



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**Diseño de un Pavimento Rígido con Graduaciones de los Agregados
para el Concreto, en Pampas de Hospital – Francos, Tumbes 2022**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Sandoval Neyra, Franklin Javier (orcid.org/0000-0002-9570-8049)

ASESOR:

Mg. Sigüenza Abanto, Robert Wilfredo (orcid.org/0000-0001-8850-8463)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de infraestructura vial

LIMA - PERÚ

2022

Dedicatoria

Dedico este trabajo a mis hijos, motivo de mis esfuerzos, empuje y fuerza para mi superación

Franklin Javier

Agradecimiento

Agradezco a mis hijos su
paciencia y comprensión mientras
he desarrollado esta investigación

Franklin Javier

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de gráficos y figuras	vii
Resumen.....	ix
Abstract	x
I. Introducción.....	1
II. Marco teórico	5
III. Metodología	20
3.1 Tipo y diseño de la investigación	21
3.2 Variables y su operacionalización	21
3.3 Población, muestra, muestreo, unidad de análisis.....	22
3.4 Técnicas e instrumento de recolección de datos	22
3.5 Procedimientos	23
3.6 Método de análisis de datos	23
3.7 Aspectos éticos	24
IV. Resultados.....	26
V. Discusión	33
VI. Conclusiones	37
VII. Recomendaciones	39
Referencias	41
Anexos	47

Índice de tablas

Tabla 1 Técnicas de observación e instrumentos empleados en la investigación	23
Tabla 2 Paquete de diseño de pavimento rígido propuesto para la carretera estudiada	27
Tabla 3 Espesor y características del afirmado propuesto para la carretera estudiada	27
Tabla 4 Resultados de la prueba esclerometría (Kg/cm ²)	28
Tabla 5 Resultados prueba diamantina (Kg/cm ²)	29
Tabla 6 Resultados de la prueba de significación para los valores de resistencia a la compresión obtenidos con prueba diamantina y los obtenidos con la prueba esclerométrica	29
Tabla 7 Resultados CBR de resistencia en las calicatas C1 y C2	30
Tabla 8 Componentes del concreto expresados por Kg de cemento.....	31
Tabla 9 Resultados de la prueba a la compresión (Kg/cm ²)	32
Tabla 10 Ficha de observación	50
Tabla 11 Tamizado del agregado.....	51
Tabla 12 Tamizado del agregado.....	52
Tabla 13 Humedad natural de los agregados.....	53
Tabla 14 Parámetros físicos de los agregados de la Cantera San Jacinto	54
Tabla 15 Humedad del suelo encontrado en la cantera C1	61
Tabla 16 Ensayo CBR parte A	61
Tabla 17 Ensayo CBR parte B	62
Tabla 18 Humedad.....	63
Tabla 19 Ensayo CBR parte A	63
Tabla 20 Ensayo CBR parte B	64
Tabla 21 Relación humedad - densidad	65
Tabla 22 Relación humedad - densidad.....	66
Tabla 23 Volúmenes de tránsito diario semanal en la estación 1	67
Tabla 24 Volúmenes de tránsito diario semanal en la estación 2	68
Tabla 25 Crecimiento vehicular	68

Tabla 26 Proyecciones de tráfico a 20 años.....	69
Tabla 27 Cálculo del EAL para 8.2 Tn.....	70
Tabla 28 Tipo de eje y ejes equivalentes para 8.2 Tn	71
Tabla 29 Generalidades de la cantera	72
Tabla 30 Parámetros del diseño de mezcla	72
Tabla 31 Agregados y sus características.....	72
Tabla 32 Suma de valores conocidos	73
Tabla 33 Valores de diseño con agregados secos	74
Tabla 34 Valores de mezcla en obra.....	75
Tabla 35 Asentamiento en cono de Abrams y tipo de aplicación.....	76
Tabla 36 Relación agua cemento de acuerdo al tamaño máximo del agregado grueso y Slump	76
Tabla 37 Relación diámetro máximo y aire atrapado.....	76
Tabla 38 Relación agua cemento y la resistencia probable a los 28 días.....	77
Tabla 39 Volumen del agregado grueso y su diámetro máximo en relación con el módulo de finura de la arena	77
Tabla 40 Categorías de carga por eje	78
Tabla 41 Valores de CBR y k (PCI).....	79
Tabla 42 Valores de k de diseño y k de la subbase PCI.....	79
Tabla 43 Método de diseño de pavimentos PCA.....	80
Tabla 44 Propuesta de paquete estructural.....	82
Tabla 45 Resultados de diseño del afirmado	83
Tabla 46 Resumen de ejes equivalentes y espesor de material de afirmado	83
Tabla 47 Esfuerzos equivalentes/ sin berma de concreto (eje simple y eje tándem) .	84
Tabla 48 Factores de erosión - juntas con Dowels, sin berma de concreto (eje simple y tándem)	85
Tabla 49 Análisis por fatiga - repeticiones de cargas permitidas basadas en el factor de relación de esfuerzos (con y sin bermas de concreto)	86
Tabla 50 Análisis por erosión - repeticiones de cargas permitidas basadas en el factor de erosión, sin berma de concreto.....	87

Índice de gráficos y figuras

Figura 1: Detalle de un pavimento rígido.....	12
Figura 2: Falla causada por perdida de material en el apoyo de la calzada	14
Figura 3: Secuencia erosiva de la base por bombeo.....	15
Figura 4: Ubicación crítica de cargas	17
Figura 5: Diseño de la investigación.....	21
Figura 6: Procedimientos realizados	24
Figura 7: Zona de estudio en la localidad de Pampas de Hospital	25
Figura 8: Proporción en peso de los agregados y agua	31
Figura 9: Evolución de los promedios de las resistencia a la compresión	32
Figura 10: Curva granulométrica.....	51
Figura 11: Curva granulométrica.....	52
Figura 12: Contenido de humedad de los agregados fino y grueso.....	53
Figura 13: Esquema de la ubicación de las calicatas C1 y C2	55
Figura 14: Vista aérea de la zona de estudio y ubicación de calicatas C1 y C2	55
Figura 15: Estratigrafía del suelo en la ubicación de las calicatas C1 y C2	60
Figura 16: Densidad seca vs porcentaje de humedad.....	65
Figura 17: Densidad seca vs porcentaje de humedad.....	66
Figura 18: Cartel de la obra en estudio	113
Figura 19: El tesista en la zona de estudio	113
Figura 20: Fisuras en la losa	114
Figura 21: Fisuras en la losa	114
Figura 22: Falla en esquina.....	115
Figura 23: Vista de la obra	115
Figura 24: Problemas en la losa.....	116
Figura 25: Grietas curadas en la losa.....	116
Figura 26: Exposición de los agregados en la superficie.....	117
Figura 27: Falla en esquina.....	117
Figura 28: Vista de la calicata 01	118
Figura 29: Acercamiento a la calicata C1	118

Figura 30: Vista de la calicata 02	119
Figura 31: Vista de la calicata 02	119
Figura 32: Puntos de impacto del esclerómetro	120
Figura 33: El esclerómetro usado.....	120
Figura 34: Vista del lugar de aplicación del esclerómetro.....	121
Figura 35: Tesista practicando prueba esclerométrica	121
Figura 36: Tesista y el agregado grueso	122
Figura 37: Tesista y el agregado fino	122
Figura 38: Preparativos para la elaboración del concreto 210 Kg/cm ²	123
Figura 39: Chuceando en el cono de Abrams	123
Figura 40: Midiendo el slump	124
Figura 41: Cubetas dispuestas para el ensayo.....	124
Figura 42: Llenado de las cubetas	125
Figura 43: Marcando las cubetas para referencia	125
Figura 44: La cubeta en prueba	126
Figura 45: El set de cubetas para rotura	126
Figura 46: Rotura de probetas	127

Resumen

El grado de desarrollo actual en todos los campos del conocimiento garantiza en buena medida un óptimo desarrollo de un bien o servicio en la medida que se verifique el cumplimiento riguroso de metodologías y recomendaciones. Con esta premisa se identificó la problemática de la nueva carretera Pampas de Hospital – Francos en la Región Tumbes, segunda y única vía que une Tumbes con el sur del País, observándose en ella patologías con inequívocos indicios de fallas en el proceso constructivo y/o idoneidad de materiales, planteándose entonces el objetivo de su diagnóstico y propuesta de remediación. El trabajo de campo diagnóstico comprendió pruebas esclerométricas en casi la totalidad de paños de la calzada así como calicatas para estudiar su soporte. Los resultados mostraron que la resistencia a la compresión del concreto apenas supera el 50% del valor de diseño, además de observarse rajaduras, fisuras a lo largo de su longitud; y, debajo de la calzada, las calicatas muestran no uniformidad en capas inferiores, evidenciando problemas en su preparación. Como remediación, la investigación propone un diseño del pavimento con un levantamiento topográfico propio que supone un aporte para la comunidad que espera obras duraderas que cumplan con sus expectativas.

Palabras clave: Calicatas, diseño de pavimento, esclerometría, resistencia a la compresión del concreto, Tumbes.

Abstract

The current degree of development in all fields of knowledge largely guarantees optimal development of a good or service to the extent that rigorous compliance with methodologies and recommendations is verified. With this premise, the problem of the new Pampas de Hospital – Francos highway in the Tumbes Region was identified, the second and only road that connects Tumbes with the south of the country, observing pathologies with unequivocal signs of failures in the construction process and/or suitability of materials, considering then the objective of its diagnosis and remediation proposal. The diagnostic field work included sclerometric testing in almost all of the sections of the roadway as well as test pits to study their support. The results showed that the compressive strength of the concrete barely exceeds 50% of the design value, in addition to cracks and fissures along its length; and, below the roadway, the test pits show non-uniformity in lower layers, evidencing problems in their preparation. As a remedy, the research proposes a pavement design with its own topographical survey that represents a contribution to the community that expects lasting works that meet their expectations.

Keywords: Compressive strength of concrete, design pavement, pits, sclerometry, Tumbes

I. INTRODUCCIÓN

A nivel orbe las vías de comunicación son un sólido indicador del desarrollo de un pueblo (Organización Panamericana de la Salud, 2021) [OPS]; es así como las naciones industrializadas han consolidado su prosperidad en una amplia y bien cuidada red vial que permite la fluidez de transporte de personas y mercancías, significando riqueza y beneficio, pilares del desarrollo de un país (Sandoval et al., 2021). En efecto, el esquema de la cadena económica considera la ciudad como centro de producción y el campo, como fuente o suministro de materias primas o productos agropecuarios, implicando ello una fuerte participación del esquema e infraestructura vial (Sarache et al., 2021), el cual de no cumplir con las exigencias, ocasiona retrasos, incomodidad y deterioro de las unidades de transporte que se ven obligadas a circular en circunstancias adversas, resultando este escenario en sobrecostos y pérdidas económicas.

En nuestro país la vialidad juega un importante rol en varios frentes: En lo económico, el flujo de productos del campo a la ciudad, la exportación de productos de mediana o baja industrialización al área o mercado andino y el transporte de productos terminados de la ciudad al campo representa un importante rubro económico para un amplio porcentaje de la incipiente industria peruana (CEPAL, 2021). De otro lado, el tránsito fluido de pasajeros concreta un sinnúmero de actividades que son soporte de la natural movilidad de las personas que en busca de salud, recreación, trabajo, estudio, etc. constituyen la razón de ser del pujante sector transportes en nuestro País. Un indicador de la importancia de esta actividad se puede verificar fácilmente a resultados de la pandemia COVID-19 donde la dura cuarentena en sus múltiples facetas, cuya extensión y profundidad huelga aclarar, mostró la importancia del movimiento de pasajeros como actividad concurrente e inseparable en la movilidad y libertad personal (Corporación Andina de Fomento, 2020).

A nivel local, la Región Tumbes no es ajena al esquema económico antes descrito, verificándose el flujo de productos agropecuarios de las zonas al interior de la Región hacia la delgada franja costera, donde el comercio da cuenta de estos productos ya sea en el mercado local como en el nacional. De forma recíproca, el flujo de pasajeros y carga hacia el campo consolida la movilidad y dinamismo del flujo económico,

asistencial, educacional entre otros. Es así como las vías de penetración constituyen un factor de crecimiento y desarrollo económico en Tumbes, que es necesario implementar de la mejor manera buscando un largo periodo de puesta en servicio en pro del desarrollo de la comunidad (Ministerio de Comercio Exterior y Turismo, 2019?).

Habiendo establecido la importancia de la infraestructura vial en general, así como en lo particular o específico para Tumbes, se han identificado en ella la problemática de patologías y visibles indicadores de fallas en el pavimento rígido en una vía de muy reciente construcción, la vía Pampas de Hospital – Francos, TU – 532 (La República, 2019). En atención a esta problemática, la investigación se planteó como objetivo general diseñar el pavimento para la referida vía para lo cual se determinó de forma empírica la condición real del pavimento, estudiando tal problemática en dos frentes: primero, la resistencia a la compresión del concreto mediante prueba esclerométrica y segundo, la capacidad portante de la subrasante mediante un estudio que comprende la realización de calicatas y toma de muestras para su estudio en laboratorio, a fin de concluir en base cierta con la real condición del pavimento de la referida vía. Complementando la fase diagnóstica, la investigación propone un diseño del pavimento empleando dosificación granulométrica propia -incluido estudio de cantera y diseño de mezcla ACI del concreto-, previo replanteo topográfico propio, de la referida vía.

Los resultados de la investigación muestran que el concreto del pavimento rígido en la vía estudiada, en promedio llega al 57.5% del valor de diseño de resistencia a la compresión de 210 Kg/cm². El estudio de suelos mostró un CBR de 8 en una zona y 61 en otra, lo cual muestra un mejoramiento desigual del fundamento de la vía. Estos resultados sin duda son de interés y justificantes de la investigación en la medida que aportan información sobre la importancia de la buena selección de materiales e idoneidad del proceso constructivo en la consecución de una obra que garantice una duración de acuerdo a lo esperado de acuerdo a lo indicado en el expediente técnico y las expectativas de la población. De igual forma el replanteo topográfico realizado juntamente con el renovado diseño del pavimento de la vía, es una información técnica que se considera relevante considerando las posibles acciones correctivas a operarse

en la importante vía, que es parte de la única alternativa que une vialmente Tumbes con el resto del país.

En el aspecto metodológico, se tuvo un método investigativo sustentado en la observación y aplicación de conocimientos de ingeniería con deducciones, que, en base a los objetivos de la investigación, constituyeron las conclusiones y posteriores recomendaciones. Respecto al tipo de investigación realizada, esta se define como del tipo de aplicación de conocimientos en soluciones referentes a problemas específicos de la comunidad (Arias y Covinos, 2021). El enfoque de investigación ciertamente es cuantitativo en razón de la naturaleza numérica de la variable; y, en la medida que el investigador se limitó a describir una realidad, el alcance de la investigación fue descriptivo con diseño no experimental por no someter algún ítem a evaluación, esperando una respuesta o efecto medible u observable.

II. MARCO TEÓRICO

En la India, Pandey et al. (2021) en su artículo en inglés “Optimum pavement thickness for rigid pavement in UP Eastern region” se propusieron determinar el grosor óptimo del pavimento rígido que lograra mantener variaciones importantes de temperatura, humedad y carga. La investigación empleó tecnología numérica de elementos finitos implementada en el programa computacional KENPAVE juntamente con ANSYS versión 12.1 a fin de lograr una mejor comprensión de los esfuerzos críticos tanto en magnitud como en ubicación en el pavimento a fin de proporcionar la mayor atención en su implementación. Se precisa que todos los aspectos de estudio indicados se encuentran incorporados en los referidos paquetes informáticos.

El paper concluye refiriendo que mediante el empleo de la computación de elementos finitos las ubicaciones críticas de carga pueden ser mejor ubicadas, considerando simultáneamente las cargas móviles en el pavimento. También se señala que el espaciamiento de los apoyos es inversamente proporcional al incremento en estrés y que cuando la subrasante ha sido apropiadamente dimensionada, el esfuerzo de la losa es mínimo. También se señala que el grosor de la losa es inverso respecto al incremento en estrés, aumentando este último cuando la elasticidad, temperatura e índice de Poisson's. Se precisa que un grosor de losa de 32 cm es óptimo para vías sobrecargadas de primer orden.

De otro lado en Catalunya, Rasol (2020) en su tesis publicada en inglés “Development of New GPR Methodologies for soil and cement concrete pavement Assessment” donde se propone de una metodología de análisis en frecuencia basada en la Transformación de Fourier para la data proporcionada por el radar de penetración terrestre, equipamiento y tecnología ampliamente usado como elemento no destructivo de evaluación del estado del suelo y/o materiales cementicios como el concreto empleado en pavimentos. La metodología comprendió pruebas comparativas en la ciudad de Barcelona.

La tesis señala en sus conclusiones que la metodología análisis por ordenador propuesto contribuye a una mejor definición de imagen en la detección de paleocanales, mejora en la imagen que se explica, en la investigación, por una mejor

relación señal a ruido en la imagen producto de una mayor atenuación de armónicos de frecuencias espurias presentes en la señal original. En el caso de pruebas en pavimentos, la aplicación informática aunada a la tecnología GPR permite visualizar en el concreto o capa asfáltica las fallas interiores sin destruir la pieza cementicia. En la tesis se muestra una evaluación de fisuras de diferentes amplitudes empleando señal de alta frecuencia en grietas aun estando rellenas con bitumen en un vía urbana.

En la tesis se menciona la posibilidad de adaptar el sistema propuesto en el estudio de las características de respuestas del suelo ante un sismo mediante una modificación en el código informático; de igual forma la presencia de agua en diversas concentraciones en zonas poco profundas, pueden requerir el ajuste del sistema informático con datos de campo debido al cambio en el diámetro de las partículas del suelo debido al cambio de presiones; en general la humedad en el suelo puede ser un factor que requiera ajustes en valores de operación del sistema.

En Rumanía, Plescan et al. (2022) publicó su artículo “Life cycle assessment of concrete pavement rehabilitation: a Romain case study” donde se estudia la evaluación del ciclo de vida de un sector de la red vial de Rumanía, en un contexto donde el control de la polución orientada a reducir el efecto invernadero y el consecuente cambio climático, tornan importante determinar exactamente el ciclo de vida de las vías a fin de obtener la máxima duración posible, empleando el software GaBi de procedencia alemana.

Los resultados muestran que es una necesidad la aplicación de estrategias de intervenciones tempranas para extender la vida usable de las estructuras viales y que la alternativa de demoler y construir un nuevo pavimento involucra el consumo de adhesivos bituminosos no renovables con la consecuente expulsión de CO₂ a la atmosfera, aparte del importante consumo de combustibles fósiles, con un efecto conjunto importante de afectación ambiental, lo cual torna en muy importante los protocolos evaluativos aplicados al importante sector de mantenimiento vial.

En China, Yuan et al. (2021) publicaron en inglés su artículo “Fatigue models for airfield concrete pavement: Literature review and discussion”, donde, basados en la

importancia del estudio de la fatiga por modelamiento del estrés y la carga aplicada a las pistas de aterrizaje en ciclos repetitivos. En la investigación, los modelamientos de la fatiga se clasificaron en dos tipos: uno de escala completa basado en el modelado de la fatiga y el otro basado en el hincado del concreto. Con estas herramientas los procesos de análisis de regresión fueron complementados con métodos para el cálculo de fatiga. Además el modelado para la evaluación de la fatiga del concreto presentado por la Federal Aviation Administration [FAA] se comparó con el propuesto por la Civil Aviation Administration of China [CAAC]. La determinación del espesor de la pista de aterrizaje se realizó empleando técnicas numéricas de elementos finitos. Los resultados muestran que el espesor obtenido empleando el modelado de fatiga de la FAA es más grueso que el calculado de acuerdo a la CAAC, lo cual es un indicio de que el primero es más conservador comparativamente. Se concluye que el espesor de la losa se torna más significativo con el incremento de la carga y la resistencia de la subrasante.

En la India, Deshmukh et al. (2017) publicaron su artículo “Study of rigid pavements – Review” estudiaron los parámetros atinentes al diseño de pavimentos rígidos, planteándose como hipótesis de trabajo la relación entre la deflexión para diferentes velocidades de la carga pesada y el tiempo, en una vía de pavimento rígido con flexibilidad mejorada mediante la aplicación de fibras de acero en el concreto. Se señala que la contrastación se basó en pruebas de Chi cuadrado por el tamaño de la muestra, estudiándose además el efecto de la ceniza en la resistencia a la compresión del concreto.

Las conclusiones refieren una relación directa entre la velocidad de la carga pesada y la deflexión de las losas, y que este efecto varía con el tiempo, es decir existe histéresis en cuanto a la flexión y tiempo para una carga dada. En cuanto a la flexibilidad, se encontró que esta varía con el tiempo de curado para varias concentraciones de fibras de acero; señalando como hipótesis emergente que existe una relación directa entre la flexión, grosor de la losa y estrés en sus esquinas. El factor económico refiere una variación con los tipos y calidad de los materiales, encontrándose que el uso de la arena reciclada es una opción adecuada, aunque los resultados de pruebas realizadas

con máquina Los Ángeles muestra una caída en el rendimiento para concretos preparados con agregados reciclados.

Bautista (2018) defendió su tesis “Diseño de pavimento rígido permeable para la evacuación de aguas pluviales según la norma ACI 522R-10” donde se plantearon diversos objetivos específicos orientados a la obtención de información técnica relevantes para la obtención del objetivo general, identificable en el título del antecedente, entre ellas se mencionan la determinación de la resistencia a la compresión, flexión, contenidos de vacíos y porcentaje de infiltración de agua.

El autor concluye precisando que la ausencia de agregados finos reduce la resistencia a la compresión y flexión, contrario sensu, los concretos que si los tienen, demuestran mejores condiciones mecánicas, aunque de otro lado y en contraposición, reducen la permeabilidad del concreto hidráulico a costa de incrementar la resistencia. Se señala como conclusión que el concreto diseñado si cumple con la resistencia deseada a los 28 días con un valor específico de 177.98 Kg/cm^2 . Adicionalmente se refiere que uno de los diseños, el 5, sí cumplió con el valor de rotura mínimo establecido en 34 Kg/cm^2 encontrándose el valor de 45 Kg/cm^2 . Respecto del valor central motivo de la investigación, el coeficiente de permeabilidad logrado fue de 0.20 cm/s , encuadrándose dentro del rango establecido en $0.20 - 0.54 \text{ cm/s}$.

Diaz y Espinoza (2020) en su tesis “Propuesta de diseño de pavimentos rígidos para subrasantes arenas limosas susceptibles a erosión en el proyecto vía de evitamiento del Bajo Piura” estudió una solución para los pavimentos rígidos en un contexto de suelo adverso como el de arenas limosas. Para ello, se determinó la carga de tráfico mediante la aplicación del manual de carreteras MTC/14. De forma adicional se realizó la clasificación geológica del suelo de la subrasante de la vía estudiada a través de pruebas de laboratorio y de campo. También se analizó el suelo circundante respecto de sus propiedades mecánicas aparte de realizarse los estudios CBR de la vía de evitamiento del Bajo Piura. Finalmente se diseñó el pavimento rígido en atención a las condiciones más exigentes que establecen los métodos AASHTO del año 1993.

Los autores establecen que la medida de solución a la problemática de la vía estudiada fue la adecuada por estar enfocada en la determinación de las propiedades geológicas y mecánicas en un contexto donde el poder erosivo del agua puede degradar la capacidad portante del suelo. En base al hecho de que los constituyentes del suelo son la arena y el limo de baja plasticidad con un límite líquido menor a 50 y que la granulometría refiere un suelo fino de graduación ligera, se concluye que en contacto con el agua, se tendrá una inestabilidad significativa, conducente a una erosión importante.

Del conjunto de datos geológicos y mecánicos del suelo se refiere que el diseño del pavimento arrojó un alto de losa de 25 cm para los tramos I, II y III con un centímetro más para el tramo IV. Los autores refieren que el coeficiente de balasto obtenido relacionando el CBR encontrado y la densidad reportada aseguran una resistencia adecuada, sin pérdida de confinamiento, lo cual supone un correcto apoyo para las losas diseñadas con adecuadas cunetas para la evacuación de agua tipo I y II.

Arévalo (2021) defendió su tesis “Diseño del pavimento de la A. Tupac katari del sector San Luis, distrito de Bagua Grande, Provincia de Utcubamba, Región Amazonas”, planteándose los siguientes objetivos específicos: la realización del levantamiento topográfico, la determinación del índice medio diario anual para determinar el tonelaje a soportar; y, la mecánica del suelo en la zona en estudio.

Se encontró que para una vida útil de 20 años, 2.5 de variación PSI y una serviciabilidad de 0.35 y 85 puntos porcentuales de R, el espesor total del pavimento rígido resultó de 60 cm, compuestos por una losa, over y subbase granular de 20 cm cada una. Se refiere que de acuerdo a las condiciones, el diseño no considera pasadores. El resultado anterior comprende un estudio de tránsito vehicular de 7 días consecutivos el cual midió 1650 automóviles, 411 combis, 197 unidades rurales y 384 camionetas panel. También se midieron los camiones C2 y C3 resultando en 59 y 37 unidades respectivamente. El IMDa refiere 392 unidades observadas, así como un trabajo de campo con 4 calicatas de 1.5 m de profundidad, lo cual permitió estudiar el perfil estratigráfico del terreno en la zona. El perfil I fue CL con arcilla de baja

plasticidad sin presencia de napa freática en las cuatro excavaciones realizadas y con capacidad de soporte calificada de regular respecto de la subrasante; asimismo, en el aspecto topográfico se emplearon 9 BM debido a la planitud del terreno.

Oblitas (2021) en su tesis “Diseño de un concreto permeable para pavimentos rígidos con agregados de la cantera Victoria y adición de aditivo Chema III y fibras de polipropileno en una vía colectora en la ciudad de Chiclayo, 2019”, se propuso determinar con ensayos de laboratorio las propiedades físico mecánicas de las mezclas de concreto permeable, midiendo en mm/h la velocidad de infiltración del agua en él, comparando además los costos involucrados en la elaboración de concreto normal con el permeable. La evaluación de los diseños de mezclas se planteó realizarlas de acuerdo a CE.010 para pavimentos urbanos en la condición de uso de vías colectoras.

Se concluye que la calidad de los agregados de las canteras influye en las prestaciones del concreto elaborado. Se señala a una cantera en particular como la más ventajosa al respecto, precisando también que la norma que sustenta las pruebas realizadas es el NPT 400.012. Respecto del diseño de muestra definitivo, se señala que fue el MPC-4, con el cual se logró una resistencia a la compresión de casi 250 Kg/cm², un MR fijado en 37 Kg/cm² y un índice de permeabilidad de 0.5 cm/s, con lo cual se satisfacen los requisitos de resistencia de la vía colectora con regular tránsito. Respecto del aditivo Chema III las pruebas señalan que no cumplió con la función acelerante ofrecida, precisándose en este punto que se aplicó de acuerdo a las especificaciones del fabricante. Respecto de los costos, se precisó que el concreto permeable tiene un costo 18.3% mayor que el concreto convencional, lo cual reduce o limita su empleo en situaciones donde la presencia de agua sea un factor crítico e importante parámetro de diseño.

