- 2+580	126.00	1.33%	0.35	0.000269	0.029931	0.268728
130	2+580- 2+600	126.00	1.33%	0.35	0.000269	0.030199	0.268728
131	2+600- 2+620	72.00	1.33%	0.35	0.000154	0.030353	0.153559
132	2+620- 2+640	72.00	1.33%	0.35	0.000154	0.030506	0.153559
133	2+640- 2+660	72.00	1.33%	0.35	0.000154	0.030660	0.153559
134	2+660- 2+680	72.00	1.33%	0.35	0.000154	0.030814	0.153559
135	2+680- 2+700	72.00	1.33%	0.35	0.000154	0.030967	0.153559
136	2+700- 2+720	72.00	1.33%	0.35	0.000154	0.031121	0.153559
137	2+720- 2+740	72.00	1.33%	0.35	0.000154	0.031274	0.153559

138	2+740- 2+760	72.00	1.33%	0.35	0.000154	0.031428	0.153559
139	2+760- 2+780	72.00	1.33%	0.35	0.000154	0.031581	0.153559
140	2+780- 2+800	72.00	1.33%	0.35	0.000154	0.031735	0.153559
141	2+800- 2+820	138.00	1.33%	0.35	0.000294	0.032029	0.294321
142	2+820- 2+840	138.00	1.33%	0.35	0.000294	0.032324	0.294321
143	2+840- 2+860	138.00	1.33%	0.35	0.000294	0.032618	0.294321
144	2+860- 2+880	138.00	1.33%	0.35	0.000294	0.032912	0.294321
145	2+880- 2+900	138.00	1.33%	0.35	0.000294	0.033206	0.294321
146	2+900- 2+920	138.00	1.33%	0.35	0.000294	0.033501	0.294321
147	2+920- 2+940	138.00	1.33%	0.35	0.000294	0.033795	0.294321
148	2+940- 2+960	138.00	1.33%	0.35	0.000294	0.034089	0.294321
149	2+960- 2+980	138.00	3.72%	0.35	0.000294	0.034384	0.294321
150	2+980- 3+000	138.00	3.72%	0.35	0.000294	0.034678	0.294321
151	3+000- 3+020	134.00	3.72%	0.35	0.000286	0.034964	0.285790
152	3+020- 3+040	134.00	3.72%	0.35	0.000286	0.035250	0.285790
153	3+040- 3+060	134.00	3.72%	0.35	0.000286	0.035535	0.285790
154	3+060- 3+080	134.00	3.72%	0.35	0.000286	0.035821	0.285790
155	3+080- 3+100	134.00	3.72%	0.35	0.000286	0.036107	0.285790
156	3+100- 3+120	134.00	3.72%	0.35	0.000286	0.036393	0.285790
157	3+120- 3+140	134.00	3.72%	0.35	0.000286	0.036679	0.285790
158	3+140- 3+160	134.00	3.72%	0.35	0.000286	0.036964	0.285790
159	3+160- 3+180	134.00	3.72%	0.35	0.000286	0.037250	0.285790
160	3+180- 3+200	134.00	3.72%	0.35	0.000286	0.037536	0.285790
161	3+200- 3+220	160.00	3.72%	0.35	0.000341	0.037877	0.341242
162	3+220- 3+240	160.00	3.72%	0.35	0.000341	0.038218	0.341242
163	3+240- 3+260	160.00	3.72%	0.35	0.000341	0.038560	0.341242
164	3+260- 3+280	160.00	3.72%	0.35	0.000341	0.038901	0.341242
165	3+280- 3+300	160.00	3.72%	0.35	0.000341	0.039242	0.341242
166	3+300- 3+320	160.00	3.72%	0.35	0.000341	0.039583	0.341242
167	3+320- 3+340	160.00	3.72%	0.35	0.000341	0.039925	0.341242
168	3+340- 3+360	160.00	3.72%	0.35	0.000341	0.040266	0.341242
169	3+360- 3+380	160.00	3.72%	0.35	0.000341	0.040607	0.341242
170	3+380- 3+400	160.00	3.72%	0.35	0.000341	0.040948	0.341242
171	3+400- 3+420	136.00	3.72%	0.35	0.000290	0.041238	0.290056
172	3+420- 3+440	136.00	3.72%	0.35	0.000290	0.041529	0.290056
173	3+440- 3+460	136.00	3.72%	0.35	0.000290	0.041819	0.290056
174	3+460- 3+480	136.00	3.72%	0.35	0.000290	0.042109	0.290056
175	3+480- 3+500	136.00	3.72%	0.35	0.000290	0.042399	0.290056
176	3+500- 3+520	136.00	3.72%	0.35	0.000290	0.042689	0.290056
177	3+520- 3+540	136.00	3.72%	0.35	0.000290	0.042979	0.290056
178	3+540- 3+560	136.00	3.72%	0.35	0.000290	0.043269	0.290056
179	3+560- 3+580	136.00	3.72%	0.35	0.000290	0.043559	0.290056
180	3+580- 3+600	136.00	3.72%	0.35	0.000290	0.043849	0.290056
181	3+600- 3+620	138.00	3.62%	0.35	0.000294	0.044143	0.294321
182	3+620- 3+640	138.00	3.62%	0.35	0.000294	0.044438	0.294321

183	3+640- 3+660	138.00	3.62%	0.35	0.000294	0.044732	0.294321
184	3+660- 3+680	138.00	3.62%	0.35	0.000294	0.045026	0.294321
185	3+680- 3+700	138.00	3.62%	0.35	0.000294	0.045321	0.294321
186	3+700- 3+720	138.00	3.62%	0.35	0.000294	0.045615	0.294321
187	3+720- 3+740	138.00	3.62%	0.35	0.000294	0.045909	0.294321
188	3+740- 3+760	138.00	3.62%	0.35	0.000294	0.046204	0.294321
189	3+760- 3+780	138.00	3.62%	0.35	0.000294	0.046498	0.294321
190	3+780- 3+800	138.00	3.62%	0.35	0.000294	0.046792	0.294321
191	3+800- 3+820	142.00	3.62%	0.35	0.000303	0.047095	0.302852
192	3+820- 3+840	142.00	3.62%	0.35	0.000303	0.047398	0.302852
193	3+840- 3+860	142.00	3.62%	0.35	0.000303	0.047701	0.302852
194	3+860- 3+880	142.00	3.62%	0.35	0.000303	0.048004	0.302852
195	3+880- 3+900	142.00	3.62%	0.35	0.000303	0.048306	0.302852
196	3+900- 3+920	142.00	3.62%	0.35	0.000303	0.048609	0.302852
197	3+920- 3+940	142.00	3.62%	0.35	0.000303	0.048912	0.302852
198	3+940- 3+960	142.00	3.62%	0.35	0.000303	0.049215	0.302852
199	3+960- 3+980	142.00	3.62%	0.35	0.000303	0.049518	0.302852
200	3+980- 4+000	142.00	3.62%	0.35	0.000303	0.049821	0.302852
201	4+000- 4+020	144.00	3.62%	0.35	0.000307	0.050128	0.307118
202	4+020- 4+040	144.00	3.62%	0.35	0.000307	0.050435	0.307118
203	4+040- 4+060	144.00	3.62%	0.35	0.000307	0.050742	0.307118
204	4+060- 4+080	144.00	3.62%	0.35	0.000307	0.051049	0.307118
205	4+080- 4+100	144.00	3.62%	0.35	0.000307	0.051356	0.307118
206	4+100- 4+120	144.00	3.62%	0.35	0.000307	0.051663	0.307118
207	4+120- 4+140	144.00	3.62%	0.35	0.000307	0.051971	0.307118
208	4+140- 4+160	144.00	3.62%	0.35	0.000307	0.052278	0.307118
209	4+160- 4+180	144.00	3.62%	0.35	0.000307	0.052585	0.307118
210	4+180- 4+200	144.00	3.62%	0.35	0.000307	0.052892	0.307118
211	4+200- 4+220	126.00	3.62%	0.35	0.000269	0.053161	0.268728
212	4+220- 4+240	126.00	3.62%	0.35	0.000269	0.053429	0.268728
213	4+240- 4+260	126.00	3.62%	0.35	0.000269	0.053698	0.268728
214	4+260- 4+280	126.00	3.62%	0.35	0.000269	0.053967	0.268728
215	4+280- 4+300	126.00	3.62%	0.35	0.000269	0.054236	0.268728
216	4+300- 4+320	126.00	3.62%	0.35	0.000269	0.054504	0.268728
217	4+320- 4+340	126.00	3.62%	0.35	0.000269	0.054773	0.268728
218	4+340- 4+360	126.00	3.62%	0.35	0.000269	0.055042	0.268728
219	4+360- 4+380	126.00	2.11%	0.35	0.000269	0.055310	0.268728
220	4+380- 4+400	126.00	2.11%	0.35	0.000269	0.055579	0.268728
221	4+420- 4+440	152.00	2.11%	0.35	0.000324	0.055903	0.324180
222	4+440- 4+460	152.00	2.11%	0.35	0.000324	0.056228	0.324180
223	4+460- 4+480	152.00	2.11%	0.35	0.000324	0.056552	0.324180
224	4+480- 4+500	152.00	2.11%	0.35	0.000324	0.056876	0.324180
225	4+500- 4+520	152.00	2.11%	0.35	0.000324	0.057200	0.324180
226	4+520- 4+540	152.00	2.11%	0.35	0.000324	0.057524	0.324180
227	4+540- 4+560	152.00	2.11%	0.35	0.000324	0.057848	0.324180

228	4+560- 4+580	152.00	2.11%	0.35	0.000324	0.058173	0.324180
229	4+580- 4+600	152.00	2.11%	0.35	0.000324	0.058497	0.324180
230	4+600- 4+620	152.00	2.11%	0.35	0.000324	0.058821	0.324180
231	4+620- 4+640	152.00	2.11%	0.35	0.000324	0.059145	0.324180
232	4+640- 4+660	152.00	2.11%	0.35	0.000324	0.059469	0.324180
233	4+660- 4+680	152.00	2.11%	0.35	0.000324	0.059794	0.324180
234	4+680- 4+700	152.00	2.11%	0.35	0.000324	0.060118	0.324180
235	4+700- 4+720	152.00	2.11%	0.35	0.000324	0.060442	0.324180
236	4+720- 4+740	152.00	2.11%	0.35	0.000324	0.060766	0.324180
237	4+740- 4+760	152.00	5.20%	0.40	0.000370	0.061137	0.370491
238	4+760- 4+780	152.00	5.20%	0.40	0.000370	0.061507	0.370491
239	4+780- 4+800	152.00	5.20%	0.40	0.000370	0.061878	0.370491
240	4+800- 4+820	152.00	5.20%	0.40	0.000370	0.062248	0.370491
241	4+820- 4+840	152.00	5.20%	0.40	0.000370	0.062619	0.370491
242	4+840- 4+860	152.00	5.20%	0.40	0.000370	0.062989	0.370491
243	4+860- 4+880	152.00	5.20%	0.40	0.000370	0.063359	0.370491
244	4+880- 4+900	152.00	5.20%	0.40	0.000370	0.063730	0.370491
245	4+900- 4+920	152.00	5.20%	0.40	0.000370	0.064100	0.370491
246	4+920- 4+940	152.00	5.20%	0.40	0.000370	0.064471	0.370491
247	4+940- 4+960	152.00	5.20%	0.40	0.000370	0.064841	0.370491
248	4+960- 4+980	152.00	5.20%	0.40	0.000370	0.065212	0.370491
249	4+980- 5+000	152.00	5.20%	0.40	0.000370	0.065582	0.370491
250	5+000- 5+020	142.00	5.20%	0.40	0.000346	0.065929	0.346117
251	5+020- 5+040	142.00	5.20%	0.40	0.000346	0.066275	0.346117
252	5+040- 5+060	142.00	5.20%	0.40	0.000346	0.066621	0.346117
253	5+060- 5+080	142.00	5.20%	0.40	0.000346	0.066967	0.346117
254	5+080- 5+100	142.00	5.20%	0.40	0.000346	0.067313	0.346117
255	5+100- 5+120	142.00	5.20%	0.40	0.000346	0.067659	0.346117
256	5+120- 5+140	142.00	5.20%	0.40	0.000346	0.068005	0.346117
257	5+140- 5+160	142.00	5.20%	0.40	0.000346	0.068351	0.346117
258	5+160- 5+180	142.00	5.20%	0.40	0.000346	0.068697	0.346117
259	5+180- 5+200	142.00	5.20%	0.40	0.000346	0.069044	0.346117
260	5+200- 5+220	140.00	5.20%	0.40	0.000341	0.069385	0.341242
261	5+220- 5+240	140.00	5.20%	0.40	0.000341	0.069726	0.341242
262	5+240- 5+260	140.00	0.57%	0.30	0.000256	0.069982	0.255931
263	5+260- 5+280	140.00	0.57%	0.30	0.000256	0.070238	0.255931
264	5+280- 5+300	140.00	0.57%	0.30	0.000256	0.070494	0.255931
265	5+300- 5+320	140.00	0.57%	0.30	0.000256	0.070750	0.255931
266	5+320- 5+340	140.00	0.57%	0.30	0.000256	0.071006	0.255931
267	5+340- 5+360	140.00	0.57%	0.30	0.000256	0.071262	0.255931
268	5+360- 5+380	140.00	0.57%	0.30	0.000256	0.071518	0.255931
269	5+380- 5+400	140.00	0.57%	0.30	0.000256	0.071774	0.255931
270	5+400- 5+420	132.00	0.57%	0.30	0.000241	0.072015	0.241307
271	5+420- 5+440	132.00	0.57%	0.30	0.000241	0.072256	0.241307
272	5+440- 5+460	132.00	0.57%	0.30	0.000241	0.072497	0.241307

273	5+460- 5+480	132.00	0.57%	0.30	0.000241	0.072739	0.241307
274	5+480- 5+500	132.00	0.57%	0.30	0.000241	0.072980	0.241307
275	5+500- 5+520	132.00	0.57%	0.30	0.000241	0.073221	0.241307
276	5+520- 5+540	132.00	0.57%	0.30	0.000241	0.073463	0.241307
277	5+540- 5+560	132.00	0.57%	0.30	0.000241	0.073704	0.241307
278	5+560- 5+580	132.00	0.57%	0.30	0.000241	0.073945	0.241307
279	5+580- 5+600	132.00	0.57%	0.30	0.000241	0.074187	0.241307
280	5+600- 5+620	120.00	0.57%	0.30	0.000219	0.074406	0.219370
281	5+620- 5+640	120.00	0.57%	0.30	0.000219	0.074625	0.219370
282	5+640- 5+660	120.00	0.57%	0.30	0.000219	0.074845	0.219370
283	5+660- 5+680	120.00	0.57%	0.30	0.000219	0.075064	0.219370
284	5+680- 5+700	120.00	0.57%	0.30	0.000219	0.075283	0.219370
285	5+700- 5+720	120.00	0.57%	0.30	0.000219	0.075503	0.219370
286	5+720- 5+740	120.00	3.02%	0.35	0.000256	0.075759	0.255931
287	5+740- 5+760	120.00	3.02%	0.35	0.000256	0.076015	0.255931
288	5+760- 5+780	120.00	3.02%	0.35	0.000256	0.076271	0.255931
289	5+780- 5+800	120.00	3.02%	0.35	0.000256	0.076527	0.255931
290	5+800- 5+820	132.00	3.02%	0.35	0.000282	0.076808	0.281525
291	5+820- 5+840	132.00	3.02%	0.35	0.000282	0.077090	0.281525
292	5+840- 5+860	132.00	3.02%	0.35	0.000282	0.077371	0.281525
293	5+860- 5+880	132.00	3.02%	0.35	0.000282	0.077653	0.281525
294	5+880- 5+900	132.00	3.02%	0.35	0.000282	0.077934	0.281525
295	5+900- 5+920	132.00	3.02%	0.35	0.000282	0.078216	0.281525
296	5+920- 5+940	132.00	3.02%	0.35	0.000282	0.078497	0.281525
297	5+940- 5+960	132.00	3.02%	0.35	0.000282	0.078779	0.281525
298	5+960- 5+980	132.00	3.02%	0.35	0.000282	0.079060	0.281525
299	5+980- 6+000	132.00	3.02%	0.35	0.000282	0.079342	0.281525
300	6+000- 6+020	74.00	3.02%	0.35	0.000158	0.079500	0.157824
301	6+020- 6+040	74.00	3.02%	0.35	0.000158	0.079657	0.157824
302	6+040- 6+060	74.00	3.02%	0.35	0.000158	0.079815	0.157824
303	6+060- 6+080	74.00	3.02%	0.35	0.000158	0.079973	0.157824
304	6+080- 6+100	74.00	3.02%	0.35	0.000158	0.080131	0.157824
305	6+100- 6+120	74.00	0.93%	0.30	0.000135	0.080266	0.135278
306	6+120- 6+140	74.00	0.93%	0.30	0.000135	0.080401	0.135278
307	6+140- 6+160	74.00	0.93%	0.30	0.000135	0.080537	0.135278
308	6+160- 6+180	74.00	0.93%	0.30	0.000135	0.080672	0.135278
309	6+180- 6+200	74.00	0.93%	0.30	0.000135	0.080807	0.135278
310	6+200- 6+220	108.00	0.93%	0.30	0.000197	0.081005	0.197433
311	6+220- 6+240	108.00	0.93%	0.30	0.000197	0.081202	0.197433
312	6+240- 6+260	108.00	0.93%	0.30	0.000197	0.081400	0.197433
313	6+260- 6+280	108.00	0.93%	0.30	0.000197	0.081597	0.197433
314	6+280- 6+300	108.00	0.93%	0.30	0.000197	0.081794	0.197433
315	6+300- 6+320	108.00	0.93%	0.30	0.000197	0.081992	0.197433
316	6+320- 6+340	108.00	0.93%	0.30	0.000197	0.082189	0.197433
317	6+340- 6+360	108.00	0.93%	0.30	0.000197	0.082387	0.197433

318	6+360- 6+380	108.00	0.93%	0.30	0.000197	0.082584	0.197433
319	6+380- 6+400	108.00	0.93%	0.30	0.000197	0.082782	0.197433
320	6+400- 6+420	102.00	0.93%	0.30	0.000186	0.082968	0.186464
321	6+420- 6+440	102.00	0.93%	0.30	0.000186	0.083155	0.186464
322	6+440- 6+460	102.00	0.93%	0.30	0.000186	0.083341	0.186464
323	6+460- 6+480	102.00	0.93%	0.30	0.000186	0.083527	0.186464
324	6+480- 6+500	102.00	0.93%	0.30	0.000186	0.083714	0.186464
325	6+500- 6+520	102.00	0.93%	0.30	0.000186	0.083900	0.186464
326	6+520- 6+540	102.00	-1.13%	0.35	0.000218	0.084118	0.217542
327	6+540- 6+560	102.00	-1.13%	0.35	0.000218	0.084336	0.217542
328	6+560- 6+580	102.00	-1.13%	0.35	0.000218	0.084553	0.217542
329	6+580- 6+600	102.00	-1.13%	0.35	0.000218	0.084771	0.217542
330	6+600- 6+620	126.00	-1.13%	0.35	0.000269	0.085039	0.268728
331	6+620- 6+640	126.00	-1.13%	0.35	0.000269	0.085308	0.268728
332	6+640- 6+660	126.00	-1.13%	0.35	0.000269	0.085577	0.268728
333	6+660- 6+680	126.00	-1.13%	0.35	0.000269	0.085845	0.268728
334	6+680- 6+700	126.00	-1.13%	0.35	0.000269	0.086114	0.268728
335	6+700- 6+720	126.00	-1.13%	0.35	0.000269	0.086383	0.268728
336	6+720- 6+740	126.00	-1.13%	0.35	0.000269	0.086652	0.268728
337	6+740- 6+760	126.00	-1.13%	0.35	0.000269	0.086920	0.268728
338	6+760- 6+780	126.00	-1.13%	0.35	0.000269	0.087189	0.268728
339	6+780- 6+800	126.00	-1.13%	0.35	0.000269	0.087458	0.268728
340	6+800- 6+820	108.00	-1.13%	0.35	0.000230	0.087688	0.230338
341	6+820- 6+840	108.00	-1.13%	0.35	0.000230	0.087919	0.230338
342	6+840- 6+860	108.00	-1.13%	0.35	0.000230	0.088149	0.230338
343	6+860- 6+880	108.00	-1.13%	0.35	0.000230	0.088379	0.230338
344	6+880- 6+900	108.00	-1.13%	0.35	0.000230	0.088610	0.230338
345	6+900- 6+920	108.00	-1.13%	0.35	0.000230	0.088840	0.230338
346	6+920- 6+940	108.00	-1.13%	0.35	0.000230	0.089070	0.230338
347	6+940- 6+960	108.00	-1.13%	0.35	0.000230	0.089301	0.230338
348	6+960- 6+980	108.00	-1.13%	0.35	0.000230	0.089531	0.230338
349	6+980- 7+000	108.00	-1.13%	0.35	0.000230	0.089761	0.230338
350	7+000- 7+020	100.00	-1.13%	0.35	0.000213	0.089975	0.213276
351	7+020- 7+040	100.00	-1.13%	0.35	0.000213	0.090188	0.213276
352	7+040- 7+060	100.00	-1.13%	0.35	0.000213	0.090401	0.213276
353	7+060- 7+080	100.00	-1.13%	0.35	0.000213	0.090614	0.213276
354	7+080- 7+100	100.00	-1.13%	0.35	0.000213	0.090828	0.213276
355	7+100- 7+120	100.00	-1.13%	0.35	0.000213	0.091041	0.213276
356	7+120- 7+140	100.00	-1.13%	0.35	0.000213	0.091254	0.213276
357	7+140- 7+160	100.00	-0.60%	0.30	0.000183	0.091437	0.182808
358	7+160- 7+180	100.00	-0.60%	0.30	0.000183	0.091620	0.182808
359	7+180- 7+200	100.00	-0.60%	0.30	0.000183	0.091803	0.182808
360	7+200- 7+220	110.00	-0.60%	0.30	0.000201	0.092004	0.201089
361	7+220- 7+240	110.00	-0.60%	0.30	0.000201	0.092205	0.201089
362	7+240- 7+260	110.00	-0.60%	0.30	0.000201	0.092406	0.201089
363	7+260- 7+280	110.00	-0.60%	0.30	0.000201	0.092607	0.201089

364	7+280- 7+300	110.00	-0.60%	0.30	0.000201	0.092808	0.201089
365	7+300- 7+320	110.00	-0.60%	0.30	0.000201	0.093009	0.201089
366	7+320- 7+340	110.00	-0.60%	0.30	0.000201	0.093210	0.201089
367	7+340- 7+360	110.00	-0.60%	0.30	0.000201	0.093411	0.201089
368	7+360- 7+380	110.00	-0.60%	0.30	0.000201	0.093612	0.201089
369	7+380- 7+400	110.00	-0.60%	0.30	0.000201	0.093813	0.201089
370	7+400- 7+420	102.00	-0.60%	0.30	0.000186	0.094000	0.186464
371	7+420- 7+440	102.00	-0.60%	0.30	0.000186	0.094186	0.186464
372	7+440- 7+460	102.00	-0.60%	0.30	0.000186	0.094373	0.186464
373	7+460- 7+480	102.00	-0.60%	0.30	0.000186	0.094559	0.186464
374	7+480- 7+500	102.00	-0.60%	0.30	0.000186	0.094746	0.186464
375	7+500- 7+520	102.00	-0.60%	0.30	0.000186	0.094932	0.186464
376	7+520- 7+540	102.00	-0.60%	0.30	0.000186	0.095119	0.186464
377	7+540- 7+560	102.00	-0.60%	0.30	0.000186	0.095305	0.186464
378	7+560- 7+580	102.00	-0.60%	0.30	0.000186	0.095492	0.186464
379	7+580- 7+600	102.00	-0.60%	0.30	0.000186	0.095678	0.186464
380	7+600- 7+620	112.00	-0.60%	0.30	0.000205	0.095883	0.204745
381	7+620- 7+640	112.00	-0.60%	0.30	0.000205	0.096088	0.204745
382	7+640- 7+660	112.00	-0.60%	0.30	0.000205	0.096292	0.204745
383	7+660- 7+680	112.00	-0.60%	0.30	0.000205	0.096497	0.204745
384	7+680- 7+700	112.00	-0.60%	0.30	0.000205	0.096702	0.204745
385	7+700- 7+720	112.00	-0.60%	0.30	0.000205	0.096907	0.204745
386	7+720- 7+740	112.00	-0.60%	0.30	0.000205	0.097111	0.204745
387	7+740- 7+760	112.00	-0.60%	0.30	0.000205	0.097316	0.204745
388	7+760- 7+780	112.00	-0.60%	0.30	0.000205	0.097521	0.204745
389	7+780- 7+800	112.00	-0.60%	0.30	0.000205	0.097726	0.204745
390	7+800- 7+820	112.00	-0.60%	0.30	0.000205	0.097930	0.204745
391	7+820- 7+840	112.00	-0.60%	0.30	0.000205	0.098135	0.204745
392	7+840- 7+860	112.00	-0.60%	0.30	0.000205	0.098340	0.204745
393	7+860- 7+880	112.00	-0.60%	0.30	0.000205	0.098545	0.204745
394	7+880- 7+900	112.00	-0.60%	0.30	0.000205	0.098749	0.204745
395	7+900- 7+920	112.00	-0.60%	0.30	0.000205	0.098954	0.204745
396	7+920- 7+940	112.00	-0.60%	0.30	0.000205	0.099159	0.204745
397	7+940- 7+960	112.00	-0.60%	0.30	0.000205	0.099364	0.204745
398	7+960- 7+980	112.00	-0.60%	0.30	0.000205	0.099568	0.204745
399	7+980- 8+000	112.00	-0.60%	0.30	0.000205	0.099773	0.204745
400	8+000- 8+020	112.00	-0.60%	0.30	0.000205	0.099978	0.204745
401	8+020- 8+040	112.00	-0.60%	0.30	0.000205	0.100183	0.204745
402	8+040- 8+060	112.00	-0.60%	0.30	0.000205	0.100387	0.204745
403	8+060- 8+080	112.00	-0.60%	0.30	0.000205	0.100592	0.204745
404	8+080- 8+100	112.00	-0.60%	0.30	0.000205	0.100797	0.204745
405	8+100- 8+120	112.00	-0.60%	0.30	0.000205	0.101002	0.204745
406	8+120- 8+140	112.00	-0.60%	0.30	0.000205	0.101206	0.204745
407	8+140- 8+160	112.00	-0.60%	0.30	0.000205	0.101411	0.204745
408	8+160- 8+180	112.00	-0.60%	0.30	0.000205	0.101616	0.204745

409	8+180- 8+200	112.00	-0.60%	0.30	0.000205	0.101820	0.204745
410	8+200- 8+220	120.00	-0.60%	0.30	0.000219	0.102040	0.219370
411	8+220- 8+240	120.00	-0.60%	0.30	0.000219	0.102259	0.219370
412	8+240- 8+260	120.00	-0.60%	0.30	0.000219	0.102479	0.219370
413	8+260- 8+280	120.00	-0.60%	0.30	0.000219	0.102698	0.219370
414	8+280- 8+300	120.00	-0.60%	0.30	0.000219	0.102917	0.219370
415	8+300- 8+320	120.00	2.19%	0.35	0.000256	0.103173	0.255931
416	8+320- 8+340	120.00	2.19%	0.35	0.000256	0.103429	0.255931
417	8+340- 8+360	120.00	2.19%	0.35	0.000256	0.103685	0.255931
418	8+360- 8+380	120.00	2.19%	0.35	0.000256	0.103941	0.255931
419	8+380- 8+400	120.00	2.19%	0.35	0.000256	0.104197	0.255931
420	8+400- 8+420	108.00	2.19%	0.35	0.000230	0.104427	0.230338
421	8+420- 8+440	108.00	2.19%	0.35	0.000230	0.104658	0.230338
422	8+440- 8+460	108.00	2.19%	0.35	0.000230	0.104888	0.230338
423	8+460- 8+480	108.00	2.19%	0.35	0.000230	0.105118	0.230338
424	8+480- 8+500	108.00	2.19%	0.35	0.000230	0.105349	0.230338
425	8+500- 8+520	108.00	2.19%	0.35	0.000230	0.105579	0.230338
426	8+520- 8+540	108.00	2.19%	0.35	0.000230	0.105809	0.230338
427	8+540- 8+560	108.00	2.19%	0.35	0.000230	0.106040	0.230338
428	8+560- 8+580	108.00	2.19%	0.35	0.000230	0.106270	0.230338
429	8+580- 8+600	108.00	2.19%	0.35	0.000230	0.106500	0.230338
430	8+600- 8+620	112.00	2.19%	0.35	0.000239	0.106739	0.238869
431	8+620- 8+640	112.00	2.19%	0.35	0.000239	0.106978	0.238869
432	8+640- 8+660	112.00	2.19%	0.35	0.000239	0.107217	0.238869
433	8+660- 8+680	112.00	2.19%	0.35	0.000239	0.107456	0.238869
434	8+680- 8+700	112.00	0.54%	0.30	0.000205	0.107661	0.204745
435	8+700- 8+720	112.00	0.54%	0.30	0.000205	0.107865	0.204745
436	8+720- 8+740	112.00	0.54%	0.30	0.000205	0.108070	0.204745
437	8+740- 8+760	112.00	0.54%	0.30	0.000205	0.108275	0.204745
438	8+760- 8+780	112.00	0.54%	0.30	0.000205	0.108480	0.204745
439	8+780- 8+800	112.00	0.54%	0.30	0.000205	0.108684	0.204745
440	8+800- 8+820	132.00	0.54%	0.30	0.000241	0.108926	0.241307
441	8+820- 8+840	132.00	0.54%	0.30	0.000241	0.109167	0.241307
442	8+840- 8+860	132.00	0.54%	0.30	0.000241	0.109408	0.241307
443	8+860- 8+880	132.00	0.54%	0.30	0.000241	0.109650	0.241307
444	8+880- 8+900	132.00	0.54%	0.30	0.000241	0.109891	0.241307
445	8+900- 8+920	132.00	0.54%	0.30	0.000241	0.110132	0.241307
446	8+920- 8+940	132.00	0.54%	0.30	0.000241	0.110373	0.241307
447	8+940- 8+960	132.00	0.54%	0.30	0.000241	0.110615	0.241307
448	8+960- 8+980	132.00	0.54%	0.30	0.000241	0.110856	0.241307
449	8+980- 9+000	132.00	0.54%	0.30	0.000241	0.111097	0.241307
450	9+000- 9+020	72.00	0.54%	0.30	0.000132	0.111229	0.131622
451	9+020- 9+040	72.00	0.54%	0.30	0.000132	0.111361	0.131622
452	9+040- 9+060	72.00	0.54%	0.30	0.000132	0.111492	0.131622
453	9+060- 9+080	72.00	0.54%	0.30	0.000132	0.111624	0.131622

454	9+080- 9+100	72.00	0.54%	0.30	0.000132	0.111756	0.131622
455	9+100- 9+120	90.00	0.54%	0.30	0.000165	0.111920	0.164527
456	9+120- 9+140	90.00	0.54%	0.30	0.000165	0.112085	0.164527
457	9+140- 9+160	90.00	0.54%	0.30	0.000165	0.112249	0.164527
458	9+160- 9+180	90.00	0.54%	0.30	0.000165	0.112414	0.164527
459	9+180- 9+200	90.00	0.54%	0.30	0.000165	0.112578	0.164527
460	9+200- 9+220	126.00	0.54%	0.30	0.000230	0.112808	0.230338
461	9+220- 9+240	126.00	0.54%	0.30	0.000230	0.113039	0.230338
462	9+240- 9+260	126.00	0.54%	0.30	0.000230	0.113269	0.230338
463	9+260- 9+280	126.00	0.54%	0.30	0.000230	0.113499	0.230338
464	9+280- 9+300	126.00	0.54%	0.30	0.000230	0.113730	0.230338
465	9+300- 9+320	126.00	0.54%	0.30	0.000230	0.113960	0.230338
466	9+320- 9+340	126.00	0.54%	0.30	0.000230	0.114191	0.230338
467	9+340- 9+360	126.00	0.54%	0.30	0.000230	0.114421	0.230338
468	9+360- 9+380	126.00	0.54%	0.30	0.000230	0.114651	0.230338
469	9+380- 9+400	126.00	0.54%	0.30	0.000230	0.114882	0.230338
470	9+400- 9+420	178.00	0.54%	0.30	0.000325	0.115207	0.325399
471	9+420- 9+440	178.00	1.16%	0.35	0.000380	0.115587	0.379632
472	9+440- 9+460	178.00	1.16%	0.35	0.000380	0.115966	0.379632
473	9+460- 9+480	178.00	1.16%	0.35	0.000380	0.116346	0.379632
474	9+480- 9+500	178.00	1.16%	0.35	0.000380	0.116725	0.379632
475	9+500- 9+520	178.00	1.16%	0.35	0.000380	0.117105	0.379632
476	9+520- 9+540	178.00	1.16%	0.35	0.000380	0.117485	0.379632
477	9+540- 9+560	178.00	1.16%	0.35	0.000380	0.117864	0.379632
478	9+560- 9+580	178.00	1.16%	0.35	0.000380	0.118244	0.379632
479	9+580- 9+600	178.00	1.16%	0.35	0.000380	0.118624	0.379632
480	9+600- 9+620	114.00	1.16%	0.35	0.000243	0.118867	0.243135
481	9+620- 9+630	57.00	1.16%	0.35	0.000122	0.118988	0.121567
					Σ=	0.118988	118.988312

Fuente: Elaboración propia

De los datos evaluados se obtiene un caudal máximo acumulado de 0.119m³/s y una intensidad de precipitación máxima de 78.91mm/h, valores considerados los puntos críticos del pavimento respecto a la zona donde se encuentra ubicado nuestro tramo evaluado, así mismo los datos determinaran si el concreto permeable cumple la función de infiltrar el agua pluvial.

4.2. Concreto permeable

Una vez se obtengan las propiedades de los agregados del concreto permeable, es indispensable mezclar los insumos en las proporciones que se obtengan del diseño de mezcla del concreto permeable, para cumplir con la resistencia de diseño y adquirir su propiedad de permeabilidad mediante ensayos.

Para realizar en diseño de mezcla del concreto permeable se tuvo referencia el reporte en concreto permeable (report on pervious concreto, ACI 522R-10) y la Guía para selección de proporciones para concreto con cero slump (Guide for selecting proportions for non-slump concreto, ACI 211.3R), ambos con información y consideraciones necesarias para realizar el diseño de la mezcla, con las proporciones de los materiales requeridas.

4.2.1. Propiedades de los Agregados

Se utilizaron agregados de origen de la cantera La isla perteneciente al distrito de Alca, para el diseño del concreto permeable se escogió agregado grueso de tamaño máximo nominal de $\frac{3}{4}$ " y agregado fino, para obtener sus propiedades principales de peso unitario suelto y compactado, peso específico aparente y normal, porcentaje de absorción y contenido de humedad.

En la tabla 19, se muestra las propiedades obtenidas en laboratorio para el agregado grueso.

ITEM	DESCRIPCIÓN	VALOR	UNIDAD
1	Tamaño máximo nominal	$\frac{3}{4}$ "	Pulgada
2	Peso unitario suelto	1.460	g/cm ³
3	Peso unitario compactado	1.607	g/cm ³
4	Peso específico Nominal	2.750	g/cm ³
5	Peso específico Aparente	2.930	g/cm ³
6	Contenido de Humedad	0.15	%
7	Absorción	3.40	%

Tabla 19: Características del agregado grueso de $\frac{3}{4}$ ".

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 20, se muestra las propiedades obtenidas en laboratorio para el agregado fino.

ITEM	DESCRIPCIÓN	VALOR	UNIDAD
1	Tamaño máximo nominal	-	-
2	Peso unitario suelto	1.708	g/cm ³
3	Peso unitario compactado	1.948	g/cm ³
4	Peso específico Nominal	2.600	g/cm ³
5	Peso específico Aparente	2.460	g/cm ³
6	Contenido de Humedad	1.16	%
7	Absorción	2.27	%

Tabla 20: Características del agregado fino.

Fuente: Elaboración propia.

Estas propiedades de los agregados sirvieron para efectuar el diseño de mezcla del concreto permeable.

4.2.2. Cemento

Se decidió trabajar Cemento Portland tipo IP de marca Yura cumpliendo con lo especificado en el ASTM C150, además por considerarse el más usado en la región Arequipa. Su propiedad de peso específico de este insumo fue considerado el promedio de su peso específico (entre 2.77 a 2.85 gr/cm³) igual a 2.81 gr/cm³ tal como indica su ficha técnica.

4.2.3. Agua

Se utilizo agua potable de la ciudad de Arequipa. En cuanto al importe de este insumo Bautista menciona que la relación agua-cemento (a/c) de los concretos permeables son relativamente bajas (generalmente entre 0.26 a 0.40), ya que, si presenta una porción de agua excesiva, conducirá al drenaje de la pasta y, por ende, luego la obstrucción del sistema de poros. Para este diseño se consideró una relación agua-cemento de 0.40.

4.2.4. Aditivos

Los aditivos son insumos que se adicionan a la mezcla y altera de alguna forma las propiedades de hidratación. En nuestro diseño se optó por utilizar aditivos modificadores de viscosidad y reductores de agua.

Aditivo Modificador de Viscosidad (Viscocrete 1110)

Este tipo de aditivo es empleado para Concreto para climas cálidos y/o sometidos a trayectos largos o espera antes de su utilización. Caso de la zona en estudio.

Aditivo Reductor de agua (SikaCem)

Este tipo de aditivo es empleado para mejorar la trabajabilidad del concreto, facilitando su colocación, además de reducir la cantidad de agua y la exudación incrementando la resistencia a la compresión.

4.3. Diseño de mezcla

Los ensayos realizados a los principales insumos del concreto permeable, tales como el agregado grueso y fino se toman como datos de ingreso para realizar el diseño de mezcla. Además, se toma como referencia las recomendaciones de los antecedentes, con el fin de implementar el concreto permeable en pavimento y que permita ser una alternativa de drenaje de aguas, por su principal propiedad de este concreto que es la filtración de agua.

4.3.1. Criterios de diseño de mezcla

Las principales variables que afectan las propiedades mecánicas del concreto permeable son las relaciones de agua-cemento y agregado-cemento. Se ha considerado aceptable un vasto rango de valores de cemento dependiendo de la aplicación específica.

