



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**Diseño de Pavimento Rígido Reforzado con Fibra de Vidrio en la Avenida
Quinta Avenida, Lurigancho, Lima, 2019**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL**

AUTORES:

Montenegro Coronel, Hernando Magober (ORCID: 0000-0002-2073-2976)

Quispe Ayala, Alexis Ruben (ORCID: 0000-0003-1092-2730)

ASESORES:

Dra. García Álvarez, María Ysabel (ORCID: 0000-0001-8529-878X)

Msc. Paccha Rufasto, Cesar Augusto (ORCID: 0000-0003-2085-3046)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA- PERÚ

2019

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico a mis padres Sonia Ayala y David Quispe y a las personas que siempre confiaron en mí, mis hermanos, amigos, tíos y primos. Gracias a cada uno de ellos estoy llegando a culminar este proceso de vida universitaria para proceder con una vida profesional.

ALEXIS QUISPE AYALA

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a Dios por la salud y el bienestar que me otorga día a día, a mis padres y a mis hermanos que por sus enseñanzas y sus buenos concejos han hecho posible que yo sea lo que soy ahora.

HERNANDO MONTENEGRO CORONEL

AGRADECIMIENTO

Le damos gracias a Dios ya que sin el nada sería posible, también queremos agradecer a nuestro Asesor quien nos ha guiado a lo largo de este ciclo con la elaboración de nuestro trabajo de investigación, ha corregido y nos dio la posibilidad de mejorarlo, y a la Universidad por brindarnos conocimientos que con ellos podremos salir a ser buenos profesionales con moral y ética

ÍNDICE

Carátula	
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras.....	vii
Resumen	ix
Abstract	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	6
III. METODOLOGÍA	40
3.1. Tipo y Diseño de investigación.....	41
3.2. Variables, operacionalización	41
3.3. Población, muestra y muestreo	43
3.4. Técnica e instrumento de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	43
3.5. Procedimientos.....	45
3.6. Método y análisis de datos.....	49
3.7. Aspectos éticos	49
IV. RESULTADOS	50
V. DISCUSIÓN.....	127
VI. CONCLUSIONES	130
VII. RECOMENDACIONES.....	133
REFERENCIAS	135
ANEXOS	139

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Propiedades mecánicas de las fibras.....	27
Tabla 2: Factor de corrección estacional- FCE.....	58
Tabla 3: Ubicación de estaciones.....	59
Tabla 4: Índice medio diario anual estación E2, intersección av. los Laureles/ av. Quinta Avenida tráfico vehicular.....	60
Tabla 5: Clasificación vehicular estación E-2 av. los Laureles / av. Quinta Avenida.....	61
Tabla 6: Índice medio diario anual estación E-4, intersección av. Quinta Avenida / av. Los Cedros.....	62
Tabla 7: Estación E4 – Avenida Quinta/Av. Los Cedros.....	63
Tabla 8: Tasa de crecimiento del PBI.....	70
Tabla 9: Indicadores demográficos referida a migrantes sobrevivientes al final del periodo.....	71
Tabla 10 : Factores de carga y ejes equivalentes.....	81
Tabla 11 : Factores de carga equivalencia por ejes y por tipo de vehículos (Método Instituto de asfalto).....	82
Tabla 12: Factores de carga y tipo de vehículo (AASHTO).....	83
Tabla 13 : Secciones Normativas.....	86
Tabla 14: ESAL de diseño para 20 años (Método AASTHO).....	89
Tabla 15: Cotas compensadas.....	91
Tabla 16: Coordenadas topográficas.....	92
Tabla 17: Coordenadas de las calicatas.....	95
Tabla 18: Resumen de Ensayos Realizados.....	99
Tabla 19: Resumen de Ensayos Químicos.....	100
Tabla 20: Exposición de sulfatos.....	100
Tabla 21: CBR según categoría de subrasante.....	101
Tabla 22: CBR de la subrasante.....	101
Tabla 23: Cálculo de volumen de agregados (concreto patrón).....	102
Tabla 24: Resumen de proporciones de peso (concreto patrón).....	103
Tabla 25: Tanda de prueba máxima (concreto patrón).....	103
Tabla 26: Cálculo de volumen de agregado (0.45 % de fibra).....	104
Tabla 27: Resumen de proporciones de peso (0.45% de fibra).....	105
Tabla 28: Tanda de prueba máxima (0.45% de fibra).....	105
Tabla 29: cálculo de volumen de agregados (0.90% de fibra).....	106
Tabla 30: Resumen de proporciones de peso (0.90% de fibra).....	107
Tabla 31: Tanda de prueba máxima(0.90% de fibra).....	107
Tabla 32: Resultados de módulo de rotura.....	108
Tabla 33: Resultados a compresión a 14 días.....	109
Tabla 34: Resultados a compresión 28 días.....	110
Tabla 35: Periodo de diseño.....	112
Tabla 36: Confiabilidad de diseño.....	113
Tabla 37: Variables de diseño de pavimento.....	115
Tabla 38: ESAL según número de carriles.....	120
Tabla 39: Índice de serviciabilidad.....	121
Tabla 40: Coeficiente de drenaje.....	122
Tabla 41: Módulo elástico de la base y pérdida de soporte.....	122
Tabla 42: Datos para el diseño del pavimento.....	125

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Cuadro de concentración de tensiones en el concreto.	20
Figura 2: Módulo elástico: factores que influyen en el resultado, evaluación, materias primas (importancia del agregado).....	22
Figura 3: Módulo de rotura	24
Figura 4: Construcción de fibra de vidrio.....	33
Figura 5: Tipos de pavimento.....	36
Figura 6: Pavimento rígido.....	38
Figura 7: Pavimento flexible.....	39
Figura 8: Cuadro Operacional.....	42
Figura 9: Ensayo de módulo de rotura	44
Figura 10: Cono de Abrams	44
Figura 11: Probetas	45
Figura 12: Pavimento con fibra de vidrio.....	46
Figura 13: Concreto.....	46
Figura 14:Fibra de vidrio.....	47
Figura 15: fibra de vidrio AR.....	48
Figura 16: Concreto fibroreforzado.....	48
Figura 17: Comprobación de conteo E-2	52
Figura 18: Comprobación de conteo E-3	53
Figura 19: Comprobación de conteo E-4	54
Figura 20: Área no pavimentada	55
Figura 21: Fallas de la avenida.....	56
Figura 22: Movilización de vehículos.....	56
Figura 23: Estudio de tráfico de la avenida Los Laureles con la avenida Quinta Avenida.....	59
Figura 24: Clasificación vehicular estación e-1 intersección av, Los Laureles/ avenida Quinta Avenida	60
Figura 25: Clasificación vehicular estación E-1 intersección av. los la Av. Los Laureles / av. Quinta Avenida.	61
Figura 26: Clasificación vehicular estación E-4 Intersección Av. Quinta Avenida/Av. Los Cedros	63
Figura 27: Variación diaria, estación E-4 Intersección av. los la avenida Quinta Avenida/Av. Los Cedros.	64
Figura 28: Flujograma.....	65
Figura 29: Flujograma vehicular direccionado	66
Figura 30: Tráfico normal intersección av. Los Laureles / av. Quinta Avenida, estaciones E2.....	68
Figura 31 Tráfico normal intersección av. Quinta Avenida / av. Cedros, E4	69
Figura 32: Quinta Avenida, tramo av. Los Laureles – calle Los Cedros.	72
Figura 33: Tráfico normal proyectado av. Quinta Avenida, tramo av. Los Laureles- calle Los Cedros	73
Figura 34: avenida Quinta avenida, tramo av. Los Cedros – av. Las Torres	74
Figura 35: Tráfico normal proyectado av. Quinta Avenida, tramo av. Los Cedros- av. Las Torres.	75
Figura 36: Tráfico generado av. Quinta Avenida, tramo calle Los Cedros av. Los Laureles.	77
Figura 37: Tráfico generado av. Quinta avenida, tramo av. Los Cedros- av. Las Torres	78
Figura 38: Tráfico total av. Quinta avenida tramo av. Los Laureles- calle Los Cedros.....	79
Figura 39: Tráfico total av. Quinta Avenida, tramo av. Los Cedros- av. Las Torres.....	80
Figura 40: Cálculo de ESAL de diseño E-2 (Método AASHTO).....	84
Figura 41: Cálculo de ESAL de diseño E-2 (Método AASHTO).....	85
Figura 42: Sección normativa avenida Quinta Avenida, tramo av. Los Cedros – av. Las Torres... ..	87
Figura 43: Sección vial propuesta avenida Quinta Avenida, tramo av. Los Cedros – av. Las Torres.	87

Figura 44: Sección vial existente avenida Quinta Avenida, tramo av. Los Cedros – av. Las Torres.	88
Figura 45: Sección propuesta para el diseño avenida Quinta Avenida, tramo av. Los Cedros- av. Las Torres.	88
Figura 46: Vista del proyecto.	90
Figura 47: Plano de topografía	93
Figura 48: Ubicación de calicatas C1 y C2	93
Figura 49: Calicata N° 1	94
Figura 50: Calicata N° 2	94
Figura 51: Vista de la vía.	95
Figura 52: Análisis Granulométrico.	96
Figura 53: Límites de Atterberg.	97
Figura 54: California Beating Ratio (CBR).	98
Figura 55: Ensayo de sales solubles y sulfato solubles.	99
Figura 56: Módulo de rotura.	108
Figura 57: Módulo de rotura.	109
Figura 58: Resultados a compresión a 14 días.	110
Figura 59: Resultados a compresión a 28 días.	111
Figura 60: Probetas con fibra de vidrio.	111
Figura 61: Datos del proyecto con Optipave 2.	116
Figura 62: Parámetros de diseño del pavimento con Optipave 2.	116
Figura 63: Datos de tráfico.	117
Figura 64: Propiedades del concreto con Optipave 2.	117
Figura 65: Propiedades del suelo con Optipave 2	118
Figura 66: Datos de Clima con Optipave 2	118
Figura 67: Cálculo en Optipave 2	119
Figura 68: Ábaco de módulo de reacción de la subrasante.	123
Figura 69: Ábaco de Módulo de reacción de subrasante k(pci)	124
Figura 70: Abaco de corrección del módulo efectivo de la subrasante	125
Figura 71: Programa de ecuación de AASHTO 93	126
Figura 72: Distribución de altura de capas	126

Resumen

La falta de resistencia y la durabilidad de la losa de concreto del pavimento es un problema hoy en día pues a pesar que existen muchas aplicaciones de nuevas tecnologías en el diseño del pavimento, solo optan diseñar con los mismos materiales.

En el ámbito de los tipos de materiales que agregan en los pavimentos, este trabajo de investigación ha optado por la fibra de vidrio AR por su alta resistencia, costo y movilización en lo más importante las dos primeras mencionadas.

El presente trabajo de investigación se va a analizar cómo la fibra de vidrio AR cambia las propiedades mecánicas del concreto mejorando compresión con mayor resistencia, resistencia a la tracción como también a la flexión. Puesto que adicionando los porcentajes de 0.45 y 0.90 de fibra vidrio AR a la mezcla brindará una excelente resistencia para un buen diseño.

No obstante, se utilizó un programa nuevo, no tan conocido en el mercado, para el diseño de pavimento con agregados de fibras, según los principios de AASHTO 93, se diseña el pavimento con fibra de vidrio AR con la proporción de 0.9 % de fibra mejorando así la resistencia del pavimento.

Palabras clave: fibras, vidrio, pavimento, diseño, resistencia.

Abstract

The lack of strength and durability of the concrete slab of the pavement is a problem today because although there are many applications of new technologies in the design of the pavement, they only choose to design with the same materials.

In the field of the types of materials that they add to the pavements, this research project has opted for AR fiberglass for its high strength, cost and mobilization in the most important the first two mentioned.

The present research project is going to analyze how the AR fiberglass changes the mechanical properties of the concrete, improving compression with greater resistance, tensile strength as well as bending. Since adding the percentages of 0.45 and 0.90 fiberglass AR to the mix will provide excellent strength for a good design.

However, a new program, not so well known in the market, was used for the design of pavement with fiber aggregates, according to the principles of AASHTO 93, the pavement is designed with AR fiberglass with the proportion of 0.9% fiber thus improving the resistance of the pavement.

Keywords: fibers, glass, pavement, design, resistance.

I. INTRODUCCIÓN

En nuestro país actualmente, se presentan muchos defectos respecto a las vías donde circulan los vehículos, ya que las vías se encuentran en mal estado en su mayoría por las cargas excesivas ejercidas por el tráfico, clima o falta de mantenimiento consecutivo, movimientos sísmicos, cambios climáticos (lluvias), desastres naturales (huaycos), el transporte de vehículos pesados para el cual no se diseñó la vía o por nosotros mismos ya sea: el uso incorrecto de los materiales que se utiliza a la hora de realizar la pavimentación, como también el desconocimiento de los usuarios, por ejemplo, al tirar agua a las pistas hace que el desgaste del pavimento sea mucho más rápido. Se conoce que en el Perú existen dos tipos de pavimentos, el flexible y el rígido, estos dos pavimentos se pueden aplicar según las particularidades del suelo, materiales, lugar de ejecución de proyecto y sobre todo el presupuesto.