Ramírez (2021) sustentó su tesis “ Análisis de sensibilidad de los parámetros en la metodología de diseño estructural de pavimentos rígidos: método AASHTO 93” donde estudió la consistencia de la norma AASHTO 93 con las normas peruanas. También

se planteó identificar en la norma americana el componente más sensible en cuanto a su dimensionamiento de acuerdo a las condiciones específicas.

La autora encontró que la formula proporcionada por los programas varía de acuerdo a los ajustes propios de cada uno, por ello, recomendó probar y evaluar las fórmulas empleadas, por haberse evidenciado variaciones porcentuales de hasta 8% en el costo del concreto. La investigación precisa que el factor de diseño más sensible es el referido al drenaje, el cual normalmente se asume unitario, pero sin embargo puede sobre o sub dimensionarse, por lo que un estudio hidrológico es recomendable, máxime si existen problemas de presencia de agua superficial con alguna permanencia. También señala la autora que la prueba idónea para el concreto no es la de resistencia a la compresión sino la de flexión-tracción; se sustenta que, aunque existe una correlación entre estas dos pruebas, las condiciones de evaluación de la prueba a la compresión pueden conducir a que las condiciones no serán siempre las mismas, requiriéndose controles específicos en obra, precisándose que el concreto para pavimentos debe ser diseñado en base a la flexión – tracción.

Pavimentos

En la figura siguiente se detalla la composición de un pavimento rígido. En relación a la figura, se detallan a continuación los componentes de este durable elemento de la infraestructura vial.

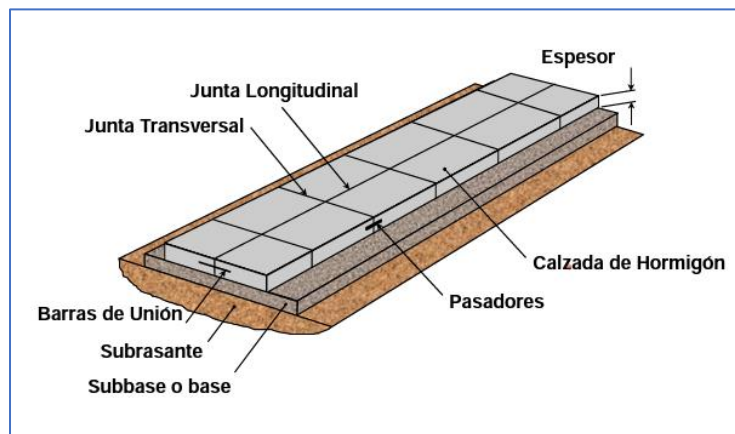


Figura 1: Detalle de un pavimento rígido

Fuente: Instituto del Cemento Portland Argentino (2012)

Subrasante: Constituye el sustento o asiento de la vía y se considera que forma parte de su prisma. Se conforma con materiales del lugar o trasladados que confieran la suficiente capacidad portante al peso propio del pavimento así como de la carga que deberá soportar (Ministerio de Economía y Finanzas, 2015).

Subbase/base: Se deposita directamente sobre la subrasante y tiene por función disipar las cargas provenientes del funcionamiento de la vía. Sobre esta capa se deposita o descansa la calzada de concreto (Vise, s.f.).

Losas o calzada de concreto: De acuerdo a las demandas de carga y velocidad de los vehículos a transitar por la vía, la calzada de hormigón debe soportar las cargas y fuerzas propias del uso. De acuerdo a su elevada rigidez es capaz de disipar las cargas puntuales de los vehículos en un área comparativamente mayor que la disipada por un pavimento flexible. Esta capa debe ser resistente a los elementos naturales así como a los agentes culturales, es decir provocados por humanos (Almeida, 2016).

Pasadores: permiten la transmisión de fuerzas entre paños o losas cuando la carga se aproxima al borde de esta, evitando la falla prematura de la calzada.

Juntas longitudinales y transversales: Proveen espacio suficiente a fin de que el concreto de las losas pueda dilatarse y contraerse libremente por causas térmicas. Debe mantenerse sellada a fin de que el ingreso del agua u otros fluidos deteriore las capas inferiores (Corporación de Desarrollo Tecnológico, 2017).

Las fisuras son las fallas más frecuentes en los pavimentos rígidos y su presencia se debe a un conjunto muy amplio de posibilidades, contándose entre las más frecuentes la pérdida de apoyo por falla de las capas inferiores que pueden generar asentamientos diferenciales del material portante originándose tensiones importantes en la losa debido a su uso que originan las fisuras o agrietamiento. Una separación o junta de dilatación excesiva también puede originar fisuras debido a la multiplicación de fuerza que los pasadores desarrollan en la losa contigua. La condición contraria de las juntas también es cierta, a diferencia que en este caso la falla se debe al aumento de esfuerzos por las fuerzas expansivas de origen térmico. Un espesor o resistencia

menor a la necesaria también puede ocasionar fisuras en la losa debido a la insuficiente capacidad de soporte de carga.

La rigidez de las capas de apoyo inferiores en las tensiones de la calzada

Un apoyo perfectamente rígido puede servir de base perfecta en función del tipo de carga aplicada en la calzada. Así, cargas puntuales sobre la calzada no generan tensiones importantes en la losa; caso contrario, cuando esta se curva por cualquier causa, por ejemplo la térmica, el apoyo no puede acompañarla en su deformación, generando tensiones en ella. En el caso de una fundación muy flexible, esta no ofrecerá apoyo suficiente, con tensiones resultantes en la calzada debido a cargas por operación (Grupo CIPSA, s. f.).

Entre las principales fallas en los pavimentos rígidos se tiene:

- i. Bombeo erosivo: El movimiento de agua atrapada debajo de la losa a causa de la presión ejercida por las cargas operativas origina una presión lateral que transporta material de la subbase o subrasante con la consecuente pérdida de sustento para la calzada. La presencia de agua en capas inferiores de la vía se debe a la presencia de materiales finos, presencia de agua y deflexiones en bordes y esquinas de la calzada (VIAS PUCP, 2021).
- ii. Escalonamiento: Cuando la presencia de agua se localiza en las uniones de las losas se produce un escalonamiento de en sus secciones (Díaz y Espinoza, 2020)



Figura 2: Falla causada por pérdida de material en el apoyo de la calzada

Fuente: Calo (2017)

En la figura siguiente, se muestra una secuencia generadora de erosión por bombeo en la base.

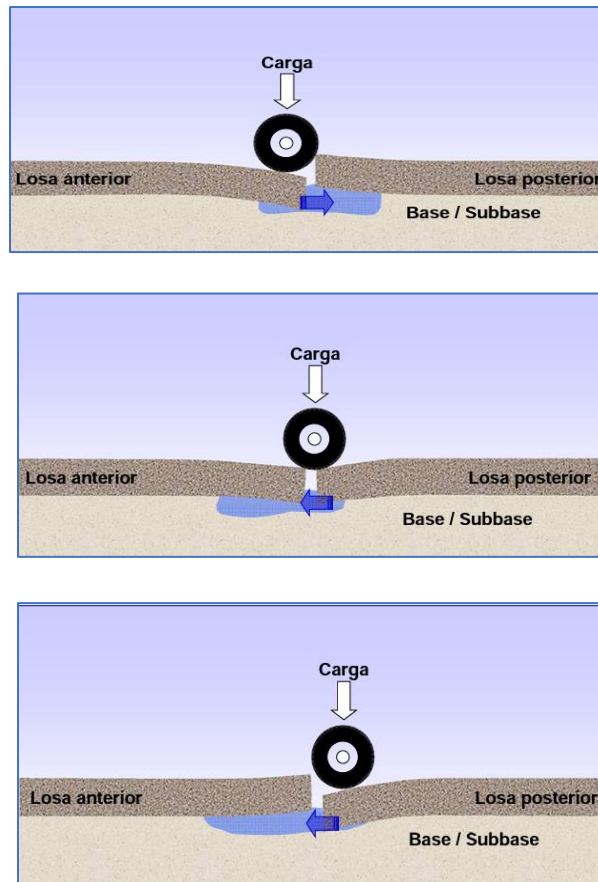


Figura 3: Secuencia erosiva de la base por bombeo

Fuente: Instituto del Cemento Portland Argentino (2012)

Esto es posible, por ejemplo, cuando la calzada se encuentra anexa a campos de cultivo o acequias, el material natural de sustento es fino o erosionable, y, cuando se tienen condiciones de elevado estrés de carga debido a tránsito pesado. En caso las condiciones específicas confluyan en estos tres factores, es obligatoria la colocación de una subbase especial no erosionable (Gómez, 2017).

Subbases

- i. Subbases granulares. Se busca limitar el contenido de finos que pasan el tamiz N° 200, considerando que si el material cuenta con material fino excesivo, puede almacenarse agua, situación que puede ocasionar el bombeo erosivo.

Se sugiere que el espesor de la subbase oscile entre 0.1 m y 0.15 m, que el % de pasantes por el tamiz N° 200 sea menor al 15% y que el desgaste Los Ángeles sea menor al 50%.

- ii. Subbases mejoradas con cemento. Se logra un mejor desempeño de la sub base en situaciones de congelamiento, deshielo, humedecimiento y secado. Se recomienda que el contenido de cemento se encuentra entre 2% a 5%.
- iii. Subbases de hormigón pobre. Debe tener un espesor máximo de 0.1 m y una resistencia compresiva de 5 Mpa a 8 Mpa con un contenido de aire del 6 al 8%. Se recomienda el aplicar de forma extendida sin juntas con una terminación lisa reductora de la fricción con la calzada, pudiéndose mejorar este aspecto con una película de polietileno (Holcim Ecuador, 2022).

Transferencia de cargas entre juntas

Esta función se realiza mediante pasadores de acero, permitiendo la transferencia de cargas entre losas cuando el vehículo, principalmente de peso importante, se aproxima a los límites de la losa, reduciendo las tensiones y esfuerzos que pudieran fisurar o fracturar la calzada (Morales, 2005).

Ubicación crítica de cargas

La ubicación de las cargas sobre una losa de la calzada determina el tipo de fuerzas que el prisma del pavimento deberá soportar. En relación a la figura siguiente, si la carga se ubica en el centro de la losa se tensiones flexivas, y, si por el contrario la carga se ubica cerca del borde de la losa, se llega al punto crítico para las deformaciones.

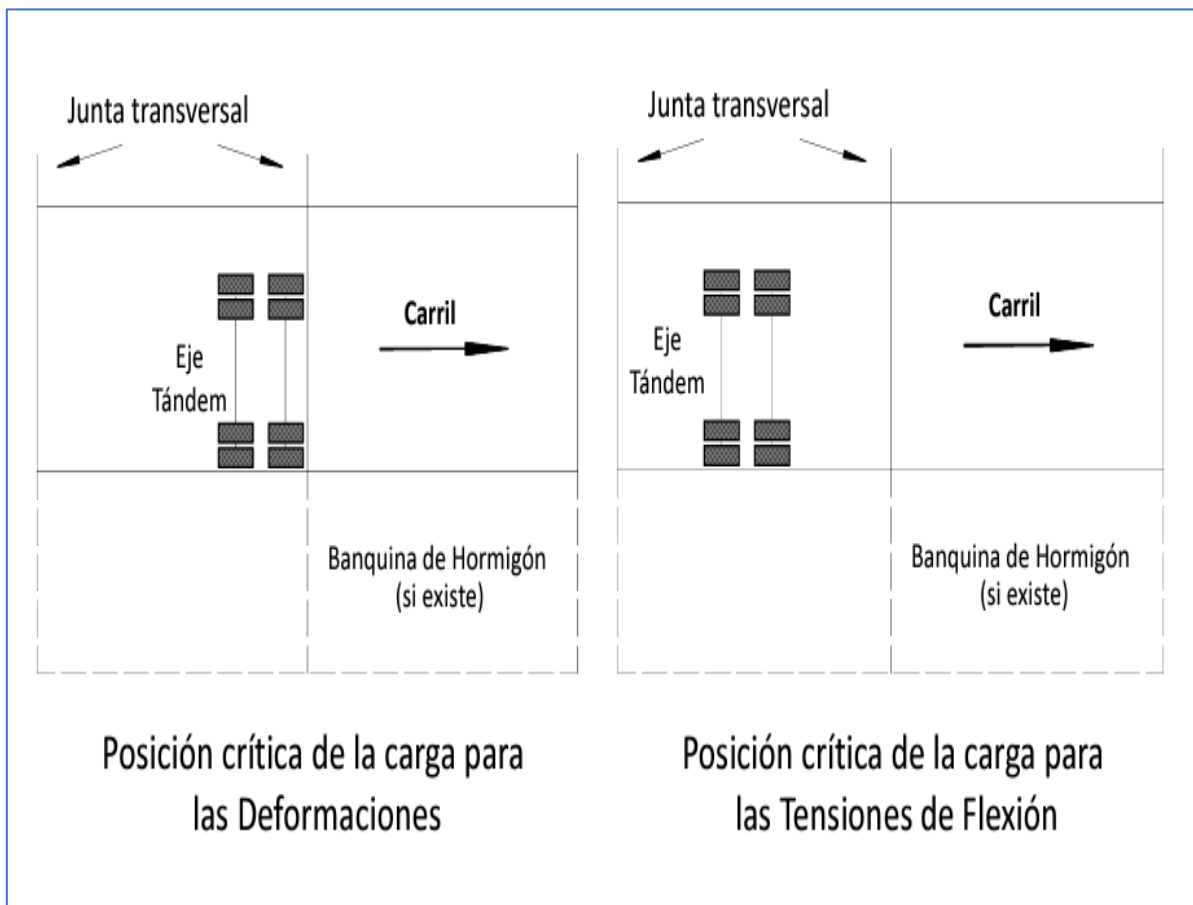


Figura 4: Ubicación crítica de cargas

Fuente: Instituto del Cemento Portland Argentino (2012)

Diseño del pavimento rígido

Los factores de diseño del pavimento de una vía son los siguientes:

- i. Tránsito a soportar en su vida útil
- ii. Tiempo esperado de servicio del pavimento o vía
- iii. Margen de seguridad para las cargas a soportar
- iv. Características mecánicas del concreto
- v. Características de la subbase
- vi. Capacidad portante de la subrasante
- vii. Transferencia de cargas en bordes y juntas

Para el diseño del pavimento se emplea la fórmula AASHTO específica para pavimentos rígidos (Vivar, s. f.)

$$\text{Log } W_{18} = Z_R S_0 + 7.35 \log(D + 1) - 0.06 + \frac{\log\left(\frac{\Delta\text{PSI}}{4.5 - 1.5}\right)}{\frac{1.624 \times 10^{-7}}{(D + 1)^{k-46}}} + (4.22 - 0.32P_t) \log \left[\frac{S_c C_d (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 J \left[D^{0.75} - \frac{18.42}{\left[\frac{E_c}{k}\right]^{0.25}} \right]} \right]$$

Fuente: Calo (2017)

Donde:

- W18: Cantidad de cargas de 18 Kips u (80 KN) esperadas
Zr: Valor de Z correspondiente a la curva estándar para una confiabilidad R
So: Desviación estándar de las variables
 Δ PSI: Previsión en diseño de la serviciabilidad
Pt: Serviabilidad en el tiempo t
Sc: Módulo de rotura del concreto (psi)
J: Coeficiente de transferencia de cargas
Cd: Índice de drenaje
Ec: Módulo de Young del concreto
K: Módulo de reacción de la subrasante en psi/pulg

A fin de lograr una mejor comprensión de la formula anterior, es pertinente la clasificación de las variables involucradas:

Características estructurales: Hacen referencia a factores físicos de la estructura del pavimento que inciden sobre su comportamiento. Entre estas se encuentran: El drenaje, transferencia de carga y pérdida de soporte.

Propiedades y características de los materiales: considera todas las cualidades de los materiales empleados en la construcción del pavimento, desde la subrasante hasta la calzada. Entre estos se consideran: Módulo de reacción de la subrasante y módulo de rotura del concreto.

Variables de diseño: constituyen el haz de criterios empleados en el desarrollo de la vía. Entre estas se encuentran las variables de tiempo esperado de servicio del pavimento, tránsito, confiabilidad, importancia de la vía, serviciabilidad o comportamiento del pavimento,

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de la investigación

Por abocarse a la solución de problemáticas específicas de la Región, la investigación ha sido del tipo aplicado; y, en la medida que durante los procedimientos de la investigación se ha limitado a describir un procedimiento, -el diseño de un pavimento para la carretera Pampas de Hospital – Francos-, su alcance ha sido descriptivo (Hernández, 2014).

Diseño de la investigación

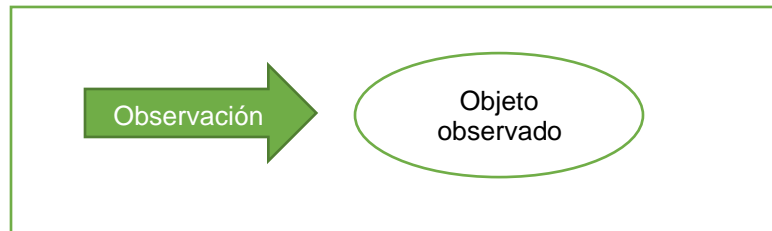


Figura 5: Diseño de la investigación

Fuente: Elaboración propia

En la Figura anterior se muestra el diseño de la investigación. La observación fue la base del proceso; en efecto, la observación del estado del pavimento de la carretera Pampas de Hospital – Francos fue el eje investigativo. En cuanto a la naturaleza numérica de la variable, el enfoque de la investigación fue cuantitativo y respecto del método investigativo este ha sido observativo-deductivo, es decir que basado en las observaciones se realizaron las deducciones correspondientes en base a los objetivos planteados. En cuanto al desarrollo temporal de la investigación, esta fue transversal debido a que solo se recabaron datos de campo una única vez (Tresierra, 2010).

3.2 Variables y su operacionalización

De acuerdo al diseño de la investigación, se observa una única variable:

Diseño de un pavimento rígido con graduaciones de los agregados del concreto

Definición conceptual

Consiste en determinar las graduaciones de los agregados de tal modo que se logren las características mecánicas del concreto (Montes de Oca et al., 2021).

Definición operacional

La variable se operativizo mediante una ficha de observación

3.3 Población, muestra, muestreo, unidad de análisis

Población

En la medida que la investigación se enfocó en el diseño de un pavimento para una carretera en particular, no corresponde la definición de población ni mucho menos muestra en los acápite subsiguientes.

Criterio de selección:

No aplica

Unidad de análisis

Segmento de la carretera TU – 532 de pavimento rígido que une las localidades de Pampas de Hospital con Francos en la provincia y departamento de Tumbes

Muestreo:

No aplica

Muestra:

No aplica

3.4 Técnicas e instrumento de recolección de datos

Las técnicas de recojo de información así como los instrumentos empleados en la investigación se subsumen en la siguiente tabla:

Tabla 1

Técnicas de observación e instrumentos empleados en la investigación

Variable	Técnica	Instrumento	Información recabada
Diseño de un pavimento rígido con graduaciones de los agregados del concreto	Observación	Ficha de observación	Parámetros de diseño del pavimento rígido para la carretera Pampas de Hospital - Francos

Fuente: Elaboración propia

3.5 Procedimientos

En la investigación se realizaron las actividades señalados en la Figura 6. En efecto, la investigación se inició con la observación detallada de la vía problemática a fin de iniciar la revisión de la literatura que proporcione sustento científico y credibilidad del resultado. Verificados los resultados, se realizaron los ensayos de campo y laboratorio cuyos datos e información recolectada sobre el tránsito vehicular permitió realizar el diseño de la vía, consolidando así la propuesta como alternativa a la problemática encontrada.

3.6 Método de análisis de datos

Para el análisis de datos se definieron dos momentos:

Momento del trabajo de campo: los datos recabados en los procesos evaluativos del estado del pavimento rígido se ordenaron y procesaron en Microsoft Excel, con la ayuda de calculadora en cálculos menores. Con los datos recabados y analizados de acuerdo a la teoría de diseño de carreteras, se procedió a realizar el planteo del pavimento idóneo para dicha vía.

Momento de la investigación: Los resultados obtenidos en el trabajo de campo se ordenaron y efectuaron de acuerdo a los objetivos propuestos, procesándose con Microsoft Excel. Los cuadros y gráficas, sin embargo, se realizaron en Microsoft Word.



Figura 6: Procedimientos realizados

Fuente: Elaboración propia

3.7 Aspectos éticos

El respeto a los derechos de la persona se mantuvo durante la investigación. Efectivamente, cuando se tuvo que interactuar con terceros durante el proceso investigativo, se explicó previamente su naturaleza estrictamente académica, definiendo claramente el fin de la investigación.

En la figura siguiente se muestra la zona de estudio delimitada por una poligonal roja. La accesibilidad se demarca con la poligonal amarilla que muestra la llegada desde la ciudad de Tumbes, mientras que la línea azul muestra la continuación vial hacia la localidad de Cabuyal.

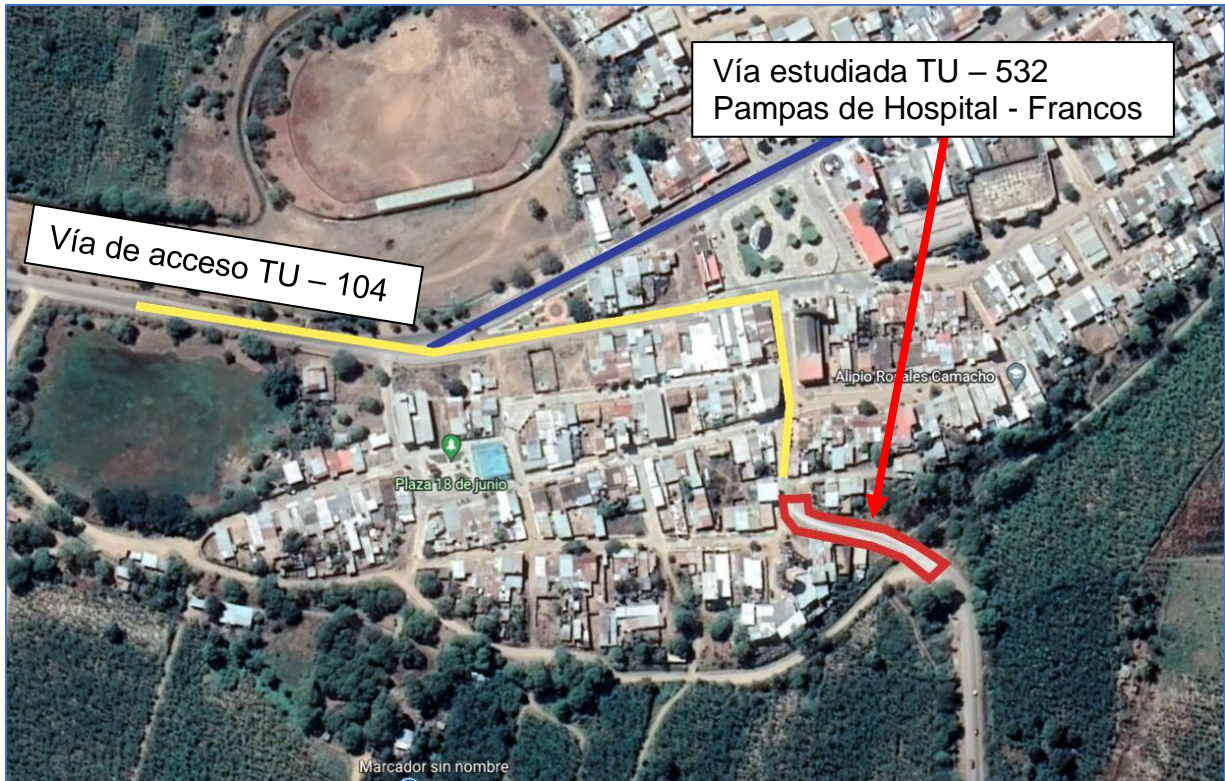


Figura 7: Zona de estudio en la localidad de Pampas de Hospital

Fuente: Google Maps (2021)

IV. RESULTADOS

Objetivo general

Este objetivo se enfoca en el diseño del pavimento para la vía estudiada en base a la granulometría de los agregados del concreto.

En la tabla siguiente se muestra el diseño del pavimento para la carretera Pampas de Hospital – Francos, TU – 532:

Tabla 2

Paquete de diseño de pavimento rígido propuesto para la carretera estudiada

Característica	Valor
Capa de over	30.0 cm
Mejoramiento de la subrasante	20.0 cm
Pavimento rígido	23.0 cm
Área de losa	3.0 m x 3.0 m
Resistencia del concreto	F'c = 210 Kg/cm ²
Módulo de rotura del concreto	650 Psi

Fuente: Elaboración propia

Las características del afirmado diseñado para la vía estudiada se indican en la tabla siguiente:

Tabla 3

Espesor y características del afirmado propuesto para la carretera estudiada

Tramo	Espesor Afirmado (20 años)
CBR	8
Nrep	98352
E (mm)	220.7
Adoptado (mm)	200.0

Fuente: Elaboración propia

Objetivo específico 1

Este objetivo específico busca determinar el estado actual del pavimento rígido de la carretera en estudio.

Tabla 4

Resultados de la prueba esclerometría (Kg/cm²)

A		B
122		124
131		117
125		121
121		121
	CEBRA	
138		111
129		103
116		111
106		109
134		109
129		109
132		109
129		132
124		116
115		110
125		115
116		121
104		120
132		116
125		119
127		103
124		138
139		106
129		140
127		101
112		109
121		124
104		123
128		118
118		133
No realizado		114
No realizado		No realizado
No realizado		No realizado
127		No realizado
No realizado		No realizado
138		129
141		111
No realizado		No realizado
No realizado		No realizado
No realizado		No realizado
No realizado		No realizado
$\bar{X} = 124.62 \text{ Kg/cm}^2$		$\bar{X} = 116.94 \text{ Kg/cm}^2$

Fuente: Elaboración propia

La tabla diagnóstica precedente muestra el valor de la resistencia a la compresión de las dos carreras de paños de concreto de la vía estudiada, con sus promedios.

El valor promedio en la carrera A de 124.62 Kg/cm² y el de la B = 116.96 Kg/cm² concuerda muy estrechamente con el reportado por las pruebas diamantinas referenciadas a continuación.

Tabla 5

Resultados prueba diamantina (Kg/cm²)

Prueba	Resultado
Diamantina 1	121
Diamantina 2	132
Diamantina 3	106
Promedio	119.67

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6

Resultados de la prueba de significación para los valores de resistencia a la compresión obtenidos con prueba diamantina y los obtenidos con la prueba esclerométrica

Prueba	Diamantina		Esclerometría	
Estadísticos	$\bar{X} = 119.67$	$\sigma = 13.05$	$\bar{X} = 120.78$	$\sigma = 10.43$
Resultado prueba de significación t de Student	No hay diferencia significativa entre los resultados de la resistencia a la compresión encontrados con la prueba diamantina y los encontrados por las pruebas esclerométricas, concluyéndose por tanto que ambos resultados son equivalentes			

Fuente: Elaboración propia

Habiendo encontrado un valor de resistencia a la compresión de 120.78 Kg/cm², se concluye que no satisface el requerimiento de diseño de concreto para pavimento rígido establecido en 210 Kg/cm² como valor de la resistencia a la compresión estándar.

