



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Incidencia del diametro y longitud del pasador en la eficiencia de transferencia de cargas para pavimentos rígidos Juliaca – 2022

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniera Civil

AUTORA:

Aceituno Berrios, Ana Karina (ORCID: [0000-0002-3309-4598](https://orcid.org/0000-0002-3309-4598))

ASESOR:

Dr. Ing. Tello Malpartida, Omart Demetrio (ORCID: [0000-0002-5043-6510](https://orcid.org/0000-0002-5043-6510))

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA – PERÚ

2022

DEDICATORIA

Este trabajo lo dedico a mis padres y hermano quienes fueron un gran impulso para salir adelante apoyándome en todo momento, brindándome consejos para no rendirme y cumplir la meta de titularme como Ingeniera Civil.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por cuidarme y estar siempre en cada etapa de mi vida, a mis padres y hermano por su apoyo incondicional en cada momento y por ser siempre mi mayor fortaleza para salir adelante así también al Dr. Omart Demetrio Tello Malpartida por brindarme su conocimiento y recomendaciones para culminar esta etapa y lograr cumplir la meta de titularme.

Indice de Contenido

Dedicatoria	ii
Agradecimiento.....	iii
Indice de Contenido.....	iv
Indice de Tablas.	v
Indice de Figuras.....	vii
Resumen	xi
Abstract	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO.....	6
III. METODOLOGÍA.....	24
3.1 Tipo y diseño de investigación	24
3.2 Variables y Operalización.....	25
3.3 Poblacion, muestra y muestreo	26
3.4 Tecnicas e instrumentos de recolección de datos	28
3.5 Procedimientos	30
3.6 Metodo de Analisis de datos	54
3.7 Aspectos Eticos	55
IV. RESULTADOS.....	56
V. DISCUSIÓN.....	92
VI. CONCLUSIÓN	95
VII. RECOMENDACIONES	97
REFERENCIAS.....	98
ANEXOS	104

Indice de Tablas

Tabla N°1: Recomendaciones del diámetro y longitud de los pasadores (Dowels) ..	23
Tabla N°2: Criterios de validacion	29
Tabla N° 3: Datos para el modelamiento.....	42
Tabla N°4: Datos de Eficiencia de transferencia de cargas	54
Tabla N°5: Eficiencia de transferencia de cargas.....	56
Tabla N°6: Deflexion en la losa con carga y sin carga	58
Tabla N°7: Desplazamiento en el borde de la losa.....	59
Tabla N°8: Esfuerzo a compresion de la losa	61
Tabla N°9: Esfuerzo a traccion en la losa	62
Tabla N° 10: Resistencia a la compresión.....	64
Tabla N° 11: Ingreso de datos al programa IBM SPSS.....	66
Tabla N° 12: Variable diámetro, longitud del pasador y eficiencia de cargas.....	67
Tabla N° 13: Ingreso de datos para el analisis de la prueba estadistica	69
Tabla N° 14: Prueba de bonferroni.....	69
Tabla N°15: Resultados de la interrelación de las variables	70
Tabla N° 16: Ingreso de datos en el software SPSS IBM.....	72
Tabla N°17: Resultados de la interrelación de las variables	73
Tabla N°18: Ingreso de datos en el software SPSS IBM.....	75
Tabla N°19: Resultados de la interrelación de las variables	75
Tabla N°20: Ingreso de datos en el software SPSS IBM.....	77
Tabla N°21: Resultados de la interrelación de las variables	78
Tabla N°22: Ingreso de datos en el software SPSS IBM.....	80
Tabla N°23: Resultados de la interrelación de las variables	80
Tabla N°24: Ingreso de datos en el software SPSS IBM.....	82

Tabla N°25: Resultados de la interrelación de las variables	83
Tabla N°26: Ingreso de datos en el software SPSS IBM.....	85
Tabla N°27: Resultados de la interrelación de las variables	85
Tabla N°28: Ingreso de datos en el software SPSS IBM.....	87
Tabla N°29: Resultados de la interrelación de las variables	88
Tabla N°30: Ingreso de datos en el software SPSS IBM.....	90
Tabla N°31: Resultados de la interrelación de las variables	90

Indice de Figuras

Figura 1: Desplazamientos y eficiencia de la transferencia de carga.....	20
Figura 2: Grieta generada por la forma de los agregados.....	21
Figura 3: Colocado de los pasadores para las juntas transversales	22
Figura 4: Transferencia de carga a través de pasadores	22
Figura 5: Carril de diseño	27
Figura 6: Tramo de estudio.....	31
Figura 7: Ejecucion de la calicata de estudio	31
Figura 8: Ejecucion del ensayo de cbr para suelo natural.....	32
Figura 9: Ejecucion del ensayo de granulometría	32
Figura 10: Ejecucion del ensayo de limite liquido.....	33
Figura 11: Ejecucion del ensayo contenido de humedad	33
Figura 12: Ejecucion del ensayo abrasión los ángeles.....	34
Figura 13: Ejecucion del ensayo proctor modificado.....	34
Figura 14: Ejecucion de ensayo de cbr	35
Figura 15: Ejecucion del ensayo de granulometría y contenido de humedad	35
Figura 16: ejecucion de los ensayos de peso especifico y peso unitario	36
Figura 17: Moldeo de briquetas	37
Figura 18: Resistencia a la compresion.....	37
Figura 19: Conformación de la estructura del pavimento	38
Figura 20: Grafico de correlación para la subrasante.....	41
Figura 21: Insertar datos de geometria.....	43
Figura 22: Insertar datos del material de las diferentes capas del pavimento.....	43
Figura 23: Insertar datos de la carga del vehiculo y temperatura.....	44
Figura 24: Insertar diametros y longitud del pasador	44

Figura 25: Insertar diametro y longitud del pasador	45
Figura 26: Insertar diametro y longitud del pasador	45
Figura 27: Insertar diametro y longitud del pasador	46
Figura 28: Insertar diametro y longitud del pasador	46
Figura 29: Insertar diametro y longitud del pasador	47
Figura 30: Insertar diametro y longitud del pasador	47
Figura 31: Insertar diametro y longitud del pasador	48
Figura 32: Insertar diametro y longitud del pasador	48
Figura 33: Ejecucion del modelamiento.....	49
Figura 34: Esfuerzos actuantes en la losa.....	50
Figura 35: Desplazamiento en la losa debido a la gradiente termica	50
Figura 36: Esfuerzos y deflexiones en la losa con carga	51
Figura 37: Esfuerzos y deflexiones en la losa sin carga.....	51
Figura 38: Esfuerzos y deflexiones en la losa con carga.....	52
Figura 39: Esfuerzos y deflexiones en la losa sin carga.....	52
Figura 40: Esfuerzos y deflexiones en la losa con carga	53
Figura 41: Esfuerzos y deflexiones en la losa sin carga.....	53
Figura 42: Esfuerzos de transferencia de cargas	57
Figura 43: Esfuerzos de la losa con carga y sin carga	58
Figura 44: Desplazamiento en el borde de la losa	60
Figura 45: Esfuerzo a traccion en la losa de pavimento.....	61
Figura 46: Esfuerzos a compresión y traccion.....	62
Figura 47: Esfuerzo a traccion en la losa de pavimento.....	63

RESUMEN

En la presente investigación tuvo como objetivo determinar como incide el diámetro y longitud del pasador en la eficiencia de transferencia de cargas para pavimentos rígidos de la ciudad de Juliaca. La investigación fue del tipo aplicada por propósito, cuantitativo por enfoque y diseño cuasiexperimental, considerando como población los pavimentos de las vías urbanas de la zona sureste de la ciudad de Juliaca, teniendo como muestra la conformación de 9 estructuras de pavimento. Para lo cual se realizó la modelación mediante el software Ever FE 2.26 en la cual se realizó combinaciones en cuanto al diámetro y longitud del pasador y así obtener las deflexiones de la losa con carga y sin carga y ver cual de los diámetros y longitud aumenta la transferencia de cargas. Los resultados obtenidos fueron que al incrementar el diámetro y longitud las deflexiones máximas en la junta de contracción en la $LC=0.509\text{mm}$ y $LSC=0.505\text{mm}$ dan como resultado una transferencia de cargas del 99.61%, mientras el desplazamiento en el borde disminuye en 0.064mm al incrementar el diámetro y longitud del pasador. En conclusión al incrementar el diámetro y longitud del pasador la eficiencia de transferencia de cargas incrementa logrando un mejor trabajo de losa a losa.

Palabras clave: Dimensiones del pasador, Transferencia de cargas, deflexión, desplazamiento, esfuerzo de la losa.

ABSTRACT

In the present investigation, the objective was to determine how the diameter and length of the pin affect the load transfer efficiency for rigid pavements in the city of Juliaca. The research was of the type applied by purpose, quantitative by approach and quasi-experimental design, considering as population the pavements of urban roads in the southeast of the city of Juliaca, having as a sample the conformation of 9 pavement structures. For which the modeling was carried out using the Ever FE 2.26 software in which combinations were made regarding the diameter and length of the pin and thus obtain the deflections of the slab with load and without load and see which of the diameters and length increases the load transfer. The results obtained were that by increasing the diameter and length, the maximum deflections in the contraction joint in the LC=0.509mm and LSC=0.505mm result in a load transfer of 99.61%, while the edge displacement decreases by 0.064. mm by increasing the diameter and length of the pin. In conclusion, by increasing the diameter and length of the pin, the load transfer efficiency increases, achieving a better work from slab to slab.

Keywords: Pin dimensions, Load transfer, deflection, displacement, slab stress.

I. INTRODUCCIÓN

En el mundo los pavimentos de concreto están expuestos a diferentes tensiones debido a las cargas de tráfico y condiciones ambientales, en donde estas tensiones provocan grietas, fisuras en las losas de concreto con el tiempo. Las juntas de contracción son uno de los métodos que nos permite asegurar la correcta transferencia de cargas entre las losas. Así mismo la transferencia de carga en pavimentos de concreto es la capacidad que tiene una junta para transferir una parte de la rueda cargada a un lado de la junta siguiente. La transferencia de carga se logra mediante acero de refuerzo, enclavamiento de agregado a través de los bordes adyacentes de losas de hormigón (Riad, William, 2002).

Los pavimentos en masa de Hormigón necesitan la presencia de juntas en el mismo lugar. A causa de los fenómenos de retracción y de los gradientes de temperatura asociados a las cargas de tráfico, si no existen estas juntas, el pavimento no podrá sostenerse por sí mismo. Estas juntas crean una discontinuidad en el pavimento, lo que provoca mayores tensiones en las zonas circundantes debido a las demandas del tráfico. Por otro lado, si la diferencia de deflexiones que existe entre las losas que desembocan en ella es significativa al pasar una rueda sobre ella, se produce un choque brusco de la rueda con menor deflexión. Como respuesta, se registra una reducción de la comodidad del usuario, así como una degradación estructural de la losa propia en los extremos de las juntas y un aumento de las tensiones sobre la misma (Celik, Seferoglu y Akpinar, 2021).

En el contexto internacional Pérez (2018) en Colombia sostiene: “Los daños prematuros, como los que se observan en algunos siniestros industriales y, más recientemente, en las calles radiales de una ciudad, sometidas a las cargas de los coches previstas en la fase de diseño, son un indicador de los errores de construcción, que pueden deberse a la falta de conocimientos o a la omisión de los procedimientos de construcción además del comportamiento de los pasadores de transferencia de carga en las losas del pavimento rígido bajo una carga en movimiento”. La aplicación de sólidas prácticas de ingeniería en la construcción de pavimentos da como resultado estructuras que atienden a las expectativas de los

usuarios en cuanto a durabilidad, calidad y costo. Por otro lado, la mala calidad o las omisiones en los procesos de control dan lugar a mayores costes por reparaciones no planificadas y a una reducción de la vida útil de los pavimentos.

En el contexto nacional Huacantara (2020) en Puno sostiene: “Que uno de los aspectos que podrían causar fallas en un pavimento son; el inadecuado proceso constructivo, los insumos adquiridos de mala calidad, y una transferencia de carga de las juntas de contracción pobre, puesto que el desempeño de un pavimento rígido se basa en el correcto desempeño del concreto la cual esta relacionado con el tamaño máximo nominal de los agregados y un adecuado diseño de sus juntas, ya que las juntas cumplen una función primordial que es la de transferir las cargas de una losa a otra losa adyacente ya que reduce en forma importante los esfuerzos producidos debido a las cargas del tráfico”.

Además en la ciudad de Juliaca se ha identificado que en la mayoría de los pavimentos rígidos no alcanzan la vida útil para el cual fueron diseñadas, se observa que en varias obras realizadas por el municipio se producen fallas prematuras en las losas del pavimento rígido, tales como grietas longitudinales o transversales, puesto que son la causa de una falla estructural del pavimento rígido, esto podría ser a consecuencia de una mala transferencia de cargas en las juntas porque cuando un pavimento de hormigón se carga cerca de sus juntas transversales, los pasadores (varillas de acero) que transfieren parte de la carga aplicada a la losa adyacente sin carga deben actuar de manera eficaz para que la transferencia se realice de manera adecuada y así evitar que el pavimento sufra posteriormente fisuras en la estructura. Así, tanto las losas cargadas como las losas sin carga experimentan deformaciones, los pasadores disminuyen las deformaciones y las tensiones inducidas en la losa cargada, en comparación con los pavimentos no dotados de estos pasadores, por el cual si existe una buena transferencia de carga se disminuye las tensiones en las losas el cual es muy bueno para el pavimento. Por el cual en esta investigación se plantea ver la Incidencia del diametro y longitud del pasador en la eficiencia de transferencia de cargas para pavimentos rigidos Juliaca- 2022 es por ello que, hace esta investigación necesaria.

El **problema general** ¿Cómo incide el diámetro y longitud del pasador en la eficiencia de transferencia de cargas para pavimentos rígidos Juliaca - 2022? y asu vez los **problemas específicos** son: **Pe1:** ¿Cómo influye el diametro y longitud del pasador en la deflexion en la junta de contracción de las losas de pavimento rigido Juliaca 2022?, **Pe2** ¿En que medida afecta el diametro y longitud del pasador en el desplazamiento en el borde de las losas de pavimento rigido Juliaca - 2022?, **Pe3:** ¿Cómo incide el diametro y longitud del pasador en el esfuerzo a compresion de las losas de pavimento rigido Juliaca - 2022?, **Pe4:** ¿Influye el diametro y longitud del pasador en el esfuerzo a traccion de las losas de pavimento rigido Juliaca - 2022?, **Pe5:**¿Cuál es el módulo de reacción de la subrasante del pavimento rigido?, **Pe6:**¿La capacidad de soporte de la capa sub base granular del pavimento rigido cumple con las especificaciones tecnicas de la MTC 2014?, **Pe7:**¿Cuál es el valor de la resistencia a la compresión $f'c$ de la losa del pavimento?.

Como **Justificacion Practica**, el éxito de la transferencia de cargas de las juntas de contracción depende del adecuado comportamiento del concreto y de los pasadores (varillas lisas de acero), además por la recolección bibliografica se presume que los pasadores son mejores para la transferencia de cargas, pero en cambio, en nuestro entorno se ha observado en los expedientes técnicos que están diseñados con agregados para que trabajen por trabazón de agregados, es por eso que en esta investigación se plantea, ver la Incidencia del diametro y longitud del pasador en la eficiencia de transferencia de cargas para pavimentos rígidos. En cuanto a la **Justificacion Economica**, el empleo de pasadores de acero para una correcta trabajabilidad de las juntas de contracción en la transferencia de cargas es más costoso, pero mas beneficioso en cuanto a la transferencia de cargas en las losas del pavimento rigido en comparación a los que trabajan por trabazón de agregados de tal manera que resulta mas económico, por ende en la investigacion se pretende observar la mejor transferencia de cargas que tendrá el pavimento al trabajar con pasadores de acero lo cual resultara mas beneficioso en cuanto al tiempo de vida util del pavimento. En tanto la

Justificación Social, el presente estudio contribuirá a que comprendamos lo crucial que es transferir la carga de forma eficiente utilizando un mecanismo de juntas con pasadores con lo cual los pavimentos tendrán una vida útil de diseño mas duradera y beneficiara a la población con vias en buen estado asi también permitirá a los profesionales en el area, técnicos de la zona, y en general para elegir el diámetro y longitud del pasador adecuado que mejor transfiere las cargas, reduciendo así los daños a los vehiculos provocados por el deterioro de las vias antes de cumplir su vida util. Finalmente la **Justificación Ambiental**, en el proceso de la investigación se empleara las varillas lisas que son los pasadores el cual es un material altamente reciclable y que no dañan al medio ambiente, que a comparación cuando se emplea agregados.

El **Objetivo General** de la investigación es, determinar como incide el diámetro y longitud del pasador en la eficiencia de transferencia de cargas para pavimentos rigidos Juliaca - 2022 y los **Objetivos Especificos** son: **Oe1:** Comprobar como influye el diametro y longitud del pasador en la deflexion en la junta de contracción de las losas de pavimento rigido Juliaca - 2022, **Oe2:** Determinar si afecta el diametro y longitud del pasador en el desplazamiento en el borde de las losas de pavimento rigido Juliaca - 2022, **Oe3:** Evaluar cómo incide el diametro y longitud del pasador en el esfuerzo a compresión de las losas de pavimento rigido Juliaca 2022, **Oe4:** Determinar como influye el diametro y longitud del pasador en el esfuerzo a traccion de las losas de pavimento rigido Juliaca – 2022, **Oe5:** Conocer el módulo de reacción de la subrasante del pavimento rígido, **Oe6:** Determinar la capacidad de soporte de la capa sub base granular del pavimento rigido, **Oe7:** Conocer la resistencia a la compresión $f'c$ de la losa del pavimento.

La **Hipotesis General** de la investigación, El diámetro y longitud del pasador influye positivamente en la eficiencia de transferencia de cargas para pavimentos rigidos Juliaca - 2022. En tanto las **Hipotesis Especificos** son: **He1:** A mayor diámetro y longitud del pasador la deflexión en la junta de contracción de las losas de pavimento rigido, es similar en las losas adyacentes con carga y sin carga, **He2:**

El empleo de un mayor diámetro y longitud del pasador reduce significativamente el desplazamiento en el borde de las losas de pavimento rígido debido a la gradiente térmica, **He3:** El diámetro y longitud del pasador si incide significativamente en la reducción del esfuerzo a compresión de las losas de pavimento rígido, **He4:** El diámetro y longitud del pasador si influye significativamente en la reducción del esfuerzo a tracción de las losas de pavimento rígido, **He5:** El valor del módulo de reacción de la subrasante cumple con las especificaciones técnicas de la MTC- 2014, **He6:**La capacidad de soporte de la capa sub base granular cumple con las especificaciones técnicas de la norma CE.010 de pavimentos urbanos. **He7:**La resistencia a la compresión f'_c de la losa del pavimento cumple con los requisitos técnicos de la norma CE. 010 de pavimentos urbanos.

II. MARCO TEÓRICO

Antecedentes internacionales:

Mackiewicz (2015), en la investigación titulada: "Análisis de tensiones en pavimento de hormigón bajo un pasador según su diámetro y eficiencia de transferencia de carga", objetivo: determinar la influencia de diferentes diámetros y espaciamentos de los pasadores en la interacción de la losa, en donde el investigador considero utilizar diámetros de 0.020 a 0.050m con una separación de 0.15 a 0.7m, el coeficiente de fricción por deslizamiento 0.05, la carga de forma de una losa circular de 0.32m de diámetro y presión de 0.7 MPa se localizo en el borde de losa a una distancia de 0.09m de la junta para los cálculos utilizaron el software COSMOS/M. El pavimento tenía las características de parámetros geométricos: ancho y largo de losa= 3.5m x 4.5m, espesor de la losa= 0.25m. Se modelo 14 pasadores con un diámetro de 0.02m y separación de 0.23m las deflexiones en la sección transversal del pavimento tanto en el eje de la carga y bordes de 2 losas de hormigón y se realizó una comparación de resultados con 22 pasadores de diámetro de 0.05m y separación de 0.15m obteniendo como resultados que hay una mayor interacción entre las losas aumentando el mayor número de pasadores con menor espaciamiento, además con el aumento del diámetro del pasador las desviaciones de las losas cargadas son más pequeñas. La transferencia de cargas para 14 pasadores con $d=0.02m$ y $e=0.23m$ LTE = 82.84%, 10 pasadores $d=0.02m$ y $e=0.32m$ LTE = 79.31%, 6 pasadores $d=0.03m$ y $e=0.50m$ LTE=79.83% y con el modelo FWD la transferencia de cargas LTE = 82.01%, llegando a la conclusión que la aplicación de pasadores con diámetros pequeños puede provocar daños en la losa de concreto debido a la gran concentración de esfuerzos verticales de compresión. Los esfuerzos de compresión de tensiones >10 MPa aparecen en una losa de concreto bajo pasador con diámetros menores 0.025m para LTE<75% determinando el esfuerzo a compresión mediante fórmula logrando obtener 12.54 kg/cm² con el diámetro de 0.20m y separación de 0.23m, en etapas posteriores de uso de pavimento puede aparecer un efecto de soltura del pasador que puede debilitar la interacción entre las losas de concreto.

Zhang y Gao (2016), en la investigación titulada: “Efecto de la desviación de la posición de la barra pasadora en la capacidad de transferencia de carga“, objetivo conocer el efecto de la posición de la barra de refuerzo (dovelas) empotrada en un pavimento de hormigón sobre la capacidad de transferencia de carga de la junta, para ello los investigadores han estudiado tres parámetros, el ángulo de deflexión horizontal y vertical (0° - 15°) además la profundidad de empotramiento de las barras de refuerzo (-1; 0; +1 y +2cm) que también determinan la deflexión tridimensional de este elemento. Los investigadores ejecutaron un modelo de estructura del pavimento hidráulico con medidas a escala reducida, el diseño del pavimento de doble capa que consideró el estado de apoyo entre las capas para resolver el problema de deflexión de barras, con medidas de 5 mts de largo y 4 mts de ancho, y un espesor de las capas de rodadura y de la capa base de 26cm y 20cm cada una, el suelo de cimentación winkler, el diseño tuvo varillas de acero (pasadores) con un diámetro 5cm, longitud 32cm y un módulo de elasticidad de 200Gpa, para el cálculo de las deflexiones en las losas se hizo primero por temperatura, luego con un camión de carga y posteriormente para determinar la capacidad de transferencia de carga de las juntas se empleó el software de elementos finitos EverFE 2.24. Los resultados obtenidos fueron que la deflexión es mayor en los laterales que en el centro de la losa, además el ángulo de deflexión horizontal no incide de forma significativa ya que es casi 1% en la disminución en su capacidad de transferencia de cargas, no obstante, la deflexión vertical incide hasta un 12% en la disminución en su capacidad de transferencia de cargas con un ángulo de 15° y la profundidad de implantación de la varilla incide hasta un 10% en la disminución de su capacidad de transferencia de cargas al ser 2cm menor y esta última varía -1; +1 y +2cm con relación al centro del espesor de la losa, Los autores concluyeron que los modelos matemáticos son adecuados y se aconseja realizar correcciones de la carga y del alcance de los valores de la capacidad de transferencia de carga asumidos en el mismo lugar.

Kukjoo, Sanghyun y Sangyong (2018) en la investigación titulada:” Efecto de los arreglos de barras pasadoras en el desempeño de juntas de Pavimento de hormigón

(JPCP)", objetivo: evaluar el rendimiento de la barra pasador usando 2 diferentes arreglos de barra de espiga en las tensiones de apoyo en el hormigon, cortante de tensión en la barra de pasador y deflexiones bajo la critica condición de carga para las condiciones de Florida, los investigadores trabajaron con 2 arreglos en la barra de pasador (estándar y especial) para las condiciones reales de trafico y ambientales en donde el proyecto estaba compuesto por 3 secciones de espesor de losa 152, 178 y 203mm, cada una de las secciones consta de 6 subsecciones. La sección de 152mm incluía losas con juntas espaciadas a 3.7, 4.3 y 4.9m (12, 14 y 16 ft). La sección de 178mm incluía losas con juntas espaciadas a 4.3, 4.9 y 5.5m (14, 16 y 18ft). El 203mm incluía losas con juntas espaciadas a 4.9, 5.5 y 6.1m (16, 18 y 20 ft). Para la disposición de espigas estándar las barras guía estaban espaciadas a 305mm en el centro y 152mm desde el borde del pavimento. El análisis lo desarrollaron por el método de elementos finitos (FE), para lo cual se utilizo el programa ADINA para modelar los esfuerzos, tambien se modelo el pavimento para ver la transferencia de carga en las barras de espiga. La sección modelada consta de 3 losas con un ancho de junta transversal de 6.4mm (0.25in) sostenido por una capa subrasante de 254cm (100 in) de espesor. Para lo cual el pasador estaba confinado por el peso de la losa y luego se dejo deslizar cuando la fuerza para tirar de la espiga de barra era mayor que la fuerza confinada en la superficie de la espiga. Los resultados obtenidos fueron en cuanto a la desviación máxima aumento 3.8% en comparación al método estándar, las tensiones en el borde de la losa y las tensiones de apoyo en el pasador de hormigon aumento 4.5% y 5% respectivamente. Mientras que el incremento máximo de los esfuerzos cortantes del pasador en la barra critica fue de 0.2%. Conclusion el modulo de base en el comportamiento de la junta de espiga y la base mas rigida podría mejorar significativamente la unión de espiga de rendimiento. Tambien que cuando la capa base es lo bastante rigida para soportar la deflexión de la losa y resistir la erosion, la disposición especial de la barra de pasador podría proporcionar un rendimiento similar en comparación con un estándar arreglo de barra de espiga lo cual resultaría un ahorro de costes sobre lo esperado.

Sadhegi y Hesami (2017), en la investigación titulada “Eficiencia de transferencia de carga en plano articulado de pavimentos de hormigón (JPCP) utilizando FEM” tuvo como objetivo, Evaluar la respuesta estructural del pavimento de concreto bajo condiciones de movimiento con el método de elementos finitos (3D-FEM). Para lo cual se utilizo un pavimento de concreto simple articulado (JPCP) el cual fue modelado con una longitud de 4.6m que se unió a 2 medias losas en la cual incluía una capa base y capa de subrasante también se coloco una malla refinada en el centro de la articulación donde se aplicaría las cargas de las ruedas. Tambien se considero la fricción de las interacciones rueda pavimento a 0.02 mientras que la longitud del pasador fue de 46cm y 4cm de diámetro. Se seleccionaron cargas de eje tándem de 160, 200 y 240 kn para evaluar los efectos de la magnitud de la carga en la transferencia de carga. Teniendo como resultados, que debido al diseño de la losa trabajo con el modulo de elasticidad de las losas para conocer la transferencia de carga incrementa o reduce con lo cual determino que reduce la deflexión vertical de las juntas lo cual podría conllevar a un aumento de la transferencia de cargas entre las 2 losas adyacentes, mientras que la modificación de la capa base no resulta efectivo en LTE. En tanto el aumento del espesor reduce las tensiones en la articulación lo cual sigue siendo el efecto de cambio del modulo de transferencia de carga sea mayor. El aumento de la magnitud de la carga disminuyo la transferencia de carga entre las losas lo que se debe al mayor movimiento vertical de los bordes de la junta. Conclusion, los resultados obtenidos tales como considerar el modulo de elasticidad de la losa y capa base como también aumentando el espesor, la magnitud de la transferencia de carga aumento.

Plasencia (2017), trabajo de diplomado titulada “Modelación de la transferencia de carga en pavimentos de hormigón hidráulico”, cuyo objetivo fue modelar la transferencia de carga en pavimentos de hormigón a partir de la variación de las condiciones de diseño y aplicación de las cargas. Obteniendo los resultados, se desarrolló un modelo computacional y se calibró por medio del método de elementos finitos, definiendo todos los elementos que componen el modelo, como

son: losas de concreto hidráulico de 4,5x3,5x0,15 m, pasadores de 32 mm de diámetro espaciados a 350 mm y de 0,45 m de longitud, cimientos de 9 x 6,5 m de longitud y anchura respectivamente y de 3 m de espesor y con una densidad de malla de 10 cm. Además se estudió la incidencia de diversos factores de diseño, como son las cargas, la distancia entre pasadores y el espesor de la losa, para determinar la transferencia de cargas en losas de concreto hidráulico. Donde llego a la conclusión, que la modificación de la carga y el espaciamiento entre las espigas no inciden en la transferencia de carga resultando el espesor de una losa el único parámetro que incide en la transferencia de carga. Tras haber determinado las tensiones por medio del modelo computacional mediante el software ABAQUS cambiando el espesor de la losa frente a la propuesta de diseño realizada con el método PCA con la imposición de una carga externa se pudo deducir que los valores obtenidos son parecidos para ambos procesos ya sea por el uso de un modelo computacional así como la propuesta de diseño realizada con el método PCA.