Es claro que, a nuestras autoridades, no les conviene invertir mucho presupuesto al momento de llevar a cabo la construcción de las vías, nadie quiere invertir un monto mayor de lo que se cree que es necesario en cada caso, pero el gasto que se realiza raramente es igual que el presupuesto inicial, los gastos son mayores ya que se deben de considerar otros factores que no se tomaron en cuenta al elaborar el presupuesto inicial.

La igualdad y la estandarización de los usos del concreto común a la hora de realizar el diseño de los pavimentos rígidos, vienen siendo hasta la actualidad una opción para las zonas escasas del desarrollo urbano, siendo dicha opción una problemática en la ciudad por la ausencia de cognición y la adaptación de los procedimientos de cálculo y da como consecuencia la insatisfacción de la población y una corta vida útil de los pavimentos rígidos, ya que el monto requerido y ejecutado cumple el objetivo proyectado, siendo esta, una alternativa provisional por la baja resistencia que el concreto tiene a la flexión, lo que genera desperfecto prematuro en el pavimento rígido.

Los especialistas en la ingeniería de pavimento deben tomar mucha conciencia a la hora de realizar los cálculos y el proceso constructivo, tomando en cuenta en el aspecto técnico, seguridad, cualidad de componentes y la vida de proyección según el tiempo que deba durar.

La condición del concreto es un factor primordial para que una estructura sea segura, sin embargo, la estructura no solo se realiza con un adecuado cálculo de diseño de mezcla, para un proyecto de pavimentación, también, es necesario un buen mezclado y colocación de materiales, porque según el análisis que se realizan en los laboratorios donde pueden mostrar variaciones que influye a la resistencia del concreto.

Como se sabe, el que tiene resistencia a la compresión es el concreto, pero cuando trabaja en tracción es débil, por lo cual se colocan acero de diferentes tamaños que absorban los esfuerzos que se producen a tracción, y de esta manera, se reduciría la formación de grietas, por otro lado, esto incrementaría su costo a gran escala siendo difícil poder recurrir a esta solución, sin embargo, hoy en día se encuentra en el mercado las fibras de vidrio AR, que al adicionarla al concreto incrementaría su resistencia a la tracción.

La colocación de hebras en el concreto es un método que se utiliza más en el país, su variedad de utilidades como rama en el diseño ingenieril, hacen que tenga mucha más participación en las construcciones gracias a los beneficios que da al concreto. A través de las mejoras, se debe enunciar una reducción notable de las grietas, como también su disminución plástica tanto la dureza de esta, el aumento del concreto en su tenacidad, el incremento del aguante en su flexión, principalmente en limitaciones de subbase perjudicial. Asimismo, una conservación de tiempo como el precio de la edificación debido a que se elimina su colocación y el registro de acero tradicional por ende la fácil colocación en su mezcla, hacen que sea un método ventajoso en muchos aspectos.

McCormac (2017) manifiesta que la compresión de un concreto reforzado con fibra no son mayores considerablemente, como lo serian, si en las mezclas no se usara fibra. No obstante, el concreto de producto son considerablemente más sólidos y tienen más resistencia al quebrantamiento y al choque. La utilización de fibras ha incrementado la volubilidad del concreto al disminuir su fragilidad, por ello se debe conocer que, si se ingresa una varilla de refuerzo a la mezcla, esta brinda una mejora solo en la dirección de la misma, por lo contrario, se sabe que las fibras dispersas en la mezcla, al azar brindan resistencia adicional en cualquier dirección.

Ante las premisas mencionadas, esta investigación tiene como finalidad determinar en el comportamiento físico y mecánico del pavimento rígido colocando refuerzo de fibra de vidrio AR al pavimento rígido avenida Quinta Avenida, Lurigancho, 2019.

Es por ello, que la presente investigación propone como problema general: ¿Cómo mejorar el comportamiento físico y mecánico de pavimento colocando fibra de vidrio al pavimento rígido en la avenida Quinta Avenida, Lurigancho, 2019? Los problemas específicos son: ¿Cómo mejora el espesor utilizando el software optipave 2 del pavimento reforzado con fibra de vidrio en la avenida Quinta Avenida, Lurigancho 2019?, ¿Cómo influye la incorporación de fibra de vidrio en el pavimento rígido reforzado con fibra de vidrio en la avenida Quinta Avenida, Lurigancho, 2019? y ¿Cuál es la resistencia a la flexión del pavimento rígido reforzado con 0.45 % y 0.90% de fibra de vidrio en la avenida Quinta Avenida, Lurigancho 2019?

La justificación de esta investigación recae debido a que en nuestro país, el mal estado de los pavimentos, especialmente en la capital de Lima, es un hecho real muy preocupante para los ciudadanos, pese a que es usual o normal que presenten algunas y otras fallas en la superficie del pavimento debido a hechos climáticos, cuando estas fallas son innumerables llega a afectar a la calidad de vida de la estructura y para llegar a solucionar esos problemas debe ser mantenido o reparado, pero algunas veces no es probable hacerlo sin haber determinado anteriormente el estado verdadero en la que se construyó.

Según estudios nos dice que cada 8 huecos por cada kilómetro recorrido en zonas de la capital están en mal estado, este problema afecta a la comercialización, turismo y conexión e interconexión de distritos, ciudades, pueblos y países, en otro punto de vista este deterioro a los vehículos afectándolos económicamente a los choferes por la continuidad de cambio de autopartes.

Para una solución a largo plazo necesitamos tecnologías, innovación que nos pueda ayudar a solucionar estos problemas que nos afecta diariamente, dándole un nuevo enfoque a la construcción de carreteras, con mucha más durabilidad en los pavimentos rígidos reduciendo los costos de mantenimiento que este requiere por eso la solución es reforzar los pavimentos

con fibra de vidrio.

El refuerzo con fibra de vidrio nos brindara mayor durabilidad, resistencia y ductilidad al pavimento mejorando física y mecánica en el concreto para distintas soluciones. Eludiendo así distintas fallas, optimizando tiempo y costo. Es por ello que el proyecto de exploración al enfocamiento de cuantificar los ofrecimientos de las propiedades habiendo múltiples ventajas como la drástica reducción de las grietas, absorción de energías, protección máxima en borde y esquinas, mejora la resistencia al impacto y disminuye la fragmentación, alta resistencia química, no deja marca, entre otras.

El objetivo general es determinar en el comportamiento físico y mecánico del pavimento rígido colocando refuerzo de fibra de vidrio AR al pavimento rígido avenida Quinta Avenida, Lurigancho, 2019. Los objetivos específicos son: Determinar el espesor utilizando el software Optipave 2 del pavimento reforzado con fibra de vidrio AR en la avenida Quinta Avenida, Lurigancho, 2019, determinar la influencia de la incorporación de fibra de vidrio AR en el diseño del pavimento rígido reforzado con fibra de vidrio AR en la avenida Quinta Avenida, Lurigancho, 2019 y determinar la resistencia de un pavimento rígido reforzado con 0.45 % y 0.90 % de fibra de vidrio AR en la avenida Quinta Avenida, Lurigancho, 2019.

La hipótesis general mencionada a continuación: La incorporación de la fibra de vidrio AR en el pavimento mejora el comportamiento físico y mecánico del pavimento rígido en la avenida Quinta Avenida, Lurigancho, 2019

II. MARCO TEÓRICO

Para el presente trabajo de investigación, se ha revisado minuciosamente estudios anteriores, por lo que se tomarán antecedentes internacionales extraídos de repositorios, libros, artículos, páginas web de distintos institutos tanto de América como Europa.

Carrero y Casablanca (2015) analizaron en su proyecto de investigación, el comportamiento que presenta el concreto cuando es sujeto a compresión, sobre el cual se detectaron datos, mediante las prácticas que se realizaron en laboratorio añadiendo fibras de vidrio al concreto, por lo que se obtuvieron como resultados que si, efectivamente se aumenta un 45% su aguanete a la compresión del concreto, además, tiene por conclusión que solo se necesitó incrementar el concreto y su resistencia fue un 0.8% del total del concreto, y que se necesita una mínima cantidad de fibra para lograr este aumento en la resistencia.

Tassew y Lubell (2014), en su tesis realizada en la Universidad de Columbia Británica, dan a conocer sobre las pruebas que se realizaron para que se pueda establecer cómo influye la fibra de vidrio picadas en diversas características tanto geológicas como físicas en el concreto cerámico, que es producido usando aglutinante de fosfato de cemento. Examinaron proporciones de fibra de vidrio de 0% y 2%, llegando como resultado que la incorporación de fibra de vidrio no influye directamente a la resistencia a la compresión del concreto y mucho menos al patrón de elasticidad, pero se obtuvo una mejora muy significativa en la resistencia a la flexión y el corte directo, independientemente del tipo y forma de la fibra de vidrio, que dieron como resultados que la resistencia mejora con el aumento de fibra de vidrio.

Cano y Cruz (2016), realizaron una investigación que tuvo como objetivo estudiar las mezclas de concreto con diferentes proporciones de vidrio triturado, en la investigación se aprobó la colocación de vidrio triturado en diferentes muestras granulométricas utilizándolo como un agregado con el fin de mejorar las características mecánicas del concreto, finalmente se concluyó que en cada una de las muestras, indistintamente de los porcentajes utilizados de vidrio molido, se obtuvo un aumento de la resistencia, a comparación del concreto convencional que se estudió.

Castro (2016) en su proyecto de investigación realizada en la Universidad Técnica de Ambato en Ecuador, tuvo por objetivo principal estudiar la conducta de los morteros de

cemento agregando acero, fibras de vidrio y polipropileno en estado de hilos, utilizados para pegar mampostería, realizando diversos estudios y ensayos llegaron a la conclusión que las hilachas, utilizadas como fibras de sostén, influyeron de primera mano en la firmeza a la adherencia y compresión de los morteros de cemento utilizados para pegar mampostería. De igual forma, indica que se debe fijar 0,5% de fibra, en coherencia a la totalidad de la influencia de cemento y arena que son parte del mortero, para alcanzar una excelente elasticidad, un aumento en la resistencia real del mortero y mayor cohesión entre el mortero y las unidades de mampostería.

Godoy (2015) realizó un artículo de investigación que tuvo como objetivo primordial determinar cuál es el dominio de la fibra de vidrio que ejerce sobre las propiedades mecánicas del hormigón, para esto se realizaron diversos ensayos en laboratorio que sirvieron para concluir que al incrementar el porcentaje de fibra, se presenta un incremento también de la solidez, estas acciones aplican únicamente a la renuencia a la tracción, compresión y a la fatiga, también se concluyó que la prueba de tracción por flexión indica una discrepancia interesante para los valores del hormigón con fibra y el hormigón patrón, siendo el incremento de la dureza de 36%.

Así también, Rodríguez y Ruiz (2016) realizaron el análisis de cómo afecta la colocación de vidrios desechos finamente molidos, en la resistencia del hormigón, y también en cuál es la reacción álcali-sílice, se dio como conclusión al incorporar micropartículas de vidrio al hormigón su resistencia se incrementa a 250% en relación a su resistencia a los 7 días, mientras que el hormigón convencional solo incrementa su resistencia del 100% a los 28 días.

En relación a antecedentes nacionales, contamos con varios trabajos de investigación de nuestra universidad, así también como tesis y artículos que nos permitirán describir el presente trabajo de investigación.

García (2017) manifiesta en su tesis que tuvo por objetivo principal determinar cuál era su resistencia del concreto agregando fibra de vidrio y también evaluar el costo de producción, obteniendo como resultados que al incorporar fibras de vidrio en valores de 0.025%, 0.075% y 0.125%, la resistencia que obtiene el concreto a la compresión es mejor al concreto

convencional en un 6.65%, 2.26% y 1.26% respectivamente, en todos los grupos de control y también el valor del producto muestra una disminución de un 2.94%.

Afa y Loyola (2016) mencionan en su estudio de investigación que tuvieron como objeto primordial, establecer de qué manera cambian las características mecánicas del hormigón al añadirle distintos porcentajes de fibra de vidrio, y al ensayar obtuvieron que para un GRC (concreto reforzado con fibra de vidrio), conformado por 7% en peso de fibra de vidrio y un 2% de agregado obtuvieron un valor máximo de resistencia a la flexión de 14.1 MPa, y para un GRC conformado por 3% en peso de fibra y 1% de aditivo, un valor mínimo de resistencia a la flexión de 8.92 MPa, estos valores corresponden a un tiempo de curado de 7 días.

Huamán (2015) en su proyecto de investigación, tuvo como objetivo principal fue precisar de qué manera influye la incorporación de fibra de vidrio en distintas proporciones, en el incremento de la solidez mecánica del concreto, y al estudiar y ensayar se resultó que la resistencia a la tracción indirecta del concreto, se puede ver claramente que este valor incremento a medida que se va proporcionando más fibra de vidrio a la mezcla de concreto, de esta manera, se logra alcanzar un límite de 24.19% de incremento de la resistencia de la tracción, en referencia al concreto convencional a los 7 días y un 30.74% de incremento a los 28 días. En síntesis, estas estimaciones son directamente para el concreto con superior porción de fibra de vidrio (0.50% de fibra). El investigador concluyó que al agregar fibra de vidrio el factor relevante es el incremento a la resistencia a la tracción indirecta del concreto, en cuanto de la resistencia a la flexión vio que hay un incremento considerable de ese valor a medida que se incrementa el porcentaje de fibra de vidrio presente en la mezcla de concreto. Debido a lo anteriormente mencionado, se logró alcanzar un límite superior de 25.52% incrementando la solidez a la flexión para el concreto convencional a los 07 días y un 36.20% de incremento a los 28 días, es necesario recalcar que estas estimaciones corresponden al concreto con mayor valor de fibra de vidrio (0.50%). Se concluyó, que el agregar fibra de vidrio es un indicador importante para el incremento de la resistencia a la flexión del concreto.