Objetivo específico 2

Este objetivo específico se enfoca en determinar la resistencia del suelo debajo de la subrasante.

Los resultados encontrados fueron los siguientes

Tabla 7

Resultados CBR de resistencia en las calicatas C1 y C2

Tipo de pavimento	Lugar	Calicata	Muestra	Profundidad	Tipo de suelo	Clasificación		CBR
						SUCS	AASHTO	
Rígido	Pampas de Hospital	C 1	M 3	0.60 - 1.50	Arena Limosa	SM	A-2-4 (0)	8.0
		C 2	M 1	0.00 - 1.50	Afirmado transportado	GM-GC	A-1B (0)	61.0

Fuente: Elaboración propia

El valor de la capacidad resistente de la subbase en la ubicación de la calicata 1 es 0.8 que corresponde a una calificación cualitativa del suelo correspondiente a regular, y en la correspondiente a la calicata 2 es 61.0 que corresponde a una calificación buena.

Objetivo específico 3

Este objetivo específico busca realizar el diseño de mezcla de un concreto 210 Kg/cm³ adecuado para el diseño del pavimento de la vía en estudio.

De acuerdo a los cálculos indicados en el Anexo 9, las proporciones de los agregados fino, grueso y agua son:

Tabla 8

Componentes del concreto expresados por Kg de cemento

Componente	Valor
Cemento	1.0 Kg
Agregado fino	2.1 Kg arena gruesa /Kg cemento
Agregado grueso	2.3 Kg piedra chancada /Kg cemento
Agua	0.52 Lt agua/Kg cemento

Fuente: Elaboración propia

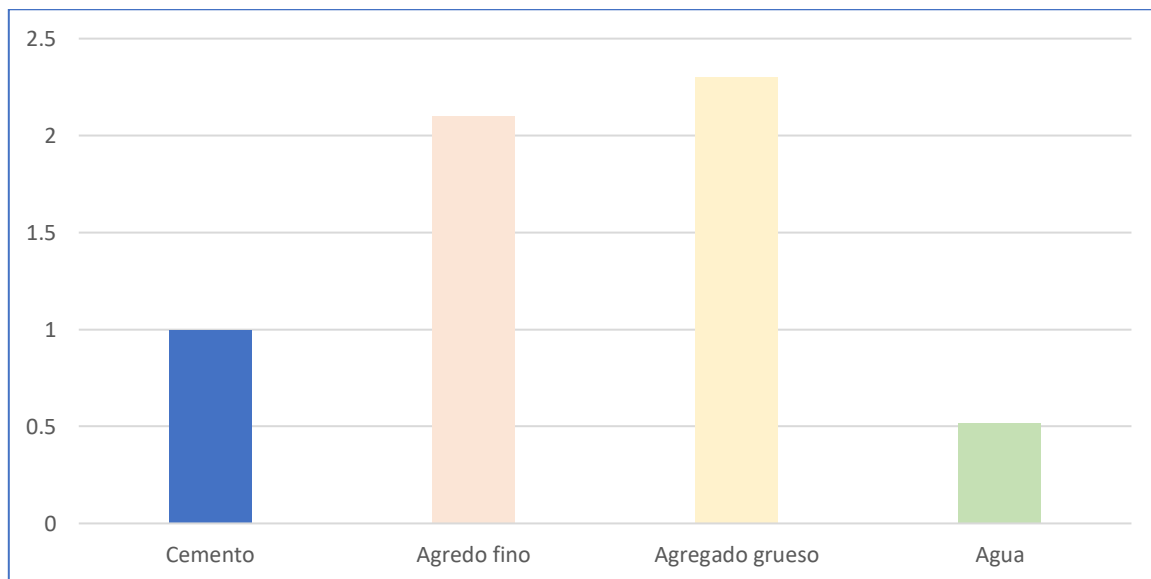


Figura 8: Proporción en peso de los agregados y agua

Fuente: Elaboración propia

Objetivo específico 4

Este objetivo específico determina la resistencia a la compresión del concreto 210 Kg/cm² a los 7, 14 y 28 días de edad.

Tabla 9

Resultados de la prueba a la compresión (Kg/cm²)

Muestra	Días de curado del concreto		
	7	14	28
Muestra 1	153	172	246
Muestra 2	150	178	238
Muestra 3	158	175	254
Promedio	153.67	175.00	246.00

Fuente: Elaboración propia

Se observa que a los 28 días, la resistencia a la compresión del concreto fue 246 Kg/cm², valor que excede el de diseño en 17.14%.

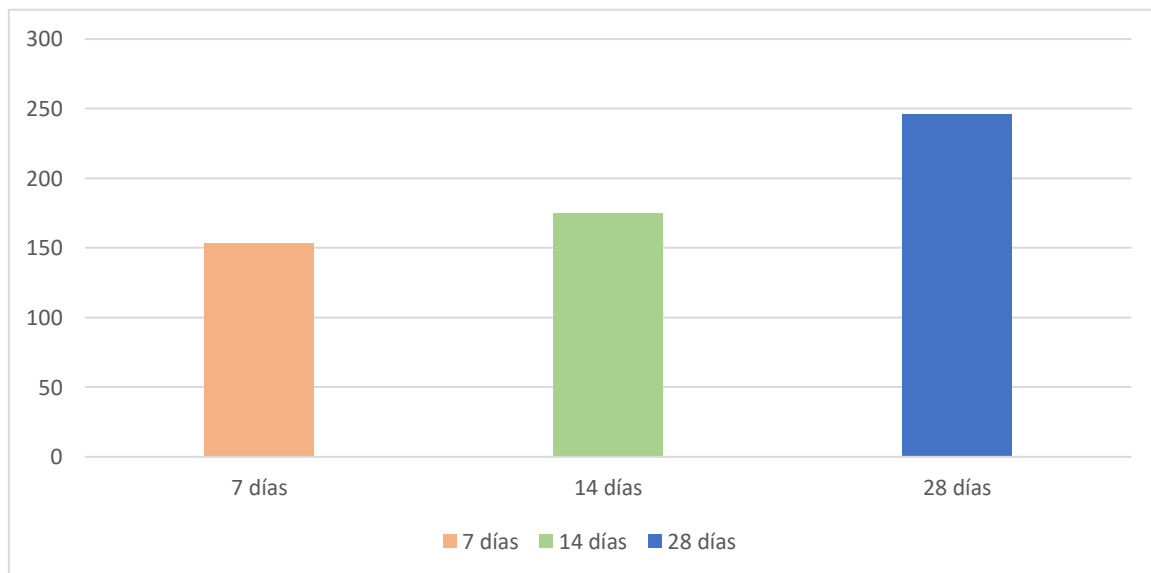


Figura 9: Evolución de los promedios de las resistencia a la compresión

Fuente: Elaboración propia

V. DISCUSIÓN

La investigación se ha enfocado en un problema, que no por ser recurrente deja de ser atendible, la dudosa calidad de algunas obras de infraestructura que por un sinnúmero de razones no cumplen con su cometido o lo hacen por corto tiempo o de manera incompleta (Apoyo consultoría, s. f.). El resultado de la investigación se enfoca en la carretera que une el CP de Pampas de Hospital con su homólogo Francos, camino que además es parte de la única vía alternativa que une Tumbes con el resto del País (León, 2007). Esta vía culmina en un puente que une las dos márgenes del río Tumbes permitiendo que los vehículos que circulan hacia y desde el resto del país, -y que no pueden pasar por el puente de Tumbes,- lo hagan dentro de la red vial nacional.

En atención a la importancia estratégica de esta carretera, se mejoró su deteriorado pavimento flexible reemplazándolo por rígido, en función, probablemente, del mayor tonelaje que se espera de esta vía de comunicación que permite en muchos casos el tránsito pesado desde el resto de la República hacia Tumbes y por ende, Ecuador y toda la región Andina en su zona norte (Andina, 2021). Reseñada la importancia estratégica de esta zona, se espera que disponga de una carretera que brinde la transitabilidad y confiabilidad que a los citados antecedentes corresponde.

La investigación recurrió a una batería de procedimientos que empezaron con la realización de dos calicatas para determinar la estratigrafía, tipo de suelo en clasificación SUCS y AASHTO así como el CBR del suelo de sustentación de las losas del pavimento rígido. Los resultados muestran para la calicata C1 los siguientes tipos de suelo (SUCS): GM – GC, CL – ML y SM mientras que para C2: GM – GC. En la clasificación AASHTO, la clasificación correspondió a A-1b (0), A-4 (0) y A-2-4(0) para C1 y A-1b (0) para la calicata C2. El resultado CBR mostró valores de 8.0 y 61.0 lo cual presupone una preparación del suelo desigual previo al vaciado de las losas. El ensayo Proctor modificado, arrojó para el suelo de la calicata C1 un valor de densidad seca de 1.8 gr/cm² para una humedad de 1.80 % mientras que para la segunda calicata, este ensayo arrojó 2.13 gr/cm³ para la densidad seca a 8.5% de humedad. La prueba esclerométrica arrojó resultados consistentes con las diamantinas de un estudio de referencia, respecto de la resistencia a la resistencia a la compresión del concreto, reportándose valores que alcanzan el 57.75 del valor de diseño del concreto

219 Kg/cm² especificados para un pavimento de estas características. En conclusión respecto de la fase evaluativa, el concreto no cumple con la resistencia a la compresión de diseño y el suelo tampoco estuvo convenientemente conformado previo al vaciado de las losas de concreto.

La fase de remediación de la investigación comprendió las siguientes subfases: estudio de agregados de cantera, diseño de mezcla ACI, levantamiento topográfico y replanteo, así como el diseño del pavimento como objetivo general de investigación.

Establecidos claramente los resultados corresponde ahora su discusión con los autores y bibliografía consultada. Es así como de una revisión de las publicaciones en los diarios se recoge la preocupación por las autoridades de control de la República respecto de deficiencias en obras de infraestructura en la región Tumbes (Diario oficial El Peruano, 2022), coyuntura de antecedente que enmarca el resultado de la investigación en un contexto de recurrencia.

Contrastando con Pandey et al. (2021) se coincide en el cuidado de los esfuerzos críticos en las losas especialmente en las esquinas, de acuerdo a lo encontrado con esquinas fracturadas en la vía como puntos débiles o críticos, estas fallas revelan problemas en las capas inferiores de sustentación y resistencia inadecuada de la losa, en este caso de resistencia a la tensión. Con el autor se concuerda además en la importancia de los apoyos, es decir las capas inferiores del conjunto de losas de la vía, como medio de reducir el esfuerzo del pavimento rígido. Se concuerda también en que el grosor de la losa es proporcional a su resistencia, cuando se mantienen constantes otros parámetros de rendimiento del concreto. Con respecto a Rasol (2020) se concuerda en lo ventajosas y provechosas que resultan las aplicaciones tecnológicas no invasivas en el diagnóstico del concreto, evitando evaluaciones como la prueba diamantina que implica el retiro de una porción del concreto para una evaluación en el laboratorio. Se concuerda, además, en la posibilidad de un estudio de suelos no invasivo por medio de ondas mecánicas, en base a su analogía con las probadas tecnologías de imágenes ecográficas empleadas en imagenología médica. Contrastando con Plescan et al. (2022) se concuerda en la necesidad de

mantenimientos preventivos de las vías con la finalidad de extender su vida útil, considerando que la demolición y reconstrucción de vías consume muchos recursos cuyo aporte al deterioro ambiental es significativo. Con Yuan et al. (2021) se concuerda que la carga determina el espesor del pavimento final, de acuerdo con el diseño del espesor y resistencia del concreto de la vía en función del tonelaje de los vehículos circulantes. Contrastando a Deshmukh et al. (2017) se concuerda en el extremo que la deflexión de las losas obedece -además del tonelaje soportado- con la velocidad vehicular lo cual exige de manera preferente las esquinas, zona frágil en la losa de concreto.

Discutiendo con Bautista (2018) se concuerda en que la presencia de elementos finos en la mezcla del concreto reduce su resistencia, pero incrementa su impermeabilidad y viceversa, lo cual se refleja en lo importante del módulo de fineza de la arena gruesa. Con Diaz y Espinoza (2020) se concuerda en la importancia del estudio de tránsito previo conducente a determinar las condiciones de resistencia del concreto y suelo, empleando además ensayos de CBR para determinar la resistencia del suelo así como el límite líquido de capas profundas del suelo en la zona de la intervención. Con Arévalo (2021) se concuerda en la necesidad de determinar la carga vehicular a fin de determinar el espesor de la losa de concreto y la pertinencia de realizar estudios de suelos para conocer la capacidad portante o resistencia del suelo. Se concuerda también en la importancia del estudio topográfico en el diseño del perfil de la vía. Con Oblitas (2021) se concluye concordando en la importancia de los agregados en la resistencia del concreto, lográndose valores altos de resistencia en caso de materiales de alta calidad, la cual puede inclusive exceder al valor de diseño. De acuerdo con Ramírez (2021) se resalta la importancia de un adecuado drenaje a fin de evitar el bombeo producido por la presión sobre la calzada debida a unidades de peso significativo y por ende sobre el agua subterránea la cual es impulsada hacia los lados de la cinta de concreto, removiendo el material de soporte.

VI. CONCLUSIONES

1. El diseño de pavimento propuesto comprendió una capa de over de 30.0 cm, un mejoramiento de la subbase de 20.0 cm, un pavimento rígido de concreto 210 Kg/cm² de 23.0 cm con un módulo de rotura de 650 Psi. De igual forma, el diseño del afirmado consideró un CBR de 8 y un espesor de 20 cm.
2. El pavimento rígido en la carretera Pampas de Hospital – Francos muestra una resistencia a la compresión, -medida con prueba esclerométrica practicada al 78% de la vía-, de un valor promedio de 120.78 Kg/cm², valor que representa un 57.51 % del valor de diseño, 210 Kg/cm².
3. La resistencia del suelo debajo de la calzada de la carretera Pampas de Hospital – Francos medida en un ensayo CBR, en una zona fue de 8.0 % y en otra de 61.0 %.
4. El diseño de la mezcla obtenido para el concreto por Kilo de cemento fue de: 2.1 Kg arena gruesa, 2.3 Kg piedra chancada y 0.52 Lt agua.
5. La resistencia a la compresión promedio del concreto a los 7, 14 y 28 días de su edad fue de 153.67 Kg/cm², 175.00 Kg/cm² y 246 Kg/cm² respectivamente.

VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda a los encargados de corregir/rehacer la carretera estudiada, considerar los resultados de esta investigación como un punto de partida, a fin de lograr un desempeño óptimo durante el tiempo esperado de vida de la vía.
2. Se recomienda a los involucrados en la construcción observar fielmente las indicaciones del expediente técnico a fin de cumplir con el nivel de calidad que la obra requiere.
3. En caso de que el suelo natural no reúna las características de resistencia, se recomienda a los involucrados en la construcción su mejoramiento con material adecuado de acuerdo a las necesidades específicas de la obra.
4. Se recomienda a los constructores y proveedores de concreto realizar un diseño de mezcla cuidadoso a fin de que este reúna las cualidades de rendimiento requeridas por el expediente técnico.
5. Se recomienda a los constructores la selección de los agregados a emplear en la elaboración del concreto por influir fuertemente en su calidad y prestaciones.

REFERENCIAS

- Almeida, M. (2016). *Análisis comparativo de los metodos de suelo pavimento duro (hormigón) y flexible (asfalto)*.
<https://www.nucleodoconhecimento.com.br/ingenieria-civil/metodos-de-pavimentacao-2>
- Apoyo consultoría. (s. f.). *Cuatro medidas para mejorar la infraestructura de forma eficiente y sostenible*.
https://www.apoyoconsultoria.com/media_apoyo/uploads/aportes/infograf%C3%A1Da_-_pp2.pdf
- Arévalo, J. (2021). *Diseño del pavimento de la A. Tupac katari del sector San Luis, distrito de Bagua Grande, Provincia de Utcubamba, Región Amazonas*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Piura]. Repositorio Institucional. Universidad Nacional de Piura:
<https://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12676/2952/ICIV-HOR-ARE-2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Arias, J., & Covinos, M. (2021). *Diseño y metodología de la investigación*.
<http://hdl.handle.net/20.500.12390/2260>
- Bautista, A. (2018). *Diseño de pavimento rígido permeable para la evacuación de aguas pluviales según la norma ACI 522R-10*. [Tesis de pregrado, Universidad de San Martín de Porres]. Repositorio Institucional. Universidad de San Martín de Porres: <https://repositorio.usmp.edu.pe/handle/20.500.12727/4928>
- Calo, D. (2017). *Diseño y construcción de pavimentos urbanos de hormigón. Reparación y mantenimiento*:
<https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fweb1.icpa.org.ar%2F>

wp-content%2Fuploads%2F2019%2F04%2F04-
Reparacion_y_Mantenimiento-Malvinas.pdf&psig=AOvVaw2g62-X758rAX4-
oPsh1kjP&ust=1650894193019000&source=images&cd=vfe&ved=0CA0Qjhxq
FwoTCIDr96jqrPcCFQA

CEPAL. (2021). *Perspectivas del comercio internacional de América Latina y el Caribe*. En busca de una recuperación resiliente y sostenible:
https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/47535/1/S2100998_es.pdf

Contralor Shack verificó perjuicio generado por obras inconclusas en provincias de Tumbes. (17 de febrero de 2022). *Diario oficial El Peruano*.
<https://elperuano.pe/noticia/139590-contralor-shack-verifico-perjuicio-generado-por-obras-inconclusas-en-provincias-de-tumbes>

Corporación Andina de Fomento. (2020). *Las dos grandes oportunidades del coronavirus para la movilidad urbana de América latina*. Visiones:
<https://www.caf.com/es/conocimiento/visiones/2020/04/las-dos-grandes-oportunidades-del-coronavirus-para-la-movilidad-urbana-de-america-latina/>

Corporación de Desarrollo Tecnológico. (2017). *Impermeabilización de cubiertas*. Recomendaciones Técnicas: <https://extension.cchc.cl/datafiles/40083-2.pdf>

Deshmukh, A., Rabbani, A., & Dhapekar, N. (2017). Study of rigid pavements - Review. *IEAME*, 8(6), 147-152.
<http://www.iaeme.com/IJCIET/issues.asp?JType=IJCIET&VType=8&IType=6>

Díaz, E., & Espinoza, G. (2020). *Propuesta de diseño de pavimentos rígidos para subrasantes arenas limosas susceptibles a erosión en el proyecto vía de evitamiento del Bajo Piura*. [Tesis de pregrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. Repositorio Institucional. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas:
<https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/653996>

- Gómez, D. (2017). *Evaluación geológica de las zonas afectadas por el Niño Costero 2017 en la Región Tumbes*. INGEMMET.
<http://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/documento/3708/descargar>
- Google Maps. (2021). *Google Maps*. <https://www.google.com/maps/?hl=es>
- Grupo CIPSA. (s. f.). *La cimentación y tipos de cimentaciones*.
<https://www.cipsa.com.mx/38/noticias/la-cimentacion-y-tipos-de-cimentaciones/>
- Hernández, R. (6 de junio de 2013). Las hipótesis.
<https://www.youtube.com/watch?v=WDfQjBtRcro>
- Hernández, R. (2014). *Metodología de la Investigación*. McGraw Hill.
<https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
- Holcim Ecuador. (2022). *bases y subbases*. Agregados:
<https://www.holcim.com.ec/agregados-material-granular-bases-subbases>
- Instituto del Cemento Portland Argentino. (2012). *Diseño de Pavimentos Rígidos*.
Diseño y construcción e pavimentos de hormigón: <https://www.ficem.org/CIC-descargas/argentina/Diseno-de-pavimentos-rigidos.pdf>
- La República. (2019). Contraloría detecta fallas en obras viales de Pampas de Hospital en Tumbes. <https://larepublica.pe/sociedad/2019/09/20/contraloria-detecta-fallas-en-obras-viales-de-pampas-de-hospital-en-tumbes/>
- Laboratorio de suelos MAS. (2022). *Informe de laboratorio*.
- León, W. (2007). *Evaluación de la reconstrucción del puente Francos: estudios de hidráulica fluvial*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Ingeniería].
Repositorio Institucional. <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/16215>
- Ministerio de Comercio Exterior y Turismo. (2019?). *Tumbes, Plan Estratégico Regional de Turismo 2019 - 2025*. https://www.mincetur.gob.pe/wp-content/uploads/documentos/turismo/pertur/PERTUR_TUMBES.pdf

- Ministerio de Economía y Finanzas. (2015). *Pautas metodológicas para el desarrollo de pavimentos en la formulación y evaluación social de proyectos de inversión pública de carreteras*. SNIP:
https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/normas/normasv/2015/RD003-2015/Pautas_Pavimentos.pdf
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2013). *Manual de carreteras*. Suelos, geología, geotecnia y pavimentos:
http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/P_recientes/4515.pdf
- Montes de Oca, M., Sequeira, W., Ávila, T., & Aguiar, J. (2021). *Evaluación del desempeño de los pavimentos rígidos en Costa Rica*.
<https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/vial/article/view/46947#:~:text=Se%20observ%C3%B3%20que%20los%20deterioros,precipitaci%C3%B3n%2C%20temperatura%20y%20ejes%20equivalentes>.
- Morales, j. (2005). *Técnicas de rehabilitación de concreto utilizando sobrecapas de refuerzo*. [Tesis de pregrado, Universidad de Piura]. Repositorio Institucional.
https://pirhua.udpe.edu.pe/bitstream/handle/11042/1343/ICI_129.pdf?sequence=1
- Municipalidad Distrital de Pampas de Hospital. (s. f.). *Renovación de carreteras de acceso en la rehabilitación del camino vecinal 099 Km en ruta TU-532 trayectoria emp. TU-104 (Pampas de Hospital) Emp. TU 105 (Francos) en la localidad de Pampas de Hospital , distrito de Pampas de Hospital, provincia de Tumbes*.
- Oblitas, S. (2021). *Diseño de un concreto permeable para pavimentos rígidos con agregados de la cantera Victoria y adición de aditivo Chema III y fibras de polipropileno en una vía colectora en la ciudad de Chiclayo 2019*. [Tesis de pregrado, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo]. Repositorio Institucional. Universidad católica Santo Toribio de Mogrovejo:
<http://hdl.handle.net/20.500.12423/3737>

- Organización Panamericana de la Salud. (2021). *Salud, ambiente y desarrollo sostenible*.
<https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/3472/Salud,%20ambiente%20y%20desarrollo%20sostenible%20hacia%20el%20futuro%20que%20queremos%20SDE.pdf>
- Pandey, S., Sachan, A., Anupam, R., & Singh, S. (2021). *Optimum pavement thickness for rigid pavement in UP Eastern region*. International Journal of Engineering and Advanced Technology: <https://www.ijeat.org/wp-content/uploads/papers/v10i5/E27380610521.pdf>
- Pino, R. (2014). *Metodología de la Investigación*. Lima, Perú: Editorial San Marcos.
- Plescan, C., Barra, M., Maxineasa, S., & Plescan, E. (2022). *Life cycle assessment of concrete pavement rehabilitation: a Romain case study*. Applied sciences: <https://www.mdpi.com/2076-3417/12/4/1769/pdf>
- Ramírez, A. (2021). *Análisis de sensibilidad de los parámetros en la metodología de diseño estructural de pavimentos rígidos: método AASHTO 93*. [Tesis de pregrado, Universidad de Piura]. Repositorio Institucional.
<https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/5120>
- Rasol, M. (2020). *Development of New GPR Methodologies for soil and cement concrete pavement assessment*. Universidad Politécnica de Catalunya: <http://hdl.handle.net/2117/345315>
- Reactivación económica: Tumbes se suma a la iniciativa Turismo y comercio sin fronteras. (2021). *Andina*. <https://andina.pe/agencia/noticia-reactivacion-economica-tumbes-se-suma-a-iniciativa-turismo-y-comercio-sin-fronteras-870706.aspx>
- Sandoval, J., Porto, J., Furlong, A., & Netzahualcoyotzi, R. (2021). *Espacios globales para la expansión del capital transnacional en el continente americano*. <http://biblioteca.clacso.edu.ar/clacso/gt/20210624124528/Espacios-globales.pdf>

- Sarache, W., Cespón, R., & Marrero, F. (2021). *Logística y cadenas de abastecimiento agroindustrial*.
https://www.researchgate.net/publication/285586933_Logistica_y_cadenas_de_abastecimiento_agroindustrial
- Tresierra, A. (2010). *Metodología de la Investigación Científica*. Trujillo, Perú: Biociencia.
- VIAS PUCP. (2021). *Drenaje de pavimentos en carreteras*. Infovías:
<http://blog.pucp.edu.pe/blog/viaspucp/2021/06/02/drenaje-de-pavimentos-en-carreteras/>
- Vise. (s.f.). *Funciones de las capas de un pavimento*. 2020?:
<https://blog.vise.com.mx/funciones-de-las-capas-de-un-pavimento>
- Vivar, G. (s. f.). *Diseño y construcción de pavimentos*. Colegio de Ingenieros del Perú.
- Yuan, J., Li, W., Li, Y., Ma, L., & Zhang, J. (2021). *Fatigue models for airfield concrete pavement: Literature review and discussion*. MDPI:
<https://www.mdpi.com/1996-1944/14/21/6579/pdf>

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia

TÍTULO	PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLE	METODOLOGÍA
Diseño de un pavimento rígido con graduaciones de los agregados para el concreto, en Pampas de Hospital – Francos, Tumbes 2022	GENERAL ¿Cuál es el diseño de un pavimento rígido con graduaciones de los agregados para el concreto de la carretera Pampas de Hospital – Francos, Tumbes en el año 2022?	GENERAL Diseñar un pavimento rígido con graduaciones de agregados para el concreto de la carretera Pampas de Hospital – Francos, Tumbes en el año 2022	Las hipótesis de la investigación se refieren a objetivos solo descriptivos, por lo tanto no les corresponde el planteo de hipótesis (Hernández, 2013)	Diseño de un pavimento rígido con graduaciones de los agregados del concreto	Alcance: Descriptivo
	ESPECÍFICOS	ESPECÍFICOS			Tipo de investigación: De aplicación de conocimientos en la solución de una problemática específica
	Problema específico 1 ¿Cuál es el estado del pavimento la carretera Pampas de hospital - Francos?	Objetivo específico 1 Evaluar el pavimento rígido de la carretera Pampas de Hospital – Francos			Enfoque: Cuantitativo
	Problema específico 2 ¿Cuál es la capacidad portante de la subbase de la carretera Pampas de Hospital – Francos en Tumbes?	Objetivo específico 2 Determinar la resistencia de la subbase de la carretera Pampas de Hospital – Francos en la Región Tumbes			Método de investigación: Observacional- deductivo
Problema específico 3 ¿Cuál es el diseño del concreto requerido por la carretera Pampas de Hospital – Francos en Tumbes?	Objetivo específico 3 Diseñar un concreto requerido por la carretera Pampas de Hospital – Francos en Tumbes	Diseño: No experimental y transversal en el tiempo			
Problema específico 4 ¿Cuál es la resistencia a la compresión del concreto diseñado para la carretera Pampas de Hospital – Francos en Tumbes?	Objetivo específico 4 Determinar la resistencia a la compresión del concreto diseñado para la carretera Pampas de Hospital – Francos en Tumbes	Población: No aplica			
					Muestra: No aplica
					Tipo de muestreo: No aplica
					Técnica de recolección de información: Observación
					Instrumentos de recolección de información: Ficha de observación