La tabla 21 nos brinda los rangos típicos de proporciones de material en concreto permeable. (valores referenciales)

Parámetro	Rango (Kg/m ³)
Materiales cementantes, kg/m ³	270 - 415
Agregado, kg/m ³	1190 - 1480
Relación agua-cemento, en peso	0.26 - 0.45
Relación agregado-cemento, en peso	4 - 4.5:1
Relación agregado fino-agregado grueso, en peso	0 - 1:1

Tabla 21: Rangos típicos de proporciones de material en concreto permeable.

Fuente: (ACI 522R-10)

4.3.2. Relación agua – cemento (a/c)

La relación de agua-cemento repercute significativamente en las propiedades de la mezcla. Si la adición de agua es insuficiente se tendrá como resultado una baja resistencia a la compresión y una mezcla sin consistencia. El exceso de agua hará que la pasta selle los

huecos de la mezcla y también lave los agregados, exponiéndolos, por lo que su resistencia al desgaste es baja.

La elección de la mejor relación a/c depende principalmente de la gradación y las propiedades físicas del agregado grueso y del volumen del material cementoso en la mezcla.

Al comprimir y liberar una pequeña cantidad de la mezcla, la mezcla no debe romperse o la pasta no debe fluir lejos de las partículas agregadas.

La consistencia correcta generalmente se obtiene mediante un proceso de inspección que asegura que cada mezcla contenga suficiente cemento pastoso para cubrir las partículas gruesas con una película suave para darle un brillo metálico.

La relación a/c para obtener la trabajabilidad necesaria por experiencia está en el intervalo de 0,26 a 0,45 lo que puede brindar una buena cobertura de agregado y suficiente estabilidad de mezcla.

4.3.3. Contenido de agregado grueso

De las pruebas de peso unitario seco-compactado de agregado grueso (b/bo) realizado por National Aggregates Association (NAA) muestran que según ASTM C29 puede utilizarse el peso unitario seco-compactado del agregado grueso en la proporción del concreto permeable.

Dónde:

b/bo = volumen seco compactado de agregado grueso por unidad de volumen de concreto.

b = volumen de agregado grueso por unidad de volumen de concreto.

bo = volumen de agregado grueso por unidad de volumen de agregado grueso.

El valor b/bo automáticamente se compensa por los efectos de las diferentes formas de las partículas de los agregados, la graduación o tamaño, y el peso específico.

Además, para un rango de agregados de tamaño máximo nominal normalmente usados para concreto permeable (3/8" a 3/4") los valores b/b_o son muy similares (ACI 522R-10).

Agregado Fino (%)	(b/b _o)	
	Huso 8 (3/8")	Huso 67 (3/4")
	9.5 mm	19.0 mm
0	0.99	0.99
10	0.93	0.93
20	0.85	0.86

Tabla 22: Valores b/b_o efectivos

Fuente: (Apéndice 6 – ACI 522R-10)

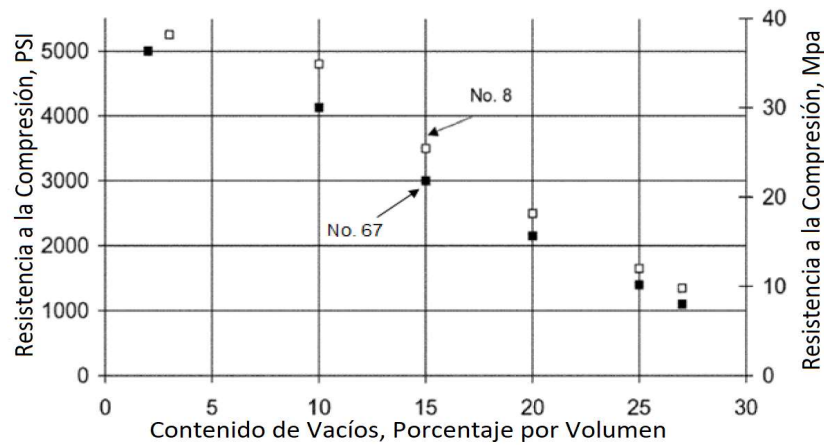


Fig. 17: Relación entre el contenido de vacíos y la resistencia a la compresión a los 28 días, para el tamaño de agregado N° 67 y N° 8.

Fuente: (Apéndice 6 – ACI 522R-10).

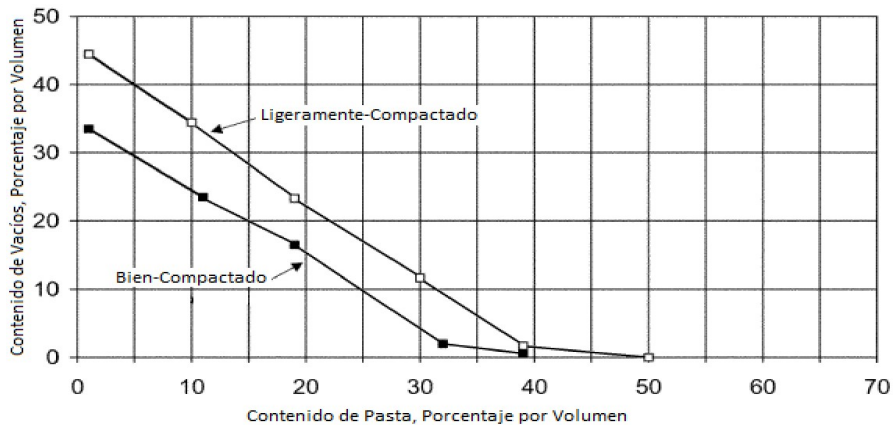


Fig. 18: Relación del contenido de vacíos y el contenido de pasta, para agregado N° 67 y N° 8.

Fuente: (Apéndice 6 – ACI 522R-10).

4.4. Procedimiento de diseño

Para la elección del diseño se ha tomado como referencia las recomendaciones de las referencias.

4.4.1. Determinación de contenido de vacíos por la resistencia a la compresión

En el siguiente grafico se puede observar valores de resistencia desarrollados de los 28 días en relación con el contenido de vacíos por testigos elaborados de concreto permeable con agregados gruesos de tamaño N° 08 y N° 67.

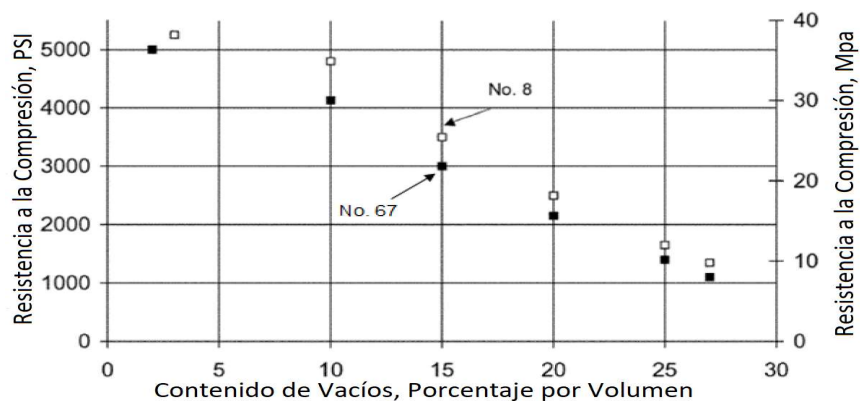


Fig. 19: Relación entre el contenido de vacíos y la resistencia a la compresión a los 28 días, para el tamaño de agregado N ° 67 y N ° 8

Fuente: (Apéndice 6 – ACI 522R-10).

Para el presente diseño se ha optado por contar con una resistencia a la compresión de 210kg/cm^2 (3000PSI) a los 28 días, en tal sentido en el gráfico podemos obtener los valores de contenido de vacíos máximo recomendado (15%) para la elaboración de concreto permeable con agregados de tamaños No 67 (3/4") en este caso. De esta forma podemos obtener el contenido de vacíos máximos para llegar a la resistencia referencial del diseño.

4.4.2. Determinación de volumen de pasta

Después de haber definido la resistencia a la compresión referencial y el contenido de vacíos se podrá determinar el volumen de la pasta de acuerdo al (ACI 522R-10 y ACI-211.3R-02). A partir del contenido de vacíos, se puede obtener el porcentaje de volumen de pasta para la mezcla.

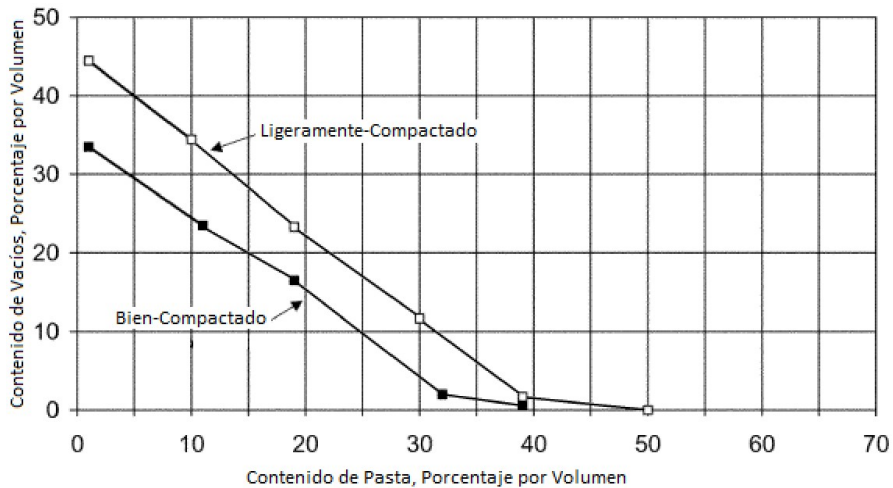


Fig. 20: Relación del contenido de vacíos y el contenido de pasta, para agregado N° 67 y N° 8.

Fuente: (Apéndice 6 – ACI 522R-10).

En la figura 19 se puede observar dos curvas que representa el contenido de vacíos en relación con el contenido de pasta, el cual determina el tipo de compactación que tendrá durante la elaboración y vaciado del concreto permeable. Estas están definidas por: bien compactado donde hay una reducción del volumen de pasta y la ligeramente compactado que aumenta el volumen de pasta, esta condición es determinada por un mismo porcentaje de vacíos.

Cuando el agregado fino es utilizado, el volumen de pasta debe ser reducido por un 2% por cada 10% de agregado fino del agregado total para concreto permeable bien compactado, y por 1% por cada 10% de agregado fino del agregado total para concreto permeable ligeramente compactado. Estas reducciones son necesarias para mantener el mismo porcentaje de vacíos por volumen. (ACI 211.3R-02).

Para este diseño de concreto permeable se tomará como dato el 15% de contenido de vacíos obtenida para una resistencia a la compresión de 210kg/cm². Con este dato se podrá determinar el volumen de pasta requerida, además de considerar un bien compactado.

Para determinar la mejor opción de diseño de mezcla se tomará como única varianza la aplicación de finos por lo que de realizarán 3 diseños de mezcla: sin finos, con 10% de finos y 20% de finos.

Ya definido el volumen de pasta mediante la figura 19, se hallará el cemento y agua por metro cubico de mezcla, para ello se partirá con las siguientes formulas:

$$\text{Volumen de pasta} = \text{Volumen Cemento} + \text{Volumen de Agua} \quad \text{Ec. (1)}$$

Donde:

$$\text{Volumen} = \frac{\text{Masa}}{\text{P. esp.}} \quad \text{Ec. (2)}$$

Reemplazando la Ec. (1) en la Ec. (2):

$$V_p = \frac{c}{\text{P. esp. Cemento}} + \frac{a}{\text{P. esp. Agua}} \quad \text{Ec. (3)}$$

Donde “c” es la masa del cemento y “a” es la masa del agua, si la relación agua-cemento es a/c entonces se puede deducir que:

$$a = \left(\frac{a}{c}\right) \times c \quad \text{Ec. (4)}$$

Reemplazando la Ec. (4) en la Ec. (3), se obtiene:

$$V_p = \frac{c}{\text{P. esp. Cemento}} + \frac{\left(\frac{a}{c}\right) \times c}{\text{P. esp. Agua}} \quad \text{Ec. (5)}$$

Teniendo en consideración que el peso específico del cemento es su promedio de 2810 y el agua es de 1000 se tiene que:

$$V_p = \frac{c}{2810} + \frac{\left(\frac{a}{c}\right) \times c}{1000} \quad \text{Ec. (6)}$$

En este punto se deberá tener en consideración las recomendaciones del ACI 211.3R-02 en cuanto al uso de agregado fino donde indica que cuando el agregado fino es utilizado, el volumen de pasta debe ser reducido por un 2% por cada 10% de agregado fino del agregado total para concreto permeable bien compactado, y por 1% por cada 10% de agregado fino del agregado total para concreto permeable ligeramente compactado. Estas reducciones son necesarias para mantener el mismo porcentaje de vacíos por volumen. (ACI 211.3R-02).

4.4.3. Determinación de la relación agua-cemento (a/c)

Para la relación agua-cemento, el informe de ACI 211 3R-02, recomienda usar una relación agua-cemento entre 0.35 y 0.45, que asegura de que la

pasta cubra completamente todos los aglomerados de la pasta y conéctelos de manera que no afecte la formación de poros y la permeabilidad.

Un uso en exceso de agua generará una pasta que sellará los vacíos que es la principal característica de este tipo de concreto y un bajo uso del agua provocará una mala unión entre los agregados.

Para el presente diseño y teniendo en cuenta las recomendaciones de las referencias se tomará una relación a/c de 0.40.

4.5. Diseños de mezcla del Concreto Permeable

Para la presente investigación se realizaron 3 diseños de mezcla, de los cuales estarán definidos por la aplicación de finos, es decir: sin finos, 10% y 20% de finos. Esto determinará que diseño es adecuado para su utilización como pavimento de una resistencia a la compresión de 210kg/cm².

En los diseños se adicione aditivo Viscocrete 1110 de la marca SIKA (aditivo superplastificante reductor de agua con retardo) y Sikacem de la marca SIKA (reductor de agua y la exudación incrementando la resistencia a la compresión)

Tabla 23: Criterios de diseño de mezcla de concreto permeable.

Fuente: Elaboración propia

DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO PERMEABLE							
Diseño	F'c (kg/cm ²)	Ag. Grueso (Huso - TMN)	Ag. fino	% Vacíos	Relación a/c	Aditivos (SIKA)	
CP-1	210	67 - 3/4"	0%	15%	0.4	Viscocrete 1110	Sikacem
CP-2	210	67 - 3/4"	10%	15%	0.4	Viscocrete 1110	Sikacem
CP-3	210	67 - 3/4"	20%	15%	0.4	Viscocrete 1110	Sikacem

4.5.1. Diseño de mezcla CP-1 con 0% finos

Ver anexo

4.5.2. Diseño de mezcla CP-2 con 10% finos

Ver anexo

4.5.3. Diseño de mezcla CP-3 con 20% finos

Ver anexo

4.5.4. Proporción en pesos de los diseños de mezcla

Tabla 24: Proporción en peso.

Proporción en pesos			
Insumos	0 % finos	10 % finos	20 % finos
Cemento	1.00	1.00	1.00
Ag. Grueso	6.77	6.97	7.18
Ag. Fino	0.00	0.70	1.62
Agua	16.57	16.21	15.75
Viscocrete	1.32	1.19	1.06
Sikacem	1.59	1.43	1.27

Fuente: Elaboración propia.

4.6. Ensayos realizados en el concreto permeable

4.6.1. Ensayos en estado fresco

4.6.1.1. Ensayo de asentamiento del concreto

El método más utilizado para concretos convencionales es la prueba de Slump o revenimiento (ASTM C-143, NTP 339.035), cabe resaltar un punto importante que debe ser mencionado y es que la característica principal del concreto permeable es su slump de cero, en tal sentido uno de los métodos es el ensayo de cono invertido dado por la ASTM C-995, su trabajabilidad se mide por la dificultad de que la mezcla porosa pase por el orificio más pequeño del cono solo por gravedad, sin ningún tipo de compactación.

A. Equipos utilizados

- Cono de Abrams
- Plancha base
- Varilla metálica
- Cucharón
- Flexómetro

B. Descripción del procedimiento

- Humedecer los equipos que estarán en contacto con el concreto.
- Colocar la plancha en una base plana.
- Colocar el cono en el centro de la plancha.
- Se llena de concreto permeable al cono con el cucharón sin realizar algún tipo de compactación.

- Llenado el cono de Abrams se enrasará el material excedente y se limpiará las zonas.
- Levantar el cono en forma perpendicular a la base, luego se pondrá el cono a un lado de la mezcla.
- Medir el asentamiento de forma horizontal con el flexómetro.



Fig. 21: Llenado de cono de Abrams invertido.

Fuente: Elaboración propia.



Fig. 22: Ensayo de cono de Abrams invertido.

Fuente: Elaboración propia.

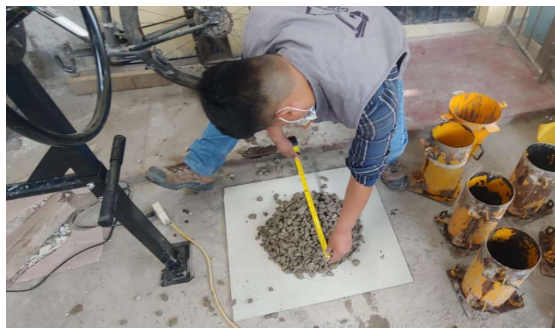


Fig. 23: Medición del diámetro de asentamiento de cono de Abrams invertido.

Fuente: Elaboración propia.

C. Resultados

Tabla 25: Slump del concreto permeable.

Fuente: Elaboración propia.

Diseño de mezclas	Probeta	Fecha de Vaciado	Hora	SLUMP (plg.)	SLUMP (cm.)	Slump promedio del Concreto (cm.)
CP-01 (0% FINOS)	1	10/02/2021	11:30:00	14.5	36.83	36.4
	2	10/02/2021	11:30:00			
	3	10/02/2021	11:30:00			
	4	10/02/2021	11:45:00	14.3	36.32	
	5	10/02/2021	11:45:00			
	6	10/02/2021	11:45:00			
	7	10/02/2021	12:00:00	14.2	36.07	
	8	10/02/2021	12:00:00			
	9	10/02/2021	12:00:00			
CP-02 (10% FINOS)	1	08/02/2021	09:00:00	15.3	38.86	38.4
	2	08/02/2021	09:00:00			
	3	08/02/2021	09:00:00			
	4	08/02/2021	09:20:00	15.1	38.35	
	5	08/02/2021	09:20:00			
	6	08/02/2021	09:20:00			
	7	08/02/2021	09:35:00	15	38.10	
	8	08/02/2021	09:35:00			
	9	08/02/2021	09:35:00			
CP-03 (20% FINOS)	1	09/02/2021	08:35:00	16	40.64	40.7
	2	09/02/2021	08:35:00			
	3	09/02/2021	08:35:00			
	4	09/02/2021	08:55:00	16	40.64	
	5	09/02/2021	08:55:00			
	6	09/02/2021	08:55:00			
	7	09/02/2021	09:10:00	16.1	40.89	
	8	09/02/2021	09:10:00			
	9	09/02/2021	09:10:00			

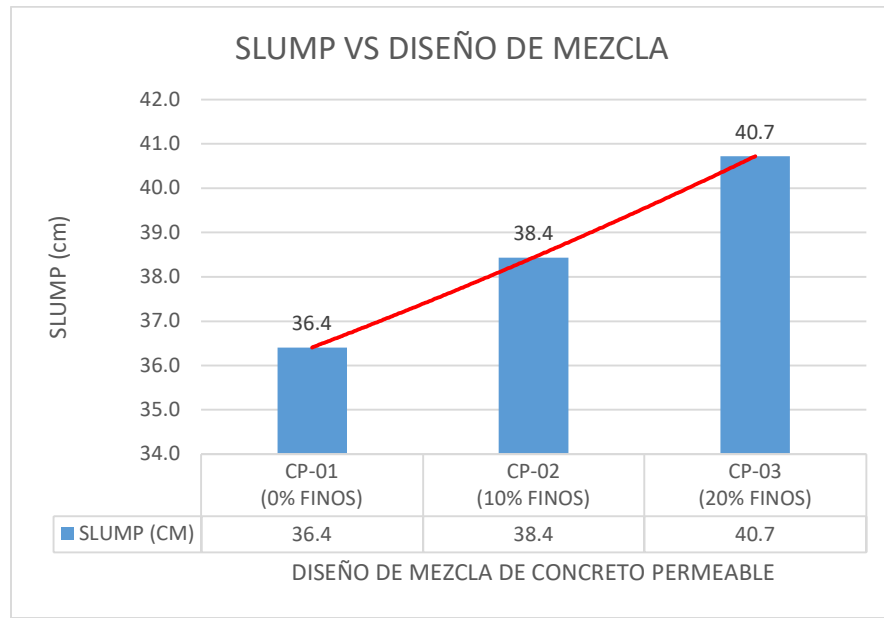


Fig. 24: Slump en relación con el diseño de mezcla de concreto permeable.

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 25 se observa los resultados obtenidos de los diseños de mezcla tras ser ensayados en laboratorio, se obtuvo que el diámetro del slump de forma horizontal varía según el porcentaje de fino en el diseño. El slump promedio para un diseño de concreto permeable sin presencia de finos (0% finos) es de 36.4 cm, para el del 10% de finos es de 38.4 cm y con 20% de finos es de 40.7cm. Por lo tanto, como se muestra en la figura 24 se puede concluir que el adicionar fino al concreto permeable genera una mayor trabajabilidad en el concreto.

4.6.1.2. Elaboración de especímenes de concreto

A continuación, se orientará como es el proceso de elaboración de los especímenes utilizados para determinar la resistencia a compresión y flexión de mezclas de concreto permeable.

A. Equipos utilizados

- Molde: El molde utilizado debe ser de acero, PVC u otros materiales no absorbentes.
- Varilla metálica 5/8"

- Mazo de goma
- Cucharón

B. Descripción del procedimiento

- Todas las herramientas deberán humedecerse previamente.
- En las probetas de 15 x 30cm, se coloca el concreto en tres capas de igual volumen.
- El final de cada capa debe compactado con 25 golpes distribuidos uniformemente en el área.
- La compactación debe ser realizado con la ayuda de una varilla de acero lisa con uno de los extremos redondeado.
- Después de compactar cada capa, se debe golpear el molde de 10 a 15 veces con un martillo de goma ayudando a la liberación de las burbujas de aire que puedan haber quedado atrapadas.
- En vigas de 15 x 15 x 60 cm, se coloca el concreto en dos capas de espesores iguales, es decir de 7.5 cm.
- La compactación se realizará con el martillo proctor, con 30 golpes que cubra toda la superficie del espécimen.
- Terminado el llenado de los especímenes en ambos casos se deberá usar la varilla para nivelar todas las partes sobrantes para lograr un acabado uniforme al espécimen.

C. Curado

- La superficie expuesta del molde se cubrirá con un paño mojado para evitar la evaporación del agua.
- Los especímenes pueden ser desmoldados después de 24 horas después de ser elaborados.
- Se etiquetará las probetas y vigas para su correcta clasificación y toma de datos.
- Las muestras serán colocadas en el pozo de curado hasta la fecha requerida.



Fig. 25: Medición de insumos para la elaboración del concreto permeable.

Fuente: Elaboración Propia.



Fig. 26: Enrasado de probetas cilíndricas de concreto permeable.

Fuente: Elaboración Propia.



Fig. 27: Compactado de vigas de concreto permeable.

Fuente: Elaboración Propia.



Fig. 28: Enrasado en moldes de viga para concreto permeable.

Fuente: Elaboración Propia.



Fig. 29: Acabado de muestras para vigas de concreto permeable.

Fuente: Elaboración Propia.

4.6.2. Ensayos en estado endurecido

4.6.2.1. Resistencia a la compresión Simple

Para el siguiente ensayo de toma como referencia la norma ASTM C-39 y NTP 339.035.

El ensayo tiene como fin determinar la resistencia a la compresión de las probetas de concreto permeable elaboradas según su diseño. Las pruebas se realizaron los días 7, 14, y 28, donde se obtendrá resultados representativos entre la resistencia a la compresión y la edad de rotura de las muestras.

A. Equipos utilizados

- Vernier
- Prensa de compresión

B. Descripción del procedimiento

- Se deberá dejar secar la muestra a ensayar por lo menos 2 horas antes de ser ensayada.
- Se tomará los diámetros de la probeta con el vernier.
- Colocar las probetas en la prensa de compresión.
- Se aplicará la carga de forma uniforme y continua.
- Registrar la carga máxima en kilogramos.
- Realizando una división entra la carga y el área de la probeta nos dará como resultado la resistencia a la compresión en kg/cm^2 .



Fig. 30: Medición del diámetro de probetas cilíndricas de concreto permeable

Fuente: Elaboración Propia.



Fig. 31: Roturas de probetas en prensa para obtener la resistencia a la compresión.

Fuente: Elaboración Propia.

C. Resultados

Tabla 26: Resistencia a la compresión del concreto permeable con 0% finos.

Fuente: Elaboración propia

Diseño de mezclas	Probeta	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Diámetro (cm)	Área (cm ²)	Carga (kgf)	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)	Promedio Resistencia a la compresión (kg/cm ²)
CP-01 (0% FINOS)	1	28/01/2021	04/02/2021	7 días	15.00	176.71	15759.00	89.18	91.02
	2	28/01/2021	04/02/2021	7 días	15.00	176.71	16635.00	94.13	
	3	28/01/2021	04/02/2021	7 días	14.80	172.03	15438.00	89.74	
	4	28/01/2021	11/02/2021	14 días	15.00	176.71	19039.00	107.74	105.00
	5	28/01/2021	11/02/2021	14 días	15.00	176.71	18506.00	104.72	
	6	28/01/2021	11/02/2021	14 días	15.00	176.71	18118.00	102.53	
	7	28/01/2021	25/02/2021	28 días	15.00	176.71	22098.00	125.05	121.09
	8	28/01/2021	25/02/2021	28 días	15.00	176.71	21709.00	122.85	
	9	28/01/2021	25/02/2021	28 días	15.00	176.71	20387.00	115.37	

Tabla 27: Resistencia a la compresión permeable con 10% finos.

Fuente: Elaboración propia

Diseño de mezclas	Probeta	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Diámetro (cm)	Área (cm ²)	Carga (kgf)	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)	Promedio Resistencia a la compresión (kg/cm ²)
CP-02 (10% FINOS)	1	29/01/2021	05/02/2021	7 días	15.00	176.71	21184.00	119.88	116.26
	2	29/01/2021	05/02/2021	7 días	15.10	179.08	20675.00	115.45	
	3	29/01/2021	05/02/2021	7 días	14.90	174.37	19782.00	113.45	
	4	29/01/2021	12/02/2021	14 días	15.10	179.08	26128.00	145.90	147.19
	5	29/01/2021	12/02/2021	14 días	15.00	176.71	25843.00	146.24	
	6	29/01/2021	12/02/2021	14 días	15.00	176.71	26404.00	149.42	
	7	29/01/2021	26/02/2021	28 días	14.90	174.37	32326.00	185.39	179.24
	8	29/01/2021	26/02/2021	28 días	15.00	176.71	30585.00	173.08	
	9	29/01/2021	26/02/2021	28 días	15.00	176.71	31676.00	179.25	

Tabla 28: Resistencia a la compresión del concreto permeable con 20% finos.

Fuente: Elaboración propia

Diseño de mezclas	Probeta	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Diámetro (cm)	Área (cm ²)	Carga (kgf)	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)	Promedio Resistencia a la compresión (kg/cm ²)
CP-03 (20% FINOS)	1	30/01/2021	06/02/2021	7 días	14.70	169.72	24706.00	145.57	137.11
	2	30/01/2021	06/02/2021	7 días	15.00	176.71	24237.00	137.15	
	3	30/01/2021	06/02/2021	7 días	15.20	181.46	23334.00	128.59	
	4	30/01/2021	13/02/2021	14 días	15.00	176.71	29662.00	167.85	167.90
	5	30/01/2021	13/02/2021	14 días	15.00	176.71	29342.00	166.04	
	6	30/01/2021	13/02/2021	14 días	15.00	176.71	30006.00	169.80	
	7	30/01/2021	27/02/2021	28 días	15.00	176.71	35878.00	203.03	199.37
	8	30/01/2021	27/02/2021	28 días	14.90	174.37	34117.00	195.66	
	9	30/01/2021	27/02/2021	28 días	15.00	176.71	35238.00	199.41	

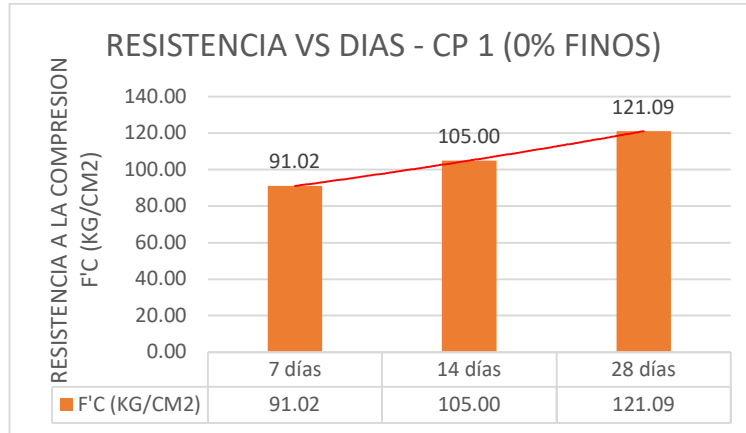


Fig. 32: Resistencia a la compresión del diseño con 0% de finos.

Fuente: Elaboración propia

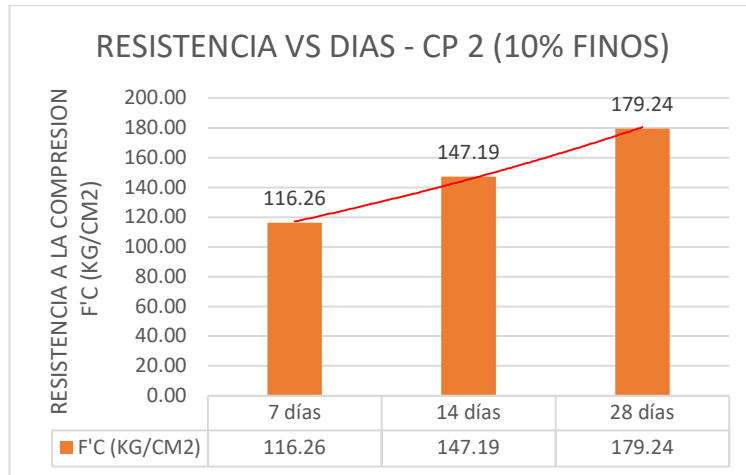


Fig. 33: Resistencia a la compresión del diseño con 10% de finos.

Fuente: Elaboración propia

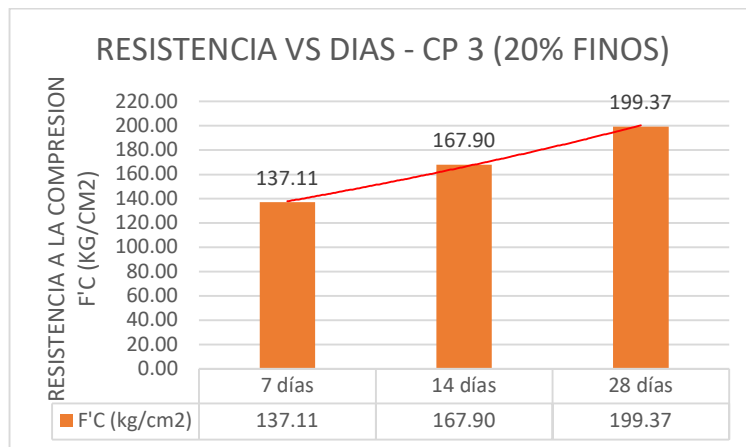


Fig. 34: Resistencia a la compresión del diseño con 20% de finos.

Fuente: Elaboración propia

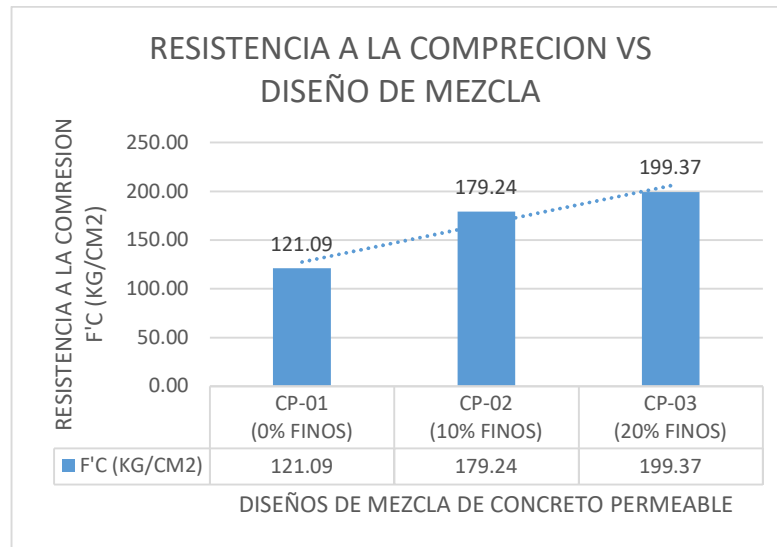


Fig. 35: Resistencia a la compresión de cada diseño de mezcla de concreto permeable.

Fuente: Elaboración propia

En las tablas 26, 27 y 28 se observa los resultados obtenidos tras ser ensayados en laboratorio, se obtuvo que la resistencia a la compresión varía según el porcentaje de fino en el diseño. En la fig. 35 se puede apreciar la resistencia a la compresión promedio a los 28 días para cada diseño de concreto permeable y se puede deducir que, para el diseño sin presencia de finos (0% finos) es de 121.09 kg/cm², para el 10% de finos es de 179.24 kg/cm² y con 20% de finos es de 199.37 kg/cm². Por lo tanto, el adicionar fino al concreto permeable genera una mayor resistencia a la compresión.

Los diseños de concreto permeable CP-01 (0% de finos), CP-02 (10% de finos) y CP-03 (20% de finos) no alcanzaron la resistencia de 210kg/cm², pero se debe indicar que el diseño CP-03 llega al 95% de la resistencia deseada.

4.6.2.2. Resistencia a la flexión

Para el siguiente ensayo de toma como referencia la norma ASTM C-78.

El ensayo tiene como fin determinar la resistencia a la flexión de las vigas de concreto permeable elaboradas según su diseño.

Las pruebas se realizaron los días 7 y 28, donde se obtendrá resultados representativos entre la resistencia a la flexión y la edad de ensayadas las muestras.

A. Equipos utilizados

- Vernier
- Prensa de ensayo

B. Descripción del procedimiento

- Se deberá dejar secar la muestra a ensayar por lo menos 2 horas antes de ser ensayada.
- Se medirán las probetas.
- La distancia entre la línea de apoyo y el extremo de la viga debe ser igual o superior a 2,5 cm.
- Marcar los soportes y partes de apoyo con líneas rectas, finas e indelebles que permitirá posicionar y alinear la muestra en la máquina.
- Se aplicará la carga prevista de rotura prevista hasta un 5%.
- Registrar la carga máxima en kilogramos.



Fig. 36: Ensayo de resistencia a la flexión para vigas de concreto permeable.

Fuente: Elaboración propia.



Fig. 37: Rotura de viga de concreto permeable.

Fuente: Elaboración propia.

C. Resultados

Tabla 29: Resistencia a la flexión concreto permeable con 0% finos.

Fuente: Elaboración propia

Diseño de mezclas	Muestra	Resistencia de Diseño f_c (kg/cm ²)	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Módulo de Rotura MR (kg/cm ²)
VIGUETA CP-01	1	210	28/01/2021	04/02/2021	7.00	0.03
VIGUETA CP-01	2	210	28/01/2021	25/02/2021	28.00	0.04

Tabla 30: Resistencia a la flexión concreto permeable con 10% finos.

Fuente: Elaboración propia

Diseño de mezclas	Muestra	Resistencia de Diseño f_c (kg/cm ²)	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Módulo de Rotura MR (kg/cm ²)
VIGUETA CP-02	1	210	29/01/2021	05/02/2021	7.00	20.35
VIGUETA CP-02	2	210	29/01/2021	26/02/2021	28.00	22.56

Tabla 31: Resistencia a la flexión concreto permeable con 20% finos.

Fuente: Elaboración propia

Diseño de mezclas	Muestra	Resistencia de Diseño f_c (kg/cm ²)	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Módulo de Rotura MR (kg/cm ²)
VIGUETA CP-03	1	210	30/01/2021	06/02/2021	7.00	23.87
VIGUETA CP-03	2	210	30/01/2021	27/02/2021	28.00	26.43

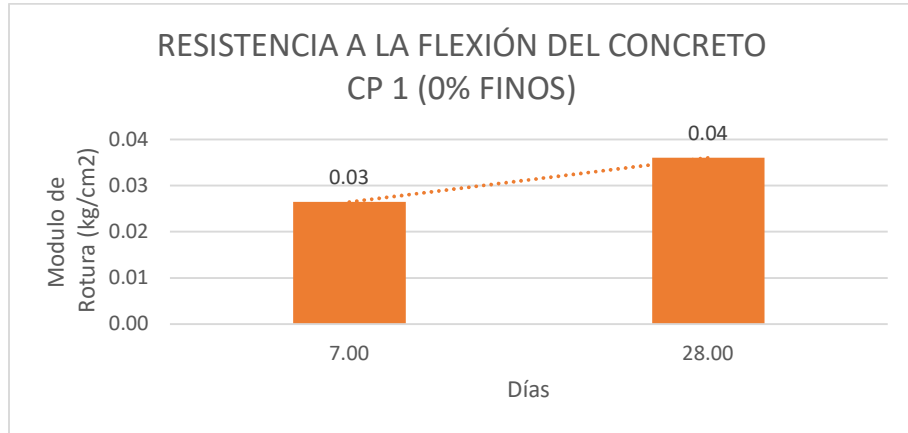


Fig. 38: Resistencia a la flexión del diseño con 0% de finos.

Fuente: Elaboración propia

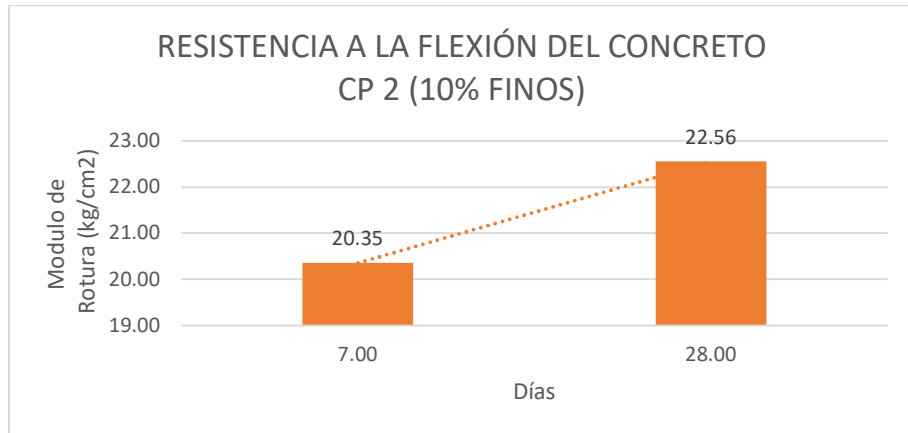


Fig. 39: Resistencia a la flexión del diseño con 10% de finos.