Ochoa (2018), propuso determinar cuál es la influencia del vidrio reciclado molido como reductor de agregado fino para el diseño de mezclas de concreto en pavimentos urbanos,

estudiando y realizando diversos análisis se llegó a concluir que al agregando vidrio reciclado molido al concreto disminuye considerablemente entre un 20% y 30% de vidrio reciclado molido la consistencia del concreto se reduce haciendo que la mezcla sea poco trabajable. Por otro lado, sucede lo contrario cuando se incorpora 10% de vidrio reciclado molido donde la estabilidad del concreto está dentro de la clasificación plástica, sosteniendo la trabajabilidad del concreto.

Rojas, J. (2015) planteó como objetivo principal elaborar un análisis del comportamiento mecánico de una mezcla de concreto con una resistencia de 210 kg/cm² agregando un porcentaje de vidrio sódico cálcico a la mezcla utilizando un cemento Fortimax. Realizando distintos ensayos se llegó a la deducción que la resistencia a la compresión a los 28 días fue de 318.75 Kg/cm², empleando una dosificación que abarca un porcentaje insignificante de vidrio molido.

Acerca de un pavimento rígido, Robles, R. y Sánchez, J. (2015) mencionan que está elaborado de concreto armado o simple, es por esto que es designado como losa, apoyado sobre una base. La losa, debido a su rigidez y alto módulo de elasticidad, absorbe gran parte de los esfuerzos que se ejercen encima de los pavimentos produciendo una excelente distribución de las cargas de rueda, dando como producto tensiones muy bajas en la subrasante. Todo lo contrario, sucede en los pavimentos flexibles, que, al tener menos rigidez, transmiten los esfuerzos hacia las capas inferiores lo cual trae como consecuencia muchas tensiones en la subrasante. En conclusión, nos dice que está compuesto el pavimento rígido comparando tanto los dos pavimentos más utilizados y describiendo el pavimento que está hecho de losa, sub-base y subrasante.

La forma cómo se comporta el pavimento está coligado con su capacidad, para brindar la seguridad y comodidad en la carpeta de rodadura, en ese sentido la rugosidad en la superficie es una de las características que predominan, otras, pero no menos importantes tenemos: Apropiaada fricción superficial, trazado de la carretera, incluyendo peralte y radio de curvatura, textura y fisuras.

La rugosidad y regularidad de un pavimento, es la parte principal vista por las personas ya

que esta afecta la seguridad y condición de la superficie de rodadura de cualquier pavimento, estos tienen mucha relación con los productos de vibraciones, como son los niveles de destroz, desgaste de los vehículos, probabilidad de que se pueda dañar las mercancías que se transportan y un mayor consumo de energía.

Se conoce como evaluación funcional de un pavimento a la inspección o estudio que se le realiza a la parte superficial o superficie de rodadura de un pavimento, este análisis tiene como fin determinar y evaluar los deterioros que afectan a los usuarios, estos ensayos que se realizan no involucran a la parte estructural, existen diferentes métodos o formas de evaluar estos daños, todos generalmente están expresados por fórmulas, en el que se requiere una serie de parámetros del pavimento, existen tablas que ayudan para estos cálculos, estas tablas están en la norma de pavimentos de cada país. Entre los principales métodos para el cálculo y evaluación del aspecto funcional del pavimento tenemos: Índice de serviciabilidad presente (PSI), índice de regularidad internacional (IRI) y finalmente, índice de condición del pavimento (PCI).

La mezcla de concreto es de cemento y agregados que al pasar por un proceso mecánico de endurecimiento se posiciona como uno de los más resistentes materiales de construcción, esta mezcla es aplicada para la elaboración de toda la edificación. La combinación entre el agua, el cemento y la arena en algunos países de Latinoamérica se conoce como mortero, mientras que cuando el concreto ya terminó el proceso de compactado en el lugar y la funcional que fue destinado, recibe el nombre de hormigón.

Ortega (2014) nos hace mención que el concreto es un elemento duro, tiene características parecidas a la piedra y resulta al elaborarse un proporcionado mezclado entre cemento (piedra y arena), aire y agua. Por el contrario de las piedras, el concreto puede ser resultado de acuerdo a las extensiones que se requieran, para dar con estas dimensiones se emplean los encofrados. (p.13). Da información del estado de mezcla de su concreto.

El concreto se compone por materiales distintos entre los que resalta: aire, cemento, agregados gruesos, agregados finos, agua y por último aditivos. Estos materiales uno tiene un papel sumamente notable en el comportamiento físico y mecánico del concreto en estados desemejante, participando las propiedades de la resistencia a las distintas sollicitaciones de

carga del mismo. De esta forma, se debe hacer diversas pruebas con la finalidad de que se pueda comprobar que obedezcan las exigencias para que se pueda lograr un buen concreto con la calidad y comportamiento apropiado según las especificaciones para el cual fue diseñada. Los ensayos de agregados que más se utilizan y que son aplicados en diferentes laboratorios son los siguientes: Ensayo de impacto sobre los diferentes agregados utilizados, granulometría y humedad de absorción.

Los componentes del concreto son los siguientes:

El Agua: Es un componente fundamental para la elaboración del concreto ya que, al mezclarse con el cemento, ocurre el proceso químico llamado hidratación, formándose así la pasta del concreto. La norma técnica peruana (NTP) que habla del agua para el mezclado, se basa en muchos criterios de performance. Se debe de considerar que mayormente el agua potable es muy conveniente para que se pueda preparar la mezcla de concreto, si no se diese el caso o se encontrara en el lugar de trabajo agua potable, se podrá utilizar otra fuente que cumpla los parámetros que se establecen en la NTP 339.088 Agua para morteros y hormigones de cemento Portland. Este líquido, además, aparte de ayudar en el proceso químico del cemento, apoya a la trabajabilidad.

Cemento: También es uno de los elementos de suma importancia para que se pueda producir el concreto. El cemento que mayor se usa, es el Portland, el cual se creó en Inglaterra por Joseph Aspidin. Este es un material aglomerante que cuenta con la capacidad de juntar a los agregados que se necesita para la fabricación del concreto y formar la mezcla. Para que ello pueda suceder, debe ocurrir un proceso que se llama hidratación, el cual se origina cuando el cemento entra en roce con el agua. Dicho elemento tiene distintos compuestos, siendo los cuatro de mayor importancia: el silicato dicálcico, silicato tricálcico, ferroaluminatotetracálcico y aluminato tricálcico. Aparte de estos elementos primordiales hay otros que tienen un papel de poca importancia en el desarrollo de hidratación. Por otra parte, de acuerdo al Reglamento Nacional de Concreto NTE 060, derivado del ACI318, existen varios tipos de cemento y se separan según tres normas básicas:

Según la NTP 334.009 – Cemento Portland, los requisitos que nos da a conocer los tipos de cemento que son: Cemento tipo I – de uso general, cemento tipo II – presenta moderada

resistencia a los sulfatos, cemento tipo II (MH) – moderado calor de hidratación y moderada resistencia a los sulfatos, cemento tipo III – de alta resistencia inicial, cemento tipo IV – bajo calor de hidratación y cemento tipo V – alta resistencia a los sulfatos.

Según la NTP 334.090 – Cementos Portland Adicionados son: Cemento tipo IS – cemento con escoria de alto horno, cemento tipo IP – cemento puzolánico, cemento tipo IL – cemento calizo, cemento tipo I (PM) – cemento puzolánico modificado, cemento tipo IT – cemento ternario y cemento ICo – cemento compuesto.

Según la NTP 334.082 – Cementos Portland. Especificación de la performance son: Cemento tipo GU – de uso general, cemento tipo MS – moderada resistencia a los sulfatos, cemento tipo HS – alta resistencia a los sulfatos, cemento tipo HE – alta resistencia inicial, cemento tipo MH – moderado calor de hidratación y cemento tipo LH – bajo calor de hidratación.

En el país se fabrican los cementos basados en las 3 normas que se indicaron anteriormente las tres normas indicadas, los que se comercializan principalmente son los de tipo I, tipo II, tipo V, tipo IP, tipo I(PM), tipo ICo, tipo MS y tipo HS.

Respecto a los agregados, en el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), en la norma E.060 Concreto Armado, da a conocer que, al pasar un material por el ensayo de granulometría, el agregado que queda obstruido por el tamiz N° 4 se le conoce como agregado grueso, estos materiales puedan ser, piedras trituradas o grava, mientras que el agregado fino es aquel que pasa por el tamiz N°200, este material es proveniente de la descomposición de las rocas. Estos agregados deben cumplir con ciertos parámetros que se establecen en la norma técnica peruana.

Se consideran los siguientes tipos de ensayos como: Obligatorios (para todos los concretos), sustancias dañinas, granulometría, abrasión (máquina de los ángeles) o impacto, complementarios (concretos de resistencia mayor o igual a 210 kg/cm²), opcionales (casos específicos), equivalente de arena y reacción álcali-sílice

Los aditivos son elementos que cumplen una función muy principal es, mejorar las características físicas y mecánicas del concreto. Estos son clasificados, según la NTP

334.088 como “Aditivos químicos en pastas, morteros y hormigón (concreto)”: Tipo A, reductores de agua, Tipo B, retardadores de tiempo de fraguado, Tipo C, aceleradores de tiempo de fraguado, Tipo D, reductores de agua y retardadores de tiempo de fraguado, Tipo E, reductores de agua y aceleradores de tiempo de fraguado, Tipo F, reductores de agua de alto rango y finalmente, Tipo G, reductores de agua de alto rango y retardadores de tiempo de fraguado.

El concreto pasa por 2 tipos de formas primordiales, la forma fresca y la forma endurecida. Cada uno de estos tiene diferentes características y propiedades ya que son muy distintas en el comportamiento y el uso que tiene, Por esto se dividirá según sus propiedades en sus formas correspondientes.

Concreto en su forma fresca: Esta forma se presenta con las siguientes características:

Trabajabilidad: Se puede definir como la fácil colocación, solidificación y el acabado que tiene el concreto en su forma fresca, esta es una propiedad que tiene el concreto, el cual se debe tomar mucha importancia porque si no se puede colocar bien, puede presentar diferentes fallas, por eso el concreto debe ser trabajable, la medición de esta propiedad se debe realizar con el ensayo llamado cono de Abrams, que da como resultado el Slump del concreto.

Exudación: Esta propiedad se presenta en el concreto con la presencia de una lámina de agua en la parte superior del concreto en su etapa de fraguado, es una reacción mecánica que tiene el concreto y básicamente es por, el asentamiento de los sólidos y por consecuencia causa que el agua se dirija a la superficie.

Etapas de fraguado: Se le conoce al fraguado como el tiempo que se demora el concreto en llegar a su etapa adulta, es decir su estado endurecido, esta propiedad se mide mediante la aguja de Vicat, que nos indica el inicio y el fin del fraguado del cemento.

Concreto Endurecido: Esta forma del concreto se da una vez que el concreto haya alcanzado su etapa adulta, es decir haya alcanzado su estado endurecido, presenta las siguientes características:

Resistencia: Es la característica que muestra el concreto para poder tolerar los esfuerzos a

compresión que son solicitados por las cargas solicitadas, en el caso que se presente cargas a flexión, se deberá reforzar al concreto con elementos que sean lo suficientemente resistentes para ese tipo de carga, porque como se sabe el concreto tiene baja resistencia a la tracción y flexión, en la mayoría de casos se utiliza las varillas de acero, ya que presenta una gran capacidad de resistir dichos esfuerzos, en sus distintos diámetros que presenta, es de ahí que nace el término de concreto armado es la capacidad que tendrá el concreto de soportar netamente a la compresión; en el caso de la flexión y tracción tiene menor capacidad, es por esto que inicia el concreto armado, la resistencia también es directamente proporcional a la relación que tiene de agua-cemento.

Estabilidad de volumen y registro de fisuración: El concreto es un elemento que está sometido, a los diferentes tipos de factores, tales como la humedad, la temperatura las tensiones, por lo cual que se ve sometido a cambiar si volumen constantemente, puede ser para comprimirse o contraerse, lo que genera que empiecen a aparecer fisuras.

Durabilidad del concreto: Es la capacidad que presenta el concreto para poder soportar a los diferentes tipos de clima a los que será sometido, a los ataques químicos y al desgaste. Esta propiedad que presenta el concreto suele variar dependiendo al tipo de cemento que se esté utilizando y dependiendo a qué tipo de clima este expuesto.

Para que un concreto sea durable debe resistir de forma adecuada las condiciones de servicio a la que será sometida, entre ellas la meteorización, el desgaste y la acción química que se presentará.