Pérez (2018), en el trabajo de grado titulado “Influencia en la transferencia de carga ocasionada por la incorrecta instalación de dovelas en losas de pavimento rígido mediante un análisis numérico”, tuvo como objetivo: Evaluar la transferencia de carga ocasionada por la incorrecta instalación de dovelas mediante un análisis numérico. Lo realizó mediante la modelación en el software EverFe 2.24 considerando que la estructura cuenta con 3 capas, la losa de concreto apoyada en la base granular de 15cm y afirmado de 30cm teniendo como parámetros para el concreto: $E=25000\text{MPa}$, $M_R=4\text{MPa}$, $\mu=0.2$, $\rho=2400\text{ kg/cm}^2$, $L=4000\text{mm}$, $B=4000\text{mm}$ y $e=200\text{mm}$, en la base $E=3000\text{MPa}$, $e_1=0.15\text{m}$ y para el afirmado $E=500\text{MPa}$, $e_2=0.3\text{m}$. La modelación lo ejecuto desplazando la carga de diseño 50cm en tanto la modelación 1 se realizó alterando la orientación las dovelas 2, 5 y 8 con un giro horizontal de 30° mientras la modelación 2 también en las mismas dovelas con un giro vertical de 25° . Teniendo como resultados, el máximo valor está en 125 y 127N en la dovela 8 cuando la distancia del vehículo está 3m y 5m del borde izquierdo de la losa. El momento se encuentra entre 6440 a 6520Nmm

y se encuentra en la dovela 9 cuando el vehiculo esta en posicion de 3 y 5m. En tanto en la orientacion vertical el maximo valor obtenido es de 136N en la dovela 8 cuando el vehiculo se encuentra a mayor distancia de 5m del borde izquierdo de la losa. El momento oscila entre 6444 a 6520 Nmm y es la dovela 9 cuando el vehiculo esta en la posicion de 3 y 5m. Conclusion la incorrecta instalacion de 3 dovelas (2, 5 y 8) en el lado horizontal y vertical origina cambio en el equilibrio de los elementos para transferencia en vista que las dovelas mal instaladas soportaran esfuerzos cortantes por encima de los bien instalados. En cuanto a los esfuerzos cortantes en los elementos mal instalados es, dovela 2= 252%, dovela 5= 260% y dovela 8 = 244%.

A nivel nacional:

Huacantara (2020), en la tesis titulada "Influencia del tamaño máximo nominal del agregado en la eficiencia de transferencia de cargas de juntas de contracción de losas cortas de concreto, en la ciudad de Juliaca", cuyo objetivo es determinar la eficiencia de transferencia de cargas en juntas de contracción de losas cortas de concreto. El procedimiento que se siguió fue de realizar pruebas de campo con diseños de mezclas de $\frac{3}{4}$ "; 1" y 1 $\frac{1}{2}$ " T.M.N. y se empleó el programa EverFE2.24 para realizar la modelación con los resultados conseguidos en campo. Teniendo como resultados que la mayor eficiencia de transferencia de carga en las juntas de contracción se alcanzó con el diseño de mezcla 1 $\frac{1}{2}$ " cuyo valor es del 71,40%. Como conclusión indica que cuanto mayor sea el tamaño del árido, mayor será su eficiencia de transferencia en las juntas de contracción.

Las teorías para la presente investigación se presentan a continuación:

Los **pasadores o Dowels (Varillas lisas de acero)**; según indica el Manual de Carreteras – Suelo Geología (2014, p.188) se describe, " Son varillas de acero liso (cuyo diámetro es aproximadamente 1/8 del espesor de la losa) colocadas en medio de las juntas para transferir las cargas sin obstaculizar las losas y permitir la alineación horizontal y verticalmente. El hecho de utilizarlas reduce las deflexiones y el esfuerzo en el hormigón, disminuyendo los errores de escalonamiento, bombeo y esquinas". Las **recomendaciones para el empleo de pasadores o Dowels**; para Menendez (2016, p.161) afirma, El diseño de los pasadores y de la junta se basa en gran medida en la experimentación, a la vez que se dispone de ciertos métodos teóricos para el diseño de los pasadores. Las dimensiones de los pasadores a utilizar vienen determinadas por el tamaño de la losa. Se recomiendan pasadores con diámetros de 1,25 pulg (32mm) para los pavimentos con una anchura inferior a 10 pulg (254mm), y de 1,5 pulg (38mm) para pavimentos con una anchura inferior a 10 pulg (254mm), además para el diseño se debe tomar en cuenta las **recomendaciones de diseño de los Pasadores o Dowels**; para Mallick y El Korchi (2013, p. 215) manifiesta, El diseño adecuado de los pasadores para una transferencia de carga efectiva a través de las juntas requiere la selección de un diámetro de espiga adecuado. Esto es necesario para transmitir eficazmente las fuerzas de corte y flexión entre losas y reducir la tensión de apoyo entre el pasador de acero y el material de hormigón a un nivel aceptable. Normalmente, la tensión de apoyo del hormigón será el parámetro de diseño limitante. A un nivel de tensión alto sostenido que sea cíclico entre el pasador y el hormigón erosionará el material del hormigón y aflojará el pasador. La tensión que soporta el pasador depende teóricamente de la resistencia del hormigón, utilizando esta relación, los diámetros de los pasadores pueden ser técnicamente mucho más pequeños para un hormigón de muy alta resistencia del hormigón. En la práctica esto no se cumple. Las recomendaciones sobre el diámetro de las varillas deben basarse en el espesor de la losa del pavimento (Peng, Bo y Kai-Min, 2011).

El diámetro mínimo de los pasadores debe ser al menos $1/8$ del espesor de la losa. Sin embargo, el diámetro de la espiga no debe ser inferior a $1\frac{1}{4}$ de pulgada, la longitud de la espiga debe ser de 18 pulgadas con un espacio entre espigas de 12 pulgadas (FHWA, 1990, p. 253). La Asociación de Cemento Portland PCA recomendó el uso de pasadores de 1,25 pulgadas de diámetro para pavimentos de carretera de menos de 10 pulgadas de espesor y pasadores de 1,5 pulgadas de diámetro para pavimentos de 10 pulgadas o más. Un diámetro mínimo de las espigas es de 1,25-1,5 pulgadas para controlar las fallas reduciendo la tensión de apoyo en el hormigón. Debe evitarse la corrosión de los pasadores para que las juntas de los mismos no se agarroten ni se bloqueen.

El estudio de Smith y Hall recomienda el tamaño del diámetro de las espigas en función del nivel de tráfico. Para un pavimento diseñado para transportar menos de 30 millones de ESAL, se recomiendan pasadores de 1,25 pulgadas de diámetro. Para un pavimento de 30 a 90 millones de ESAL, se recomiendan clavijas de 1,5 pulgadas de diámetro (Chen, 2008, p.88).

La **Aplicación de la Barra Pasador**; el principal mecanismo de transferencia de carga de una barra de pasador es a través de la transferencia de esfuerzos cortantes, especialmente para aberturas de juntas de menos de 6,4 mm (0,25 in) y el momento de flexión en la transferencia se considera insignificante (Guo, Sherwood y Snyder, 1995, p. 289). La carga cortante total transferida por los pasadores es menor del 50% de la carga de rueda aplicada. Cuando la magnitud de la carga de corte transferida esta en función del diámetro de la barra de pasador, longitud de la barra de pasador, espaciado de la barra de pasador, rigidez de la capa base y la dimensión de la losa, incluidos el espesor, la longitud y ancho (Nishizawa, Koyanagawa y Takeuchi, 2001).

Para las **Juntas de contracción transversales**, según Mallick y El Korchi (2013, p.64) indica, una junta de contracción transversal puede ser aserrada, moldeada o ranurada, en hormigón de losa. La junta crea un plano vertical inestable y un punto de alta tensión donde comienzan y se extienden las grietas. La ubicación de las grietas que se forman debido a los cambios dimensionales provocados por los cambios de temperatura y humedad en el hormigón se regula mediante las juntas de contracción. En las autopistas, las juntas transversales se utilizan perpendiculares al sentido de circulación, mientras que las longitudinales se colocan paralelas al tráfico y entre carriles de circulación. El pavimento de los aeropuertos es considerablemente más grueso y utiliza losas cuadrados.

El **Espacio de Juntas de construcción**, suelen estar espaciadas a intervalos regulares y perpendiculares a lo largo del eje central del pavimento. Sin embargo, si caen al mismo tiempo, esto puede provocar un movimiento armónico en las suspensiones del vehículo a ciertas velocidades. Para solucionar este problema, varios han implementado el espacio articular cambiante. Se ha establecido una norma entre juntas con distancias de 13, 19, 18 y 12 pies. Sin embargo, las juntas de 19 y 18 pies eran excesivamente largas y propensas a agrietar en medio de la losa. Posteriormente se estableció una nueva norma de 12 pies, 15 pies, 13 pies y 14 pies. Pero según la FHWA 1990, cuando se utilizan juntas espaciadas, la más larga de las dos losas no debe tener más de 15 pies (Shorkry, William, p.70).

Las **Fallas en las juntas transversales en pavimentos rígidos**; Para Mallick y El Korchi (2013, p.328) sostiene, la falla de las juntas transversales es la variación de elevación entre las juntas adyacentes durante el transcurso de una junta. Las fallas excesivas perjudican el rendimiento del JPCP al aumentar la tensión además genera la incomodidad del usuario, lo que da lugar a grietas y roturas de las esquinas permanentes. La falla es causada por la erosión debajo de las capas del pavimento, así como la acumulación sobre la pérdida de acceso de la línea a la base granular debido a la acción de la falla por bombeo. Para que no ocurra esta falla debe darse la combinación adecuada de algunos factores, entre los que se incluyen una carga pesada por eje, la transferencia de la carga por medio de las juntas, materiales de la base que sean erosionables y agua libre en la base (la base es el medio de transporte bajo la losa). Las fallas se suelen medir con un medidor digital de Georgia.

El Agrietamiento por fatiga en Pavimento de hormigón liso articulado (JPCP); según Mallick y El Korchi (2013) describe, las juntas de contracción JPCP se proporcionan a intervalos cercanos para evitar el desarrollo de una grieta intermedia. Las grietas son el resultado de tensiones excesivas causadas por los cambios de pesos, temperatura y humedad. Como resultado de estas tensiones, se han acumulado daños en una zona crítica de la losa. Una acumulación de tensiones suficiente acabará provocando un agrietamiento y una mayor extensión de las grietas.

Con el paso del tiempo, se manifestará en la superficie inferior o superior del pavimento. En función de los factores críticos que intervienen en la propagación de las grietas con el espesor de la losa, el agrietamiento puede dividirse en cuatro categorías:

- Grietas transversales de abajo hacia arriba
- Grietas transversales de arriba hacia abajo
- Grietas longitudinales
- Roturas en las esquinas.

Las **grietas transversales de abajo hacia arriba**, se producen cuando una combinación crítica de peso y temperatura crean alabeo. Por ejemplo, cuando los ejes de un camión aplican el peso a lo largo del borde longitudinal de una losa y a mitad de camino entre las juntas transversales, generan una flexión crítica por tracción lo que provoca tensión en el extremo inferior de la losa. Cuando se combina con un gradiente térmico positivo esto provoca una ondulación hacia abajo, este esfuerzo de flexión aumenta considerablemente. El proceso comienza con microfisuras que acaban creciendo y extendiéndose con los esfuerzos de carga repetidos que se manifiestan como grietas notables que afectan al rendimiento del pavimento. En consecuencia, los modelos de craqueo desde abajo hacia arriba deben contabilizar la acumulación de daños por fatiga causados por cada carga por eje del camión en un determinado intervalo de tiempo, incluyendo las tensiones térmicas adecuadas y totalizadas a lo largo del periodo de diseño (Channakeshava, Barzegar y Voyiadjis, 1993, p.324).

Las **grietas transversales de arriba hacia abajo**, también pueden producirse debido a una combinación crítica de carga y temperatura el cual crea tensiones que se van acumulando. Cuando el eje delantero del vehículo se aproxima a una junta transversal a menos de 3 o 4 metros, se genera una gran tensión en la sección superior de la losa entre los ejes. Cuando hay un gradiente térmico negativo en la losa, es cuando la parte superior de la losa está más fría que produce la grieta arriba hacia abajo. Los esfuerzos por cargas repetidas eventualmente se manifestaran en grietas transversales visibles que afectarán el desempeño del pavimento (Zienkiewicz, 1999, p.120).

Las **grietas longitudinales y roturas en las esquinas**, a menudo son causadas por una combinación de esfuerzos. El mecanismo de este tipo de fallo es idéntico al del agrietamiento transversal de arriba a abajo, excepto por la localización de las tensiones críticas que se desarrollan. Las tensiones críticas inducidas se producen en los ejes transversales y longitudinales, pero cerca de la esquina (Huang, 2004, p.324).

Los **Esfuerzos por curvatura y tracción en losas**, se dan debido a que un pavimento trabaja como una viga sobre una base elástica, entonces la presión reactiva, p , se puede relacionar con la deformación, Δ , a través de la ecuación $p = k\Delta$, donde k es el módulo de reacción de la subrasante, que es la relación de la presión aplicada a la subrasante usando un área cargada dividida por el desplazamiento experimentado por esa zona cargada. Se supone que el módulo de subrasante k la reacción es constante y que el comportamiento es elástico. Esta suposición sólo es cierta en muy pequeñas deformaciones y se ve muy afectado por numerosas condiciones como el tipo de suelo, la densidad, contenido de humedad y estado de tensión. Una losa de pavimento de hormigón se deformará bajo carga. La resistencia a la deformación debido a la carga depende de las características de la cimentación y de la rigidez o valor del módulo de la losa (Yousefi, Darestani y Mostafa, 2008, p.567).

Las **Tensiones por temperatura**, en una losa de concreto sufrirá cambios de volumen y desarrollará esfuerzos debido a los cambios de temperatura y humedad. Durante el día, a medida que la temperatura del aire y el sol aumentan, la temperatura de la superficie de la losa de hormigón, la parte superior de la losa tenderá a expandirse en relación con el eje neutro y la parte inferior de la losa tenderá a contraerse ya que está aislada por el suelo en la base. Sin embargo, el peso de la losa evitará que se contraiga o se expanda, y los esfuerzos de compresión se inducirán en la capa superior de la losa, mientras que se inducirán esfuerzos de tracción en la capa inferior. Ocurrirá lo contrario por la noche, donde la temperatura del aire será más fría en comparación a la base de la losa ya que está aislada por la base o subrasante (Sadek, Mroueh y Shahrouh, 2010). La parte superior de la losa estará más fría en comparación con el fondo y tenderá a contraerse. El peso de la losa evitará el alabeo hacia arriba y, por lo tanto, se desarrollarán esfuerzos de tracción en la parte superior de la losa mientras que la compresión en la parte inferior de la losa. Un efecto similar se observa con los cambios en la humedad. A medida que se elimina la humedad de la losa de

hormigón, y específicamente del cemento hidratado pasta, el concreto se contraerá (Bartosova, 2003, p.32).

Los **Esfuerzos y deflexiones debido a la carga aplicada**, se dan debido a las cargas del tráfico que inducen esfuerzos en la losa de concreto y determinarán la vida de fatiga de la losa. Las cargas en la esquina contribuirán a las roturas de esquina y las cargas en el interior y el borde contribuirá al agrietamiento transversal en la mitad de la losa. La magnitud de la tensión y la deflexión dependen de la carga aplicada (Fukute, Hachiya y Yamazaki, 2011).

La **Transferencia de carga**; para Willian, Zongmu y Mahomey (2003, p. 4) afirma, es un valor utilizado en el desarrollo de pavimentos de hormigón que traduce la eficacia de la estructura en la transmisión de cargas entre las juntas y las fisuras. Mientras Garzon (2009) sostiene, Por la gran importancia que tiene el buen desempeño estructural de la losa del pavimento, es preciso señalar que la transferencia de cargas en una losa a través de las juntas es de vital consideración para el óptimo comportamiento y la duración de la vida útil de la losa, puesto que la transferencia de cargas de una losa a otra adyacente disminuye las deflexiones entre las losas y asimismo las tensiones en las losas de hormigón. Además una adecuada transferencia posibilita la funcionalidad estructural del pavimento, así como la estética. Se desarrolla utilizando una variedad de mecanismos tales como barras de transferencia, juntas de machihembrado y trabazon de agregados, se mide en porcentajes (%) para determinar qué tan eficiente es una junta al transferir carga de una losa a otra (p. 39)

En la guía AASHTO (1993) se describe, “La transferencia de carga en las juntas transversales se basa en la capacidad de una losa de traspasar una cantidad de su carga a una losa vecina. Como resultado, una junta con un 100% de transferencia de cargas será la que transfiera el 50% de su carga al prójimo, reduciendo las tensiones fronterizas” (p.207). La rehabilitación de los mecanismos de transferencia de cargas entre dos losas idénticas conlleva el cortar una ranura perpendicular a la junta entre las dos losas, la inserción de una varilla y rellenar la

ranura con un hormigón polimérico de secado rápido. La rehabilitación de los mecanismos de transferencia de carga, cuando se combina con otros métodos de rehabilitación de pavimentos, tiene el potencial de prolongar la vida útil de los pavimentos rígidos entre 10 y 20 años. En función del estado del pavimento en el momento de la reparación, así como del peso del pavimento y de las condiciones ambientales (Huang, 2004, p.328).

La **Eficiencia en la transferencia de carga a través de las juntas**; para Garzon (2009) sostiene, “Cuando hay una eficiencia de transferencia del 100% significa que el 50% del peso de una rueda se transfiere a la subbase y en consecuencia, el 50% se transfiere a través de las barras a la otra losa adyacente, pero sin embargo las cargas constantes forman huecos de desgaste por debajo y por encima de la espiga, reduciendo el porcentaje de transferencia de carga de diseño en un 45%” (p. 42). Si nos referimos a una eficacia del 100%, significa que las dos losas presentan la misma deflexión, fuerza de reacción (equivalente al 50% de la carga de la junta) y esfuerzo transferible (Al-humedaiwi, Mandal, p.42).

En la guía AASHTO (1993, p.230) se describe, Las cargas de tránsito deberán transmitirse eficazmente de una losa a otra por medio de las juntas para reducir las deflexiones de éstas. Las deflexiones exageradas provocan el bombeo de la capa subbase y, como consecuencia, la formación de fisuras. Una transferencia de cargas en las juntas puede realizarse mediante el trabajo en colaboración o por medio de dispositivos mecánicos como barras de espigas o juntas. Las pasajuntas se sitúan en las juntas transversales, las más frecuentadas por el tráfico. No obstante, la junta longitudinal está también sometida al pase de vehículos de un lado a otro del carril, sin embargo, en menor medida (Kim y Hjelmstad, 2003).

La eficiencia de la transferencia de carga se mide por las deflexiones en losas, como se muestra en la presente ecuación:

$$E(\%) = \frac{2\Delta_{d'}}{\Delta_d + \Delta_{d'}} * 100$$

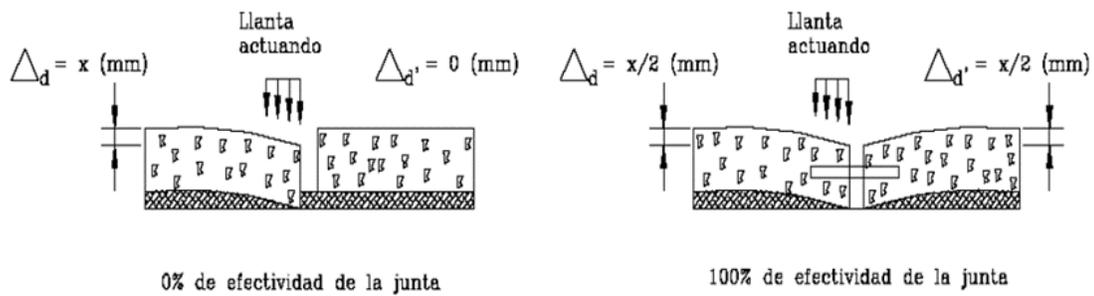


Figura 1: Desplazamientos y eficiencia de la transferencia de carga

Donde:

Δ_d : Deflexión de la losa cargada.

$\Delta_{d'}$: Deflexión de la losa sin carga.

E: Eficiencia en la transferencia de cargas

Además transmitir efectivamente es de 45%-50% de la carga de la rueda.

Modalidades de transferencia de cargas en juntas de contracción transversal; para Zhong y Shein (2013), la transferencia se realiza por medio de las juntas de contracción, por trabazón de agregados y transferencia de carga por medio de pasadores de acero.

En el Manual de Carreteras – Suelos Geología (2014) se describe, "Un mecanismo de transferencia adecuado es necesario para garantizar el rendimiento del pavimento, ya que reduce las deflexiones, el escalonamiento, el despostillamiento en las juntas y el agrietamiento en los bordes"(p.247).

Los mecanismos por los que se produce la transferencia de cargas entre las losas adyacentes son los siguientes:

Transferencia de cargas por trabazón del agregado; las acciones a efectuar un corte en la losa de concreto hidráulico en estado endurecido entre $1/3$ a $1/4$ sobre el espesor de un pavimento se conoce como trabazón o engrane de los agregados, a causa de esta operación se genera una zona más débil que provocará la falla en dicha zona y por consiguiente se origina una grieta alrededor de los agregados gruesos y así se genera una superficie cuya rugosidad que está asociada con la eficiencia al realizar la transferencia de cargas. (Calo, 2012).



Figura 2: Grieta generada por la forma de los agregados

La Transferencia de cargas a través de pasadores (Dowels); para Zhou y Yao (1993, p. 172.) sostiene, “Los pasadores se utilizan habitualmente para transferir la carga a la losa contigua por medio de una junta transversal. Dado que los esfuerzos y las deflexiones en la junta es mucho menor cuando la carga se apoya en dos losas en lugar de una, el empleo de pasadores de acero permite reducir el número de fallas, lo que ha sido contemplado por la asociación también con el espesor de la losa del pavimento”. Las barras de acero suelen colocarse a $1/2$ del espesor de la losa del pavimento, los pasadores consisten en barras de acero lisas de aproximadamente 50 centímetros en longitud y unos 2,5 centímetros de diámetro (Calo, 2012, p. 254)



Figura 3: Colocado de los pasadores para las juntas transversales

Según Huang (2004, p.173) indica, Cuando se aplica una carga W en la losa cercana de la junta, como se observa en la figura, una parte de la carga se transfiere a la losa siguiente por medio del bloque de pasadores, si la eficiencia es 100%, las dos losas se desviarán en la misma medida, y el módulo de reacción bajo ambas losas presentaran los mismos valores, cada losa $0.5W$, que es la fuerza de corte total transferida por el bloque de pasadores, si los pasadores son menos del 100% eficientes como ocurre en los pavimentos antiguos donde algunas pasadores dejan de funcionar, en estos casos el módulo de reacción se incrementa más de $0,5W$, en cambio las losas sin carga presentarán valores muy inferiores a $0,5W$.

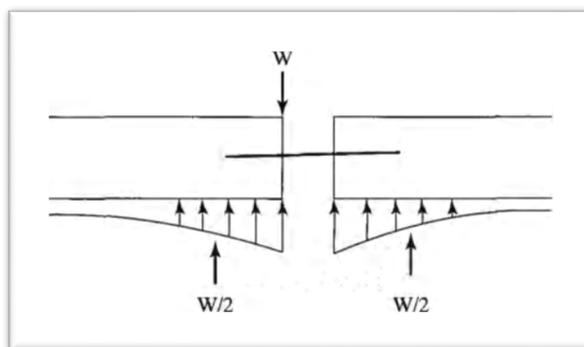


Figura 4: Transferencia de carga a través de pasadores

En la tabla se muestra la recomendaciones realizadas por (PCA).

Tabla N°1 *Recomendaciones del diámetro y longitud de los pasadores (Dowels)*

Espesor de Losa (in)	Diámetro Dowel (in)	Longitud Dowel (in)
5	5/8	12
6	3/4	14
7	7/8	14
8	1	14
9	1 1/8	16
10	1 1/4	18
11	1 3/8	18
12	1 1/2	20

Fuente: (Huang, 2004, p. 172)

El **Método de elementos finitos (MEF)**, es un método indicado para evaluar el complejo comportamiento de las losas bajo cargas ambientales y el apoyo de la subrasante y refuerzo en algunos elementos básicos, determinando las tensiones y deformaciones en cada capa en razón de sus desplazamientos nodales, lo que permite resolver los desplazamientos nodales de cada una de las capas de forma simultánea y finalmente, se calcula las tensiones en las capas y las deformaciones conocidas. Según el nivel de exigencia deseado, las losas pueden modelarse como placas bidimensionales o sólidos tridimensionales” (William, Zongmu y Mahoney, 2003)

En el **Programa EverFE 2.26**, el modelado de elementos finitos con el modelador elástico tridimensional EverFE 2.26 se validaron con la metodología de Westergard 1948. El software EverFE 2.26 maneja mallas de diferentes niveles de refinamiento y consta de seis interfaces que cumplen diferentes funciones; Geometry, Material, Loading, Dowel (Reddy, 2004, p.245)

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

3.1.1 Tipo de Investigacion

Para Gotuzzo (2007) afirma, "Las investigaciones cuantitativas utilizan la recolección de datos para determinar las hipótesis en base a mediciones numéricas y análisis estadístico que permitan probar teorías" (p.36).

Según su enfoque el trabajo de investigación presenta un enfoque de tipo cuantitativo porque se sitúa su interés principalmente en la explicación del problema de investigación, para así probar la hipótesis planteada con base a la medición numérica una vez realizada la recolección de datos en este caso para la variable dependiente que es la transferencia de cargas en las juntas debido a la causa del diámetro y longitud del pasador.

Además Gotuzzo (2007) sostiene, "Que estas investigaciones se caracterizan en buscar, conocer, actuar, construir, modificar una realidad problemática" (p.15).

Según el propósito de la investigación es aplicada debido a que se recolectara información en laboratorio de las propiedades físicas y mecánicas que componen las capas del pavimento rígido y luego se recurrirá a la aplicación del modelamiento mediante el Software Ever FE 2.26, con la finalidad de proporcionar una solución práctica ante este problema que se ha detectado en el presente estudio que es la eficiencia de transferencia de cargas en las juntas de un pavimento.

3.1.2 Nivel de Investigacion

Para Hernandez, Fernandez y Baptista (2014) afirma, El nivel de investigación explicativo se caracteriza porque este tipo de estudios pretenden dar a conocer las causas de los sucesos o fenómenos que se estudian (p.95).

Con respecto al nivel de investigación, se ha considerado un nivel explicativo, debido a que se busca ver la incidencia que tiene el diámetro y longitud del pasador en la eficiencia de transferencia de cargas en las juntas de pavimentos rígidos.

3.1.3 Diseño de investigación

Según Borja (2016) indica, "Los diseños experimentales son aquellos diseños donde se verifica la hipótesis mediante la manipulación intencional sobre la variable independiente por parte del investigador"(p.14)

De acuerdo con el desarrollo de la investigación es del tipo cuasiexperimental ya que se manipulará la variable independiente en simulación con el programa Ever FE 2.26 donde se manipulara el diámetro y longitud del pasador de esta manera se obtendrá la información que servirá para la demostración o refutación de la hipótesis planteada en la eficiencia de transferencia de cargas en las juntas.

Según Hernandez et al. (2014) afirma, "Los diseños cuasi experimentales manipulan deliberadamente la variable independiente para observar el efecto en la variable dependiente" (p.151).

El tipo de diseño es cuasiexperimental porque se tendrán dos grupos una de control (estimulo) que se colocaran según el manual del MTC -2014 donde sugiere el diámetro y longitud del pasador que se debe colocar pero no indica cuanto es la transferencia de cargas para dicho diámetro y longitud y el otro grupo es de experimento donde se va ir variando el diámetro y la longitud del pasador para ver como varia en la variable dependiente eficiencia de transferencia de cargas (efecto).

3.2 Variables y Operacionalización

3.2.1 Variables

Variable Independiente: Diametro y longitud del pasador

Definicion Conceptual: Según Manual de Carreteras – Suelos Geologia (2014) , "Son varillas de acero liso (cuyo diametro aproximado 1/8 del espesor de la losa) colocadas en medio de las juntas para transferir las cargas sin obstaculizar las losas y permitir la alineacion horizontal y vertical".

Definición Operacional: Para determinar el diametro y longitud del pasador se tomo en cuenta la bibliografia de libros y manuales, por consiguiente se iran incrementando en su diametro y longitud para nuestro estudio

Variable Dependiente: Eficiencia de transferencia de cargas (E%)

Definición Conceptual: Según Garzon (2009), “la transferencia de cargas en una losa a traves de juntas es de vital importancia, puesto que la transferencia de cargas de una losa a otra adyacente disminuye las deflexiones entre las losas asi mismo las tensiones en las losas de hormigon” (p.125).

Definición Operacional: Para conocer la (E%), se conformara estructuras de pavimentos en el software EVERFE 2.26 para el cual se tomara datos de las capas del pavimento realizadas en laboratorio de la subrasante, sub base, y la losa posteriormente en el programa se colocaran los pasadores con sus diametros y longitudes correspondiente para ser sometidas a una carga para conocer las deflexiones que se generan debido a esta carga. Finalmente se hallara la eficiencia de transferencia de cargas con la formula respectiva el cual requiere las deflexiones con carga y sin carga.

3.2.2 Matriz de Operacionalizacion

Ver anexo 2

3.3 Poblacion, muestra y muestreo

3.3.1 Poblacion

Según Hernandez et al. (2014), “la población es el conjunto de casos que cumplen determinadas especificaciones” (p.252).

La población en estudio estará conformado por los pavimentos rígidos de las vias urbanas de la zona sureste de la ciudad de Juliaca.

3.3.2 Muestra

Según Hernandez et al. (2014), “la muestra viene hacer un subgrupo de la poblacion a la cual se le recolectaran datos en donde se tiene que definir y delimitar de antemano, en la cual la muestra tiene que ser representativa” (p.254).

Para la muestra se conformaran 2 paños de losas de manera longitudinal de dimensiones (3.50m x 3.50m) por cada muestra a emplear variando el diámetro y longitud del pasador modelando mediante el software Ever FE 2.26 haciendo un total de 9 estructuras de pavimento rigido. Para la modelacion se tomara la via (Av. Tacna) considerando una longitud de 60 ml.