Fuente: Elaboración propia

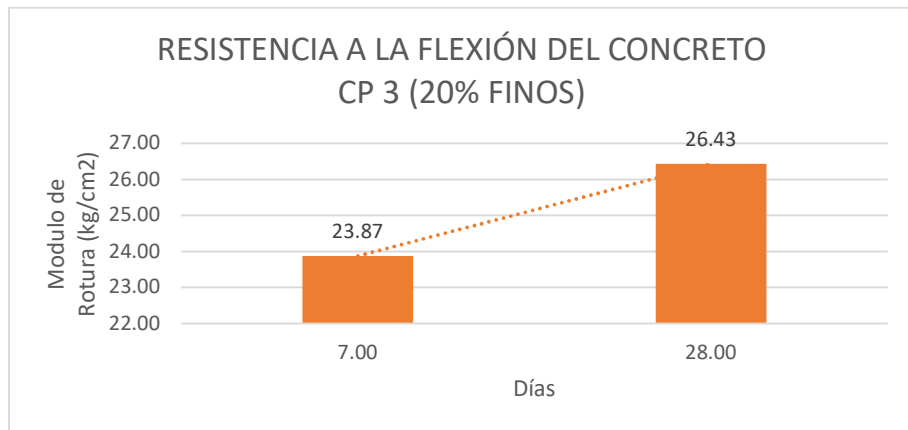


Fig. 40: Resistencia a la flexión del diseño con 20% de finos.

Fuente: Elaboración propia

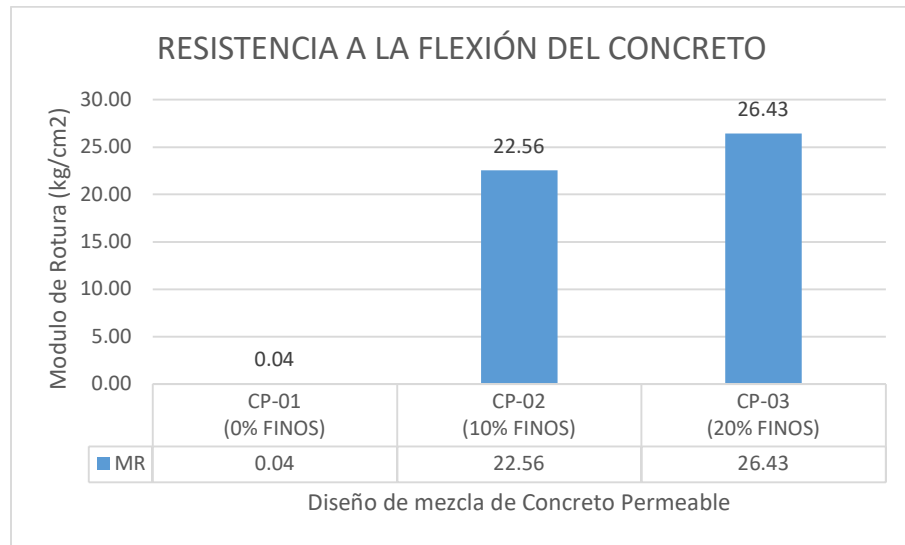


Fig. 41: Resistencia a la flexión de cada diseño de mezcla de concreto permeable.

Fuente: Elaboración propia.

En las tablas 29, 30 y 31 se observa los resultados obtenidos tras ser ensayados en laboratorio, se obtuvo que la resistencia a la flexión varía según el porcentaje de fino en el diseño. En las fig.38, 39 y 40 se puede apreciar la resistencia a la flexión a los 7 y 28 días para cada diseño de concreto permeable y se puede interpretar que para el diseño sin presencia de finos (0% finos) es de 0.04 kg/cm², para el del 10% de finos es de 22.56 kg/cm² y con 20% de finos es de 26.43 kg/cm² según se ve indicado en la fig.41. Por lo tanto, el adicionar fino al concreto permeable genera una mayor resistencia a la flexión, cabe mencionar que de los datos obtenidos se puede concluir que la propiedad a la resistencia a la flexión es baja en comparación a un concreto convencional.

4.6.2.3. Permeabilidad del concreto permeable

Para el siguiente ensayo de toma como referencia la norma ACI 522R-10

El ensayo tiene como fin determinar constatar la permeabilidad tomando como base la norma ACI 522R-10.

Para realizar la prueba de permeabilidad se elaboró un permeámetro de carga variable. Este equipo fue diseñado en base a tubería de PVC con diámetros variables.

A. Materiales del permeámetro

- Tubo de 6"
- Tubo de 4"
- Tubo de 2"
- Reducción de 6" a 4"
- Tapa de 4"
- Te de 4" a 2"
- Codo de 2"
- Válvula tipo bola de 2"

B. Equipos utilizados del ensayo

- Cronometro
- Permeámetro de carga variable

C. Elaboración del permeámetro

- Se tomo la tubería de 6" de igual diámetro de las probetas, en este caso se recubrió con material impermeable en el interior de la tubería para cubrir bien las paredes de la probeta, esta tubería 6" consta de una longitud de 45 cm (15 cm de la probeta y 30 cm de columna de agua) y se colocó la reducción de 6" a 4", luego se colocó la tubería Te de 4" a 2" y su tapa en la parte inferior de accesorio.
- Del terminal de 2" de la Te se empalmó la tubería de 2" conectada a la válvula del mismo diámetro que será quien de paso al agua y así poder determinar el tiempo que tarde el agua en descender.
- A la salida de la válvula de 2" se vuelve a empalmar una tubería de 2" que conectara a un codo de 2" para elevar dicha tubería de forma paralela a la tubería de 6" y teniendo en cuenta que la altura de esta tubería de 2" este a 1cm por encima de la probeta.

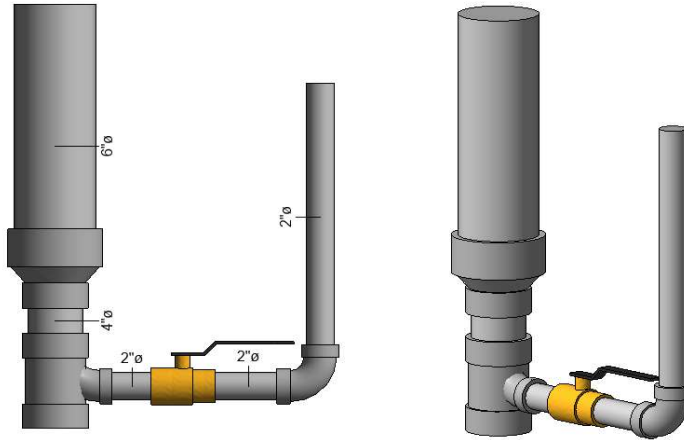


Fig. 42: Prototipo de permeámetro.

Fuente: Elaboración propia.

D. Descripción del procedimiento

- Se deberá colocar las probetas en la tubería de 6”.
- Una vez la probeta se encuentre completamente saturada y con la columna de agua establecida h_1 (30cm)
- Se procede a abrir la válvula de 2” para permitir la descarga, en ese momento de inicia en conteo.
- Una vez culminado la descarga de agua y este deje de drenar agua por la tubería de 2”, de tomará ese tiempo como t_2 .
- Para calcular el coeficiente de permeabilidad se tomará como base la ley de Darcy representada por la siguiente formula:

$$\text{Coeficiente de Permeabilidad } \left(\frac{\text{mm}}{\text{s}} \right) = \frac{L}{t} \times \frac{a}{A} \ln \left(\frac{h_1}{h_2} \right)$$

Donde:

L = Longitud de la Muestra (cm).

A = Área de la Muestra (cm²).

a = Área de la tubería de carga (cm²).

t = Tiempo que tarda en descargar (seg).

h_1 = Altura de agua desde la parte superior de la muestra (cm).

h_2 = Altura de salida de tubería a la parte superior de la muestra (cm).



Fig. 43: Permeámetro diseñado para el ensayo de permeabilidad.

Fuente: Elaboración propia.



Fig. 44: Recubrimiento de los especímenes para ser ensayados.

Fuente: Elaboración propia.



Fig. 45: Ensayo de permeabilidad de los especímenes.

Fuente: Elaboración propia.

E. Resultados

Permeabilidad para Concreto Permeable CP-01 (0% FINOS)

Tabla 32: Permeabilidad para Concreto Permeable CP-01 (0% FINOS).

Fuente: Elaboración propia

Diseño de mezclas	Muestra	Long. Muestra "L" (cm)	Diam. Muestra (cm)	Área de Muestra "A" (cm ²)	Diam. Interior de Tubería de Carga (cm)	Área de Tubería de Carga "a" (cm ²)	Altura de ingreso de agua "h1" (cm)	Altura de salida de agua "h2" (cm)	Tiempo (seg)	Coficiente de permeabilidad (cm/s)	Coficiente de permeabilidad (mm/s)
CP-01	1	30.00	15.00	176.71	15.00	176.71	30.00	28.00	4.52	0.46	4.58
	2	30.00	15.00	176.71	15.00	176.71	30.00	28.00	4.38	0.47	4.73
	3	30.00	15.00	176.71	15.00	176.71	30.00	28.00	4.42	0.47	4.68
	4	30.00	15.00	176.71	15.00	176.71	30.00	28.00	4.10	0.50	5.05
	5	30.00	15.00	176.71	15.00	176.71	30.00	28.00	4.05	0.51	5.11
	6	30.00	15.00	176.71	15.00	176.71	30.00	28.00	4.20	0.49	4.93
	7	30.00	15.00	176.71	15.00	176.71	30.00	28.00	4.05	0.51	5.11
	8	30.00	15.00	176.71	15.00	176.71	30.00	28.00	4.12	0.50	5.02
	9	30.00	15.00	176.71	15.00	176.71	30.00	28.00	4.07	0.51	5.09
									Promedio:	0.49	4.92

Permeabilidad para Concreto Permeable CP-02 (10% FINOS)

Tabla 33: Permeabilidad para Concreto Permeable CP-02 (10% FINOS).

Fuente: Elaboración propia

Diseño de mezclas	Muestra	Long. Muestra "L" (cm)	Diam. Muestra (cm)	Área de Muestra "A" (cm ²)	Diam. Interior de Tubería de Carga (cm)	Área de Tubería de Carga "a" (cm ²)	Altura de ingreso de agua "h1" (cm)	Altura de salida de agua "h2" (cm)	Tiempo (seg)	Coficiente de permeabilidad (cm/s)	Coficiente de permeabilidad (mm/s)
CP-02	1	30.00	15.00	176.71	15.00	176.71	30.00	28.00	10.00	0.21	2.07
	2	30.00	15.00	176.71	15.00	176.71	30.00	28.00	4.12	0.50	5.02
	3	30.00	15.00	176.71	15.00	176.71	30.00	28.00	4.38	0.47	4.73
	4	30.00	15.00	176.71	15.00	176.71	30.00	28.00	4.06	0.51	5.10
	5	30.00	15.00	176.71	15.00	176.71	30.00	28.00	4.15	0.50	4.99
	6	30.00	15.00	176.71	15.00	176.71	30.00	28.00	4.20	0.49	4.93
	7	30.00	15.00	176.71	15.00	176.71	30.00	28.00	4.15	0.50	4.99
	8	30.00	15.00	176.71	15.00	176.71	30.00	28.00	4.05	0.51	5.11
	9	30.00	15.00	176.71	15.00	176.71	30.00	28.00	4.10	0.50	5.05
									Promedio:	0.47	4.66

Permeabilidad para Concreto Permeable CP-03 (20% FINOS)

Tabla 34: Permeabilidad para Concreto Permeable CP-03 (20% FINOS).

Fuente: Elaboración propia

Diseño de mezclas	Muestra	Long. Muestra "L" (cm)	Diam. Muestra (cm)	Área de Muestra "A" (cm ²)	Diam. Interior de Tubería de Carga (cm)	Área de Tubería de Carga "a" (cm ²)	Altura de ingreso de agua "h1" (cm)	Altura de salida de agua "h2" (cm)	Tiempo (seg)	Coficiente de permeabilidad (cm/s)	Coficiente de permeabilidad (mm/s)
CP-03	1	30.00	15.00	176.71	15.00	176.71	30.00	28.00	4.25	0.49	4.87
	2	30.00	15.00	176.71	15.00	176.71	30.00	28.00	5.48	0.38	3.78
	3	30.00	15.00	176.71	15.00	176.71	30.00	28.00	4.64	0.45	4.46
	4	30.00	15.00	176.71	15.00	176.71	30.00	28.00	5.01	0.41	4.13
	5	30.00	15.00	176.71	15.00	176.71	30.00	28.00	5.04	0.41	4.11
	6	30.00	15.00	176.71	15.00	176.71	30.00	28.00	4.55	0.45	4.55
	7	30.00	15.00	176.71	15.00	176.71	30.00	28.00	5.27	0.39	3.93
	8	30.00	15.00	176.71	15.00	176.71	30.00	28.00	5.54	0.37	3.74
	9	30.00	15.00	176.71	15.00	176.71	30.00	28.00	5.45	0.38	3.80
									Promedio:	0.42	4.15

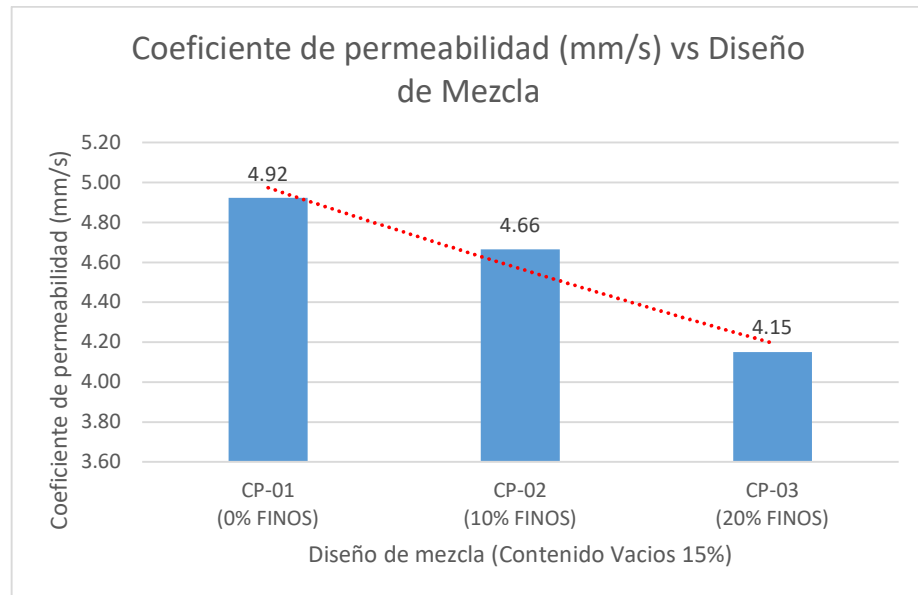


Fig. 46: Coeficiente de permeabilidad por cada diseño de mezcla de concreto permeable.

Fuente: Elaboración propia

En las tablas 32, 33 y 34 muestra la variación de los coeficientes de permeabilidad para los 3 diseños de mezcla de concreto permeable. Se obtuvo que para un concreto sin finos su permeabilidad es de 4.92 mm/s, con 10% de finos es de 4.66 mm/s y para 20% de finos se reduce a 4.15 mm/s. Se puede deducir de la fig. 46 que al adicionar finos al concreto permeable y su aumento en este tipo de concreto los coeficientes de permeabilidad decrece por ser este insumo quien reduce los espacios vacíos, propios del concreto permeable.

4.7. Aplicación de concreto permeable en prototipo

4.7.1. Introducción

Luego de que se encontrará el diseño de mezcla de concreto permeable que cumpla con la resistencia a la compresión (210kg/cm^2) y elaborado con los agregados de la zona, se procederá a realizar un prototipo. Para ello se realizó una losa representativa de concreto permeable, con el diseño elegido para demostrar los espesores de las capas de cada material.

El suelo donde se elaboró el prototipo no cuenta con estudios de suelos u otros ensayos, debido a que es solo de carácter demostrativo.

Las características del prototipo son de 1m².

4.7.2. Construcción del prototipo

El lugar donde se realizó la construcción del prototipo fue en una vivienda en el distrito de Paucarpata, ciudad de Arequipa, con agregados ensayados en laboratorio y traídos de la cantera la Isla del distrito de Alca provincia de Arequipa (lugar de esta investigación).

El prototipo consta de una losa de 1.0 m de largo y 1.0 m de ancho, con un espesor de 0.20 m dentro del rango recomendado (150 a 250 mm) del apéndice 2 de ACI 522 R. Además de considerar que la base granular recomendado en el apéndice 7 esta entre 150 a 300 mm y debe estar compuesto con material granular con no más de una cantidad moderada (10%) de limo o arcilla. La base granular no debe ser perturbada, embarrado, saturado o congelado cuando comienza la colocación. Los suelos de la subrasante del pie deben humedecerse antes de colocar el concreto. Si no se proporciona una sub base húmeda se obtendrá una reducción en la resistencia del pavimento y puede conducir a una falla prematura del pavimento. Para garantizar una compactación uniforme, los surcos de las ruedas deben ser rastrilladas y re compactadas antes de las operaciones de colocación de concreto. Si las propiedades de la sub base del suelo requieren que una cama de recarga agregada debe incorporarse en el diseño de drenaje in situ, se debe colocar en la sub base preparada, compactada, y se nivela a la elevación adecuada.

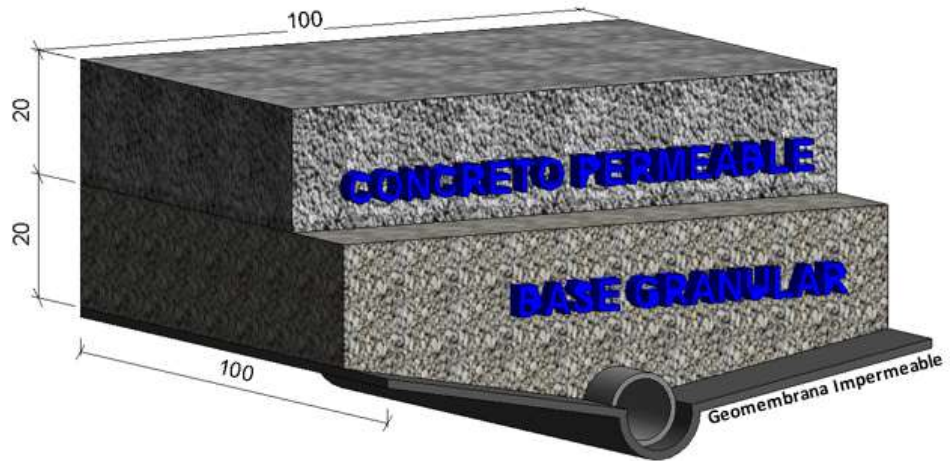


Fig. 47: Corte 3D del prototipo de concreto permeable en centímetros.

Fuente: Elaboración propia.

4.7.3. Materiales

- Cemento Yura IP
- Agua
- Agregado grueso $\frac{3}{4}$ "
- Agregado fino
- Geomembrana
- Tubo PVC D=3"
- Mezcladora
- Tablas de encofrado
- Pala
- Pico
- Baldes
- Flexómetro
- Apisonador
- Carretilla

4.7.4. Procedimiento constructivo del pavimento de concreto permeable

- Se realizará el trazo del prototipo en el terreno para su excavación en la profundidad del diseño.



Fig. 48: Verificación de medidas de prototipo.

Fuente: Elaboración propia.

- Se procede a nivel la subrasante que recibirá el diseño de pavimento permeable.



Fig. 49: Perfilado de la rasante del prototipo.

Fuente: Elaboración propia.

- Una vez este conformado la subrasante se procederá a instalar la geomembrana impermeable.
- Posterior a la geomembrana se colocará la tubería perforada que conducir el agua.



Fig. 50: Colocación de tubería perforada en geomembrana.

Fuente: Elaboración propia.

- Una vez colocada la tubería se procederá a conformar la Sub base del concreto permeable con material granular de TMN de 1" de un espesor de 0.20m.
- Se rastrillará y compacta el material de Sub base, para posteriormente aplicar en concreto permeable.



Fig. 51: Delimitado de área para vaciado de concreto permeable.

Fuente: Elaboración propia.

- Una vez culminado estas actividades se procede a la elaboración del concreto permeable con el diseño definido, para su colocación en el prototipo.
- El concreto permeable a lo largo del vaciado debe compactarse con un apisonamiento manual para garantizar que los bordes mantengan la integridad estructural.
- Culmina los trabajos se deberá colocar paños húmedos para evitar la pérdida de humedad y se deberá curar durante los días siguientes.



Fig. 52: Vaciado del prototipo del concreto permeable.

Fuente: Elaboración propia.

4.7.5. Permeabilidad

Para poder obtener la permeabilidad del concreto permeable del prototipo de toma como referencia la norma ASTM C 1701.

4.7.5.1. Procedimiento

Para realizar este ensayo primeramente se limpia la superficie del pavimento con una escoba. A continuación se instala el anillo de infiltración de deberá tener un diámetro de $300 \text{ mm} \pm 10 \text{ mm}$ y con una altura de mínima de 50 mm, el material de este anillo recomendado puede ser de acero, aluminio, plástico rígido y PVC.

Una vez colocado el anillo se aplicará masilla alrededor de la base del anillo que está en contacto con el concreto permeable, para evitar la infiltración del agua por los lados del anillo.

Se debe pre humectar el concreto permeable por lo que se deberá verterá 3.6kg de agua y se deberá cronometrar el tiempo.

El ensayo de la prueba se realizará después de dos minutos después de la pre humectación. Si el tiempo transcurrido en la pre humectación es menor a 30 segundos, se debe utilizar 18kg de agua y si este tiempo es mayor o igual a los 30 segundos se deberá utilizar 3.60kg de agua. Se procederá a verter agua en el anillo y se tomará el tiempo de descarga con un cronometro tan pronto el agua afecta a la superficie del concreto permeable.



Fig. 53: Instalación del anillo de infiltración.

Fuente: Elaboración propia.



Fig. 54: Ensayo de infiltración del prototipo.

Fuente: Elaboración propia.

4.7.5.2. Cálculo de la Tasa de infiltración

Para calcular la tasa de infiltración (I) se empleó la siguiente ecuación.

$$I = \frac{K \times M}{(D^2 \times t)}$$

Donde:

I= Tasa de Infiltración (mm/h)

M= Masa de infiltración de agua (kg)

K=4 583 666 000 en unidades del SI o 870 126 en (pulgadas-libras) unidades ((mm³s) / (kg.h)) o [(in.³s) / (lb.h)] respectivamente.

D= Diámetro interior del anillo de infiltración (mm)

t= Tiempo que toma la infiltración de agua (s)

4.7.5.3. Resultados de permeabilidad

$$I = \frac{4583666000 \times 18}{(300^2 \times 21)}$$

$$I = 43653.96 \text{ mm/h}$$

$$I = 12.13 \text{ mm/s}$$

4.7.6. Mantenimiento del concreto permeable

Para el mantenimiento del concreto permeable en el apéndice 7 de ACI 522 R nos recomienda dos métodos de mantenimiento comúnmente aceptados los cuales son el lavado a presión y la aspiración a potencia, el lavado a presión es efectivo, pero se debe tener cuidado de no usar demasiada presión, ya que esto dañará el concreto permeable. Una pequeña sección del pavimento debe lavarse a presión usando presiones variables de agua para determinar la presión para un pavimento dado. El poder aspirar elimina los contaminantes al extraerlos de los espacios vacíos del pavimento.

El esquema más efectivo, sin embargo, es combinar las dos técnicas y el vacío de potencia después del lavado a presión. Se puede encontrar un

cronograma de mantenimiento sugerido en el calendario de actividades de mantenimiento típicas para la colocación de concreto permeable del ACI 522 R

Mensual

- Asegúrese de que el área de pavimentación esté limpia de desechos.
- Asegurarse de que el área esté limpia de sedimentos.

Según sea necesario

- Semillas desnudas y raíces descubiertas.
- Aspirado de los vacíos para mantener la superficie libre de sedimentos.

Anualmente

- Inspeccione la superficie para ver si está deteriorada o desprendida

4.8. Evaluación de costos de Concreto permeable

En la presenta evaluación se muestra el análisis de precios unitarios del diseño de mezcla para un concreto permeable con 20% de finos, así mismo la de un pavimento con concreto convencional. Todo ello con las dosificaciones calculadas en el diseño de mezcla.

PARTIDA		PAVIMENTO DE CONCRETO ASFALTICO EN CALIENTE				
Jornada	8 h/DIA				Costo Unitario por m3	282.36
Rendimiento	200 m3/DIA					
Id	Descripcion de Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
1.01	CAPATAZ	hh	1.0000	0.0400	19.00	0.76
1.02	OPERARIO	hh	1.0000	0.0400	20.10	0.80
1.03	PEON	hh	6.0000	0.2400	14.85	3.56
						5.13
MATERIALES						
2.01	MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE	M3		1.0000	255.32	255.32
						255.32
Mano de Obra						
3.01	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	5.13	0.15
3.02	RODILLO NEUMATICO AUTOPROPULSADO 135HP 9-26ton	HM	1.0000	0.0400	160.00	6.40
3.03	RODILLO TANDEM VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 111-130H	HM	1.0000	0.0400	228.00	9.12
3.04	PAVIMENTADORA SOBRE ORUGAS 105HP 10-16'	HM	1.0000	0.0400	156.00	6.24
						21.91

Tabla 35: Análisis de precios unitarios para un pavimento de concreto asfaltico en caliente.

Fuente: Elaboración propia.

PARTIDA		PAVIMENTO RIGIDO CONCRETO DE F'C=210 KG/CM2 E=0.20M					
Jornada	8 h/DIA					Costo Unitario por m3	326.39
Rendimiento	85 m3/DIA						
Id	Descripcion de Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
1.01	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0094	19.00	0.18	
1.02	OPERARIO	hh	2.0000	0.1882	20.10	3.78	
1.03	OFICIAL	hh	2.0000	0.1882	16.51	3.11	
1.04	PEON	hh	8.0000	0.7529	14.85	11.18	
						18.25	
MATERIALES							
2.01	AGREGADO GRUESO	M3		0.6900	72.00	49.68	
2.02	AGREGADO FINO	M3		0.5400	60.00	32.40	
2.03	CEMENTO PORTLAND TIPO IP (42.5KG)	BOL		9.7400	20.50	199.67	
2.04	AGUA	M3		0.1800	5.00	0.90	
						282.65	
Mano de Obra							
3.01	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	18.25	0.55	
3.02	CAMION CISTERNA 4x2 (AGUA) 122 HP 1,500	HM	0.5000	0.0471	80.00	3.76	
3.03	CAMION MIXER CAP. 8 M3	HM	1.0000	0.0941	170.00	16.00	
3.04	RETROEXCAVADOR S/LLANTAS 58 HP 1 YD3.	HM	0.5000	0.0471	100.00	4.71	
3.05	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.35"	HM	0.5000	0.0471	10.00	0.47	
						25.49	

Tabla 36: Análisis de precios unitarios para un concreto convencional.

Fuente: Elaboración propia.

PARTIDA		PAVIMENTO DE CONCRETO PERMEABLE DE F'C=210 KG/CM2 E=0.20M					
Jornada	8 h/DIA					Costo Unitario por m3	265.72
Rendimiento	85 m3/DIA						
Id	Descripcion de Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
1.01	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0094	19.00	0.18	
1.02	OPERARIO	hh	2.0000	0.1882	20.10	3.78	
1.03	OFICIAL	hh	2.0000	0.1882	16.51	3.11	
1.04	PEON	hh	8.0000	0.7529	14.85	11.18	
						18.25	
MATERIALES							
2.01	AGREGADO GRUESO	M3		0.5528	72.00	39.80	
2.02	AGREGADO FINO	M3		0.1396	60.00	8.38	
2.03	CEMENTO PORTLAND TIPO IP (42.5KG)	BOL		5.0000	20.50	102.50	
2.04	ADITIVO VISCOCRETE 1110	GAL		0.2795	57.90	16.18	
2.05	ADITIVO SIKACEM	GAL		0.3355	32.00	10.74	
2.06	GEOMEMBRANA HDPE 0.75MM LISA NOMINAL	M2		5.0000	8.60	43.00	
2.07	AGUA	M3		0.0785	5.00	0.39	
						220.99	
Mano de Obra							
3.01	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	18.25	0.55	
3.02	CAMION CISTERNA 4x2 (AGUA) 122 HP 1,500	HM	0.5000	0.0471	80.00	3.76	
3.03	CAMION MIXER CAP. 8 M3	HM	1.0000	0.0941	170.00	16.00	
3.04	RETROEXCAVADOR S/LLANTAS 58 HP 1 YD3.	HM	0.5000	0.0471	100.00	4.71	
3.05	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.35"	HM	0.5000	0.0471	10.00	0.47	
3.06	COMPACTADOR VIBRATORIO TIPO PLANCHA	HM	1.0000	0.0941	10.50	0.99	
						26.48	

Tabla 37: Análisis de precios unitarios para un concreto Permeable CP-03 (20% finos).

Fuente: Elaboración propia.

Al analizar los precios unitarios de las tablas 35, 36 y 37 se puede observar que un pavimento de concreto permeable económicamente es viable, en comparación a un concreto convencional e incluso a la de un pavimento de

concreto asfáltico en caliente y todo ello se debe a la reducción de los insumos por metro cúbico del concreto.

Para un concreto convencional el precio por metro cúbico es de S/ 326.39 soles, para un concreto asfáltico es de S/ 282.36 soles y la de un concreto permeables es de S/ 265.72 soles, esto indica que es 18.59% menos costoso a un concreto convencional y un 5.89% menos costoso que la asfáltica.

Sin embargo, el diseño analizado de concreto permeable podría variar al no llegar a la resistencia deseada, pero cabe resaltar que la diferencia fue mínima por lo que el costo unitario puede elevarse y se estima que podría variar entre un 3% a 5% es decir, que el concreto permeable será 14.52% menos costoso para un pavimento de concreto convencional y un 1.19% menos costos para un pavimento de concreto asfáltico en caliente.

Por lo cual, se considera que un concreto permeable es económicamente viable, además que tiene las propiedades para ser usado como un sistema de drenaje.

V. CONCLUSIONES

1. Se logró hallar el principal punto crítico de la vía Tomepampa-Alca, es decir la precipitación existente de la zona y el volumen de escurrimiento.
2. Se logró obtener la velocidad de infiltración en el prototipo de concreto permeable teniendo como resultado 12.13 mm/seg que en comparación a la máxima intensidad de lluvia hallada es de 0.022 mm/seg, por lo que se concluye que la velocidad de infiltración del concreto permeable diseñado será suficiente para captar el agua proveniente de lluvias en la zona estudiada y poder usarlo como una alternativa de drenaje pudiendo recuperar y reusar el agua captada
3. Se logró obtener las propiedades mecánicas de los agregados que fueron utilizado para la elaboración del diseño de mezcla del concreto permeable. Las principales características de los agregados fueron análisis granulométrico, contenido de humedad, pesos unitarios suelto, pesos unitarios compactado, peso específico, contenido de humedad.
4. Se elaboró el diseño de mezcla con una gradación de $\frac{3}{4}$ ", y con una resistencia de diseño de 210 kg/cm², además se tuvieron en consideración los criterios de relación a/c de 0.40 y contenido de vacíos de 15%. La variabilidad de los diseños elaborados fueron la adición de finos en un 0%, 10% y 20%. Para el diseño con 0% de fino se obtuvo una resistencia a la compresión de 121.09 kg/cm² y un módulo de rotura de 0.04 kg/cm², para el diseño de 10% de finos se obtuvo una resistencia a la compresión de 179.24 kg/cm² y un módulo de rotura de 22.56 kg/cm² y por último para el diseño con 20% de finos se produjo una resistencia a la compresión de 199.37 kg/cm² y un módulo de rotura de 26.43 kg/cm². Estas resistencias se encuentran dentro del rango de 70 a 280kg/cm² indicado por el ACI 522R-10. Se concluye que un incremento de los finos en el concreto permeable genera una mayor resistencia a la compresión y flexión, pero una su propiedad de permeabilidad disminuye a un incremento de finos al reducirse los espacios vacíos.
5. Los aditivos, modificador de viscosidad Viscocrete 1110 y reductor de agua Sikacem, posibilitaron mejorar la trabajabilidad del concreto en estado fresco.
6. El coeficiente de permeabilidad del concreto permeable según rango de la norma ACI 522R-10 debe estar entre 1.40 mm/s y 12.2 mm/s. De esta manera se puede resumir que para los 3 diseños con 0%, 10% y 20% de finos con

coeficiente de permeabilidad de 4.92mm/s, 4.66mm/s y 4.15mm/s en ese orden, se consideran concretos permeables al estar dentro del rango según norma. Con respecto al prototipo de concreto permeable se obtuvo resultado 12.13 mm/seg, siendo considerado concreto permeable.

7. En relación con el costo del concreto permeable comparado con un concreto convencional y concreto asfáltico se concluye que para un concreto convencional el precio por metro cúbico es de S/ 326.39 soles, para un concreto asfáltico es de S/ 282.36 soles y la de un concreto permeable es de S/ 265.72 soles, esto indica que es 18.59% menos costoso a un concreto convencional y un 5.89% menos costoso que la asfáltica. Por lo cual, se considera que un concreto permeable es económicamente viable, además que tiene las propiedades para ser usado como un sistema de drenaje.
8. En cuanto al incremento de la aplicación del concreto permeable como sistema de drenaje se considera que los resultados de la investigación son alentadores tanto en costo y beneficio, por lo cual se espera que el uso de la tecnología de este tipo de concreto incremente posteriormente.

VI. RECOMENDACIONES

1. Para la elaboración del diseño de mezcla del concreto permeable, se recomienda utilizar como guía el “Reporte de concreto permeable” de la norma ACI 522R-10.
2. Se recomienda que, para futuras investigaciones la elaboración del diseño de mezcla la resistencia de diseño se aumente en un rango de 3% a 5% y utilizar aditivos que agreguen trabajabilidad a la mezcla y así de esta manera obtener la resistencia requerida y poder aplicarlo el concreto permeable a pavimentos.
3. Para la elaboración de la mezcla del concreto permeable se recomienda adicionar agregado fino para asegurar los enlaces entre los agregados y el cemento, así mismo se debe considerar que un incremento de los finos en la mezcla reduce la permeabilidad de este concreto.
4. Para la extracción de muestras o testigos se recomienda realizar una buena compactación para poder igualar al aplicado en campo según el proceso constructivo del concreto permeable. En caso de pavimentos ya elaborados con concreto permeable se recomienda sacar diamantina, por ser este concreto compactado mediante equipos de compactación.