Es muy importante que el concreto pueda resistir sin deteriorarse con el pasar del tiempo, para las distintas condiciones para el cual sea diseñado el concreto, la poca durabilidad que presente el concreto puede ser a causa de las condiciones a las que está expuesto y no se tuvieron en cuenta a la hora de hacer el diseño de mezcla, o también las causas internas del mismo concreto, también se debe a las causas externas ya sean físicas o mecánicas, que se originan debido a la temperatura, acción de la electrolítica, ataques por líquidos ya sean naturales o industriales, por el desgaste, debido estas condiciones cualquier concreto que no esté protegido o no tenga la suficiente resistencia para esos condiciones no será muy durable. Es extraño que el daño de un tipo de concreto de deba a un origen aislado, muchas veces,

inclusive cuando se presente algunas características poco deseables, el concreto puede ser bueno, y no fallar rápidamente.

Permeabilidad del concreto: La introducción de los agregados que se utiliza en la fabricación del concreto, cuando son de mala calidad pueden afectar seriamente la resistencia del concreto como también la durabilidad, como, por ejemplo, los agregados gruesos utilizados tienen presencia de residuos como bolsas, plásticos, tierra, arcilla, sales, como se dijo anteriormente el agua empleada debe ser potable, y el cemento utilizado debe estar en buen estado.

De la introducción de estos materiales en buen estado depende también la permeabilidad del concreto, esta propiedad se caracteriza por la simplicidad que tiene el concreto, este se puede saturar de agua, por eso dicha propiedad se junta relativamente con la debilidad que presenta en la congelación de concreto, en el suceso de reforzado de concreto, el agua que ingresa al interior causa problemas de corrosión en el refuerzo de acero, que a la vez este problema causa el incremento de volumen del refuerzo, lo que causa que el concreto se agriete y se descascare y se pierda la adherencia entre estos dos materiales.

Que tenga el concreto permeabilidad es sumamente principal porque también tiene vínculo a lo hermético de las estructuras que tienen presencia de líquidos, aparte cuando la humedad ingresa al concreto las propiedades de aislamiento térmico se verán seriamente afectada, dicha propiedad que presenta el concreto, no solamente depende de la porosidad para que esta sea adecuada, sino también dependen del volumen, de la distribución y la continuidad de los poros, cemento que se usa también influirá en la permeabilidad, ya que en algunos caso se utilizan cementos que sus propiedades físicas y mecánicas se redujeron por el pasar del tiempo.

Un concreto que presenta una baja relación de agua cemento es decir con baja cantidad de agua en la mezcla, buen manejo e introducción de los materiales, buen curado y buen compactado es casi impermeable y duradero, pero al disminuir el agua, se reduce la propiedad llamada trabajabilidad por lo que se debe adicionar aditivos y utilizar una vibradora para que el concreto no presente fallas.

Meteorización del concreto: La separación que se presenta en el concreto por

descomposición (meteorización) es producto de las dilataciones y las retracciones que se presentan por el cambio de temperatura, y por la presencia de humedad en el concreto.

Para que este efecto en el concreto sea menos probable y menos efectivo, el concreto debe ser casi impermeable, y que presente bajas alteraciones de volumen para lo cual debe presentar lo siguiente: Como se mencionó anteriormente el concreto debe presentar una relación de agua/cemento reducido una buena introducción de los materiales empleados para su elaboración, y sin presencia de residuos, el concreto debe ser homogéneo (debe tener una buena combinación de materiales), debe tener un curado adecuado, para que presente una pérdida reducida de agua y finalmente, debe presentar una cantidad de aire óptimo.

En el agregado fino se debe de aceptar una pérdida máx. de 10% en (Na_2SO_4) o de 15% si es MgSO_4 ; para el agregado grueso debe presentar una pérdida 12% y 18% respectivamente.

El ataque de la congelación y la fusión del concreto: Los resultados negativos que producen la congelación y el deshielo son también uno de las dificultades principales que afectan la resistencia y durabilidad del concreto, el destrozo también puede ser causado por la dilatación de algunos componentes del agua que se escapa de la mezcla o la combinación de ambos.

La integración de volumen de vacíos (aire) ayuda a mejorar la resistencia del concreto ya que los efectos negativos que produce la dilatación del agua, son controlados por los vacíos que se generan por la introducción de burbujas de aire. Si dicha dilatación que se produce es muy larga, puede causar mucho daño al concreto, lo suficiente como para generarse fuerzas hidráulicas destructivas, esto se debe a que durante la formación del hielo, se satura algunas partículas del agregado grueso, lo que produce que el agua no se mueva con mucha rapidez causando dichas presiones, sin embargo con un concreto que tenga una baja relación de agua/cemento y de buena calidad de materiales utilizados, puede prevenir que las partículas se saturen. Si la mezcla tiene un cierto volumen de vacíos, se pueden alojar una cantidad mínima de agua que el agregado expulsa, garantizando así una protección adecuada del concreto debido a la congelación y la fisuración.

Acción química en el concreto: El daño que se puede presentar en el concreto es causa también a acciones químicas debido a que se expanden el álcali del material cementante utilizado, y de algunos materiales que tienen un contenido de sílice en sus propiedades, también de algunas rocas de los volcanes, cualquier agregado que contenga una cantidad mayor de 1% puede afectar seriamente a las propiedades del concreto. El ASTM C-150 da algunas recomendaciones en el caso del uso de estos materiales que puedan reaccionar con el álcali, que el contenido de $\text{Na}_2\text{O} + 0,658 \text{ K}_2\text{O}$ del cemento utilizado no tendrá de sobrepasar el 0,6%.

Las maneras más frecuentes de que se pueda presentar una acción química son las siguientes: la acción que produce el agua de mar al concreto, la presencia de sulfatos, la lixiviación que tiene el cemento, también la presencia de aguas contaminadas.

La lixiviación del cemento, lleva en algunos casos a la formación de sales en la parte superficial del concreto que se conoce como “la eflorescencia”, esta acción también puede ser producida por el empleo de agregados con presencia de sales como por ejemplo agregados de la playa o de sitios que tiene presencia de sales, la capa de sales que se forma en la superficie de los materiales generan que también se produzca esta misma capa en la superficie del concreto, como también la presencia del yeso y los álcalis en los materiales, la eflorescencia juega un papel primordial también en la pérdida de resistencia que tiene el concreto

Ataque de los sulfatos al concreto: La presencia de sales que se encuentran en estado sólido no son perjudiciales para el concreto, cuando estas se encuentran en estado de resultado pueden reaccionar al entrar en contacto con el concreto fresco y contaminarlo, algunos tipos de materiales como las arcillas pueden contener el álcalis, sulfatos de magnesio y de calcio que pueden deteriorar al concreto, como también las aguas freáticas que contengan estos sulfatos, por lo tanto el concreto puede verse afectado seriamente cuando empieza a tener contacto con la $\text{Ca}(\text{OH})_2$ y con el C3A.

La velocidad con la que se eleva este ataque es a causa de la concentración que contiene una solución, pero es menor cada vez que la concentración es menor que el 0,5% de MgSO_4 o del 1% de Na_2SO_4 , la solución que causa más daño es cuando se encuentra cargado de

MgSO₄, esto causa graves deterioros al concreto a pesar de que aun relación de agua/cemento sea baja, se da un tiempo de servicio óptimo de dos o tres años.

Muy aparte de la concentración de mucho sulfatos, la forma de cómo se ve afectado el concreto también depende de la velocidad con la que es atacado, o con la que se mueve el contenido de sulfatos es remplazado a causa de la reacción que este presenta con el concreto, esta reacción es debido al nivel de agua freática que existe y la forma como esta se mueve, cuando el concreto está en presencia con agua que tiene presencia de sulfatos, el ataque se presentara en un estado máximo, debido a eso cuando el concreto ingresa a su estado de endurecimiento, se produce un deterioro rápido, debido a la presencia de estas aguas contaminadas, cuando el concreto no se encuentra con presencia de estas aguas será durable.

El concreto que ha sufrido ataque de estos contaminantes presenta una apariencia poco frecuente a comparación del concreto en buen estado, este material contaminado presenta un color blanquecino, muy fácil de percibirlo a simple vista, mayormente este tono empieza en las esquinas, después de esto empieza con la aparición de grietas y a descascararse progresivamente, que puede reducir al concreto a un estado que es muy desfavorable para los diseñadores, este estado se le llama “frágil”

Ataque del agua de mar al concreto: Este tipo de agua es inadecuada para el concreto, porque tiene presencia de sulfatos, y su utilización traerá consigo consecuencias descritas como en el tema anterior, muy aparte estas aguas tienen una cristalización de sales que atacan rápidamente al concreto causando daños severos debido a que estas sales forman una gran presión en el concreto.

El concreto o construcciones donde se emplea el uso de esta material, si se encuentra ubicado en zonas donde estas sales cristalizadas son de manera frecuente, está sometido a pasar por procesos de humedad y secado consecutivamente, lo que causa su deterioro con mucha rapidez, pero el concreto que se encuentra bajo el cota de terreno natural debido a que no está expuesto, la durabilidad será mayor, para este tipo de casos es recomendable usar el cemento tipo V ya que es resistente a estas sales.

Cuando tengamos un concreto reforzado pasara lo mismo, y afectara al acero de refuerzo,

causando la corrosión y el aumento del volumen del mismo, esto dará por consecuencia tener una estructura deficiente y propensa a fallar en la presencia de cualquier desastre natural o por las diferentes causas por las que falla la estructura, por eso es recomendable darle un recubrimiento de preferencia 7 cm, y emplear el cemento descrito en el párrafo anterior.

Desgaste del concreto: Las causas que mayormente afectan la superficie del concreto son: La traslación por encima de una superficie de concreto, cuando esta se encuentra con presencia de materiales desgastantes como arena, piedras, agua, etc., el tráfico y las cargas continuas que ejerce y el tránsito pesado de camiones que circulan y no se tuvo en cuenta ese peso en el cálculo.

Fisuración del concreto: La fisura es una consecuencia de la disminución de la resistencia del concreto, también es posible que se de en la compresión de cualquier estructura de una edificación o en toda clase de obra donde este el concreto, normalmente estas fisuras se presentan en años, meses, días o semanas por diversas causas, afectando así la apariencia de la estructura, lo importante es conocer los componentes que intervinieron en la mezcla para la elaboración del concreto, como ello determinar la falla estructural y verificar si es por algo natural o es por el contenido químico, para conocer el grado de peligro la cual se puede reconocerse cuando sobrepasan determinados espesores o volúmenes.

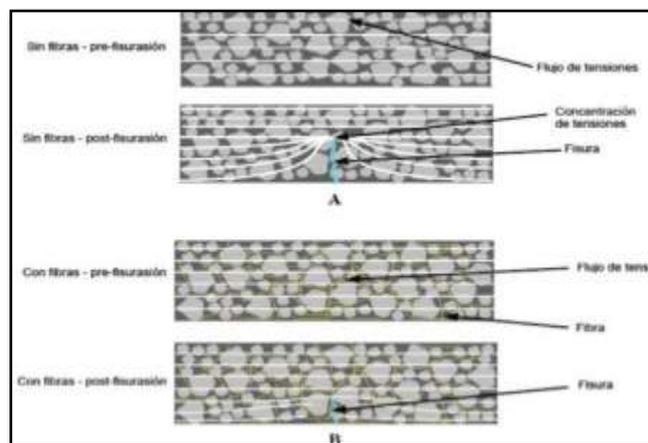


Figura 1: Cuadro de concentración de tensiones en el concreto.

Fuente: Fibras Wirand y Fibromac - Maccaferri

Las fisuras en el concreto están clasificadas en: Fisuras estabilizadas que también son

conocidas como muertas, estas son aquellas que llegan a una distancia determinada y se detienen, Fisuras en movimiento que son aquellas fisuras que continúan su movimiento hasta encontrar un punto, hacer fallar la estructura para poder detenerse, Fisuración en su forma endurecida que es cuando este cambia de volumen, una de estas causas principales por la aparición de estas grietas es la retracción por secado.

El ACI 224 (2017) nos dice que al secarse el hormigón se encoge o retrae, al mojarse se expande, el grado de expansión no es tan grande como el de retracción, estos cambios de volumen, junto con los cambios del contenido de humedad, son parte de las características inherentes al hormigón de cemento hidráulico. La variación de contenido de humedad de la pasta de cemento, también hace que el hormigón se contraiga, los agregados disminuyen el volumen de la pasta cementicia y brindan una restricción interna que disminuye significativamente la magnitud de estos cambios volumétricos en el hormigón (p. 13).

Otras de las causas por lo que se producen este tipo de fisuras son las tensiones de origen térmico, reacciones químicas del concreto, meteorización del concreto, corrosión de las armaduras de refuerzo, prácticas constructivas inadecuadas o ilegales, cargas excesivas durante la construcción, errores de diseño o cargas aplicadas externamente.