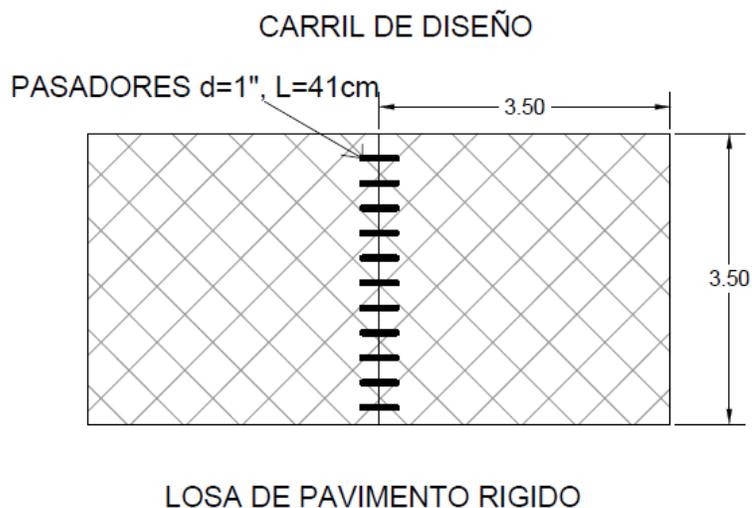


Figura 5: Carril de diseño

Muestras a modelar en el software:

- Muestra 1: Diámetro 1" y Longitud 41 cm
- Muestra 2: Diámetro 1" y Longitud 46 cm
- Muestra 3: Diámetro 1" y Longitud 51 cm
- Muestra 4: Diámetro 1 1/8" y Longitud 41 cm
- Muestra 5: Diámetro 1 1/8" y Longitud 46 cm
- Muestra 6: Diámetro 1 1/8" y Longitud 51 cm
- Muestra 7: Diámetro 1 1/4" y Longitud 41 cm
- Muestra 8: Diámetro 1 1/4" y Longitud 46 cm

- Muestra 9: Diámetro 1 1/4" y Longitud 51 cm

3.3.3 Muestreo

Para Arias (2012) indica, "Considera que las cantidades de estudio se eligen en la recopilación de datos en vista que resulta un muestreo sencillo y ahorrador" (p.45).

Se ha considerado un tipo de muestreo no probabilístico dirigido a conveniencia del investigador. De tipo muestreo intencional ya que para nuestro análisis de la eficiencia de transferencia de cargas en las juntas del pavimento rígido necesitamos analizar con los diferentes casos de las muestras planteadas y así determinar si incide o no el diámetro y la longitud del pasador en la transferencia de cargas en las juntas de los pavimentos rígidos.

3.4 Tecnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1 Tecnicas de Recoleccion de datos

Para Hernandez et al. (2014) indica, "Las técnicas de recolección se presentan en diferentes tipos como la observación directa, el estudio de muestras, lo cual permitan al investigador la recolección de información para procesar datos" (p.396)..

Por lo tanto la técnica que se empleara para la recolección de datos es la de observación directa porque se realizara ensayos en laboratorio que son para la caracterización de la estructura del pavimento (subrasante, sub base, losa del pavimento). Posteriormente ello me permitirá obtener los datos para insertarlos en el software Ever FE 2.26 y realizar el modelamiento.

3.4.2 Instrumentos de Recoleccion de datos

Según Arias (2012) , "Los instrumentos son aquellos medios que nos permiten recolectar datos para que sean utilizados por el investigador y permitan obtener información y así registrar los procesos que llevara a cabo".

Por lo tanto el instrumento que se empleara para la recolección de datos es la ficha tecnica la cual me permitirá recopilar datos del modelamiento de la estructura del pavimento en el software Ever FE 2.26.

- Ficha Tecnica N°01: Deflexion en la junta de contraccion de la losa y Eficiencia (E%) (Anexo 3)
- Ficha Tecnica N°02: Desplazamiento en el borde de la losa (Anexo 4)
- Ficha Tecnica N°03: Esfuerzo a compresión de la losa (Anexo 5)
- Ficha Tecnica N°04: Esfuerzo a tracción de la losa (Anexo 6)

3.4.2.1 Validez del instrumento

Para Cabero y Llorente (2013), “es una opinión informada de personas con experiencia en el tema, la cual son reconocidos por otros como expertos calificados y que pueden brindar información, juicios y valoraciones” (p.29).

Para la validez del instrumento se realizara mediante el método de Juicio de expertos para verificar la confiabilidad de la investigación, estará conformada por un grupo de 3 personas las que conocerán del tema a investigar.

Experto N°1: Ing. Jafet N. Cajavilca Aroquipa C.I.P.: 266802

Experto N°2: Ing. Darwin J.Huacantara Ramos C.I.P.: 227861

Experto N°3: Ing. Juan Chuquija Valencia C.I.P.: 229397

Para los criterios de validacion se considerara la siguiente tabla N°2 de escala de calificación:

Tabla N°2: Criterios de validacion

CRITERIOS DE VALIDACION	
Nula	> 0.53
Baja	0.54 - 0.59
Valida	0.60 - 0.71

Excelente	0.72 - 0.99
Perfecto	1

Fuente: Cabero y Llerente (2013)

3.4.2.2 Confiabilidad del instrumento

Para Hernandez et al. (2014), “La confiabilidad del instrumento viene hacer el grado de aplicación de manera repetida que se le realiza al individuo u objeto lo que produce resultados iguales” (p.200).

Para la confiabilidad del instrumento estará basada en el software Ever FE 2.26 la cual me permitirá obtener los resultados mas confiables.

El programa Ever FE 2.26 fue desarrollado por la Universidad de Maine y la Universidad de Washington, cuenta con licencia de uso, fue utilizado en investigaciones a nivel internacional (ScienceDirect, Scopus) por lo cual cuenta con respaldo internacional para su utilización en la presente investigación.

Licencia de uso de software (Anexo N°8).

3.5 Procedimientos

Etapa I: Caracterización del material (Subrasante, subbase, losa del pavimento)

Se realizo la visita insitu en el área de estudio, posteriormente se realizó la calicata para la toma de muestras para la ejecución de ensayos.

Area de estudio:

Departamento : Puno
 Provinica : San Román
 Distrito : Juliaca
 Zona del Proyecto : Av. Tacna



Figura 6: Tramo de estudio tomado por Google Earth

Ejecución de la calicata para la posterior toma de muestras:

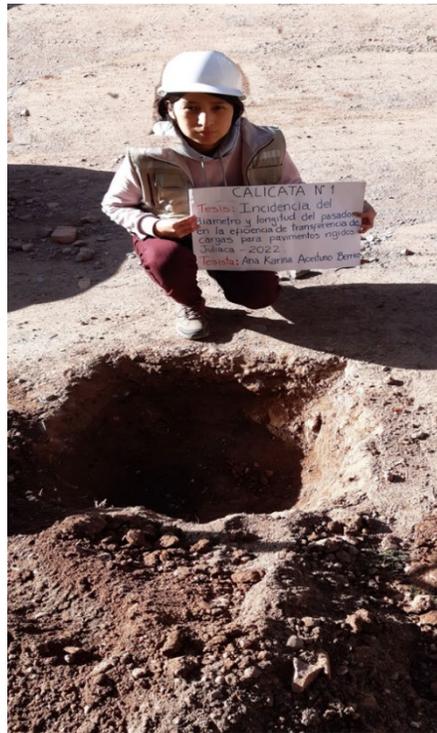


Figura 7: Ejecucion de la calicata de estudio

Posteriormente se realizó la ejecución de los ensayos para la caracterización de los agregados a utilizar en las diferentes capas de la estructura del pavimento.

- Ensayo de CBR del suelo natural en laboratorio mediante la norma MTC E 133



Figura 8: Ejecucion del ensayo de CBR para suelo natural

También para el muestreo de suelo natural se realizo los ensayos siguientes:

- Granulometria (MTC E204)



Figura 9: Ejecucion del ensayo de granulometría

- Limite Liquido (MTC E110)
- Limite Plastico (MTC E111)



Figura 10: Ejecucion del ensayo de limite liquido

- Contenido de Humedad (MTC E215)

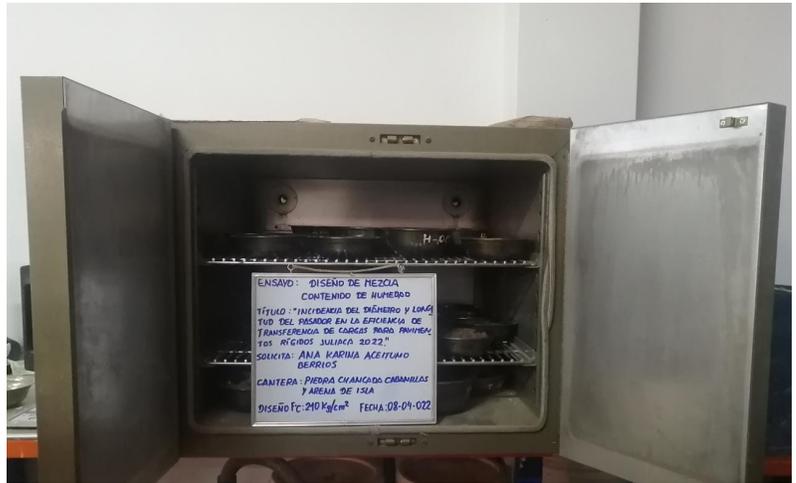


Figura 11: Ejecucion del ensayo contenido de humedad

Para el material de la subrasante también se ejecuto los ensayos siguientes:

- Abrasion los ángeles (MTC E207)



Figura 12: Ejecucion del ensayo abrasión los ángeles

- Proctor Modificado (MTC E115)



Figura 13: Ejecucion del ensayo Proctor modificado

Posteriormente para la capa sub base:

También se realizaron los ensayos para el agregado a emplear:

- CBR para la capa subbase norma MTC E 133.



Figura 14: Ejecucion de ensayo de CBR

- Granulometria (MTC E204)
- Contenido de Humedad (MTC E215)
- Abrasion los ángeles (MTC E207)

Para la losa de concreto:

- Granulometria (MTC E204)
- Contenido de Humedad (MTC E215)
- Peso especifico

Para la elaboraci3n del concreto:

- Dise1o de mezcla seg1n el metodo ACI 211



Figura 15: Ejecucion del ensayo de granulometría y contenido de humedad

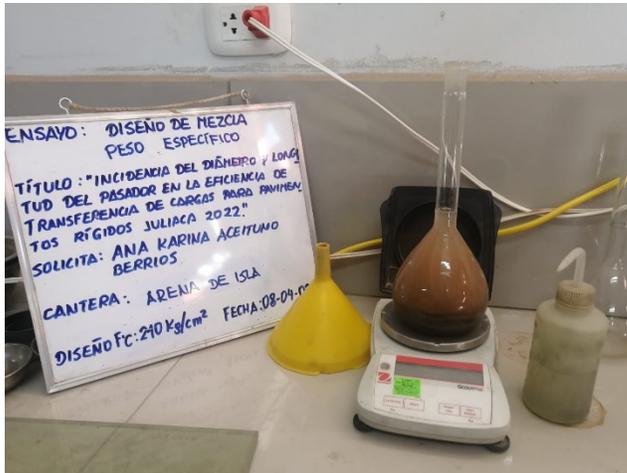


Figura 16: Ejecucion de los ensayos de peso especifico y peso unitario

Elaboración de probetas (ASTM C31)



Figura 17: Moldeo de briquetas

Prueba de resistencia a la compresión (NTP 339.034)



Figura 18: Resistencia a la compresion

Etapas II: Revisión del diseño del pavimento

Se tomo en consideración los datos de la estructura del pavimento existente en la via contigua en vista que abarca el radio de estudio, considerando los siguientes datos:

Estructura del pavimento

- Losa de C° hidráulico e = 8 pulg = 20 cm
- Sub base granular e = 8 pulg = 20 cm
- Sub rasante e = 15 pulg = 40 cm

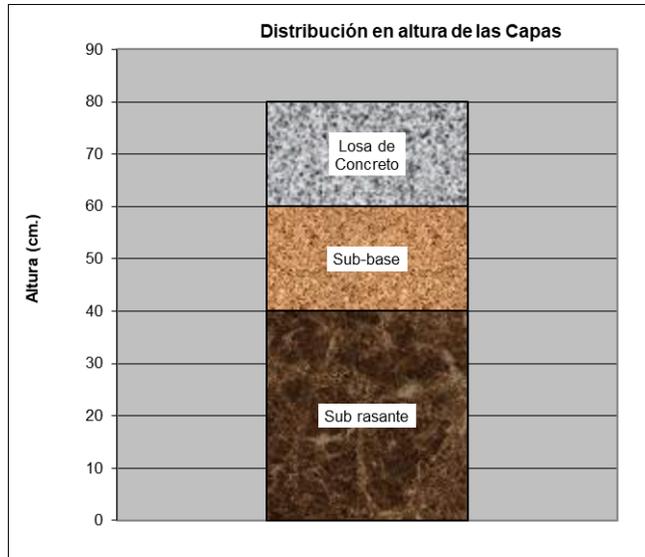


Figura 19: Conformación de la estructura del pavimento

Etapa III: Información para el modelamiento en el software Ever FE 2.26

Con los datos obtenidos en laboratorio de la caracterización de agregados para las diferentes capas de la estructura del pavimento así también del diseño del pavimento.

Considerando para el modulo de elasticidad del concreto:

$$E_c = 15000 * \sqrt{f'_c}$$

Donde:

E_c : Modulo de elasticidad del concreto en kg/cm^2

f'_c : Resistencia a la compresión a los 28 días en kg/cm^2

Por consiguiente el modulo de elasticidad para esta investigación para la resistencia de 210 kg/cm^2 se obtendrá reemplazando en la ecuación dando como resultado $217370.65 \text{ kg/cm}^2$ (21316.78 MPa).

- Para el coeficiente de poisson para la losa a utilizar en la presente investigación y según lo que indica el ACI será de 0.20.
- Coeficiente de expansión térmica del concreto.

Según (Huang, 2004) el coeficiente de expansión térmica lineal se considera $5 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{F}$ ($9 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$).

- Modulo de elasticidad para la subbase granular, subrasante se hallara utilizando la siguiente ecuación:

$$E_{sb}(\text{kg}/\text{cm}^2) = -0.0152 \times (\text{CBR})^2 + 22.4(\text{CBR}) + 512$$

Para realizar el análisis por el método de elementos finitos es necesario conocer estos datos tales como el CBR de la subbase, subrasante lo cual se obtuvo mediante la ejecución de los ensayos en laboratorio:

- ✓ Suelo de fundación = 7.01%
- ✓ Subrasante = 33.5%
- ✓ Subbase = 56.8%

Reemplazando en la ecuación se obtuvieron los siguientes resultados:

- ✓ Suelo de fundación = 668.28 kg/cm² (65.54 MPa)
- ✓ Subrasante = 1245.34 kg/cm² (122.13 MPa)
- ✓ Subbase = 1735.28 kg/cm² (170.17 MPa)
- Coeficiente de poisson de la subbase granular para la presente investigación será 0.35 y para la subrasante de 0.40 según recomendación de la MTC - 2014.
- Modulo resiliente de la subrasante

Para el (Manual de Carreteras - Suelos Geología, 2014), el modulo resiliente se puede obtener mediante una correlación con el dato obtenido del CBR para lo cual se empleara la relación.

$$M_r(\text{psi}) = 2555 \times (\text{CBR})^{0.64}$$

En la presente investigación se tomara el dato de la subrasante mejorada con un CBR = 33.5% reemplazando en la ecuación obtenemos 24177.96 psi (166.70MPa)

- Modulo de reaccion compuesto de la subrasante

El (Manual de Carreteras - Suelos Geología, 2014) nos recomienda formulas de correlación y graficos que nos permitirán obtener un valor aproximado del modulo de reacción compuesta, por consiguiente obtendremos el k_c según las recomendaciones del manual de la MTC (2014).

$$K_c \left(\frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \right) = \left[1 + \left(\frac{h}{38} \right)^2 \times \left(\frac{K_1}{K_0} \right)^{\frac{2}{3}} \right]^{0.5} \times K_0$$

Donde:

K_c = Modulo de reacción compuesta (kg/cm^3)

K_1 = Modulo de reaccion de la subbase granular (kg/cm^3)

K_0 = Modulo de reacción de la subrasante (kg/cm^3)

h = Espesor de la subbase granular

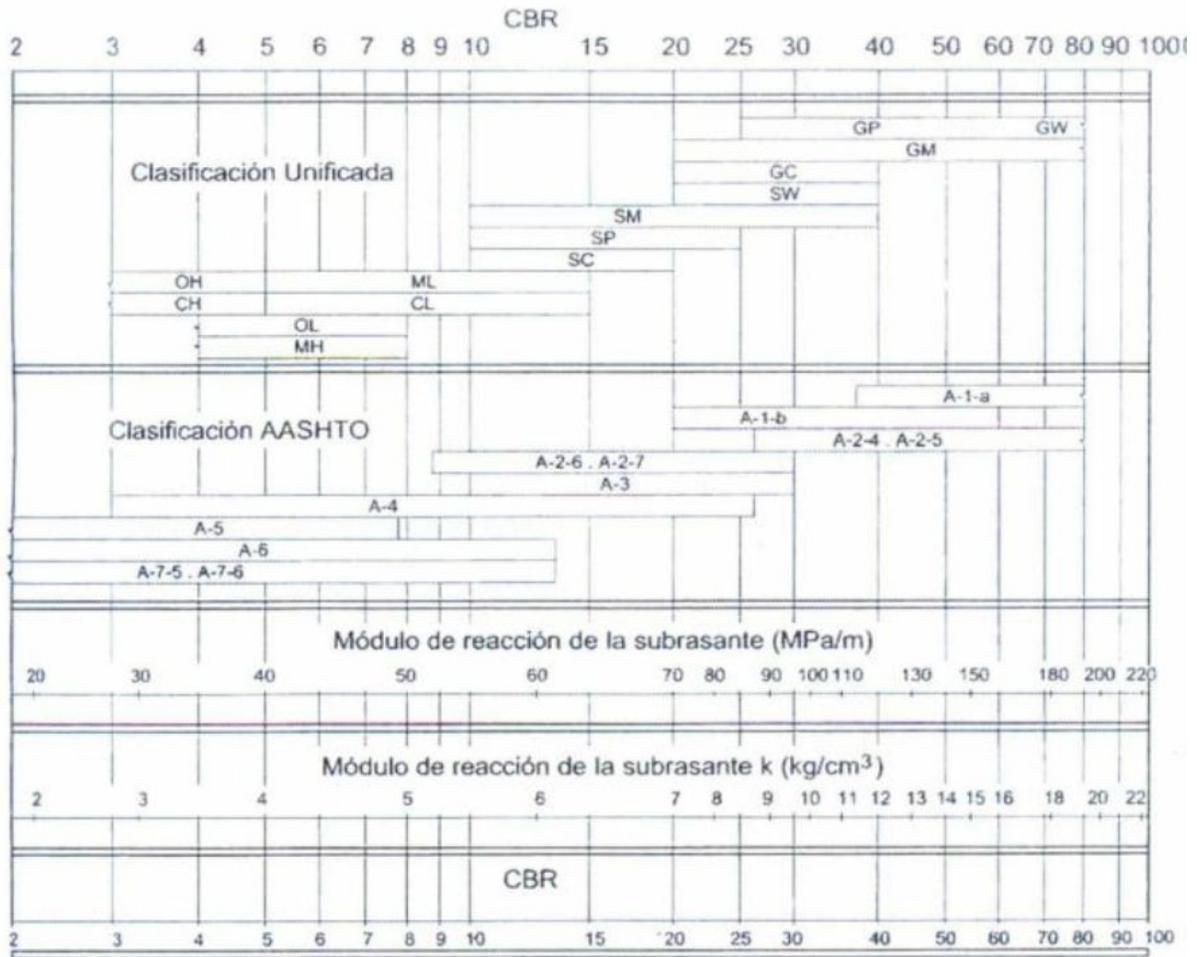


Figura 20: Grafico de correlación para la subrasante, MTC - 2014

El dato para la ejecución y calculo del modulo de reaccion compuesta es el CBR por lo cual para la presente investigación, se utilizo el CBR mejorado de la cantera isla que se uso para mejorar la capa subrasante, asi también el CBR de la capa subbase mejorada con material de la cantera taparachi.

CBR subrasante = 33.5%

CBR subbase = 56.8%

De acuerdo a la figura el $K_0 = 102.90 \text{ MPa}$ (11.45 kg/cm^3) y $K_1 = 152.40 \text{ MPa}$ (17.01 kg/cm^3) reemplazando en la ecuación obtuvimos como modulo de reaccion compuesta 13.36 kg/cm^3 (131.02 MPa).

Datos para el análisis:

Tabla N° 3: *Datos para el modelamiento*

Descripción	Valor	Unidad
Largo (x)	3500	mm
Ancho (y)	3500	mm
Espesor de la losa	200	mm
Modulo de elasticidad del concreto E	21316.78	Mpa
Coeficiente de poisson de la losa u	0.20	
Coeficiente de poisson de la subbase granular u	0.35	
Coeficiente de poisson de la subrasante u	0.40	
Coeficiente de expansion termica α	0.000009	mm/mm/°C
Densidad del concreto	2400	kg/m ³
Espesor de la subbase	200	mm
Modulo de elasticidad de la subbase	170.17	MPa
Espesor de la subrasante	400	mm
Modulo de elasticidad de la subrasante	122.13	MPa
Modulo de reaccion de la subrasante	131.02	MPa

Fuente: Elaboracion propia

Una vez obtenido todos los datos se procedió a realizar el modelamiento en el software Ever FE 2.26 variando los diametros y longitudes del pasador lo cual es el objetivo de estudio de la presente investigacion para asi poder observar el desempeño de las losas del pavimento.

1.- Una vez abierto el programa se coloca los datos de Geometria, como las dimensiones de las losas de pavimento y el espesor de las capas de subbase, subrasante y la losa de concreto.

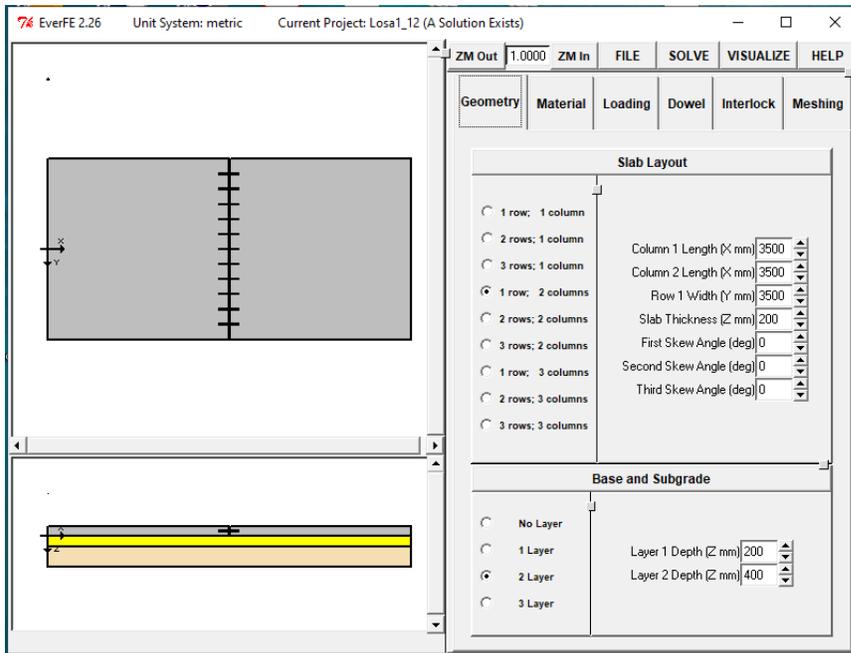


Figura 21: Insertar datos de Geometria

Asi también se coloca los datos del material, como los modulos de elasticidad tanto de la losa de concreto, subbase y subrasante.

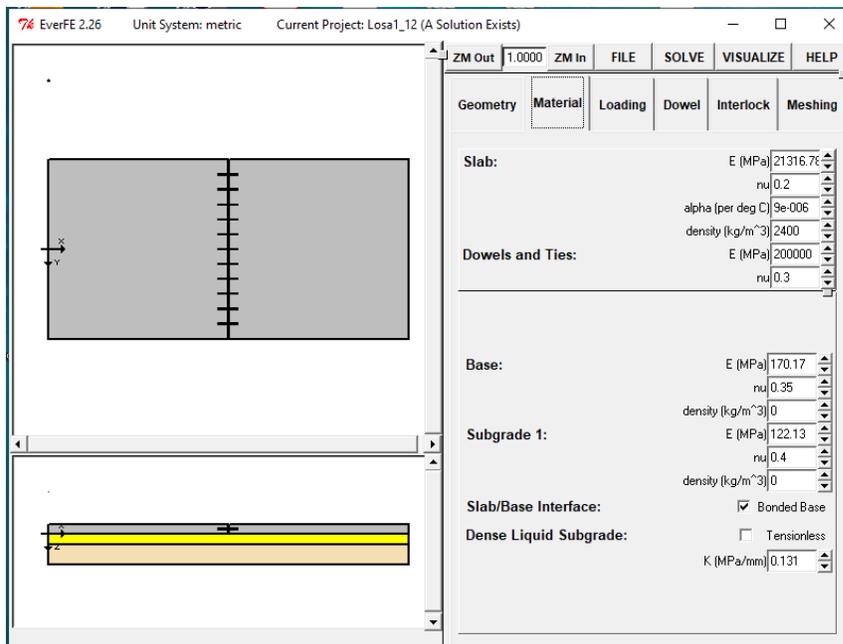


Figura 22: Insertar datos del Material de las diferentes capas del pavimento

Posteriormente se coloca los datos de la carga del vehiculo como tambien la temperatura en el espesor de las losas.

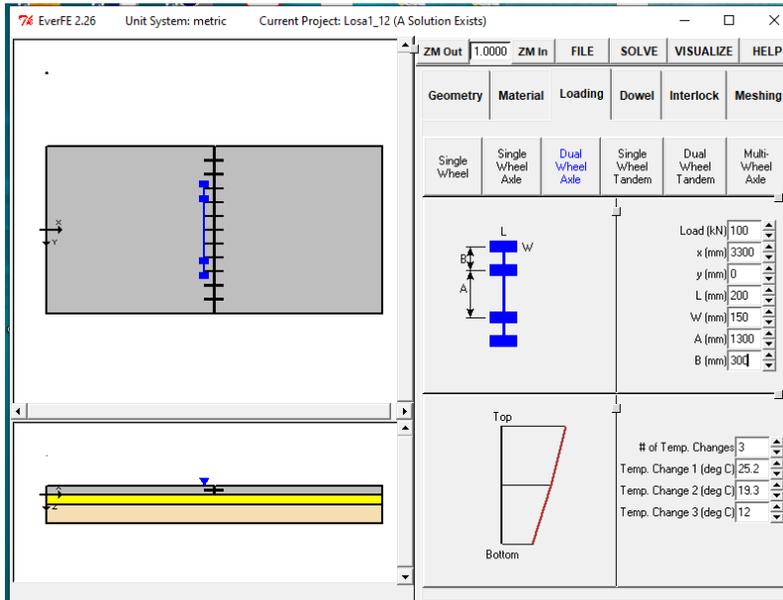


Figura 23: Insertar datos de la carga del vehiculo y temperatura

Para nuestro caso de estudio se cambio los diferentes diametros y longitudes a trabajar manteniendo la misma carga.