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2. Matriz de operacionalización de la variable

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	Dimensiones	Indicadores	ESCALA DE MEDICIÓN		
Diseño de un pavimento rígido con graduaciones de los agregados del concreto	Consiste en determinar las graduaciones de los agregados de tal modo que se logren las características mecánicas del concreto (Montes de Oca et al., 2021)	La variable se operativizó mediante una ficha de observación	Concreto	Resistencia a la compresión	7 días 14 días 28 días	Razón Razón Razón	
				Suelo	Capacidad portante de la subrasante		Razón
					Humedad		Razón
			Capa de over			Razón	
			Subrasante			Razón	
			Diseño de pavimento		Altura del pavimento rígido		Razón
					Área de la losa		Razón
				Resistencia del concreto		Razón	
				Módulo de rotura del concreto		Razón	
			Afirmado	CBR		Razón	
				N repeticiones		Razón	
				Espesor		Razón	
						Espesor adoptado	

Fuente: Elaboración propia

Anexo 3: Instrumentos de recojo de datos

Tabla 10

Ficha de observación

Dimensiones	Indicadores	Valores
Concreto	Resistencia a la compresión	7 días
		14 días
		28 días
Suelo	Capacidad portante de la subrasante	
	Humedad	
Diseño de pavimento	Capa de over	
	Subrasante	
	Altura del pavimento rígido	
	Área de la losa	
	Resistencia del concreto	
Afirmado	Módulo de rotura del concreto	
	CBR	
	N repeticiones	
	Espesor	
	Espesor adoptado	

Fuente: Elaboración propia

Anexo 4: Granulometría

Agregado fino

Análisis granulométrico por tamizado ASTM – D 421

Cantera: San Jacinto

Peso inicial húmedo: 563.00 gr

Peso final seco: 558.00 gr

Tabla 11

Tamizado del agregado

MALLAS	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO		PORCENTAJES ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES HUSO NTP 400,037
		(gr)	(%)	Retenido	Pasa	
1/2"	12.50					
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00	100 - 100
Nº 4	4.76	3.62	1.21	1.21	98.79	100 - 95
Nº 8	2.38	52.81	17.60	18.81	81.19	100 - 80
Nº 16	1.19	41.30	13.77	32.58	67.42	85 - 50
Nº 30	0.60	65.11	21.70	54.28	45.72	60 - 25
Nº 50	0.30	85.00	28.33	82.61	17.39	30 - 10
Nº 100	0.15	28.40	9.47	92.08	7.92	10 - 2
FONDO		23.76	7.92	100.00	0.00	0 - 0
		300.00	0.00			

Fuente: Elaboración propia

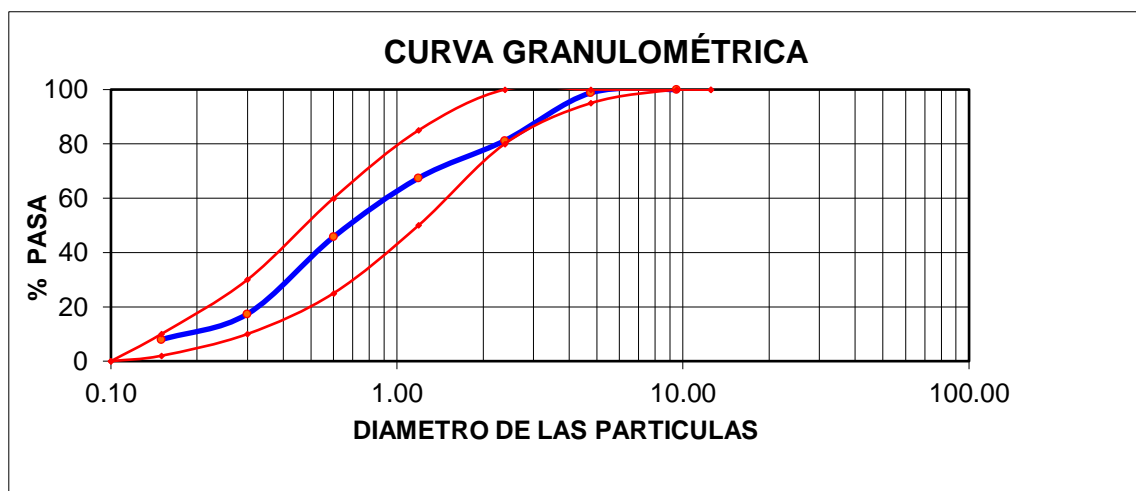


Figura 10: Curva granulométrica

Fuente: Elaboración propia

Continuación

Agregado grueso

Análisis granulométrico por tamizado ASTM – D 421

Cantera: San Jacinto

Peso inicial húmedo: 261900 gr

Peso final seco: 2000.00 gr

Tabla 12

Tamizado del agregado

MALLA	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO		PORCENTAJES ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES HUSO NTP 3/4"-1/2"
		(gr)	(%)	Retenido	Pasa	
2"	50.00					
1 1/2"	37.50					
1"	24.50	0.00	0.00	0.00	100.00	100
3/4"	19.05	93.00	4.65	4.65	95.35	90 -100
1/2"	12.50	983.00	49.00	53.65	46.35	55 -20
3/8"	9.53	752.00	37.60	91.25	8.75	15 -0
Nº 4	4.76	113.00	5.65	96.90	3.10	5 - 0
Nº 8	2.38	59.00	2.95	100.00		
FONDO						

Fuente: Elaboración propia

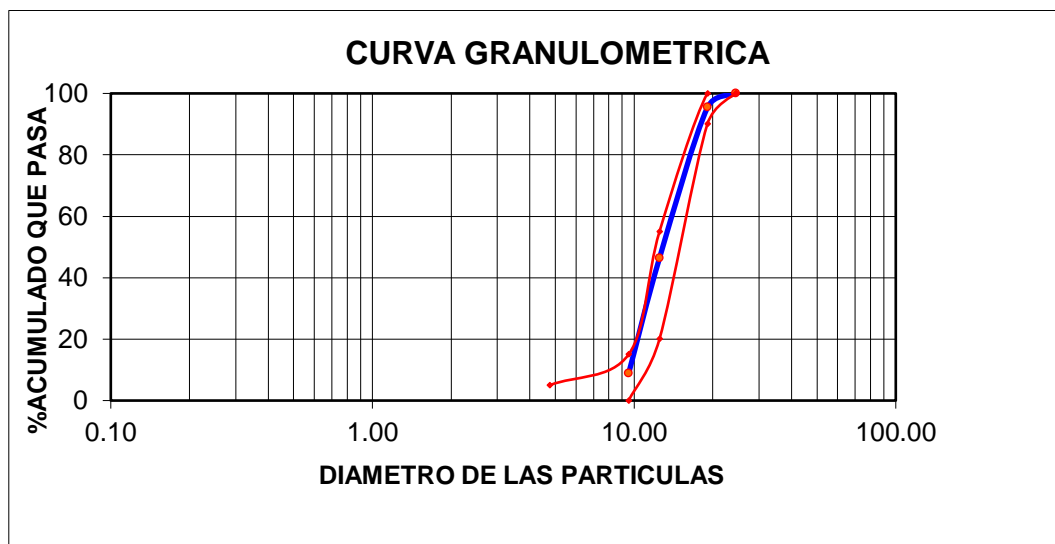


Figura 11: Curva granulométrica

Fuente: Elaboración propia

Contenido de humedad

Tabla 13

Humedad natural de los agregados

Humedad natural		
Muestra	M-1	M-2
Nº de tarro	1	
P. Del tarro (gr)	170.00	170.00
Tarro + S. húmedo (gr)	670.00	670.00
Tarro + S. Seco (gr)	665.90	667.00
P. Del S. húmedo (gr)	500.00	500.00
P. Del S. Seco (gr)	495.90	497.00
P. Del agua (gr)	4.10	3.00
% De humedad	0.80	0.60
Humedad promedio (%)		

Fuente: Elaboración propia

Muestra m-1: (arena gruesa zarandeada peso 500 gr)

Muestra m-2: (piedra chancada peso 500 gr)

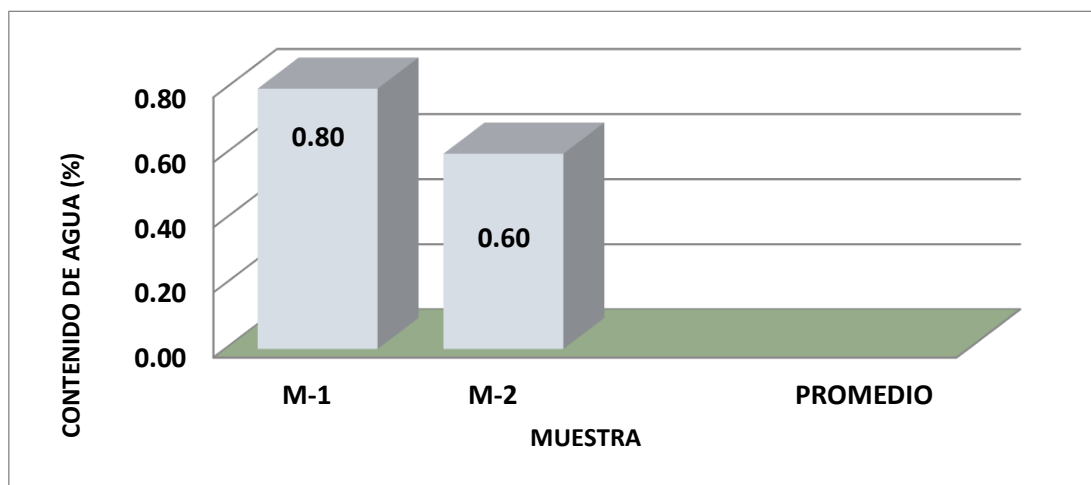


Figura 12: *Contenido de humedad de los agregados fino y grueso*

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14*Parámetros físicos de los agregados de la Cantera San Jacinto***Cantera: San jacinto****Ubicación: Distrito de San Jacinto, provincia de Tumbes**

Ítem		Agregado fino	Agregado grueso	Norma
Peso específico	gr/cm ³	2.62	2.63	ASTM C 128, ASTM C 127
% de absorción	%	0.6	0.8	ASTM C 128, ASTM C 127
Peso unitario seco y compactado	Kg/m ³	-	1671	ASTM C 29
Contenido de humedad	%	0.8	0.6	ASTM D 2216 y NTP 339.127
Módulo de fineza		2.8	-	ASTM C 125
Tamaño máximo agregados	Pulgadas	-	3/4 "	-
Peso unitario suelto y seco	Kg/m ³	1521	1465	ASTM C 29, ASTM C 29

Fuente: Elaboración propia

Anexo 5: Ubicación de las calicatas C1 y C2

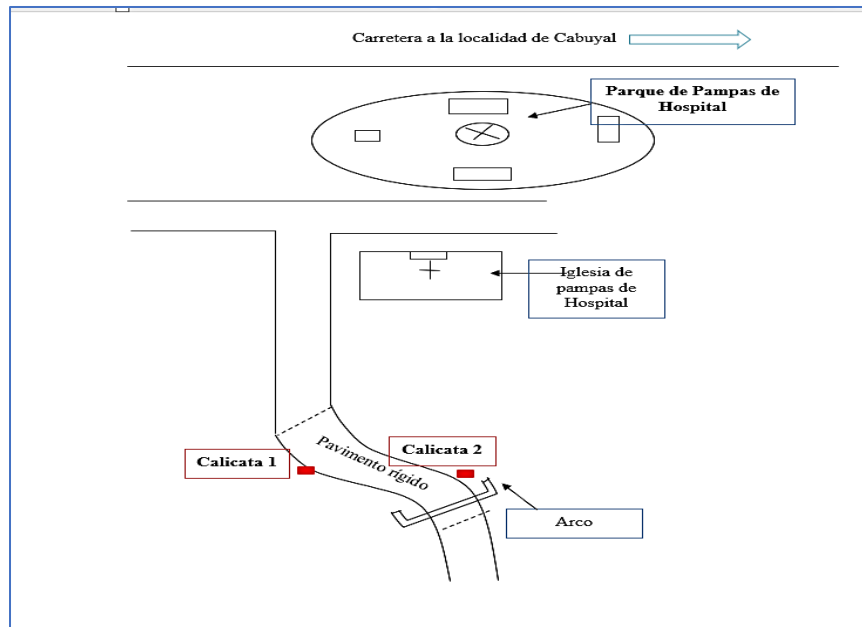


Figura 13: Esquema de la ubicación de las calicatas C1 y C2

Fuente: Elaboración propia

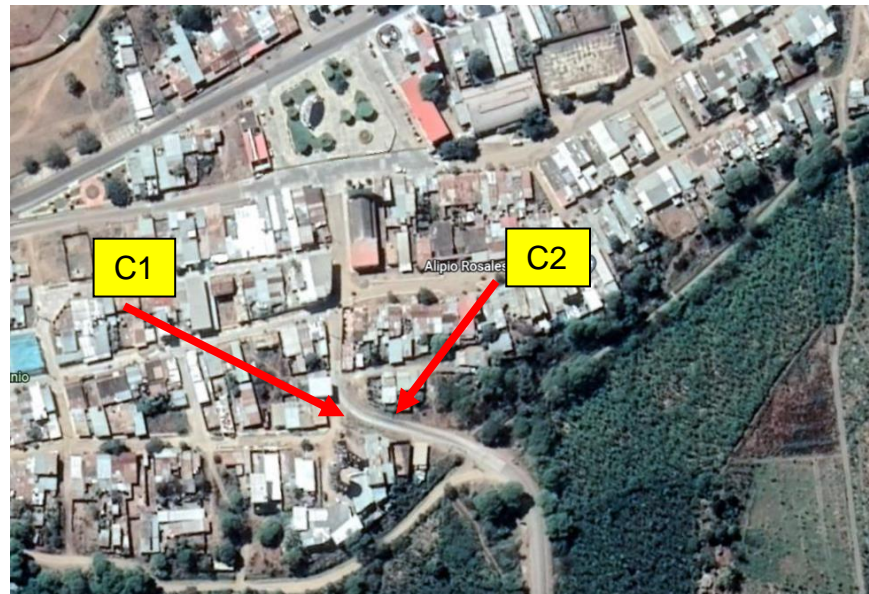
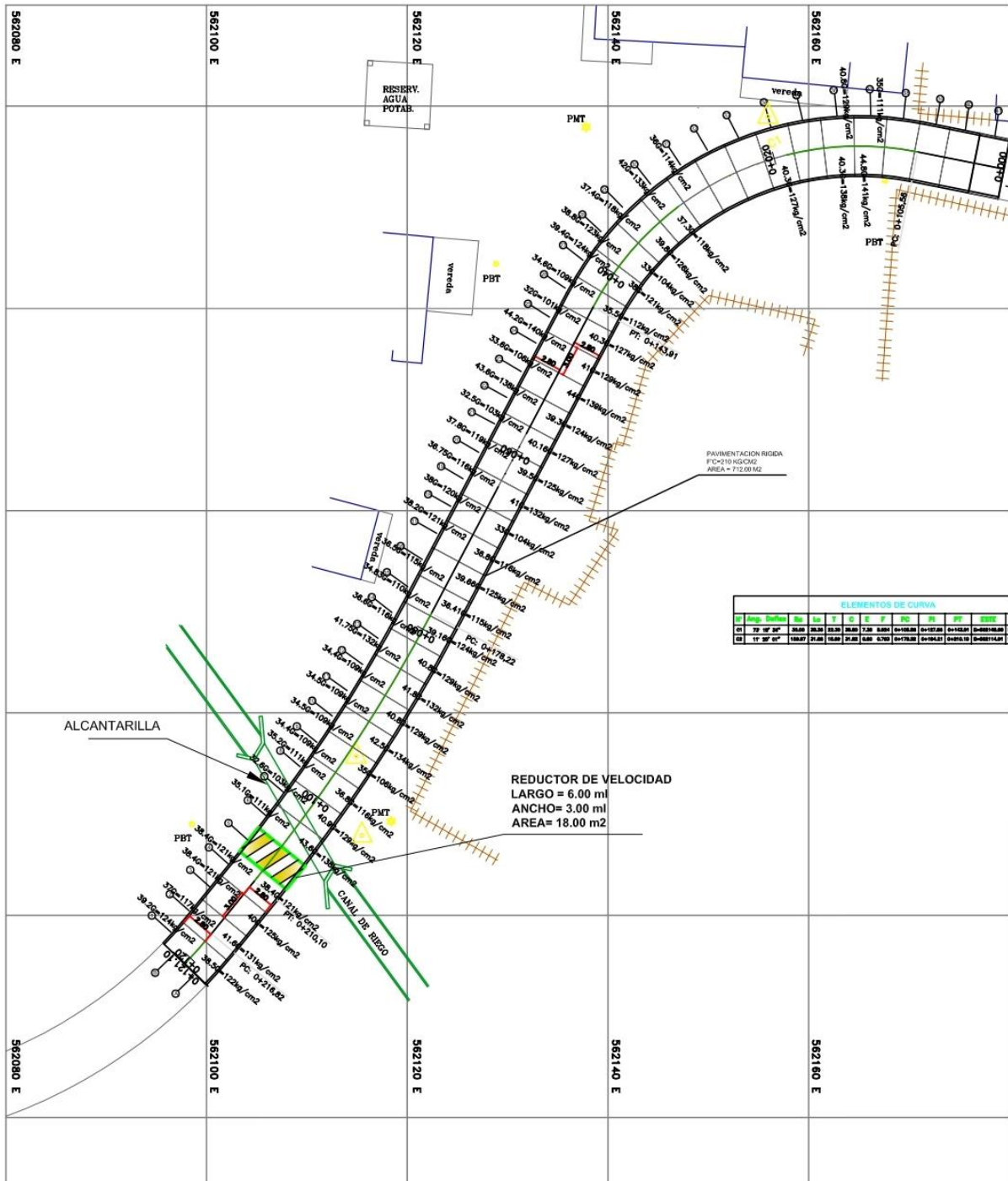


Figura 14: Vista aérea de la zona de estudio y ubicación de calicatas C1 y C2

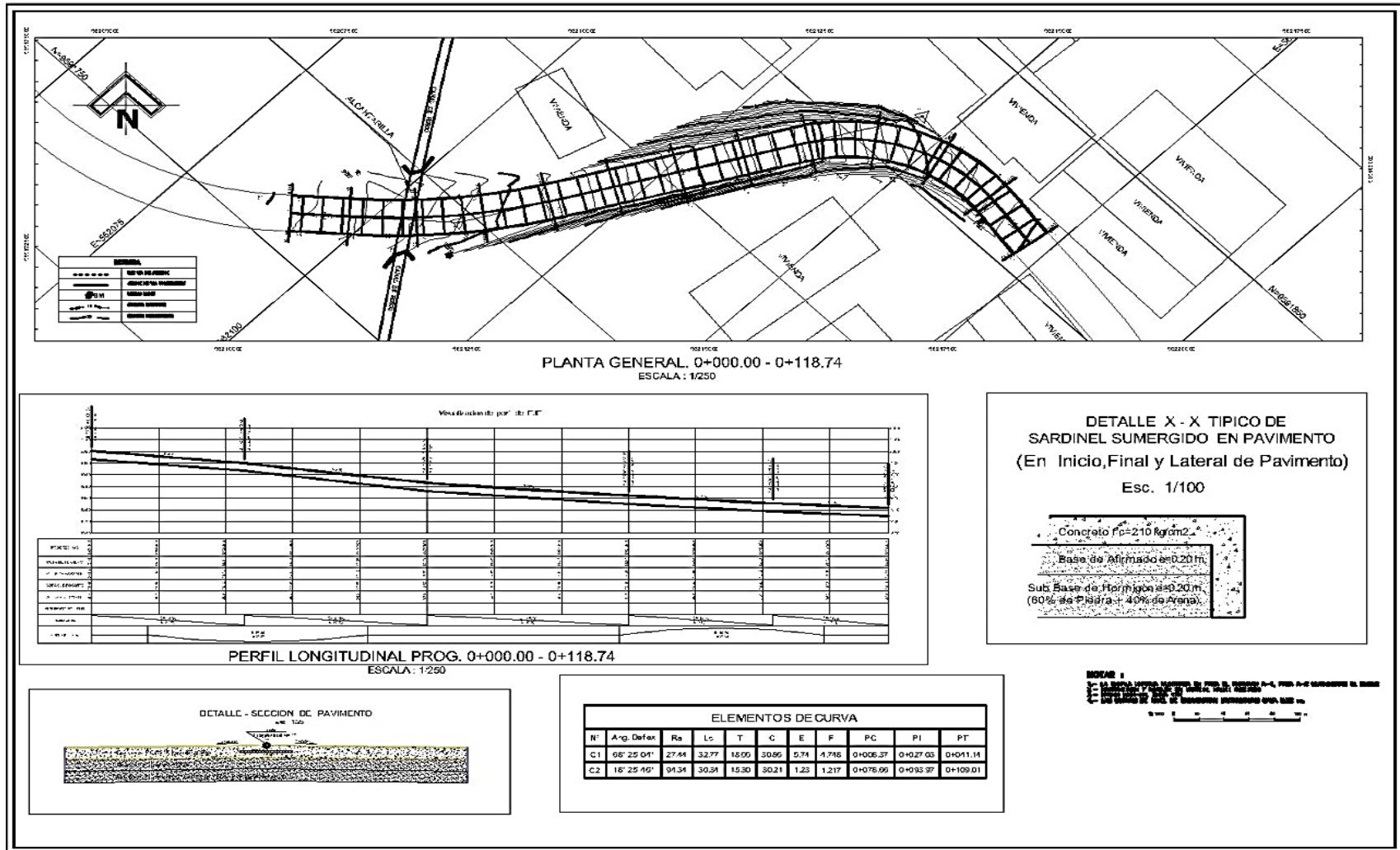
Fuente: Adaptación basada en Google Maps (2021)

Anexo 6: Resultados prueba esclerométrica practicada a la carretera estudiada



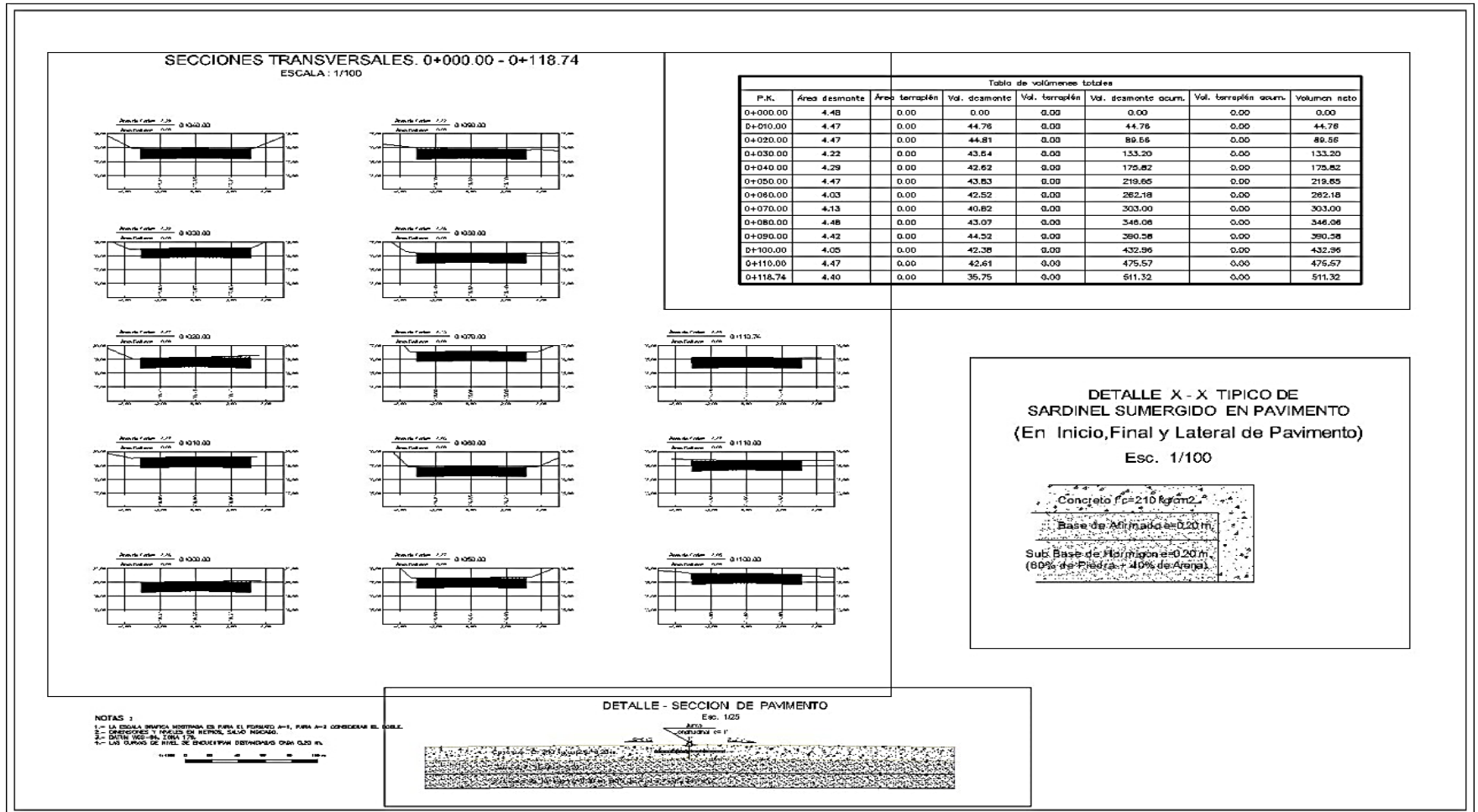
Fuente: Elaboración propia

Anexo 7: Levantamiento topográfico de la vía estudiada



Fuente: Elaboración propia

Continuación



Fuente: Elaboración propia

Anexo 8: Estudio de suelos

El estudio de suelos comprendió la elaboración de dos calicatas, denominadas C – 1 y C – 2.

a. Generalidades, tipo de suelo

Calicata C1				
Ubicación	Pampas de Hospital			
	Latitud	Longitud	Altura	
	-3,692878	-80,440416	26,13 msnm	
Muestra	Losa	M1	M2	M3
Profundidad (m)	0.00 - 0.20	0.20 – 0.35	0.35 – 0.60	0.60 – 1.50
Clasificación SUCS	-	GM - GC	CL - ML	SM
Clasificación AASHTO		A-1b (0)	A-4 (0)	A-2-4 (0)