Por otro lado es necesario poder prevenir estas grietas estructurales como no estructurales en un mayor porcentaje con el fin de poder evitar cualquier tipo de problemas a futuro en la construcción realizada, por eso el ACI 224 da unas recomendaciones de como poder evitar las fisuras y son el hormigón con gran capacidad de deformación por tracción, poco contenido de cemento (permitido por bajas tensiones de diseño), cemento de poca generación de calor o empleo de puzolanas, colar el hormigón en pequeños segmentos o bloques, mínima temperatura durante la colocación, poca velocidad de construcción cuando no se utiliza enfriamiento artificial, enfriamiento artificial mediante una red interna de tuberías de agua fría, aislar las superficies del hormigón, poco grado de restricción, como en el caso de fundaciones no restringidas, o en porciones de la estructura bien alejadas de la fundación que genera la restricción y ausencia de elevadores de la tensión, como las galerías. También el mismo comité da a conocer unas recomendaciones para reparar las grietas en el caso de que se presente grietas y la principal es sobrecapas de hormigón reforzado con fibras: Si está correctamente dosificada, mezclada y colocada, una sobrecapa de FRC resistente a la

fisuración puede ser la mejor solución para ciertos enigmas.

El sobre capado con hormigón fibroso aplicado a carreteras, pistas de aterrizaje, pisos de depósitos y pasarelas se viene optando desde mediados de los años de los 70, y las demás, pero no menos importantes son: Costura de fisuras, armadura adicional, perforación y obturación, llenado con mortero, colocación de mortero como mezcla seca (drypacking), impregnación con polímero y auto curado.

Módulo de elasticidad estático: El módulo de elasticidad que presenta el concreto con un agregado de peso ligero mayormente está entre los 40 y 80%, debido a que difiere en menor cantidad al módulo de la mezcla del material cementante, las proporciones no afectan su módulo de elasticidad.

Este módulo tomando como referencia al ACI se toma como:

$$E_c = 4270 \times (W)^{1,5} \times (R_c)^{1/2} \text{ en kg/cm}^2 \text{ (7.1)}$$

Dónde:

R_c = Resistencia a la compresión del concreto en kg/cm^2

W = Masa unitaria del concreto endurecido (1.4 a 2.5 Ton/m^3)



Figura 2: Módulo elástico: factores que influyen en el resultado, evaluación, materias primas (importancia del agregado)

Fuente: Argos, 360 en Concreto

Para la resistencia de un concreto debe tener la medida exacta de cemento baja, la cantidad mínima de agua y un curado adecuado. La dureza de los componentes debe ser acorde con la matriz ligante. Un procedimiento utilizado generalmente medirá la resistencia de un agregado es analizar la dureza y desgaste en la máquina de los ángeles (se presenta en las normas NTC 93 y 98). El porcentaje que debe presentar de pérdida en dicho ensayo no debe superar los de 40 porcentajes.

La firmeza que presenta el concreto a la abstracción se puede definir con muchos ensayos, para que se busque similares ensayos para que se obtengan resultados y elaborar un concreto que sea durable a dicha falla.

En el ensayo para disponer la resistencia a esta falla es el conocido como “bolas de acero” que consiste en aplicar una carga en un casco rotatorio, que esta se separa de la muestra de concreto mediante una bola de acero, en la ejecución de ese ensayo, se hace que circule agua con la finalidad de que se lleve las partículas que se desprenden debido al desgaste del concreto.

En la ejecución del ensayo conocido como la “rueda desgastadora”, se aplica una prensa dinámica que esta modificada con el fin d aplicar 32 ruedas devastadoras, que estén en rose con la muestra de concreto. El casco impulsadora gira cinco mil veces a ciento noventa revoluciones al minuto y como material abrasivo se utiliza carborundo (SiC).

Estos ensayos que se practican a una muestra de concreto , sirven para estimar cual será la resistencia que tendrá el concreto que está sometido al tráfico continuo e intenso; para la apego a la erosión por sólidos en corriente de agua o desastres naturales se determinan mediante el ensayo del chorro de perdigones que consiste en lanzar 2000 piezas de acero quebrado para perdigones con pequeña aire a presión de $6,3 \text{ kg/cm}^2$, por una boquilla de 6,3 milímetro, contra la muestra de concreto a un alejamiento de ciento dos milímetro.

No se puede disimular las causas principales del desgaste y el grado de obstáculo de una muestra de abrasión. Depende de garantizar el producto de una prueba de resistencia de concreto frente a un desgaste definido.

La elasticidad, contracción y fluencia: La diversidad de materiales estructurales como el concreto cuenta con un grado de elasticidad. Que sufre una imperfección unitaria que aumenta con el pasar del tiempo, por estar expuesto a carga, el concreto pasa por un proceso que es conocido como contracción al secarse, el volumen de la contracción y la fluencia son del igual proceso de imperfección unitaria que se debe tener en cuenta.

Resistencia a flexión de concreto: Esta resistencia a flexión es una medición a la resistencia del concreto a tracción, es una medición de la falla por momento de una viga o losa de concreto no reforzado. Esta medición es aplicada con caras a vigas de concreto de 6x6 pulgadas (ciento cincuenta x ciento cincuenta mm) de sección transversal y con una luz mínima 3 veces el espesor, esta resistencia a flexión es expresada como el Módulo de Rotura (MR), esta es continuo al diez % al veinte% de una resistencia a compresión, esta dependiente del tipo, dimensiones y volumen de un agregado grueso empleado.

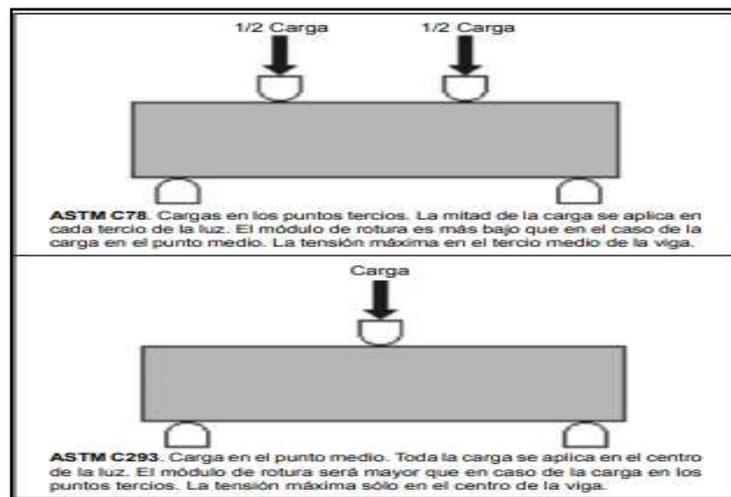


Figura 3: Módulo de rotura

Fuente: Civilgeeks.com Ingeniería y construcción

Fases de la Producción de Concreto: La elaboración del concreto pasa por diversas fases, desde la elaboración de los componentes hasta el procedimiento final, las etapas deben estar

regulados por métodos establecidos para garantizar un resultado de alta calidad.

Las etapas del concreto son:

Dosificación: Se determina midiendo el volumen de los componentes de un concreto, se realiza este procedimiento para lograr obtener un concreto de alta calidad y resistencia, por lo común la medida debe ser en masa ya que facilita su precisión.

Mezclado: El procedimiento de la mezcla de un concreto termina cuando se logra obtener una masa homogénea y consistente. La mezcla debe realizarse en un tiempo establecido por el fabricante, para los concretos mezclados en el lugar es recomendable un tiempo mínimo de un minuto y quince segundos por cada m³ agregado, lo más recomendable es mezclarlo hasta tener una mezcla homogénea y uniforme.

Existen 3 procedimientos para el preparado de una mezcla: Mezclado estacionario donde la mezcla se realiza in situ, por lo tanto, se realiza en el lugar donde se hará el vaciado de la mezcla, Concreto premezclado donde la mezcla se elabora en una planta con un procedimiento industrial, es el más común para construcciones puntuales, como lo son losas apoyadas sobre suelos y Concreto mezclado en dosificadora móvil que son camiones con los cuales reducen por volumen, mezcladoras móviles.

Transporte y Colocación: Esta etapa es fundamental ya que durante el transporte puede crearse situaciones que alteren la calidad, según la unión de cementos portland estas son tres:

Retrasos: Es importante contar con un plan de transporte de concreto con el objetivo de evitar retrasos y tener puntualidad y rapidez en la llegada a su destino final.

Endurecimiento prematuro y secado: Al mezclar los elementos del concreto y obtener la mezcla homogénea, comienza el secado y endurecimiento por lo cual la mezcla debe llegar al destino final en un lapso determinado de una hora y media para colocarlo.

Segregación: La segregación se inicia cuando el componente grueso (piedras) se alejan del mortero (cemento y agua) el alejamiento se produce por tiempo de mezcla exagerado.

Compactación: Es fundamental la vibración del concreto en su colocación ya que se obtiene que todos los componentes se mezclen de manera homogénea, minimiza el alejamiento y su compactación disminuye la segregación asimismo las cangrejeras.

Curado: El concreto, al estar en estado de endurecimiento sigue su proceso de hidratación, por lo tanto, debe contar con agua para que complete su hidratación y así obtenga la forma para la cual fue diseñado, por ello el curado se realiza con el concreto húmedo.

Existen diferentes formas de realizar el curado, las cuales puede ser vertiendo o calculando la cantidad de agua sobre en concreto, con ayuda de las yutas, que son telas especiales que mantienen el agua o a través de las arroceras que son usualmente utilizadas en losas, o por medio de resultados químicos que son utilizadas mayormente para elementos verticales (columnas, vigas y placas).

Fibras: Maccaferri (2017) menciona en su manual que las fibras se conocen como filamentos variables, producidos con una variada gama de formatos, dimensiones y destinados específicamente para uso en concreto y argamasas. Tiene como fin primordial prohibir el surgimiento de fisuras, así como su propagación en elementos estructurales como pisos y pavimentos, concreto proyectado, revestimiento de túneles y piezas pre-fabricadas. (p.3)

Al pasar del tiempo, se han creado y desarrollado diversas investigaciones relacionadas al concreto y a sus propiedades físicas y mecánicas que presenta. Desde el siglo XX viene experimentándose con este material como el principal elemento de construcción, estas investigaciones tuvieron como finalidad dar una mejora al rendimiento y a la durabilidad del concreto. Como, por ejemplo: concreto de alta resistencia, concreto reforzado con varillas de acero, concreto autocompactantes, el concreto pretensado y postensado, como también el concreto reforzado con fibras, con este material aún no se realizan muchos ensayos hasta la actualidad para saber cómo es que mejora sus características del concreto. Estas fibras, hace cuatrocientos años se usaban como adición para mejorar la características de los materiales. Los modelos que se dieron en la antigüedad y tuvieron una evidencia de que existen son: la baja Mesopotamia, los adobes de barro cocinados al sol se construían con paja y hasta hace unos años se usaban pelos de cabra o caballo para armar el yeso, de la misma manera, en el

antiguo Egipto se añadía pajas al abobe hecho a base de arcilla para la confección, se hicieron investigaciones en esa época y llegaron a la conclusión que las fibras naturales aplicadas a los adobes de arcilla o a ladrillos proporcionaban una mayor resistencia y lo hacían más trabajables. Desde 1935 aproximadamente se añadieron las fibras sintéticas que demostraron tener mayores propiedades para mejorar el comportamiento del concreto.

Según la página web de Civilgeeks.com Ingeniería y construcción, hace mención que, las fibras fueron agregadas como agregado de construcción por mucho tiempo. En los últimos 30 años tuvo un incremento por el interés en el empleo de fibras en concreto premezclado, concreto prefabricado y concreto lanzado (hormigón proyectado, gunitado). Las fibras de acero, plástico, vidrio y materiales naturales (celulosa de madera) están disponibles en una amplia variedad de formas, tamaños y espesor; pueden ser cilíndricas, llanas, onduladas (rizadas) y deformadas con longitud típica de 60 mm a 150 mm (0.25 pulg. a 6 pulg.) y espesor variando de 0.005 mm a 0.75 mm (0.0002 pulg. a 0.03 pulg.) Las fibras se añaden al concreto durante el mezclado

Tabla 1: Propiedades mecánicas de las fibras.

Fibras	Diámetro	Densidad	Módulo de elasticidad	Resistencia a la tracción	Alargamiento en la ruptura
Acero	5 - 500	7.84	200	0.5 - 2	0.5 - 3.5
Vidrio	9 -15	2.6	70 - 80	2 -4	2 -3.5
Amianto	0.02 - 0.04	3	180	3.3	2 - 3
Polipropileno	20 - 200	0.9	5 - 7	0.5 - 0.75	8
Nylon	-	1.1	4	0.9	13 - 15
Polietileno	-	0.95	0.3	0.007	10

Fuente: Fibras Wirand y Fibrimac- Maccaferri

Fibra natural: Las fibras naturales son porciones de pelo o de hebra que se extrae de la naturaleza, es decir, se obtienen de los animales o de vegetales, y se hilan para hacer hilos o hebras. Estas fibras están conformadas por muchos tejidos que se han vuelto telas vitales y muy importantes para la sociedad, porque no solo sirve para elaborar ropa para el uso de las personas, sino también contribuyen el desarrollo y crecimiento de las industrias que impulsan económicamente a los países del mundo.

Fibra sintética: La fibra sintética es también la llamada fibra textil, esta viene de muchos resultados que se derivan del petróleo, las fibras artificiales no se incluyen en el conjunto de las fibras sintéticas, pues estas son elaboradas a base de materiales naturales, básicamente celulosa, algunas veces la llamadas de “fibras químicas” se utiliza para nombrarlas a ambas fibras en agrupación, en contraposición a fibras naturales.