REFERENCIAS

Referencias Bibliográficas

- Amorós, C., & Bendezú, J. (2019). (Trabajo de Grado para optar al Título Profesional de Ingeniero Civil). *Diseño de mezcla de concreto permeable para la construcción de la superficie de rodadura de un pavimento de resistencia de 210 kg/cm²*. Lima, Perú: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Obtenido de https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/626313/BENDEZU_UJ.pdf?sequence=3&isAllowed=y
- Arango, S. (2020). *360 en Concreto*. Obtenido de Concreto Permeable: Desarrollo urbano de bajo impacto: <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/concreto-permeable-desarrollo-urbano-de-bajo-impacto>
- Barrientos, L., & Medina, S. (2018). (Trabajo de Grado para optar al Título Profesional de Ingeniero Civil). *Diseño de concreto permeable para la conservación vial del pavimento en la avenida Agustín Gamarra, Hauraz, Ancash, 2018*. Chimbote, Perú: Universidad César Vallejo. Obtenido de <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/30976>
- Bautista, A. (2018). (Trabajo de Grado para optar al Título Profesional de Ingeniero Civil). *Diseño de Pavimento rígido permeable para la evacuación de aguas pluviales según la norma ACI 522R-10*. Lima, Perú: Universidad de San Martín de Porres. Obtenido de <http://repositorio.usmp.edu.pe/handle/20.500.12727/4928?locale-attribute=en>
- Chaiña, J., & Villanueva, Y. (2017). (Trabajo de Grado para optar al Título de Ingeniero Civil). *Diseño de concreto permeable para pavimntos rígidos utilizando piedra Huso 67 y arena gruesa de la cantera La Poderosa para la ciudad de Arequipa*. Arequipa, Perú: Universidad Católica de Santa María. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/198120475.pdf>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la Investigación*. México: Mc. Graw Hill.
- Mendoza, E., & Ospina, J. (2018). *Mezcla de concreto permeable como parte de la estructura del paviemnto rígido, aplicado a vías de tráfico medio*. Bogotá, Colombia: Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Obtenido de <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/14127/OspinaGarciaJennyKatherine.pdf;jsessionid=1437F445237673EA70505FF7623AB68F?sequence=1>
- Moujir, Y., & Castañeda, L. (14 de 10 de 2014). *Diseño y aplicación de concreto poroso para pavimentos*. Santiago de Cali: Pontificia Universidad Javeriana. Obtenido de http://vitela.javerianacali.edu.co/bitstream/handle/11522/3082/Dise%C3%B1o_aplicacion_concreto.pdf?se-quence=1

ANEXOS

MATRIZ DE CONSISTENCIA

APLICACIÓN DE PAVIMENTO DE CONCRETO PERMEABLE COMO SISTEMA DE DRENAJE PARA LA CARRETERA TRAMO TOMEPAMPA - ALCA PROVINCIA LA UNIÓN - AREQUIPA.						
TITULO	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGIA
PROBLEMA GENERAL						
En qué medida la aplicación de pavimento de concreto permeable incide como sistema de drenaje para la carretera tramo Tomepampa – Alca – Provincia de la Unión – Arequipa.	Analizar la aplicación de pavimento de concreto permeable como sistema de drenaje para la carretera tramo Tomepampa – Alca – Provincia de la Unión –Arequipa.					
PROBLEMAS ESPECIFICOS	OBJETIVOS ESPECIFICOS	La aplicación de pavimento de concreto permeable será beneficioso como sistema de drenaje para la carretera tramo Tomepampa-Alca-Provincia de La Unión-Región Arequipa	INDEPENDIENTE: Pavimento de Concreto Permeable	Estudio de mecánica de suelos	-Humedad natural (%) -Granulometría (%) -Peso específico y absorción del agregado grueso -Peso específico y absorción del agregado fino	EXPERIMENTAL - CUANTITATIVA
				Propiedades mecánicas del concreto permeable	-Resistencia a la compresión (Kg/cm2) -Resistencia a la flexión (Kg/cm2)	
					Permeabilidad	
1. ¿Como es el comportamiento del pavimento de concreto permeable como sistema de drenaje para la carretera tramo Tomepampa – Alca – Provincia de la Unión –Arequipa?	1. Identificar los puntos críticos de la vía para la aplicación de pavimento de concreto permeable como sistema de drenaje para la carretera tramo Tomepampa-Alca-Provincia de La Unión-Región Arequipa.		DEPENDIENTE: Sistema de Drenaje Pluvial	Propiedades Hidráulicas	- Volumen de escurrimiento (mm3/s)	
2. ¿Cuáles son las propiedades mecánicas que tendría el pavimento de concreto permeable como sistema de drenaje para la carretera tramo Tomepampa – Alca – Provincia de la Unión –Arequipa?	2. Verificar las propiedades mecánicas que tendría el pavimento de concreto permeable como sistema de drenaje para la carretera tramo Tomepampa – Alca – Provincia de la Unión –Arequipa.					
3. ¿en que se verá influenciado la aplicación de pavimento de concreto permeable como sistema de drenaje para la carretera tramo Tomepampa – Alca – Provincia de la Unión – Arequipa.	3. Evaluar el beneficio de la aplicación de pavimento de concreto permeable como sistema de drenaje para la carretera tramo Tomepampa – Alca – Provincia de la Unión –Arequipa.				- Control de Precipitaciones Pluviales	

ENSAYO DE LOS AGREGADOS



ENSAYO DE GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO

NTP 400.012.2013, AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global

F. Emisión: 25 de Enero de 2021

Página: 1 de 7

SOLICITANTE: GEAN PIERRE MANUEL CORNEJO
GUILLERMO YUCRA SANTA CRUZ

DIRECCIÓN: UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

PROYECTO: APLICACIÓN DE PAVIMENTOS DE CONCRETO PERMEABLE COMO ALTERNATIVA DE UN SISTEMA DE DRENAJE PARA LA CARRETERA AR-105 TRAMO TOME PAMPA-ALCA PROVINCIA LA UNION -AREQUIPA

UBICACIÓN: DISTRITO DE ALCA, PROVINCIA LA UNION, REGION DE AREQUIPA

RECEPCIONADO: lunes, 18 de Enero de 2021

ANALIZADO: martes, 19 de Enero de 2021

CÓDIGO INTERNO: 201700000069

CANTERA: LA ISLA

MUESTRA: Agregado Fino

PROGRESIVA: -

TIPO DE MUESTRA: Agregado

CONDICIÓN DE LA MUESTRA: Alterada

TAMIZ	DIÁMETRO (mm)	W _{RET-TARA} (g)	W _{RETENIDO} (g)	W _{RETENIDO} (%)	%RETENIDO ACUMULADO	%PASANTE ACUMULADO
-						
3"	75.00					
2"	50.00					
1 1/2"	37.50					
1"	25.00					
3/4"	19.00					
1/2"	12.70					
3/8"	9.50					
Nº 4	4.760	175	72.12	13	13	87
Nº 8	2.380	194.58	91.7	16	29	71
Nº 10	2.000	127.21	24.33	4	33	67
Nº 16	1.190	175.58	72.7	13	46	54
Nº 30	0.590	193.82	90.94	16	61	38
Nº 40	0.425	147.47	44.59	8	69	31
Nº 50	0.297	138.5	35.62	6	76	24
Nº 100	0.149	161.8	58.92	10	86	14
Nº 200	0.075	139.32	36.44	6	92	8
FONDO		146.82	43.94	8	100	0

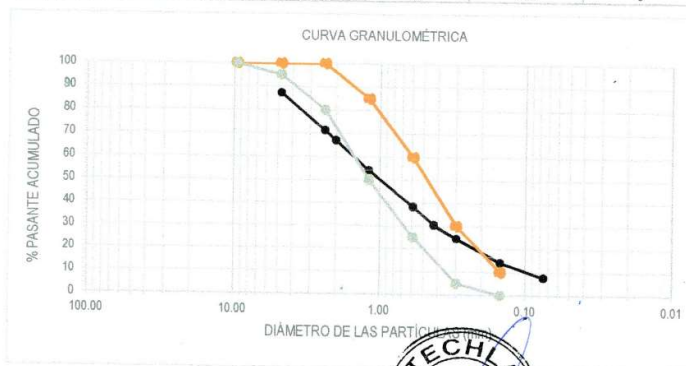
DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA

% GRAVA	% GG	0.0
	% GF	12.6
	% AG	20.3
% ARENA	% AM	36.4
	% AF	22.9
	% FINOS	7.7

Tamaño Máximo de la grava (pulg.)	-
Forma del suelo grueso	Subangular
Porcentaje retenido en la 3"	0
Coefficiente de curvatura	1.08
Coefficiente de uniformidad	15.26

***CLASIFICACION**

MF	3.1
TM	-
(1) Huso*	-



Roger Angel Tejada Gutierrez
INGENIERO CIVIL
CIP: 64834

Observaciones: Muestra depositada e identificada por el solicitante en el Laboratorio TechLab

(1) Norma de referencia ASTM C-33.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con el sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada. Esta terminantemente prohíbe la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización expresa de TechLab. Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula. El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados de este documento.





ENSAYO DE GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO

NTP 400.012.2013, AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global

F. Emisión: 25 de Enero de 2021

Página: 2 de 7

SOLICITANTE: GEAN PIERRE MANUEL CORNEJO
GUILLERMO YUCRA SANTA CRUZ
DIRECCIÓN: UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
PROYECTO: APLICACIÓN DE PAVIMENTOS DE CONCRETO PERMEABLE COMO ALTERNATIVA DE UN SISTEMA DE DRENAJE PARA LA CARRETERA AR-105 TRAMO TOMEPAMPA-ALCA PROVINCIA LA UNION - AREQUIPA
UBICACIÓN: DISTRITO DE ALCA, PROVINCIA LA UNION, REGION DE AREQUIPA
RECEPCIONADO: lunes, 18 de Enero de 2021
ANALIZADO: martes, 19 de Enero de 2021

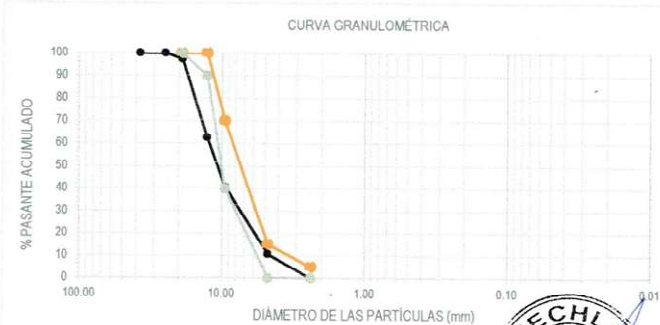
CÓDIGO INTERNO: 2017000000069
CANTERA: LA ISLA
MUESTRA: Agregado Grueso

PROGRESIVA: -
TIPO DE MUESTRA: Agregado
CONDICIÓN DE LA MUESTRA: Alterada

TAMIZ	DIÁMETRO (mm)	W _{RET.+TARA} (g)	W _{RETENIDO} (g)	W _{RETENIDO} (%)	%RETENIDO ACUMULADO	%PASANTE ACUMULADO
3"	75.00					
2"	50.00					
1 1/2"	37.50	250	0	0	0	100
1"	25.00	250	0	0	0	100
3/4"	19.00	388	138	3	3	97
1/2"	12.70	2147	1897	35	37	63
3/8"	9.50	1451	1201	22	59	41
Nº 4	4.760	1891	1641	30	89	11
Nº 8	2.380	836	586	11	100	0
Nº 10	2.000					
Nº 16	1.190					
Nº 30	0.590					
Nº 40	0.425					
Nº 50	0.297					
Nº 100	0.149					
Nº 200	0.075					
FONDO						

% GRAVA	% GG	% GF
	2.5	86.7
% ARENA	% AG	% AM
	10.7	0.0
	% AF	0.0
	% FINOS	0.0
Tamaño Máximo de la grava (pulg.)	3/4	
Forma del suelo grueso	Subangular	
Porcentaje retenido en la 3"	0	
Coefficiente de curvatura	1.08	
Coefficiente de uniformidad	2.67	

TMN	3/4"
(1) Huso*	7



Observaciones: Muestra depositada e identificada por el solicitante en el laboratorio TechLab
(1) Norma de referencia ASTM C-33.



Roger Angel Tejada Gutierrez
ROGER ANGEL TEJADA GUTIERREZ
INGENIERO CIVIL
CIP: 64834



Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como comprobación de la calidad de la entidad que lo produce, los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada.
Esta terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de TechLab, cualquier emienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.
El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados declarados en este documento.



ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD

Norma MTC E 108 - 2000

F. Emisión: 25 de Enero de 2021
Página: 3 de 7

SOLICITANTE:	GEAN PIERRE MANUEL CORNEJO		
	GUILLERMO YUCRA SANTA CRUZ		
DIRECCIÓN:	UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO		
PROYECTO:	APLICACIÓN DE PAVIMENTOS DE CONCRETO PERMEABLE COMO ALTERNATIVA DE UN SISTEMA DE DRENAJE PARA LA CARRETERA AR-105 TRAMO TOME PAMPA-ALCA PROVINCIA LA UNION - AREQUIPA		
UBICACIÓN:	DISTRITO DE ALCA, PROVINCIA LA UNION, REGION DE AREQUIPA		
RECEPCIONADO:	lunes, 18 de Enero de 2021		
ANALIZADO:	martes, 19 de Enero de 2021		
CÓDIGO INTERNO:	2017000000595	PROFUNDIDAD (m):	-
CANTERA:	LA ISLA	TIPO DE MUESTRA:	Agregado
MUESTRA:	Agregados	CONDICIÓN DE LA MUESTRA:	Alterada

HUMEDAD DE GRAVA

ITEM	DESCRIPCIÓN		1	2
1	Peso de Muestra Húmeda + Tara	g.	644.0	
2	Peso de Muestra Seca + Tara	g.	643.0	
3	Peso de Tara	g.	26.3	
4	Contenido de Humedad	%	0.15	

HUMEDAD DE ARENA

ITEM	DESCRIPCIÓN		1	2
1	Peso de Muestra Húmeda + Tara	g.	170.8	
2	Peso de Muestra Seca + Tara	g.	169.4	
3	Peso de Tara	g.	51.7	
4	Contenido de Humedad	%	1.16	

Observaciones: Muestra depositada e identificada por el solicitante en el laboratorio TechLab



Roger Angel Tojada Guillen
INGENIERO CIVIL
CIP: 64634



Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que los produce. Los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada.
Esta terminantemente prohíbe la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de TechLab, cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.
El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados declarados en este documento.



ENSAYO DE PESO UNITARIO

Norma MTC E 203 - 2000

F. Emisión: 25 de Enero de 2021
Página: 4 de 7

SOLICITANTE: GEAN PIERRE MANUEL CORNEJO
GUILLERMO YUCRA SANTA CRUZ
DIRECCIÓN: UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
PROYECTO: APLICACIÓN DE PAVIMENTOS DE CONCRETO PERMEABLE COMO ALTERNATIVA DE UN SISTEMA DE DRENAJE PARA LA CARRETERA AR-105 TRAMO TOME PAMPA-ALCA PROVINCIA LA UNION - AREQUIPA
UBICACIÓN: DISTRITO DE ALCA, PROVINCIA LA UNION, REGION DE AREQUIPA
RECEPCIONADO: lunes, 18 de Enero de 2021
ANALIZADO: martes, 19 de Enero de 2021

CÓDIGO INTERNO: 2017000000595 **PROFUNDIDAD (m):** -
CANTERA: LA ISLA **TIPO DE MUESTRA:** Agregado
MUESTRA: Agregado Grueso **CONDICIÓN DE LA MUESTRA:** Alterada

PESO UNITARIO COMPACTADO

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	ENSAYO 1	ENSAYO 2	ENSAYO 3
PESO DE LA MUESTRA + MOLDE	g.	23214	23256	23235
PESO DEL MOLDE	g.	8137	8137	8137
PESO DE LA MUESTRA	g.	15077	15119	15098
VOLUMEN DEL MOLDE	cm ³	9406.8	9406.8	9406.8
DENSIDAD	g./cm ³	1.603	1.607	1.605

PESO UNITARIO COMPACTADO: 1.607 g./cm³

PESO UNITARIO SUELTO

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	ENSAYO 1	ENSAYO 2	ENSAYO 3
PESO DE LA MUESTRA + MOLDE	g.	21872	21951	21912
PESO DEL MOLDE	g.	8137	8137	8137
PESO DE LA MUESTRA	g.	13735	13814	13775
VOLUMEN DEL MOLDE	cm ³	9406.8	9406.8	9406.8
DENSIDAD	g./cm ³	1.460	1.469	1.464

PESO UNITARIO SUELTO: 1.460 g./cm³

Observaciones: Muestra depositada e identificada por el solicitante en el laboratorio TechLab



Rogger Angel Tejada Guisarte
INGENIERO CIVIL
CIP: 64634



Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados solo están relacionados a la muestra ensayada.
Queda expresamente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de TechLab. cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula. El usuario no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados declarados en este documento.



ENSAYO DE PESO UNITARIO

Norma MTC E 203 - 2000

F. Emisión: 25 de Enero de 2021
Página: 5 de 7

SOLICITANTE:	GEAN PIERRE MANUEL CORNEJO GUILLERMO YUCRA SANTA CRUZ		
DIRECCIÓN:	UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO		
PROYECTO:	APLICACIÓN DE PAVIMENTOS DE CONCRETO PERMEABLE COMO ALTERNATIVA DE UN SISTEMA DE DRENAJE PARA LA CARRETERA AR-105 TRAMO TOMEPA MPA-ALCA PROVINCIA LA UNION - AREQUIPA		
UBICACIÓN:	DISTRITO DE ALCA, PROVINCIA LA UNION, REGION DE AREQUIPA		
RECEPCIONADO:	lunes, 18 de Enero de 2021		
ANALIZADO:	martes, 19 de Enero de 2021		
CÓDIGO INTERNO:	2017000000595	PROFUNDIDAD (m):	-
CANTERA:	LA ISLA	TIPO DE MUESTRA:	Agregado
MUESTRA:	Agregado Fino	CONDICIÓN DE LA MUESTRA:	Alterada

PESO UNITARIO COMPACTADO

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	ENSAYO 1	ENSAYO 2	ENSAYO 3
PESO DE LA MUESTRA + MOLDE	g.	10899	10907	10903
PESO DEL MOLDE	g.	6784	6784	6784
PESO DE LA MUESTRA	g.	4115	4123	4119
VOLUMEN DEL MOLDE	cm ³	2116.7	2116.7	2116.7
DENSIDAD	g./cm ³	1.944	1.948	1.946

PESO UNITARIO COMPACTADO: 1.948 g./cm³

PESO UNITARIO SUELTO

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	ENSAYO 1	ENSAYO 2	ENSAYO 3
PESO DE LA MUESTRA + MOLDE	g.	10400	10405	10403
PESO DEL MOLDE	g.	6784	6784	6784
PESO DE LA MUESTRA	g.	3616	3621	3619
VOLUMEN DEL MOLDE	cm ³	2116.7	2116.7	2116.7
DENSIDAD	g./cm ³	1.708	1.711	1.709

PESO UNITARIO SUELTO: 1.708 g./cm³

Observaciones: Muestra depositada e identificada por el laboratorio TechLab



Roger Angel Tejada Guzmán
INGENIERO CIVIL
CIP: 04694



Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada. Esta terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de TechLab. cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula. El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados declarados en este documento.



ENSAYO DE GRAVEDAD ESPECÍFICA DEL AGREGADO GRUESO

NTP 400.021:2013, Agregados. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso

F. Emisión: lunes, 25 de Enero de 2021

Página: 6 de 7

SOLICITANTE:	GEAN PIERRE MANUEL CORNEJO		
	GUILLERMO YUCRA SANTA CRUZ		
DIRECCIÓN:	UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO		
PROYECTO:	APLICACIÓN DE PAVIMENTOS DE CONCRETO PERMEABLE COMO ALTERNATIVA DE UN SISTEMA DE DRENAJE PARA LA CARRETERA AR-105 TRAMO TOME PAMPA-ALCA PROVINCIA LA UNION - AREQUIPA		
UBICACIÓN:	DISTRITO DE ALCA, PROVINCIA LA UNION, REGION DE AREQUIPA		
RECEPCIONADO:	lunes, 18 de Enero de 2021		
ANALIZADO:	martes, 19 de Enero de 2021		
CÓDIGO INTERNO:	201700000591	PROGRESIVA:	-
CANTERA:	LA ISLA	TIPO DE MUESTRA:	Agregado
MUESTRA:	Ag. Grueso	CONDICIÓN DE LA MUESTRA:	Alterada

ENSAYO DE GRAVEDAD ESPECÍFICA

DESCRIPCIÓN	UNIDADES	ENSAYO 1
Peso de la muestra *SSS	g.	5156.0
Peso de la muestra + canastilla sumergida	g.	3284.0
Peso de la canastilla sumergida	g.	0.0
Peso de la muestra seca	g	4987.4
Peso de la muestra aparente	g.	3284.0
Gravedad específica	-	2.66
Gravedad específica *SSS	-	2.75
Gravedad específica aparente	-	2.93
Absorción	%	3.4

*SSS= Saturado superficialmente seco

Observaciones: Muestra depositada e identificada por el solicitante en el laboratorio TechLab



Roger Angel Tapada Guerrero
 Roger Angel Tapada Guerrero
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 64834



Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada.
 Esta terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de TechLab. cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.
 El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados declarados en este documento



GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS FINOS

Norma MTC E 205 - 2000

F. Emisión: 25 de Enero de 2021
Página: 7 de 7

SOLICITANTE:	GEAN PIERRE MANUEL CORNEJO GUILLERMO YUCRA SANTA CRUZ UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO		
DIRECCIÓN:	UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO		
PROYECTO:	APLICACIÓN DE PAVIMENTOS DE CONCRETO PERMEABLE COMO ALTERNATIVA DE UN SISTEMA DE DRENAJE PARA LA CARRETERA AR-105 TRAMO TOME PAMPA-ALCA PROVINCIA LA UNION - AREQUIPA		
UBICACIÓN:	DISTRITO DE ALCA, PROVINCIA LA UNION, REGION DE AREQUIPA		
RECEPCIONADO:	lunes, 18 de Enero de 2021		
ANALIZADO:	martes, 19 de Enero de 2021		
CÓDIGO INTERNO:	2017000000595	PROFUNDIDAD (m):	-
CANTERA:	LA ISLA	TIPO DE MUESTRA:	Agregado
MUESTRA:	Agregado Fino	CONDICIÓN DE LA MUESTRA:	Alterada

PESO ESPECÍFICO

ITEM	DESCRIPCIÓN		DATOS
1	Peso de Muestra Saturada Superficialmente Seca	g.	4000.0
2	Peso de Muestra + Picnómetro + Agua	g.	1563.3
3	Peso de Picnómetro + Agua	g.	1322.6
4	Peso de Muestra Seca	g.	392.1
5	Temperatura Promedio	°C	20.2
6	K, corrección por temperatura		1.0001

RESULTADOS

ITEM	DESCRIPCIÓN		VALORES
7	Peso Especifico Aparente y *SSS	adimensional	2.46
8	Peso Especifico Nominal	adimensional	2.60
9	Absorción	%	2.27

*SSS = Saturado Superficialmente Seco

Observaciones: Muestra depositada e identificada por el solicitante en el laboratorio TechLab



Roger Angel Tejada Gutiérrez
INGENIERO CIVIL
CIP: 64634



Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce, los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada.
Esta terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de TechLab, cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.
El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados declarados en este documento

ENSAYO DEL CONCRETO ENDURECIDO



CONTRATISTAS GENERALES
LABORATORIO CONTROL DE CALIDAD, SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTOS

RUC 2049896275 - REGISTRO PROVEEDOR DE BIENES Nro. B 0124064 - REGISTRO PROVEEDOR DE SERVICIO Nro. S 0214816
REGISTRO OCSE CONTRATISTA Y POSTOR INSCRIPCIÓN EJECUTOR OBRAS CODIGO PROVEEDOR Nro 63318
REGISTRO EN SURNARP ZONA REGISTRAL Nro. XI SEDE AREQUIPA ASIENTO A 001 Nro. 11027837

ROTURAS A LA COMPRESION y GRAFICO DE PORCENTAJE SOBRE DISEÑO

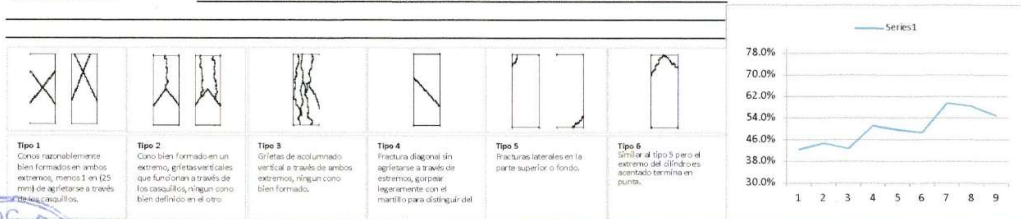
NORMA ASTM C- 39 y NTP 339.034

TESIS: APLICACIÓN DE PAVIMENTOS DE CONCRETO PERMEABLE COMO ALTERNATIVA DE UN SISTEMA DE DRENAJE PARA LA CARRETERA AR-105 TRAMO TOME PAMPA- ALCA-PROVINCIA LA UNION AREQUIPA
UNIVERSIDAD: UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
TESISTAS: MANUEL CORNEJO, GIAN PIERRE DISEÑO DE MEZCLA 210 KG/CM2
YUCRA SANTA CRUZ, GULLERMO

CERTIFICADO 001-CODIGO 345/ROTURAS A LA COMPRESION / LABINCO E.I.R.L. 2021

FECHA VACIADO	FECHA ROTURAS	EDAD DIAS	ELEMENTO	Dprom. (cm.)	AREA (cm2.)	CARGA (Kg.)	RESIST. (kg/cm2)	PROMEDIO %	TIPO ROT.	No. PRO
28/01/2021	04/02/2021	7	DISEÑO DE MECLAS CP-01 (0% FINOS)	15.0	176.72	15759	89.18	42.5%	2	1
28/01/2021	04/02/2021	7	DISEÑO DE MECLAS CP-01 (0% FINOS)	15.0	176.72	16635	94.13	44.8%	2	2
28/01/2021	04/02/2021	7	DISEÑO DE MECLAS CP-01 (0% FINOS)	14.8	172.03	15438	89.74	42.7%	2	3
28/01/2021	04/02/2021	14	DISEÑO DE MECLAS CP-01 (0% FINOS)	15.0	176.7	19039	107.74	51.3%	3	4
28/01/2021	04/02/2021	14	DISEÑO DE MECLAS CP-01 (0% FINOS)	15.0	176.7	18506	104.72	49.9%	3	5
28/01/2021	04/02/2021	14	DISEÑO DE MECLAS CP-01 (0% FINOS)	15.0	176.7	18118	102.53	48.8%	3	6
28/01/2021	04/02/2021	28	DISEÑO DE MECLAS CP-01 (0% FINOS)	15.0	176.7	22098	125.05	59.5%	2	7
28/01/2021	04/02/2021	28	DISEÑO DE MECLAS CP-01 (0% FINOS)	15.0	176.7	21709	122.85	58.5%	2	8
28/01/2021	04/02/2021	28	DISEÑO DE MECLAS CP-01 (0% FINOS)	15.0	176.7	20387	115.37	54.9%	2	9

Observaciones : LOS TESTIGOS FUERON TRAIDOS POR EL LABORATORIO LABINCO E.I.R.L. DE OBRA



Calle Grande Nro. 245 Sr. De la Caña Yanahuara tef. 054 - 254872- 054-618541 RPC 959366359 RPM 959603139 E mail: achavez5@hotmail.co / labinco@gmail.com

LABINCO E.I.R.L.
CONTRATISTAS GENERALES

Ing. JOHN ERICK SPAINO VALDIVIA
CONTROL CALIDAD TECNICA
CIP. REGISTRO 117401 - CIVIL



CONTRATISTAS GENERALES
 LABORATORIO CONTROL DE CALIDAD, SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTOS

RUC 2049859275 - REGISTRO PROVEEDOR DE BIENES Nro. B 0124064 - REGISTRO PROVEEDOR DE SERVICIO Nro. S 0214816
 REGISTRO OCSE CONTRATISTA Y POSTOR INSCRIPCION EJECUTOR OBRAS CODIGO PROVEEDOR Nro 63318
 REGISTRO EN SURNARP ZONA REGISTRAL Nro. XI SEDE AREQUIPA ASIENTO A 001 Nro. 11027837

ROTURAS A LA COMPRESION y GRAFICO DE PORCENTAJE SOBRE DISEÑO

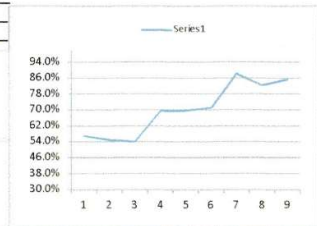
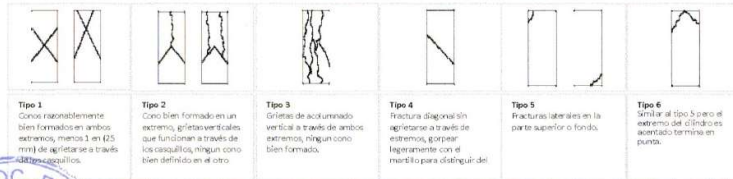
NORMA ASTM C- 39 y NTP 339.034

TESIS: APLICACIÓN DE PAVIMENTOS DE CONCRETO PERMEABLE COMO ALTERNATIVA DE UN SISTEMA DE DRENAJE PARA LA CARRETERA AR-105 TRAMO TOMEPAMPA- ALCA-PROVINCIA LA UNION AREQUIPA
UNIVERSIDAD: UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
TESISTAS: MANUEL CORNEJO, GIAN PIERRE DISEÑO DE MEZCLA 210 KG/CM2
 YUCRA SANTA CRUZ, GULLERMO

CERTIFICADO 002-CODIGO 345/ROTURAS A LA COMPRESION / LABINCO E.I.R.L. 2021

FECHA VACIADO	FECHA ROTURAS	EDAD DIAS	ELEMENTO	Dprom. (cm.)	AREA (cm ²)	CARGA (Kg.)	RESIST. (kg/cm ²)	PROMEDIO %	TIPO ROT.	No. PRO
29/01/2021	05/02/2021	7	DISEÑO DE MECLAS CP-02 (10% FINOS)	15.0	176.72	21184	119.88	57.1%	1	1
29/01/2021	05/02/2021	7	DISEÑO DE MECLAS CP-02 (10% FINOS)	15.1	179.08	20675	115.45	55.0%	1	2
29/01/2021	05/02/2021	7	DISEÑO DE MECLAS CP-02 (10% FINOS)	14.9	174.37	19782	113.45	54.0%	1	3
29/01/2021	12/02/2021	14	DISEÑO DE MECLAS CP-02 (10% FINOS)	15.1	179.08	26128	145.90	69.6%	2	4
29/01/2021	12/02/2021	14	DISEÑO DE MECLAS CP-02 (10% FINOS)	15.0	176.72	25843	146.24	69.6%	2	5
29/01/2021	12/02/2021	14	DISEÑO DE MECLAS CP-02 (10% FINOS)	15.0	176.72	26404	149.42	71.2%	2	6
29/01/2021	26/02/2021	28	DISEÑO DE MECLAS CP-02 (10% FINOS)	14.9	174.37	32326	185.39	88.3%	3	7
29/01/2021	26/02/2021	28	DISEÑO DE MECLAS CP-02 (10% FINOS)	15.0	176.72	30585	173.08	82.4%	3	8
29/01/2021	26/02/2021	28	DISEÑO DE MECLAS CP-02 (10% FINOS)	15.0	176.72	31676	179.25	85.4%	3	9

Observaciones : LOS TESTIGOS FUERON TRAJIDOS POR EL LABORATORIO LABINCO E.I.R.L. DE OBRA



Calle Grande Nro. 245 Sr. De la Caña Yanahuara tef. 054 - 254872- 054-618541 RPC 959366359 RPM 959603139 E mail: achavezb5@hotmail.com / labinco@gmail.com

LABINCO E.I.R.L.
 CONTRATISTAS GENERALES

Ing. JOHN ERICK GAVÉZ VALDIVIA
 CONTROL CALIDAD GEO TECNIA
 CIP REGISTRO 117401 - CIVIL



LABINCO E.I.R.L.

Calle GRANDE 245 - SEÑOR DE LA CAÑA
YANAHUARA - AREQUIPA.
RUC: 20498596275
TELF: 254872 - 9400199
E-mail: achavezb5@hotmail.com

CONTRATISTAS GENERALES
LABORATORIO CONTROL DE CALIDAD, SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTOS

RUC 20498596275 - REGISTRO PROVEEDOR DE BIENES Nro. B 0124064 - REGISTRO PROVEEDOR DE SERVICIO Nro. S 0214816
REGISTRO OCSE CONTRATISTA Y POSTOR INSCRIPCION EJECUTOR OBRAS CODIGO PROVEEDOR Nro 63318
REGISTRO EN SURNARP ZONA REGISTRAL Nro. XI SEDE AREQUIPA ASIENTO A 001 Nro. 11027837

ROTURAS A LA COMPRESION y GRAFICO DE PORCENTAJE SOBRE DISEÑO

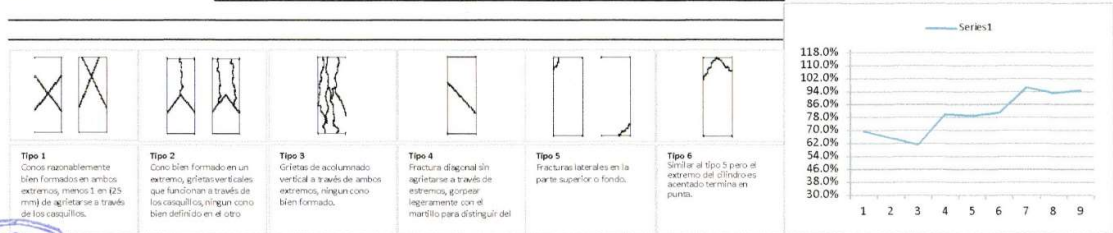
NORMA ASTM C- 39 y NTP 339.034

TESIS: APLICACIÓN DE PAVIMENTOS DE CONCRETO PERMEABLE COMO ALTERNATIVA DE UN SISTEMA DE DRENAJE PARA LA CARRETERA AR-105 TRAMO TOMEPAMPA- ALCA-PROVINCIA LA UNION AREQUIPA
UNIVERSIDAD: UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
TESISTAS: MANUEL CORNEJO, GIAN PIERRE YUCRA SANTA CRUZ, GULLERMO DISEÑO DE MEZCLA 210 KG/CM2

CERTIFICADO 003-CODIGO 345/ROTURAS A LA COMPRESION / LABINCO E.I.R.L. 2021

FECHA VACIADO	FECHA ROTURAS	EDAD DIAS	ELEMENTO	Dprom. (cm.)	AREA (cm2)	CARGA (Kg.)	RESIST. (kg/cm2)	PROMEDIO %	TIPO ROT.	No. PRO
30/01/2021	06/02/2021	7	DISEÑO DE MECLAS CP-03 (20% FINOS)	14.7	169.72	24706	145.57	69.3%	3	1
30/01/2021	06/02/2021	7	DISEÑO DE MECLAS CP-03 (20% FINOS)	15.0	176.72	24237	137.15	65.3%	2	2
30/01/2021	06/02/2021	7	DISEÑO DE MECLAS CP-03 (20% FINOS)	15.2	181.46	23334	128.59	61.2%	3	3
30/01/2021	13/02/2021	14	DISEÑO DE MECLAS CP-03 (20% FINOS)	15.0	176.72	29662	167.85	79.9%	2	4
30/01/2021	13/02/2021	14	DISEÑO DE MECLAS CP-03 (20% FINOS)	15.0	176.72	29342	166.04	79.1%	2	5
30/01/2021	13/02/2021	14	DISEÑO DE MECLAS CP-03 (20% FINOS)	15.0	176.72	30006	169.80	80.9%	1	6
30/01/2021	27/02/2021	28	DISEÑO DE MECLAS CP-03 (20% FINOS)	15.0	176.72	35878	203.03	96.7%	3	7
30/01/2021	27/02/2021	28	DISEÑO DE MECLAS CP-03 (20% FINOS)	14.9	174.37	34117	195.66	93.2%	2	8
30/01/2021	27/02/2021	28	DISEÑO DE MECLAS CP-03 (20% FINOS)	15.0	176.72	35238	199.41	95.0%	1	9

Observaciones : LOS TESTIGOS FUERON TRAIDOS POR EL LABORATORIO LABINCO E.I.R.L. DE OBRA



Calle Grande Nro. 245 Sr. De la Caña Yanahuara tef. 054 - 254872- 054-618541 RPC 959366359 RPM 959603139 E mail: achavezb5@hotmail.co/labincoc@gmail.com

LABINCO E.I.R.L.
CONTRATISTAS GENERALES
Ing. JOHN ERICK CHAVEZ VALDIVIA
CONTROL CALIDAD GEOTECNIA
CIP. REGISTRO 117401 - CIVIL



CONTRATISTAS GENERALES
LABORATORIO CONTROL DE CALIDAD, SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTOS

RUC 20498596275 - REGISTRO PROVEEDOR DE BIENES Nro. B 0124064 - REGISTRO PROVEEDOR DE SERVICIO Nro. S 0214816
REGISTRO OCSE CONTRATISTA Y POSTOR INSCRIPCION EJECUTOR OBRAS CODIGO PROVEEDOR Nro 63318
REGISTRO EN SURNARP ZONA REGISTRAL Nro. XI SEDE AREQUIPA ASIENTO A 001 Nro. 11027837

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO

NORMA: ASTM C-78

TESIS: Aplicación de pavimento de concreto permeable como alternativa de un sistema de drenaje para la carretera AR-105 tramo Tomepampa-Alca-Provincia La Unión- Arequipa
UNIVERSIDAD: UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
SOLICITANTE: MANUEL CORNEJO, GIAN PIERRE YUCRA SANTA CRUZ, GUILLERMO
TEMA: CONCRETO PERMEABLE

Diseño de mezclas	Muestra	Resistencia de Diseño f'c (kg/cm2)	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Distancia entre apoyos (cm)	Ancho de la viga (cm)	Alto de la viga (cm)	Carga (kgf)	Modulo de Rotura MR (kg/cm2)
VIGUETA CP-01	1	210	28/01/2021	04/02/2021	7.00	68.00	15.00	15.10	1.33	0.03
VIGUETA CP-01	2	210	28/01/2021	25/02/2021	28.00	68.00	15.00	15.05	1.80	0.04

Diseño de mezclas	Muestra	Muestra	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Longitud entre apoyos (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)	Carga (kgf)	Modulo de Rotura (kg/cm2)
VIGUETA CP-02	1	210	29/01/2021	05/02/2021	7.00	68.00	15.00	15.08	1021.00	20.35
VIGUETA CP-02	2	210	29/01/2021	26/02/2021	28.00	68.00	15.00	15.03	1124.00	22.56

Diseño de mezclas	Muestra	Muestra	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Longitud entre apoyos (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)	Carga (kgf)	Modulo de Rotura (kg/cm2)
VIGUETA CP-03	1	210	30/01/2021	06/02/2021	7.00	68.00	15.00	15.07	1196.00	23.87
VIGUETA CP-03	2	210	30/01/2021	27/02/2021	28.00	68.00	15.00	15.00	1312.00	26.43

OBSERVACIONES:

* Las muestras de viguetas de concreto y su datos fueron entregados al laboratorio por el solicitante, para su correspondiente ensayo.