Fuente: Elaboración propia

Calicata C2				
Ubicación	Pampas de Hospital			
	Latitud	Longitud	Altura	
	-3,6927347	-80,4403464	27,05 msnm	
Muestra	Losa deteriorada		M1	
Profundidad (m)	0.00 - 0.20		0.20 – 1.50	
Clasificación SUCS	-		GM - GC	
Clasificación AASHTO			A-1b (0)	

Fuente: Elaboración propia

b. Estratigrafía

La estratigrafía de las calicatas se muestra en el siguiente gráfico

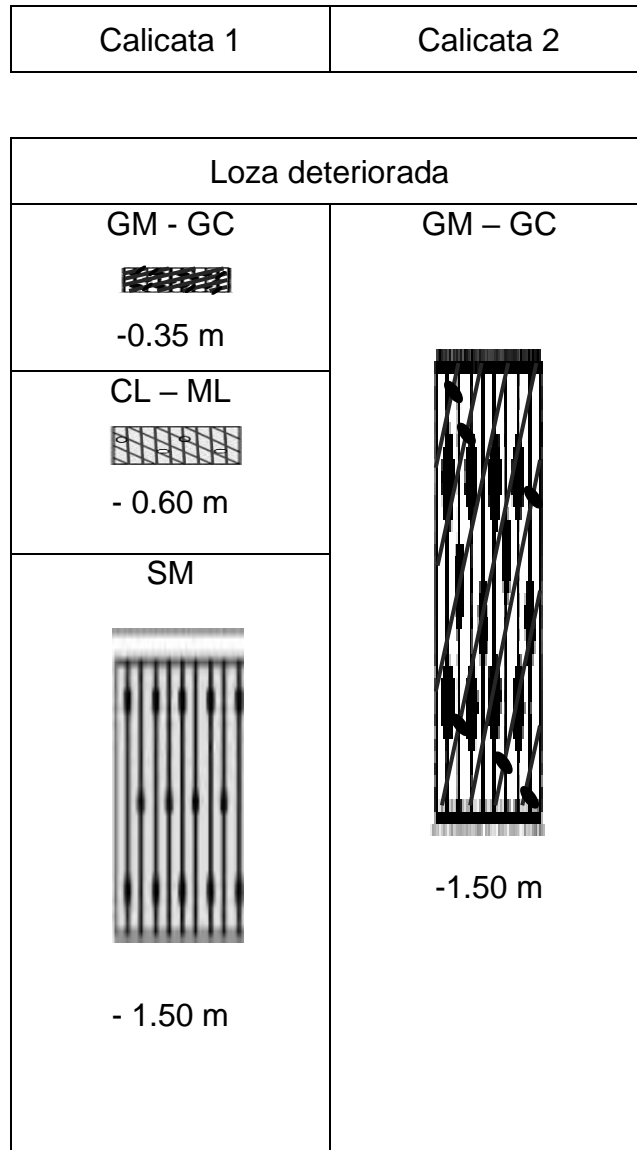


Figura 15: Estratigrafía del suelo en la ubicación de las calicatas C1 y C2

Fuente: Elaboración propia

c. California Bearing Ratio [CBR] (ASTM 1883)

Cantera 1

Tabla 15

Humedad del suelo encontrado en la cantera C1

	Humedad		
Recipiente + suelo húmedo (gr)	270	270	270
Recipiente + Suelo seco (gr)	264.16	264.23	264.3
Peso del agua (gr)	5.84	5.77	5.7
Peso del recipiente (gr)	170	170	170
Peso del suelo Seco (gr)	94.16	94.23	94.3
% de humedad	6.2	6.1	6

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16

Ensayo CBR parte A

	Ensayo CBR parte A					
N° de molde	1		2		3	
N° de capas	5		5		5	
N° de golpes por capas	12		25		56	
Condición de la muestra	Sin mojar	Mojada	Sin mojar	Mojada	Sin mojar	Mojada
Peso del molde + suelo húmedo (gr)	7,848		7,980		8,190	
Peso del molde (gr)	4,200		4,200		4,200	
Peso del suelo húmedo (gr)	3,648		3,780		3,990	
Volumen del suelo (cm3)	2,084		2,084		2,084	
Densidad húmeda (gr/cm3)	1.75		1.81		1.91	
Densidad seca (gr/cm3)	1.64		1.71		1.8	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17*Ensayo CBR parte B*

Ensayo CBR parte B												
Penetraciones Cargas CBR: (A) CBR. Kg x 0.0726; (B) CBR Kg x 0.0487												
Penetraciones (pulgadas)	Molde N° I 12 Golpes				Molde N° II 25 Golpes				Molde N° III 56 Golpes			
	Sin Corregir		Corregidas		Sin corregir		Corregidas		Sin Corregir		Corregidas	
	Lectura cuadrante	Carga Kg	Carga Kg	CBR %	Lectura Cuadrante	carga Kg	carga Kg	CBR %	Lectura cuadrante	carga Kg	carga Kg	CBR %
0.025	0.6	12.8			1.2	25.7			1.7	36		
0.05	1.5	32			2.4	51.4			3.2	68		
0.075	2.2	47			3.7	79.2			4.5	96		
0.1	3.1	66	4.7		3.9	83.4	6		5.2	111		8
0.125	3.4	73			4.4	94			5.9	126		
0.15	4.1	88			5.4	116			6.7	143		
0.2	4.7	101	4.9		6	128	6.2		7.9	169		8.2
0.3	7.8	167			8.2	175			9.3	199		

Fuente: Elaboración propia

Calicata C – 2 M – 1

Material: Afirmado (0.00 m – 1.50 m)

Tabla 18

Humedad

	Humedad		
Recipiente + suelo Húmedo (gr)	270	270	270
Recipiente + Suelo Seco (gr)	262.14	262.1	262.16
Peso del Agua (gr)	7.86	7.9	7.84
Peso del Recipiente (gr)	170	170	170
Peso del Suelo Seco (gr)	92.14	91.1	92.16
% de Humedad	8.5	8.6	8.5

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19

Ensayo CBR parte A

	Ensayo CBR parte A					
N° de molde	1		2		3	
N° de capas	5		5		5	
N° de golpes por capas	12		25		56	
Condición de la muestra	Sin mojar	Mojada	Sin mojar	Mojada	Sin mojar	Mojada
Peso del molde + suelo húmedo (gr)	8,764		8,911		9,020	
Peso del molde (gr)	4,200		4,200		4,200	
Peso del suelo húmedo (gr)	4,564		4,711		4,820	
Volumen del suelo (cm3)	2,084		2,084		2,084	
Densidad húmeda (gr/cm3)	2.19		2.26		2.31	
Densidad seca (gr/cm3)	2.02		2.08		2.13	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 20

Ensayo CBR parte B

Ensayo CBR parte B												
Penetraciones Cargas CBR: (A) CBR Kg x 0.0726; (B) CBR Kg x 0.0487												
Penetraciones (pulgadas)	Molde N° I 12 Golpes				Molde N° II 25 Golpes				Molde N° III 56 Golpes			
	Sin Corregir		Corregidas		Sin corregir		Corregidas		Sin Corregir		Corregidas	
	Lectura cuadrante	Carga Kg	Carga Kg	CBR %	Lectura Cuadrante	carga Kg	carga Kg	CBR %	Lectura cuadrante	carga Kg	carga Kg	CBR %
0.025	4	86			9	193			12	257		
0.05	10	214			15	321			21	449		
0.075	16	342			24	514			29	621		
0.1	22	471		34.2	31	663		48.2	39	835		61
0.125	27	577			39	834			45	963		
0.15	31	663			44	941			57	1219		
0.2	34	728		35.4	47	1006		48	61	1305		63
0.3	43	920			56	1198			65	1391		

Fuente: Elaboración propia

d. Ensayo Proctor modificado (AASHTO T - 180, ASTM D 1557 / NTP 3391.41)

Calicata: C 1 – M3 (0.60 m – 1.50 m)

Material: Arena limosa

Golpes: 56

Relación humedad – densidad

Tabla 21

Relación humedad - densidad

0	Volumen del Molde	cm ³	1029	1029	1029	1029
1	Peso suelto húmedo + molde	gr	3820	3945	3970	3899
2	Peso molde	gr	2000	2000	2000	2000
3	Peso del Suelo Húmedo	gr	1820	1945	1970	1899
4	Capsula n ^o		1	2	3	4
5	Peso húmedo + capsula	gr	270.00	270.00	270.00	270.00
6	Peso suelto seco + capsula	gr	266.20	264.91	264.30	262.55
7	Peso del agua	gr	3.80	5.09	5.70	7.45
8	Peso de la capsula	gr	170.00	170.00	170.00	170.00
9	Peso del suelo seco	gr	96.20	94.91	94.30	92.55
10	Promedio de humedad (Speedy)	gr	3.9	5.4	6.0	8.0
11	Densidad del suelo seco	gr	1.700	1.790	1.800	1.710

Fuente: Elaboración propia

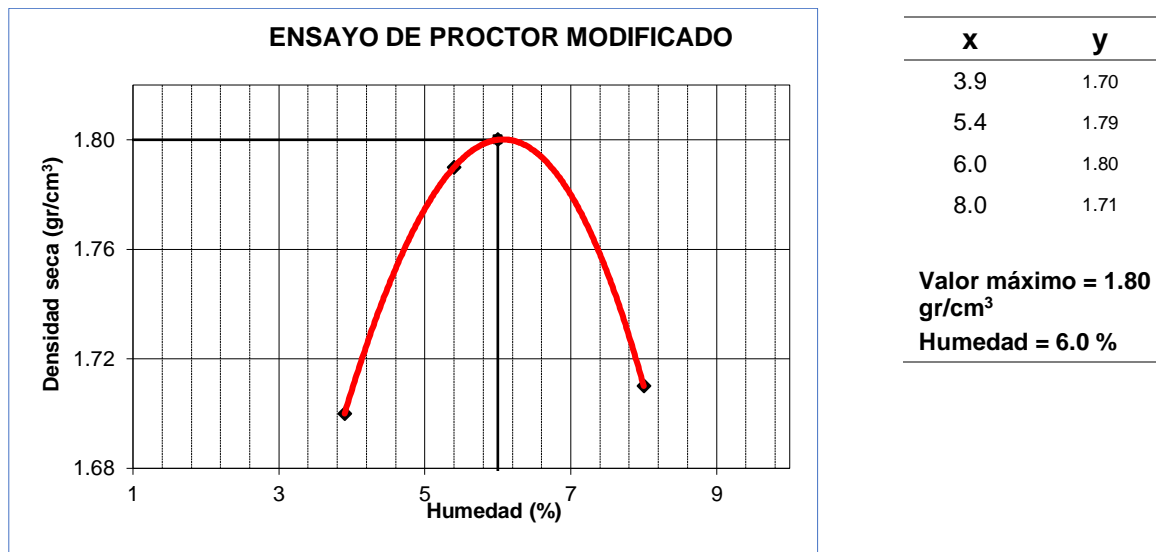


Figura 16: Densidad seca vs porcentaje de humedad

Fuente: Elaboración propia

Calicata: C 2 – M1 (0.00 m – 1.50 m)
Material: Afirmado granular
Golpes: 56

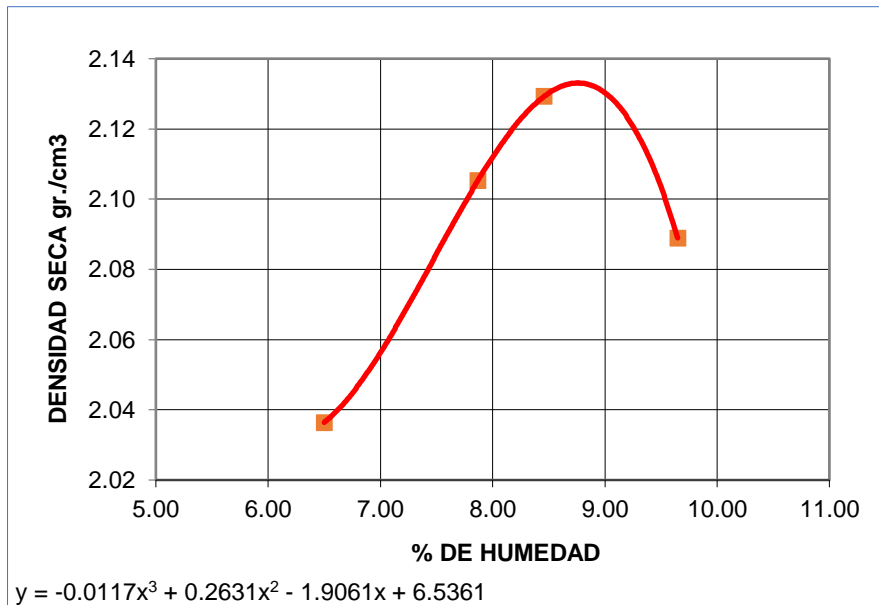
Relación humedad – densidad

Tabla 22

Relación humedad - densidad

0	Volumen del Molde	cm ³	2317	2317	2317	2317
1	Peso suelto húmedo + molde	gr	8990.00	9227.00	9316.00	9272.00
2	Peso molde	gr	3965.00	3965.00	3965.00	3965.00
3	Peso del Suelo Húmedo	gr	5025.00	5262.00	5351.00	5307.00
4	Capsula n°		1	2	3	4
5	Peso húmedo + capsula	gr	270.0	275.0	273.0	275.0
6	Peso suelto seco + capsula	gr	263.9	267.7	265.2	262.2
7	Peso del agua	gr	6.10	7.30	7.80	8.80
8	Peso de la capsula	gr	170.0	175.0	173.0	175.0
9	Peso del suelo seco	gr	93.9	92.7	92.2	91.2
10	Promedio de humedad (Speedy)	gr	6.50	7.87	8.46	9.65
11	Densidad del suelo húmedo	gr	2.2	2.3	2.3	2.3
12	Densidad del suelo seco	gr	2.04	2.11	2.13	2.09

Fuente: Elaboración propia



x	y
6.50	2.04
7.87	2.11
8.46	2.13
9.65	2.09

Valor máximo = 2.13 gr/cm³
Humedad = 8.5 %

Figura 17: Densidad seca vs porcentaje de humedad

Fuente: Elaboración propia

Anexo 9: Aspectos del conteo volumétrico vehicular

$$IMD = \frac{5PL+S+D}{7} FC \dots; PL \text{ es el promedio volumétrico de tránsito en días laborables}$$

Tabla 23

Volúmenes de tránsito diario semanal en la estación 1

Dia	Vehículo ligero					Vehículo pesado										Total			
	Automóvil	Station wagon	Camioneta rural	Combi	Micro bus	Ómnibus		Camión			Semi tráiler				Tráileres				
						2e	3e	2e	3e	4e	2s1 / 2s2	2s3	3s1 / 3s2	>= 3s3	2t2		2t3	3t2	>= 3t3
IMD	15	10	8	4	-	15	-	3	-	-					-		-		55
	67.27%					32.73%													

Fuente: Municipalidad Distrital de Pampas de Hospital (s. f.)

Continuación

Tabla 24

Volúmenes de tránsito diario semanal en la estación 2

Volúmenes de tránsito por día de la semana																Total			
Dia	Vehículo ligero					Vehículo pesado							Tráileres	Total					
	Automóvil	Station wagon	Camioneta rural	Combi	Micro bus	Ómnibus		Camión			Semi tráiler				>= 3s3	2t2	2t3	3t2	>= 3t3
IMD	20	7	6	2	-	25	-	2	-	-	2s1 / 2s2	2s3	3s1 / 3s2	>= 3s3	-	-	-	-	62
		56.45%									43.55%								

Fuente: Municipalidad Distrital de Pampas de Hospital (s. f.)

Tabla 25

Crecimiento vehicular

Vehículo	Ligero	Pesado
Tasas de crecimiento	2.60%	0.50%

Fuente: Municipalidad Distrital de Pampas de Hospital (s. f.)

Continuación

Tabla 26

Proyecciones de tráfico a 20 años

Proyecciones de tráfico																				
Año	Vehículo ligero					Vehículo pesado												Tráfico normal	Tráfico generado	IMD total
	Automóvil	Station wagon	Camioneta rural	Combi	Micro bus	Ómnibus		Camión		Semi tráiler			Tráileres							
						2e	3e	2e	3e	4e	2s1 / 2s2	2s3	3s1 / 3s2	>= 3s3	2t2	2t3	3t2			
2014	15	10	8	4	--	15	--	3	--	--	--	--	--	--	--	--	--	55	11	66
2015	15	10	8	4	--	15	--	3	--	--	--	--	--	--	--	--	--	55	11	66
2016	16	11	8	4	--	15	--	3	--	--	--	--	--	--	--	--	--	57	12	69
2017	16	11	9	4	--	15	--	3	--	--	--	--	--	--	--	--	--	58	12	70
2018	17	11	9	4	--	15	--	3	--	--	--	--	--	--	--	--	--	59	12	71
2019	17	11	9	5	--	15	--	3	--	--	--	--	--	--	--	--	--	60	12	72
2020	17	12	9	5	--	15	--	3	--	--	--	--	--	--	--	--	--	61	13	74
2021	18	12	10	5	--	16	--	3	--	--	--	--	--	--	--	--	--	64	13	77
2022	18	12	10	5	--	16	--	3	--	--	--	--	--	--	--	--	--	64	13	77
2023	19	13	10	5	--	16	--	3	--	--	--	--	--	--	--	--	--	66	14	80
2024	19	13	10	5	--	16	--	3	--	--	--	--	--	--	--	--	--	66	14	80
2025	20	13	11	5	--	16	--	3	--	--	--	--	--	--	--	--	--	68	14	82
2026	20	14	11	5	--	16	--	3	--	--	--	--	--	--	--	--	--	69	14	83
2027	21	14	11	6	--	16	--	3	--	--	--	--	--	--	--	--	--	71	15	86
2028	21	14	11	6	--	16	--	3	--	--	--	--	--	--	--	--	--	71	15	86
2029	22	15	12	6	--	16	--	3	--	--	--	--	--	--	--	--	--	74	15	89
2030	23	15	12	6	--	16	--	3	--	--	--	--	--	--	--	--	--	75	15	90
2031	23	15	12	6	--	16	--	3	--	--	--	--	--	--	--	--	--	75	15	90
2032	24	16	13	6	--	16	--	3	--	--	--	--	--	--	--	--	--	78	16	94
2033	24	16	13	7	--	16	--	3	--	--	--	--	--	--	--	--	--	79	16	95
2034	25	17	13	7	--	17	--	3	--	--	--	--	--	--	--	--	--	82	17	99

Fuente: Municipalidad Distrital de Pampas de Hospital (s. f.)

Tabla 27*Cálculo del EAL para 8.2 Tn*

Tipo de vehículo	Eje simple 2 ruedas	Eje simple 4 ruedas	Eje tándem	Eje tridem	FD	IMD	IMDi x FD		EAL
							Año actual	Año base	
Bus 2e	1.27	3.24	--	--	4.17	15	62.50	62.54	117,020.34
Bus 3e	1.27	---	2.02	--	3.29	---	0.0000	0.00	0.00
Camión 2 ejes (c 2e)	1.27	3.24	--	--	4.17	3	12.51	12.51	23,409.68
Camión 3 ejes (c 3e)	1.27	---	2.02	--	2.81	---	0.0000	0.00	0.00
Camión 4e	1.27	---	---	1.42	3.12	---	-	0.00	0.00
Semi tráiler 2s1/2s2	1.27	3.24	2.02		4.03	---	-	0.00	0.00
Semi tráiler 2s3	1.27	3.24		1.42	4.95	---	-	0.00	0.00

Continuación

Semi tráiler 3s1/3s2	1.27	---	4.04		3.35	---	-	0.00	0.00
Semi tráiler 3s3	1.27	---	2.02	1.42	3.26	---	-	0.00	0.00
Camión 2 e + remolque (c2-r2 2t2)	1.27	9.72	--	--	5.51	---	0.0000	0.00	0.00
Camión 2 e + remolque (c2-r3) 2t3	1.27	6.48	2.02	--	5.14	---	0.0000	0.00	0.00
Camión 2 e + remolque (c3-r2 3t2)	1.27	6.48	2.02	--	6.25	---	0.0000	0.00	0.00
Camión 3 e + remolque (c3-r3 3t3)	1.27	3.24	4.04	--	4.98	---	0.0000	0.00	0.00
							75.04		1.40e05

Fuente: Municipalidad Distrital de Pampas de Hospital (s. f.)

Tabla 28

Tipo de eje y ejes equivalentes para 8.2 Tn

Tipo de je	Peso	EE (8.2 Tn)
Eje simple de ruedas simples	7	1.27
Eje simple de ruedas dobles	11	3.24
Eje tándem de ruedas dobles	18	2.02
Eje tridem de ruedas dobles	25	1.42

Fuente: Municipalidad Distrital de Pampas de Hospital (s. f.)

Anexo 10. Diseño del concreto

El diseño del concreto se realizó en base a los resultados de la granulometría de los agregados.

1. Cantera

Tabla 29

Generalidades de la cantera

Cantera	San Jacinto (Vía Crucis)
Ubicación	San Jacinto - Tumbes
Agregados	Arena zarandeada y piedra chancada de ¾ "

Fuente: Elaboración propia

2. Valores de diseño

Tabla 30

Parámetros del diseño de mezcla

Datos de tablas	Valor
Asentamiento	75 mm
Volumen unitario de agua	184 LI
% de aire atrapado	2%
Relación agua cemento	0.53
Volumen grava/m ³ de concreto	0.62
Peso específico del cemento	3.15 gr/cm ³

Fuente: Elaboración propia

Tabla 31

Agregados y sus características

Descripción	Arena gruesa	Piedra chancada
Peso específico Bulk (Kg/m ³)	2.62	2.63
Peso unitario seco y compactado (Kg/m ³)	-	1671
Absorción de humedad (%)	0.6	0.8
Humedad (%)	0.8	0.6
Módulo de fineza (ASTM C-125)	2.8	-
Tamaño máximo de agregados (pulgadas)	-	3/4
Peso unitario suelto y seco	1521	1465

Fuente: Elaboración propia

3. De acuerdo a la trabajabilidad requerida del concreto, se elige el asentamiento (Slump) en el cono de Abrams de 3 pulgadas o 7.5 cm, que de acuerdo a la **Tabla 35**, corresponde a pavimentos.

$$\text{Slump} = 7.5 \text{ cm}$$

4. El volumen unitario de agua (VUA) se determina a partir de la **Tabla 36** , obteniéndose el valor de 184 Lt/m³.

5. De la **Tabla 37** se obtiene el porcentaje de aire atrapado, que corresponde al 2%

6. La relación agua cemento se obtiene de la **Tabla 38**, donde, para una resistencia de 210 Kg/cm², la relación agua cemento debe ser 0.53.

7. El factor cemento se determina mediante

$$\text{Factor cemento} = \text{VUA/Relación agua cemento} = 184/0.53 = 347.17 \text{ Kg/m}^3$$

8. Para un valor del módulo de fineza de 2.8 en la **Tabla 39** se obtiene 0.62 para un tamaño máximo de agregado de ¾", luego:

$$\text{Peso del agregado grueso seco} = 0.62 \times 1671 \text{ Kg/m}^3 = 1036.02 \text{ Kg/m}^3$$

9. Los volúmenes conocidos se suman para encontrar por diferencia el volumen unitario de arena gruesa. Luego:

Tabla 32

Suma de valores conocidos

Componente	Operación	Valor
Cemento	347.17/3.15 x 1000	0.11
Agua	184/1000	0.184
Aire	2 %	0.02
Agregado grueso	1036.02/2630	0.394
Total		0.708

Fuente: Elaboración propia

$$\text{El volumen de arena: } 1 \text{ m}^3 - 0.708 \text{ m}^3 = 0.292 \text{ m}^3$$

10. Empleando el peso específico de la arena se calcula su peso seco

$$\text{Peso arena seca} = 0.292 \times 2620 = 765.04 \text{ Kg/m}^3$$

10 Se tiene ahora el peso de los componentes sin considerar la humedad o absorción de los agregados

Tabla 33

Valores de diseño con agregados secos

Componente	Valor
Cemento	347.13
Agregado fino	765.04
Agregado grueso	1036.02
Agua	184.00

Fuente: Elaboración propia

11. Efecto de la humedad de los agregados

Debido a que los porcentajes de absorción para ambos agregados excede al de humedad, se debe compensar esa carencia mediante la adición de agua.

a. Humedad del agregado fino:

$$\text{Humedad agregado fino} = 0.8\% \times 765.04 \text{ Kg/m}^3 = 4.90 \text{ Kg/m}^3$$

b. Peso del agregado fino húmedo = $765.04(1+0.8/100) = 771.16 \text{ Kg/m}^3$

c. Peso del agregado grueso húmedo = $1036.02(1+0.6/100) = 1042.24 \text{ Kg/m}^3$

d. Humedad superficial [HS]

Se emplea: Humedad superficial = % humedad - % absorción

$$\text{HS fino} = 0.8 - 0.6 = + 0.2 \%$$

$$\text{HS grueso} = 0.6 - 0.8 = - 0.2 \%$$

e. El aporte neto por agregado es:

$$\text{Aporte humedad (Fino)} = 771.16 \text{ Kg/m}^3 \times (+0.2\%) = + 1.54 \text{ Kg/m}^3$$

$$\text{Aporte humedad (Grueso)} = 1042.24 \text{ Kg/m}^3 \times (-0.2\%) = - 2.08 \text{ Kg/m}^3$$

f. El aporte neto de agua de los agregados es

$$\text{Agua en obra} = 184 \text{ Lt/m}^3 - (+ 1.54 - 2.08) = 184.54 \text{ Lt/m}^3$$

12. Se tiene ahora los valores de diseño en obra

Tabla 34

Valores de mezcla en obra

Componente	Kg/m ³	Kg (Mat)/Kg de cemento
Cemento	347.13 Kg/m ³	1
Agregado fino	771.16 Kg/m ³	2.22 Kg/Kg de cemento
Agregado grueso	1042.24 Kg/m ³	3.00 Kg/Kg de cemento
Agua	184.54 Lt/m ³	0.53 Lt/Kg de cemento

Fuente: Elaboración propia

Tablas ACI para el diseño del concreto con gradación de agregados

Tabla 35

Asentamiento en cono de Abrams y tipo de aplicación

Tipo de construcción	Asentamiento en el cono de Abrams	
	Máximo (cm)	Mínimo (cm)
Muros armados de fundación y cimientos	12.5	5
Fundaciones, cajones y muros de concreto en masa	10	2.5
Losas, vigas y muros armados	15	7.5
Soportes de edificación	15	7.5
Pavimentos	7.5	5
Grandes macizos	7.5	2.5

Fuente: Laboratorio de suelos MAS (2022)

Tabla 36

Relación agua cemento de acuerdo al tamaño máximo del agregado grueso y Slump

Relación agua cemento para resistencias a los 28 días (en peso)								
Asentamiento	Concreto con aire incorporado							
	0.375	1/2	3/4	1	1 1/2	2	3	6
1" – 2"	181	175	168	160	150	142	122	113
3" – 4"	202	193	184	175	165	157	133	124
6" – 7"	216	205	197	184	174	166	154	--

Fuente: Laboratorio de suelos MAS (2022)

Tabla 37

Relación diámetro máximo y aire atrapado

Diámetro máximo	Aire atrapado (%)
3/8"	3.00
1/2"	2.50
3/4"	2.00
1"	1.50
1 1/2"	1.00
2"	0.50
3"	0.30
6"	0.20

Fuente: Laboratorio de suelos MAS (2022)

Continuación

Tabla 38

Relación agua cemento y la resistencia probable a los 28 días

Relación Agua/cemento (en peso)	Resistencia probable a la compresión a los 28 días (Kg/cm ²)	
	Concreto con poco aire incorporado	Concreto con mayor cantidad de aire incorporado
0.35	420	335
0.44	350	280
0.53	280	210
0.62	225	180
0.71	175	140
0.80	140	100

Fuente: Laboratorio de suelos MAS (2022)

Tabla 39

Volumen del agregado grueso y su diámetro máximo en relación con el módulo de finura de la arena

Diámetro Máximo	Volumen del agregado grueso por unidad de volumen de concreto				
	Módulo de finura de la arena				
	2.40	2.60	2.80	3.00	3.20
3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44	0.42
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53	0.51
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60	0.58
1"	0.71	0.69	0.67	0.65	0.63
1 1/2"	0.75	0.73	0.71	0.69	0.67
2"	0.78	0.76	0.74	0.72	0.70
3"	0.82	0.80	0.78	0.76	0.74
6"	0.87	0.85	0.83	0.81	0.79

Fuente: Laboratorio de suelos MAS (2022)

Diseño de pavimento rígido

1. Para el diseño se eligió el tipo 02 debido a la condición de vía arterial la carretera estudiada.

Tabla 40

Categorías de carga por eje

CATEGORIAS DE CARGA POR EJE					
Categoría	Descripción de la vía	Tránsito		Máximas cargas por eje, kips (t)	
		TPD (ADT)	* TPD _{vc} (ADTT)	Ejes simples	Ejes tandem
1	Calles residenciales	200-800	25 ó -	22 (10)	36 (16)
	Carreteras secundarias de tránsito bajo y medio				
2	Calles colectoras	700-5000	40 -1000	26 (12)	44 (20)
	Carreteras secundarias de mayor tránsito				
	Vías arterias de bajo tránsito				
3	Vías arterias y carreteras primarias de tránsito medio	3000-12000 (2 carriles)	500-5000+	30 (14)	52 (24)
	Vías expresas de tránsito bajo y medio				
4	Vías arterias primarias y expresas de alto tránsito	3000-20000 (2 carriles)	1500-8000+	34 (16)	60 (27)
		3000-150000 (4 carriles o más)			

* Se excluye todo vehículo de 2 ejes y 4 llantas

Fuente: Vivar Romero (s. f.)