D= 1", L=41 cm

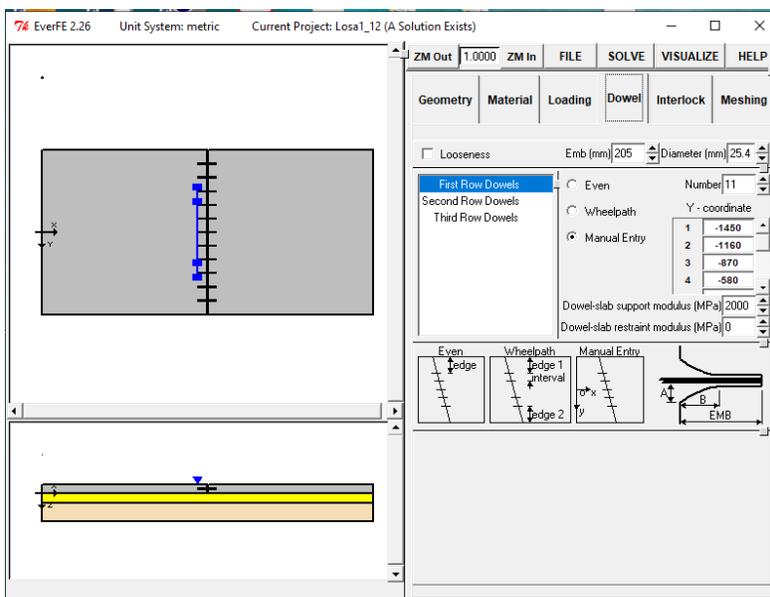


Figura 24: Insertar diametros y longitud del pasador

D=1", L= 46 cm

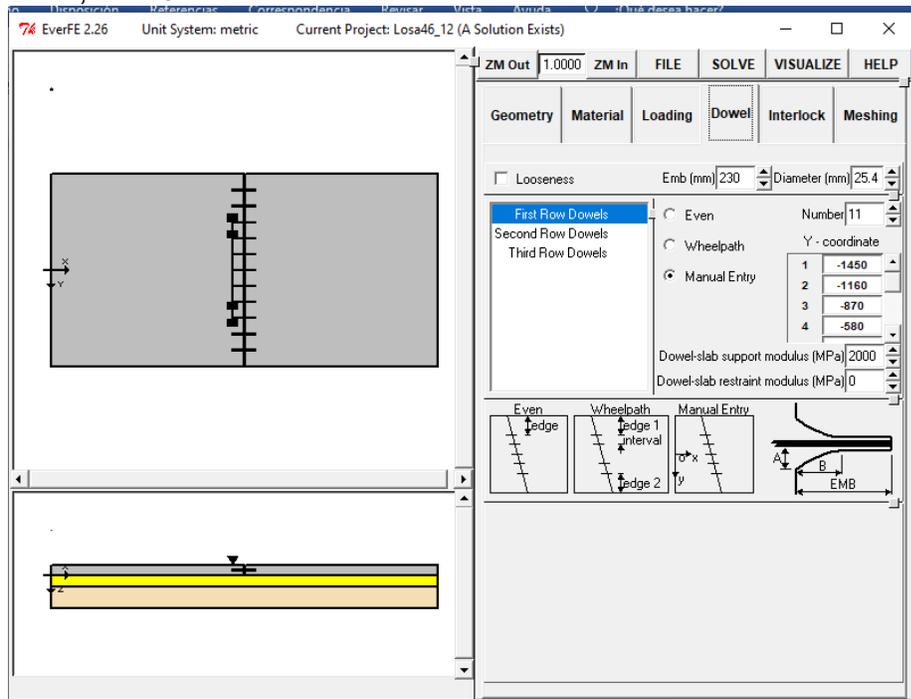


Figura 25: Insertar diametro y longitud del pasador

D= 1", L=51 cm

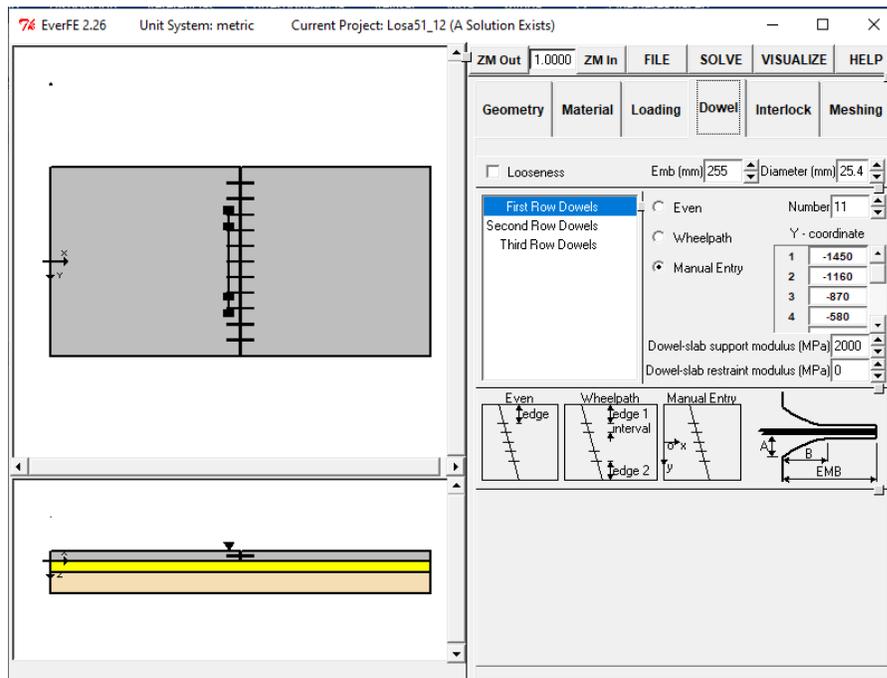


Figura 26: Insertar diametro y longitud del pasador

D=11/8", L=41cm

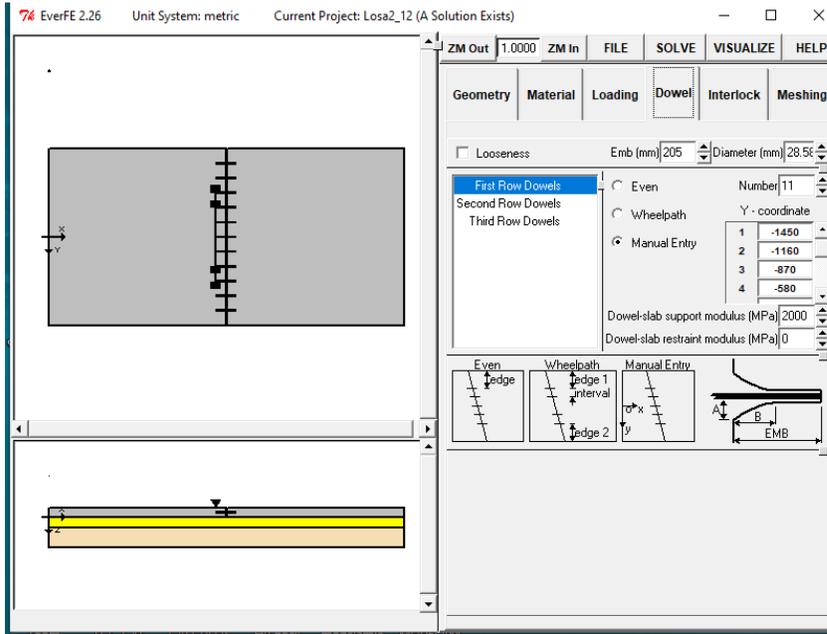


Figura 27: Insertar diametro y longitud del pasador

D=11/8", L=46cm

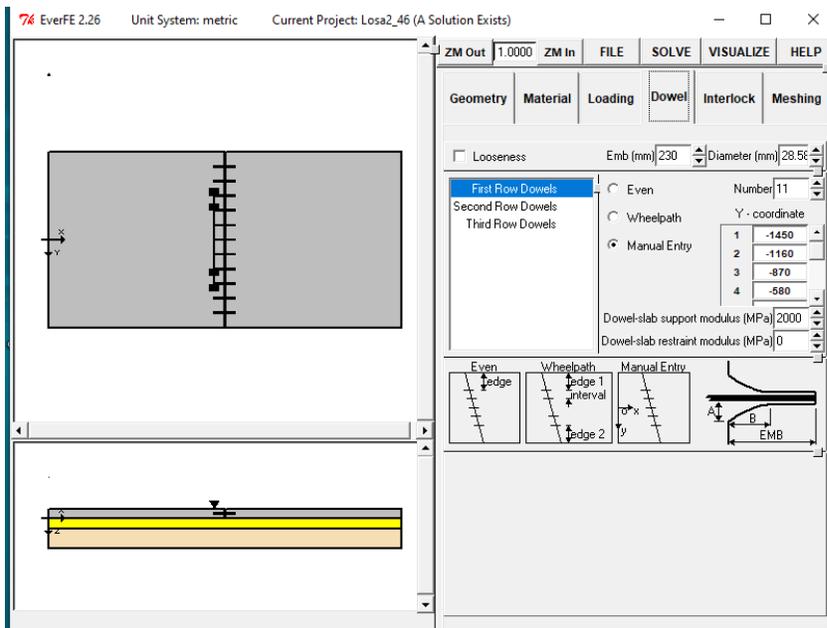


Figura 28: Insertar diametro y longitud del pasador

D=11/8", L=51cm

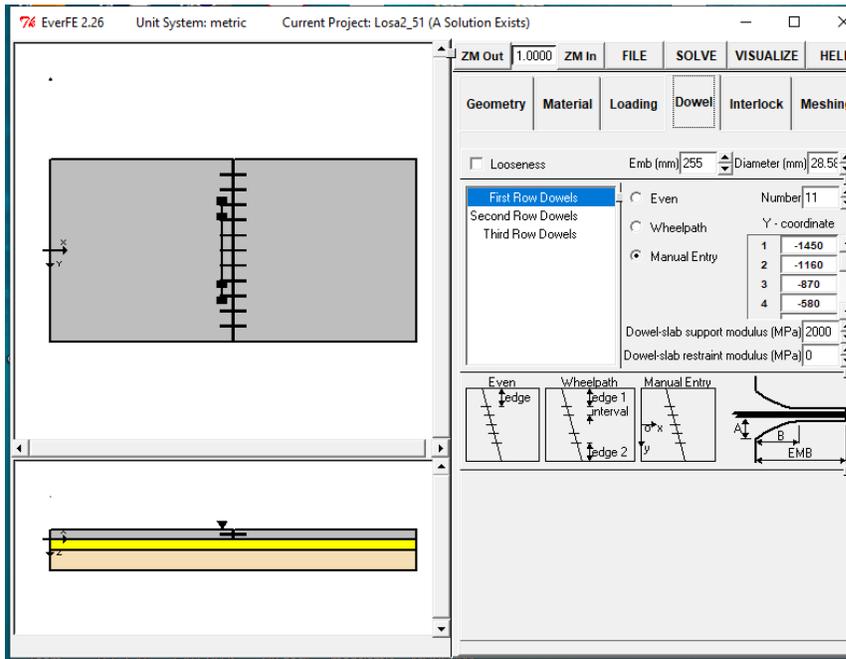


Figura 29: Insertar diametro y longitud del pasador

D=11/4", L=41cm

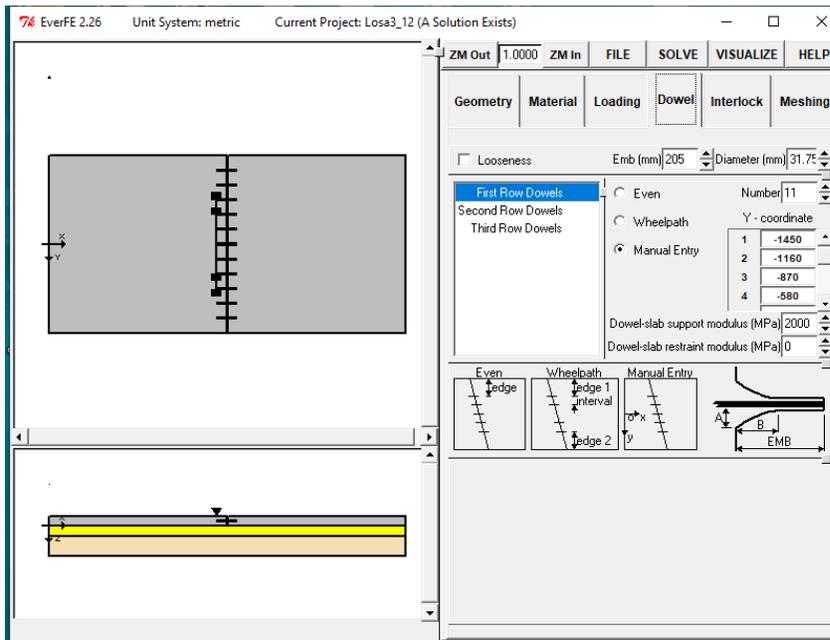


Figura 30: Insertar diametro y longitud del pasador

D=11/4", L=46cm

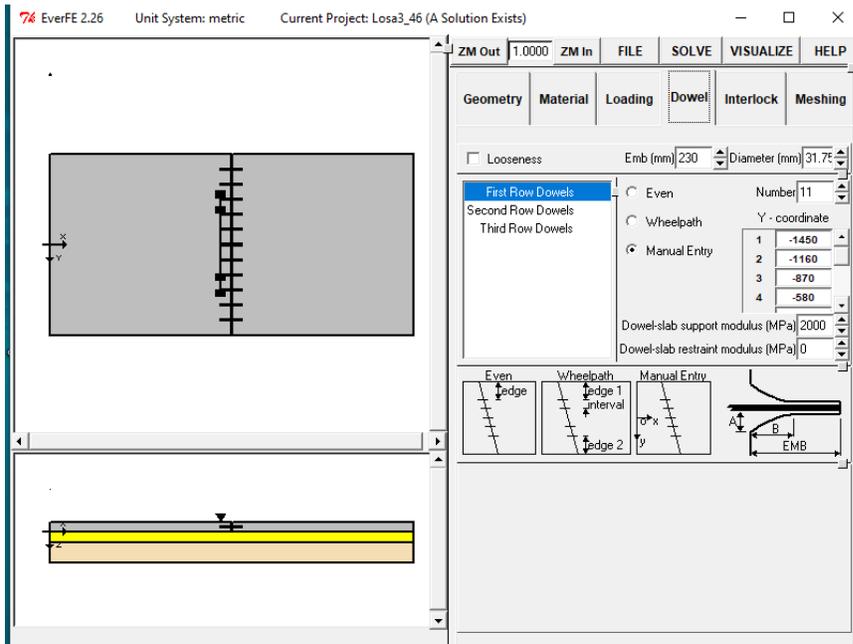


Figura 31: Insertar diametro y longitud del pasador

D=11/4", L=51cm

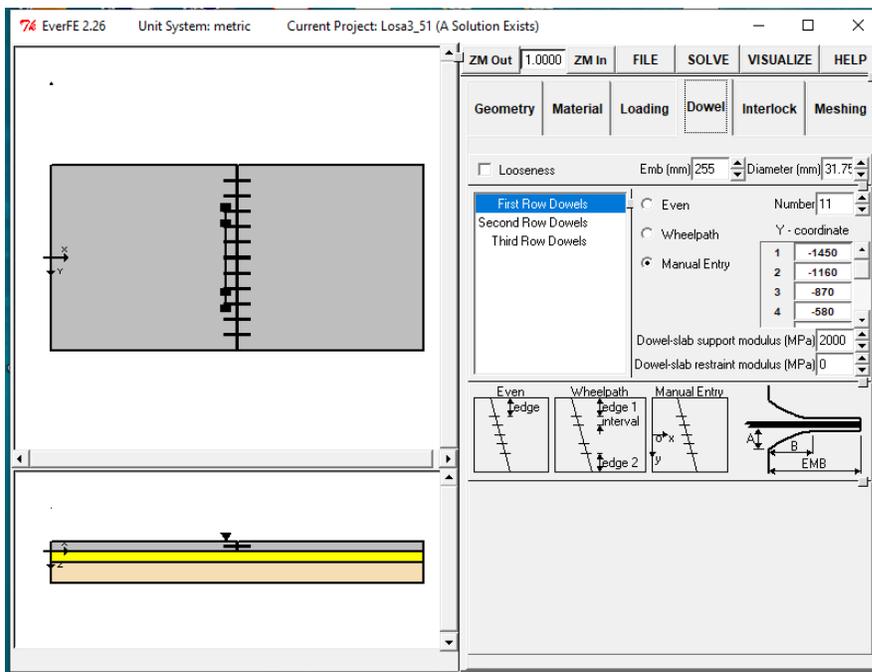


Figura 32: Insertar diametro y longitud del pasador

Ejecucion del modelamiento

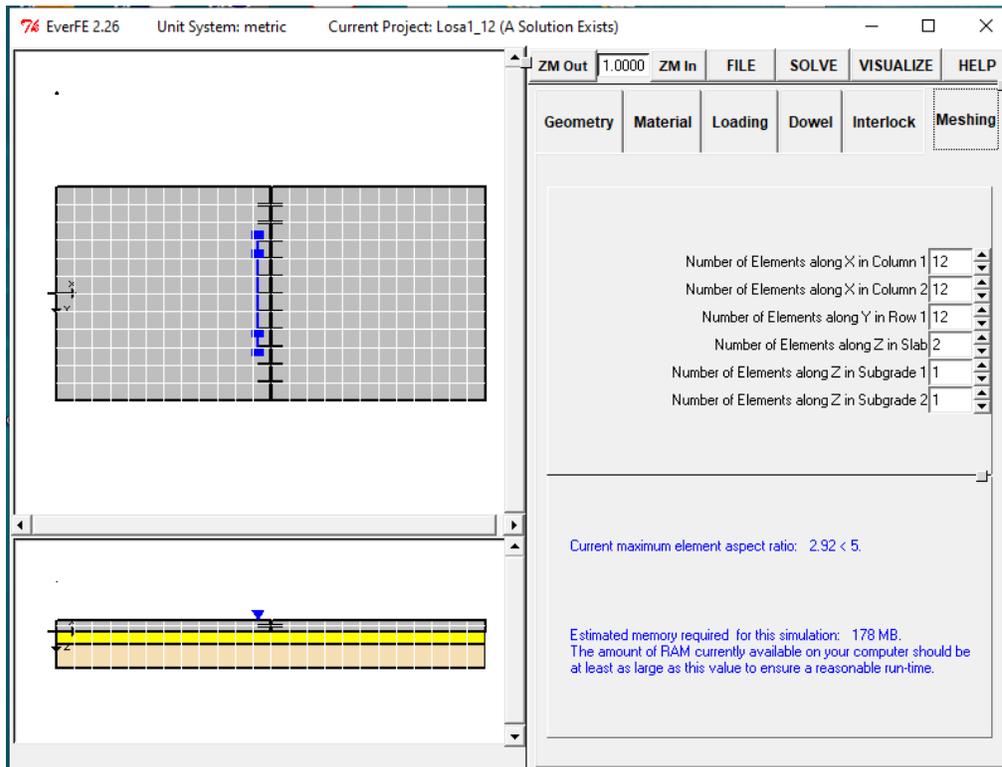


Figura 33: Ejecucion del modelamiento

Etapa IV: Análisis del comportamiento de las losas con el software Ever FE

2.26

Una vez realizado el procedimiento de modelamiento en el software cambiando los diámetros y longitudes del pasador se obtuvo los datos de las deflexiones, desplazamiento y esfuerzos.

D=1", L=41cm

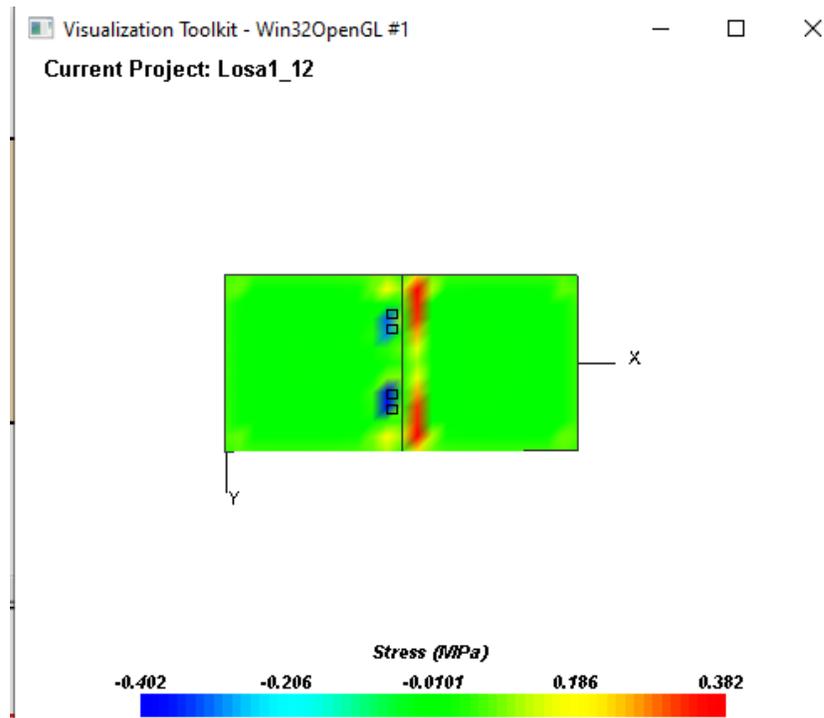


Figura 34: Esfuerzos actuantes en la losa

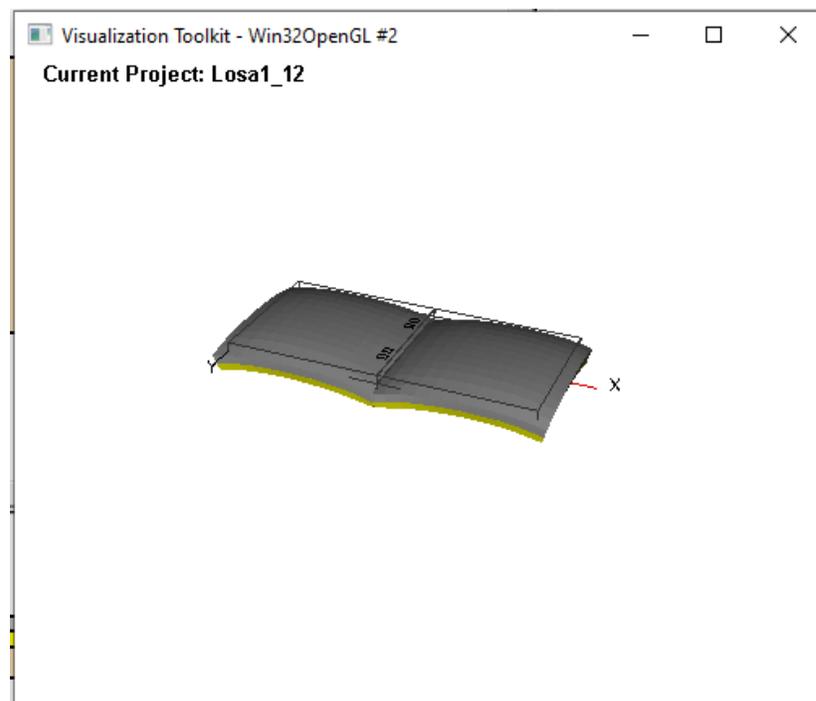


Figura 35: Desplazamiento en la losa debido a la gradiente termica

En la figura 36 se puede observar los datos de las deflexiones, esfuerzos en la losa aplicandole una carga de eje simple de rueda doble por punto de modelacion.

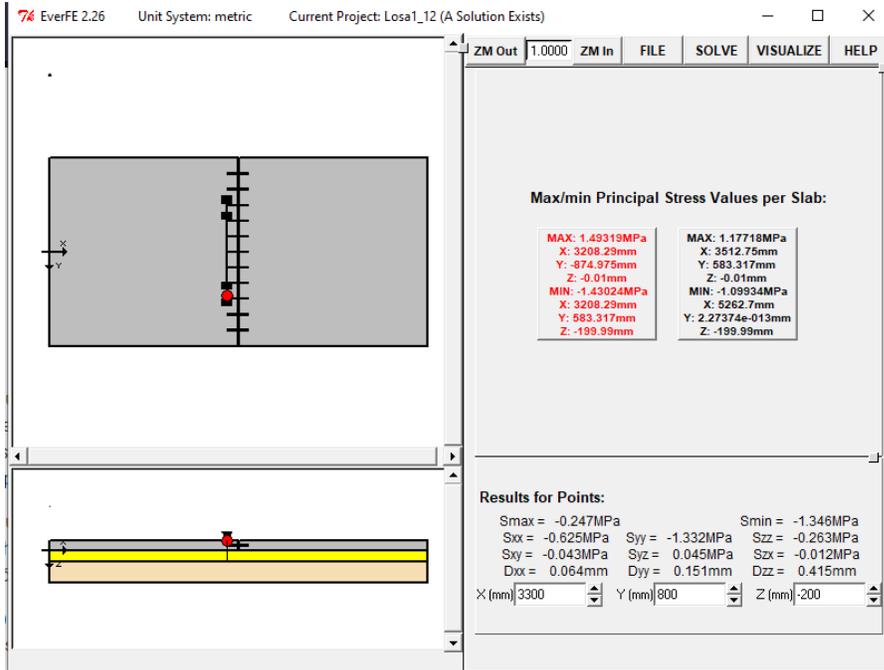


Figura 36: Esfuerzos y deflexiones en la losa con carga

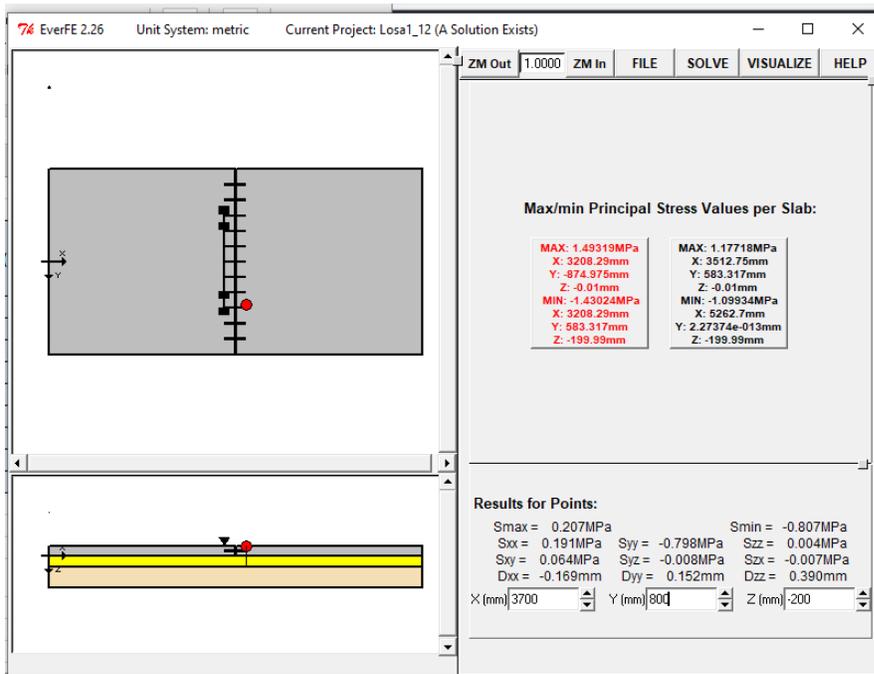


Figura 37: Esfuerzos y Deflexiones en la losa sin carga

D= 1 1/8", L=41cm

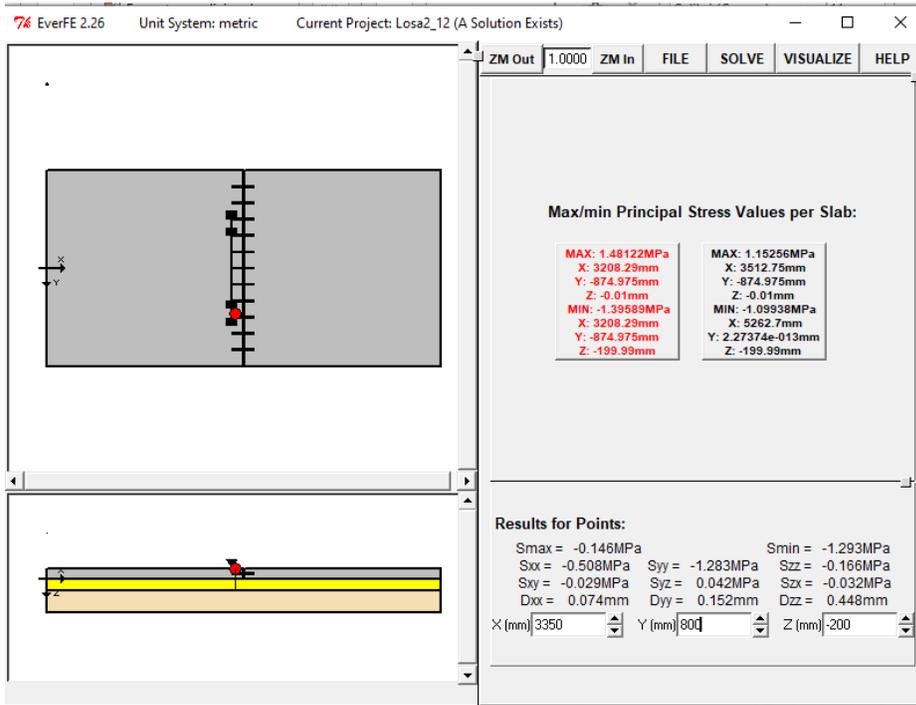


Figura 38: Esfuerzos y deflexiones en la losa con carga

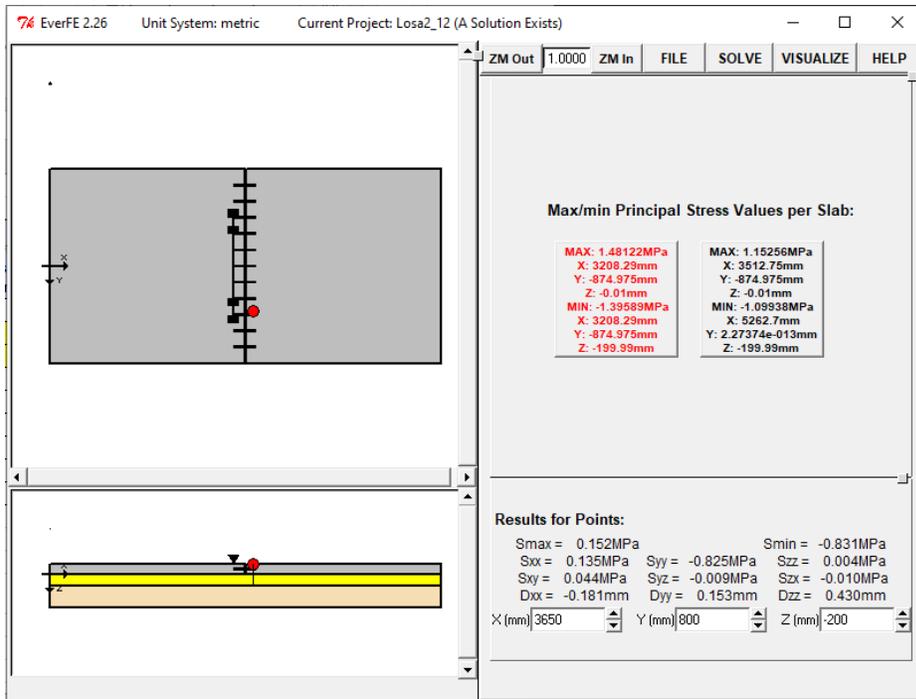


Figura 39: Esfuerzos y deflexiones en la losa sin carga

D=1 1/4", L=41cm

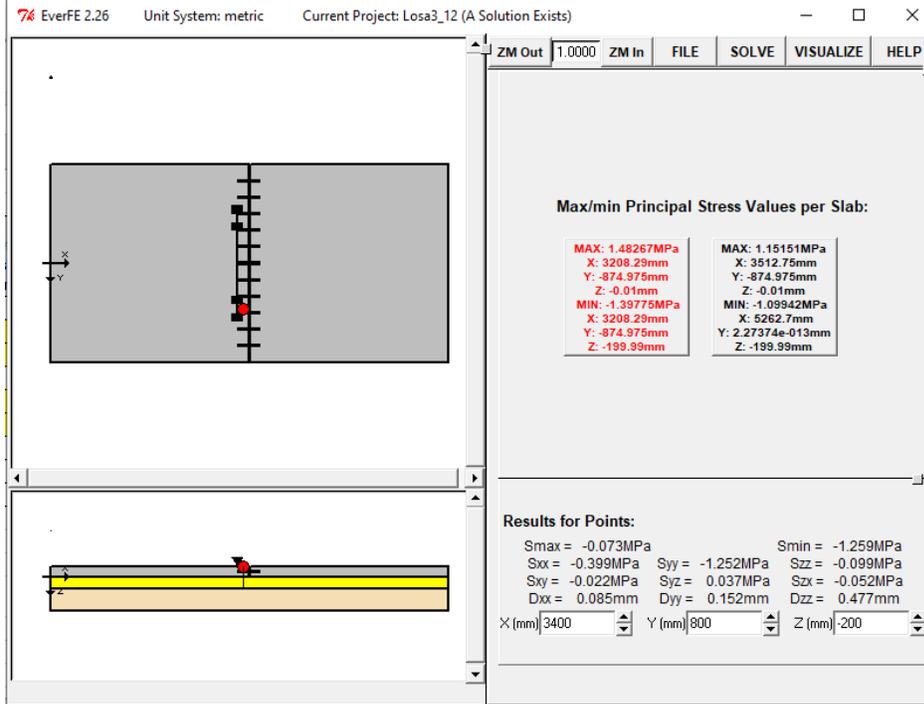


Figura 40: Esfuerzos y deflexiones en la losa con carga

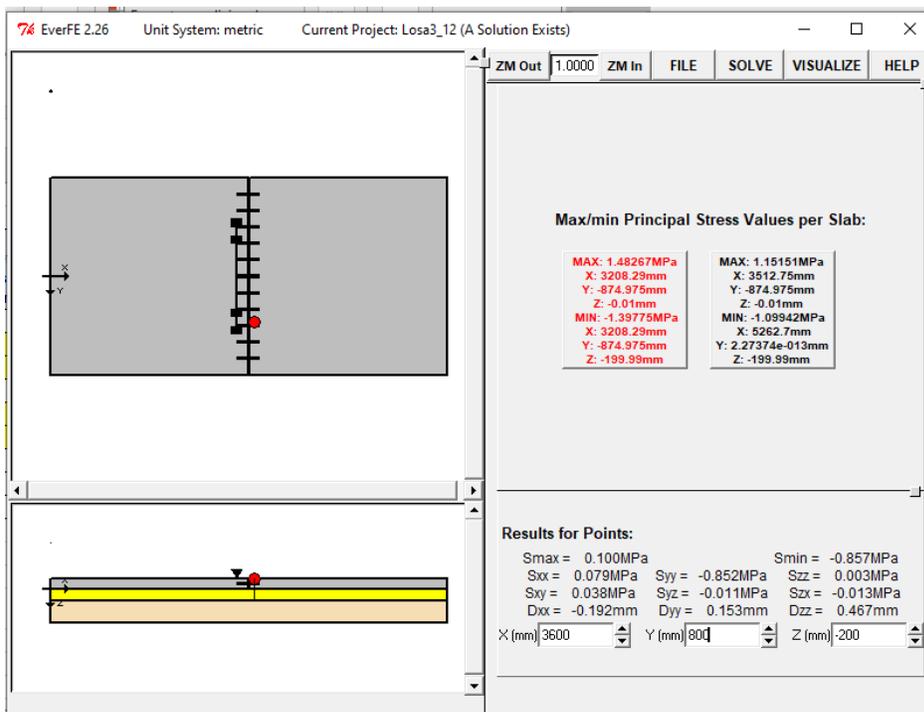


Figura 41: Esfuerzos y deflexiones en la losa sin carga

Etapa V: Calculo de la eficiencia de transferencia de cargas

Con los datos obtenidos de las deflexiones se procedio a calcular la eficiencia de transferencia de cargas por cada variación en cuanto al diámetro y longitud del pasador para poder conocer que pasador es el que otorga una mejor transferencia.

$$E(\%) = \frac{2\Delta_{d'}}{\Delta_d + \Delta_{d'}} * 100$$

Δ_d : Deflexión de la losa cargada.