LABINCO E.I.R.L.
CONTRATISTAS GENERALES
Ing. JOHN ERICK OLIVERA VALDIVIA
CONTROL CALIDAD GEO TECNIA
CIP. REGISTRO 117401 - CIVIL

DISEÑO DE MEZCLA

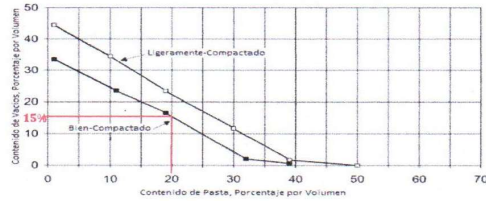
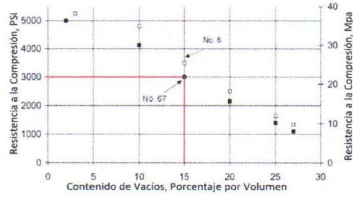
DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO PERMEABLE
 ACI 211.3R-02 "Guía para la Selección de Proporciones para Concretos de Cero Slump"
 ACI 522R-10 "Reporte en Concreto Permeable"
DISEÑO CP-01 (0% FINOS)

1. Criterios de diseño de mezcla

F'c (kg/cm2)	210
TMN	3/4"
Contenido de Vacíos %	15.0%
Relacion A/C	0.40
Aditivo %	1.10%
Ag. Fino %	0.0%

2. Características físicas de los materiales

MATERIALES	Agregado grueso	Agregado fino	Cemento Tipo IP	Agua	Viscocrete 1110	Sikacem
Peso específico (kg/m3)	2750	2460	2810	1000	1060	1100
Peso Unitario Compactado (kg/m3)						
	1607	1948				
Absorción %	3.40%	2.27%				
Humedad %	0.15%	1.16%				



ACI 211.3R-02 "Guía para la Selección de Proporciones para Concretos de Cero Slump"
 ACI 522R-10 "Reporte en Concreto Permeable"

3. Volumen de pasta

% Pasta: **20%**
 Concreto: Bien compactado
 Finos: NO
 Reducción: 0%
 Vol. pasta: **20.00%** Ajustada según 211.3R-02

4. Volumen de Cemento

$$V_p = \frac{C}{P_e. Cemento} + \left(\frac{a}{C}\right) \times C$$

C = 264.595 kg

5. Volumen de Agua

$$a = \left(\frac{a}{C}\right) \times C$$

a = 0.4x264.595
 a = 105.838 kg

6. Calculo de Volúmenes absolutos

Material	Peso SSS (Kg)	P.e. (kg/m3)	Volumen (% de 1m3)
Cemento	264.60	2810	0.094
Agua	105.84	1000	0.106
Vacios			0.150
Parcial			0.350
Agregados			0.650
Total			1.000

Incorporación de finos

Ag. Fino (%) 0.0%

Material	Peso SSS (Kg)	P.e. (kg/m3)	Volumen (% de 1m3)
Ag. Grueso	1787.50	2750	0.650
Ag. Fino	0.00	0	0.000

Revisión de Volumen por m3

Material	Peso SSS (Kg)	P.e. (kg/m3)	Volumen (% de 1m3)
Cemento	264.60	2810.00	9.42%
Agua	105.84	1000.00	10.58%
Ag. Grueso	1787.50	2750.00	65.00%
Ag. Fino	0.00	0.00	0.00%
Vacios			15.00%
TOTAL			1.000

7. Ajuste por Humedad y su aporte

	Ag. Grueso	Ag. Fino
Humedad	0.15%	1.16%
Aporte	2.68	0.00

$$Wg(sss) = (grava) \times (1 + Absorción)$$

8. Dosificación de Concreto Permeable - Corregido por Humedad

Material	Cantidad
Cemento	264.60 kg/m3
Ag. Grueso	1790.18 kg/m3
Ag. Fino	0.00 kg/m3
Agua	103.16 lt/m3

Material	%
Cemento	9.4%
Ag. Grueso	65.1%
Ag. Fino	0.0%
Agua	10.3%
Vacios	15.2% =15%

9. Proporción en pesos

Cemento	1.00
Ag. Grueso	6.77
Ag. Fino	0.00
Agua	16.57

Aditivo	% del Peso del Cem.	Cantidad (lt)
Viscocrete 1110	0.50%	1.323
Sikacem	0.60%	1.5876

10. Volumen para probetas

N° Probetas	9
	m3
Vol. Probeta	0.0747
	plg3
	4559.26

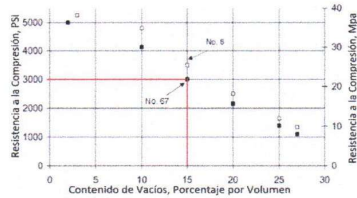
Material	Vol para probeta (m3)	Peso para probeta (Kg)
Cemento	0.00704	19.769 Kg
Ag. Grueso	0.04864	133.750 Kg
Ag. Fino	0.00000	0.000 Kg
Agua	0.00771	7.707 lt
Viscocrete 1110		0.099 lt
Sikacem		0.119 lt

Calculo de diseño de mezcla de Concreto Permeable 00% finos
 Fuente: Elaboración propia

DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO PERMEABLE
 ACI 211.3R-02 "Guía para la Selección de Proporciones para Concretos de Cero Slump"
 ACI 522R-10 "Reporte en Concreto Permeable"
DISEÑO CP-02 (10% FINOS)

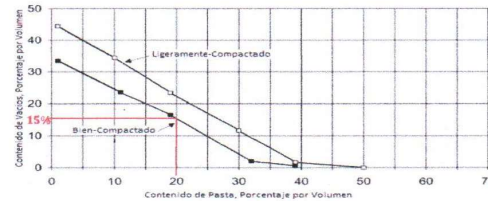
1. Criterios de diseño de mezcla

F'c (kg/cm2)	210
TMN	3/4"
Contenido de Vacíos %	15.0%
Relación A/C	0.40
Aditivo %	1.10%
Ag. Fino %	10.0%



2. Características físicas de los materiales

MATERIALES	Agregado grueso	Agregado fino	Cemento Tipo IP	Agua	Viscocrete 1110	Sikacem
Peso específico (kg/m3)	2750	2460	2810	1000	1060	1100
Peso Unitario Compactado (kg/m3)						
	1607	1948				
Absorción %	3.40%	2.27%				
Humedad %	0.15%	1.16%				



ACI 211.3R-02 "Guía para la Selección de Proporciones para Concretos de Cero Slump"
 ACI 522R-10 "Reporte en Concreto Permeable"

3. Volumen de pasta

% Pasta: **20%**
 Concreto: Bien compactado
 Finos: SI
 Reducción: -2%
Vol. pasta: 18.00% Ajustada según 211.3R-02

4. Volumen de Cemento

$$Vp = \frac{C}{Pe.Cemento} + \left(\frac{a}{C}\right) \times C$$

C = 238.136 kg

5. Volumen de Agua

$$a = \left(\frac{a}{C}\right) \times C$$

a = 0.4x238.136
 a = 95.254 kg

6. Calculo de Volúmenes absolutos

Material	Peso SSS (Kg)	P.e. (kg/m3)	Volumen (% de 1m3)
Cemento	238.14	2810	0.085
Agua	95.25	1000	0.095
Vacios			0.150
Parcial			0.330
Agregados			0.670
Total			1.000

Incorporación de finos

Ag. Fino (%) 10.0%

Material	Peso SSS (Kg)	P.e. (kg/m3)	Volumen (% de 1m3)
Ag. Grueso	1658.25	2750	0.603
Ag. Fino	164.82	2460	0.067

Revisión de Volumen por m3

Material	Peso SSS (Kg)	P.e. (kg/m3)	Volumen (% de 1m3)
Cemento	238.14	2810.00	8.47%
Agua	95.25	1000.00	9.53%
Ag. Grueso	1658.25	2750.00	60.30%
Ag. Fino	164.82	2460.00	6.70%
Vacios			15.00%
TOTAL			1.000

7. Ajuste por Humedad y su aporte

	Ag. Grueso	Ag. Fino
Humedad	0.15%	1.16%
Aporte	2.49	1.91

$$Wg(sss) = (grava) \times ((1 + Absorción))$$

8. Dosificación de Concreto Permeable - Corregido por Humedad

Material	Cantidad
Cemento	238.14 kg/m3
Ag. Grueso	1660.74 kg/m3
Ag. Fino	166.73 kg/m3
Agua	90.85 lt/m3

Revisión de Porcentaje de Vacíos (%)	Material	%
	Cemento	8.5%
	Ag. Grueso	60.4%
	Ag. Fino	6.8%
	Agua	9.1%
	Vacios	15.3% =15%

9. Proporción en pesos

Cemento	1.00
Ag. Grueso	6.97
Ag. Fino	0.70
Agua	16.21 lt

Aditivo	% del Peso del Cem.	Cantidad (lt)
Viscocrete 1110	0.50%	1.1907
Sikacem	0.60%	1.42884

10. Volumen para probetas

N° Probetas	9
	m3
Vol. Probeta	0.0747
	plg3
	4559.26

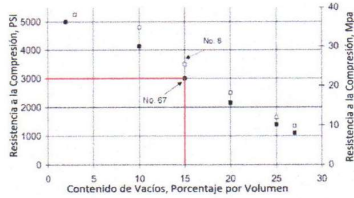
Material	Vol para probeta (m3)	Peso para probeta (Kg)
Cemento	0.00633	17.792 Kg
Ag. Grueso	0.04512	124.079 Kg
Ag. Fino	0.00506	12.457 Kg
Agua	0.00679	6.788 lt
Viscocrete 1110		0.089 lt
Sikacem		0.107 lt

Calculo de diseño de mezcla de Concreto Permeable 10% finos
 Fuente: Elaboración propia

DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO PERMEABLE
 ACI 211.3R-02 "Guía para la Selección de Proporciones para Concretos de Cero Slump"
 ACI 522R-10 "Reporte en Concreto Permeable"
DISEÑO CP-03 (20% FINOS)

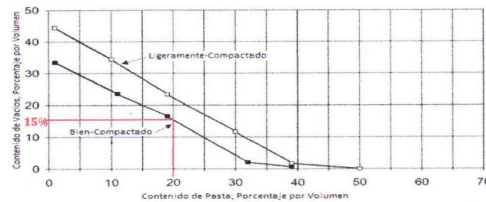
1. Criterios de diseño de mezcla

F'c (kg/cm ²)	210
TMN	3/4"
Contenido de Vacíos %	15.0%
Relacion A/C	0.40
Aditivo %	1.10%
Ag. Fino %	20.0%



2. Características físicas de los materiales

MATERIALES	Agregado grueso	Agregado fino	Cemento Tipo IP	Agua	Viscocrete 1110	Sikacem
Peso específico (kg/m ³)	2750	2460	2810	1000	1060	1100
Peso Unitario Compactado (kg/m ³)	1607	1948				
Absorción %	3.40%	2.27%				
Humedad %	0.15%	1.16%				



ACI 211.3R-02 "Guía para la Selección de Proporciones para Concretos de Cero Slump"
 ACI 522R-10 "Reporte en Concreto Permeable"

3. Volumen de pasta

% Pasta: **20%**
 Concreto: Bien compactado
 Finos: Si
 Reducción: -4%
 Vol. pasta: **16.00%** Ajustada según 211.3R-02

4. Volumen de Cemento

$$Vp = \frac{C}{Pe. Cemento} + \left(\frac{a}{c}\right) \times C$$

C = 211.676 kg

5. Volumen de Agua

$$a = \left(\frac{a}{c}\right) \times C$$

a = 0.4x211.676
 a = 84.67 kg

6. Calculo de Volúmenes absolutos

Material	Peso SSS (Kg)	P.e. (kg/m ³)	Volumen (% de 1m ³)
Cemento	211.68	2810	0.075
Agua	84.67	1000	0.085
Vacios			0.150
Parcial			0.310
Agregados			0.690
Total			1.000

Incorporación de finos

Ag. Fino (%) 20.0%

Material	Peso SSS (Kg)	P.e. (kg/m ³)	Volumen (% de 1m ³)
Ag. Grueso	1518.00	2750	0.552
Ag. Fino	339.48	2460	0.138

Revisión de Volumen por m³

Material	Peso SSS (Kg)	P.e. (kg/m ³)	Volumen (% de 1m ³)
Cemento	211.68	2810.00	7.53%
Agua	84.67	1000.00	8.47%
Ag. Grueso	1518.00	2750.00	55.20%
Ag. Fino	339.48	2460.00	13.80%
Vacios			15.00%
TOTAL			1.000

7. Ajuste por Humedad y su aporte

	Ag. Grueso	Ag. Fino
Humedad	0.15%	1.16%
Aporte	2.28	3.94

$$Wg(sss) = (grava) \times (1 + Absorción)$$

8. Dosificación de Concreto Permeable - Corregido por Humedad

Material	Cantidad
Cemento	211.68 kg/m ³
Ag. Grueso	1520.28 kg/m ³
Ag. Fino	343.42 kg/m ³
Agua	78.46 lt/m ³

Material	%
Cemento	7.5%
Ag. Grueso	55.3%
Ag. Fino	14.0%
Agua	7.8%
Vacios	15.4% =15%

9. Proporción en pesos

Cemento	1.00
Ag. Grueso	7.18
Ag. Fino	1.62
Agua	15.75 lt

Aditivo	% del Peso del Cem.	Cantidad (lt)
Viscocrete 1110	0.50%	1.0584
Sikacem	0.60%	1.27008

10. Volumen para probetas

N° Probetas	m ³	plg ³
9		
Vol. Probeta	0.0747	4559.26

Material	Vol para probeta (m ³)	Peso para probeta (Kg)
Cemento	0.00563	15.815 Kg
Ag. Grueso	0.04130	113.585 Kg
Ag. Fino	0.01043	25.658 Kg
Agua	0.00586	5.862 lt
Viscocrete 1110		0.079 lt
Sikacem		0.095 lt

Calculo de diseño de mezcla de Concreto Permeable 20% finos
 Fuente: Elaboración propia

FICHAS TECNICAS



HOJA DE DATOS DEL PRODUCTO

Sika® ViscoCrete®-1110 PE

ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE PARA CONCRETO

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Es un poderoso superplastificante de tercera generación para concretos y morteros. Ideal para concretos autocompactantes.

USOS

- Es adecuado para la producción de concreto en obra, así como para el concreto pre-mezclado.
- Facilita la extrema reducción de agua, tiene excelentes propiedades con los agregados finos, una óptima cohesión y alto comportamiento autocompactante.
- Se usa para los siguientes tipos de concreto:
 - Concreto autocompactante.
 - Para concretos bajo agua, sistemas tremie. (la relación agua – material cementante debe ser entre 0.30 a 0.45)
 - Concreto para climas cálidos y/o sometidos a trayectos largos o espera antes de su utilización.
 - Concreto de alta reducción de agua (hasta 30%)
 - Concreto de alta resistencia.
 - Inyección de lechada de cementos con alta fluidez.
- La alta reducción de agua y la excelente fluidez tienen una influencia positiva sobre las aplicaciones antes mencionadas.

CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

Sika® ViscoCrete®-1110 PE actúa por diferentes mecanismos. Gracias a la absorción superficial y el efecto de separación espacial sobre las partículas de cemento (paralelos al proceso de hidratación) se obtienen las siguientes propiedades:

- Fuerte reducción de agua y aumenta la cohesión lo que lo hace adecuado para la producción de concreto autocompactante.
 - Alta Impermeabilidad.
 - Extrema reducción de agua (que trae consigo una alta densidad y resistencia).
 - Excelente fluidez (reduce en gran medida el esfuerzo de colocación y vibración).
 - Mejora la plasticidad y disminuye la contracción plástica.
 - A dosis altas mantiene el slump por más de dos horas (Hacer pruebas de diseño) Esto puede variar por las condiciones ambientales y el tipo de cemento que use.
 - Reduce la carbonatación del concreto.
 - Aumenta la durabilidad del concreto.
 - Reduce la exudación y la segregación.
 - Aumenta la adherencia entre el concreto y el acero.
- Sika® ViscoCrete®-1110 PE no contiene cloruros ni otros ingredientes que promuevan la corrosión del acero. Por lo tanto, puede usarse sin restricciones en construcciones de concreto reforzado y pre-tensado.

CERTIFICADOS / NORMAS

Cumple con la norma ASTM C-494 Tipo F y ASTM C-1017 Tipo I

INFORMACIÓN DEL PRODUCTO

Empaques	<ul style="list-style-type: none">• Granel x 1 L.• Cilindro x 200 L.• IBC x 1000 L
Apariencia / Color	Líquido marrón claro a marrón oscuro
Vida Útil	12 meses
Condiciones de Almacenamiento	El producto debe de ser almacenado en su envase original y sin abrir, protegido de la luz directa del sol y de las heladas, a temperaturas entre 5 °C y 35 °C.
Densidad	1,07 kg/L +/- 0,01

INSTRUCCIONES DE APLICACIÓN

Sika® ViscoCrete®-1110 PE se agrega al agua de amasado o junto con el agua a la mezcladora de concreto. Para un aprovechamiento óptimo de la alta capacidad de reducción de agua, recomendamos un mezclado cuidadoso durante 60 segundos como mínimo. Para evitar la exudación en el concreto y lograr la consistencia deseada, el agua restante de la mezcla recién se añadirá cuando hayan transcurrido 60 segundos del tiempo de mezclado. Cuando se trabaja con relaciones a/c bajas es recomendable mezclar el concreto de 7 a 10 minutos. El uso de Sika® ViscoCrete®-1110 PE garantiza un concreto de la más alta calidad. Sin embargo, también en el caso del concreto preparado con Sika® ViscoCrete®-1110 PE debe cumplirse con las normas estándar para la buena producción y colocación de concretos. El concreto fresco debe ser curado apropiadamente con Sika® Antisol® S. **PARA CONCRETOS FLUIDOS Y CONCRETOS AUTO-COMPACTANTES.**

Sika ViscoCrete-1110 PE también puede usarse para concretos fluidos y autocompactantes mediante la utilización de dosificaciones especiales de mezclado. Cuando el Sika ViscoCrete-1110 PE está Congelado. Descongelarlo lentamente a temperatura ambiente y mezclarlo en forma intensiva.

COMBINACIONES.

Sika ViscoCrete-1110 PE puede combinarse con los siguientes productos Sika: Sika-1, Sika CNI, Sika Fume y SikaAer, entre otros.

Se recomienda realizar un ensayo previo si se realizan combinaciones de varios de los productos antes mencionados. Favor consultar a nuestro servicio técnico.

NOTAS

Todos los datos técnicos recogidos en esta hoja técnica se basan en ensayos de laboratorio. Las medidas de los datos actuales pueden variar por circunstancias fuera de nuestro control.

RESTRICCIONES LOCALES

Nótese que el desempeño del producto puede variar dependiendo de cada país. Por favor, consulte la hoja técnica local correspondiente para la exacta descripción de los campos de aplicación del producto.

Hoja De Datos Del Producto
Sika® ViscoCrete®-1110 PE
Mayo 2019, Versión 01.01
02130101.100000894

ECOLOGÍA, SALUD Y SEGURIDAD

Para información y asesoría referente al transporte, manejo, almacenamiento y disposición de productos químicos, los usuarios deben consultar la Hoja de Seguridad del Material actual, la cual contiene información médica, ecológica, toxicológica y otras relacionadas con la seguridad.

NOTAS LEGALES

La información y en particular las recomendaciones sobre la aplicación y el uso final de los productos Sika son proporcionadas de buena fe, en base al conocimiento y experiencia actuales en Sika respecto a sus productos, siempre y cuando éstos sean adecuadamente almacenados, manipulados y transportados; así como aplicados en condiciones normales. En la práctica, las diferencias en los materiales, sustratos y condiciones de la obra en donde se aplicarán los productos Sika son tan particulares que de esta información, de alguna recomendación escrita o de algún asesoramiento técnico, no se puede deducir ninguna garantía respecto a la comercialización o adaptabilidad del producto a una finalidad particular, así como ninguna responsabilidad contractual. Los derechos de propiedad de las terceras partes deben ser respetados. Todos los pedidos aceptados por Sika Perú S.A.C. están sujetos a Cláusulas Generales de Contratación para la Venta de Productos de Sika Perú S.A.C. Los usuarios siempre deben remitirse a la última edición de la Hojas Técnicas de los productos; cuyas copias se entregarán a solicitud del interesado o a las que pueden acceder en Internet a través de nuestra página web www.sika.com.pe. La presente edición anula y reemplaza la edición anterior, misma que deberá ser destruida.





HOJA DE DATOS DEL PRODUCTO

SikaCem® Plastificante

ADITIVO PLASTIFICANTE Y REDUCTOR DE AGUA PARA MORTEROS Y HORMIGONES

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

SikaCem® Plastificante es un aditivo líquido para elaborar morteros y hormigones fluidos. Reduce la cantidad de agua en aproximadamente un 10 % incrementando la resistencia; NO CONTIENE CLORUROS, de modo que no corroe los metales.

USOS

SikaCem® Plastificante es recomendable para:

- Estructuras en general canales, diques, estructuras de fundación, columnas, vigas, tanques elementos prefabricados, losas, etc.)
- Cualquier tipo de estructura, cuando se desee aumentar las resistencias mecánicas o dar mayor fluidez al hormigón.

CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

En el hormigón fresco:

- Mejora la trabajabilidad del hormigón (plastifica), facilitando su colocación y compactación.
- Permite una reducción en la cantidad de agua de amasado de un 10 % aproximadamente, lo que se manifiesta en un aumento de las resistencias mecánicas del hormigón endurecido.
- Aumento de la cohesión interna en el hormigón fresco, tendiendo a evitar la segregación de los áridos.
- Disminuye la exudación.

En el hormigón endurecido:

- Posibilita un incremento de las resistencias mecánicas a la compresión del orden del 10 al 15%, contra testigo.
- Reduce la contracción.
- Aumenta la adherencia al acero.

INFORMACIÓN DEL PRODUCTO

Base Química	Mezcla de lignosulfonatos y polímeros orgánicos.
Empaques	<ul style="list-style-type: none"> • Envase PET x 4 L • Balde x 20 L
Apariencia / Color	Líquido marrón oscuro
Vida Útil	1 año
Condiciones de Almacenamiento	En sus envases de origen, bien cerrados y no deteriorados, en lugares frescos y secos, a temperaturas entre + 5°C y + 30°C. Protegido del congelamiento, del calor excesivo y de la radiación solar directa.
Densidad	1.20 +/- 0.01

INFORMACIÓN TÉCNICA

Guía de Vaciado de Concreto

Mezclar los materiales componentes del hormigón o mortero con parte del agua de mezclado, incorpore el contenido del DoyPack de SikaCem® Plastificante al pastón y complete con la menor cantidad de agua hasta lograr la fluidez requerida.

Para asegurar la homogeneidad del hormigón o mortero, se recomienda mezclar durante 3 minutos adicionales luego de incorporar todos los materiales componentes a la mezcladora.

Para mejorar el desempeño de morteros y hormigones se recomienda mantener la dosificación y proporción de los materiales componentes, Utilizar la menor cantidad de agua de mezclado hasta alcanzar la fluidez necesaria para la obra.

Cuidar que se cumplan las correctas condiciones de elaboración, colocación, compactación y curado.

La sobre-dosificación de SikaCem® Plastificante puede causar retardo de fragüe.

El desempeño de los aditivos pueden variar si se modifican los materiales componentes o sus cantidades.

INFORMACIÓN DE APLICACIÓN

Dosificación Recomendada

- Como plastificante: 250 mL por bolsa de cemento de 42.5 Kg.
 - Como superplastificante: hasta 500 mL por bolsa de cemento de 42.5 Kg.
-

LIMITACIONES

Temperatura Substrato +5°C mín. / +30°C máx.
Temperatura Ambiente +5°C mín. / +30°C máx.

NOTAS

Todos los datos técnicos recogidos en esta hoja técnica se basan en ensayos de laboratorio. Las medidas de los datos actuales pueden variar por circunstancias fuera de nuestro control.

RESTRICCIONES LOCALES

Nótese que el desempeño del producto puede variar dependiendo de cada país. Por favor, consulte la hoja técnica local correspondiente para la exacta descripción de los campos de aplicación del producto.

ECOLOGÍA, SALUD Y SEGURIDAD

Para información y asesoría referente al transporte, manejo, almacenamiento y disposición de productos químicos, los usuarios deben consultar la Hoja de Seguridad del Material actual, la cual contiene información médica, ecológica, toxicológica y otras relacionadas con la seguridad.

NOTAS LEGALES

La información y en particular las recomendaciones sobre la aplicación y el uso final de los productos Sika son proporcionadas de buena fe, en base al conocimiento y experiencia actuales en Sika respecto a sus productos, siempre y cuando éstos sean adecuadamente almacenados, manipulados y transportados; así como aplicados en condiciones normales. En la práctica, las diferencias en los materiales, sustratos y condiciones de la obra en donde se aplicarán los productos Sika son tan particulares que de esta información, de alguna recomendación escrita o de algún asesoramiento técnico, no se puede deducir ninguna garantía respecto a la comercialización o adaptabilidad del producto a una finalidad particular, así como ninguna responsabilidad contractual. Los derechos de propiedad de las terceras partes deben ser respetados. Todos los pedidos aceptados por Sika Perú S.A.C. están sujetos a Cláusulas Generales de Contratación para la Venta de Productos de Sika Perú S.A.C. Los usuarios siempre deben remitirse a la última edición de la Hojas Técnicas de los productos; cuyas copias se entregarán a solicitud del interesado o a las que pueden acceder en Internet a través de nuestra página web www.sika.com.pe. La presente edición anula y reemplaza la edición anterior, misma que deberá ser destruida.





IP CEMENTO MULTI-PROPÓSITO Alta Durabilidad

DESCRIPCIÓN

EL CEMENTO MULTI-PROPÓSITO DE ALTA DURABILIDAD YURA IP es un cemento elaborado bajo los más estrictos estándares de la industria cementera, colaborando con el medio ambiente, debido a que en su producción se reduce ostensiblemente la emisión de CO₂, contribuyendo a la reducción de los gases con efecto invernadero.

Es un producto fabricado a base de Clinker de alta calidad, puzolana natural de origen volcánico de alta reactividad y yeso. Esta mezcla es molida industrialmente en molinos de última generación, logrando un alto grado de finura. La fabricación es controlada bajo un sistema de gestión de calidad certificado con ISO 9001 y de gestión ambiental ISO 14001, asegurando un alto estándar de calidad.

Sus componentes y la tecnología utilizada en su fabricación, hacen que el CEMENTO MULTI-PROPÓSITO YURA TIPO IP, tenga propiedades especiales que otorgan a los concretos y morteros cualidades únicas de ALTA DURABILIDAD, permitiendo que el concreto mejore su resistencia e impermeabilidad y también pueda resistir la acción del intemperismo, ataques químicos (aguas saladas, sulfatadas, ácidas, desechos industriales, reacciones químicas en los agregados, etc.), abrasión, u otros tipos de deterioro.

Puede ser utilizado en cualquier tipo de obras de infraestructura y construcción en general. Especialmente para OBRAS DE ALTA EXIGENCIA DE DURABILIDAD.

DURABILIDAD

Es aquella propiedad del concreto endurecido que define la capacidad de éste para resistir la acción agresiva del medio ambiente que lo rodea, permitiendo alargar su vida útil.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

REQUISITOS	CEMENTO MULTI-PROPÓSITO YURA TIPO IP		REQUISITOS NORMA NTP 334.099 ASTM C-695		REQUISITOS NORMA NTP 334.099 ASTM C-150 (CEMENTO TIPO II)	
REQUISITOS QUÍMICOS						
MgO (%)	1.5 a 2.4		6.00 Máx.			
SO ₃ (%)	1.5 a 2.3		4.00 Máx.			
Pérdida por ignición (%)	1.5 a 3.8		5.00 Máx.			
REQUISITOS FÍSICOS						
Peso específico (gr/cm ³)	2.77 a 2.85		-			
Expansión en autoclave (%)	-0.05 a 0.03		+0.20 a 0.80			
Fraguado Vicat inicial (minutos)	170 a 270		45 a 420			
Contenido de aire	2.5 a 8.0		12 Máx.			
Resistencia a compresión	Kg/cm ²	MPa	Kg/cm ²	MPa	Kg/cm ²	MPa
1 día	80 a 104	7.8 a 10.2	-	-	-	-
3 días	175 a 200	17.1 a 19.6	133 Mín.	13	122 Mín.	12
7 días	225 a 260	22.0 a 25.4	204 Mín.	20	194 Mín.	19
28 días	306 a 350	30.0 a 34.3	255 Mín.	25	-	-
Resistencia al tracción	%		%		%	
% Expansión a los 6 meses	< 0.021%		0.05 Máx			
% Expansión a 1 año	< 0.023%		0.10 Máx			

YURA



SOTRAFA es una empresa fabricante de láminas de polietileno, perteneciente al Grupo Armando Álvarez, líder transformador de film de polietileno en el mercado español, y situado entre los primeros a nivel europeo, con una producción anual de más de 300.000 toneladas. Desde su fábrica ubicada en Almería, España; exporta actualmente a más de 43 países, contando con una experiencia de más de 30 años en el sector.

GEOMEMBRANA HDPE Y LLDPE

Láminas impermeabilizantes de polietileno de alta densidad (HDPE) y polietileno lineal de baja densidad (LLDPE), lisas por ambas caras, en espesores de 0,75 a 3 mm. Disponibles en 5,8 y 7,5 metros de ancho. Fabricadas con la más moderna tecnología de extrusión en cabezal plano "Calandrado/Cast"

VENTAJA	BENEFICIO
El sistema de fabricación "Calandrado/Cast" es superior al sistema de fabricación por soplado "Blow"	Mejor acabado superficial Mayor uniformidad de propiedades
Acabado con un ligero relieve	Evita la reflexión de la luz
Mayor planicidad	No presenta ondas al desembobinar

GEOMEMBRANA ESTRUCTURADA HDPE Y LLDPE 1F/2F

Láminas impermeabilizantes de polietileno de alta densidad (HDPE) y polietileno lineal de baja densidad (LLDPE) estructuradas por una (1F) o ambas caras (2F), en espesores de 1,5 a 3mm con una densidad de 57.000 tacos/m² de una altura en torno a 1mm.

VENTAJA	BENEFICIO
La fabricación por calandrado se realiza en un solo proceso (a diferencia de las geomembranas texturizadas por proyección)	Los tacos y la lámina son un todo y no se despegan. Garantiza el espesor base de la lámina y la homogeneidad de la superficie
Mayor altura en la rugosidad (alto coeficiente de rozamiento)	Alta estabilidad, incluso en planos inclinados con fuertes pendientes
Láminas de 7,5 metros de ancho	Menor número de soldaduras y óptimo costo de instalación
Bordes lisos	Facilitan la soldadura de los paños

CISTERNAS FLEXIBLES

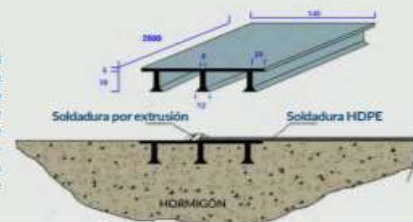
Fabricadas en polietileno ultra flexible para almacenar de forma fiable y económica desde agua potable hasta multitud de productos químicos. Con capacidad desde 1 m³ hasta 500 m³.

CARACTERÍSTICAS Y BENEFICIOS

- Solo requiere una superficie plana
- Fácil de plegar-desplegar e instalar
- No requiere proyectos, licencias ni mano de obra
- Durabilidad superior a 25 años

PERFIL "E"

Perfil de polietileno de alta densidad, tiene como finalidad fijar la barrera impermeabilizante (geomembrana HDPE) a una superficie horizontal o vertical de hormigón (paredes o suelos), quedando una unión completamente estanca. Se instala embebido en hormigón fresco, quedando al nivel de la superficie acabada, el perfil está estriado en su cara interna y el diseño de sus tres anclajes aporta una completa adherencia al hormigón. La geomembrana HDPE debe soldarse al perfil por extrusión en el centro del mismo.



FICHA TÉCNICA GEOMEMBRANA HDPE

Características	Unidad	ESPESOR				Método de ensayo
		0,75 mm	1,0 mm	1,5 mm	2,0 mm	
Densidad con negro carbono	gr/cm ³	>0,940	>0,940	>0,940	>0,940	ASTM D 1505
Espesor nominal mínimo	mm	0,75 ± 5%	1,00 ± 5%	1,50 ± 5%	2,00 ± 5%	ASTM D 1599
Resistencia a la tracción a la rotura*	N/m	23 (±20)	29 (±27)	44 (±40)	58 (±53)	ASTM D 6693
Alargamiento a la rotura*	%	730 (±700)	800 (±700)	800 (±700)	800 (±700)	
Esfuerzo de tracción en el límite elástico*	kN/m	12 (±11)	16 (±15)	23 (±22)	31 (±29)	
Alargamiento en el límite elástico*	%	13 (±12)	13 (±12)	15 (±12)	16 (±12)	ASTM D 4833
Resistencia al punzonado	N	340 (±240)	360 (±320)	550 (±400)	670 (±640)	
Resistencia al rasgado*	N	100 (±93)	150 (±125)	225 (±187)	290 (±249)	ASTM D 1004
Contenido en negro de carbono	%	2 - 3	2 - 3	2 - 3	2 - 3	ASTM D 4218
Dispersión del negro de carbono	Categoría	1 - 2	1 - 2	1 - 2	1 - 2	ASTM D 5596
OIT estándar	min.	≥100	≥100	≥100	≥100	ASTM D 3895
Envejecimiento en horno a 85° C OIT estándar - % retenido después de 90 días	% retenido	≥55	≥55	≥55	≥55	ASTM D 5721 ASTM D 3895
Resistencia UV - OIT a alta presión - % retenido después de 90 días	% retenido	≥50	≥50	≥50	≥50	ASTM D 5885
Resistencia a la hinchazón bajo tensión en un medio tensoactivo (SP-NCTL)**	h	≥300	≥300	≥300	≥300	ASTM D 5395

* En ambas direcciones (longitudinal y transversal) ** En ambas caras

SERVICIOS DE INSTALACIÓN DE GEOMEMBRANA

PLASTIFORTE brinda servicios de instalación de geomembrana con equipos de última generación y calidad certificada ISO 9001.

COTIZACION



PAMER PERU E.I.R.L.
 AV. MARISCAL CASTILLA NRO. 734
 MARIANO MELGAR - AREQUIPA - AREQUIPA
 Teléfono: (054) 619454 (054) 419830 - Celular: 948802191 / 948802928 - E-mail:
 ventas@pamerperu.com, informacion@pamerperu.com - Web: www.pamerperu.com

RUC 20448121691
COTIZACIÓN
003678

CLIENTE :
 RUC : 10706146341
 DENOMINACIÓN : MANUEL CORNEJO GIAN PIERRE
 DIRECCIÓN : ----

FECHA EMISIÓN : 08/03/2021
 FECHA DE VENC. : 08/03/2021
 MONEDA : SOLES

CANT.	UM	CÓD.	DESCRIPCIÓN	V/U	P/U	IMPORTE
1	CY	PPSK-0171	Sika Viscocrete 1110 PE x 200 L	2,453.390	2,895.000	2,895.00
1	NIU	PPSK-0079	Sika Cem Plastificante x 20 L	135.593	160.000	160.00

GRAVADA S/ 2,588.98
 IGV 18.00 % S/ 466.02
TOTAL S/ 3,055.00

IMPORTE EN LETRAS: TRES MIL CINCUENTA Y CINCO CON 00/100 SOLES

informacion@pamerperu.com - Web: www.pamerperu.com

RIEGOS Y CONEXIONES S.A.C.