2. El factor de seguridad [Fs] es el factor por el que se escalan las cargas observadas a fin de obtener las cargas de diseño, consideradas de la siguiente manera:

- i. Para vías interestatales y otros proyectos de vías múltiples con flujo ininterrumpido de tránsito, $F_s = 1.2$
- ii. Para carreteras y calles arteriales con volumen moderado de tránsito de camiones, $F_s = 1.1$
- iii. Para carreteras, calles residenciales y otras calles con bajo volumen de tráfico pesado, $F_s = 1.0$
- iv. La máxima carga en ejes simples es de 12 Tn y en ejes tandem es de 20 Tn.

3. El suelo subrasante representativo es arena limosa, con CBR = 8%, según reporte de laboratorio propio de la investigación, permite encontrar el valor de “k” por correlación con el CBR de acuerdo con la siguiente tabla, donde se obtiene

Tabla 41

Valores de CBR y k (PCI)

CBR	3	4	5	8	10	20
k (PCI)	100	120	140	175	200	250

Fuente: Vivar Romero (s. f.)

4. Para la combinación de la subrasante y subbase granular, se encuentra el k combinado de la tabla siguiente. Debido a que el valor de 197.5 para el PCI, es necesario hacer una interpolación, obteniéndose el valor de 197.5 PCI.

Tabla 42

Valores de k de diseño y k de la subbase PCI

K subrasante		K subbase PCI			
50	65	75	85	110	
100	130	140	160	190	
200	220	230	270	320	
300	320	330	370	430	

Fuente: Vivar Romero (s. f.)

5. Periodo de diseño

El periodo de diseño se fija en 20 años

6. Juntas con Dowell: Sí

7. Para un concreto de diseño cuya resistencia $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, el módulo de rotura [MR] es 650 Psi

8. Área de la losa: Largo = 3.00 m y ancho = 3.00 m

Método de diseño PCA

1. Espesor tentativo: 9"
2. Factor de seguridad: 1.1
3. Bermas: No
4. Periodo de diseño: 20 años

Tabla 43

Método de diseño de pavimentos PCA

MÉTODO DE DISEÑO PCA						
PROYECTO:	Diseño de un pavimento rígido con graduaciones de los agregados para el concreto, en Pampas de Hospital – Francos, Tumbes 2022					
ESPESOR: 20 cm		Bermas: No				
K sist.		Diseño: 20 años				
Factor de seguridad: 1.1						
Carga Por Eje	IMD	Repeticiones Esperadas	Análisis de Fatiga		Análisis de Erosión	
	Carga x Fs		Solicitaciones Admisibles	Fatiga	Solicitaciones Admisibles	Erosión
Ejes Sencillos		esfuerzos equivalentes	2.06	Factor de Erosión	2.65	
		Factor de Fatiga	0.32			
15.43 = 7 x 2.2043	16.97 = 15.43 x 1.1	124.158	indeterminada	0.00%	indeterminada	0.00%
11 = (24.25)	26.68	417.25	5000000	0.0083	7000000	0.006
Ejes Tandem		Esfuerzo Equivalentes	1.82			
		Factor de Fatiga	0.28	Factor de Erosión	2.80	
16 = (35.27)	38.80	136.875	indeterminado	0.00%	23000000	0.00059
18 = (39.68)	43.65	451.687	indeterminado	0.00%	9.000.000	0.005
Ejes Tridem		Esfuerzo Equivalentes	1.31			
		Factor de Fatiga	0.20	Factor de Erosión	2.51	
23 = (50.71)	18.59	136.875	indeterminado	0.00%	indeterminado	0.00%
25 = (55.12)	20.21	451.687	indeterminado	0.00%	indeterminado	0.00%
		TOTAL	0.0083	TOTAL	0.012	

Fuente: Elaboración propia

Respecto a la tabla anterior:

$$\sum \% \text{ de fatiga} = 0.0083 \% < 100 \% \rightarrow \text{Satisfactorio}$$

$$\sum \% \text{ de erosión} = 0.012 \% < 100 \% \rightarrow \text{Satisfactorio}$$

Determinación de factor de fatiga, erosión para eje simple, tándem y tridem

1. partiendo de un espesor tentativo, elegido aquí en 9", se ingresa en la tabla de esfuerzos equivalentes, **Tabla 47**, juntamente con el valor de "k combinado" determinado en 197.5 PCI, obteniéndose los esfuerzos equivalentes de EE

i. Eje simple

K combinado de 197.5 PCI

En la **Tabla 47** interpolando se encuentra el esfuerzo equivalente

Esfuerzo equivalente = 2.06

Cálculo del factor de fatiga:

$$\text{Factor de fatiga} = \frac{\text{Esfuerzo equivalente}}{\text{Módulo de rotura}}$$

$$\text{Factor de fatiga} = \frac{205.55}{650} = 0.32$$

Cálculo del factor erosión: Se emplean tablas de factor erosión con juntas Dowell, sin bermas de concreto, eje simple.

Se trabaja con el espesor tentativo de 9"

K combinado = 197.5 PCI

En la **Tabla 48** se encuentra por interpolación el factor de erosión

Factor de erosión = 2.65

ii. Eje tándem

Se procede de forma análoga obteniéndose los siguientes resultados:

$$\text{Factor de fatiga} = \frac{181.35}{650} = 0.28$$

Factor de erosión = 2.80

iii. Eje trídem

Para este eje se siguen los pasos anteriores

- El porcentaje de fatiga se calcula dividiendo el número de repeticiones esperadas entre el número de repeticiones admisibles.
- Las solicitaciones admisibles se calculan con las cargas por eje (simple o tándem) y sus respectivos factores de relación de esfuerzos en la tabla de análisis por fatiga **Tabla 49**.
- El porcentaje de daño se obtiene a partir de las cargas por eje (simple y tándem) y sus factores de erosión **Tabla 50**.

Propuesta de paquete estructural

En la siguiente tabla se muestra el diseño del pavimento

Tabla 44

Propuesta de paquete estructural

Característica	Valor
Capa de over	30.0 cm
Mejoramiento de la subrasante	20.0 cm
Pavimento rígido	23.0 cm
Área de losa	3.0 m x 3.0 m
Resistencia del concreto	$F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
Módulo de rotura del concreto	650 Psi

Fuente: Elaboración propia

Espesor de afirmado

Esta capa de material granular permite el soporte de las cargas de tránsito y se calcula de manera sencilla considerando la resistencia de la subrasante así como el tránsito esperado en un periodo de diseño.

Para el cálculo, se empleó el método de la National Association of Australian State Road Authorities (NAASRA) que vincula el soporte del suelo CBR con la carga actuante sobre el afirmado, expresada en la cantidad de repeticiones de ejes equivalentes [EE].

$$e = [219 - 211\text{Log}(CBR) + 58(\text{Log}CBR)^2] * \log\left(\frac{N_{rep}}{120}\right)$$

En esta relación:

- e: Espesor de la capa de afirmado en mm
- CBR: valor de CBR de la subrasante
- Nrep: Número de repeticiones de EE para el carril de diseño

Tabla 45

Resultados de diseño del afirmado

Tramo	Espesor Afirmado (20 años)
CBR	8
Nrep	98352
E	220.7
Adoptado	200.0

Fuente: Elaboración propia

Tabla 46

Resumen de ejes equivalentes y espesor de material de afirmado

CBR % Diseño	EJES EQUIVALENTES																		
	10,000	20,000	25,000	30,000	40,000	50,000	60,000	70,000	75,000	80,000	90,000	100,000	110,000	120,000	130,000	140,000	150,000	200,000	300,000
ESPESOR DE MATERIAL DE Afirmado (mm)																			
6	200	200	250	250	250	250	250	250	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	350
7	200	200	200	200	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	300	300	300
8	150	200	200	200	200	200	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	300
9	150	200	200	200	200	200	200	200	200	200	250	250	250	250	250	250	250	250	250
10	150	150	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	250
11	150	150	150	150	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	250
12	150	150	150	150	150	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
13	150	150	150	150	150	150	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
14	150	150	150	150	150	150	150	150	150	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
15	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	200	200	200	200	200	200	200
16	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	200	200	200	200
17	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	200	200
18	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	200
19	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
20	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
21	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
22	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
23	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
24	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
25	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
26	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
27	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
28	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
29	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
30	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
> 30 *	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2013)

Tablas para el diseño del pavimento

Tabla 47

Esfuerzos equivalentes/ sin berma de concreto (eje simple y eje tándem)

Espesor de losa pig.	k de la sub-rasante/sub-base, pci						
	50	100	150	200	300	500	700
4	825/679	726/585	671/542	634/518	584/486	523/457	484/443
4.5	699/586	616/500	571/460	540/435	498/406	448/378	417/363
5	602/516	531/436	493/399	467/376	432/349	390/321	363/307
5.5	526/461	464/387	431/353	409/331	379/305	343/278	320/264
6	465/416	411/346	382/318	362/298	336/271	304/248	285/232
6.5	417/380	387/317	341/288	324/267	300/244	273/220	256/207
7	375/349	331/290	307/262	292/244	271/222	246/199	231/186
7.5	340/323	300/268	278/241	265/224	246/203	224/181	210/169
8	311/300	274/249	255/223	242/208	225/188	205/167	192/155
8.5	285/281	252/232	234/208	222/193	206/174	188/154	177/143
9	264/264	232/218	216/195	205/181	190/163	174/144	163/133
9.5	245/248	215/205	200/183	190/170	176/153	161/134	151/124
10	228/235	200/193	186/173	177/160	164/144	150/126	141/117
10.5	213/222	187/183	174/164	165/151	153/136	140/119	132/110
11	200/211	175/174	163/155	154/143	144/129	131/113	123/104
11.5	188/201	165/165	153/148	145/136	135/122	123/107	116/98
12	177/192	155/158	144/141	137/130	127/116	116/102	109/93
12.5	168/183	147/151	136/135	129/124	120/111	109/97	103/89
13	159/176	139/144	129/129	122/119	113/106	103/93	97/85
13.5	152/168	132/138	122/123	116/114	107/102	98/89	92/81
14	144/162	125/133	116/118	110/109	102/98	93/85	88/78

Fuente: Vivar Romero (s. f.)

Tabla 48

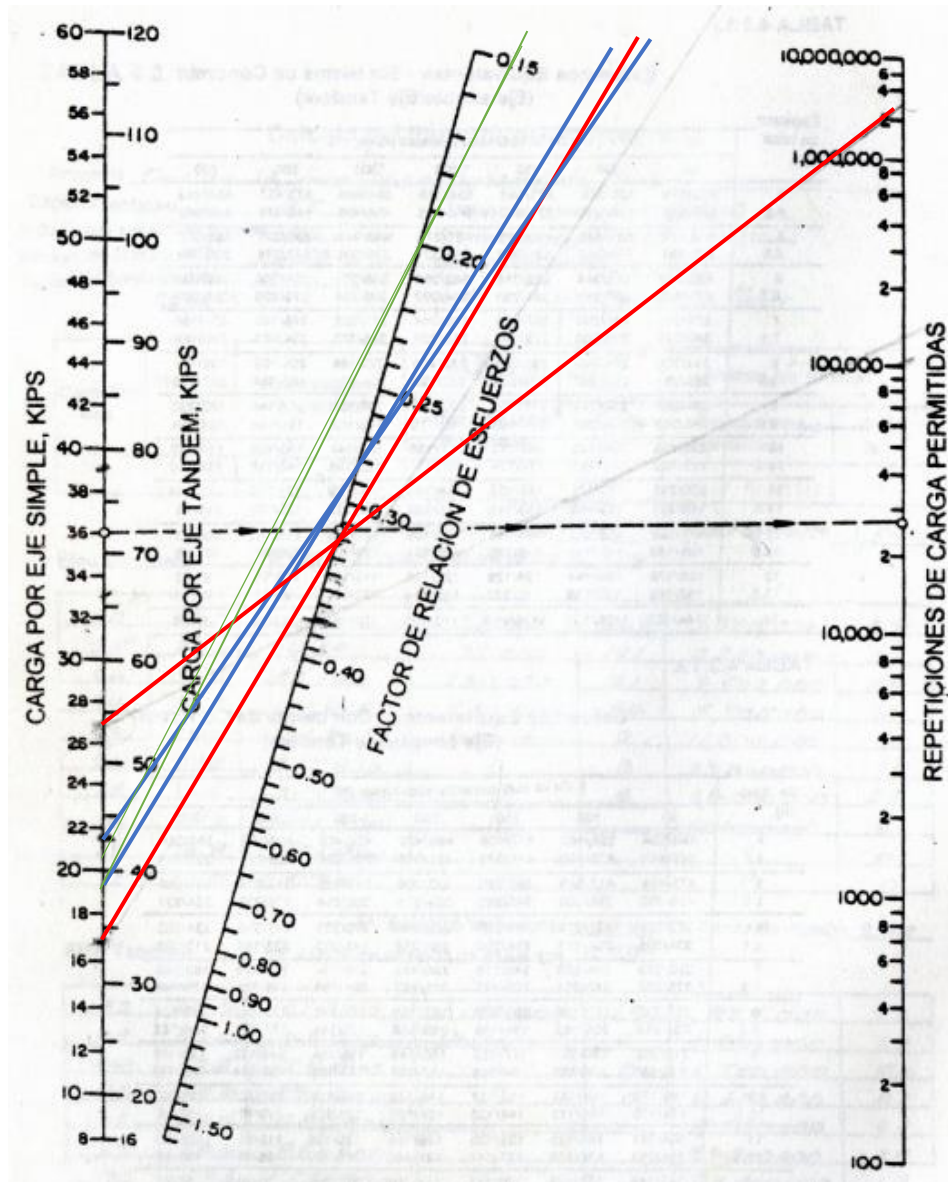
Factores de erosión - juntas con Dowels, sin berma de concreto (eje simple y tándem)

Espesor de losa pig.	k de la sub-rasante/sub-base, pci					
	50	100	200	300	500	700
4	3.74/3.83	3.73/3.79	3.72/3.75	3.71/3.73	3.70/3.70	3.68/3.67
4.5	3.59/3.70	3.57/3.65	3.56/3.61	3.55/3.58	3.54/3.55	3.52/3.53
5	3.45/3.58	3.43/3.52	3.42/3.48	3.41/3.45	3.40/3.42	3.38/3.40
5.5	3.33/3.47	3.31/3.41	3.29/3.38	3.28/3.33	3.27/3.30	3.26/3.28
6	3.22/3.38	3.19/3.31	3.18/3.28	3.17/3.23	3.15/3.20	3.14/3.17
6.5	3.11/3.29	3.09/3.22	3.07/3.16	3.06/3.13	3.05/3.10	3.03/3.07
7	3.02/3.21	2.99/3.14	2.97/3.08	2.96/3.05	2.95/3.01	2.94/2.98
7.5	2.93/3.14	2.91/3.06	2.88/3.00	2.87/2.97	2.85/2.93	2.84/2.90
8	2.85/3.07	2.82/2.99	2.80/2.93	2.79/2.89	2.77/2.85	2.76/2.82
8.5	2.77/3.01	2.74/2.93	2.72/2.86	2.71/2.82	2.69/2.78	2.68/2.75
9	2.70/2.96	2.67/2.87	2.65/2.80	2.63/2.76	2.62/2.71	2.61/2.68
9.5	2.63/2.90	2.60/2.81	2.58/2.74	2.56/2.70	2.55/2.65	2.54/2.62
10	2.56/2.85	2.54/2.78	2.51/2.68	2.50/2.64	2.48/2.59	2.47/2.56
10.5	2.50/2.81	2.47/2.71	2.45/2.63	2.44/2.59	2.42/2.54	2.41/2.51
11	2.44/2.76	2.42/2.67	2.39/2.58	2.38/2.54	2.36/2.49	2.35/2.45
11.5	2.38/2.72	2.36/2.62	2.33/2.54	2.32/2.49	2.30/2.44	2.29/2.40
12	2.33/2.68	2.30/2.58	2.28/2.49	2.26/2.44	2.25/2.39	2.23/2.36
12.5	2.28/2.64	2.25/2.54	2.23/2.45	2.21/2.40	2.19/2.35	2.18/2.31
13	2.23/2.61	2.20/2.50	2.18/2.41	2.16/2.36	2.14/2.30	2.13/2.27
13.5	2.18/2.57	2.15/2.47	2.13/2.37	2.11/2.32	2.09/2.26	2.08/2.23
14	2.13/2.54	2.11/2.43	2.08/2.34	2.07/2.29	2.05/2.23	2.03/2.19

Fuente: Vivar Romero (s. f.)

Tabla 49

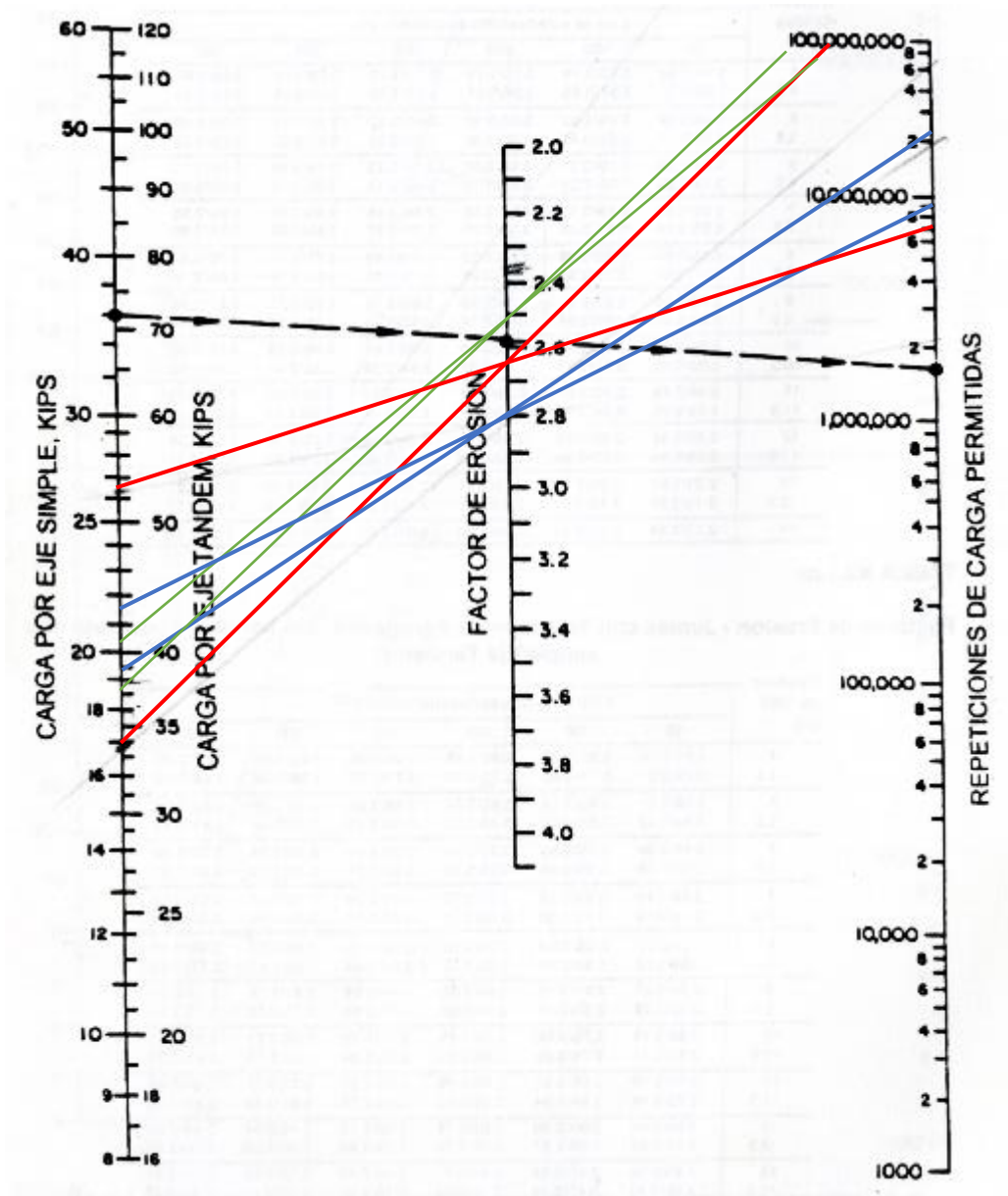
Análisis por fatiga - repeticiones de cargas permitidas basadas en el factor de relación de esfuerzos (con y sin bermas de concreto)



Fuente: Vivar Romero (s. f.)

Tabla 50

Análisis por erosión - repeticiones de cargas permitidas basadas en el factor de erosión, sin berma de concreto




Fuente: Vivar Romero (s. f.)

Anexo 11: Pruebas de significación t de Student para comparación de resultados con prueba diamantina y esclerométrica

<i>Estadígrafos</i>	<i>Diamantina</i>	<i>Esclerometría</i>
Media	119.666667	120.78125
Varianza	170.333333	108.7132937
Observaciones	3	64
Varianza agrupada	110.609295	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	65	
Estadístico t	-0.1794031	
P(T<=t) una cola	0.42908964	
Valor crítico de t (una cola)	1.66863598	

Fuente: Elaboración propia

Anexo 12: Resultados de laboratorio



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L.
 JR. CAHUIDE N° 219 - EL MILAGRO - TUMBES
 ☎ 022090 - CEL. 972944321 - RPM 4688277 - Tumbes

**ENSAYOS DE AGREGADOS PARA DISEÑO
 DE MEZCLA DE CONCRETO PRACTICO**

FC:210Kg/cm²

SUELO MÁS E.I.R.L.