$\Delta_{d'}$: Deflexión de la losa sin carga.

E: Eficiencia en la transferencia de cargas

Tabla N°4: Datos de Eficiencia de transferencia de cargas

Diametro (in)	Longitud (cm)	Deflexion de losa cargada (mm)	Deflexion de losa sin carga (mm)	Eficiencia (%)
1"	41cm	0.415	0.390	96.89
1"	46cm	0.417	0.393	97.04
1"	51cm	0.419	0.397	97.30
1 1/8"	41cm	0.448	0.430	97.95
1 1/8"	46cm	0.449	0.432	98.07
1 1/8"	51cm	0.451	0.435	98.19
1 1/4"	41cm	0.477	0.467	98.94
1 1/4"	46cm	0.475	0.467	99.15
1 1/4"	51cm	0.509	0.505	99.61

Fuente : Elaboracion propia

3.6 Metodo de Analisis de datos

Según Carrasco (2019), “La prioridad de comparar resultados de distintas series que serán obtenidos por diferentes análisis como formulas, graficos y el uso de programas que esten relacionados con la investigación”.

En el presente estudio se realizara la estadística inferencial utilizando la prueba de normalidad para conocer si tiene una relación normal y asi determinar si corresponde una prueba paramétrica o no paramétrica.

En la cual en la presente investigación corresponde ejecutar una prueba no paramétrica para lo cual se opto utilizar la prueba estadística de Bonferroni la cual se aplica cuando se tienen dos variables independientes y una dependiente, además se emplea cuando los datos son cuantitativos y de tipo escala.

3.7 Aspectos Eticos

Para la presente investigación se siguió los lineamientos de la normativa la cual esta regulada por la Universidad Cesar Vallejo, por lo que la presente investigación cuenta con la autenticidad. Para conocer el porcentaje de similitud se realizara la respectiva revisión en el programa Turmitin. Para la realización de citas y referencias bibliográficas se utilizara el manual de las normas ISO.

Durante el proceso de ejecución de la presente investigación se velara con la realización transparente y buscando que los resultados sean confiables.

Se solictara autorización para recopilación de información de entidades publicas y privadas.

IV. RESULTADOS

Como lo planteado en el objetivo general para la presente investigación:

Determinar como incide el diámetro y longitud del pasador en la eficiencia de transferencia de cargas para pavimentos rígidos Juliaca – 2022.

Con la ejecución del modelamiento en el software Ever FE 2.26 insertando los datos de (geometría, material, cargas, temperatura, diámetros y longitudes de los pasadores) y tomando en consideración la temperatura del 12 m.

Para la presente investigación se realizó el modelamiento variando los diámetros y longitudes del pasador con lo cual se obtuvo los datos de las deflexiones en la losa con carga y sin carga lo cual me permitió realizar el cálculo de la eficiencia de transferencia de cargas.

Tabla N°5: Eficiencia de transferencia de cargas

Diametro (in)	Longitud (cm)	Deflexion de losa cargada (mm)	Deflexion de losa sin carga (mm)	Eficiencia (%)
1"	41cm	0.415	0.390	96.89
1"	46cm	0.417	0.393	97.04
1"	51cm	0.419	0.397	97.30
1 1/8"	41cm	0.448	0.430	97.95
1 1/8"	46cm	0.449	0.432	98.07
1 1/8"	51cm	0.451	0.435	98.19
1 1/4"	41cm	0.477	0.467	98.94
1 1/4"	46cm	0.475	0.467	99.15
1 1/4"	51cm	0.509	0.505	99.61

Fuente: Elaboración Propia

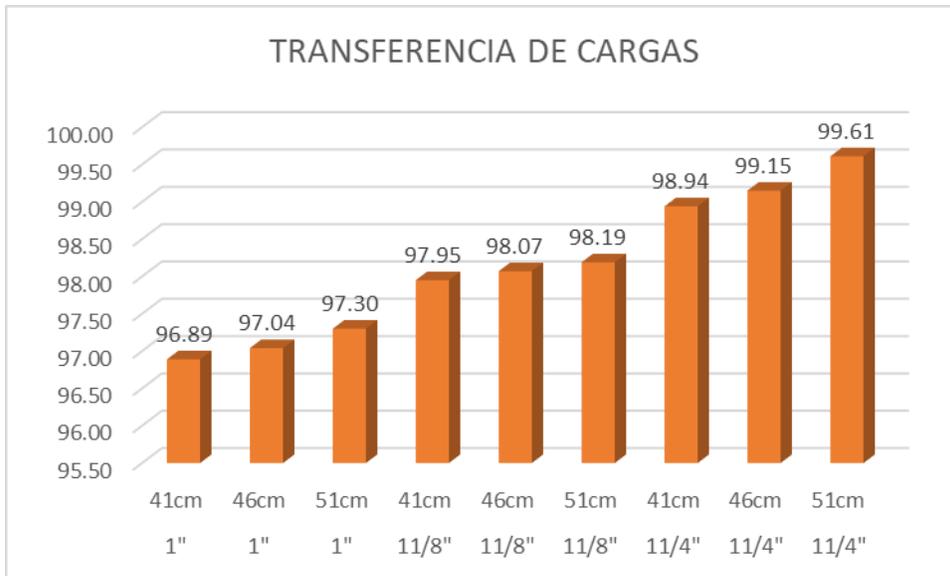


Figura 42: Eficiencia de transferencia de cargas

Interpretacion: Con los datos obtenidos de las deflexiones tanto en la losa con carga y sin carga, y posteriormente reemplazando en la formula se pudo obtener los datos de la eficiencia de transferencia de cargas la cual con el modelamiento del diámetro menor (D=1", L=41cm) llega a una transferencia de cargas del 96.89% mientras el diámetro y longitud del pasador de mayor dimensión (D=1 1/4", L=51cm) incrementa llegando a una transferencia del 99.61%, la cual se puede observar en la figura 42 y tabla N°5.

Formula para hallar la transferencia de cargas.

$$E(\%) = \frac{2\Delta_{d'}}{\Delta_d + \Delta_{d'}} * 100$$

Δ_d : Deflexión de la losa cargada.

$\Delta_{d'}$: Deflexión de la losa sin carga.

E: Eficiencia en la transferencia de cargas

Se puede indicar que con la colocación de pasadores en las juntas del pavimento estos actúan favorablemente permitiendo una mejor transferencia de losa a losa

por consiguiente se evita fisuras prematuras en el pavimento en un corto periodo de tiempo.

Los objetivos específicos planteados:

1. Comprobar como influye el diámetro y longitud del pasador en la deflexión en la junta de contracción de las losas de pavimento rígido.

Con el modelamiento realizado en el software se obtuvo los datos de las deflexiones tanto de la losa con carga y sin carga.

Tabla N°6: Deflexion en la losa con carga y sin carga

Diametro (in)	Longitud (cm)	Deflexion de losa cargada (mm)	Deflexion de losa sin carga (mm)
1"	41cm	0.415	0.390
1"	46cm	0.417	0.393
1"	51cm	0.419	0.397
1 1/8"	41cm	0.448	0.430
1 1/8"	46cm	0.449	0.432
1 1/8"	51cm	0.451	0.435
1 1/4"	41cm	0.477	0.467
1 1/4"	46cm	0.475	0.467
1 1/4"	51cm	0.509	0.505

Fuente: Elaboracion propia

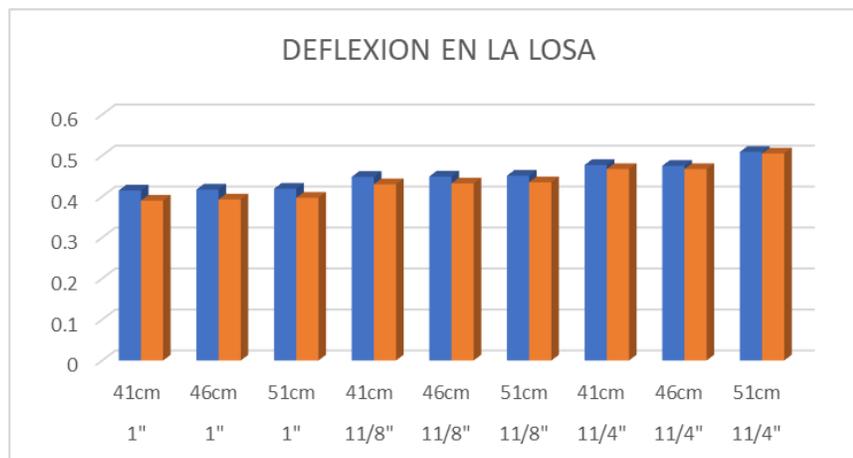


Figura 43: Deflexion de la losa con carga y sin carga

Interpretacion: Mediante el análisis realizado con el modelamiento se pudo obtener los datos de las deflexiones que se presentan en la junta de contracción aplicandole una carga a la estructura del pavimento, el pasador de menor dimensión (D=1", L=41cm) dio como resultado para la LC= 0.415mm y LSC=0.390mm mientras que con el pasador de mayor dimensión (D=1 1/4", L=51cm) se obtuvo las mayores deflexiones tanto en la LC=0.509mm y LSC=0.505mm lo cual se puede observar en la tabla N°6 y figura 43 en la cual podemos indicar que al colocarle un mayor diámetro y longitud del pasador (D=1 1/4", L=51cm) las deflexiones originadas permitirán un trabajo igualitario tanto en la losa con carga y sin carga logrando así un incremento de la transferencia de cargas.

2. Determinar en que medida afecta el diámetro y longitud del pasador en el desplazamiento en el borde de la losas de pavimento rígido.

Con el modelamiento realizado se logro obtener los siguientes resultados en cuanto a los desplazamientos originados en las losas de pavimento rígido.

Tabla N°7: Desplazamiento en el borde de la losa

Diametro (in)	Longitud (cm)	Desplazamiento en el borde de la losa (mm)
1"	41cm	0.096
1"	46cm	0.085
1"	51cm	0.085
1 1/8"	41cm	0.075
1 1/8"	46cm	0.075
1 1/8"	51cm	0.074
1 1/4"	41cm	0.065
1 1/4"	46cm	0.065
1 1/4"	51cm	0.064

Fuente: Elaboracion Propia



Figura 44: Desplazamiento en el borde de la losa

Interpretación: Los desplazamientos que se presentan en la losa debido a la aplicación de una carga de eje simple sobre la estructura del pavimento a medida que se va incrementando los diámetros y longitudes del pasador provoca una disminución en el desplazamiento, en tanto con el pasador de menor dimensión (D=1", L=41cm) se tuvo como resultado un desplazamiento mayor de 0.096mm mientras que con el pasador de mayor dimensión (D=11/4", L=51cm) presento un desplazamiento menor de 0.064mm lo cual se puede observar en la tabla N°7 y figura 44, por ende se puede indicar que al colocarle pasadores de mayor dimensión permite la reducción de los desplazamiento en la estructura del pavimento.

3. Evaluar como incide el diámetro y longitud del pasador en el esfuerzo a compresión de las losas de pavimento rígido.

Con la ejecución del modelamiento en el software se obtuvo los datos del esfuerzo a compresión aplicado a la losa de pavimento rígido:

Tabla N°8: Esfuerzo a compresion de la losa

Diametro (in)	Longitud (cm)	Esfuerzo compresion (kg/cm2)
1"	41cm	15.22
1"	46cm	15.20
1"	51cm	15.20
1 1/8"	41cm	15.17
1 1/8"	46cm	15.17
1 1/8"	51cm	15.15
1 1/4"	41cm	15.22
1 1/4"	46cm	15.14
1 1/4"	51cm	15.12

Fuente: Elaboracion Propia

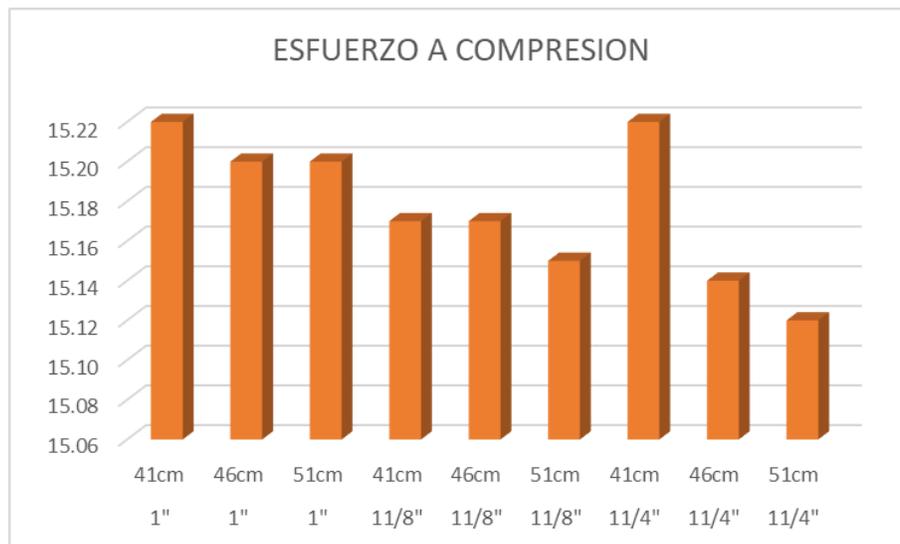


Figura 45: Esfuerzo a traccion en la losa de pavimento

Interpretacion: Con el análisis realizado en el modelamiento se pudo obtener los datos de los esfuerzos a compresion que se presentan en la losa debido al alabeo lo cual se presenta en la parte superior de la losa en donde se obtuvo como resultado para el pasador de menor dimension (D=1", L=41cm) el esfuerzo de 15.22 kg/cm² mientras que con el pasador de mayor dimensión (D=1 1/4", L=51cm), se obtuvo 15.12 kg/cm² reduciendo significativamente lo cual se puede observar en la tabla N°8 y figura 45 por consiguiente se puede indicar que el colocarle un mayor

diámetro y longitud del pasador permitiera la reducción significativa del esfuerzo a compresión.

Los esfuerzos de alabeo hacen que la losa tome la forma convexa debido a los esfuerzos de compresión que inducen a la losa a un mayor esfuerzo empujando la losa hacia arriba mientras en el interior los esfuerzos a tracción halan la losa hacia abajo.

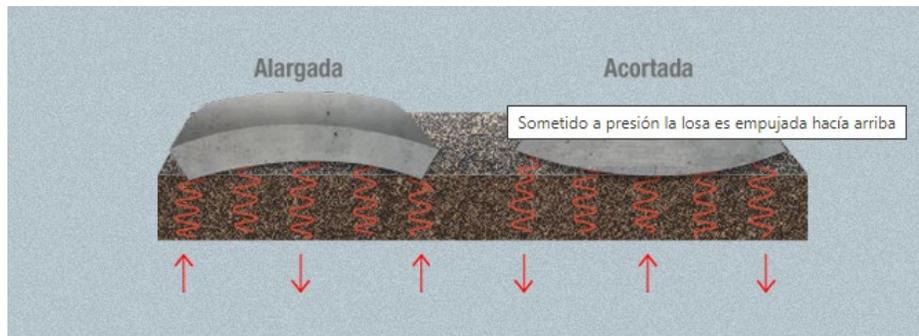


Figura 46: Esfuerzos a compresión y tracción

4. Determinar como influye el diámetro y longitud del pasador en el esfuerzo a tracción de las losas de pavimento rígido..

Tabla N°9: Esfuerzo a tracción en la losa

Diametro (in)	Longitud (cm)	Esfuerzo a tracción (kg/cm ²)
1"	41cm	0.730
1"	46cm	0.550
1"	51cm	0.530
1 1/8"	41cm	0.330
1 1/8"	46cm	0.330
1 1/8"	51cm	0.328
1 1/4"	41cm	0.130
1 1/4"	46cm	0.130
1 1/4"	51cm	0.120

Fuente: Elaboración Propia

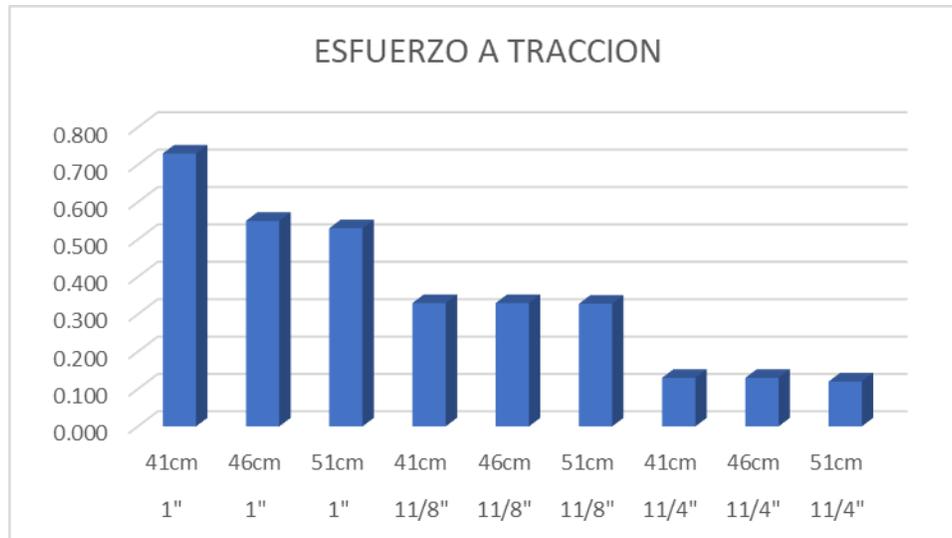


Figura 47: Esfuerzo a traccion en la losa de pavimento

Interpretacion: El esfuerzo a tracción por el efecto de alabeo actúa en la parte interna de la losa la cual hala la losa hacia abajo por ende se obtuvo como resultado para la dimensión menor (D=1", L=41cm) el esfuerzo actuante de 0.730 kg/cm² mientras que para la combinación de mayor dimensión (D=11/4", L=51cm) un esfuerzo de 0.120 kg/cm² lo cual se puede observar en la tabla N°9 y figura 47, por ende el colocarle pasadores de mayor dimensión ayuda en la reducción del esfuerzo a tracción debido a que los esfuerzos actuantes en la losa son mayores a compresión por los esfuerzos de alabeo que inducen a que la losa tome una forma convexa ya que para la presente investigación se trabajo con la temperatura del 12m.

5. Conocer el modulo de reaccion de la subrasante del pavimento rigido

En el manual de carreteras nos indica que el CBR de la capa subrasante debe ser mayor al 6% para que se considere adecuado con lo cual en la presente investigación se obtuvo un valor de CBR = 33.5% haciendo una combinación de material de la cantera de taparachi e isla para su mejoramiento asi también obteniendo un valor de modulo de reacción de 11.45 kg/cm² con lo cual podemos indicar que la capa de subrasante cumple con las especificaciones técnicas del Manual de Carreteras – 2014.

6. Determinar la capacidad de soporte de la capa sub base granular del pavimento rigido

En la norma técnica CE.010 de pavimentos urbanos, nos muestra que para la capa subbase granular de un pavimento rigido los valores de CBR deberán ser mayores o iguales a 30% por lo cual en la presente investigación el modulo de reacción de la subbase ejecutada mediante el ensayo en laboratorio del CBR nos dio un valor de 56.8% asi también cuenta con el modulo de reacción (17.01 Kg/cm²) lo cual me permite indicar que la capa subbase granular cumple con las especificaciones generales de la norma CE. 010 de pavimentos urbanos.

7. Conocer la resistencia a la compresión f'c de la losa del pavimento.

Mediante el ensayo en laboratorio para conocer la resistencia a la compresión de la losa de pavimento la cual fue diseñada para una f'c=210 kg/cm² como se aprecia en el tabla N°10.

Tabla N° 10: Resistencia a la compresión

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	ESFUERZO ROTURA	F'C kg/cm ²	EDAD - DIAS	%
1	Briqueta de prueba (15.07 x 30.0cm)	235.12	210	28	111.95%
2	Briqueta de prueba (15.12 x 30.0 cm)	236.14	210	28	112.65%
3	Briqueta de prueba (15.03 x 30.0 cm)	237.87	210	28	112.80%

Fuente: Elaboracion propia

Con los resultados obtenidos de la resistencia a la compresión y en las cuales pasan el rango de diseño de 210 kg/cm² en la cual la norma CE. 010 de pavimentos urbanos indica que el modulo de rotura debe ser igual o superior a 34 kg/cm² y que en la ACI 363 lo podemos obtener reemplazando en la ecuación:

$$MR = a * \sqrt{f'c}$$

Donde:

MR: Modulo de rotura

F'c: Resistencia a la compresión del concreto

a: Coeficiente de correlación que varia entre 1.99 – 3.18

en la cual reemplazando se obtiene en dato del modulo de rotura siguiente:

$$MR = 2.50 * \sqrt{235.12}$$

$$MR = 38.33 \text{ kg/cm}^2$$

Con lo cual se indica que la resistencia a la compresión es la adecuada.

CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

Contrastacion de Hipotesis General

Prueba de normalidad

Prueba de normalidad para la variable diámetro, longitud del pasador y eficiencia de cargas.

1. Planteamiento de la hipótesis

Ho: Los datos estudiados presentan una distribución Normal para la variable diámetro, longitud del pasador y eficiencia de cargas.

H1: Los datos estudiados no presentan una distribución Normal para la variable diámetro, longitud del pasador y eficiencia de cargas.

2. Nivel de significancia

Para este trabajo el nivel de significancia es de 5%.

3. Prueba estadística

La prueba estadística que se utilizara para el análisis de las variables será la de SHAPIRO – WILK debido a que esta prueba de normalidad es aplicada para muestras pequeñas con menos de 35 datos.

Tabla 11: Ingreso de datos al programa IBM SPSS



2:

	Diametro	Longitud	Eficiencia	var
1	2,54	41,00	96,89	
2	2,54	46,00	97,04	
3	2,54	51,00	97,30	
4	2,86	41,00	97,95	
5	2,86	46,00	98,07	
6	2,86	51,00	98,19	
7	3,18	41,00	98,94	
8	3,18	46,00	99,15	
9	3,18	51,00	99,61	
10				

Fuente: Elaboración propia envase al programa IBM SPSS

4: Decisión

Si $p < 0.05$ Aceptamos la H_0 .

Si $p > 0.05$ Rechazamos la H_0 .

Tabla 12: Variable diámetro, longitud del pasador y eficiencia de cargas.

Resumen de procesamiento de casos

	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Diámetro	9	100,0%	0	0,0%	9	100,0%
Longitud	9	100,0%	0	0,0%	9	100,0%
Eficiencia	9	100,0%	0	0,0%	9	100,0%

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Diámetro	,209	9	,200*	,823	9	,037
Longitud	,209	9	,200*	,823	9	,037
Eficiencia	,140	9	,200*	,945	9	,630

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia envase al programa

- Para la variable diámetro de pasador presenta un $p = 0.037$ es menor que 0.05 aceptamos la H_0 y rechazamos la H_1 en este caso los datos presentan una distribución normal.
- Para la variable longitud de pasador presenta un $p = 0.037$ es menor que 0.05 aceptamos la H_0 y rechazamos la H_1 en este caso los datos presentan una distribución normal.
- Para la variable eficiencia de cargas presenta un $p = 0.630$ es mayor que 0.05 rechazamos la H_0 y aceptamos la H_1 en este caso los datos NO tienen una distribución normal.

5. Conclusión:

Los datos evaluados no tienen una distribución normal, por el cual debemos utilizar la estadística no paramétrica y la prueba que se empleara para la contrastación de la hipótesis sera la prueba de bonferroni.

1. Planteamiento de la hipótesis

Ho: El diámetro y longitud del pasador No influye positivamente en la eficiencia de transferencia de cargas para pavimentos rígidos Juliaca - 2022.

H₁: El diámetro y longitud del pasador influye positivamente en la eficiencia de transferencia de cargas para pavimentos rígidos Juliaca - 2022.

2. Nivel de significancia

Nivel de significancia = 5%

3. Prueba estadística

La Prueba estadística que se empleara es la de bonferroni, debido a que esta prueba estadística se aplica cuando se tienen dos variables independientes (diámetro, longitud del pasador) y una dependiente (Eficiencia de transferencia de cargas), además se emplea cuando los datos son cuantitativos y de tipo escala.

4. Decisión

Si $p > 0.05$ Aceptamos la Ho.

Si $p < 0.05$ Rechazamos la Ho.

Tabla 13: Ingreso de datos para el análisis de la prueba estadística

	Diametro	Longitud	Eficiencia	var
1	2,54	41,00	96,89	
2	2,54	46,00	97,04	
3	2,54	51,00	97,30	
4	2,86	41,00	97,95	
5	2,86	46,00	98,07	
6	2,86	51,00	98,19	
7	3,18	41,00	98,94	
8	3,18	46,00	99,15	
9	3,18	51,00	99,61	
10				

Fuente: Elaboración propia envase al programa IBM SPSS

Tabla 14: Prueba de bonferroni

Diametro	Longitud	Eficiencia	var							
2,54	41,00	96,89								
2,54	46,00	97,04								
2,54	51,00	97,30								
2,86	41,00	97,95								
2,86	46,00	98,07								
2,86	51,00	98,19								
3,18	41,00	98,94								
3,18	46,00	99,15								
3,18	51,00	99,61								

Univariate: Comparaciones múltiples post hoc para las medias observadas

Factores:
 Diametro
 Longitud

Pruebas post hoc para:
 Diametro
 Longitud

Assuming equal variances

- DMS
- Bonferroni
- Sidak
- Scheffe
- R-E-G-W-F
- R-E-G-W-Q
- S-N-K
- Tukey
- Tukey-b
- Duncan
- GT2 de Hochberg
- Gabriel
- Waller-Duncan
- Dunnett

Tasa de errores tipo I/tipo II: 100

Categoría de control: Último

Prueba: Bilateral < Control > Control

Not assuming equal variances

- T2 de Tamhane
- T3 de Dunnett
- Games-Howell
- C de Dunnett

Continuar Cancelar Ayuda

Fuente: Elaboración propia envase al programa IBM SPSS

Tabla 15: Resultados de la interrelación de las variables

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Eficiencia

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	14,682 ^a	8	1,835	36705,000	,000
Interceptación	173336,832	1	173336,832	3466736641	,000
Diametro	13,983	2	6,991	139825,333	,000
Longitud	,595	2	,298	5952,000	,000
Diametro * Longitud	,104	4	,026	521,333	,000
Error	,000	9	5,000E-5		
Total	173351,515	18			
Total corregido	14,682	17			

a. R al cuadrado = 1,000 (R al cuadrado ajustada = 1,000)

Fuente: Elaboración propia envase al programa

Como el p valor es = 0.000 es menor que 0.05 rechazamos la Ho y aceptamos la H₁.