Según Miravete (2015) hace mención que las fibras sintéticas se producen a partir de polímeros termoplásticos, entre los cuales conocemos a las poliolefinas (polipropileno y polietileno), la poliamida (nylon) y el poliéster, las poliolefinas se utilizan en la elaboración de agregados compuestos cemento/mortero, sin embargo, también se usan con la poliamida y poliéster en materiales geosintéticos (p.28).

Fibras metálicas: Las fibras metálicas son partículas discontinuas con áreas pequeña, derivadas de un tipo de acero con diversas características, el concreto elaborado con este tipo de fibras muestra un aumento considerable en la mejora del comportamiento del concreto.

El método que mayormente se usa para añadir las fibras metálicas en la industria constructiva es la elaboración del concreto convencional y debe añadirse un porcentaje de este tipo de fibra. Este tipo de concreto presenta un segmento y una mejora continua en la industria del cemento, los profesionales responsables de los proyectos y contratistas están acudiendo y optando por la utilización de fibras metálicas para aseverar el éxito con la aplicación de hormigón fibroreforzado. En los proyectos de envergadura como los puentes, las autopistas, pista de aterrizaje, en pavimentos, estas fibras son mayormente usadas para cumplir con los siguientes requisitos: Dar un incremento en la resistencia a doblado o cizalladura que es la deformación lateral que produce una fuerza externa y aumentar la resistencia a temperaturas altas y reducir las deformaciones por contracciones, tras el fraguado del hormigón.

La fibra de vidrio: La fibra de vidrio que está compuesto de muchos filamentos poliméricos, que están compuestos de dióxido de silicio (SiO₂) que son muy finos. Miravete (2015) hace mención que el refuerzo de fibra de vidrio en los materiales compuestos porque, este material

tiene la más alta relación de resistencia y rigidez/coste, buena estabilidad dimensional, propiedades eléctricas y resistencia a la corrosión, facilidad de manipulación en la fabricación, y características mecánicas fiables para un comportamiento predecible del material compuesto. El elevado costo de la fibra de aramina, carbono y boro usadas como refuerzo hacen que se use únicamente para edificios y construcciones donde las variables de rigidez/peso sean críticas. (p.59)

Al pasar del tiempo los profesionales que se encargan del vidrio, realizaron diversos ensayos, pero la fabricación de este material a mano no fue posible por lo que se tuvieron que inventar máquinas y herramientas más refinadas con la capacidad de poderlo trabajarla.

Las fibras de vidrio que se forman naturalmente se les conoce como cabellos de pele, sin embargo la fibra de vidrio no fue inventada hasta el año de 1938 por Russell Games Slayter en la Owens-Corning, esta fue inventada con el propósito de usarse como aislante de en la construcción de edificios, fue muy comercializada y recibió el nombre de Fiberglass, volviéndose entonces una marca muy conocida y solicitada por los países, en especial de habla inglesa.

En la actualidad, la fibra de vidrio se conoce mayormente como un material aislante, también es utilizado para reforzar diferentes productos poliméricos, normalmente se usa para elaborar el material que lleva de nombre “plástico reforzado con vidrio” que también se denomina fibra de vidrio, este tipo de fibra a comparación de las demás fibras, es que se utiliza por su bajo costo y por sus diferentes propiedades positivas que presenta.

Características de la fibra de vidrio: Veamos ahora las principales características técnicas de la fibra de vidrio AR que utilizamos en nuestros andamios:

Aislamiento: La fibra AR de vidrio es un conocido material aislante. de ese modo, evita la conducción eléctrica y el “chispeo”. estas dos características hacen que su empleo sea muy seguro en instalaciones eléctricas o áreas con materiales combustibles cerca.

Resistencia: La fibra de vidrio AR tiene una mayor resistencia específica (resistencia

a la tracción / masa volumétrica) que el acero. esta propiedad es la primordial de la razón para el uso de la fibra de vidrio en la creación de compuestos de alto rendimiento.

Resistencia a la corrosión: La fibra de vidrio AR refuerza el plástico y lo hace resistente a la corrosión causada por agentes químicos (como aceites y disolventes) o agua salada. por eso se recomienda su utilizar en la mayor parte de las áreas industriales.

Incombustibilidad: Como material mineral, la fibra de vidrio AR es naturalmente incombustible se extiende ni se apoya cuando se pone al calor, no emite humo ni productos tóxicos.

Inoxidable: La fibra de vidrio AR no se oxida, un problema que sí afecta a los materiales metálicos. esta característica viene muy bien en áreas que necesitan una higiene especial.

Ligereza: Las piezas de plástico reforzado ayudan a ahorrar peso en comparación con las piezas de acero (hasta un 30% más ligero) con características termo-mecánicas similares.

Bajo mantenimiento. Gracias a las propiedades intrínsecas de la fibra de vidrio AR, el compuesto no necesita ningún sostenimiento especial, incluso después de muchos años de utilizar en aplicaciones externas, esta propiedad conduce automáticamente a ahorros de costos en el tiempo.

Versatilidad. Se trata de un producto muy versátil: amplia gama de filamentos, tamaños, tipos de fibra, etc. estas características hacen que la fibra de vidrio AR ofrezca un gran abanico de probabilidades de las industrias.

Económico. La fibra de vidrio AR es un material con una gran ventaja económica respecto a otros tejidos de fibras sintéticas y naturales

Peso ligero. El peso específico de materiales compuestos por fibra de vidrio AR permite que sea muy sencillo de mover e instalar. además, disminuye el peso soportado por las estructuras de apoyo.

Tipos de fibras de vidrio:

Tipo AR: Posee mucho contenido en óxido de zirconio, el cual le adjudica una buena resistencia a compuestos alcalinos se usan en industrias como en agregados de construcción para refuerzos de base de cemento, paneles, recubrimiento, decoración y refuerzo de mortero.

Tipo E: Es el tipo de fibra más abundante, se caracteriza por sus características dieléctricas, buenas propiedades frente al agente del fuego representan el 90% de refuerzo, es utilizada mayormente en construcciones, automoción, deporte y usos industriales.

Tipo R: Se caracteriza porque tiene muy excelentes prestaciones mecánicas, demandándose en los sectores espaciales, armamento militar y aviación.

Tipo D: Su primordial propiedad es su excelente poder dieléctrico, de ello su aplicación en radares, ventanas electromagnéticas.

Tipo C: Se caracteriza por su elevada resistencia a agentes químicos.

Fibra de vidrio aplicada al concreto

Definición del concreto fibroreforzado: Según el Colegio de Ingenieros del Perú (2012) las fibras son empleadas en aplicaciones estructurales en busca de beneficios adicionales en cuanto a disminución de mano de obra, aumento de la durabilidad y reducción o eliminación del refuerzo tradicional. El concreto soporta esfuerzos a tracción que son traspasados por adherencia a las fibras una vez se ha producido micro-fisura, controlan la fisuración y disminuye la intensidad de la misma a la vez que desarrollan la tenacidad. (p. 4)

Para el ACI, el concreto fibroreforzado es una mezcla proveniente a partir de cemento hidráulico, contenido agregados finos y gruesos y filamentos o fibras discretas discontinuas. Estructuralmente proporcionan alta energía de rotura, reemplazando parcial o completamente los sistemas convencionales de armaduras de acero.

Por otra parte, del lado no estructural, las fibras proporcionan un notable aumento en la

resistencia al fisuramiento, así como el aumento de otras características como, por ejemplo, el aumento de la resistencia al fuego, abrasión, impacto entre otros.

Reseña histórica: Desde el inicio de los años 50 se dieron muchas investigaciones sobre el concreto reforzados con fibra, los ensayos que fueron los primordiales son los de Romualdi, Batos y Mandel (1963). Se empezó a expandir los conocimientos por toda Europa en los inicios de los años de los setenta sobre todo en España, donde se usaban las fibras para diversas obras como, por ejemplo: pavimentos industriales, revestimiento de túneles, conectores de puentes, pavimentación de tableros de puentes, etc. Dentro de esta época el primordial registro de la patente de Kennedy (España) la cual se basaba en la implementación del proceso hatschek, el cual creaba láminas de cemento reforzado con fibras de asbesto o amianto para crear concreto, pero este registro, entre 70 y 80 quedo inhabilitado debido a los distintos casos de daños de salud que se presentaban. En el día de hoy, la elaboración de estructuras fabricadas con concreto reforzados con fibras viene teniendo una gran acogida en el sector de la construcción debido a los diversos ensayos que se hacen con esos materiales, debido a sus características que presenta para mejorar al concreto en su comportamiento a las distintas cargas solicitadas por la estructura.

El concreto reforzado con fibra de vidrio (grc, del inglés glass reinforced concrete, o también gfr, glass-fiber reinforced concrete) u hormigón reforzado con vidrio es un material de construcción compuesto por concreto reforzado con fibra de vidrio. Su beneficio radica en que el gfr comparado con un concreto tradicional, para igual resistencia, disminuye un 85% el peso del prefabricado con alta resistencia a la flexión, al impacto, a la fatiga y a las fisuras (las disminuye en un 80%).

Un ejemplo de lo que se puede obtener, una pieza típica que pesa 440 kilos, con un espesor de 20 centímetros podría disminuir con la adecuada formulación de gfr, a un peso de 44 kilos con apenas 2 centímetros de espesor, teniendo la misma función, con resistencia mecánica máxima, mucho menos fisuras por el fraguado del concreto y por el uso, lo que equivale a un ahorro sustancial en materias primas y mano de obra.

El concreto es un elemento que no presenta resistencia ante los esfuerzos a tracción, por lo que para ser utilizado en construcción es preciso reforzarlo con barras o mallados de acero,

constituyendo entonces el hormigón armado. Sin embargo, es necesario proteger las barras frente a la corrosión, pues el acero se oxida paulatinamente al contacto con el ambiente. Por este motivo, las piezas de hormigón armado deben disponer de varios centímetros de hormigón a cada lado de las barras, lo que deriva en un elevado grosor final de las piezas finales. El grc se ideó por vez primera en Rusia, en los años de 40, en un intento por disminuir el grosor de las piezas de hormigón y hacerlas aptas para su uso en cerramientos de fachada. Para ello se cambió el refuerzo de acero por hebras de fibra de vidrio, que no requieren de dicha protección, obteniendo así paneles más finos (otra teoría, no documentada, sugiere no obstante que el uso de fibra de vidrio surgió en un intento de economizar acero para la industria bélica durante la II guerra mundial).



Figura 4: Construcción de fibra de vidrio.

Fuente: Wikipedia.org.

En los años de 1960, se inició a usar fibra de vidrio en cambio del asbesto, por la sustancia cancerígena de este material, hasta los años de 1990, pero no fue popular en las construcciones prefabricadas. Hay una asociación internacional donde se encargan de regular el uso de material, de nombre grca (internacional glassfibre reinforced concrete association)

Los grandes desarrollos se iniciaron con el uso de fibra de amianto, como producto fue nombrado fibrocemento, presentando grandes ventajas de costos y trabajabilidad.

La busca de un refuerzo que pueda permitir el efecto de un material compuesto y robusto, con buenas prestaciones, se desarrollaron numerosas prácticas con otras fibras de refuerzo como la de principio metálicas (hierro, acero, aluminio, fundición dúctil), orgánica (Armida, nylon, rayón, polipropileno, entre otras) e inorgánicas (carbono, boro, vidrio, etc.)

Entre las nombradas la mejor relación en el tema de costo de características mecánicas es la fibra de vidrio ese da una gran facilidad de trabajo y manejabilidad, teniendo un carácter seguro e inocuo, dándole a otros materiales, resistencias mecánicas.

Las primeras experiencias con ensayos para el refuerzo de los cementos, morteros y fibra de vidrio tipo e (el tipo e también fue usada para el refuerzo de plástico y poliésteres), se ejecutaron gracias por mayor resistencia inherente de este material, pero dichas pruebas fracasaron, porque este tipo de fibra al se agregaron mortero estaba sujeta a varios ataques químicos de los cristales alcalinos dando un desarrollo de hidratación del cemento, sin poder solucionar este dilema.

En año del 67 el Dr. Majundar, del Building Research Establishment (BRE) del país de Reino Unido. Comenzó a iniciar una investigación de los vidrios que comprendían circonio alcanzando haber convertido en ira partes de ellos y poder declarar la resistencia que presenta frente al ataque de los alcalinos en un ambiente agresivo, como otros que suponían que iban a ser el refuerzo del cemento portland. Durante 4 años de puras investigaciones fue requerida por el National Research Development Corporation (NRDC).

Las aplicaciones de transformación de fibras de vidrio, es que a futuro puede llegar a convertirse en un material de refuerzo del concreto convencional. La utilización de las fibras resistentes a los álcalis, frente a un mortero de cemento ha ido avanzando satisfactoriamente durante 30 años, pero, no prestan mucha atención a su uso, pues siguen utilizando un diseño convencional, pues este material puede dar muchos beneficios a la realización con el concreto.

Este material presenta un módulo de elasticidad muy superior a la mayoría de otros materiales, como el mismo polipropileno. Pero menor al que el acero, las fibras (orgánicas, metálicas e inorgánicas) han sido estudiadas a profundidad, pero no conocen la fibra de vidrio

en un uso y bajo conocimiento en especificadores, diseñadores, la misma industria de prefabricación y los productores de concreto.