REGISTRO: INDECOPI – RESOLUCION N° 021280




LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L.
 JR. CAHUIDE N° 219 - EL MILAGRO - TUMBES
 ☎ 022090 - CEL. 972944321 - RPM 4688277 - Tumbes

SOLICITANTE: FRANKLIN JAVIER SANDOVAL NEYRA
 FECHA : 23/03/2022

PESO ESPECÍFICO NORMA ASTM – C 128

MATERIAL : AGREGADO FINO (ARENA GRUESA ZARANDADA)
 PROCEDENCIA : CANTERA VIA CRUCIS 2005- SAN JACINTO

Procedencia: cantera san Jacinto	
A) Peso material saturado superficialmente seco.	500 gr
B) Peso frasco + H2O	663.1gr
C) Peso frasco + H2O + A (A+B)	1163.1gr
D) Peso material + H2O en el frasco	972.6gr
E) Volumen de masa + volumen de vacios= C- D	190.5
F) Peso material seco	492.5
P.E Bulk (Base Saturado) = A/E	2.62






REGISTRO: INDECOPI – RESOLUCION N° 021280

Continuación



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L
JR. CAHUIDE N° 212 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 322090 - CEL. 972943321 - RPM #688277 - Tumbes

SOLICITANTE: FRANKLIN JAVIER SANDOVAL NEYRA
FECHA : 23/03/2022

PESO ESPECÍFICO NORMA ASTM – C 127

MATERIAL : AGREGADO GRUESO (GRAVA CHANCADA 3/4)
PROCEDENCIA : CANTERA VIA CRUCIS 2005- SAN JACINTO

1.- Peso de Material S.S.S. = 500.0 gr.
2.- Volumen Desplazado en Probeta = 190cm³
3.- P.E S.S.S. 1/2 = 2.63 gr/Cm³





REGISTRO: INDECOP - RESOLUCION N° 021280



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L
JR. CAHUIDE N° 212 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 322090 - CEL. 972943321 - RPM #688277 - Tumbes

SOLICITANTE: FRANKLIN JAVIER SANDOVAL NEYRA
FECHA : 23/03/2022

ABSORCION (%) NORMA ASTM C 128

MATERIAL : AGREGADO FINO (ARENA GRUESA ZARANDEADA)
PROCEDENCIA : CANTERA VIA CRUCIS 2005- SAN JACINTO

1.- Peso de Material S.S.S. = 500
2.- Peso de Material Seco = 496.9
3.- % Absorción = $(1 - 2/2) * 100 = 0.6$

ABSORCION (%) NORMA ASTM C 127

MATERIAL : AGREGADO GRUESO (PIEDRA CHANCADA 3/4)
PROCEDENCIA : CANTERA VIA CRUCIS 2005- SAN JACINTO

1.- Peso de Material S.S.S. = 500
2.- Peso de Material seco = 495.8
3.- % absorción = $(1 - 2/2) * 100 = 0.8$





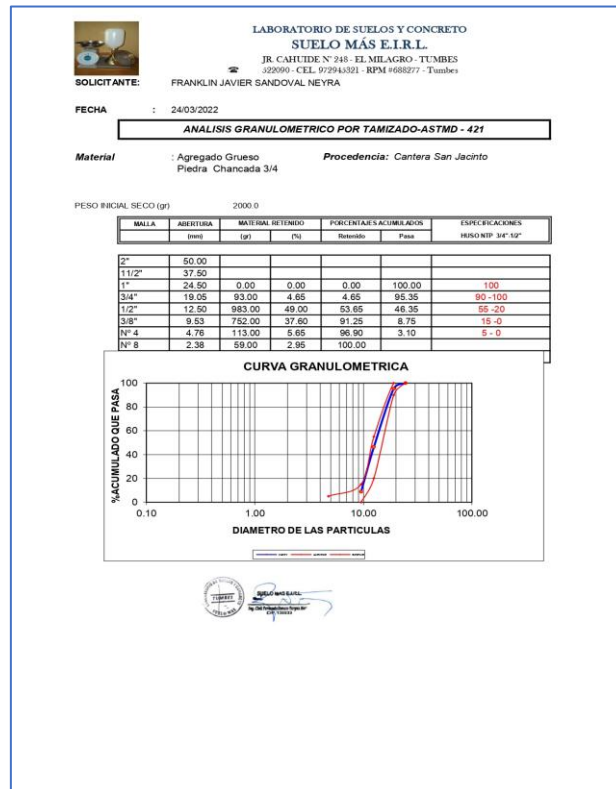
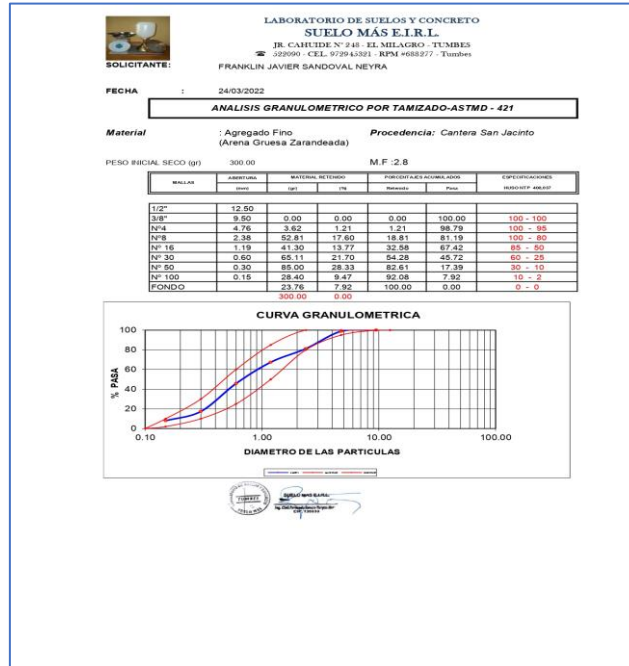
REGISTRO: INDECOP - RESOLUCION N° 021280

Continuación


	LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO SUELO MÁS E.I.R.L. JR. CAHUIDE N° 212 - EL MILAGRO - TUMBES ☎ 322090 - CEL. 972943321 - RPM #688277 - Tumbes
SOLICITANTE: FRANKLIN JAVIER SANDOVAL NEYRA FECHA : 23/03/2022	
<u>PESO UNITARIO SECO Y COMPACTADO NORMA ASTM C 29</u>	
MATERIAL : AGREGADO GRUESO (PIEDRA CHANCADA 3/4)	
PROCEDENCIA : CANTERA VIA CRUCIS 2005- SAN JACINTO	
MOLDE : D = 15.20 cm. : H = 12.60 cm.	
A.- Peso de Material + Molde = 7785 B.- Peso de Molde = 3965 C.- Peso de Material = 3820 D.- Volumen de Molde = 2286 E.- Peso Unitario C/D = 1671	
	
	
REGISTRO: INDECOPI – RESOLUCION N° 021280	

	LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO SUELO MÁS E.I.R.L. JR. CAHUIDE N° 212 - EL MILAGRO - TUMBES ☎ 322090 - CEL. 972943321 - RPM #688277 - Tumbes
SOLICITANTE: FRANKLIN JAVIER SANDOVAL NEYRA FECHA : 23/03/2022	
<u>PESO UNITARIO SUELTO Y SECO NORMA ASTM C29</u>	
MATERIAL : AGREGADO FINO (ARENA GRUESA ZARANDEADA)	
PROCEDENCIA : CANTERA VIA CRUCIS 2005- SAN JACINTO	
MOLDE : D = 15.20 cm. : H = 12.60 cm.	
A.- Peso de Material + Molde = 7443 B.- Peso de Molde = 3965 C.- Peso de Material = 3478 D.- Volumen de Molde = 2286 E.- Peso Unitario C/D = 1521	
	
	
REGISTRO: INDECOPI – RESOLUCION N° 021280	

Continuación



Continuación



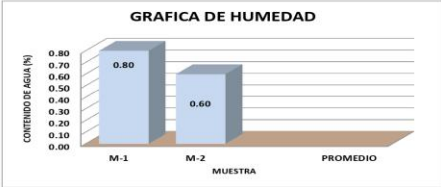
**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L.**
JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES
022099 - CEL. 972943321 - RPM 4688277 - Tumbes

CANTERA VIA CRUCIS 2005 - SAN JACINTO

SOLICITANTE : FRANKLIN JAVIER SANDOVAL NEYRA
FECHA : 23/03/2022

MUESTRA	HUMEDAD NATURAL		PROMEDIO
	M-1	M-2	
Nº DE TARRIO	1		
P. DEL TARRIO (gr)	170.00	170.00	
TARRIO+S. HUMEDO (gr)	670.00	670.00	
TARRIO+S. SECO (gr)	665.90	667.00	
P. DEL S. HUMEDO (gr)	500.00	500.00	
P. DEL S. SECO (gr)	495.90	497.00	
P. DEL AGUA (gr)	4.10	3.00	
% DE HUMEDAD	0.80	0.60	
HUMEDAD PROMEDIO (%)			


MUESTRA M-1: (ARENA GRUESA ZARANDEADA PESO 500gr)
MUESTRA M-2: (PIEDRA CHANCADA PESO 500 gr)




GRAFICA DE HUMEDAD

CONTENIDO DE AGUA (%)

MUESTRA



RESOLUCION INDECOPI N° 021280



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L.**
JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES
022099 - CEL. 972943321 - RPM 4688277 - Tumbes

SOLICITANTE: FRANKLIN JAVIER SANDOVAL NEYRA
FECHA : 23/03/2022

PESO UNITARIO SUELTO Y SECO NORMA ASTM C 29

MATERIAL : AGREGADO GRUESO (PIEDRA CHANCADA 3/4)

PROCEDENCIA : CANTERA VIA CRUCIS 2005- SAN JACINTO

MOLDE : D = 15.20 cm.
 : H = 12.60 cm.


A.- Peso de Material + Molde = 7315
B.- Peso de Molde = 3365
C.- Peso de Material = 3350
D.- Volumen de Molde = 2286
E.- Peso Unitario C/D = 1465





REGISTRO: INDECOPI - RESOLUCION N° 021280

Continuación




LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L.
JR. CAHUIDEÑ 919 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 020900 - CEL. 97 8943391 - RPM 4688277 - Tumbes


SOLICITANTE: FRANKLIN JAVIER SANDOVAL NEYRA

ENSAYO REALIZADOS EN EL LABORATORIO

CONTENIDO DE HUMEDAD




PESO ESPECIFICO



GRANULOMETRIA





SUELO MÁS E.I.R.L.
Ing. Carlos Rodríguez Rodríguez
CP: 19812

REGISTRO: INDECOPRI - RESOLUCION N° 021280

Diseño de mezcla de concreto 210 Kg/cm²



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO SUELO MÁS E.I.R.L

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO NORMAL CON CEMENTO TIPO MS

SOLICITANTE: FRANKLIN JAVIER SANDOVAL NEYRA

FECHA : 24/03/2022

RESISTENCIA: FC = 210Kg/cm ² a los 28 días	
CEMENTO (ASTM.C TIPO: MS)	
ESTRUCTURAS: -	ASENTAMIENTO (SLUMP): 3pulg
AG. FINO : CANTERA SAN JACINTO (ARENA ZARANDEADA)	
AG. GRUESO : CANTERA SAN JACINTO (PIEDRA CHANCADA DE ¾)	

CARACTERÍSTICAS DEL AGREGADO FINO Y GRUESO

DESCRIPCIÓN	AG. FINO	AG. GRUESO
1. PESO ESPECÍFICO. Bulk (Base Seca)	2.62	2.63
2. PESO UNITARIO SECO Y COMPACTADO Kg/m ³	-	1671
3. PORCENTAJE DE ABSORCIÓN %	0.6	0.8
4. CONTENIDO DE HÚMEDAD %	0.8	0.6
5. MÓDULO FINEZA ASTM C - 125	2.8	-
6. TAMAÑO MÁX. AGREGADOS (Pulg.)	-	3/4"
7. PESO UNITARIO SUELTO Y SECO Kg/m ³	1,521	1,465

TABLAS PARA DISEÑOS DE MEZCLA

A.- ASENTAMIENTO EN M.M. SLUMP	75
B.- VOLUMEN UNITARIO DE AGUA Lit./m ³	184
C.- POCENTAJE DE AIRE ATRAPADO	2 %
D.- RELACIÓN AGUA – CEMENTO	0.53
E.- VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO POR m ³ DE CONCRETO	0.62

VALORES DE DISEÑO POR METRO CUBICO EN MEZCLA (SECO)

DATOS	CEMENTO	ARENA	GRAVA	AGUA
Diseño en Seco Kg/m ³	347	765	1036	184

VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

DATOS	CEMENTO	ARENA	GRAVA	AGUA
Diseño en Obra kg/m ³	347	771	1042	185

PROPORCIONES DE MEZCLA DE DISEÑO


DATOS	CEMENTO	ARENA	GRAVA	AGUA
Dosificación en Peso	1	2.22	3.0	0.53

Graduación calculada en agregado grueso clasificado de tamaño máximo 3/4"



SUELOMÁS E.I.R.L.
Ing. Civil Fernando Renato Vargas Murran
CIP: 138633

Roturas de especímenes





**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L.**
JR. CAHIDE N° 212 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 022000 - CEL. 972943321 - RPM 972943321 - Tumbes

SOLICITANTE: FRANKLIN JAVIER SANDOVAL NEYRA
FECHA : 01/04/2021


ENSAYO A LA COMPRESION

N°	ESTRUCTURA	FECHA DE VACADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DIAS	CARGA EN KN	CARGA EN KILOS	AREA (cm²)	RESISTENCIA (KG/cm²)	%	DISEÑO	OBSERVACIONES
01	DISEÑO Fc:210kg/cm2	25-03-2021	01-04-2021	07	138	12032	78.54	153	73	210	Los Testigos fueron realizados en el Laboratorio Suelo Más E.I.R.L.
02	DISEÑO Fc:210kg/cm2	25-03-2021	01-04-2021	07	136	11828	78.54	150	72	210	
03	DISEÑO Fc:210kg/cm2	25-03-2021	01-04-2021	07	122	12440	78.54	158	75	210	
EDAD PORCENTAJE											
(DIAS) %											
7 65 - 70											
14 80 - 85											
21 90 - 96											
28 100-Mas											

NOTA: - Los Ensayos de Roturas se han realizado con Máquina Calibrada (Certificado LFP22 - 0035- 2022)
1KN = 101.972 Kg.

REGISTRO: INDECOPI - RESOLUCION N° 022180





**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L.**
JR. CAHIDE N° 212 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 022000 - CEL. 972943321 - RPM 972943321 - Tumbes

SOLICITANTE: FRANKLIN JAVIER SANDOVAL NEYRA
FECHA : 08/04/2021

ENSAYO A LA COMPRESION


N°	ESTRUCTURA	FECHA DE VACADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DIAS	CARGA EN KN	CARGA EN KILOS	AREA (cm²)	RESISTENCIA (KG/cm²)	%	DISEÑO	OBSERVACIONES
01	DISEÑO Fc:210kg/cm2	25-03-2021	06-04-2021	14	133	13562	78.54	172	82	210	Los Testigos fueron realizados en el Laboratorio Suelo Más E.I.R.L.
02	DISEÑO Fc:210kg/cm2	25-03-2021	08-04-2021	14	137	13970	78.54	178	85	210	
03	DISEÑO Fc:210kg/cm2	25-03-2021	08-04-2021	14	135	13766	78.54	175	83	210	
EDAD PORCENTAJE											
(DIAS) %											
7 65 - 70											
14 80 - 86											
21 90 - 96											
28 100-Mas											

NOTA: - Los Ensayos de Roturas se han realizado con Máquina Calibrada (Certificado LFP22 - 0035- 2022)
1KN = 101.972 Kg.

REGISTRO: INDECOPI - RESOLUCION N° 022180

Continuación





**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L.**
JR. CAHUIDE N° 212 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 022090 - CEL. 972943211 - RPM 952943211 - Tumbes

SOLICITANTE: FRANKLIN JAVIER SANDOVAL NEYRA
FECHA : 22/04/2021

ENSAYO A LA COMPRESION

N°	ESTRUCTURA	FECHA DE VAGADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DIAS	CARGA EN KN	CARGA EN KILOS	AREA (cm²)	RESISTENCIA (kg/cm²)	%	DISÑO	OBSERVACIONES
01	DISÑO Fc-210kg/cm2	25-03-2021	22-04-2021	28	190	19374	78.54	246	117	210	Los Testigos fueron realizados en el Laboratorio Suelo Más E.I.R.L.
02	DISÑO Fc-210kg/cm2	25-03-2021	22-04-2021	28	184	18792	78.54	238	114	210	
03	DISÑO Fc-210kg/cm2	25-03-2021	22-04-2021	28	196	19986	78.54	254	121	210	
EDAD PORCENTAJE											
(DIAS)											
%											
7 65 - 70											
14 80 - 85											
21 90 - 95											
28 100-Más											

NOTA: Los Ensayos de Roturas se han realizado con Máquina Calibrada (Certificado LFP22 - 0035 - 2022)
1KN = 101.972 Kg.

REGISTRO INDECOPH - RESOLUCION N° 022280



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L.**
JR. CAHUIDE N° 212 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 022090 - CEL. 972943211 - RPM 952943211 - Tumbes

SOLICITANTE: FRANKLIN JAVIER SANDOVAL NEYRA

ENSAYOS A LA COMPRESION









REGISTRO INDECOPH RESOLUCION N° 022280

Estudio de suelos



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L.
JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES
52900 - CEL. 972645261 - RPM 688277 - Tumbes

ESTUDIO DE SUELOS




SOLICITANTE: FRANKLIN JAVIER SANDOVAL NEYRA

UBICACIÓN : REGION : TUMBES
PROVINCIA: TUMBES
DISTRITO : PAMPAS DE HOSPITAL
LUGAR : PAMPAS DE HOSPITAL

Tumbes, abril 2022

REGISTRO INDECOPI - RESOLUCION N° 021280



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L.
JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES
52900 - CEL. 972645261 - RPM 688277 - Tumbes

CONTENIDO

I. GENERALIDADES

- 1.1 Introducción
- 1.2 Objetivos
- 1.3 Ubicación
- 1.4 Clima
- 1.5 Sismicidad
- 1.6 Metas
- 1.7 Geología de Área en Estudio

II. TRABAJO DE CAMPO – LABORATORIO Y GABINETE

- 2.1 Excavación de Calicatas
- 2.2 Descripción de Perfil y Clasificación S.U.C.S Y AASHTO
- 2.3 Muestreo de Suelos Alterados
- 2.4 Ensayos de Laboratorio
- 2.5 Trabajos de Gabinete

III. PAVIMENTACION

- 3.1 Capacidad de resistencia del suelo.


IV. NIVEL DE LA NAPA FREÁTICA

V. CONCLUSIONES

VII. ILUSTRACIONES

VIII. ANEXOS

- Ensayo de Laboratorio
- Perfil de las excavaciones
- Perfil Longitudinal del Suelo
- Plano de Ubicación de Calicatas



SUELO MÁS E.I.R.L.
Pg. 048 Promoción Suelos Exp. Bm.
CIP 138823

REGISTRO INDECOPI - RESOLUCION N° 021280

Continuación



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L.**
JR. CAJUTIBEN N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 02090 - CEL. 97943291 - RPM 688277 - Tumbes

I. GENERALIDADES

SOLICITANTE: FRANKLIN JAVIER SANDOVAL NEYRA

I.1 INTRODUCCION
El presente estudio de mecánica de suelos, es elaborado con la finalidad de conocer las características físicas, mecánicas del suelo

I.2 OBJETIVOS


- Determinación de la capacidad de resistencia del suelo.
- Determinación de la estratigrafía del suelo.

I.3 UBICACIÓN
El área en estudio se encuentra ubicada en el Distrito de Pampas de Hospital, Provincia de Tumbes y Región de Tumbes.

I.4 CLIMA:
El distrito de Pampas de Hospital debido a su situación geográfica tropical y de sabana tropical, cerca de la línea ecuatorial tiene un clima cálido y semihúmedo durante todo el año, cuenta con el clima más cálido de la costa, manteniendo una temperatura media anual de 25 °C.




REGISTRO PROFESIONAL - RESOLUCION N° 021280





**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L.**
JR. CAJUTIBEN N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 02090 - CEL. 97943291 - RPM 688277 - Tumbes

1.5 SISMICIDAD
El terreno en Estudio se ubica en el Distrito de Pampas de Hospital que pertenece a la Provincia de Tumbes, Región de Tumbes, por lo que se encuentra Ubicado en la zona 4 del Mapa de zonificación sísmica del Perú, de acuerdo al Decreto Supremo N° 003-2016-VIVIENDA, que modifica la Norma Técnica E.030 "Diseño Sísmorresistente" del Reglamento Nacional de Edificaciones, aprobada por Decreto Supremo N° 011-2016-VIVIENDA, Modificada con Decreto Supremo N° 002-2014-VIVIENDA.



A cada zona se asigna un factor Z según se indica en la Tabla N° 1. Este factor se interpreta como la aceleración máxima horizontal en suelo rígido con una probabilidad de 10% de ser excedida en 50 años. El factor Z se expresa como una fracción de la aceleración de la gravedad.

Tabla N° 1 FACTORES DE ZONA "Z"	
ZONA	Z
4	0,45
3	0,35
2	0,25
1	0,10



REGISTRO PROFESIONAL - RESOLUCION N° 021280

Continuación



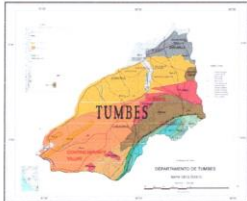
LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L.
JR. CAJIDE N° 248 - EL MELAGRO - TUMBES
22900 - CEL. 972943781 - RPM 668277 - Tumbes


1.6 METAS

Que la Obra a construir, no sufra alteraciones (fallas) durante ni después de su proceso constructivo.

1.7 GEOLOGIA DEL AREA EN ESTUDIO

La zona de estudio, de acuerdo a la información del Instituto Geológico minero metalúrgico del Perú (INGEMMET), se encuentra en una zona donde convergen depósitos aluviales (Q_u - al Q_p - al) perteneciente al sistema cuaternario reciente y el sistema cuaternario pleistoceno, ambos de la era Cenozoica.





REGISTRO INDECOPI - RESOLUCION N° 021280



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L.
JR. CAJIDE N° 248 - EL MELAGRO - TUMBES
22900 - CEL. 972943781 - RPM 668277 - Tumbes

II. TRABAJO DE CAMPO - LABORATORIO Y GABINETE

SOLICITANTE: FRANKLIN JAVIER SANDOVAL NEYRA

2.1 EXCAVACION DE CALICATAS

Con la finalidad de verificar los puntos de excavación de las calicatas en el terreno, se realizó el reconocimiento ocular de la zona para la verificación de las características de los suelos superficiales; determinándose la excavación de 02 calicatas de 1.0 x 1.0 x 1.50 profundidad.

2.2 DESCRIPCION DEL PERFIL Y CLASIFICACION S.U.C.S Y AASHTO

Con la información obtenida en campo y resultados de Laboratorio se elaboran los perfiles Estratigráficos con su respectiva descripción (ver anexo)

2.3 MUESTREO DE SUELOS ALTERADOS E INALTERADOS

En las calicatas excavadas se realizó el muestreo de los horizontes estratigráficos y su correspondiente descripción, las mismas que se han destinado a los ensayos granulométricos, humedad natural, límites de Atterberg, Proctor Modificado, C.B.R. etc.

2.4 ENSAYOS DE LABORATORIO

Las pruebas de Laboratorio se han realizado de acuerdo a la Norma Técnica C.E.10 Pavimentos Urbanos, establecidas para proyectos viales.

2.4.1 ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO:

ASTM - 422

Este ensayo es realizado para determinar el tamaño de los granos, se efectúa utilizando mallas 2", 1 1/2", 1", 3/4", 3/8", N° 4, 10, 30, 40, 60, 200; de acuerdo a las normas ASTM, para la clasificación de los suelos.



REGISTRO INDECOPI - RESOLUCION N° 021280

Continuación



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L.**
JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 52996 - CEL. 97943051 - RPM 668277 - Tumbes

2.4.2 CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D - 2216
Se define como humedad natural de un suelo, como el peso del agua que contiene, dividido entre el peso seco, expresado en porcentaje.

2.4.3 LIMITES DE ATTERBERG



LIMITE LIQUIDO (ASTM D - 423)
Es la cantidad de agua máxima que puede almacenar un suelo expresado en porcentaje con el cual el suelo cambia de estado líquido a plástico, dicho ensayo se determina en la Copa Casa grande.

LIMITE PLASTICO (ASTM D - 424)
El límite plástico es la humedad mínima expresada como porcentaje del peso del material secado al horno, para el cual los suelos cohesivos pasan de un estado semi-sólido a un estado plástico.

INDICE DE PLASTICIDAD
Es la diferencia que existe entre el límite líquido y el plástico.


2.4.4 ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D - 1557
Este ensayo se refiere a la determinación del peso por unidad de volumen en el suelo que ha sido compactado por un procedimiento definido para diferentes contenidos de humedad. Dicho ensayo tiene por objetivo determinar el peso volumétrico máximo que puede alcanzar un material, así como la humedad óptima.

SUELO MÁS E.I.R.L.
Ing. Celso Antonio Basso Turpo Bero.
C.R. 138333

REGISTRO INDECOP - RESOLUCION N° 021280



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L.**
JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 52996 - CEL. 97943051 - RPM 668277 - Tumbes

2.4.5 ENSAYO DE C.B.R. (California Bearing Ratio)

ASTM D - 1883
El valor relativo de Soporte Normal del Suelo (C.B.R.) es un índice de su resistencia al esfuerzo cortante en condiciones determinadas de compactación de humedad y se expresa como el tanto por ciento de la carga necesaria para introducir un pistón de 4 sección circular en una muestra de suelo respecto a la precisa para que el mismo pistón penetre a la misma profundidad de una muestra tipo de piedra triturada. En el resultado de C.B.R. se puede clasificar el suelo usando la siguiente tabla que indique el empleo que puede dársele al material por lo que al C.B.R. se refiere:

VALORES REFERENCIALES DE CBR, USOS Y SUELOS

CBR	Clasificación cualitativa del suelo	Uso
2 - 5	Muy mala	Sub rasante
5 - 8	Mala	Sub rasante
8 - 20	Regular	Sub rasante
20 - 30	Excelente	Sub rasante
30 - 60	Buena	Sub base
60 - 80	Buena	Base
80 - 100	Excelente	Base

2.5 TRABAJOS DE GABINETE


Con la información obtenida en el campo y laboratorio se realizan los diferentes cálculos Matemáticos, cuadros y gráficos, para la obtención de los resultados finales.




SUELO MÁS E.I.R.L.
Ing. Celso Antonio Basso Turpo Bero.
RPM. 138333

REGISTRO INDECOP - RESOLUCION N° 021280

Continuación



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L.
 JR. CAJUTIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES
 522090 - CEL. 972945721 - RPM +688277 - Tumbes

III. PAVIMENTACION

SOLICITANTE: FRANKLIN JAVIER SANDOVAL NEYRA

Para el Pavimento se considera los parámetros del Tipo Sub-Suelo, Peso Volumétrico, Humedad Óptima, Clasificación de AASHTO, Proctor Modificado, Prueba de Penetración para la determinación de Resistencia del Suelo mediante el C.B.R., etc.


3.1 CAPACIDAD DE RESISTENCIA DEL SUELO

Con el propósito de determinar el valor de resistencia que ofrece el suelo ante las cargas aplicadas, se obtuvo las características del suelo lo cual se tiene las siguientes consideraciones:

a) No se debe Pavimentar en materiales de rellenos inapropiados.

Por lo observado los perfiles estratigráficos se ha determinado que el suelo de fundación recae en terrenos naturales como se indica:

TIPO DE PAVIM.	LUGAR	MUESTRA	PROF.	TIPO DE SUELO	CLASIFICACION S.U.C.S.	AASHTO	CBR
RIGIDO	Fampas de Hospital	C1-M3	0.60-1.50	Arena Limosa	SM	A-2-4(0)	8.0
		C2-M1	0.0-1.50	Afirmado transportado	GM-GC	A-1(0)	61



SUELO MAS E.I.R.L.
 Ing. Gálvez Fernando Torres Bero
 CIP. 138833

REGISTRO INDECOP - RESOLUCION N° 022180



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L.
 JR. CAJUTIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES
 522090 - CEL. 972945721 - RPM +688277 - Tumbes

IV. NIVEL DE LA NAPA FREATICA

SOLICITANTE: FRANKLIN JAVIER SANDOVAL NEYRA

La ubicación de la Napa Freática es función de la época del año en la que se realizó la investigación de campo, así de las variaciones naturales de los sistemas de lluvia.

La Zona comprendida en el Estado se ha realizado las excavaciones en el mes de abril del presente año y **No se detectó Napa Freática a una profundidad de 1.50mt.** A la fecha.





SUELO MAS E.I.R.L.
 Ing. Gálvez Fernando Torres Bero
 CIP. 138833

REGISTRO INDECOP - RESOLUCION N° 022180

Continuación



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L.
JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES
222000 - CEL. 972945321 - RPM 608277 - Tumbes

V. CONCLUSIONES

SOLICITANTE: FRANKLIN JAVIER SANDOVAL NEYRA


1. El Área donde se ha realizado el Estudio de Mecánica de Suelo pertenece al terreno donde se proyecta la Obra.
2. El Estrato de apoyo de cimentación son: Arena limosa y Afirmado
3. Hasta la profundidad de excavación de 1.50mt. en terrenos evaluados no se ha encontrado el Nivel Freático.