5. Conclusión

En consecuencia, sostenemos que el diámetro y longitud del pasador influye positivamente en la eficiencia de transferencia de cargas para pavimentos rígidos Juliaca – 2022.

Contrastacion de Hipotesis Especifica 1

Prueba de normalidad

Prueba de normalidad para la variable diámetro, longitud del pasador y Deflexión.

1. Planteamiento de la hipótesis

Ho: Los datos estudiados tienen una distribución Normal para la variable diámetro, longitud del pasador y deflexión.

H₁: Los datos estudiados no tienen una distribución Normal para la variable diámetro, longitud del pasador y deflexión.

2. Nivel de significancia

Para este trabajo el nivel de significancia es de 5%.

3. Prueba estadística:

La prueba estadística que se utilizara para el análisis de las variables será la prueba de SHAPIRO – WILK debido a que esta prueba de normalidad es aplicada para muestras pequeñas con menos de 35 datos.

Tabla 16: Ingreso de datos en el software SPSS IBM



The image shows a screenshot of the SPSS IBM software interface. At the top, there is a menu bar with the following options: Archivo, Editar, Ver, Datos, Transformar, Analizar, and Marketin. Below the menu bar is a toolbar with various icons for file operations (like folder, save, print) and data manipulation (like copy, paste, delete, insert). Below the toolbar, there is a text box containing the number '6'. Below the text box is a data entry window with a table. The table has 5 columns: 'Diametro', 'Longitud', 'Variación', and 'var'. The first column is numbered 1 through 9. The data values are as follows:

	Diametro	Longitud	Variación	var
1	2,54	41,00	,025	
2	2,54	46,00	,024	
3	2,54	51,00	,022	
4	2,86	41,00	,018	
5	2,86	46,00	,017	
6	2,86	51,00	,016	
7	3,18	41,00	,010	
8	3,18	46,00	,008	
9	3,18	51,00	,004	

Fuente: Elaboracion propia en base al programa estadístico

4: Decisión

Si $p < 0.05$ Aceptamos la H_0 .

Si $p > 0.05$ Rechazamos la H_0 .

Tabla 17: Resultados de la interrelación de las variables

Resumen de procesamiento de casos

	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Diametro	9	100,0%	0	0,0%	9	100,0%
Longitud	9	100,0%	0	0,0%	9	100,0%
Variación de deflexión	9	100,0%	0	0,0%	9	100,0%

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Diametro	,209	9	,200 [*]	,823	9	,037
Longitud	,209	9	,200 [*]	,823	9	,037
Variación de deflexión	,167	9	,200 [*]	,941	9	,596

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia envase al programa

- Para la variable diámetro de pasador presenta un $p = 0.037$ es menor que 0.05 aceptamos la H_0 y rechazamos la H_1 en este caso los datos presentan una distribución normal.
- Para la variable longitud de pasador presenta un $p = 0.037$ es menor que 0.05 aceptamos la H_0 y rechazamos la H_1 en este caso los datos presentan una distribución normal.
- Para la variable variación de deflexión presenta un $p = 0.596$ es mayor que 0.05 rechazamos la H_0 y aceptamos la H_1 en este caso los datos NO tienen una distribución normal.

5. Conclusión:

Los datos evaluados no tienen una distribución normal, por el cual debemos utilizar la estadística no paramétrica y la prueba que se empleara para la contrastación de la hipótesis será la prueba de bonferroni.

1. Planteamiento de la hipótesis

Ho: A mayor diametro y longitud del pasador la deflexión en la junta de contraccion de las losas de pavimento rigido, no es similar en las losas adyacentes con carga y sin carga.

H₁: A mayor diámetro y longitud del pasador la deflexión en la junta de contracción de las losas de pavimento rigido, es similar en las losas adyacentes con carga y sin carga.

2. Nivel de significancia

Nivel de significancia = 5%

3. Prueba estadística

La prueba estadística que se empleara es la Bonferroni, debido a que esta prueba estadística se aplica cuando se tienen dos variables independientes (Diametro, longitud del pasador) y una dependiente (Deflexion en la junta de contraccion), además se emplea cuando los datos son cuantitativos y de tipo escala.

4. Decisión

Si $p > 0.05$ Aceptamos la Ho.

Si $p < 0.05$ Rechazamos Ho.

Tabla 18: Ingreso de datos en el software SPSS IBM

	Diametro	Longitud	Variación	var
1	2,54	41,00	,025	
2	2,54	46,00	,024	
3	2,54	51,00	,022	
4	2,86	41,00	,018	
5	2,86	46,00	,017	
6	2,86	51,00	,016	
7	3,18	41,00	,010	
8	3,18	46,00	,008	
9	3,18	51,00	,004	

Fuente: Elaboracion del programa estadístico

Tabla 19: Resultados de la interrelación de las variables

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Variación de deflexión

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	,001 ^a	8	,000	215,000	,000
Interceptación	,005	1	,005	9801,000	,000
Diametro	,001	2	,000	809,333	,000
Longitud	4,133E-5	2	2,067E-5	41,333	,000
Diametro * Longitud	9,333E-6	4	2,333E-6	4,667	,026
Error	4,500E-6	9	5,000E-7		
Total	,006	18			
Total corregido	,001	17			

a. R al cuadrado = ,995 (R al cuadrado ajustada = ,990)

Fuente: Elaboración propia envase al programa

Como el $p = 0.026$ es menor que 0.05 rechazamos la H_0 y aceptamos la H_1 .

5. Conclusión

Por ende, se indica que a mayor diámetro y longitud del pasador la deflexión en la junta de contracción de las losas de pavimento rígido, es similar en las losas adyacentes con carga y sin carga.

Contrastación de Hipotesis Especifica 2

Prueba de normalidad

Prueba de normalidad para la variable diámetro, longitud del pasador y

Desplazamiento en el borde de la losa.

1. Planteamiento de la hipótesis

H_0 : Los datos evaluados tienen una distribución normal para la variable diámetro, longitud del pasador y desplazamiento.

H_1 : Los datos evaluados no tienen una distribución normal para la variable diámetro, longitud del pasador y desplazamiento.

2. Nivel de significancia

Para este trabajo el nivel de significancia es de 5%.

3. Prueba estadística

La prueba estadística que se utilizara para el análisis de las variables se empleara la prueba de SHAPIRO – WILK debido a que esta prueba de normalidad es aplicada para muestras pequeñas con menos de 35 datos.

Tabla 20: Ingreso de datos en el software SPSS IBM



The screenshot shows the SPSS IBM software interface. The menu bar includes 'Archivo', 'Editar', 'Ver', 'Datos', 'Transformar', 'Analizar', and 'Marketing'. Below the menu bar is a toolbar with icons for file operations (folder, save, print, save as), navigation (back, forward), and data management (import, export, refresh). The main window displays a data table with the following columns: 'Diametro', 'Longitud', 'Desplazamiento', and 'var'. The rows are numbered 1 through 11.

	Diametro	Longitud	Desplazamiento	var
1	2,54	41,00	,0960	
2	2,54	46,00	,0850	
3	2,54	51,00	,0850	
4	2,86	41,00	,0750	
5	2,86	46,00	,0750	
6	2,86	51,00	,0740	
7	3,18	41,00	,0650	
8	3,18	46,00	,0650	
9	3,18	51,00	,0640	
10				
11				

Fuente: Elaboracion en base al programa estadistico

4. Decisión

Si $p < 0.05$ Aceptamos la H_0 .

Si $p > 0.05$ Rechazamos la H_0 .

Tabla 21: Resultados de la interrelación de las variables

Resumen de procesamiento de casos						
	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Diametro	9	100,0%	0	0,0%	9	100,0%
Longitud	9	100,0%	0	0,0%	9	100,0%
Desplazamiento en el borde de la losa	9	100,0%	0	0,0%	9	100,0%

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Diametro	,209	9	,200 [*]	,823	9	,037
Longitud	,209	9	,200 [*]	,823	9	,037
Desplazamiento en el borde de la losa	,203	9	,200 [*]	,905	9	,282

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.
a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia envase al programa

- Para la variable diámetro de pasador presenta un $p = 0.037$ es menor que 0.05 aceptamos la H_0 y rechazamos la H_1 en este caso los datos tienen una distribución normal.
- Para la variable longitud de pasador presenta un $p = 0.037$ es menor que 0.05 aceptamos la H_0 y rechazamos la H_1 en este caso los datos tienen una distribución normal.
- Para la variable desplazamiento en el borde de la losa presenta un $p = 0.282$ es mayor que 0.05 rechazamos la H_0 y aceptamos la H_1 en este caso los datos NO tienen una distribución normal.

5. Conclusión:

Los datos estudiados no siguen una distribución normal, por el cual debemos utilizar la estadística no paramétrica y la prueba que se empleara para la contrastación de la hipótesis será la prueba de Bonferroni.

1. Planteamiento de la hipótesis

Ho: El empleo de un mayor diámetro y longitud del pasador NO reduce significativamente el desplazamiento en el borde de las losas de pavimento rígido debido a la gradiente térmica.

H₁: El empleo de un mayor diámetro y longitud del pasador reduce significativamente el desplazamiento en el borde de las losas de pavimento rígido debido a la gradiente térmica.

2. Nivel de significancia

Nivel de significancia = 5%

3. Prueba estadística

La Prueba estadística que se empleara es la de Bonferroni, debido a que esta prueba estadística se aplica cuando se tienen dos variables independientes (diámetro, longitud del pasador) y una dependiente (Desplazamiento en el borde), además se emplea cuando los datos son cuantitativos y de tipo escala.

4. Decisión

Si $p > 0.05$ Aceptamos la Ho.

Si $p < 0.05$ Rechazamos la Ho.

Tabla 22: Ingreso de datos en el software SPSS IBM

	Diametro	Longitud	Desplazamiento	var
1	2,54	41,00	,0960	
2	2,54	46,00	,0850	
3	2,54	51,00	,0850	
4	2,86	41,00	,0750	
5	2,86	46,00	,0750	
6	2,86	51,00	,0740	
7	3,18	41,00	,0650	
8	3,18	46,00	,0650	
9	3,18	51,00	,0640	
10				
11				

Fuente: Elaboracion del programa estadístico

Tabla 23: Resultados de la interrelación de las variables

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Desplazamiento en el borde de la losa

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	,002 ^a	8	,000	47700,000	,000
Interceptación	,104	1	,104	20820969,00	,000
Diametro	,002	2	,001	174400,000	,000
Longitud	6,533E-5	2	3,267E-5	6533,333	,000
Diametro * Longitud	9,867E-5	4	2,467E-5	4933,333	,000
Error	4,500E-8	9	5,000E-9		
Total	,106	18			
Total corregido	,002	17			

a. R al cuadrado = 1,000 (R al cuadrado ajustada = 1,000)

Como el $p = 0.000$ es menor que 0.05 rechazamos la H_0 y aceptamos la H_1 .

5. Conclusión

En consecuencia, se indica que el empleo de un mayor diámetro y longitud del pasador reduce significativamente el desplazamiento en el borde de las losas de pavimento rígido debido a la gradiente térmica.

Contrastacion de Hipotesis Especifico 3

Prueba de normalidad

Prueba de normalidad para la variable diámetro, longitud del pasador y esfuerzo a compresión

1. Planteamiento de la hipótesis

H₀: Los datos estudiados siguen una distribución Normal para la variable diámetro, longitud del pasador y esfuerzo de compresión.

H₁: Los datos estudiados no siguen una distribución Normal para la variable diámetro, longitud del pasador y esfuerzo de compresión.

2. Nivel de significancia

Para este trabajo el nivel de significancia es de 5%.

3. Prueba estadística

La prueba estadística que se utilizara para el análisis de las variables será la de SHAPIRO – WILK debido a que esta prueba de normalidad es aplicada para muestras pequeñas con menos de 35 datos.

Tabla 24: Ingreso de datos en el software SPSS IBM

	Diametro	Longitud	Esfuerzo_a_compresion	var	var	var
1	2.54	41.00	15.22			
2	2.54	46.00	15.20			
3	2.54	51.00	15.20			
4	2.86	41.00	15.17			
5	2.86	46.00	15.17			
6	2.86	51.00	15.15			
7	3.18	41.00	15.22			
8	3.18	46.00	15.14			
9	3.18	51.00	15.12			
10						
11						
12						

Fuente: Elaboracion en base al programa estadistico

4. Decisión

Si $p < 0.05$ Aceptamos la H_0 .

Si $p > 0.05$ Rechazamos la H_0 .

Tabla 25: Resultados de la interrelación de las variables

Resumen de procesamiento de casos						
	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Diametro	9	100,0%	0	0,0%	9	100,0%
Longitud	9	100,0%	0	0,0%	9	100,0%
Esfuerzo a compresión	9	100,0%	0	0,0%	9	100,0%

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Diametro	,209	9	,200*	,823	9	,037
Longitud	,209	9	,200*	,823	9	,037
Esfuerzo a compresión	,249	9	,114	,909	9	,310

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.
a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboracion en base al programa estadistico

- Para la variable diámetro del pasador presenta un $p = 0.037$ es menor que 0.05 aceptamos la H_0 y rechazamos la H_1 en este caso los datos tienen una distribución normal.
- Para la variable longitud del pasador presenta un $p = 0.037$ es menor que 0.05 aceptamos la H_0 y rechazamos la H_1 en este caso los datos tienen una distribución normal.
- Para la variable esfuerzo a compresión presenta un $p = 0.310$ es mayor que 0.05 rechazamos la H_0 y aceptamos la H_1 en este caso los datos NO tienen una distribución normal.

5. Conclusión:

Los datos evaluados no siguen una distribución normal, por el cual debemos utilizar la estadística no paramétrica y la prueba que se empleara para la contrastación de la hipótesis será la prueba de bonferroni.

1. Planteamiento de la hipótesis

Ho: El diametro y longitud del pasador no incide significativamente en la reducción del esfuerzo a compresión de las losas de pavimento rigido.

H₁: El diametro y longitud del pasador incide significativamente en la reducción del esfuerzo a compresión de las losas de pavimento rigido.

2. Nivel de significancia

Nivel de significancia = 5%

3. Prueba estadística

La prueba estadística que se empleara es la de bonferroni, debido a que esta prueba se aplica cuando se tienen dos variables independientes (Diametro, longitud del pasador) y una dependiente (Esfuerzo a compresión) además se emplea cuando los datos son cuantitativos y de tipo escala.

4. Decisión

Si $p > 0.05$ Aceptamos la Ho.

Si $p < 0.05$ Rechazamos la Ho.

Tabla 26: Ingreso de datos en el software SPSS IBM

	Diametro	Longitud	Esfuerzo_a_c ompresion	var	var	var
1	2.54	41.00	15.22			
2	2.54	46.00	15.20			
3	2.54	51.00	15.20			
4	2.86	41.00	15.17			
5	2.86	46.00	15.17			
6	2.86	51.00	15.15			
7	3.18	41.00	15.22			
8	3.18	46.00	15.14			
9	3.18	51.00	15.12			
10						
11						
12						

Fuente: Elaboracion en base al programa estadístico

Tabla 27: Resultados de la interrelación de las variables

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Esfuerzo a compresión

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	,029 ^a	8	,004	73,000	,000
Interceptación	4152,338	1	4152,338	83046769,00	,000
Diametro	,012	2	,006	121,333	,000
Longitud	,007	2	,003	69,333	,000
Diametro * Longitud	,010	4	,003	50,667	,000
Error	,000	9	5,000E-5		
Total	4152,368	18			
Total corregido	,030	17			

a. R al cuadrado = ,985 (R al cuadrado ajustada = ,971)

Fuente: Elaboracion en base al programa estadístico

Como el $p = 0.000$ es menor que 0.05 rechazamos la H_0 y aceptamos la H_1 .

5. Conclusión

En consecuencia, se indica que el diámetro y longitud del pasador incide significativamente en la reducción del esfuerzo a compresión de las losas de pavimento rígido.

Contrastación de Hipotesis específico 4

Prueba de normalidad

Prueba de normalidad para la variable diámetro, longitud del pasador y esfuerzo a la tracción.

1. Planteamiento de la hipótesis

Ho: Los datos evaluados siguen una distribución Normal para la variable diámetro, longitud del pasador y esfuerzo a la tracción.

H₁: Los datos evaluados no siguen una distribución Normal para la variable diámetro, longitud del pasador y esfuerzo a la tracción.

2. Nivel de significancia

Para este trabajo el nivel de significancia es de 5%.

3. Prueba estadística

La prueba estadística que se utilizara para el análisis de las variables se empleara la prueba de SHAPIRO – WILK debido a que esta prueba de normalidad es aplicada para muestras pequeñas con menos de 35 datos.

Tabla 28: Ingreso de datos en el software SPSS IBM



	Diametro	Longitud	Esfuerzo_a_tracción	var
1	2,54	41,00	,730	
2	2,54	46,00	,550	
3	2,54	51,00	,530	
4	2,86	41,00	,330	
5	2,86	46,00	,330	
6	2,86	51,00	,328	
7	3,18	41,00	,130	
8	3,18	46,00	,130	
9	3,18	51,00	,120	

Fuente: Elaboracion en base a programa estadistico

4: Decisión

Si $p < 0.05$ Aceptamos la H_0 .

Si $p > 0.05$ Rechazamos la H_0 .

Tabla 29: Resultados de la interrelación de las variables

Resumen de procesamiento de casos						
	Casos					
	Válidos		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Diametro	9	100,0%	0	0,0%	9	100,0%
Longitud	9	100,0%	0	0,0%	9	100,0%
Esfuerzo a tracción	9	100,0%	0	0,0%	9	100,0%

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Diametro	,209	9	,200 [*]	,823	9	,037
Longitud	,209	9	,200 [*]	,823	9	,037
Esfuerzo a tracción	,210	9	,200 [*]	,898	9	,243

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.
a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboracion en base a programa estadistico

- Para la variable diámetro del pasador presenta un $p = 0.037$ es menor que 0.05 aceptamos la H_0 y rechazamos la H_1 en este caso los datos tienen una distribución normal.
- Para la variable longitud del pasador presenta un $p = 0.037$ es menor que 0.05 aceptamos la H_0 y rechazamos la H_1 en este caso los datos tienen una distribución normal.
- Para la variable esfuerzo a tracción presenta un $p = 0.243$ es mayor que 0.05 rechazamos la H_0 y aceptamos la H_1 en este caso los datos NO tienen una distribución normal.

5. Conclusión:

Los datos estudiados no siguen una distribución normal, por el cual debemos utilizar la estadística no paramétrica y la prueba que se empleara para la contrastación de la hipótesis será la prueba de bonferroni.

1. Planteamiento de la hipótesis

Ho: El diametro y longitud del pasador no influye significativamente en la reducción del esfuerzo a traccion de las losas de pavimento rigido.

H₁: El diametro y longitud del pasador influye significativamente en la reducción del esfuerzo a traccion de las losas de pavimento rigido.

2. Nivel de significancia

Nivel de significancia = 5%

3. Prueba estadística

La Prueba estadística que se empleara es la Bonferroni, debido a que esta prueba estadística se aplica cuando se tienen dos variables independientes (Diametro, longitud del pasador) y una dependiente (esfuerzo a la tracción) además se emplea cuando los datos son cuantitativos y de tipo escala.

4. Decisión

Si $p > 0.05$ Aceptamos la Ho.

Si $p < 0.05$ Rechazamos la Ho.

Tabla 30: Ingreso de datos en el software SPSS IBM

	Diametro	Longitud	Esfuerzo_a_tracción	var
1	2,54	41,00	,730	
2	2,54	46,00	,550	
3	2,54	51,00	,530	
4	2,86	41,00	,330	
5	2,86	46,00	,330	
6	2,86	51,00	,328	
7	3,18	41,00	,130	
8	3,18	46,00	,130	
9	3,18	51,00	,120	

Fuente: Elaboracion en base a programa estadístico

Tabla 31: Resultados de la interrelación de las variables

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Esfuerzo a tracción

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	,735 ^a	8	,092	183848,444	,000
Interceptación	2,251	1	2,251	4501469,444	,000
Diametro	,687	2	,343	686721,778	,000
Longitud	,017	2	,009	17415,111	,000
Diametro * Longitud	,031	4	,008	15628,444	,000
Error	4,500E-6	9	5,000E-7		
Total	2,986	18			
Total corregido	,735	17			

a. R al cuadrado = 1,000 (R al cuadrado ajustada = 1,000)

Fuente: Elaboracion en base a programa estadístico

Como el $p = 0.000$ es menor que 0.05 rechazamos la H_0 y aceptamos la H_1 .

5. Conclusión

En consecuencia, se indica que el diametro y longitud del pasador influye significativamente en la reducción del esfuerzo a traccion de las losas de pavimento rigido.

V. DISCUSIÓN

Indicador 1: Deflexion en la junta de contracción de las losas

En la presente investigación luego de la evaluación de las distintas combinaciones de diámetro y longitud de pasador, se ha obtenido que la combinación que presenta mayor deflexión es la combinación de diametro y longitud siguiente: $D=1\frac{1}{4}$ ", $L=51\text{cm}$, obteniéndose para la condicion con carga y sin carga las deflexiones maximas $LC=0.509\text{mm}$, $LSC=0.505\text{mm}$ y llegando a una transferencia de cargas del 99.61%.

Según Mackiewicz (2015), utilizando los diametros de 0.010 a 0.020m y longitud 0.15 a 0.70m, obtuvo como resultados en cuanto a las deflexiones originadas durante el análisis a una distancia respecto a la junta de 20cm de 0.0012mm, distancia de 60cm la deflexión 0.00078mm y en la cual realizo una comparación con la caída de peso deflectometrico obteniendo deflexiones 0.001mm a una distancia de 20cm, mientras que a la distancia de 60cm, $D_f=0.00080\text{ mm}$.

Los resultados obtenidos son diferentes ya que en la investigación del antecedente trabajo con diferentes dimensiones en cuanto a diámetro y longitud y realizando una comparacion.

Indicador 2: Desplazamiento en el borde de las losas

La investigación ejecutada con las diferentes combinaciones en cuanto al diámetro y longitud del pasador se obtuvo que el diámetro y longitud mayor ($D=1\frac{1}{4}$ ", $L=51\text{cm}$), se obtiene un desplazamiento menor de 0.064mm con respecto a las otras combinaciones realizadas a comparación del modelamiento ejecutado con el pasador menor ($D=1$ ", $L=41\text{cm}$) obteniendo como resultado 0.096mm.

Según (Kukjoo et al., 2018) en la investigación realizada vio el colocarle arreglos a los pasadores tomando 2 modelos: Estandar y especial de iguales dimensiones ($D=1$ ", $L=23\text{cm}$) y aplicando una carga de eje tándem en donde obtuvo los resultados del desplazamiento máximo para el modelo estándar 0.0696mm mientras para el especial el desplazamiento máximo 0.07214mm.

Por consiguiente los resultados son diferentes en vista que el antecedente trabajo con arreglos en los pasadores mientras que en la presente investigación se realizo combinaciones en cuanto al diámetro y longitud del pasador.

Indicador 3: Esfuerzo a compresión de la losa

Con los resultados obtenidos del esfuerzo a compresion actuante en la losa del pavimento con las diferentes combinaciones de diametro (D=1", 1 1/4" y 1 1/8") y longitudes (D=41, 46 y 51cm) en la cual el pasador de mayor dimensión (D=1 1/4", L=51cm) permitio reducir los esfuerzos actuantes a razón de 15.12 kg/cm² los cuales son causados por el esfuerzo de alabeo debido al incremento de temperatura en las losas.

Según Mackiewicz (2015), en su investigacion realizada utilizo los diametros de 0.010 a 0.020m y longitud 0.15 a 0.70m, también considerando la separación entre pasadores con lo cual al aplicarle la formula para obtener el esfuerzo a compresión considerando los datos del diámetro y la transferencia de cargas se obtuvo resultados de esfuerzo a compresión actuante en la losa de 12.54 kg/cm² con el diámetro de 0.20m y separación de 0.23m.

Por lo cual podemos indicar que los resultados son diferentes en vista que en el antecedente aplico una formula para obtener los datos de esfuerzos a compresión actuante en la losa y trabajando con otras dimensiones en cuanto al diámetro.

Indicador 4: Esfuerzo a tracción de la losa

Con las diferentes combinaciones realizadas en cuanto al diámetro y longitud del pasador, se tuvo como resultado una reducción del esfuerzo a tracción actuante en la losa del pavimento a razón de 0.120 kg/cm² al trabajar con el mayor diámetro y longitud del pasador (D= 1 1/4", L=51cm), a la cual se le aplico una carga de eje simple de rueda doble sobre la losa analizada y con lo cual se puede indicar que al trabajar con mayores dimensiones en cuanto al pasador otorga un mejor desempeño a la estructura del pavimento permitiendo reducir los esfuerzos actuantes en la losa y asi evitar fisuras prematuras en el pavimento.

Según Kukjoo et al. (2018), en su investigación realizada el colocó arreglos a los pasadores tomando 2 modelos: Estandar y especial de iguales dimensiones ($D=1"$, $L=23\text{cm}$) y aplicándole una carga de eje tándem a la losa analizada en donde obtuvo los resultados de esfuerzo máximo a tracción lo cual lo analizó en el borde de la losa, para el pasador estándar de 0.23 kg/cm^2 y pasador especial de 0.34 kg/cm^2 . Por consiguiente los resultados son diferentes en vista que en el antecedente se trabajó con arreglo de pasadores tanto estándar como especial obteniendo datos de esfuerzos a tracción ocasionados en las losas de pavimento.

VI. CONCLUSIONES

- En la presente investigación se concluye que al trabajar con diferentes combinaciones en cuanto a diámetros y longitudes del pasador ($D=1"$, $1\frac{1}{8}"$ y $1\frac{1}{4}"$); ($L=41$, 46 y 51cm) la eficiencia de transferencia de cargas actuantes en las losas incide positivamente mejorando la transferencia gradualmente, llegando a una transferencia del 99.61% la cual se obtuvo con la combinación de mayor diámetro y longitud ($D=1\frac{1}{4}"$, $L=51\text{cm}$), lo cual se puede observar en la tabla N°5. También se puede confirmar con la contrastación de hipótesis en la cual se acepta la hipótesis que indica que el diámetro y longitud del pasador influye positivamente en la eficiencia de transferencia de cargas para pavimentos rígidos.
- Al ejecutar el modelamiento para conocer las deflexiones originadas en la losa del pavimento se pudo comprobar que las máximas deflexiones se producen con el mayor diámetro y longitud del pasador ($D= 1\frac{1}{4}"$, $L= 51\text{cm}$) dando como resultado para losa cargada ($LC= 0.509\text{mm}$) y para la losa sin carga ($LSC = 0.505\text{mm}$) así también estas deflexiones originadas son similares lo cual permite que la losa del pavimento trabaje igualitariamente permitiendo que llegue a un incremento de transferencia del 99.61% , lo cual se puede observar en la tabla N°6, por consiguiente se puede indicar que la transferencia de losa a losa será eficiente logrando un mejor desempeño a la estructura del pavimento. Esto se corrobora con la contrastación de hipótesis donde se acepta la hipótesis que indica que a mayor diámetro y longitud del pasador la deflexión en la junta de contracción de las losas de pavimento rígido, es similar en las losas adyacentes con carga y sin carga.
- La investigación se logró determinar que el diámetro y longitud del pasador sí afecta en los desplazamientos en el borde de la losa originados con las diferentes combinaciones realizadas, observando que al trabajar con el diámetro y longitud de pasador menor ($D=1"$, $L=41\text{cm}$) se tiene un desplazamiento mayor de 0.096mm mientras que con el pasador de mayor dimensión ($D=1\frac{1}{4}"$, $L= 51\text{cm}$) llega a un desplazamiento menor a razón de 0.064mm lo cual se puede visualizar en la tabla

N°7, por consiguiente los desplazamientos causados a la losa del pavimento se irán reduciendo a medida que el diámetro y longitud del pasador incrementen. Así también se puede corroborar con la contrastación de hipótesis planteada en donde indica el empleo de un mayor diámetro y longitud del pasador reduce significativamente el desplazamiento en el borde de las losas de pavimento rígido debido a la gradiente térmica.