Ventajas y características de concreto con la dosificación de la fibra de vidrio: Reparten toda la masa del hormigón, la fibra de vidrio impide la presencia del agua al concertó durante y después de su colocación, teniendo una buena existencia, este material mejora la resistencia de daño, generalmente durante la manipulación de componentes, brinda una mejora en la tracción y la flexión, consiguiendo quitar los refuerzos de acero en algunas estructuras, disminuye el agrietamiento del hormigón por causas de las contracciones plásticas.

La respuesta de ensayos que se realizan muestra que las fibras de vidrio consiguen disminuir las grietas y fisuras por la contracción plástica, es racional que este material que tiene un módulo de elasticidad muy elevado aproximándose diez veces superior a otros materiales como es el polipropileno, tengan un mayor periodo de tiempo.

Unas de esas ventajas que nombraremos en este trabajo de investigación en el uso de la fibra de vidrio en las grietas y fisuras que se muestran en las superficies horizontales, por la consecuencia de la evaporación del agua de una superficie de concreto. Las grietas se transforman mientras la primera hora de vaciado del concreto cuando la resistencia de tracción es mayor, superada por la fuerza de retracción.

Debidamente después de su vaciado de concreto la resistencia de este es casi 0, el agregado de cantidades incluso la más pequeña de fibra de vidrio hace que el mezclado pueda resistir fuerzas de agrietamiento obtenido una adecuada unión y soporte para los esfuerzos de la masa. También el concreto reforzado con fibra de vidrio, una de sus propiedades es dar dureza a la estructura como mediada a la resistencia al impacto. Esto hace difíciles a las comparaciones, pero hay que considerar de impactos comparativos y brindar información a los otros países y desarrollar sus propiedades.

Composición: Según la GRC es un componente compuesto: estas son proyectadas sobre una base de cemento (mortero) en varias capas, originando un material fino que reúna las cualidades de ambos, según la GRC este es la creación de cara vistas, es usado con hormigón blanco (es más claro que un genérico) y arena fina (es llamada micro hormigón). Estas

también pueden ser utilizadas para un desencofrado de una estructura por que controla la evaporación de ella, evitando la fisuración, emplea también color a la estructura.

Se descubrió que también la fibra de vidrio reacciona con los álcalis de un hormigón, pues se sugiere un hormigón de baja alcalinidad, empleándose una fibra de vidrio con una alta alcalinidad.

También se emplean en construcciones prefabricadas incorporándose diversos anclajes pudiendo formar bulones, railes u otras funciones del sistema elegido. El montaje se pone seco realizando nexos sobre polietileno y un sellado de juntas de silicona, este panel se puede fabricar hasta en el mismo lugar de obra.

El material resultante nombrado también fibrocemento presenta varias ventajas como el costo la trabajabilidad por sus características mecánicas y siendo manejable.

Diseño de Pavimento: El diseño de un pavimento es una superficie de circulación de varios tipos de transportes, compuesta por diferentes capas de elementos, que tienen como objeto distribuir y transmitir todo el peso, carga de el tránsito al cuerpo de terraplén. En el Perú existen dos tipos de vías frecuentes, los cuales son pavimentos flexibles (asfalto) y los pavimentos rígidos (hecho de concreto hidráulico), lo distinto entre ellas es la flexión pues presenta diferente resistencia.

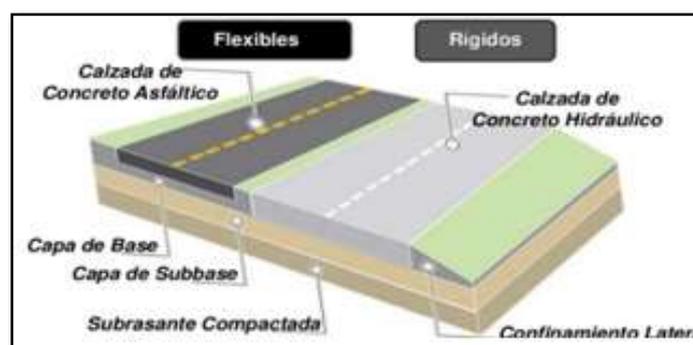


Figura 5: Tipos de pavimento.

Fuente: Método de diseño de pavimentos, Ing. Eliezer Chirinos C.

Pavimentos flexibles: Un pavimento flexible se califica por su estructura este se flexiona,

esto depende de las cargas que transitan sobre él. Están agrupados por tres capas la primordial que es la carpeta asfáltica o carpeta de rodamiento que se apoya de otras dos capas debajo de ella que son nombradas base y subbase.

Carpeta de rodamiento: Las primordiales obligaciones de la capa de rodamiento es dar protección y seguridad a la base impermeabilizando la superficie, para evitar la infiltración de agua en la estructura puede estar conformada por distintas capas asfálticas, indistintamente de la zona y tránsito, también brinda la resistencia para el tráfico.

Carpeta base: Es la capa que brinda apoyo, está bajo de la capa de la superficie y es la encargada de optar las cargas de la capa de rodadura, transmitiéndolo a la base y la subrasante, es ahorradora porque está hecha de agregados ya sea estabilizadores, brinda también resistencia a la estructura.

Capa de subbase: La capa de sub-base es apreciada como la más ahorradora, debido a que los materiales que la conforman se pueden encontrar en cualquier lugar y por ello, son más alcanzables, esta tiene la función de actuar como capa entre la base y subrasante, pues impide la entrada de materiales finos de la subrasante como también la ascensión capilar.

Subrasante: La subrasante es llamada como el suelo que se emplea como inicio para toda la estructura de un pavimento, gracias a sus características ingenieriles y físicas.

Características físicas: se utilizan para una selección de materiales, control de calidad y especificaciones constructivas.

Características ingenieriles: estas brindan un aprecio a los materiales de calidad para caminos, su calidad de suelo se puede relacionar con un módulo de resiliencia, módulo de poisson, valor soporte y el módulo de reacción del suelo.



Figura 6: Pavimento rígido.

Fuente: Método de diseño de pavimentos, Ing. Eliezer Chirinos C.

Pavimento rígido: Estos pavimentos están formados por una losa de concreto portland y una sub-base, dando mayor resistencia a la flexión como también a la compresión.

Losa de concreto: Es una conformación de concreto simple o reforzado, en caso sea de concreto simple, debe presentar una junta de contracción de espaciamiento de cinco a diez metros y en caso sea reforzado, debe poseer una junta de espaciamiento de diez a treinta metros, ambas son elaboradas para poder soportar la cara de tráfico, uno más que otro.

Sub-Base: La capa de sub-base es llamada la más ahorradora, ya que los materiales que la conforman se pueden encontrar en todos lados y son más asequible, esta tiene la misión de comportarse como capa entre la base y subrasante, ya que impide la entrada de materiales finos de la subrasante como también la ascensión capilar.

Subrasante: La subrasante es denominada a suelo que sirve como inicio para toda la estructura de un pavimento. Gracias a sus características que tiene el suelo como física e ingenieriles.

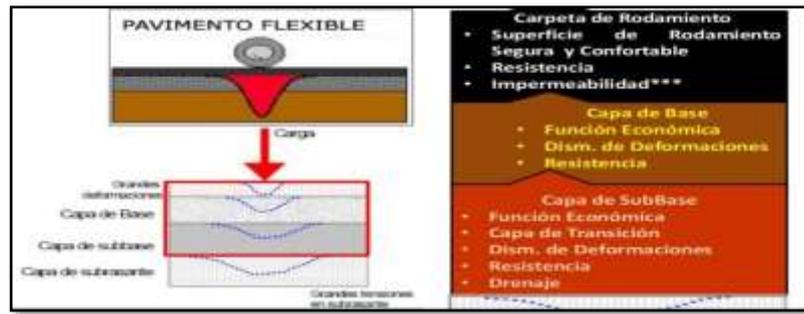


Figura 7: Pavimento flexible.

Fuente: Método de diseño de pavimentos, Ing. Eliezer Chirinos C.

III. MÉTODOLÓGÍA

3.1. Tipo y Diseño de investigación

Es cuantitativo- exploratorio, por lo que nos indica Arias (2014) que la investigación exploratoria es aquella que se elabora sobre un tema u objeto no conocido o poco analizado, por lo que sus productos conforman una visión aproximada de dicho objeto, es decir, un nivel aparente de conocimientos.

El desarrollo de la exploración, se propone realizar el método de diseño AASHTO mediante el programa Optipave 2 para un pavimento rígido añadiéndole un material de fibra de vidrio. Manteniendo las características de un diseño convencional. Y una vez diseñado el pavimento reforzado con la materia de fibra de vidrio se dará un cuadro de comparación para demostrar la durabilidad de este pavimento y reducirá el costo de mantenimiento de este.

3.2. Variables, operacionalización

Variable independiente: Fibra de vidrio

Definición Conceptual:

El material de fibra de vidrio está compuesto por hilos de filamentos poliméricos, estos son bastantes pequeños y están hechos de vidrio aglomerado, incluido resinas, estas están entrelazados para formar una estructura versátil y muy fuerte, en el ámbito de las industrias son muy utilizadas por sus amplios beneficios. Sirve también como material de aislante y utilizados como refuerzo de otros materiales, por su alta resistencia, pero no mayor como la fibra de carbono. Se logra realizar con obtención de vidrio líquido, con un utensilio de condición para las industrias llamado espinerette, este es sumamente resistente, lo cual produce tales hilos, después se procesa y es enfriado para poder fortalecer el entelado, dándole a este material sea flexible para brindar un correcto entretejado. Teniendo como propiedades, la resistencia química, peso ligero, poco mantenimiento, aislamiento eléctrico, versatilidad, aislante químico y muy económico.

Variable dependiente: Diseño del pavimento rígido

Definición Conceptual:

Un pavimento rígido o llamado también pavimento de concreto, es aquello donde la losa es

de concreto. Este es el principal componente estructural, puede ser de concreto armado o simple directamente sobre una base y subbase, esta debido a su rigidez y mayor módulo de elasticidad, absorbe parte de los esfuerzos que ejercen a la estructura lo que logra producir una afable distribución de las cargas de las ruedas de los vehículos o agente que se encuentra encima de ella, dándole resultados tensiones verticales de la parte baja donde se encuentra la subrasante, esto se puede desarrollar en conjunto con un método de diseño como el ASSHTO dando origen a sus valores como: espesor, serviciabilidad, tránsito, drenaje, confiabilidad, resistencia de subrasante, propiedades de concreto y transferencia de carga. Se resalta que se diseñará un pavimento rígido con el material de agregado de fibra de vidrio conllevando a una alta resistencia a factores externos.

operacionalización de variable				
Variable dependiente: Diseño de pavimento rígido				
	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores
Diseño de pavimento rígido	Un pavimento rígido o llamado también pavimento de concreto, es aquello donde la losa es de concreto este es el principal componente estructural, puede ser de concreto armado o simple, directamente sobre una base y subbase, debido a su rigidez y muy alto módulo de elasticidad, capta parte de los esfuerzos que actúan en la estructura lo que logra producir una buena repartición de las cargas de las ruedas de los vehículos o agente que se encuentra encima de ella, dándole resultados de tensiones verticales de la parte baja donde se encuentra la subrasante, esto se puede desarrollar en conjunto con un método de diseño como el ashto dando origen a sus valores como: espesor, serviciabilidad, tránsito, drenaje, confiabilidad, resistencia de subrasante, propiedades de concreto y transferencia de carga.	Diseño Optipave 2 El Software Optipave 2 es una metodología de diseño que busca reducir el espesor de el pavimento, aumentando el número de cortes, con el fin de que una losa nunca pueda ser cargada por mas que un set de ruedas de un camión, logrando con esto disminuir las tensiones en dicha losa, este software es el resultado tras años de estudio esta basado en las ecuaciones de daño por fatiga del proyecto NCHRP 1-37a (ME-PDG, AASHTO, EEUU) y con simulaciones de tensiones realizadas en ISLAB2000 (programa de elementos finitos).	Topografía	Plano topográfico con curvas de nivel
			Estudio de suelos	Perfiles y secciones
				CBR
				Contenido de humedad
				Granulometría
				Peso específico
				Proctor modificado
			Conteo vehicular	Sales y sulfatos
				IMA
			Diseño (Optipave 2)	IMD
				Espesor
				Serviciabilidad
Resistencia de la subrasante				
Módulo de rotura				
			Tránsito	
Variable independiente: Fibra de vidrio				
Fibra de vidrio	El material de fibra de vidrio está compuesto por hilos de filamentos poliméricos, estos son bastantes pequeños y están hechos de vidrio aglomerado, incluido resinas, estas están entrelazados para formar una estructura versátil y muy fuerte, en el ámbito de las industrias son muy utilizadas por sus amplios beneficios. Sirve también como material de aislante y utilizados como refuerzo de otros materiales, por su alta resistencia, pero no mayor como la fibra de carbono. Se logra realizar con obtención de vidrio líquido, con un utensilio de condición para las industrias llamado espinerette, este es sumamente resistente, lo cual produce tales hilos, después se procesa y es enfriado para poder fortalecer el entelado, dándole a este material sea flexible para brindar un correcto entretejado. Teniendo como propiedades, la resistencia química, peso ligero, poco mantenimiento, aislamiento eléctrico, versatilidad, aislante químico y muy económico.	Usos de la fibra de vidrio Los materiales de aislamiento con temperatura alta brindan una capa térmica, es muy efectiva a las empresas industriales, y es utilizada por su tiempo de vida ya que es muy duradera y segura. Es usadas en industrias de bebidas, industrias químicas, refrigeración metales y minería, lavados de autos, industria automotriz, industria de pulpa y papel, fuentes acuarios y procesamiento de alimentos.	Propiedades de la fibra de vidrio	Resistencia Química
				Durabilidad
				Aislamiento eléctrico
			Proporción	Liviano
				0.45%
			Propiedades mecánicas	0.90%
				Compresión
				Flexión

Figura 8: Cuadro Operacional.