RUC: 20455399204

Tel: 054-235740

Tel 2: +51-983385152

Tel 3:

=====
COTIZACION

Nro: 200010510 Fecha: 24/03/2021

Para: gian pierre manuel

DES	CANTIDAD	P x UNIDAD	P TOTAL
1 GEOMEMBRANA HDPE 0.75 MM LISA NOMINAL	7.0 M2	8,60	60,20
2 GEOMEMBRANA HDPE 1 MM LISA NOMINAL	7.0 M2	12,90	90,30
3 GEOMEMBRANA HDPE 1.5 MM LISA NOMINAL	7.0 M2	17,40	121,80
4 GEOMEMBRANA HDPE 2 MM LISA NOMINAL	7.0 M2	24,00	168,00
TOTAL: S/.			440,30

VALIDO POR 3 DIAS

Ven: BRENDA Hor: mi 16:13:03

PRECIPITACION MAXIMA SENAMHI

PRECIPITACION MAXIMA DIARIA EN 24 HORAS (mm)

COTAHUASI

CUENCA : Ocoña
PERIODO : 1964-2016
TIPO : CONVENCIONAL

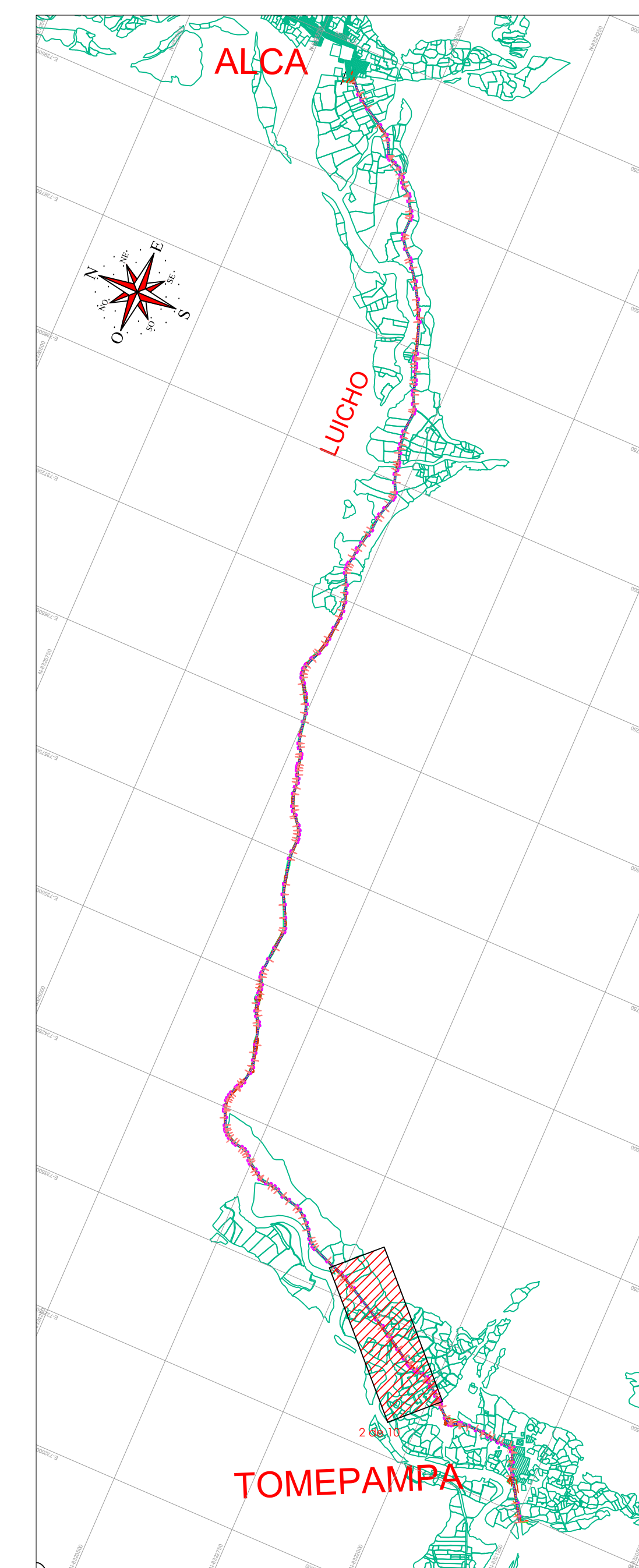
LATITUD : 15°12'40.81"
LONGITUD : 72°53'35.91"
ALTITUD : 2676

DPTO : AREQUIPA
PROVINCIA : LA UNION
DISTRITO : TORO

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1964	3.7	5.5	6.6	7.0	1.4	0.0	0.0	4.0	0.0	6.2	5.5	11.6	11.6
1965	4.6	16.3	6.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	16.3
1966	7.9	7.0	6.9	1.2	4.6	0.0	0.0	0.0	0.0	17.2	1.2	4.0	17.2
1967	12.9	16.6	16.6	3.5	1.6	0.0	0.4	0.0	1.6	2.2	0.5	7.3	16.6
1968	30.1	11.1	15.2	0.0	1.6	1.7	0.0	0.0	4.0	3.3	5.0	12.4	30.1
1969	6.6	16.2	11.4	3.2	0.0	0.0	0.0	0.0	2.4	0.0	4.4	13.6	16.2
1970	14.2	13.0	4.4	0.3	6.0	0.0	0.0	0.0	0.2	7.6	0.0	4.0	14.2
1971	17.1	12.6	11.0	14.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	11.0	17.1
1972	59.4	17.2	25.0	15.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	9.0	0.0	11.1	59.4
1973	15.6	15.6	30.0	5.0	0.2	0.0	0.0	1.0	7.2	0.0	3.2	6.3	30.0
1974	14.6	12.0	15.6	16.0	0.5	4.0	0.0	5.2	0.0	0.0	0.3	7.3	16.0
1975	26.4	21.2	24.2	9.0	1.6	0.5	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	16.3	26.4
1976	20.4	7.4	22.5	4.0	10.9	0.0	1.7	0.0	16.0	0.0	0.0	10.2	22.5
1977	4.0	20.6				0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.6	
1978	19.2	9.7	9.7	4.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	6.3	10.0	19.2
1979	11.6	7.7	20.1	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	6.4	0.0	9.7	20.1
1980	4.9	10.4	26.7	0.0	0.0	0.0	1.6	0.0	0.0	5.1	0.0	10.0	26.7
1981	40.7	19.5	11.7	14.2	0.0	0.0	0.0	9.2	0.0	0.0	3.9	5.6	40.7
1982	9.3	13.2	6.1	4.4	0.0	0.0	0.0	0.0	2.2	3.0	2.9	2.5	13.2
1983				10.2	1.3	0.0	0.0		6.0	1.0	0.0	12.2	12.2
1984	16.6	24.3	16.0	3.9	0.0	10.0	0.0	0.0	0.5	4.6	16.0	6.0	24.3
1985	0.5	16.9	12.6	6.4	6.2	1.7	0.0	1.1		0.0	4.6	6.2	16.9
1986	17.3	17.6	6.4	3.5	10.0	0.0	0.0	4.4	1.2	0.0	0.0	30.0	30.0
1987	17.3	10.6	5.7	1.3	0.0	2.1	4.3	0.6	0.0	6.1	0.0	0.0	17.3
1988	26.9	16.0	9.9	7.6		0.0	0.0	0.0	0.0	2.6			26.9
1989													
1990													
1991													
1992						0.0	0.0	3.5	0.0	2.4	0.0		
1993													
1994													
1995			14.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.6	0.0	6.6	6.5	
1996	29.6	27.0	16.6	4.2	1.2	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	19.5	5.6	29.6
1997	14.6	16.2	26.7	0.0	0.0	0.0	0.0	12.0	6.4	0.0	0.6	10.2	26.7
1998	16.0	19.6	24.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.6	26.2	26.2
1999	33.0	16.5	32.4	9.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.6	0.0	5.9	33.0
2000	22.0	26.6	14.6	4.3	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	6.0	26.6
2001	14.2	22.6	16.3	7.5	5.5	0.4	0.0	2.5	3.2	5.6	0.0	6.5	22.6
2002	6.9	27.5	23.0	14.4	0.0	0.0	12.5	1.3	0.2	2.3	5.6	5.0	27.5
2003	15.6	11.5	16.0	2.2	3.5		0.0	2.2	0.0	0.0	0.0	9.4	16.0
2004	13.0	25.7	13.6	3.0	0.0	0.0	5.6	0.2	3.3	0.4	0.0	4.7	25.7
2005	10.4	11.0	5.5	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0	0.0	3.5	10.3	11.0
2006	12.7	13.5	5.6	1.2	0.0	0.3	0.0	0.0	0.6	2.7	6.2	1.2	13.5
2007	11.7	25.4	16.7	17.2	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	1.2	6.1	25.4
2008	17.4	16.3	11.9	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	5.6	17.4
2009	11.6	11.5	7.9	6.6	0.1	0.0	6.5	0.0	0.0	0.1	0.5	1.5	11.6
2010	6.5	17.7	6.3	3.9	0.6	0.0	0.0	0.0	0.2	2.0	0.0	6.7	17.7
2011	19.7	21.7	2.6	14.3	0.1							25.0	25.0
2012	37.0	35.6	26.6		1.6	0.0	0.0	6.0	0.6	0.2	0.4	40.0	40.0
2013	26.6	42.6	49.6	0.0	4.6	2.2	6.2	3.2	0.2	6.0	1.2	23.6	49.6
2014	21.2	16.0	15.0	13.6	0.0	0.4	4.2	0.4	4.6	0.6	2.6	6.4	21.2
2015	25.2	20.4	25.6	15.6	0.6	0.0	4.6	1.2	0.0	1.6	2.0	6.2	25.6
2016	2.2	19.2	5.6	39.6	1.4	35.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
N DATOS	45	45	45	45	45	46	47	46	46	47	46	45	44
DESV.STD	11.0	7.3	9.1	7.3	2.6	5.4	2.5	2.6	3.0	3.4	4.1	7.6	9.7
MAX	59.4	42.6	49.6	39.6	10.9	35.6	12.5	12.0	16.0	17.2	19.5	40.0	59.4
MEDIANA	15.6	17.2	14.6	4.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.5	6.2	22.7

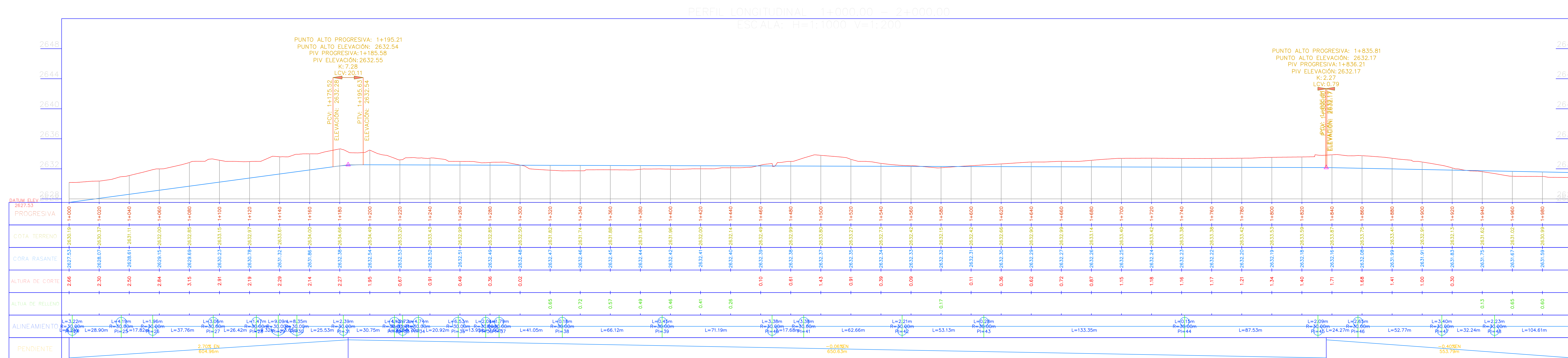
Fuente: SENAMHI - Arequipa

PLANOS



Plano de Planimetria
Escala: 1/6000

Plano Clavo
Escala: 1/20000



Perfil Longitudinal
Escala Horizontal: 1/6000
Escala Vertical: 1/200

CUADRO DE ELEMENTOS DE CURVA

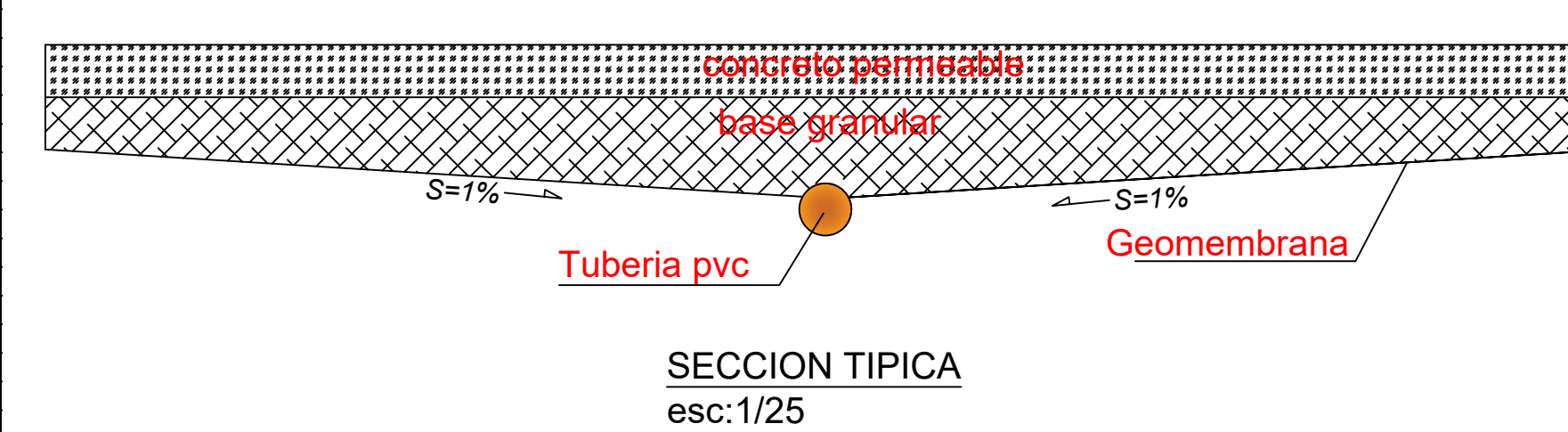
PROGRESIVA	PC	PI	PT	LC	R
1+000					
1+100					
1+200					
1+300					
1+400					
1+500					
1+600					
1+700					
1+800					
1+900					
2+000					

CUADRO DE ELEMENTOS DE CURVA

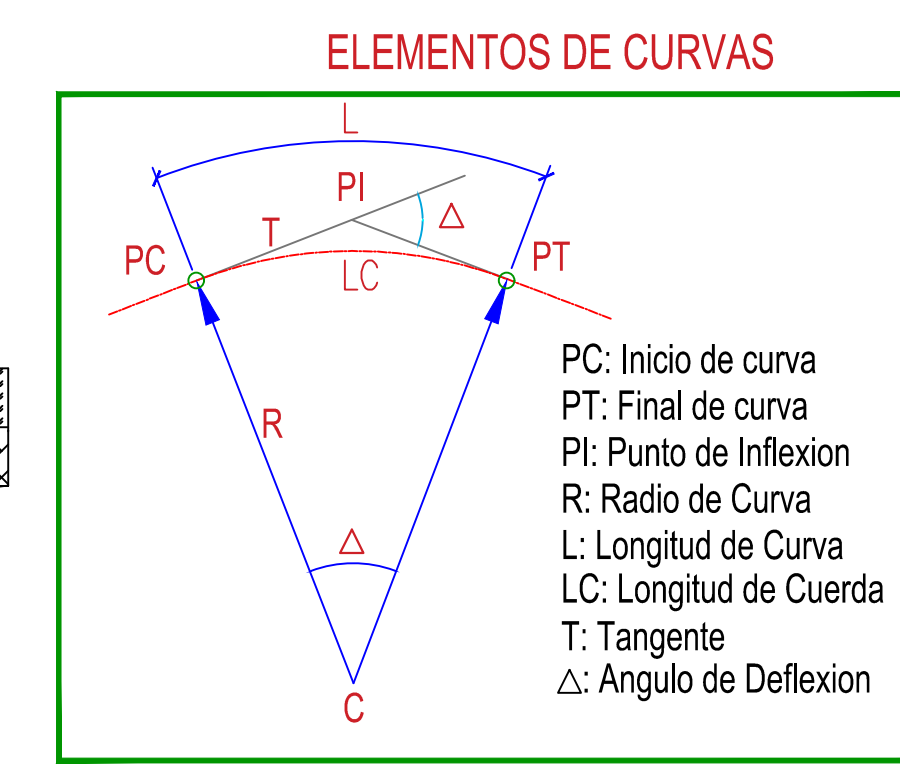
PROGRESIVA	PC	PI	PT	LC	R
1+000					
1+100					
1+200					
1+300					
1+400					
1+500					
1+600					
1+700					
1+800					
1+900					
2+000					

CUADRO DE ELEMENTOS DE CURVA

PROGRESIVA	PC	PI	PT	LC	R
1+000					
1+100					
1+200					
1+300					
1+400					
1+500					
1+600					
1+700					
1+800					
1+900					
2+000					



SECCION TIPICA
esc:1/25



ELEMENTOS DE CURVAS

LEYENDA

- Curva Mayor C1m
- Curva Menor C1m
- Punto de Elevación
- Punto de Inflexion
- chacra
- Canal
- Acceso
- En Proyecto

PROYECTO: APLICACIÓN DE PAVIMENTO DE CONCRETO PERMEABLE COMO SISTEMA DE DRENAJE PARA LA CARRETERA TRAMO TOMEPAMPA - ALCA PROVINCIA LA UNIÓN - AREQUIPA.

FEESTAS: MANUEL CORNEJO, GIAN PIERRE YUCRA SANTA CRUZ, GUILLERMO

PLANO DE: PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL 1+000 - 2+000 Km

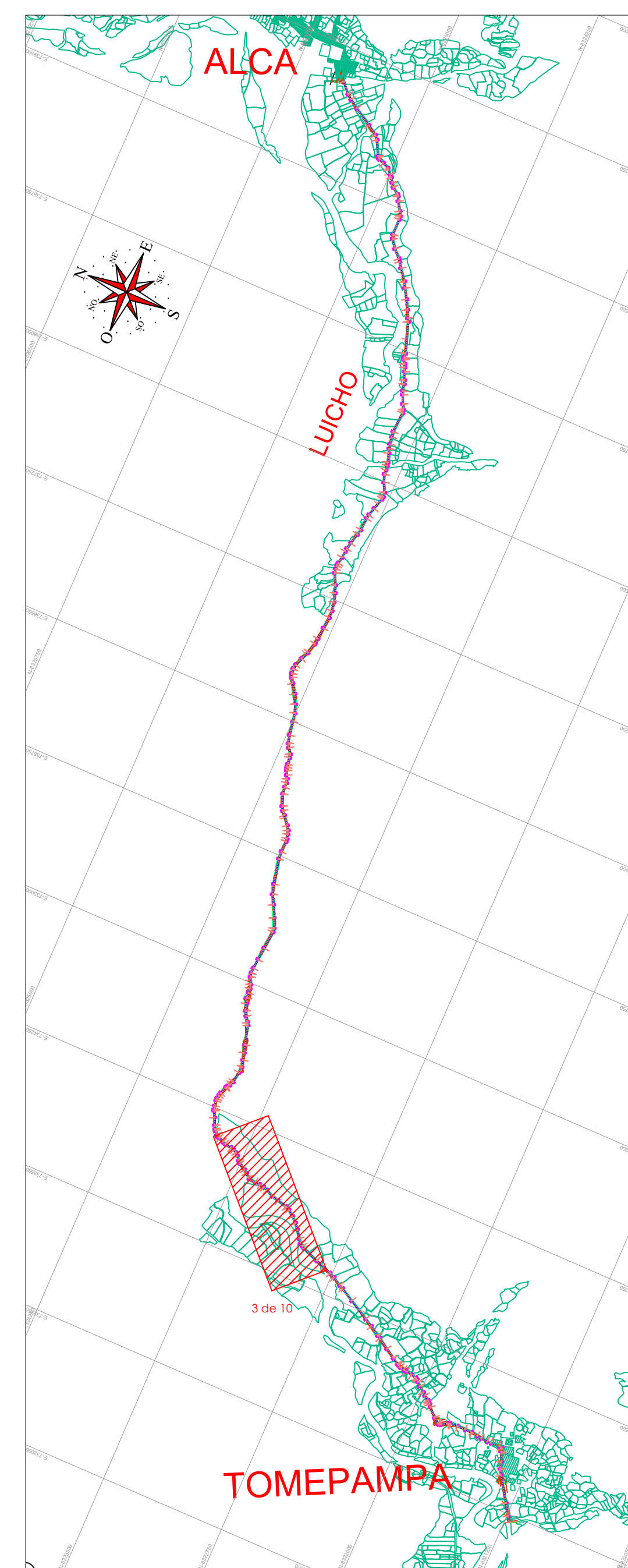
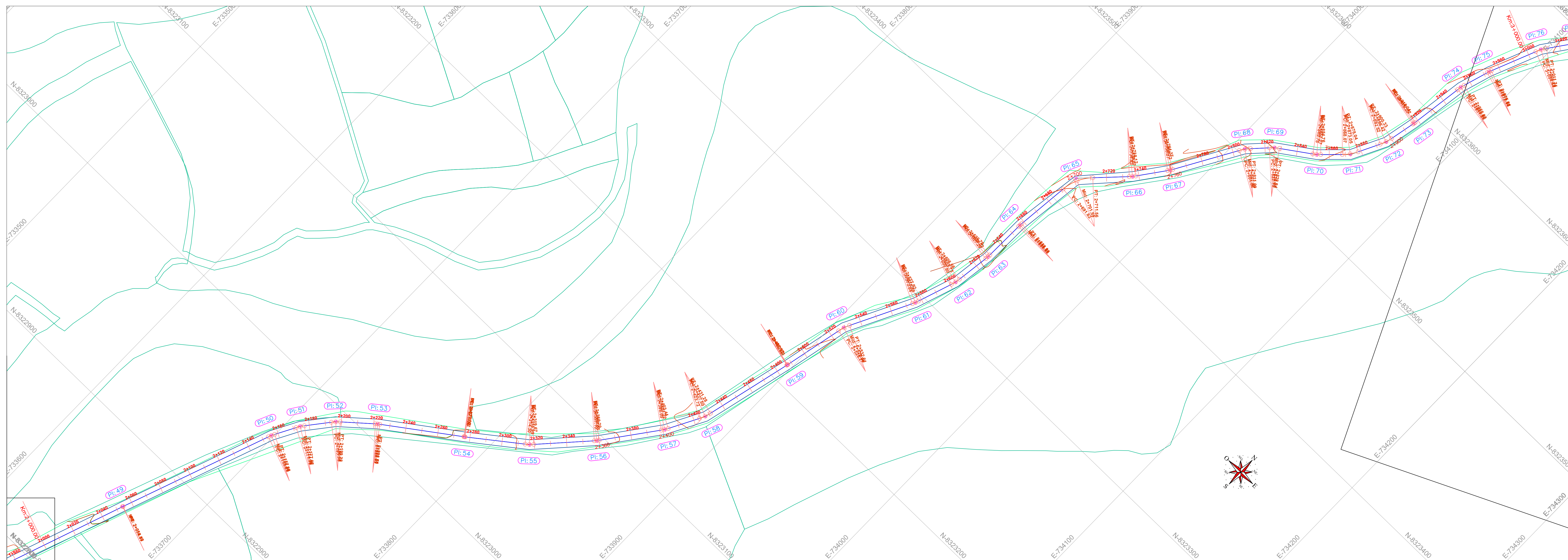
FECHA: FEBRERO 2024

ESCALA: 1/6000

LAJUNA Nº: PP-02

2 de 10

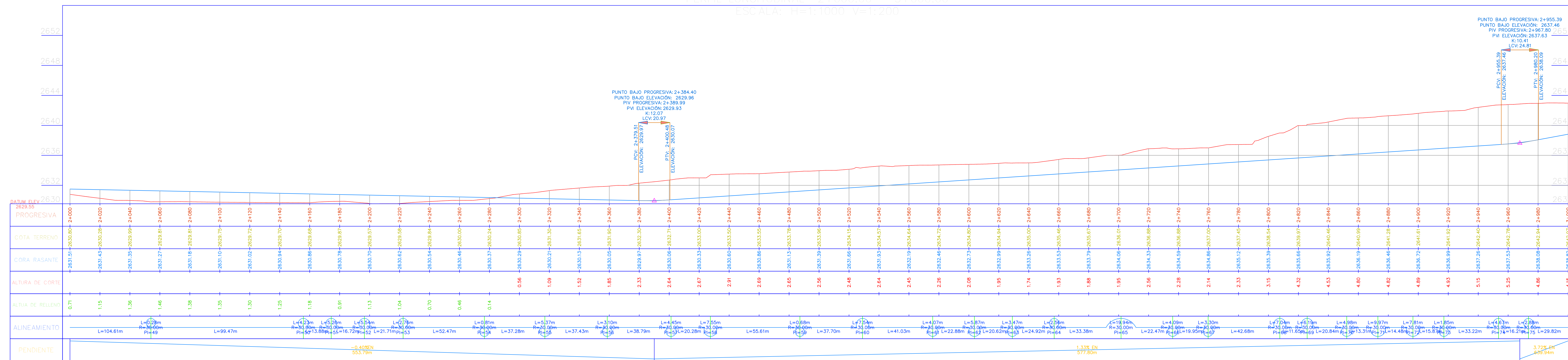




Plano de Planimetria
Escala: 1/6000

Plano Clave
Escala: 1/25000

PERFIL LONGITUDINAL 2+000.00 - 3+000.00
ESCALA: H=1:1000 V=1:200



Perfil Longitudinal
Escala Horizontal: 1/6000
Escala Vertical: 1/200

CUADRO DE ELEMENTOS DE CURVA

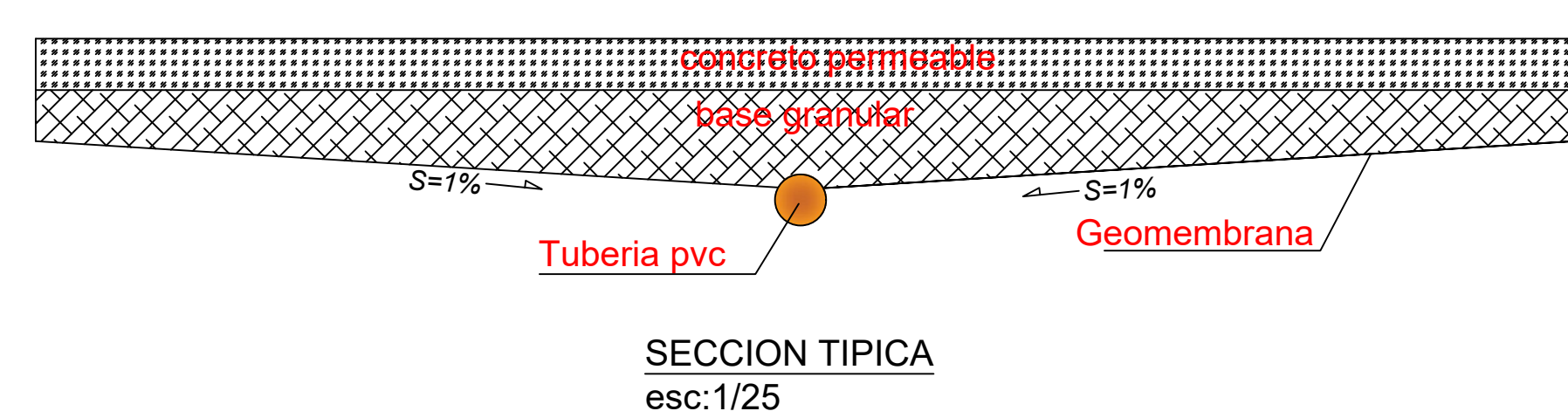
PROGRESIVA	ELEVACION	ALINEAMIENTO	PENDIENTE
2+000.00	26.315	L=104.61m	0.71
2+020.00	26.314	L=102.8m	1.15
2+040.00	26.315	R=36.00m	1.36
2+060.00	26.317		1.46
2+080.00	26.318		1.38
2+100.00	26.310	L=99.47m	1.35
2+120.00	26.310		1.30
2+140.00	26.308		1.25
2+160.00	26.308	L=142.3m	1.18
2+180.00	26.307	L=142.8m	0.91
2+200.00	26.307	L=142.8m	1.13
2+220.00	26.307	L=142.8m	1.04
2+240.00	26.305	L=142.8m	0.70
2+260.00	26.304	L=142.8m	0.46
2+280.00	26.303	L=142.8m	0.14
2+300.00	26.302	L=142.8m	0.56
2+320.00	26.302	L=142.8m	1.09
2+340.00	26.301	L=142.8m	1.52
2+360.00	26.301	L=142.8m	1.83
2+380.00	26.301	L=142.8m	2.13
2+400.00	26.301	L=142.8m	2.64
2+420.00	26.301	L=142.8m	2.87
2+440.00	26.301	L=142.8m	2.91
2+460.00	26.301	L=142.8m	2.69
2+480.00	26.301	L=142.8m	2.65
2+500.00	26.301	L=142.8m	2.56
2+520.00	26.301	L=142.8m	2.48
2+540.00	26.301	L=142.8m	2.64
2+560.00	26.301	L=142.8m	2.45
2+580.00	26.301	L=142.8m	2.26
2+600.00	26.301	L=142.8m	2.08
2+620.00	26.301	L=142.8m	1.95
2+640.00	26.301	L=142.8m	1.74
2+660.00	26.301	L=142.8m	1.63
2+680.00	26.301	L=142.8m	1.68
2+700.00	26.301	L=142.8m	1.95
2+720.00	26.301	L=142.8m	2.56
2+740.00	26.301	L=142.8m	2.28
2+760.00	26.301	L=142.8m	2.14
2+780.00	26.301	L=142.8m	2.33
2+800.00	26.301	L=142.8m	3.15
2+820.00	26.301	L=142.8m	4.32
2+840.00	26.301	L=142.8m	4.53
2+860.00	26.301	L=142.8m	4.80
2+880.00	26.301	L=142.8m	4.82
2+900.00	26.301	L=142.8m	4.89
2+920.00	26.301	L=142.8m	4.93
2+940.00	26.301	L=142.8m	5.15
2+960.00	26.301	L=142.8m	5.25
2+980.00	26.301	L=142.8m	4.86
3+000.00	26.301	L=142.8m	1.15

CUADRO DE ELEMENTOS DE CURVA

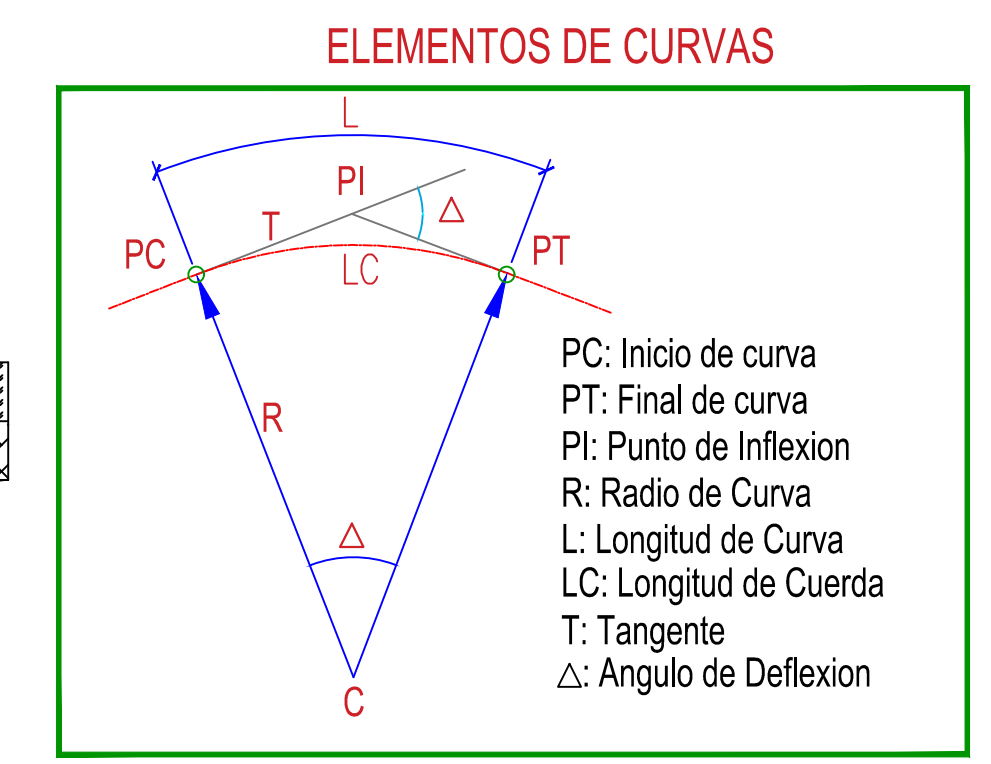
PROGRESIVA	ELEVACION	ALINEAMIENTO	PENDIENTE
2+000.00	26.315	L=104.61m	0.71
2+020.00	26.314	L=102.8m	1.15
2+040.00	26.315	R=36.00m	1.36
2+060.00	26.317		1.46
2+080.00	26.318		1.38
2+100.00	26.310	L=99.47m	1.35
2+120.00	26.310		1.30
2+140.00	26.308		1.25
2+160.00	26.308	L=142.3m	1.18
2+180.00	26.307	L=142.8m	0.91
2+200.00	26.307	L=142.8m	1.13
2+220.00	26.307	L=142.8m	1.04
2+240.00	26.305	L=142.8m	0.70
2+260.00	26.304	L=142.8m	0.46
2+280.00	26.303	L=142.8m	0.14
2+300.00	26.302	L=142.8m	0.56
2+320.00	26.302	L=142.8m	1.09
2+340.00	26.301	L=142.8m	1.52
2+360.00	26.301	L=142.8m	1.83
2+380.00	26.301	L=142.8m	2.13
2+400.00	26.301	L=142.8m	2.64
2+420.00	26.301	L=142.8m	2.87
2+440.00	26.301	L=142.8m	2.91
2+460.00	26.301	L=142.8m	2.69
2+480.00	26.301	L=142.8m	2.65
2+500.00	26.301	L=142.8m	2.56
2+520.00	26.301	L=142.8m	2.48
2+540.00	26.301	L=142.8m	2.64
2+560.00	26.301	L=142.8m	2.45
2+580.00	26.301	L=142.8m	2.26
2+600.00	26.301	L=142.8m	2.08
2+620.00	26.301	L=142.8m	1.95
2+640.00	26.301	L=142.8m	1.74
2+660.00	26.301	L=142.8m	1.63
2+680.00	26.301	L=142.8m	1.68
2+700.00	26.301	L=142.8m	1.95
2+720.00	26.301	L=142.8m	2.56
2+740.00	26.301	L=142.8m	2.28
2+760.00	26.301	L=142.8m	2.14
2+780.00	26.301	L=142.8m	2.33
2+800.00	26.301	L=142.8m	3.15
2+820.00	26.301	L=142.8m	4.32
2+840.00	26.301	L=142.8m	4.53
2+860.00	26.301	L=142.8m	4.80
2+880.00	26.301	L=142.8m	4.82
2+900.00	26.301	L=142.8m	4.89
2+920.00	26.301	L=142.8m	4.93
2+940.00	26.301	L=142.8m	5.15
2+960.00	26.301	L=142.8m	5.25
2+980.00	26.301	L=142.8m	4.86
3+000.00	26.301	L=142.8m	1.15

CUADRO DE ELEMENTOS DE CURVA

PROGRESIVA	ELEVACION	ALINEAMIENTO	PENDIENTE
2+000.00	26.315	L=104.61m	0.71
2+020.00	26.314	L=102.8m	1.15
2+040.00	26.315	R=36.00m	1.36
2+060.00	26.317		1.46
2+080.00	26.318		1.38
2+100.00	26.310	L=99.47m	1.35
2+120.00	26.310		1.30
2+140.00	26.308		1.25
2+160.00	26.308	L=142.3m	1.18
2+180.00	26.307	L=142.8m	0.91
2+200.00	26.307	L=142.8m	1.13
2+220.00	26.307	L=142.8m	1.04
2+240.00	26.305	L=142.8m	0.70
2+260.00	26.304	L=142.8m	0.46
2+280.00	26.303	L=142.8m	0.14
2+300.00	26.302	L=142.8m	0.56
2+320.00	26.302	L=142.8m	1.09
2+340.00	26.301	L=142.8m	1.52
2+360.00	26.301	L=142.8m	1.83
2+380.00	26.301	L=142.8m	2.13
2+400.00	26.301	L=142.8m	2.64
2+420.00	26.301	L=142.8m	2.87
2+440.00	26.301	L=142.8m	2.91
2+460.00	26.301	L=142.8m	2.69
2+480.00	26.301	L=142.8m	2.65
2+500.00	26.301	L=142.8m	2.56
2+520.00	26.301	L=142.8m	2.48
2+540.00	26.301	L=142.8m	2.64
2+560.00	26.301	L=142.8m	2.45
2+580.00	26.301	L=142.8m	2.26
2+600.00	26.301	L=142.8m	2.08
2+620.00	26.301	L=142.8m	1.95
2+640.00	26.301	L=142.8m	1.74
2+660.00	26.301	L=142.8m	1.63
2+680.00	26.301	L=142.8m	1.68
2+700.00	26.301	L=142.8m	1.95
2+720.00	26.301	L=142.8m	2.56
2+740.00	26.301	L=142.8m	2.28
2+760.00	26.301	L=142.8m	2.14
2+780.00	26.301	L=142.8m	2.33
2+800.00	26.301	L=142.8m	3.15
2+820.00	26.301	L=142.8m	4.32
2+840.00	26.301	L=142.8m	4.53
2+860.00	26.301	L=142.8m	4.80
2+880.00	26.301	L=142.8m	4.82
2+900.00	26.301	L=142.8m	4.89
2+920.00	26.301	L=142.8m	4.93
2+940.00	26.301	L=142.8m	5.15
2+960.00	26.301	L=142.8m	5.25
2+980.00	26.301	L=142.8m	4.86
3+000.00	26.301	L=142.8m	1.15



SECCION TIPICA
esc:1/25



ELEMENTOS DE CURVAS

LEYENDA

	Curva Mayor Ctm
	Curva Menor Ctm
	Punto de Elevación
	Punto de Inflexion
	Canal
	Acceso
	En Proyecto

PROYECTO: APLICACIÓN DE PAVIMENTO DE CONCRETO PERMEABLE COMO SISTEMA DE DRENAJE PARA LA GARRERA TRAMO TOMEPAMPA - ALCA PROVINCIA LA UNIÓN - AREQUIPA.