REGISTRO: INDECOPI - RESOLUCION N° 022280



VII. ILUSTRACIONES



Continuación

**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L.**
DE CALIESTE N° 248 - EL MELAGRO - TUMBES
☎ 220990 - CEL. 973943381 - RPM 1688277 - Tumbes


SOLICITANTE: FRANKLIN JAVIER SANDOVAL NEYRA

CALICATA N° 01





 



REGISTRO INDECOP - RESOLUCION N° 021280

**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L.**
DE CALIESTE N° 248 - EL MELAGRO - TUMBES
☎ 220990 - CEL. 973943381 - RPM 1688277 - Tumbes

SOLICITANTE: FRANKLIN JAVIER SANDOVAL NEYRA

CALICATA N° 02



REGISTRO INDECOP - RESOLUCION N° 021280

Continuación

VIII-ANEXOS ENSAYOS DE LABORATORIO

LABORATORIO DE MATERIAS Y CONCRETO
SUELO MAS E.L.R.L.
DE CADIZ DE N° 94 - EL MILAGRO - TUMBES

SOLICITANTE: FRANKLIN JAVIER SANDOVAL NEYRA

FECHA: Abril, 2022

ANÁLISIS MECÁNICO POR TAMIZADO

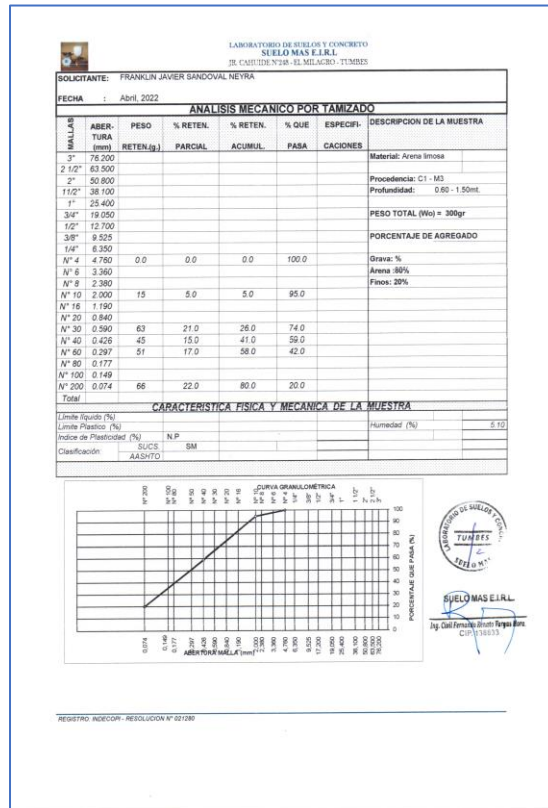
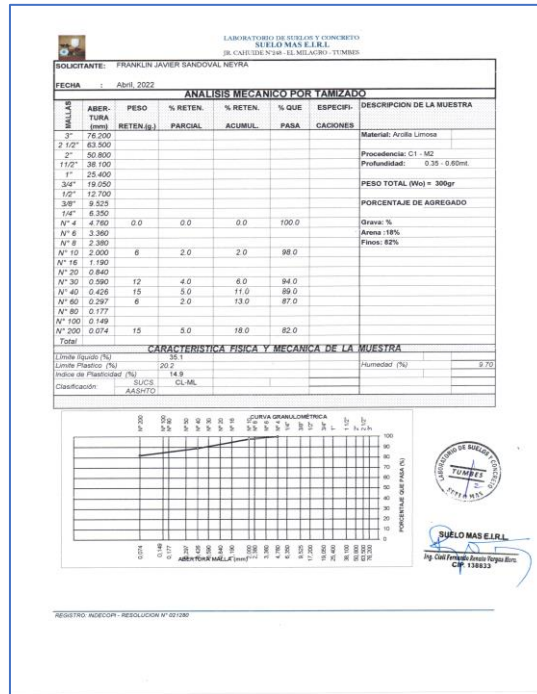
MALLAS MILÍMETROS	ABERTURA (mm)	PESO RETEN (g)	% RETEN.		% QUE PASA	ESPECIFICACIONES	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
			PARCIAL	ACUMUL.			
3"	76.200						
2 1/2"	63.500						
2"	50.800	0	0.0	0.0	100.0		Material: Almacén transportado
1 1/2"	38.100	101.0	4.0	4.0	96.0		Procedencia: C1 - M1
1"	25.400	143.0	6.0	10.0	90.0		Probabilidad: 0.20 - 0.35mt
3/4"	19.000	173.0	7.5	17.5	82.5		PESO TOTAL (Wt) = 2467 gr
1/2"	12.500	196.0	8.0	25.0	75.0		PORCENTAJE DE AGREGADO
3/8"	9.525	209.0	8.0	33.0	67.0		
1/4"	6.350						
N° 4	4.750	291.0	12.0	45.0	55.0		Grava: 48%
N° 6	3.350						Arena: 42%
N° 8	2.360						Fines: 12%
N° 10	2.000	13.0	7.0	52.0	48.0		
N° 16	1.190						
N° 20	0.840						
N° 30	0.590	26.0	14.0	66.0	34.0		
N° 40	0.425	13.0	7.0	73.0	27.0		
N° 60	0.250	10.0	6.0	79.0	21.0		
N° 80	0.177						
N° 100	0.149						
N° 200	0.074	15.0	8.0	87.0	13.0		
CARACTERÍSTICA FÍSICA Y MECÁNICA DE LA MUESTRA							
Límite Líquido (%)		24		Humedad (%)		7.30	
Límite Plástico (%)		19.6					
Índice de Plasticidad (PI)		5.3					
Clasificación		SUCS: GM-GC					
ASUNTO							

Gráfico de curvas granulométricas. El eje horizontal representa el tamaño de malla en milímetros (mm) con valores: 0.075, 0.15, 0.3, 0.6, 1.18, 2.36, 4.75, 9.5, 19.0, 37.5, 75, 150, 300, 600, 1200, 2500, 5000, 10000, 20000, 40000, 80000, 150, 300, 600, 1200, 2500, 5000, 10000, 20000, 40000, 80000. El eje vertical representa el porcentaje de material que pasa (%). La curva muestra un comportamiento de arena fina con un límite líquido del 24% y un índice de plasticidad del 5.3.

SUELO MAS E.L.R.L.
Ing. Celso Pineda - Director Técnico - Lic. 128832

REGISTRO INDECOP - RESOLUCIÓN N° 07188

Continuación



Continuación

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L.
JR. CAJUEDE N°348 - EL MILAGRO - TUMBES

SOLICITANTE: FRANKLIN JAVIER SANDOVAL NEYRA

FECHA: Abril, 2022

ANÁLISIS MECÁNICO POR TAMIZADO

MALLAS	ABERTURA (mm)	PESO RETEN. (gr.)	PARCIAL	% RETEN.	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200						Materia: Altimado transportado
2 1/2"	63.500						
2"	50.800	0	0.0	0.0	100.0		Procedencia: C2 - M1
1 1/2"	38.100	107.0	5.0	5.0	95.0		Profundidad: 0.20 - 1.50mt
1"	25.400	125.0	5.0	10.0	90.0		PESO TOTAL (Wt) = 2362 gr
3/4"	19.000	157.0	7.0	17.0	83.0		
1/2"	12.700	188.0	8.0	25.0	75.0		
3/8"	9.525	209.0	9.0	34.0	66.0		PORCENTAJE DE ADREGADO
1/4"	6.350						Grava: 46%
N° 4	4.760	277.0	12.0	46.0	54.0		Areña: 45%
N° 6	3.360						Fines: 11%
N° 8	2.360						
N° 10	2.000	12.0	6.0	52.0	48.0		
N° 16	1.190						
N° 20	0.840						
N° 30	0.590	26.0	14.0	66.0	34.0		
N° 40	0.426	14.0	8.0	74.0	26.0		
N° 60	0.250	12.0	6.0	90.0	10.0		
N° 80	0.177						
N° 100	0.149						
N° 200	0.074	16.0	9.0	89.0	11.0		
Total							

CARACTERÍSTICA FÍSICA Y MECÁNICA DE LA MUESTRA

Límite líquido (%) 21
Límite plástico (%) 18.9
Índice de Plasticidad (%) 4.2
Clasificación: SUCS: GM-GC / AASHTO:

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
TUMBES
SUELO MÁS E.I.R.L.
Ing. Guillermo Antonio Pozo Ben.
CIP: 138833

REGISTRO ADECOPI - RESOLUCIÓN N° 02/2001

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L.
JR. CAJUEDE N°348 - EL MILAGRO - TUMBES
222800 - CEL. 975945021 - RPM 075245321 - Tumbes

SOLICITANTE: FRANKLIN JAVIER SANDOVAL NEYRA

MATERIAL: ARENA LIMOSA
PROCEDENCIA: C1 - M3 / PROF. 0.60 - 1.50mt.
FECHA: Abril, 2022

ENSAYO C.B.R. PARTE A

N° DE MOLDE	1	2	3
N° DE CAPAS	5	5	5
N° DE GOLPES POR CAPAS	12	23	56
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR
Peso del Molde + suelo húmedo (gr)	7,848	7,980	8,190
Peso del molde (gr)	4,200	4,200	4,200
Peso del suelo húmedo (gr)	3,648	3,780	3,990
Volumen del suelo (cc)	2,084	2,084	2,084
Densidad húmeda (gr/cc)	1.75	1.81	1.93
Densidad seca (gr/cc)	1.64	1.71	1.8

CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente N°	1	2	3
Recipiente + suelo Húmedo (gr)	270	270	270
Recipiente + Suelo Seco (gr)	264.16	264.23	264.3
Peso del Agua (gr)	5.84	5.77	5.7
Peso del Recipiente (gr)	170	170	170
Peso del Suelo Seco (gr)	94.16	94.23	94.3
% de Humedad	6.2	6.1	6
Humedad Promedio			

C.B.R. = 8.0%

OBSERVACIONES:

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
TUMBES
SUELO MÁS E.I.R.L.
Ing. Guillermo Antonio Pozo Ben.
CIP: 138833

Continuación



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MAS EJRL
JR. CAHUIDE N°48 - EL MILAGRO - TUMBES
029206 - C.I. 7294391 - RPM #0794391 - Tumbes

SOLICITANTE: FRANKLIN JAVIER SANDOVAL NEYRA

ENSAJO C.B.R. PARTE B

Penetraciones (pulgadas)	Molde N° 113 Golpes				Molde N° 1125 Golpes				Molde N° 56 Golpes			
	Sin Corregir		Corregidas		Sin corregir		Corregidas		Sin Corregir		Corregidas	
	lectura equivalente	carga kg	C.B.R. %		lectura equivalente	carga kg	C.B.R. %		lectura equivalente	carga kg	C.B.R. %	
0.025	0.6	12.8			1.2	25.7			1.7	36		
0.05	1.5	32			2.4	51.4			3.2	68		
0.075	2.3	47			3.7	79.2			4.9	99		
0.1	3.1	66		4.7	99	83.4		6	5.2	111	B	
0.125	3.4	73		4.4	94			5.9	126			
0.15	4.1	88		5.4	116			6.7	143			
0.2	4.7	101		4.9	61	128		6.2	7.9	169	8.2	
0.3	7.8	167		8.2	175			9.3	199			
0.4												
0.5												

Material Representativo: ARENA LIMOSA
Procedencia: C1 - M3 / PROF. 0.60 - 1.50m.

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MAS EJRL
JR. CAHUIDE N°48 - EL MILAGRO - TUMBES
029206 - C.I. 7294391 - RPM #0794391 - TUMBES

ENSAJO DE PROCTOR MODIFICADO

SOLICITANTE: FRANKLIN JAVIER SANDOVAL NEYRA


MATERIAL REPRESENTATIVO: ARENA LIMOSA
PROCEDENCIA: C1 - M3 - Prof. 0.60 - 1.50
FECHA: Abril, 2022



Compartimiento	1	2	3	4
Número de capas	1	2	3	4
Número de golpes	25	25	25	25
Peso molde + molde (gr.)	860	860	860	860
Peso molde (gr.)	2000	2000	2000	2000
Peso suelo compactado (gr.)	800	880	970	880
Volumen del molde (cm ³)	100	100	100	100
Densidad húmeda (gr/cm ³)	1.70	1.88	1.97	1.88

Humedad (%)	1	2	3	4
Peso tara	200.00	200.00	200.00	200.00
Peso suelo seco (gr.)	266.20	264.95	264.95	263.85
Peso de agua	888	881	881	788
Peso de tara (gr.)	100.00	100.00	100.00	100.00
Peso de agua seco (gr.)	266.20	264.95	264.95	263.85
Humedad (%)	33	34	33	30
Densidad seca (gr/cm ³)	1.900	1.950	1.950	1.900

Wetness corrected (gr/cm³) = 1.90
Optimum Content of Humidity (%) = 34.0


ENSAJO DE PROCTOR MODIFICADO



RESISTENCIA INDEFINIDA - RESOLUCIÓN N° 222020

Continuación



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L.
 JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES
 02090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

SOLICITANTE FRANKLIN JAVIER SANDOVAL NEYRA

MATERIAL: AFIRMADO
 PROCEDENCIA: C2 - M1 Prof. 0.0-1.50mt
 FECHA: Abril 2022



ENSAYO C.B.R. PARTE A

N° DE MOLDE	1		2		3	
	5		5		5	
N° DE GOLPES POR CAPAS	12		25		56	
CONDICION DE LA MUESTRA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA
Peso del Molde + suelo húmedo[gr]	8,764		8,911		9,020	
Peso del molde (gr)	4,200		4,200		4,200	
Peso del suelo húmedo [gr]	4,564		4,711		4,820	
Volumen del suelo (cc)	2,084		2,084		2,084	
Densidad húmeda (gr/cc)	2.19		2.26		2.31	
Densidad seca (gr/cc)	2.02		2.08		2.13	


CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente N°	1	2	3
Recipiente + suelo Húmedo (gr)	270	270	270
Recipiente + Suelo Seco (gr)	262.14	262.1	262.16
Peso del Agua (gr)	7.86	7.9	7.84
Peso del Recipiente (gr)	170	170	170
Peso del Suelo Seco (gr)	92.14	91.1	92.16
% de Humedad	8.5	8.6	8.5
Humedad Promedio			

C.B.R. = 61%

REGISTRO: INDECOP - RESOLUCION N° 021280





LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L.
 JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES
 02090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

SOLICITANTE: FRANKLIN JAVIER SANDOVAL NEYRA

ENSAYO C.B.R. PARTE B

Penetraciones (pulgadas)	[A] C.B.R. Kg a 0.0726						[B] C.B.R. Kg a 0.0487					
	Molde N° I 12 Golpes			Molde N° II 25 Golpes			Molde N° III 56 Golpes					
	Sin Corregir	Corregidas	C.B.R.	Sin corregir	Corregidas	C.B.R.	Sin Corregir	Corregidas	C.B.R.	Sin Corregir	Corregidas	C.B.R.
lectura	carga	Carga	lectura	carga	Carga	lectura	carga	Carga	lectura	carga	Carga	
cuadrante	Kg	Kg	Coeficiente	Kg	Kg	Coeficiente	Kg	Kg	Coeficiente	Kg	Kg	
0.025	4	86		9	193		12	257				
0.05	10	214		15	321		21	449				
0.075	16	342		24	514		29	621				
0.1	22	471	34.2	31	663	48.2	39	835	61			
0.125	27	577		39	834		45	963				
0.15	31	663		44	941		57	1219				
0.2	34	728	35.4	47	1006	48	61	1305	63			
0.3	43	920		56	1198		65	1391				
0.4												
0.5												

REGISTRO: INDECOP - RESOLUCION N° 021280

Continuación

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L.
 JR. CAHUIDE N°318 - EL MILAGRO - TUMBES
 02000 - TEL. 07043121 - RFM 1688277 - TUMBES

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO
 INCINERASBIT 1 - TEL. ASYU 02 1907 1478 3381 41
RELACION HUMEDAD - DENSIDAD

SOLICITANTE : FRANKLIN JAVIER SANDOVAL NEYRA
 MATERIAL : AFIRMADO GRANULAR
 PROCEDENCIA : C2 - Mf. Prof. 0.5 a 50mm
 SEMA : 1 - MAR 2022

	cm3	2317	2317	2317	2317
1) Volumen del Molde		999.00	927.00	919.00	917.00
2) Peso Suelo Húmedo + Molde	W	3665.00	3665.00	3665.00	3665.00
3) Peso del Suelo Húmedo	W	3000.00	3000.00	3000.00	3000.00
4) Capas de 1"		2.0	2.0	2.0	4.0
5) Peso Humido + Capas		279.1	279.1	279.1	279.1
6) Peso Suelo Seco + Capas	W	261.9	261.7	262.1	262.2
7) Peso del Agua	W	8.9	7.9	7.8	8.9
8) Peso de la Capas	W	10.0	10.0	10.0	10.0
9) Peso del Suelo Seco	W	99.9	99.7	99.9	99.9
10) % de humedad		8.9	8.9	8.9	8.9
11) Humedad de Humedad (SPEDRY)	W	8.9	8.9	8.9	8.9
12) Densidad del Suelo Húmedo	W	3.0	3.3	3.3	3.3
13) Densidad del Suelo Seco	W	2.94	3.31	3.3	3.3

$w = -0.0177w^2 + 0.3831w - 1.8061 + 8.5361$

Método: C - MODIFICADO

Más Densidad: 3.33 g/cm³

Optimo Humedad: 8.9 %

SUSPENDIDAS	
24-0-75	
75-15-75	
75-15-85	
85-15-85	
85-15-95	
95-15-95	
95-15-100	
100-15-100	
100-15-100	
100-15-100	

REGISTRO INDECOPI - RESOLUCION N° 022280

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L.
 JR. CAHUIDE N°318 - EL MILAGRO - TUMBES
 02000 - TEL. 07043121 - RFM 1688277 - TUMBES

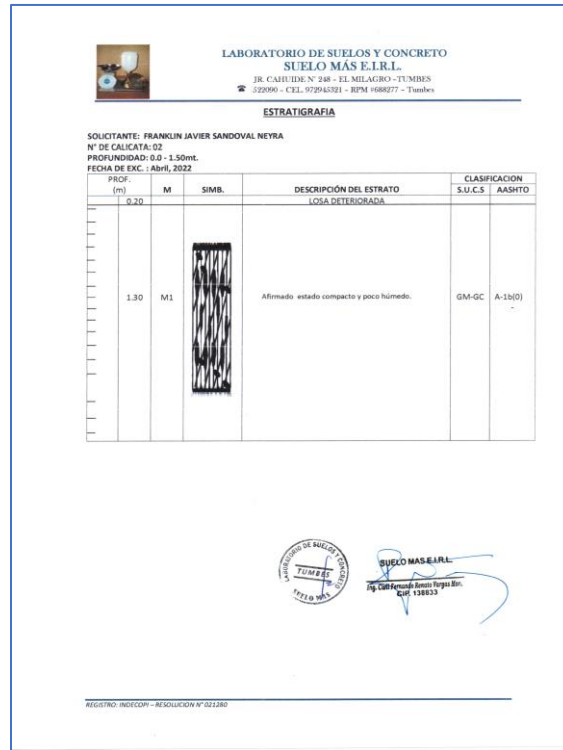
ESTRATIGRAFIA

SOLICITANTE: FRANKLIN JAVIER SANDOVAL NEYRA
 N° DE CALICATA: 01
 PROFUNDIDAD: 0.0 - 1.50mts.
 FECHA DE EDC.: Abril, 2022

PROF. (m)	M	SYMB.	DESCRIPCIÓN DEL ESTRATO	CLASIFICACION S.U.C.S	AASHTO
0.20			Linea deteriorada		
0.15	M1		Afirmado transportado estado compacto y poco húmedo.	GM-GC	A-1b(0)
0.25	M2		arcilla fino arenosa: Estado poco compacto y poco húmedo.	CL-ME	A-4(0)
0.90	M3		Arena limosa Estado poco compacto y poco húmedo.	SM	A-2-4(0)

REGISTRO INDECOPI - RESOLUCION N° 022280

Continuación



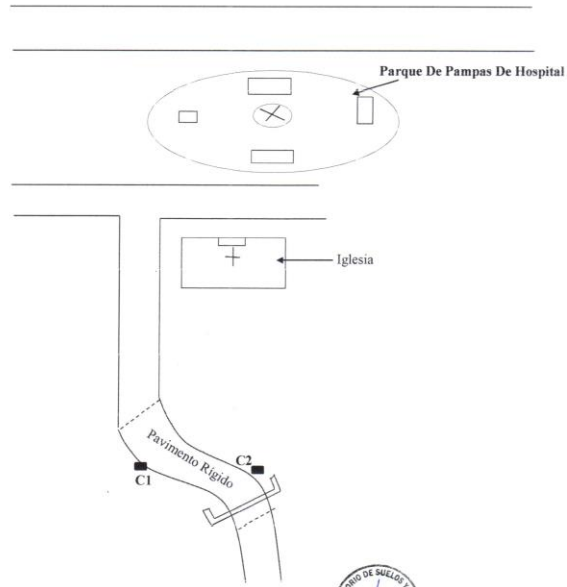
Continuación



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L.
JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES
529990 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

SOLICITANTE: FRANKLIN JAVIER SANDOVAL NEYRA

PLANO DE UBICACIÓN DE CALICATAS



SUELO MASE.I.R.L.
Ing. Guillermo Renato Vargas Mor.
CIP. 138833

Anexo 13: Catálogo de fotos

Lugar de investigación

Fuente de fotografías: propia



Figura 18: Cartel de la obra en estudio



Figura 19: El tesista en la zona de estudio

Problemas del pavimento rígido



Figura 20: Fisuras en la losa



Figura 21: Fisuras en la losa

Continuación



Figura 22: Falla en esquina



Figura 23: Vista de la obra

Continuación

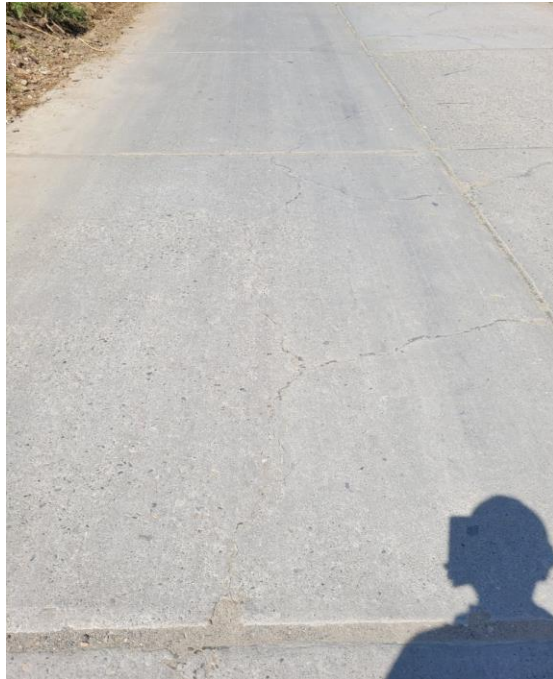


Figura 24: Problemas en la losa



Figura 25: Grietas curadas en la losa

Continuación



Figura 26: Exposición de los agregados en la superficie

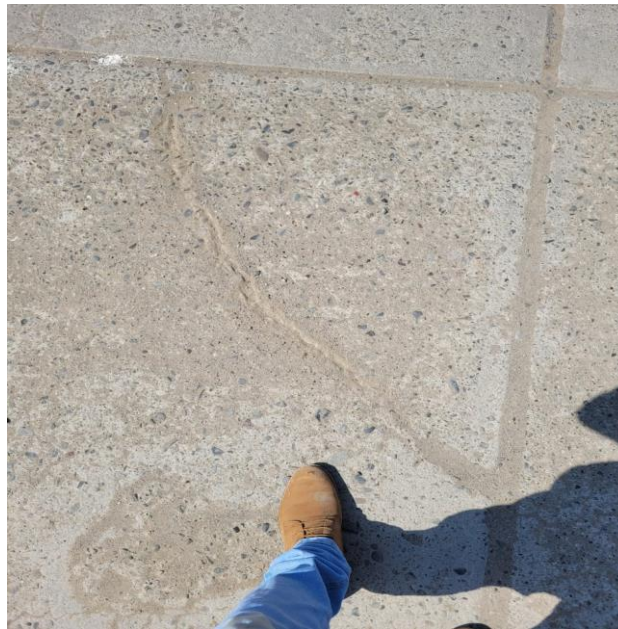


Figura 27: Falla en esquina

Calicatas practicadas



Figura 28: Vista de la calicata 01



Figura 29: Acercamiento a la calicata C1

Prueba esclerométrica

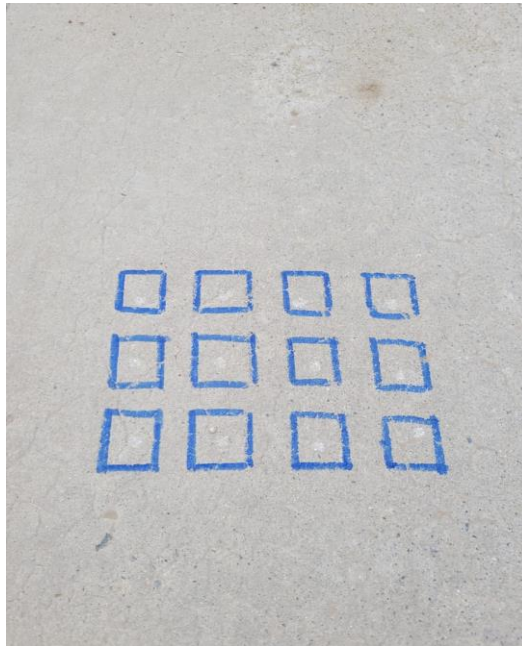


Figura 32: Puntos de impacto del esclerómetro



Figura 33: El esclerómetro usado

Canteras



Figura 36: Tesista y el agregado grueso



Figura 37: Tesista y el agregado fino

Preparación de concreto para ensayo de resistencia a la compresión



Figura 38: Preparativos para la elaboración del concreto 210 Kg/cm²



Figura 39: Chuceando en el cono de Abrams

Continuación



Figura 40: Midiendo el slump



Figura 41: Cubetas dispuestas para el ensayo

Continuación



Figura 42: Llenado de las cubetas



Figura 43: Marcando las cubetas para referencia

Rotura de probetas



Figura 44: La cubeta en prueba



Figura 45: El set de cubetas para rotura

Continuación



Figura 46: Rotura de probetas



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, ROBERT WILFREDO SIGÜENZA ABANTO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, asesor de Tesis titulada: "DISEÑO DE UN PAVIMENTO RIGIDO CON GRADUACIONES DE LOS AGREGADOS PARA EL CONCRETO, EN PAMPAS DE HOPITAL - FRANCOS, TUMBES 2022", cuyo autor es SANDOVAL NEYRA FRANKLIN JAVIER, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 9.00%, 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 la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

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

LIMA, 19 de Julio del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
ROBERT WILFREDO SIGÜENZA ABANTO DNI: 42203191 ORCID: 0000-0001-8850-8463	Firmado electrónicamente por: RSIGUENZA el 21- 07-2022 22:57:57

Código documento Trilce: TRI - 0353109