- Con los resultados obtenidos se logró determinar que con las diferentes combinaciones en cuanto al diámetro y longitud del pasador el esfuerzo a compresión reduce significativamente al colocarle un mayor diámetro y longitud del pasador ($D=1\frac{1}{4}$ ", $L=51\text{cm}$) en 15.12 kg/cm^2 , lo cual se puede observar en la tabla N°8 debido a la reducción del esfuerzo este resulta más beneficioso a la estructura del pavimento ya que no sufrirá fisuras prematuras mejorando su vida útil de diseño. Como también se puede corroborar con la contrastación de hipótesis planteada en la cual el diámetro y longitud del pasador incide significativamente en la reducción del esfuerzo a compresión.
- La investigación realizada el diámetro y longitud del pasador influye en la reducción del esfuerzo a tracción presente en la losa del pavimento en vista que al realizar las diferentes combinaciones en cuanto al diámetro y longitud del pasador, la combinación de pasador menor ($D=1$ ", $L=41\text{cm}$) tiene un esfuerzo de 0.730 kg/cm^2 a comparación del pasador de mayor dimensión ($D=1\frac{1}{4}$ ", $L=51\text{cm}$) a razón de 0.120 kg/cm^2 lo cual se puede observar en la tabla N°9 permitiendo a la losa tener un mejor desempeño reduciendo los esfuerzos a tracción actuantes en la losa. Como también se puede corroborar con la contrastación de hipótesis planteada en la cual el diámetro y longitud del pasador influye en la reducción del esfuerzo a tracción de las losas del pavimento rígido.

VII. RECOMENDACIONES

- Mediante la modelación realizada se obtuvo los datos de los esfuerzos a compresión y tracción por lo cual se recomienda ejecutar ensayos a escala real que nos permitan realizar una comparación en cuanto a los datos obtenidos y poder conocer la diferencia en campo.
- Para futuras investigaciones se recomienda tomar en consideración la separación entre pasadores para ver las diferencias en cuanto a los datos obtenidos con diferentes combinaciones en cuanto a diámetros y longitudes del pasador.
- Se recomienda para posteriores investigaciones considerar el espesor de la losa en vista que en el Manual de Carreteras – 2014 sugiere que por cada espesor colocar un diámetro y longitud el cual nos permitirá llegar a una transferencia de cargas estimada.
- Para posteriores investigaciones se recomienda ejecutar ensayos de deflectometría con diferentes cargas de vehículos para observar las deflexiones originadas en campo y realizar una correlación con el programa y ver que diferencias se presentan.

REFERENCIAS

AL-HUMEIDAWI, Basim y MANDAL, Parthasarathi. *Experimental investigation on the combined effect of dowel misalignment and cyclic wheel loading on dowel bar*

Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2018.07.052>

AASHTO. 1993. *Guia AASHTO para el Diseño de Estructuras de Pavimentos .*

Washington : s.n., 1993. ISBN 1-56051-055-1.

ARIAS, Fidias. *El proyecto de investigacion.* Caracas - Venezuela : Apisteme, 2012.

BARTOSOVA, Letni. *Stress from loading on rigid pavement courses.* 32-37,

Slovakia : Slovack Journal of Civil Engineering, Vol. 1 , 2003

BERNAL, Cesar. *Metodologia de la Investigacion.* Bogotá : 4ta, Edicion - Pearson Educacion, 2010.

BORJA, Manuel. *Metodologia de la Investigacion Cientifica para Ingenieros .*

Chiclayo : Zeus, 2016.

CABERO, J. y LLORENTE, M. *La aplicacion del juicio de experto como tecnica de evaluacion de las tecnologias de la informacion .* Mexico DF : Lamba, 2013.

CALO, Diego. *Diseño y construccion de Pavimentos de Horimigon.* San Salvador : s.n., 2012.

CARRASCO, Sergio. *Metodologia de la Investigacion Cientifica.* Lima : San Marcos, 2019. ISBN: 978-9972-38-344-1.

CORDO, Oscar. *Manual de Diseño de Pavimentos en Base al Metodo AASHTO - 93.* La Paz-Bolivia : Escuela de Caminos de la Universidad Nacional de San Juan , 2006.

CHANNAKESHAVA, Chidambaram, BARZEGAR, Fariborz y VOYIADJIS, George.

Nonlinear FE Analysis of Plain Concrete Pavements with Doweled Joints. 763-781,

Nueva York : Journal of Transportation Engineering, Vol. 119, 1993

CHEN, Denils. *Field experiences with RDD and overlay tester for pavement*

rehabilitation s.l. : Journal of Transportation Engineering, Vol. 1, 24-33, , 2008

CELIK, Muhammet, SEFEROGLU, Mehmet y AKPINAR, Muhammet. 2021.

Evaluation of Load-Transfer Efficiency of Steel Mesh Reinforced Contraction Joints in

*Concrete Pavement:*11337-11359, Turkey : Tekni Dergi, Vol. 32, 2021. Disponible en

<https://doi.org/10.18400/tekderg.643027>

FUKUTE, T., HACHIYA, Y. y YAMAZAKI, H. 2011. *Load transfer function across*

joint in concrete pavement . Japon : Report of port and harbor research institute,

Ministry of Transportation, Vol. 21, 207 - 236, 2011

FHWA, Federal Highway Administration. *Pavement subsurface drainage.* s.l. :

Guide Paper, 90-01, 1990

GUO, Hua, SHERWOOD, James y SNYDER, Marca. *Component dowel bar model*

for load-transfer systems in PCC pavements 289-298, s.l. : Journal of Transportation

Engineering, Vol. 121, 1995. Disponible en [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733)

[947X\(1995\)121:3\(289\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733947X(1995)121:3(289))

GARZON, Diego. Eficiencia en la transferencia de cargas en juntas transversales de

pavimento rígido reforzado con fibras metálicas. Colombia : Universidad Nacional de

Colombia, 2009.

GOTUZZO, Raul. Metodología de la investigación. Lima : San Marcos, 2007.

HERNANDEZ, Roberto, FERNANDEZ, Carlos y BAPTISTA, Maria. Metodologia de la Investigacion. Mexico DF : 6ta Edicion, McGraw Hill, 2014.

HUACANTARA, Darwin. Influencia del tamaño máximo nominal del agregado en la eficiencia de transferencia de cargas . Puno : Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez, 2020.

HUANG, Y. *Pavement analysis and design.* s.l. : 2nd ed). Pearson/Prentice Hall, 2004. Disponible en <https://trid.trb.org/view/374362>

KUKJOO, Kim, SANGHYUN, Chun y SANGYONG, Han. *Effect of Dowel Bar Arrangements on Performance of Jointed Plain Concrete Pavement (JPCP).* Florida : International Journal of Concrete Structures and Materials, Vol. 12, 39, 2018

KIM, Jiwon y HJELMSTAD, Keith. 2003. *Three-dimensional finite element analysis of doweled joints for airport pavements.* Transportation Research, Record: Journal of the Transportation Research Board, 100-109, 2003. Disponible en <https://doi.org/10.3141/1853-12>

MACKIEWICZ, Piotr. 2015. *Analysis of stresses in concrete pavement under a dowel according to its diameter and Load Transfer Efficiency.,* s.l. : Canadian Journal of Civil Engineering July, Vol. 42, 11, 2015. Disponible en <https://cdnsiencepub.com/doi/10.1139/cjce-2014-0110>

MAITRA, S, REDDY, K, RAMACHANDRA, L. 2019. *Effect of Joint- and Pavement-Related Parameters on Load Transfer Characteristics of Aggregate Interlocked Jointed Concrete Pavement.* s.l. : Jointed Concrete Pavement. Transp. in Dev. Econ., Vol. 5, 2019. Disponible en <https://doi.org/10.1007/s40890-019-0080-x>

MALLICK, Rajib y EL KORCHI, Tahar. *Pavement Engineering*. Estados Unidos : Taylor & Francis Group, 2013.

Manual de Carreteras - Suelos Geologia, Geotecnia y Pavimentos. 2014.

Ministerio de transporte y comunicaciones. Perú: R.D.N°10.MTC/14, 2014.Disponible en [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manual es](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manual_es)

MENENDEZ, J. Ingeniería de pavimentos. Lima : INSTITUTO DE LA CONSTRUCCIÓN Y GERENCIA (ICG), 5ta ed., 2016.

PÉREZ, Ivan. Influencia en la transferencia de carga ocasionada por la incorrecta instalacion de dovelas en losas de pavimento rigido mediante un analisis numerico. Colombia : Universidad Católica de Colombia, 2018. Disponible en

<https://repository.ucatolica.edu.co/>

PLASENCIA, Leidys. Modelación de la transferencia de carga en pavimentos de hormigón hidráulico. Cuba : Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, 2017.

PENG, Peng, BO Tian, KAI-MIN Niu. *Study on working performance of dowel bar with horizontal installation errors*. China: J.Highway Transp. Res. Dev. Vol.28, 62-66, 2011

RIAD, Mourad y WILLIAM, Gergis. *Characteristics of Concrete Contact Stresses in Doweled Transverse Joints*. s.l. : International Journal of Pavement Engineering , Vol. 3, 117-129, 2002. Disponible en <https://doi.org/10.1080/1029843021000004024>

SHORKRY, Samir y WILLIAM, Gergis. 2005. *Evaluation of Load Transfer Efficiency Measurement* Virginia : Department of Civil and Environmental Engineering, Vol. 12, 58-63, 2005

SADEK, Marwan, MROUEH, Hussein y SHAHROUR, Isam. *Influence of Nonlinearity on the stress distribution in the soil- Application Road Engineering Problems.* Journal of Transportation Engineering. Vol.136, 2010.

SADEGHI, Vahid y HESAMI, Saeid. 2017. *Investigation of load transfer efficiency in jointed plain concrete pavements (JPCP) using FEM.* s.l. : International Journal of Pavement Research and Technology , International Journal of Pavement Research and Technology, Vol. 11, 245-252, 2017

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1996681417300135>

REDDY, J. *Mechanics of laminated composite plates and shells: Theory and analysis.* Lima : (2nd ed). CRC Press., 2004.

Study on mechanical behavior of dowel bar in transverse joint of concrete pavement.

NISHIZAWA, T., KOYANAGAWA, M. y TAKEUCHI, Y. *Effect of dowel bar position deviation on joint load-transfer ability of cement concrete* Florida : Journal of Transportation Engineering, Vol. 2, 571-587, 2001. Disponible en

<https://trid.trb.org/view/716354>

WILLIAM, Davids, ZONGMU, Wang y MAHONEY, Joe. *Three-Dimensional Finite Element Analysis of Jointed Plain Concrete Pavement with EverFE2.2.* s.l. :

Transportation Research Record, Vol. 1853, 92-99, 2003. Disponible en

<https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.3141/1853-11>

YOUSEFI, Darian, DARESTANI, Cedric y MOSTAFA, Alin. *Influence of vehicular positions and thermal effects on structural behaviour of concrete pavement.*

Eslovakia : Journal of Mechanics of Materials and Structures, Vol. 3, 567-589, 2008

ZHANG, Yan-cong, SHEN, Jun-min y TIAN, Bo. 2013. *Mechanical analysis of dowel bar setting of rigid pavement considering interlayer contact.* s.l. : J. Highway Transportation Res. Dev., 22-27, 2013.

ZHOU, De- yun y YAO, Zu-Kang. 1993. *Analysis of load transfer at joints in concrete pavements* s.l. : J. Tongji University Science, Vol. 21, 57-56, 1993

ZHANG, Yang y GAO, Ling. 2016. *Analysis of stresses in concrete pavement rigid* s.l. : International Journal of Pavement Research and Technology, Vol. 9, 30-36, 2016. Disponible en

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1996681416000055>

ZIENKIEWICZ, Orland. 1999. *The Finite Element Method* .Nueva York : McGraw - Hill, Inc, Vol. 3, 1999

ANEXOS

ANEXO N°1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

ANEXO N°2: MATRIZ DE OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

ANEXO N°3: FICHA TECNICA N°1 (Deflexion de la losa y Eficiencia (E%))

ANEXO N°4: FICHA TECNICA N°2 (Desplazamiento en el borde de la losa)

ANEXO N°5: FICHA TECNICA N°3 (Esfuerzo a compresión en la losa)

ANEXO N°6: FICHA TECNICA N°4 (Esfuerzo a tracción en la losa)

ANEXO N°7: AUTORIZACION DE ENTREGA DEL EXPEDIENTE

ANEXO N°8: LICENCIA DE USO DE SOFTWARE

ANEXO N°9: ENSAYOS DE LABORATORIO

ANEXO N°10: PLANO DE DISTRIBUCION DE PASADORES

ANEXO N°11: REPORTE TURNITIN

ANEXO N°1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO: INCIDENCIA DEL DIAMETRO Y LONGITUD DEL PASADOR EN LA EFICIENCIA DE TRANSFERENCIA DE CARGAS PARA PAVIMENTOS RIGIDOS JULIACA - 2022

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	VARIABLE INDEPENDIENTE		
¿Cómo incide el diámetro y longitud del pasador en la eficiencia de transferencia de cargas para pavimentos rígidos Juliaca - 2022?	Determinar como incide el diámetro y longitud del pasador en la eficiencia de transferencia de cargas para pavimentos rígidos Juliaca - 2022.	El diámetro y longitud del pasador influye positivamente en la eficiencia de transferencia de cargas para pavimentos rígidos Juliaca 2022.	Diametro y Longitud del pasador	Diametro (in)	1"
					1 1/8"
					1 1/4"
				Longitud (Cm)	41 cm
					46 cm
51 cm					
PROBLEMAS ESPECIFICOS	OBJETIVOS ESPECIFICOS	HIPOTESIS ESPECIFICOS	VARIABLE DEPENDIENTE		
¿Cómo influye el diámetro y longitud del pasador en la deflexión en la junta de contracción de las losas de pavimento rígido Juliaca 2022?	Comprobar como influye el diámetro y longitud del pasador en la deflexión en la junta de contracción de las losas de pavimento rígido Juliaca - 2022.	A mayor diámetro y longitud del pasador la deflexión en la junta de contracción de las losas de pavimento rígido, es similar en las losas adyacentes con carga y sin carga.	• Eficiencia de transferencia de cargas (E%)	Deformación	Deflexión en la junta de contracción de la losa (mm)
					Desplazamiento en el borde de la losa (mm)
¿En que medida afecta el diámetro y longitud del pasador en el desplazamiento en el borde de las losas de pavimento rígido Juliaca - 2022?	Determinar en que medida afecta el diámetro y longitud del pasador en el desplazamiento en el borde de las losas de pavimento rígido Juliaca - 2022.	El empleo de un mayor diámetro y longitud del pasador reduce significativamente el desplazamiento en el borde de las losas de pavimento rígido debido a la gradiente termica.			

¿Cómo incide el diámetro y longitud del pasador en el esfuerzo a compresión de las losas de pavimento rígido Juliaca - 2022?	Evaluar cómo incide el diámetro y longitud del pasador en el esfuerzo a compresión de las losas de pavimento rígido Juliaca 2022	El diámetro y longitud del pasador incide significativamente en la reducción del esfuerzo a compresión de las losas de pavimento rígido		Esfuerzos	Esfuerzo a compresión (kg/cm ²)
¿Influye el diámetro y longitud del pasador en el esfuerzo a tracción de las losas de pavimento rígido Juliaca - 2022?	Determinar como Influye el diámetro y longitud del pasador en el esfuerzo a tracción de las losas de pavimento rígido Juliaca - 2022.	El diámetro y longitud del pasador influye significativamente en la reducción del esfuerzo a tracción de las losas de pavimento rígido			Esfuerzo a tracción (kg/cm ²)
¿Cuál es el módulo de reacción de la subrasante del pavimento rígido?	Conocer el módulo de reacción de la subrasante del pavimento rígido.	El valor del módulo de reacción de la subrasante cumple con las especificaciones técnicas de la MTC -2014..	VARIABLE INTERVINIENTES		
			Propiedades mecánicas de la subrasante	Módulo de reacción de la subrasante	Esfuerzo/ deformación (kg/cm ²)
¿La capacidad de soporte de la capa sub base granular del pavimento rígido cumple con las especificaciones técnicas de la MTC 2014?	Determinar la capacidad de soporte de la capa sub base granular del pavimento rígido.	La capacidad de soporte de la capa sub base granular cumple con las especificaciones de la norma técnica CE.010 Pavimentos urbanos.	Propiedades mecánicas de la sub base granular	Capacidad de soporte CBR	CBR %
¿Cuál es el valor de la resistencia a la compresión f'c de la losa del pavimento ?	Conocer la resistencia a la compresión f'c de la losa del pavimento.	La resistencia a la compresión f'c de la losa del pavimento cumple con las especificaciones técnicas de la norma técnica CE.010 Pavimentos urbanos.	Propiedades mecánicas de la resistencia del concreto	Resistencia a la compresión	Esfuerzo/ deformación (kg/cm ²)

ANEXO N°2: OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

Operacionalizacion de Variables					
Variables	Definicion Conceptual	Definicion Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala/Niveles de medicion
Diametro y Longitud del pasador	Según (MTC 2014): Son varillas de acero liso (cuyo diametro aproximado 1/8 del espesor de la losa) colocadas en medio de las juntas para transferir las cargas sin obstaculizar las losas y permitir la alineacion horizontal y vetical.	Para determinar el diametro y la longitud del pasador se tomo en cuenta la bibliografia de libros y manuales, por consiguiente se iran incrementando en su diametro y longitud para nuestro estudio	Diametro (plg)	1"	Ordinal
				1 1/8"	
				1 1/4"	
			Longitud (cm)	41 cm	Ordinal
				46 cm	
				51 cm	
Eficiencia de transferencia de cargas (E%)	Según (GARZON, 2009) La transferencia de cargas en una losa a traves de juntas es de vital importancia, puesto que la transferencia de cargas de una losa a otra adyacente disminuye las deflexiones entre las losas asi mismo las tensiones en las losas de hormigon.	Para conocer la (E%), se conformara estructuras de pavimentos en el software EVERFE 2.24 para el cual se tomara datos de las capas del pavimento realizadas en laboratorio de la subrasante, sub base, y la losa posteriormente en el programa se colocaran los pasadores con sus diametros y longitudes correspondiente para ser sometidas a una carga para conocer las deflexiones que se generan debido a esta carga. Finalmente se hallara la eficiencia de transferencia de cargas con la formula respectiva el cual requiere las deflexiones con carga y sin carga.	Deformacion	Deflexion en la junta de contraccion de la losa (mm)	Intervalo
				Desplazamiento en el borde de la losa (mm)	Intervalo
			Esfuerzos	Esfuerzo a compresion (kg/cm2)	Intervalo
				Esfuerzo a traccion (kg/cm2)	Intervalo

ANEXO N°3: FICHA TECNICA N°01

 FICHA TECNICA N°01							
Proyecto:	Incidencia del diametro y longitud del pasador en la eficiencia de transferencia de cargas para pavimentos rigidos Juliaca - 2022						
Criterios de Validacion	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>Nula >0.53</td> <td>Valida 0.60-0.71</td> <td>Perfecto 1</td> </tr> <tr> <td>Baja 0.54-0.59</td> <td>Excelente 0.72-0.99</td> <td></td> </tr> </table>	Nula >0.53	Valida 0.60-0.71	Perfecto 1	Baja 0.54-0.59	Excelente 0.72-0.99	
Nula >0.53	Valida 0.60-0.71	Perfecto 1					
Baja 0.54-0.59	Excelente 0.72-0.99						
NOMBRE DEL INSTRUMENTO:	REGISTRO DE DATOS DE LA DEFLEXION DE LA LOSA DE PAVIMENTO RIGIDO Y LA EFICIENCIA (E%)						
AUTOR	Ana Karina Aceituno Berrios						
LUGAR	Juliaca						
	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">SI</td> <td style="text-align: center;">NO</td> </tr> </table>		SI	NO			
	SI	NO					
1	El software Ever FE 2.26 es el adecuado para hallar las deflexiones originadas en las losas.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
2	Las deflexiones mostradas en la tabla son las adecuadas para hallar la eficiencia.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
Diametro (in)	Longitud (cm)	Deflexion de la losa con carga (mm)	Deflexion de la losa sin carga (mm)	Eficiencia (E%)			
1"	41 cm						
1"	46 cm						
1"	51 cm						
1 1/8"	41 cm						
1 1/8"	46 cm						
1 1/8"	51 cm						
1 1/4"	41 cm						
1 1/4"	46 cm						
1 1/4"	51 cm						
Expertos		Calificacion (0 -1)	FIRMA				
Nombre:	JAFET N. CAJAVILCA AROQUIPA	0.87	 				
C.I.P.	266802						
Nombre:	Darwin J. Huacantara Ramos	0.73	 				
C.I.P.	277861						
Nombre:	Juan Chuquja Valencia	0.90	 				
C.I.P.	229397						

ANEXO N°4: FICHA TECNICA N°02

 FICHA TECNICA N°02																															
Proyecto:	Incidencia del diametro y longitud del pasador en la eficiencia de transferencia de cargas para pavimentos rigidos Juliaca - 2022																														
Criterios de Validacion	<table border="1"> <tr> <td>Nula >0.53</td> <td>Valida 0.60-0.71</td> <td>Perfecto 1</td> </tr> <tr> <td>Baja 0.54-0.59</td> <td>Excelente 0.72-0.99</td> <td></td> </tr> </table>	Nula >0.53	Valida 0.60-0.71	Perfecto 1	Baja 0.54-0.59	Excelente 0.72-0.99																									
Nula >0.53	Valida 0.60-0.71	Perfecto 1																													
Baja 0.54-0.59	Excelente 0.72-0.99																														
NOMBRE DEL INSTRUMENTO:	REGISTRO DE DATOS DEL DESPLAZAMIENTO EN EL BORDE DE LA LOSA DEL PAVIMENTO RIGIDO																														
AUTOR:	Ana Karina Aceituno Berrios																														
LUGAR:	Juliaca																														
	<table border="1"> <tr> <td></td> <td>SI</td> <td>NO</td> </tr> </table>		SI	NO																											
	SI	NO																													
1	El software Ever FE 2.26 es el adecuado para hallar los desplazamientos originadas en las losas:																														
2	Los desplazamientos mostrados en la tabla son los adecuados para la losa.																														
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Diametro (in)</th> <th>Longitud (cm)</th> <th>Desplazamiento en el borde de la Losa (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1"</td><td>41 cm</td><td></td></tr> <tr><td>1"</td><td>46 cm</td><td></td></tr> <tr><td>1"</td><td>51 cm</td><td></td></tr> <tr><td>1 1/8"</td><td>41 cm</td><td></td></tr> <tr><td>1 1/8"</td><td>46 cm</td><td></td></tr> <tr><td>1 1/8"</td><td>51 cm</td><td></td></tr> <tr><td>1 1/4"</td><td>41 cm</td><td></td></tr> <tr><td>1 1/4"</td><td>46 cm</td><td></td></tr> <tr><td>1 1/4"</td><td>51 cm</td><td></td></tr> </tbody> </table>		Diametro (in)	Longitud (cm)	Desplazamiento en el borde de la Losa (mm)	1"	41 cm		1"	46 cm		1"	51 cm		1 1/8"	41 cm		1 1/8"	46 cm		1 1/8"	51 cm		1 1/4"	41 cm		1 1/4"	46 cm		1 1/4"	51 cm	
Diametro (in)	Longitud (cm)	Desplazamiento en el borde de la Losa (mm)																													
1"	41 cm																														
1"	46 cm																														
1"	51 cm																														
1 1/8"	41 cm																														
1 1/8"	46 cm																														
1 1/8"	51 cm																														
1 1/4"	41 cm																														
1 1/4"	46 cm																														
1 1/4"	51 cm																														
Expertos		Calificacion (0-1)	FIRMA																												
Nombre:	JAFET N. CAJAYILCA AROQUIPA	0.85	  JAFET N. CAJAYILCA AROQUIPA CIP: 266802																												
C.I.P.	266802																														
Nombre:	Darwin J. Huacantara Ramos	0.73	  Darwin J. Huacantara Ramos CIP: 277861																												
C.I.P.	277861																														
Nombre:	Juan Chuguja Valencia	0.89	  Juan Chuguja Valencia INGENIERO CIVIL CIP: 229397 ESP: GEOTECNIA																												
C.I.P.	229397																														

ANEXO N°5: FICHA TECNICA N°03

		FICHA TECNICA N°03																															
Proyecto:		Incidencia del diametro y longitud del pasador en la eficiencia de transferencia de cargas para pavimentos rigidos Juliaca - 2022																															
Criterios de Validacion:	Nula >0.53	Valida 0.60-0.71	Perfecto 1																														
	Baja 0.54-0.59	Excelente 0.72-0.99																															
NOMBRE DEL INSTRUMENTO:		REGISTRO DE DATOS DE ESFUERZO A COMPRESION DE LA LOSA DE PAVIMENTO RIGIDO																															
AUTOR:		Ana Karina Aceituno Bernis																															
LUGAR:		Juliaca																															
		SI	NO																														
1 El software Ever FE 2.26 es el adecuado para hallar el esfuerzo a compresion en las losas:																																	
2 Los esfuerzos a compresion mostrados en la tabla son los adecuados para la losa.																																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Diametro (in)</th> <th>Longitud (cm)</th> <th>Esfuerzo a compresion (kg/cm2)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1"</td><td>41 cm</td><td></td></tr> <tr><td>1"</td><td>46 cm</td><td></td></tr> <tr><td>1"</td><td>51 cm</td><td></td></tr> <tr><td>1 1/8"</td><td>41 cm</td><td></td></tr> <tr><td>1 1/8"</td><td>46 cm</td><td></td></tr> <tr><td>1 1/8"</td><td>51 cm</td><td></td></tr> <tr><td>1 1/4"</td><td>41 cm</td><td></td></tr> <tr><td>1 1/4"</td><td>46 cm</td><td></td></tr> <tr><td>1 1/4"</td><td>51 cm</td><td></td></tr> </tbody> </table>				Diametro (in)	Longitud (cm)	Esfuerzo a compresion (kg/cm2)	1"	41 cm		1"	46 cm		1"	51 cm		1 1/8"	41 cm		1 1/8"	46 cm		1 1/8"	51 cm		1 1/4"	41 cm		1 1/4"	46 cm		1 1/4"	51 cm	
Diametro (in)	Longitud (cm)	Esfuerzo a compresion (kg/cm2)																															
1"	41 cm																																
1"	46 cm																																
1"	51 cm																																
1 1/8"	41 cm																																
1 1/8"	46 cm																																
1 1/8"	51 cm																																
1 1/4"	41 cm																																
1 1/4"	46 cm																																
1 1/4"	51 cm																																
Expertos		Calificacion (0-1)	FIRMA																														
Nombre:	JAFET N. CAJAVILCA AROQUIPA	0.88	  Jafet N. Cajavilca Aroquipa C.P. 266802																														
C.I.P.	266802																																
Nombre:	Darwin J. Huacantara Ramos	0.79	  Darwin J. Huacantara Ramos INGENIERO CIVIL C.P. N° 277861																														
C.I.P.	277861																																
Nombre:	Juan Chuguija Valencia	0.89	  Juan Chuguija Valencia INGENIERO CIVIL C.P. 229397 ESP. GEOTECNIA																														
C.I.P.	229397																																

ANEXO N°6: FICHA TECNICA N°04

		FICHA TECNICA N°04																															
Proyecto:		Incidencia del diametro y longitud del pasador en la eficiencia de transferencia de cargas para pavimentos rigidos Juliaca - 2022																															
Criterios de Validacion	Nula >0.53	Valida 0.60-0.71	Perfecto 1																														
	Baja 0.54-0.59	Excelente 0.72-0.99																															
NOMBRE DEL INSTRUMENTO:		REGISTRO DE DATOS DE ESFUERZO A TRACCION DE LA LOSA DE PAVIMENTO RIGIDO																															
AUTOR:		Ana Karina Aceltuno Berrios																															
LUGAR:		Juliaca																															
		SI	NO																														
1 El software Ever FE 2.26 es el adecuado para hallar el esfuerzo a traccion en las losas:																																	
2 Los esfuerzos a traccion mostrados en la tabla son los adecuados para la losa.																																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Diametro (in)</th> <th>Longitud (cm)</th> <th>Esfuerzo a traccion (kg/cm2)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1"</td><td>41 cm</td><td></td></tr> <tr><td>1"</td><td>46 cm</td><td></td></tr> <tr><td>1"</td><td>51 cm</td><td></td></tr> <tr><td>1 1/8"</td><td>41 cm</td><td></td></tr> <tr><td>1 1/8"</td><td>46 cm</td><td></td></tr> <tr><td>1 1/8"</td><td>51 cm</td><td></td></tr> <tr><td>1 1/4"</td><td>41 cm</td><td></td></tr> <tr><td>1 1/4"</td><td>46 cm</td><td></td></tr> <tr><td>1 1/4"</td><td>51 cm</td><td></td></tr> </tbody> </table>				Diametro (in)	Longitud (cm)	Esfuerzo a traccion (kg/cm2)	1"	41 cm		1"	46 cm		1"	51 cm		1 1/8"	41 cm		1 1/8"	46 cm		1 1/8"	51 cm		1 1/4"	41 cm		1 1/4"	46 cm		1 1/4"	51 cm	
Diametro (in)	Longitud (cm)	Esfuerzo a traccion (kg/cm2)																															
1"	41 cm																																
1"	46 cm																																
1"	51 cm																																
1 1/8"	41 cm																																
1 1/8"	46 cm																																
1 1/8"	51 cm																																
1 1/4"	41 cm																																
1 1/4"	46 cm																																
1 1/4"	51 cm																																
Expertos		Calificacion (0 -1)	FIRMA																														
Nombre:	JAFET N. CAJAVILCA PROQUIPA	0.89	  ING. N. Cajavilca Proquipa CIP N° 266802																														
C.I.P.	266802																																
Nombre:	Darwin J. Huacantara Ramos	0.81	  ING. Darwin Huacantara Ramos CIP N° 277861																														
C.I.P.	277861																																
Nombre:	Juan Chuguija Valencia	0.90	  ING. Juan Chuguija Valencia CIP 229397 ESP. GEOTECNIA																														
C.I.P.	229397																																

ANEXO N°7: AUTORIZACION DE ENTREGA DEL EXPEDIENTE



MUNICIPALIDAD PROVINCIAL
DE
SAN ROMAN



"AÑO DEL FORTALECIMIENTO DE LA SOBERANÍA NACIONAL"

CARTA N° 131-2022-MPSR-J/GEIN/HAP

SEÑOR:

Abg. VICTOR ALEX HINOJOSA MEDINA
GERENTE DE SECRETARIA GENERAL

ASUNTO : REMITO INFORMACION SOLICITADA.