FECHAS: MANUEL CORNEJO, GIAN PIERRE YUCRA SANTA CRUZ, GUILLERMO

PLANO DE: PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL 2+000 - 3+000 Km

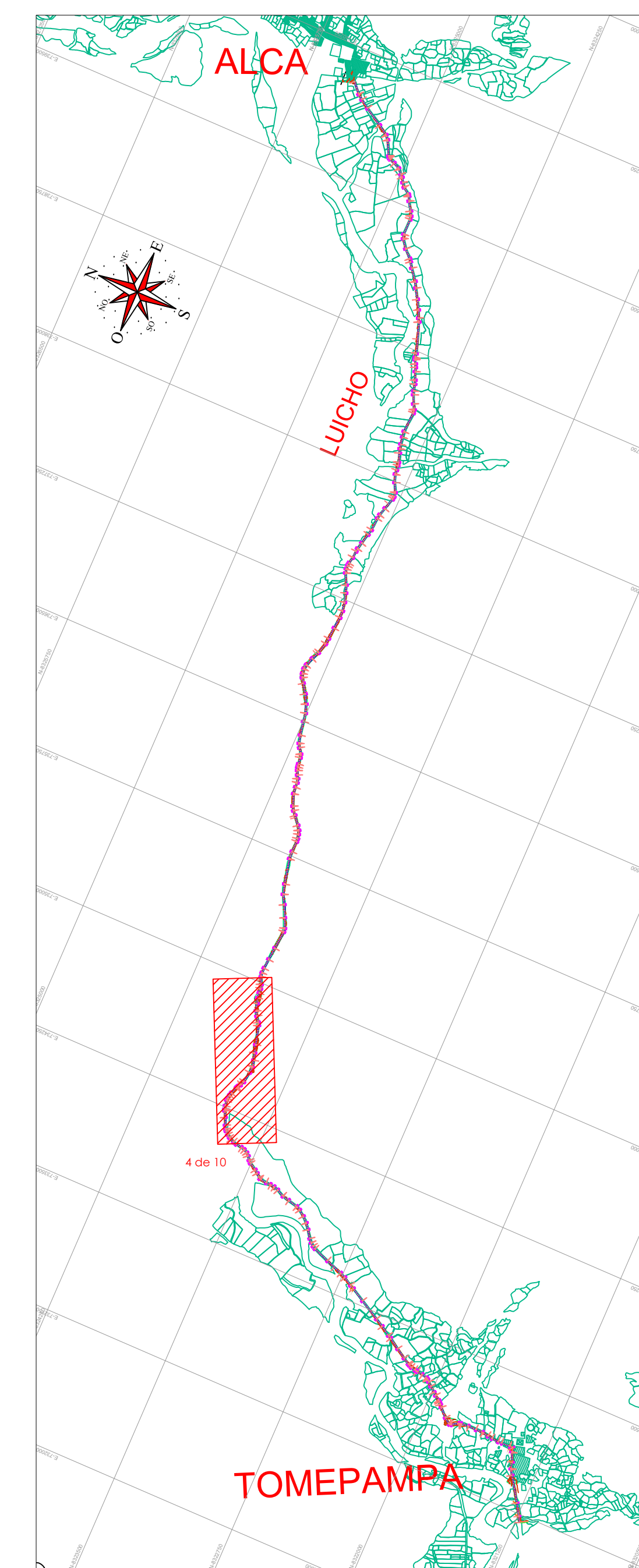
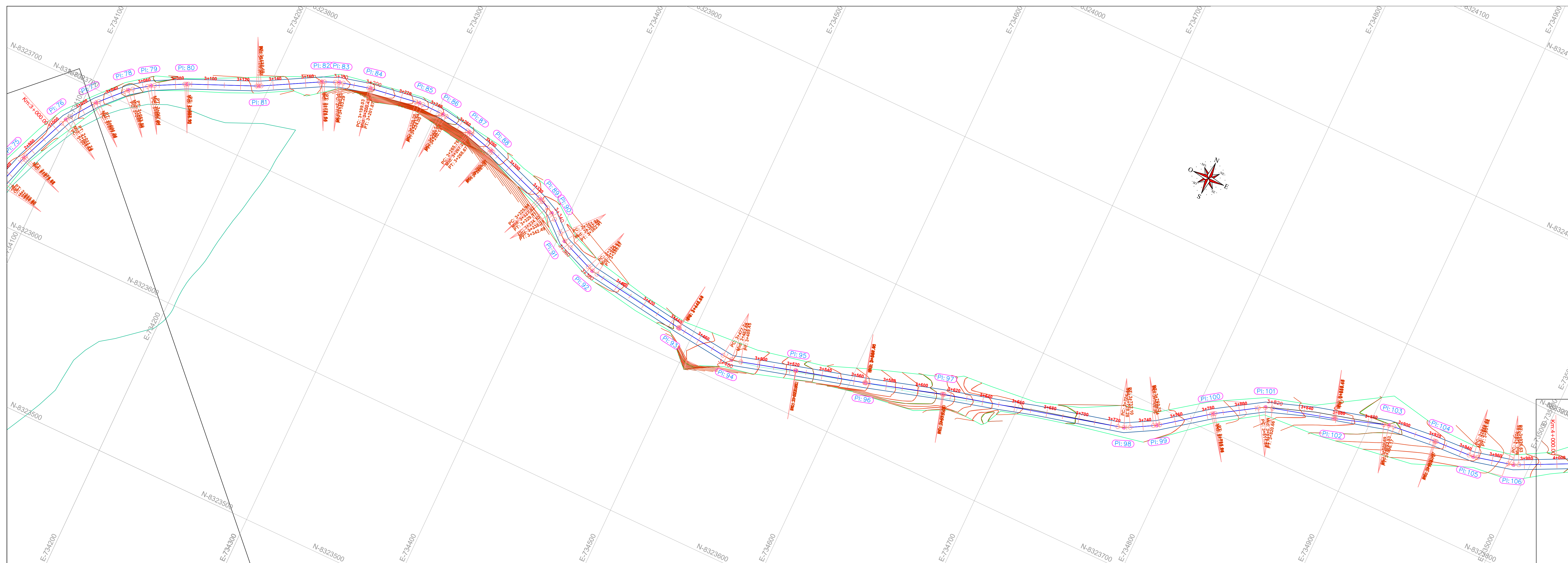
FECHA: FEBRERO 2024

ESCALA: 1:1000

LAMINA Nº: PP-03

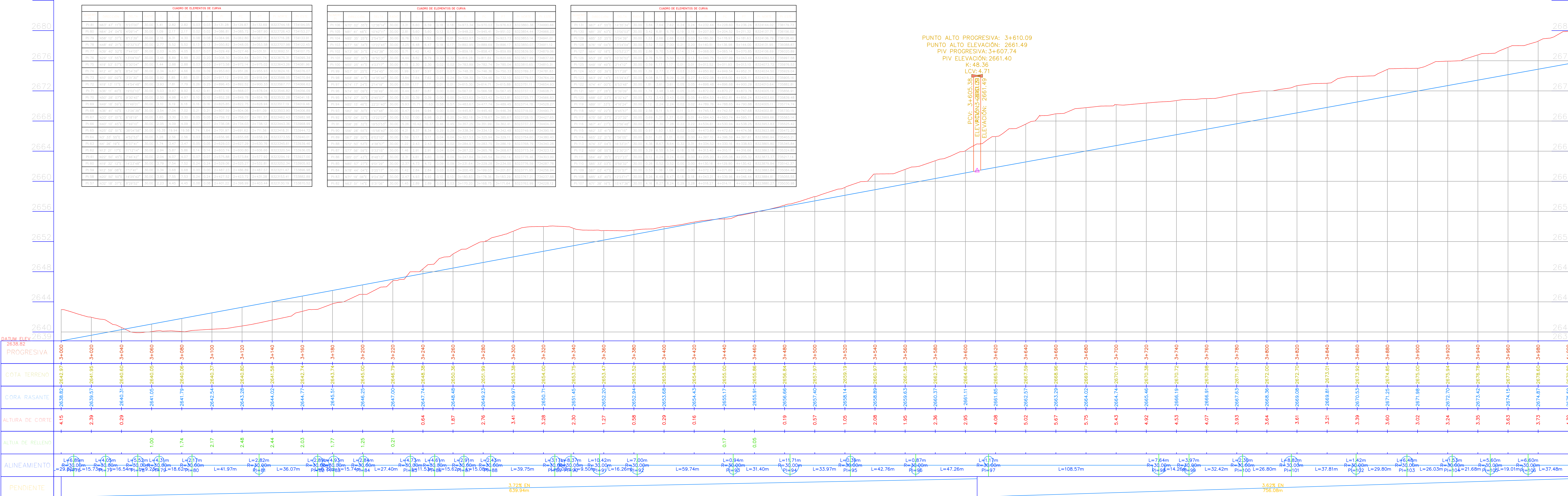
3 de 10





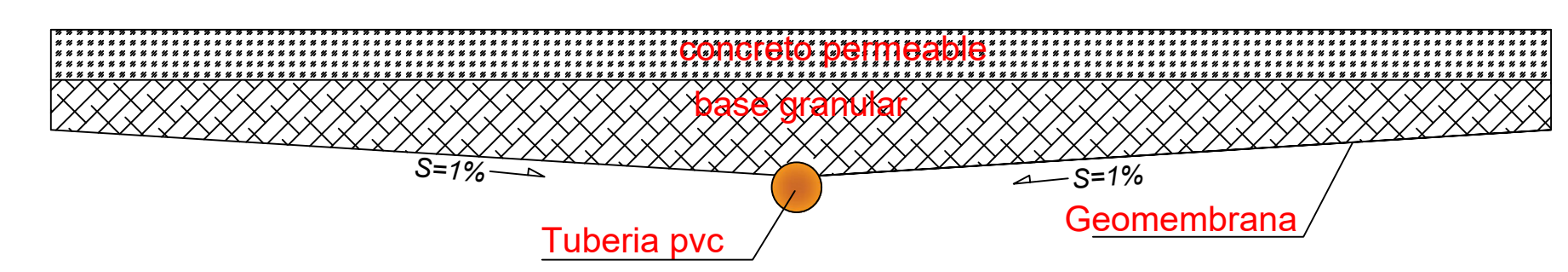
Plano de Planimetria

PERFIL LONGITUDINAL 3+000.00 - 4+000.00
 ESCALA: H=1:1000 V=1:200

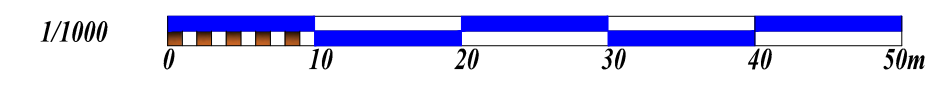
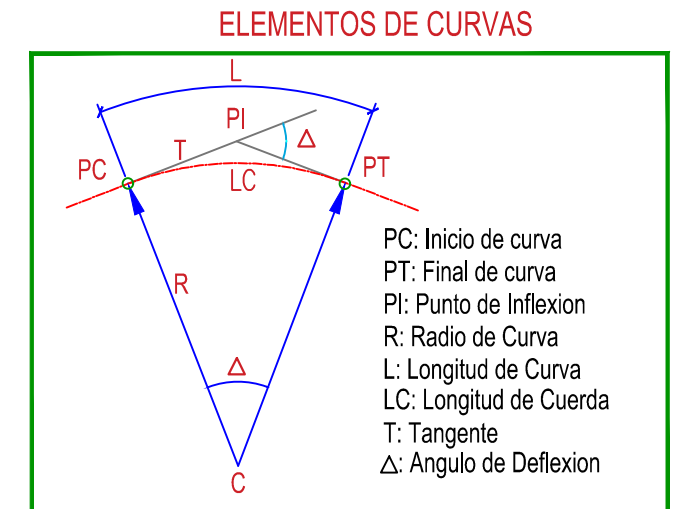


Perfil Longitudinal

- LEYENDA
- Curva Mayor C/te
- Curva Menor C/te
- Punto De Estación
- Punto De Balsa
- Alto
- Bajo
- En Proyecto



SECCION TIPICA
 esc: 1/25



PROYECTO: APLICACIÓN DE PAVIMENTO DE CONCRETO PERMEABLE COMO SISTEMA DE DRENAJE PARA LA CARRETERA TRAMO TOMEPAMPA - ALCA PROVINCIA LA UNIÓN - AREQUIPA.

FEELISTAS: MANUEL CORNEJO, GIAN PIERRE YUCRA SANTA CRUZ, GUILLERMO

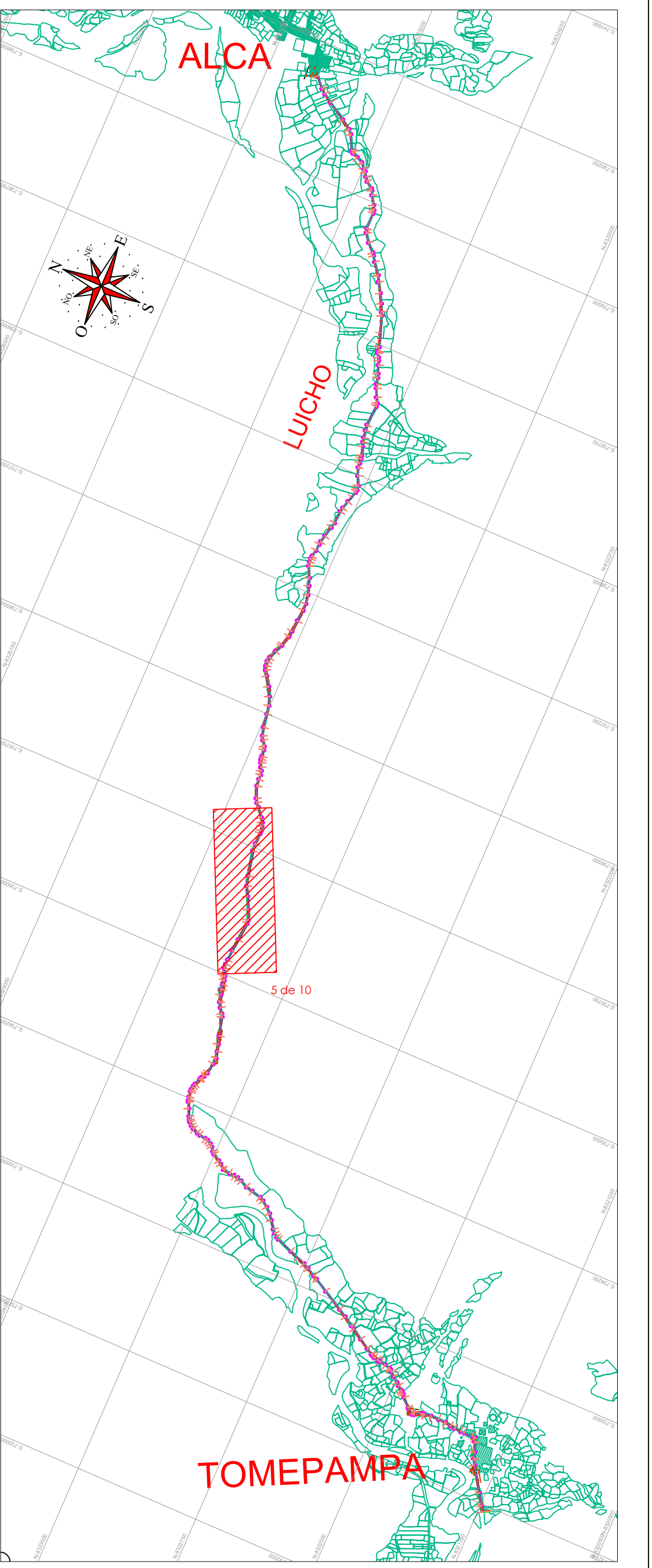
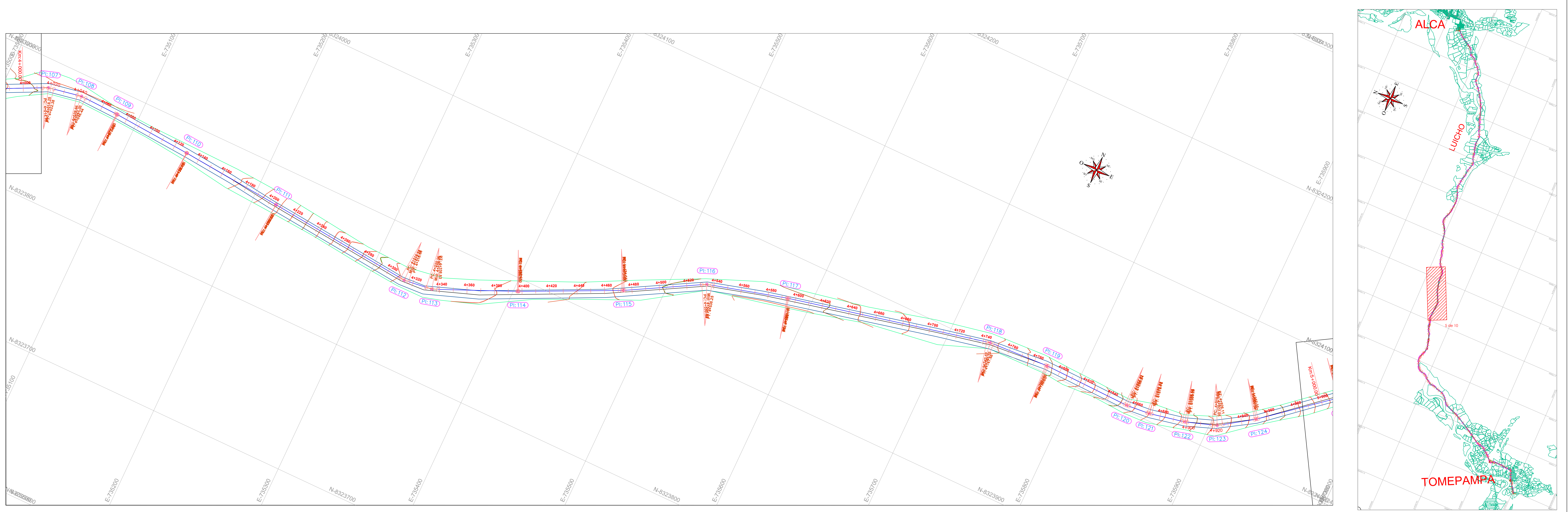
PLANO DE: PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL 3+000 - 4+000 Km

FECHA: FEBRERO 2024

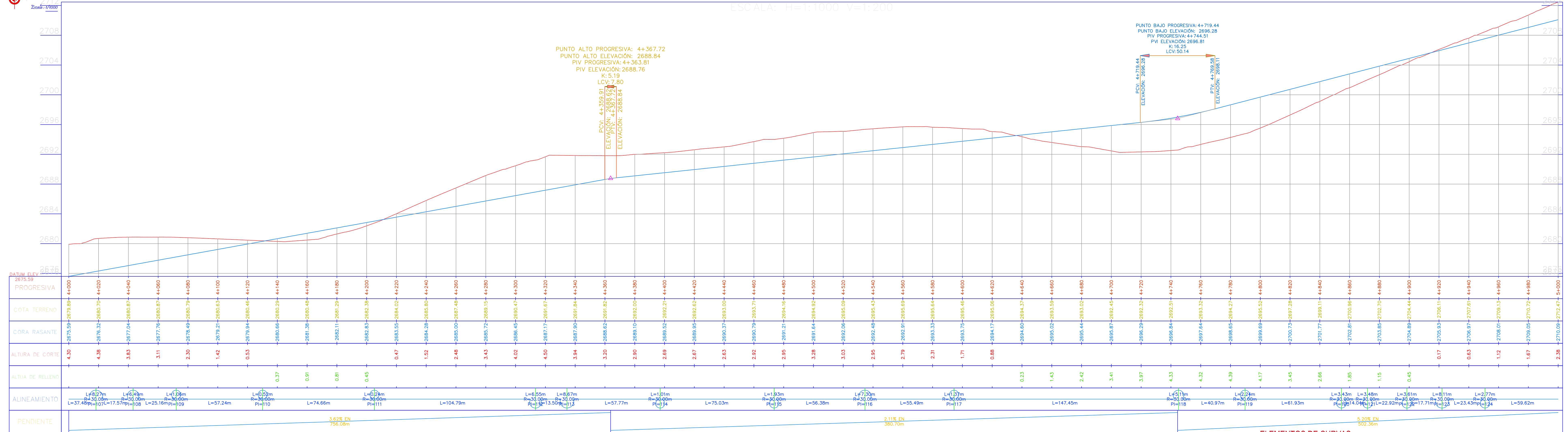
UCV UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

LAMINA Nº: PP-04

4 de 10



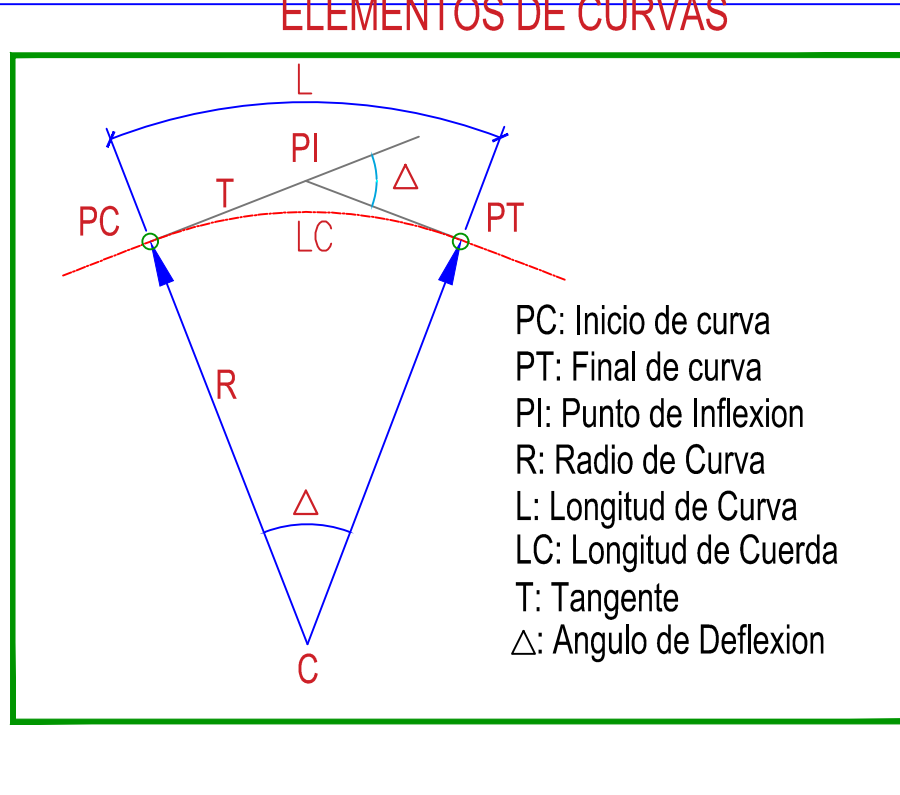
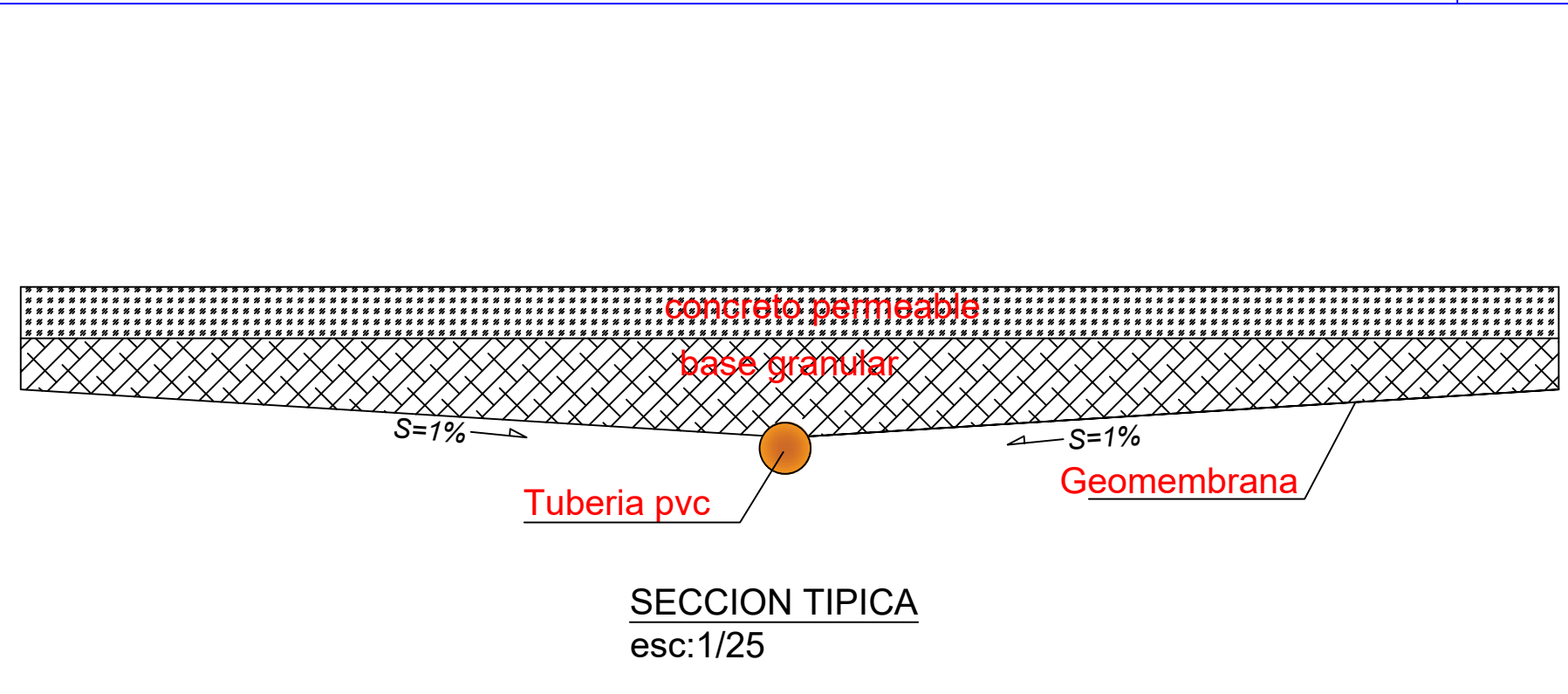
Plano de Planimetria



Perfil Longitudinal

CUADRO DE ELEMENTOS DE CURVA

PROGRESIVA	TIPO DE CURVA	LC (m)	PC (m)	PT (m)	PI (m)	RA (m)	ALTIMETRIA (m)
4+000	Curva Simple	37.40	4+000	4+037.40	4+018.70	31.00	2675.59
4+050	Curva Simple	34.00	4+050	4+084.00	4+067.00	36.00	2676.32
4+100	Curva Simple	25.10	4+100	4+125.10	4+112.60	10.00	2677.04
4+150	Curva Simple	104.79	4+150	4+254.79	4+202.25	10.00	2677.76
4+200	Curva Simple	57.24	4+200	4+257.24	4+227.00	11.00	2678.48
4+250	Curva Simple	74.66	4+250	4+324.66	4+272.16	11.00	2679.20
4+300	Curva Simple	104.79	4+300	4+404.79	4+349.25	11.00	2679.92
4+350	Curva Simple	57.24	4+350	4+407.24	4+364.00	11.00	2680.64
4+400	Curva Simple	74.66	4+400	4+474.66	4+419.16	11.00	2681.36
4+450	Curva Simple	104.79	4+450	4+554.79	4+464.25	11.00	2682.08
4+500	Curva Simple	57.24	4+500	4+557.24	4+479.00	11.00	2682.80
4+550	Curva Simple	74.66	4+550	4+624.66	4+524.16	11.00	2683.52
4+600	Curva Simple	104.79	4+600	4+704.79	4+569.25	11.00	2684.24
4+650	Curva Simple	57.24	4+650	4+707.24	4+584.00	11.00	2684.96
4+700	Curva Simple	74.66	4+700	4+774.66	4+629.16	11.00	2685.68
4+750	Curva Simple	104.79	4+750	4+854.79	4+674.25	11.00	2686.40
4+800	Curva Simple	57.24	4+800	4+857.24	4+689.00	11.00	2687.12
4+850	Curva Simple	74.66	4+850	4+924.66	4+734.16	11.00	2687.84
4+900	Curva Simple	104.79	4+900	4+1004.79	4+779.25	11.00	2688.56
4+950	Curva Simple	57.24	4+950	4+1007.24	4+794.00	11.00	2689.28
5+000	Curva Simple	74.66	4+950	4+1024.66	4+809.16	11.00	2690.00



LEYENDA

- Curva Mayor CSM
- Curva Menor CSM
- Punto De Estacion
- Punto De Biv
- Chacras
- Canal
- Acero
- Eje Proyectado

PROYECTO: APLICACION DE PAVIMENTO DE CONCRETO PERMEABLE COMO SISTEMA DE DRENAJE PARA LA CARRETERA TRAMO TOMEPAMPA - ALCA PROVINCIA LA UNION - AREQUIPA.

FEESTAS: MANUEL CORNEJO, GIAN PIERRE YUCRA SANTA CRUZ, GUILLERMO

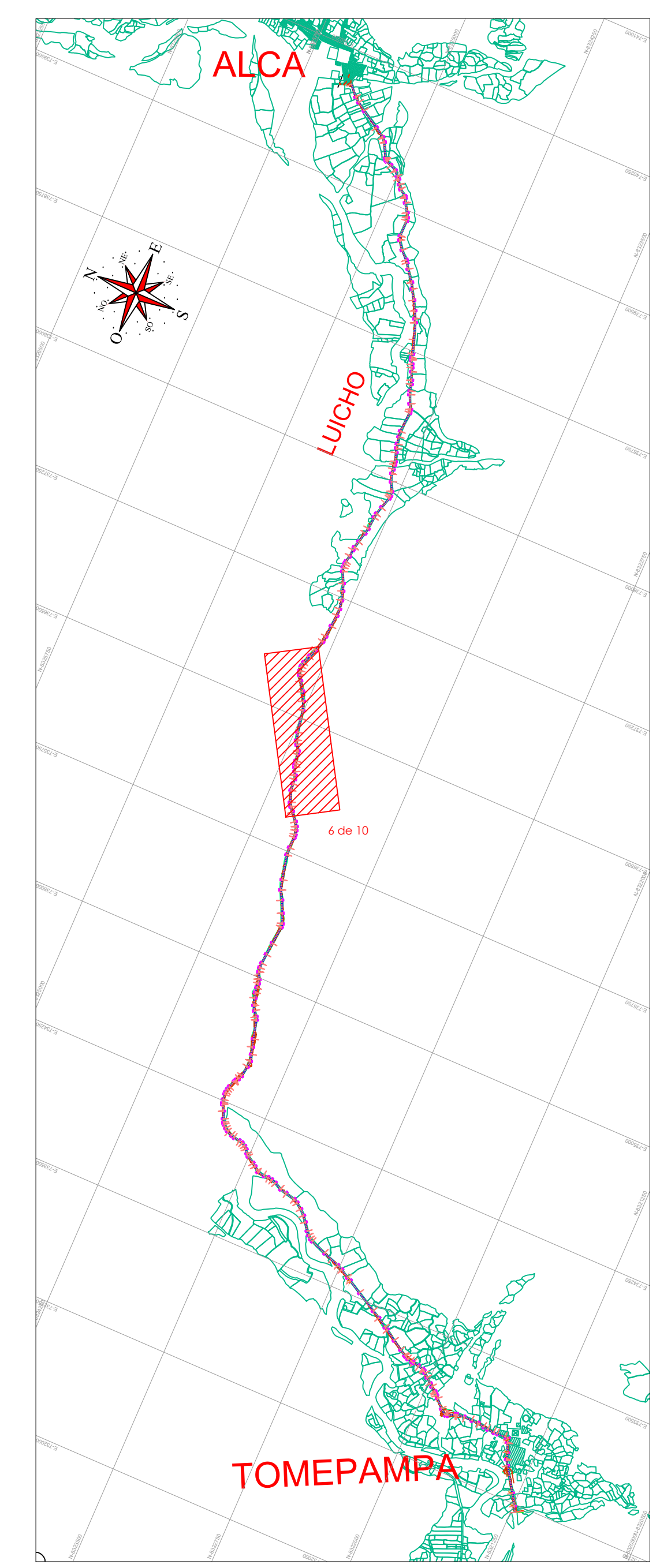
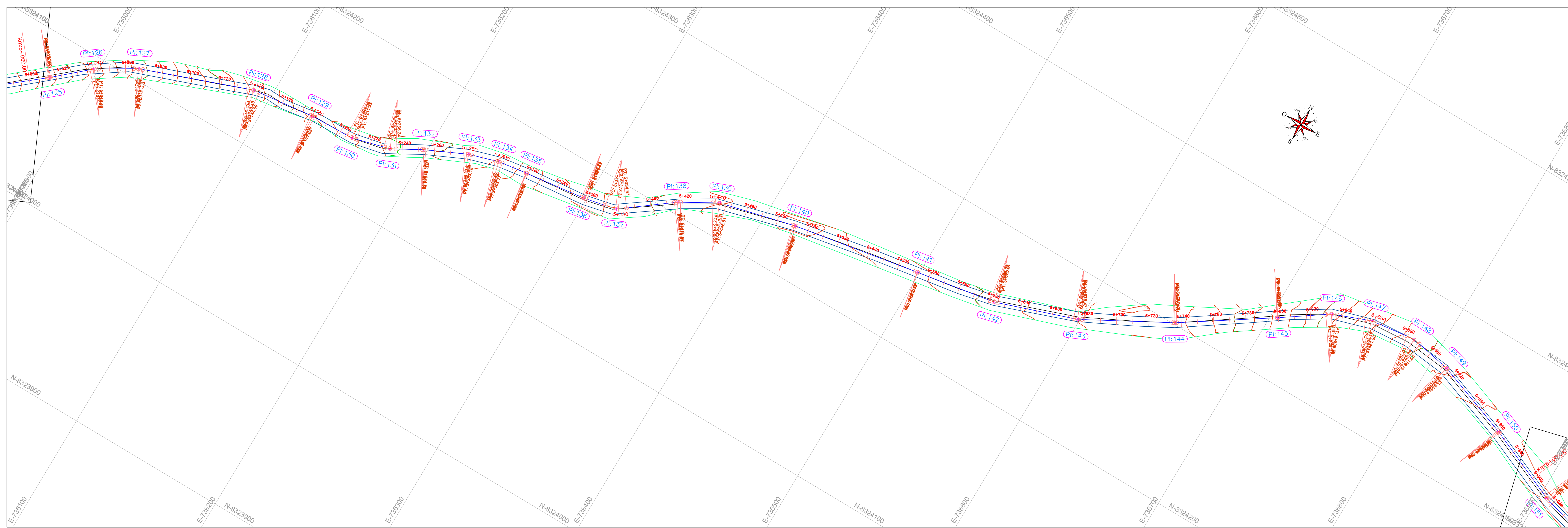
PLANO DE: PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL 4+000 - 5+000 Lm

ESCALA: 1/2500

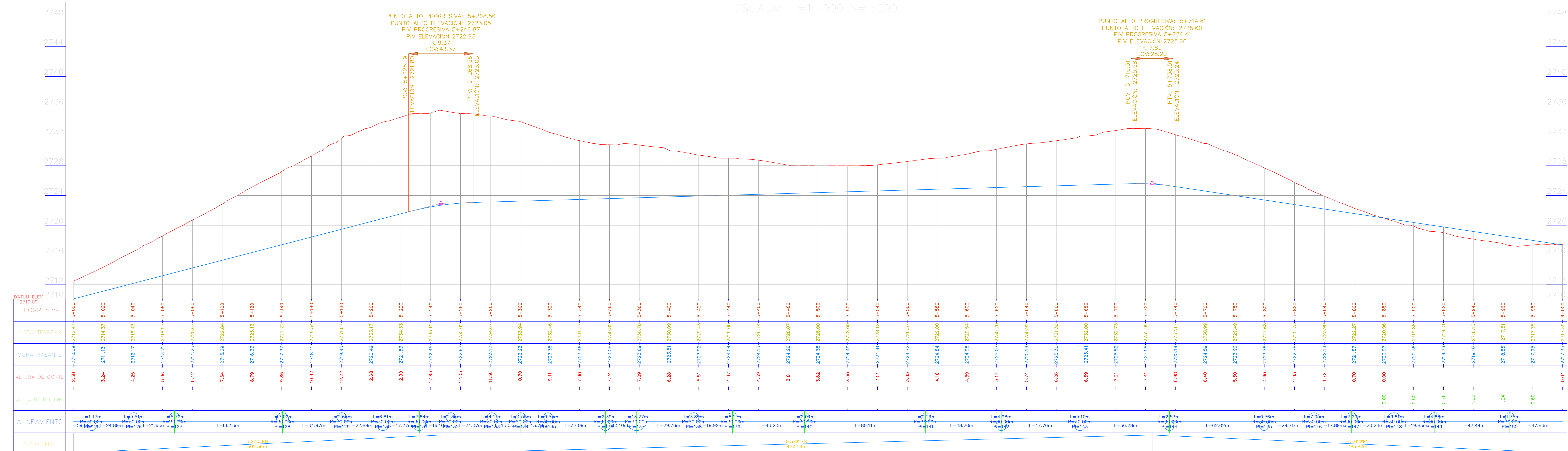
FECHA: FEBRERO 2011

LAMINA N°: PP-05

5 de 10

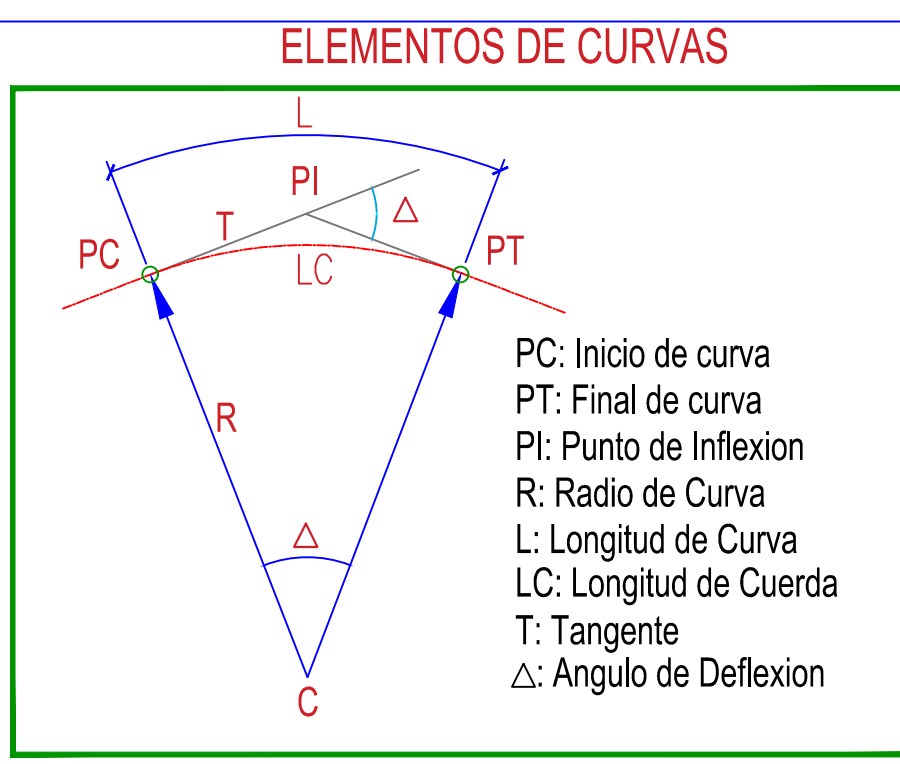
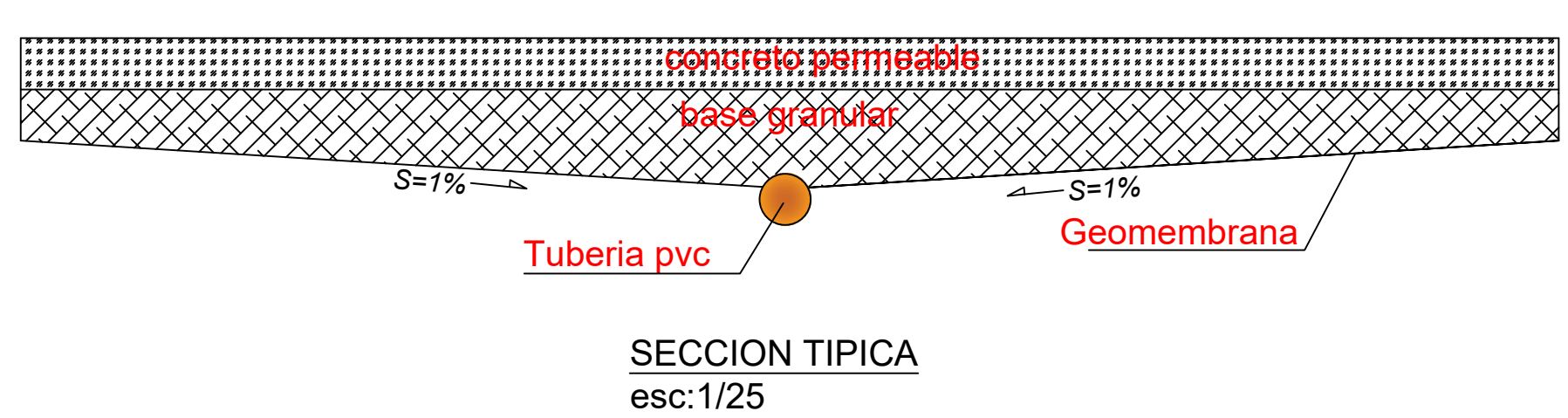


Plano de Planimetría
Escala: 1/5000

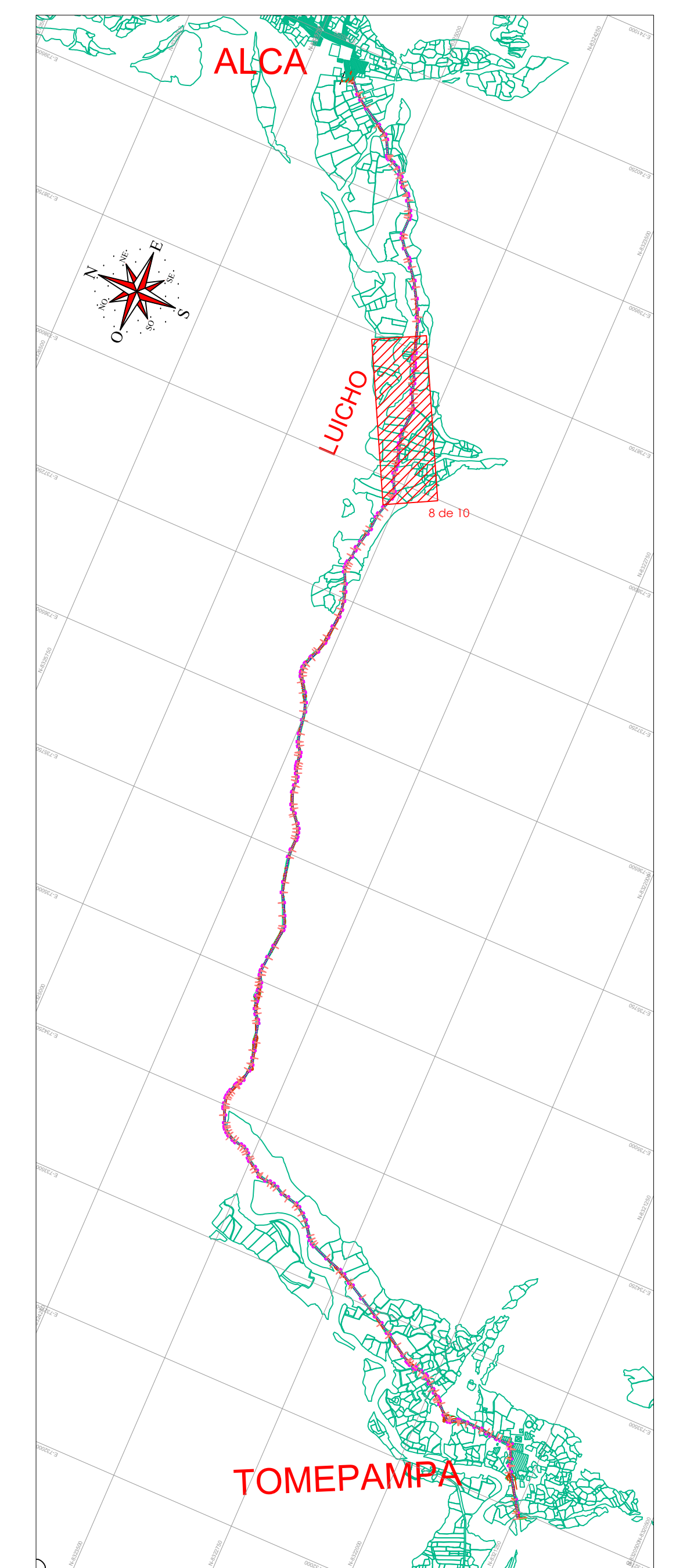


Perfil Longitudinal
Escala Horizontal: 1/5000
Escala Vertical: 1/200

PROGRESIVA	PC	PT	PI	LC	PT	PC	PT	PI	LC	PT	PC	PT	PI	LC	PT
5+000															
5+020															
5+040															
5+060															
5+080															
5+100															
5+120															
5+140															
5+160															
5+180															
5+200															
5+220															
5+240															
5+260															
5+280															
5+300															
5+320															
5+340															
5+360															
5+380															
5+400															
5+420															
5+440															
5+460															
5+480															
5+500															
5+520															
5+540															
5+560															
5+580															
5+600															
5+620															
5+640															
5+660															
5+680															
5+700															
5+720															
5+740															
5+760															
5+780															
5+800															
5+820															
5+840															
5+860															
5+880															
5+900															
5+920															
5+940															
5+960															
5+980															
6+000															



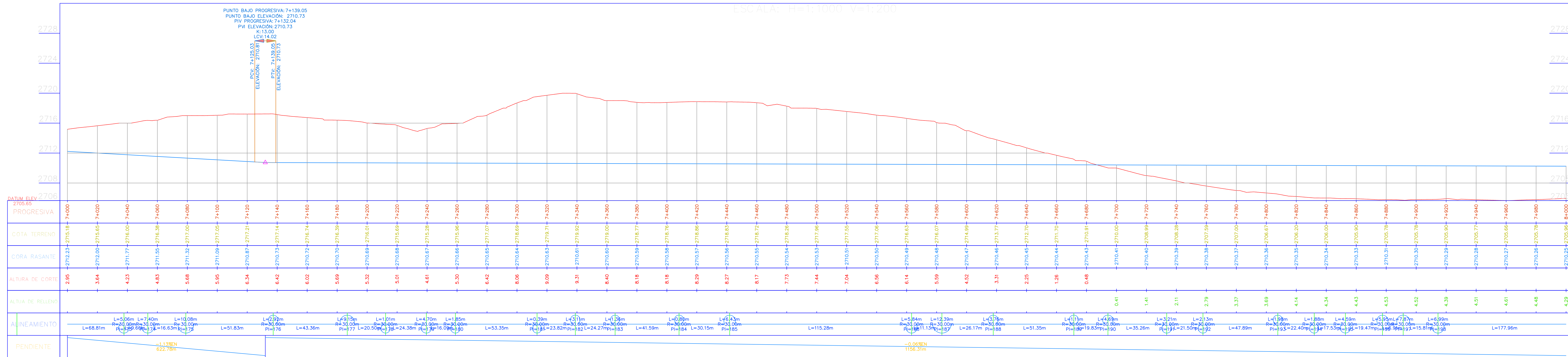
<p>LEYENDA</p> <ul style="list-style-type: none"> Curva Mayor C/M Curva Menor C/m Punto De Ejección Punto De Bivis Chacras Canal Acero Eje Proyectado 		<p>PROYECTO: APLICACIÓN DE PAVIMENTO DE CONCRETO PERMEABLE COMO SISTEMA DE DRENAJE PARA LA GARRERA TRAMO TOME PAMPA - ALCA PROVINCIA LA UNIÓN - AREQUIPA.</p> <p>FEESTAS: MANUEL CORNEJO, GIAN PIERRE YUCRA SANTA CRUZ, GUILLERMO</p> <p>PLANO DE: PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL 5+000 - 6+000 Km</p> <p>LAJUNA N°: PP-06</p> <p>FUENTE: ELABORACION CONTRATA ESCALA: INDICADA FECHA: FEBRERO 2011</p>
<p>UCV UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO</p>		



Plano de Planimetria
Escala 1/600

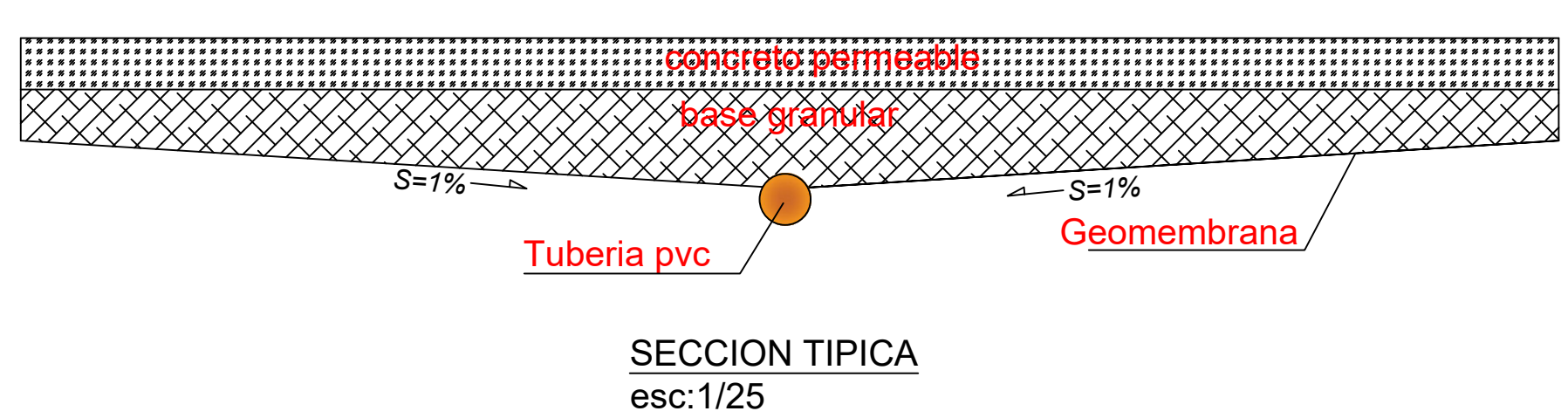
Plano Contexto
Escala 1/2500

PERFIL LONGITUDINAL 7+000.00 - 8+000.00
ESCALA: H=1:1000 V=1:200

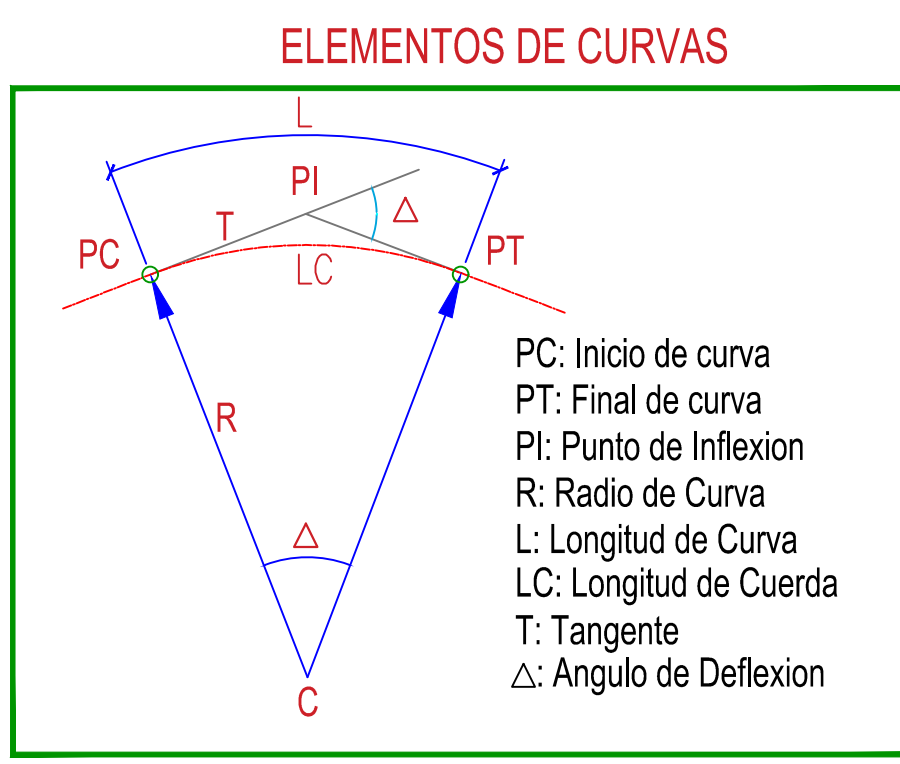


Perfil Longitudinal
Escala Horizontal 1/600
Escala Vertical 1/200

ESTACION	PC	PI	PT	LC	T	ANGULO DE DEFLEXION
7+000	7+000	7+000	7+000	7+000	7+000	
7+100	7+100	7+100	7+100	7+100	7+100	
7+200	7+200	7+200	7+200	7+200	7+200	
7+300	7+300	7+300	7+300	7+300	7+300	
7+400	7+400	7+400	7+400	7+400	7+400	
7+500	7+500	7+500	7+500	7+500	7+500	
7+600	7+600	7+600	7+600	7+600	7+600	
7+700	7+700	7+700	7+700	7+700	7+700	
7+800	7+800	7+800	7+800	7+800	7+800	
7+900	7+900	7+900	7+900	7+900	7+900	
8+000	8+000	8+000	8+000	8+000	8+000	
8+100	8+100	8+100	8+100	8+100	8+100	
8+200	8+200	8+200	8+200	8+200	8+200	
8+300	8+300	8+300	8+300	8+300	8+300	
8+400	8+400	8+400	8+400	8+400	8+400	
8+500	8+500	8+500	8+500	8+500	8+500	
8+600	8+600	8+600	8+600	8+600	8+600	
8+700	8+700	8+700	8+700	8+700	8+700	
8+800	8+800	8+800	8+800	8+800	8+800	
8+900	8+900	8+900	8+900	8+900	8+900	
9+000	9+000	9+000	9+000	9+000	9+000	
9+100	9+100	9+100	9+100	9+100	9+100	
9+200	9+200	9+200	9+200	9+200	9+200	
9+300	9+300	9+300	9+300	9+300	9+300	
9+400	9+400	9+400	9+400	9+400	9+400	
9+500	9+500	9+500	9+500	9+500	9+500	
9+600	9+600	9+600	9+600	9+600	9+600	
9+700	9+700	9+700	9+700	9+700	9+700	
9+800	9+800	9+800	9+800	9+800	9+800	
9+900	9+900	9+900	9+900	9+900	9+900	
10+000	10+000	10+000	10+000	10+000	10+000	
10+100	10+100	10+100	10+100	10+100	10+100	
10+200	10+200	10+200	10+200	10+200	10+200	
10+300	10+300	10+300	10+300	10+300	10+300	
10+400	10+400	10+400	10+400	10+400	10+400	
10+500	10+500	10+500	10+500	10+500	10+500	
10+600	10+600	10+600	10+600	10+600	10+600	
10+700	10+700	10+700	10+700	10+700	10+700	
10+800	10+800	10+800	10+800	10+800	10+800	
10+900	10+900	10+900	10+900	10+900	10+900	
11+000	11+000	11+000	11+000	11+000	11+000	
11+100	11+100	11+100	11+100	11+100	11+100	
11+200	11+200	11+200	11+200	11+200	11+200	
11+300	11+300	11+300	11+300	11+300	11+300	
11+400	11+400	11+400	11+400	11+400	11+400	
11+500	11+500	11+500	11+500	11+500	11+500	
11+600	11+600	11+600	11+600	11+600	11+600	
11+700	11+700	11+700	11+700	11+700	11+700	
11+800	11+800	11+800	11+800	11+800	11+800	
11+900	11+900	11+900	11+900	11+900	11+900	



SECCION TIPICA
esc:1/25



ELEMENTOS DE CURVAS

LEYENDA

- Curva Mayor CSM
- Curva Menor CSM
- Punto De Estacion
- Punto De Biv
- chacras
- Canal
- Acero
- Eje Proyectado

PROYECTO: APLICACION DE PAVIMENTO DE CONCRETO PERMEABLE COMO SISTEMA DE DRENAJE PARA LA GARRETERA TRAMO TOMEPAMPA - ALCA PROVINCIA LA UNION - AREQUIPA.

FEELTAS: MANUEL CORNEJO, GIAN PIERRE YUCRA SANTA CRUZ, GUILLERMO

PLANO DE: PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL
7+000 - 8+000 Km

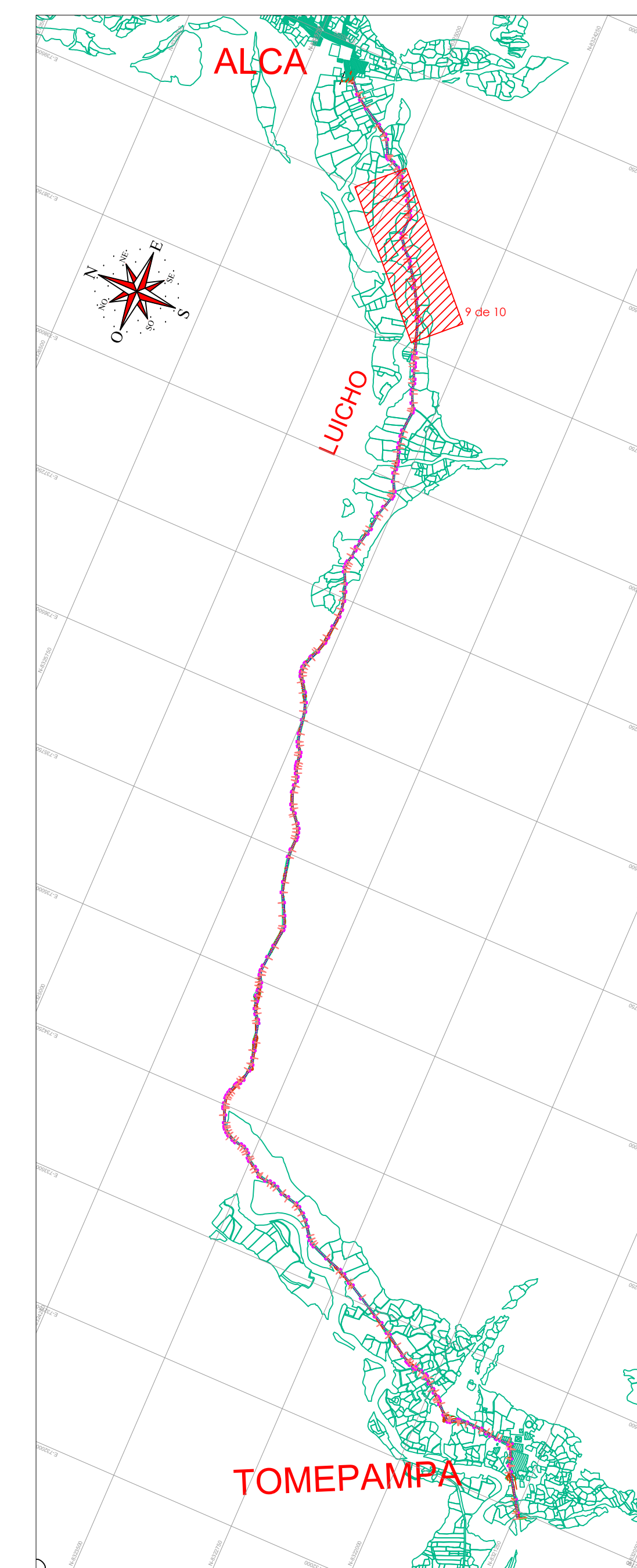
LAJUNA N°: PP-08

FECHA: FEBRERO 2011

ESCALA: 1:1000

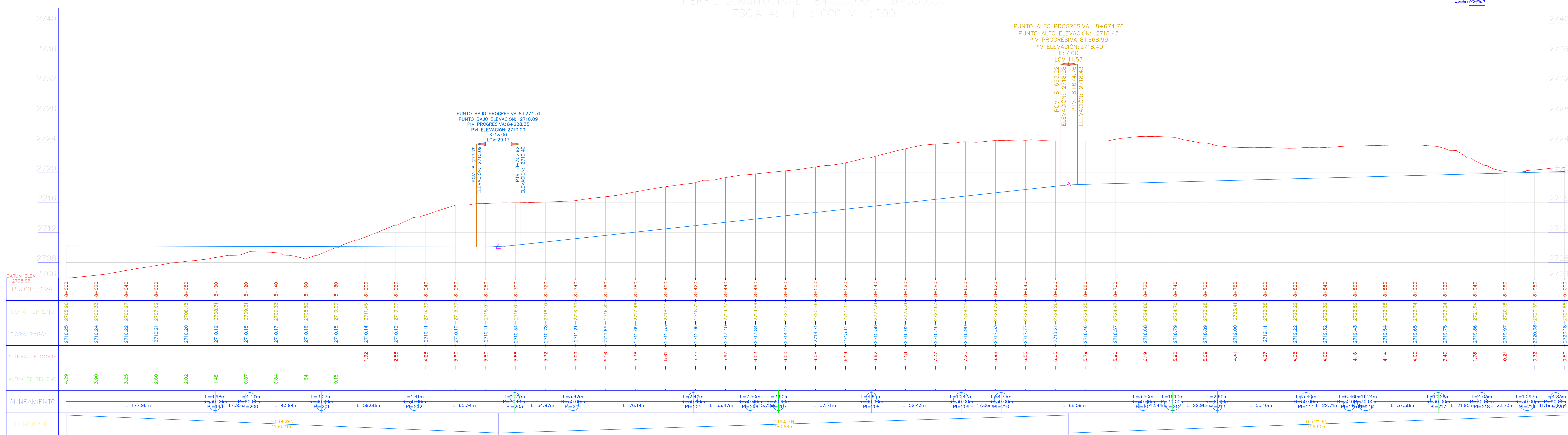
ENCUADRE: 10 20 30 40 50m





Plano de Planimetria
Escala 1/5000

PERFIL LONGITUDINAL 8+000.00 - 9+000.00
ESCALA: H=1/1000 V=1/200

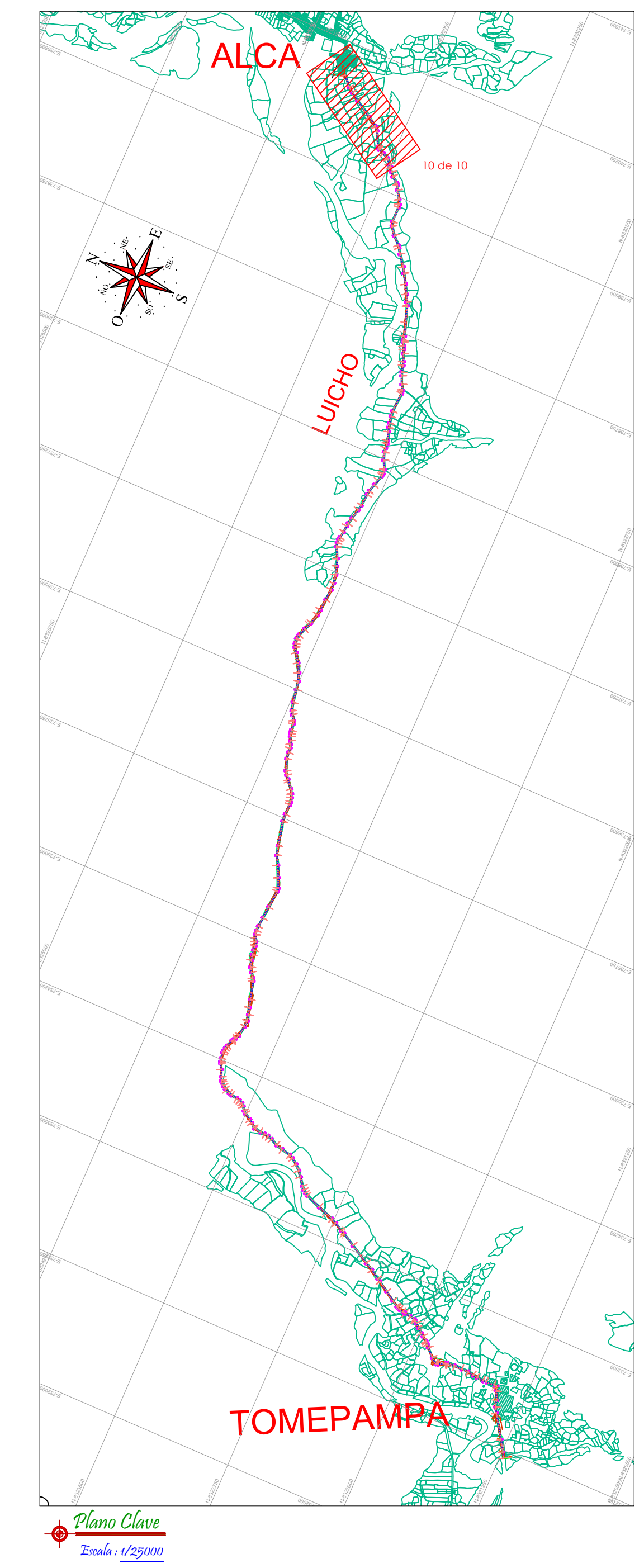


Perfil Longitudinal
Escala Horizontal 1/5000
Escala Vertical 1/200

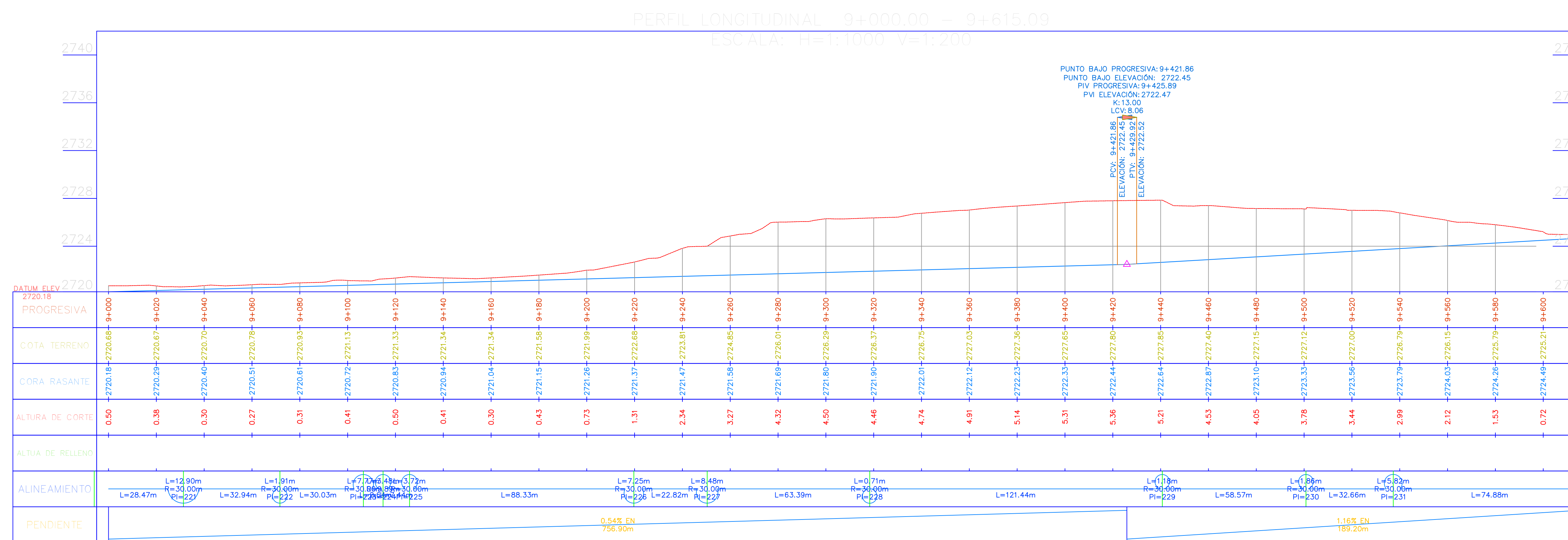
ESTACION	PROGRESIVA	COTA TERRENO	COTA RASANTE	ALTIMETRIA	ALTIMETRIA PROYECTADA	ALTIMETRIA DRENAJE	ALTIMETRIA DRENAJE PROYECTADA	ALTIMETRIA DRENAJE PROYECTADA	ALTIMETRIA DRENAJE PROYECTADA
8+000	2706.52	2706.64	2706.64	0.12	2706.52	2706.52	2706.52	2706.52	2706.52
8+020	2706.54	2706.51	2706.51	-0.03	2706.54	2706.54	2706.54	2706.54	2706.54
8+040	2706.52	2706.61	2706.61	0.09	2706.52	2706.52	2706.52	2706.52	2706.52
8+060	2706.51	2706.62	2706.62	0.11	2706.51	2706.51	2706.51	2706.51	2706.51
8+080	2706.50	2706.64	2706.64	0.14	2706.50	2706.50	2706.50	2706.50	2706.50
8+100	2706.49	2706.71	2706.71	0.22	2706.49	2706.49	2706.49	2706.49	2706.49
8+120	2706.48	2706.81	2706.81	0.33	2706.48	2706.48	2706.48	2706.48	2706.48
8+140	2706.47	2706.91	2706.91	0.44	2706.47	2706.47	2706.47	2706.47	2706.47
8+160	2706.46	2706.98	2706.98	0.52	2706.46	2706.46	2706.46	2706.46	2706.46
8+180	2706.45	2707.07	2707.07	0.62	2706.45	2706.45	2706.45	2706.45	2706.45
8+200	2706.44	2707.15	2707.15	0.71	2706.44	2706.44	2706.44	2706.44	2706.44
8+220	2706.43	2707.23	2707.23	0.80	2706.43	2706.43	2706.43	2706.43	2706.43
8+240	2706.42	2707.31	2707.31	0.89	2706.42	2706.42	2706.42	2706.42	2706.42
8+260	2706.41	2707.39	2707.39	0.98	2706.41	2706.41	2706.41	2706.41	2706.41
8+280	2706.40	2707.47	2707.47	1.07	2706.40	2706.40	2706.40	2706.40	2706.40
8+300	2706.39	2707.55	2707.55	1.16	2706.39	2706.39	2706.39	2706.39	2706.39
8+320	2706.38	2707.63	2707.63	1.25	2706.38	2706.38	2706.38	2706.38	2706.38
8+340	2706.37	2707.71	2707.71	1.34	2706.37	2706.37	2706.37	2706.37	2706.37
8+360	2706.36	2707.79	2707.79	1.43	2706.36	2706.36	2706.36	2706.36	2706.36
8+380	2706.35	2707.87	2707.87	1.52	2706.35	2706.35	2706.35	2706.35	2706.35
8+400	2706.34	2707.95	2707.95	1.61	2706.34	2706.34	2706.34	2706.34	2706.34
8+420	2706.33	2708.03	2708.03	1.70	2706.33	2706.33	2706.33	2706.33	2706.33
8+440	2706.32	2708.11	2708.11	1.79	2706.32	2706.32	2706.32	2706.32	2706.32
8+460	2706.31	2708.19	2708.19	1.88	2706.31	2706.31	2706.31	2706.31	2706.31
8+480	2706.30	2708.27	2708.27	1.97	2706.30	2706.30	2706.30	2706.30	2706.30
8+500	2706.29	2708.35	2708.35	2.06	2706.29	2706.29	2706.29	2706.29	2706.29
8+520	2706.28	2708.43	2708.43	2.15	2706.28	2706.28	2706.28	2706.28	2706.28
8+540	2706.27	2708.51	2708.51	2.24	2706.27	2706.27	2706.27	2706.27	2706.27
8+560	2706.26	2708.59	2708.59	2.33	2706.26	2706.26	2706.26	2706.26	2706.26
8+580	2706.25	2708.67	2708.67	2.42	2706.25	2706.25	2706.25	2706.25	2706.25
8+600	2706.24	2708.75	2708.75	2.51	2706.24	2706.24	2706.24	2706.24	2706.24
8+620	2706.23	2708.83	2708.83	2.60	2706.23	2706.23	2706.23	2706.23	2706.23
8+640	2706.22	2708.91	2708.91	2.69	2706.22	2706.22	2706.22	2706.22	2706.22
8+660	2706.21	2708.99	2708.99	2.78	2706.21	2706.21	2706.21	2706.21	2706.21
8+680	2706.20	2709.07	2709.07	2.87	2706.20	2706.20	2706.20	2706.20	2706.20
8+700	2706.19	2709.15	2709.15	2.96	2706.19	2706.19	2706.19	2706.19	2706.19
8+720	2706.18	2709.23	2709.23	3.05	2706.18	2706.18	2706.18	2706.18	2706.18
8+740	2706.17	2709.31	2709.31	3.14	2706.17	2706.17	2706.17	2706.17	2706.17
8+760	2706.16	2709.39	2709.39	3.23	2706.16	2706.16	2706.16	2706.16	2706.16
8+780	2706.15	2709.47	2709.47	3.32	2706.15	2706.15	2706.15	2706.15	2706.15
8+800	2706.14	2709.55	2709.55	3.41	2706.14	2706.14	2706.14	2706.14	2706.14
8+820									



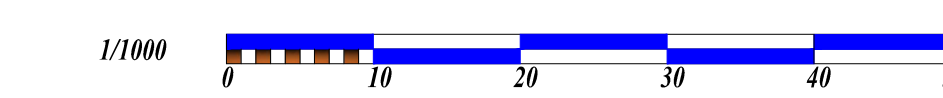
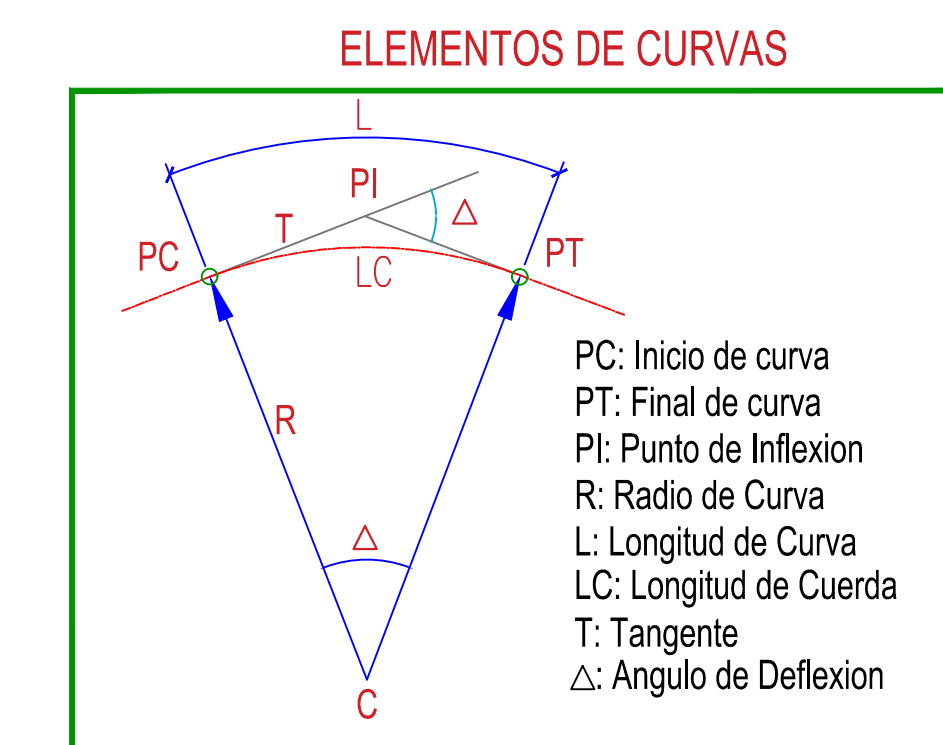
Plano de Planimetria
Escala Horizontal 1/1000



Plano Claro
Escala 1/5000



Perfil Longitudinal
Escala Horizontal 1/1000
Escala Vertical 1/200

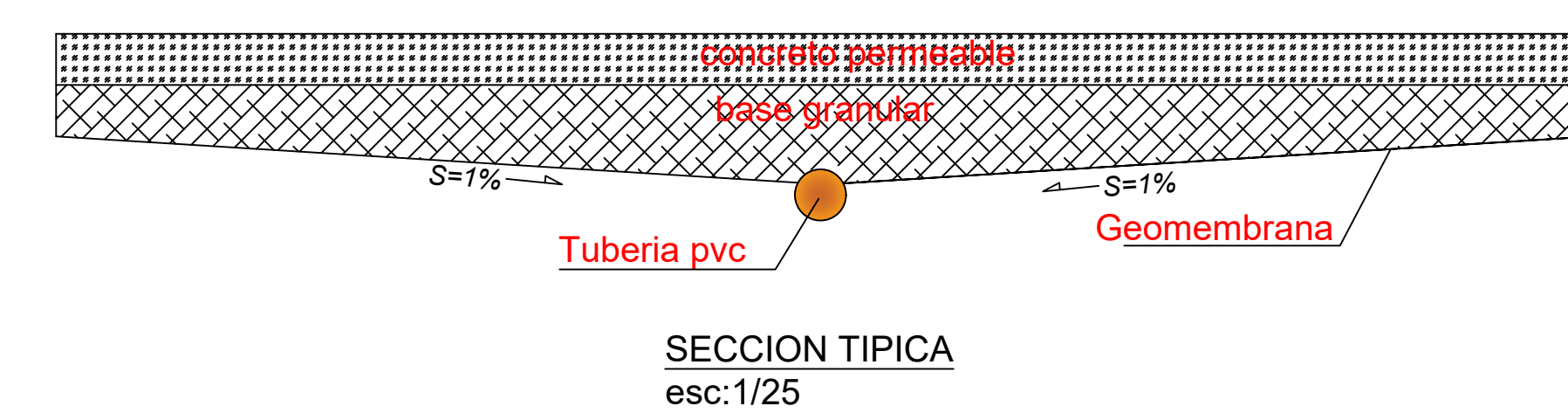


LEYENDA

- Curva Mayor C5m
- Curva Menor C1m
- Punto De Estacion
- Punto De Barril
- Chicla
- Canal
- Acceso
- Eje Propuesto

CUADRO DE ELEMENTOS DE CURVA

PROGRESIVA	PROGRESIVA	PROGRESIVA
9+000	9+000	9+000
9+003	9+003	9+003
9+040	9+040	9+040
9+080	9+080	9+080
9+100	9+100	9+100
9+120	9+120	9+120
9+140	9+140	9+140
9+160	9+160	9+160
9+180	9+180	9+180
9+200	9+200	9+200
9+220	9+220	9+220
9+240	9+240	9+240
9+260	9+260	9+260
9+280	9+280	9+280
9+300	9+300	9+300
9+320	9+320	9+320
9+340	9+340	9+340
9+360	9+360	9+360
9+380	9+380	9+380
9+400	9+400	9+400
9+420	9+420	9+420
9+440	9+440	9+440
9+460	9+460	9+460
9+480	9+480	9+480
9+500	9+500	9+500
9+520	9+520	9+520
9+540	9+540	9+540
9+560	9+560	9+560
9+580	9+580	9+580
9+600	9+600	9+600
9+615.09	9+615.09	9+615.09



PROYECTO: APLICACION DE PAVIMENTO DE CONCRETO PERMEABLE COMO SISTEMA DE DRENAJE PARA LA CARRETERA TRAMO TOME PAMPA - ALCA PROVINCIA LA UNION - AREQUIPA.

FEESTAS: MANUEL CORNEJO, GIAN PIERRE YUCRA SANTA CRUZ, GUILLERMO

PLANO DE: PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL 9+000 - 9+615.09 km

FEHRE: ELABORACION/CONTROLA ESCALA: REVISADA FECHA: FEBRERO 2011

UCV UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

LAMINA N°: PP-10

10 de 10

ANEXO 1



DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DE LOS AUTORES

Nosotros MANUEL CORNEJO, Gian Pierre y YUCRA SANTA CRUZ, Guillermo alumnos de la facultad de Ingeniería, Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo filial Trujillo, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan al Proyecto de Investigación titulado: "Aplicación de pavimento de concreto permeable como sistema de drenaje para la carretera tramo Tomepampa - Alca Provincia La Unión - Arequipa.", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que el Proyecto de Investigación:

1. No ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicado ni presentado anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Trujillo, 16 de marzo del 2021.

MANUEL CORNEJO, Gian Pierre	
DNI: 70614834	
ORCID: 0000-0001-9155-4540	
YUCRA SANTA CRUZ, Guillermo	
DNI: 72220263	
ORCID: 0000-0001-6572-7516	

ANEXO 2


DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR

Yo, Roger Alberto, docente de la Facultad de Ingeniería de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo filial Trujillo, asesor del Proyecto de Investigación titulado:

“Aplicación de pavimento de concreto permeable como sistema de drenaje para la carretera tramo Tomepampa - Alca Provincia La Unión - Arequipa.”, de los autores MANUEL CORNEJO, Gian Pierre y YUCRA SANTA CRUZ, Guillermo, constato que la investigación tiene un índice de similitud del 22 % verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender el informe de investigación cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Trujillo, 16 de marzo del 2021.

Dr. PRINCIPE REYES, Roger Alberto	
DNI: 02805945	
ORCID: 0000-0002-0498-9544	

ANEXO 05



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo: Roger Alberto Príncipe Reyes con DNI N°: 02805945 Dr. en Administración N° CIP 43516, de profesión Ingeniero Civil Desempeñándome actualmente como Docente a tiempo completo en la Facultad de Ingeniería Escuela Profesional de Ingeniería Civil En la Universidad Cesar Vallejo

- Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de validación el instrumento: Ficha técnica: Granulometría, Humedad, Absorción, Resistencia a la Compresión, Resistencia a la Flexión y coeficiente de permeabilidad.

Ficha de observación.

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad				X	
2. Objetividad				X	
3. Actualidad				X	
4. Organización				X	
5. Suficiencia				X	
6. Intencionalidad				X	
7. Consistencia				X	
8. Coherencia				X	
9. Metodología				X	

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de Trujillo el 16 de marzo del 2021.

Dr. : Roger Alberto Príncipe Reyes
DNI : 02805945
Especialidad : Ingeniero Civil
E-mail : principe20066@yahoo.es