REFERENCIA : (1) REQUERIMIENTO DE INFORMACION N° 00020757-2022-MPSR-J/GSG

FECHA : Juliaca, 01 de junio del 2022.

Por medio de la presente me dirijo a Ud. Para saludarlo cordialmente y a su vez hacerle alcance el documento en atención a la referencia (1).

Mediante la solicitud presentada N° RUT: 00020757-2022, la Srta. Ana Karina Aceituno Berrios, solicita copia del Expediente Técnico denominado: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DE LOS JIRONES ATAHUALPA TRAMO (Jr. NUEVE DE OCTUBRE – Av. CIRCUNVALACION) Y JUAN VELASCO ALVARADO TRAMO (Av. TACNA – Jr. ATAHUALPA)", con fines para proyecto de investigación.

Por lo que se remite el expediente técnico denominado "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DE LOS JIRONES ATAHUALPA TRAMO (Jr. NUEVE DE OCTUBRE – Av. CIRCUNVALACION) Y JUAN VELASCO ALVARADO TRAMO (Av. TACNA – Jr. ATAHUALPA)", en digital, con fines para proyecto de investigación.

ADJUNTO:

- 01 CD

Es en cuanto informo a Ud. Para su conocimiento y fines correspondientes del caso

Atentamente

MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN ROMAN
JULIACA
Ing. Hernán Almonte Pilco
GERENTE DE SECRETARIA GENERAL

ANEXO N°8: LICENCIA DE USO DE SOFTWARE

Solicitud para uso del software Ever FE 2.26

The screenshot shows the website for the University of Maine's Civil and Environmental Engineering department. The page title is "Ingeniería civil y medioambiental". The main content area features a section for "Recursos" (Resources) with a list of links: "Comodidades", "Noticias y Eventos", "Enlaces útiles", "Servicios del Título IX", and "Acreditación del programa". To the right, there is a heading "EverFE: Software para el Análisis 3D por Elementos Finitos de Pavimentos de Hormigón Plano Articulado". Below this heading, a text block instructs users to contact Professor Bill Davids at william.davids@maine.edu via email to request access to the software. At the bottom of the text block, there are two images: a 3D perspective view of a curved concrete slab and a corresponding 2D color-coded stress or strain distribution plot.

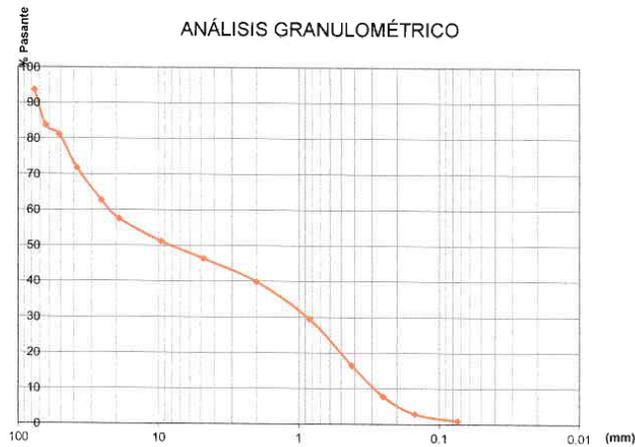
The screenshot shows a Gmail interface with a notification for a shared Google Drive folder. The notification is titled "Se compartió una carpeta contigo: 'EverFE2.26'". It is from William Davids (mediante Google Drive) and is dated "lun, 18 abr, 07:13". The notification includes a profile picture of William Davids and a link to the shared folder "EverFE2.26". Below the folder name is a blue "Abrir" button. At the bottom of the notification, there is a link to "bloquear al remitente en Drive" if the user does not want to receive files from this person.



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)
 ENSAYO ESTANDAR DE CLASIFICACION (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

TESIS : INCIDENCIA DEL DIAMETRO Y LONGITUD DEL PASADOR EN LA EFICIENCIA DE TRANSFERENCIA DE CARGAS PARA PAVIMENTOS RIGIDOS JULIACA - 2022
SOLICITANTE : BACH. ACEITUNO BERRIOS ANA KARINA
MUESTRA: TAPARACHI 80% + ISLA 20%
UBICACIÓN: JULIACA - SAN ROMAN - PUNO
FECHA: 7 de abril del 2022

TAMICES	ABERTURA	PESO	%RETENIDO	%RETENIDO	%QUE	TAMAÑO MAXIMO
ASTM	mm	RETENIDO	PARCIAL	ACUMULADO	PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000					P.L. = 500.00
2 1/2"	63.000					P.L. = 8.01
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00	P.P. = 492.2
1 1/2"	38.100	246.23	7.2	7.2	94.00	%W= 19.26
1"	25.000	383.52	10.89	18.3	83.10	LIMITES DE CONSISTENCIA
3/4"	19.000	264.9	7.32	25.47	75.52	L.L. = 21.42
1/2"	12.500	387.32	11.36	37.52	63.56	L.P. = 39.23
3/8"	9.500	318.2	6.2	43.56	58.36	L.P. = 18.15
1/4"	6.300					CARACT. GRANULOMETRICAS
N°4	4.750	422.69	12.15	55.78	46.58	D10=..... Cu=.....
N°8	2.360					D30=..... Cc=.....
N°10	2.000	116.38	3.35	58.32	43.12	D60=.....
N°16	1.180					
N°20	0.850	92.31	2.98	61.32	38.7	CLASIFICACION:
N°30	0.600					
N°40	0.425	78.23	2.45	63.23	36.23	SUCS : CL
N°50	0.300	51.23	1.56	65.45	34.56	
N°60	0.250					
N°80	0.180					
N°100	0.150	49.23	1.84	65.98	34.45	
N°200	0.075	16.89	0.57	67.02	32.45	OBSERVACIONES:
	BASE	1178.97	34.45	100	0.00	
	TOTAL	3550	100			
	% PERDIDA	34.45				



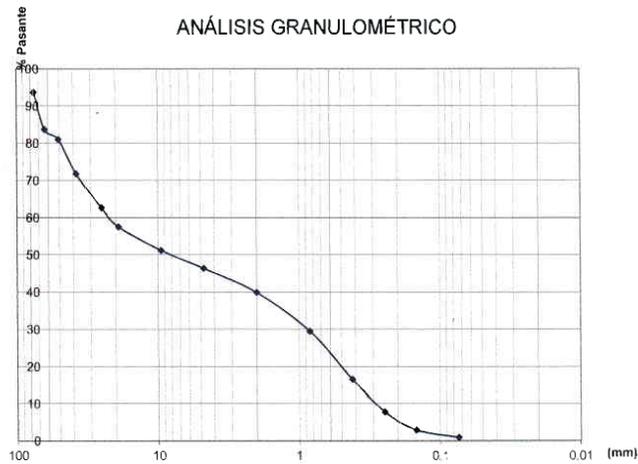
Juan Chuquiya Valencia
 Juan Chuquiya Valencia
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 229397
 ESP. GEOTECNIA



ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)
 ENSAYO ESTANDAR DE CLASIFICACION (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

TESIS: INCIDENCIA DEL DIAMETRO Y LONGITUD DEL PASADOR EN LA EFICIENCIA DE TRANSFERENCIA DE CARGAS PARA PAVIMENTOS RIGIDOS JULIACA - 2022
SOLICITANTE: BACH. ACEITUNO BERRIOS ANA KARINA
MUESTRA: CALICATA N°01
UBICACIÓN: JULIACA - SAN ROMAN - PUNO M - N°05
PROFUNDIDAD: 1.00 - 1.70 m
FECHA: 30 de marzo del 2022

TAMICES	ABERTURA	PESO	%RETENIDO	%RETENIDO	%QUE	TAMAÑO MAXIMO
ASTM	mm	RETENIDO	PARCIAL	ACUMULADO	PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000					P.L = 500.00
2 1/2"	63.000					P.L = 8.01
2"	50.000					P.P = 492.2
1 1/2"	38.100					%W= 19.26
1"	25.000					LIMITES DE CONSISTENCIA
3/4"	19.000					L.L = 43.8
1/2"	12.500					L.P = 23.21
3/8"	9.500					I.P = 20.92
1/4"	6.300					CARACT. GRANULOMETRICAS
N°4	4.750	0.00	0.00	0.00	100	D10=..... Cu=.....
N°8	2.360					D30=..... Cc=.....
N°10	2.000	0.00	0.00	0.00	100	D60=.....
N°16	1.180					CLASIFICACION:
N°20	0.850	0.00	0.00	0.00	100	SUCS : CL
N°30	0.600					
N°40	0.425	0.52	0.12	0.12	99.9	
N°50	0.300	1.23	0.35	0.47	99.65	
N°60	0.250					
N°80	0.180					
N°100	0.150	2.01	0.23	0.75	99.25	
N°200	0.075	4.23	0.85	1.45	96.42	OBSERVACIONES:
BASE		492.2	98.35	100	0.00	
TOTAL		500	100			
% PERDIDA			98.35			



Juan Chuquija Valencia
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 229397
 ESP. GEOTECNIA



TESIS : INCIDENCIA DEL DIAMETRO Y LONGITUD DEL PASADOR EN LA EFICIENCIA DE TRANSFERENCIA DE CARGAS PARA PAVIMENTOS RIGIDOS JULIACA - 2022

SOLICITANTE : BACH. ACEITUNO BERRIOS ANA KARINA

MUESTRA: CALICATA N°01 M - N°02

UBICACIÓN: JULIACA - SAN ROMAN - PUNO

PROFUNDIDAD: 0.45 - 0.60 m

FECHA: 29 de marzo del 2022

**CONTENIDO DE HUMEDAD
 ASTM - D - 2216 - MTC - E 108**

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	242.89
SUELO SECO + TARRO	gr	211.45
PESO DEL TARRO	gr	51.39
PESO DEL AGUA	gr	31.45
PESO DEL SUELO SECO	gr	158.56
HUMEDAD %	%	19.26

**LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD
 ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90**

LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO	
TARRO N°		4	6	10	12
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	42.56	42.69	15.75	16.12
SUELO SECO + TARRO	gr	36.16	37.5	14.44	14.35
PESO DEL TARRO	gr	18.86	18.88	8.59	9.12
PESO DEL AGUA	gr	6.78	5.92	1.14	1.13
PESO DEL SUELO SECO	gr	16.9	18.35	5.23	5.71
HUMEDAD %	%	40.98	32.54	19.39	19.59
N° DE GOLPES		26	26		

LIMITE LIQUIDO % : 35.3 **LIMITE PLASTICO % :** 19.28

INDICE PLASTICO % : 15.24

LL = $W_n * (N/25)^{0.121}$
 Donde:
 LL = Limite Liquido
 Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)
 N = Numero de Golpes

Juan
Juan Cartagena Valencia
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 229387
 ESP. GEOTECNIA



RESISTENCIA AL DESGASTE
 "ABRASION LOS ANGELES"
 NORMAS ASTM C 131 AASHTO

TESIS : INCIDENCIA DEL DIAMETRO Y LONGITUD DEL PASADOR EN LA EFICIENCIA DE TRANSFERENCIA DE CARGAS PARA PAVIMENTOS RIGIDOS JULIACA - 2022
SOLICITANTE : BACH. ACEITUNO BERRIOS ANA KARINA
MATERIAL : SUB RASANTE
UBICACIÓN: JULIACA - SAN ROMAN - PUNO
MUESTRA: MATERIAL DE PRESTAMO (CANTERA ISLA)
FECHA: 5 de abril del 2022

TIPO DE AGREGADO:	FINO	<input type="text"/>	GRUESO:	<input checked="" type="checkbox"/>	OTROS:	<input type="text"/>
MUESTRA OBTENIDA POR:	CUARTEO	<input checked="" type="checkbox"/>	DIVISOR DE MUESTRAS	<input type="text"/>		<input type="text"/>
NUMERO DE REVOLUCIONES :		500	<input checked="" type="checkbox"/>	1000	<input type="text"/>	
CARGA ABARSIVA:	12 ESFERAS					
PESO SECO INICIAL DE LA MUESTRA:	Wi =	5000 gr				
PESO SECO FINAL RETENIDA EN EL CEDAZO N°12	Wf =	2650 gr				
PESO DEL MATERIAL QUE PASA EL CEDAZO N°12		2350 gr				
PORCENTAJE DE PERDIDA	De=	$\frac{Wi - Wf}{Wi} \times 100$				100
	De=	47.00%				


 Juan Chuquija Valencia
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 229397
 ESP. GEOTECNIA



VALOR RELATIVO DE SOPORTE (C.B.R)
(MTC E 132 / ASTM D - 1863)

TESIS : INCIDENCIA DEL DIAMETRO Y LONGITUD DEL PASADOR EN LA EFICIENCIA DE TRANSFERENCIA DE CARGAS PARA PAVIMENTOS RIGIDOS JULIACA - 2022
SOLICITANTE : BACH. ACEITUNO BERRIOS ANA KARINA
MATERIAL : SUB BASE
UBICACIÓN: JULIACA - SAN ROMAN - PLUNO
MUESTRA: MEZCLA (TAPARACHI 80% - ISLA 20%)
FECHA: 7 de abril del 2022

MOLDE N°	1		2		3		
	5		5		5		
CAPAS	5		5		5		
GOLPES POR CAPA N°	55		26		12		
CONDICION DE MUESTRA	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO	gr	13223	13258	12356	12359	12828	12912
PESO MOLDE	gr	8282	8232	8315	8315	8240	8245
VOLUMEN DE LA MUESTRA	cm ³	2124	2136	2124	2124	2118	2115
PESO DEL SUELO HUMEDO	gr	4932	4985	4265	4346	4591	4687
DENSIDAD HUMEDA	gr/cm ³	2.313	2.324	2.231	2.245	2.131	2.205
TARRO N°		20	21	23	25	27	30
TARRO + SUELO HUMEDO	gr	442.54	563.01	492.12	542.23	439.84	452.96
TARRO + SUELO SECO	gr	402.09	493.02	429.23	452.02	387.93	387.8
PESO DEL TARRO	gr	51.54	52.12	53.21	52.36	49.77	50.655
PESO DEL AGUA	gr	40.45	50.23	51.07	73.02	51.91	64.76
PESO DEL SUELO SECO	gr	350.55	443.24	395.12	428.04	338.16	337.145
HUMEDAD	%	9.54%	9.48%	8.84%	9.59%	9.48%	10.05%
DENSIDAD SECA	gr/cm ³	2.14	2.138	2.052	2.052	1.987	1.995

ENSAYO EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO (HORAS)	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
31/03/2022	10:00 a. m.	00:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
01/04/2022	11:00 a. m.	24:00:00	15.00	0.15	0.11	5.00	0.15	0.12	9.00	0.22	0.19
02/04/2022	12:00 p. m.	48:00:00	25.00	0.25	0.16	9.00	0.25	0.19	13.00	0.34	0.26
03/04/2022	01:00 p. m.	72:00:00	33.00	0.25	0.22	12.00	0.32	0.25	18.00	0.42	0.35
04/04/2022	02:00 p. m.	96:00:00	37.00	0.29	0.24	14.00	0.39	0.28	20.00	0.47	0.38

Juan Chuquiña Valencia
Juan Chuquiña Valencia
INGENIERO CIVIL
CIP. 229397
ESP. GEOTECNIA

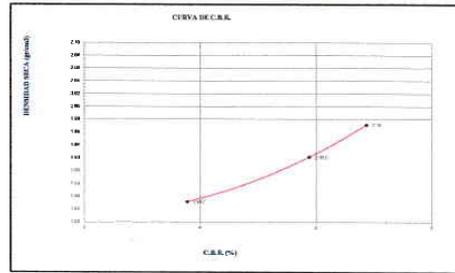
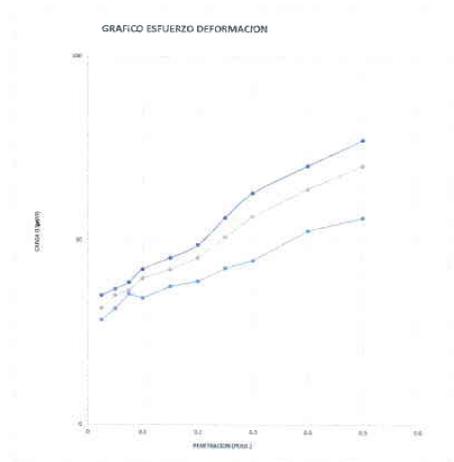


VALOR RELATIVO DE SOPORTE (C.B.R.)
 (MTC E 132 / ASTM D - 1883)

TESIS : INCIDENCIA DEL DIAMETRO Y LONGITUD DEL PASADOR EN LA EFICIENCIA DE TRANSFERENCIA DE CARGAS PARA PAVIMENTOS RIGIDOS JULIACA - 2022
SOLICITANTE : BACH. ACEITUNO BERRIOS ANA KARINA
MATERIAL : SUB BASE
UBICACIÓN: JULIACA - SAN ROMAN - PUNO
MUESTRA: MEZCLA (TAPARACHI 80% -ISLA 20%)
FECHA: 7 de abril del 2022

PENETRACION

TIEMPO	PENETRACION		DIAL kg	CARGA kg	ESFUERZO kg/cm ²	DIAL kg	CARGA kg	ESFUERZO kg/cm ²	DIAL kg	CARGA kg	ESFUERZO kg/cm ²
	mm	pulg.									
00:00	0.000	0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
00:30	0.635	0.025	208.8	208.8	10.2	138.2	138.2	6.9	90.2	90.2	4.5
01:00	1.270	0.050	354.2	354.2	17.5	240.2	240.2	12.5	157.3	157.3	8.2
01:30	1.900	0.075	572.3	572.3	25.3	375.3	375.3	19.5	246.5	246.5	12.6
02:00	2.540	0.100	767.9	767.9	39.9	502.9	502.9	25.6	325.6	325.6	16.0
03:00	3.810	0.150	1125.9	1125.9	57.3	738.2	738.2	37.8	375	375	24.0
04:00	5.080	0.200	1589.3	1589.3	72.3	971.5	971.5	49.2	490.6	490.6	32.6
05:00	6.350	0.250	1787.2	1787.2	84.3	1105.3	1105.3	55.0	665.2	665.2	34.0
06:00	7.620	0.300	1890.6	1890.6	93.2	1240.2	1240.2	67.2	707.5	707.5	28.2
08:00	10.150	0.400	2082.3	2082.3	102.3	1331.2	1331.2	75.2	906.2	906.2	46.9
10:00	12.700	0.500	2489.3	2489.3	124.5	1607.6	1607.6	81.4	985.6	985.6	52.4



Juan Chuaquiya Valencia
 Juan Chuaquiya Valencia
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 228397
 ESP. GEOTECNIA



DISEÑO DE MEZCLA FC = 210 Kg/cm²

TESIS : INCIDENCIA DEL DIAMETRO Y LONGITUD DEL PASADOR EN LA EFICIENCIA DE TRANSFERENCIA DE CARGAS PARA PAVIMENTOS RIGIDOS JULIACA - 2022
SOLICITANTE : BACH. ACETUINO BERRIOS ANA KARINA
MUESTRA : Cantera Iala (Arena Fina) - Cantera taparachi - (Piedra chancada)
UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO
FECHA : 14 de abril del 2022

PROCESO DE DISEÑO:

NORMAS: ACI 211.1.74
ACI 211.1.81

El requerimiento promedio de resistencia a la compresión $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 días entonces la resistencia promedio $F'cr = 294 \text{ kg/cm}^2$.

Las condiciones de colocación permiten un asentamiento de 3" a 4" (76.2 mm a 101.6 mm)

Se utilizará el cemento TIPO IP

Dado el uso del agregado grueso, se utilizará el único agregado de calidad satisfactoria y económicamente disponible, el cual cumple con las especificaciones. Cuya graduación para el diámetro máximo nominal es de 3/4" (19.05 mm)

Además se indica las pruebas de laboratorio para los agregados realizados previamente.

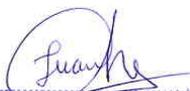
Resultados de Laboratorio

Características Físicas	Agregado grueso	Agregado fino
P. e de sólidos		
P. e SSS	2.56	1.96
P. e Bulk		
P. U. Variado	1516	1678
P. U. Suelto	1395	1564
% de Absorción	2.89	8.25
& de Humedad Natural	1.97	17.23
Modulo de Fineza		2.78

Los cálculos aparecerán en forma esquemática:

1. El asentamiento dado es de 3" a 4" (76.2 mm a 101.6 mm)
2. Se usará el agregado disponible en la localidad, el cual posee un diámetro nominal 3/4" (19.05 mm)
3. Puesto que no se utilizará incorporador de aire, pero la estructura estará expuesta a intemperismo severo, la cantidad aproximada de agua de mezclado que se empleará para producir el asentamiento indicado será de: 205 lt/m³.
4. Como el concreto estará sometido a intemperismo severo se considera un contenido de aire atrapado de: 2.0%.
5. Como se prevé que al concreto no será atacado por sulfatos, entonces la relación agua/cemento (a/c) será de: 0.56
6. De acuerdo a la información obtenida en los ítems 3 y 4 el requerimiento de cemento será de: $(205 \text{ lt/m}^2) / (0.56) = 367 \text{ kg/cm}^2$
7. El agregado grueso a utilizar será de 3/4" (19.05 mm) se recomienda el uso de 0.645 m³ de agregado grueso por m³ de concreto. Por tanto el peso seco del agregado grueso será de:

$$(0.645) * (1513) = 977 \text{ kg/cm}^3$$


Juan Chuquiya Valencia
INGENIERO CIVIL
CIP. 229397
ESP. GEOTECNIA

8. Una vez determinados las cantidades de agua, cemento y agregado grueso, los materiales resultantes para completar un m³ de concreto en arena y aire atrapado. La cantidad de arena requerida se puede determinar en base al volumen absoluto como se muestra a continuación:

Con las cantidades de agua, cemento y agregado grueso ya determinadas y considerando el contenido aproximado de aire atrapado, se puede calcular el contenido de arena como sigue:

Volumen absoluto de agua	=	(201) / (1000)	=	0.201
Volumen absoluto de cemento	=	(357) / (2.88 * 1000)	=	0.124
Volumen absoluto de agregado grueso	=	(987) / (2.56 * 1000)	=	0.386
Volumen de aire atrapado	=	(1.5) / (100)	=	0.015
Volumen sub total	=		=	0.726

Volumen absoluto de arena

Por tanto el peso requerido de arena seca sera: = (1.000 - 0.735) = 0.274 m³

(0.274) * (1.94) * 1000 = 531.56 kg/cm³

9. De acuerdo a las pruebas de laboratorio se tienen % de humedad por las que se tiene que ser corregidas los pesos de los agregados:

Agregado grueso humedo	(987) * (1.0193146) =	1006.06 kg
Agregado fino humedo	(496) * (1.1713) =	580.96 kg

10. El agua de absorcion no forma parte del agua de mezclado y debe excluirse y ajustarse por adición de agua.

DOSIFICACION -

AGREGADO	DOSIFICACION EN PESO SECO	PROPORCION EN VOLUMEN	DOSIFICACION EN PESO HUMEDO	PROPORCION EN VOLUMEN
	(kg/m ³)	PESO SECO	(kg/m ³)	PESO HUMEDO
Cemento	245	1	357	1.00
Agua	201	0.55	148	0.46
Agreg. Grueso	987	2.78	998	2.98
Agreg. Fino	496	1.53	581	1.79
Aire	1.50%		1.50%	

5.76 BOLSAS/ m³ DE CEMENTO

DOSIFICACION POR PESO:

Cemento	:	42.50 kg
Agregado fino humedo	:	58.91 kg
Agregado grueso humedo	:	101.12 kg
Agua efectiva	:	17.12 kg

Para Mezcladora de 9 p3

1.0 Bolsa de Cemento Redondeo

1.60 p3 agregado fino	1.6 p3 gregado fino
2.93 p3 agregado grueso	2.9 p3 agregado grueso
20 lt de agua	20 lt de agua

Juan
Juan Chuyujá Valencia
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 229397
 ESP. GEOTECNIA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO
ESTUDIOS GEOTECNICOS - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES
RUC: 20896354721



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

NTP 339.034

TESIS : INCIDENCIA DEL DIAMETRO Y LONGITUD DEL PASADOR EN LA EFICIENCIA DE TRANSFERENCIA DE CARGAS PARA PAVIMENTOS RIGIDOS JULIACA - 2022

SOLICITANTE : BACH. ACEITUNO BERRIOS ANA KARINA

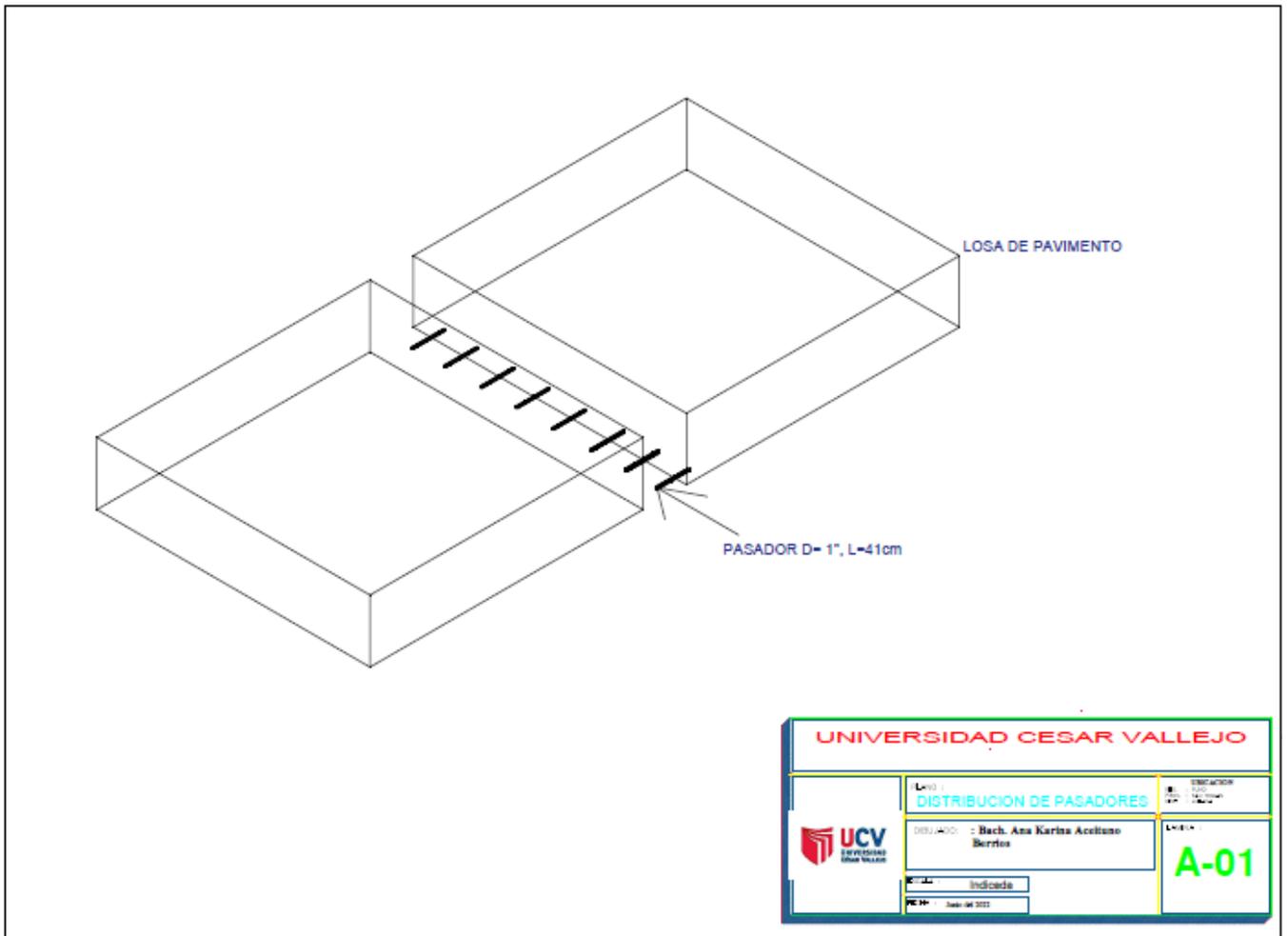
UBICACIÓN: JULIACA - SAN ROMAN - PUNO

FECHA: 12 de mayo del 2022

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	CARGA		AREA cm2	ESF. ROTURA kg/cm2	F'c kg/cm2	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	%
		kg	cm							
1	BRIQUETA DE PRUEBA (15.07 x 30.0 cm)	41980.00	15.07	178.5	235.12	210	08/04/2022	12/05/2022	28	111.95%
2	BRIQUETA DE PRUEBA (15.12 x 30.0 cm)	42115.00	15.12	179.12	236.14	210	08/04/2022	12/05/2022	28	112.65%
3	BRIQUETA DE PRUEBA (15.03 x 30.0 cm)	41995.00	15.03	177.2	237.87	210	08/04/2022	12/05/2022	28	112.80%


Juan Chaviza Valencia
INGENIERO CIVIL
CIP. 223397
ESP. GEOTECNIA

ANEXO N°10: PLANO DE DISTRIBUCION DE PASADORES



UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO		
 UCV UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO	Lugar : DISTRIBUCION DE PASADORES	DISEÑADOR: Bach. Ana Karina Acuña Borjas
	Código : Indicada	Fecha : Julio 04 2022