Fuente: Elaboración propia.

3.3. Población, muestra y muestreo

Población

Nuestra población será el pavimento rígido reforzado con fibra de vidrio para la avenida Quinta Avenida.

Muestra

Nuestra muestra será la evaluación del pavimento rígido reforzado con fibra de vidrio en la avenida Quinta Avenida, su cantidad de muestras propuestas responderá a lo indicado en la investigación de la mano con métodos y reglamentos del ministerio de transporte.

Serán 2 ensayos con concreto convencional y 4 ensayos con refuerzo de fibra de vidrio con 0.45% y 0.90%.

Muestreo

Ñaupas, Palacios, Valdivia y Romero (2018) define que el muestreo establece la elección de las componentes de investigación que van a transigir la muestra, con el propósito de coleccionar los datos necesarios en el estudio.

El muestreo que se escogió para el presente trabajo fue no probabilístico intencional por conveniencia.

3.4. Técnica e instrumento de recolección de datos, validez y confiabilidad

Técnicas

Módulo de rotura (MR) : El módulo de ruptura es una medida que se conoce también como la resistencia a la flexión, que se determina con el ensayo de la viga de 6" x 6" cargada en los puntos tercios (método ASTM C78) o también en el punto medio (ASTM C293), EL Módulo de ruptura se puede relacionar con la resistencia a la compresión, generalmente es un 10% a 20% aunque eso depende de las dimensiones, el tipo, el volumen del agregado que se utiliza, sin embargo es más recomendable que se realicen los ensayos en laboratorio para que salga la resistencia exacta.



Figura 9: Ensayo de módulo de rotura

Fuente: Elaboración propia

Cono de Abrams: Este ensayo determina la consistencia del hormigón de cemento portland, también llamado el tronco de cono, pues se aplica cuando el agregado es menor a 50 milímetros. Las especificaciones se deberán tomar de la norma de IRAM 1.541, se mezclará muy cuidadoso con una pala, un recipiente se colocará y sin que allá segregación y que cumpla una homogeneidad. En ejemplo el cono de Abrams va a consistir en un recipiente de acero de no menor de 1,5 milímetros de espesor, su tronco deberá estar descubierto a sus extremos, de 20 cm a su base inferior, diez cm de su base superior y treinta cm de altura de este recipiente. Su proceso se inicia humedeciendo el molde y pues colocar sobre una superficie plana se llenará el recipiente en tres capas con una cuchara se deberá asegurar que este uniforme a medida que desliza. Se golpeará 25 golpes de las capas con una barra de dieseis milímetros y sesenta cm de longitud en punta roma.



Figura 10: Cono de Abrams

Fuente: Elaboración propia

Resistencia a compresión: Este ensayo es una de las características principales del concreto. Las pruebas se realizan a partir de la preparación de cilindros, estos son utilizados para los controles de calidad, estimando o aceptando la resistencia del concreto en las estructuras, estas son elaboradas de acuerdo con la ASTM C39, método estándar de prueba de resistencia a la compresión de probetas cilíndricas de concreto.

Los resultados del ensayo en una prueba es un promedio de 2 pruebas de resistencias curadas de manera convencional o estándar hechas por la misma muestra de concreto y sujetas a ensayo a la misma edad.



Figura 11: Probetas

Fuente: Elaboración propia.

3.5. Procedimientos

Pavimento reforzado con fibra de vidrio: El pavimento reforzado con fibra de vidrio AR es una opción para evitar que las vías en el Perú y a nivel mundial se deterioren rápidamente, las juntas serán iguales a los pavimentos rígidos convencionales, tal y como se muestra en la figura 2.5 la diferencia es que tendrá una mayor resistencia a la tensión lo que ayudara a que el pavimento no se deteriore ante las diversas sollicitaciones de carga que ejerce el tránsito, y las distintas condiciones climatológicas.



Figura 12: Pavimento con fibra de vidrio.

Fuente: Hormigón reforzado con fibras publicado por Tex Delta Tejidos técnicos geotextiles

Concreto: El concreto es un elemento básico en la elaboración del pavimento rígido para el trabajo de investigación, el tipo de cemento a utilizar dependerá de las condiciones climatológicas que existen en el lugar.



Figura 13: Concreto

Fuente: Principios Del Cemento Y Del Concreto: IMCYC Enseñanza

Fibra de vidrio: La fibra de vidrio será también el elemento fundamental para la elaboración del trabajo de investigación, ya que este componente otorgará la resistencia que se desea para que el pavimento no sufra fallas y deterioros en poco tiempo.



Figura 14:Fibra de vidrio.

Fuente: Mat de Hilos Cortados de Fibra de Vidrio: CASTRO Composites

Fibras tipo AR:

En esta investigación se usará este tipo de fibra por su resistencia que le otorga al concreto.

Composición:

Este tipo de fibra presenta un contenido elevado en óxido de zirconio, Esta clase de fibra presenta unas propiedades muy buenas, ya que se resiste a los compuestos alcalinos, esta cuenta con un peso específico de 2.68 - 2.7 gr/cm³.

Según Mariano (2011) en su blog titulado Tecnología del plástico, hace mención de las propiedades de este tipo de fibra:

Entre las principales especificaciones técnicas – mecánicas contamos con: Fuerza a la tracción (MPa): 3.000 – 3.500 y elongación hasta rotura (%): 4.3.

Entre las principales especificaciones técnicas – químicas contamos con: Absorción de humedad a 20 °C y 60% de humedad relativa (%): 0.1, resistencia a los disolventes: alta, resistencia a la intemperie y los rayos UV: alta y resistencia a microorganismos: alta

Aplicaciones:

Tiene distintos tipos de usos como son: adecuados para el uso de fibra como refuerzo de morteros que son trabajados a base de cemento, se puede utilizar para recubrir piezas de decoración.



Figura 15: fibra de vidrio AR.

Fuente: Elaboración propia.

Concreto fibroreforzado: Este será el resultado que obtendremos al combinar los materiales antes mencionados que será el pavimento rígido en sí, con una mayor resistencia y menor costo que los pavimentos reforzados con otros tipos de fibras



Figura 16: Concreto fibroreforzado.

Fuente: Hormigón reforzado con fibras de vidrio: soluciones especiales. Net

3.6. Método y análisis de datos

En este trabajo, utilizaremos el método AASTHO 93 mediante el programa Optipave 2 para el diseño de pavimentos rígidos reforzados con fibra de vidrio, del mismo modo que para los convencionales, a su vez haremos pruebas de laboratorio para dar una resistencia exacta del pavimento fibroreforzado.

También usaremos el software de AutoCAD donde plasmaremos los planos que se realizara del pavimento, de la zona a colocar, como también para diseñar un plano de desvío vehicular; así mismo también usaremos Excel y Ms Project.

3.7. Aspectos éticos

Este trabajo será realizado con honestidad, con responsabilidad y para el beneficio de cada uno de los conductores que transitan diariamente por la avenida Quinta Avenida, a su vez para los pobladores de la zona, este trabajo cumplirá todas las normas y no generará un impacto con el medio ambiente.

IV. RESULTADOS

Estudio de conteo vehicular

Se utilizó como referencia el estudio de conteo vehicular que realizó el Programa del gobierno regional de Lima Metropolitana para el proyecto “Mejoramiento de pistas y veredas de la avenida Quinta Avenida, tramo: Av. Laureles – Av. Las Torres y en la Av. Los Laureles, tramo: autopista Ramiro Prialé–Río Huaycoloro, distrito de Lurigancho, provincia de Lima – Lima”, se hizo la verificación de los datos, elaborando el conteo vehicular propio que se realizó el día jueves 07/11/2019 y el día sábado 09/11/2019 (figura 17 y figura 18), y al no presentar mucha variación se procedió a trabajar con el estudio del proyecto que está más completo, solo lo que abarca el tema de investigación que se está realizando.

ESTUDIO DE TRAFICO																											
Intersección:		Av. Los Laureles / Av. La Quinta																									
Estacion :		E-1																		Sentido : Todos los movimientos							
Dia :		Sábado																		Fecha : 9/11/2019							
Total																											
Hora	Auto S. Wagon	Pick Up, Panel	C. Rural	Micro	Omnibus			Camion			Semi trayler						Trayler				TOTAL	%					
					B2	B3	B4	C2	C3	C4	8x4	T2S1	T2S2	T2S3	T3S1	T3S2	>= T3S3	C2R2	C2R3	C3R2			>= C3R3				
06:0-07:0	151	23	5					15	5	4											6				209	6.0%	
07:0-08:0	193	43	5				3	19	7	6													5		290	8.3%	
08:0-09:0	122	18	6				3	20	4	4													7		196	5.6%	
09:0-10:0	152	16	6	3			4	13	4	8													8		225	6.4%	
10:0-11:0	153	35	4	1			2	12	4	12				2	1						1			5		246	7.0%
11:0-12:0	155	30	6	1				11	4	9				1	1						1			6		255	7.3%
12:0-13:0	142	25	6	2	1			11	2	9				3	1						1			6		222	6.4%
13:0-14:0	165	45	5	3	1			13	3	16				1	2								4		269	7.7%	
14:0-15:0	165	35	7	2	2	1		11	5	11				2	2						1			4		258	7.4%
15:0-16:0	160	35	7	2	3	2		11	2	8				2	2						2			5		255	7.3%
16:0-17:0	130	35	6	1	1	3		12	5	5				1	1						2			5		218	6.2%
17:0-18:0	135	36	7	1	1	2		10	4	4				1	1						1			6		218	6.2%
18:0-19:0	120	27	4	1		1		11	5	5				1							1			3		193	5.5%
19:0-20:0	122	20	5					10	3	2														2		175	5.0%
20:0-21:0	105	25	4					5	1	3														2		151	4.3%
21:0-22:0	75	24	4					4		2																112	3.2%
TOTAL	2,245	472	87	17	9	21		188	58	108				14	11						10			68		3,492	100%
%	64.3%	13.5%	2.5%	0.5%	0.3%	0.6%		5.4%	1.7%	3.1%				0.4%	0.3%						0.3%			1.9%		100.0%	

Figura 17: Comprobación de conteo E-2

Fuente: Elaboración propia.

ESTUDIO DE TRAFICO																							
Intersección:		Av. La Quinta / Av. Los Cedros																					
Estacion :		E-2																					
Dia :		Jueves																					
																			Sentido :		Todos los movimientos		
																			Fecha :		14/11/2019		
Total																							
Hora	Auto S. Wagon	Pick Up, Panel	C. Rural	Micro	Omnibus			Camion			Semi trayler						Trayler				TOTAL	%	
					B2	B3	B4	C2	C3	C4	8x4	T2S1	T2S2	T2S3	T3S1	T3S2	>= T3S3	C2R2	C2R3	C3R2			>= C3R3
6:00-7:00	15	10	15		30			70	18	5							2					166	9.0%
7:00-8:00	25	10	18		15			80	25	3		2	1				2					183	9.9%
8:00-9:00	22	11	15		10			60	26	7		1	2				1					158	8.5%
9:00-10:00	20	10	10		5	1		50	23	8		2										130	7.0%
10:00-11:00	15	9	22		5			40	15	8		3					1					120	6.5%
11:00-12:00	13	11	23		10			45	15	6		2										126	6.8%
12:00-13:00	20	15	20		2			57	44	10												170	9.2%
13:00-14:00	10	13	15	1	3	1		40	30	11												124	6.7%
14:00-15:00	16	9	15	1	12	2		65	35	9							1					165	8.9%
15:00-16:00	14	8	10	2	4			27	15	6												86	4.7%
16:00-17:00	9	9	11	2	5			37	13	7												94	5.1%
17:00-18:00	20	10	15	1	3			30	10	3							1					95	5.1%
18:00-19:00	14	9	19		2			35	12	4												95	5.1%
19:00-20:00	10	2	15		3	1		20	9	2		1										63	3.4%
20:00-21:00	11	4	8	2	1			10	5				1									42	2.3%
21:00-22:00	9	5	9	1				5	3													32	1.7%
TOTAL	243	145	240	10	110	5		671	298	89		11	5				6	16				1,849	100%
%	13.1%	7.8%	13.0%	0.5%	5.9%	0.3%		36.3%	16.1%	4.8%		0.6%	0.3%				0.3%	0.9%				100.0%	

Figura 18: Comprobación de conteo E-3

Fuente: Elaboración propia.

ESTUDIO DE TRAFICO																							
Intersección:		Av. La Quinta / Av. Los Cedros																					
Estacion :		E-2																			Sentido : Todos los movimientos		
Dia :		Sábado																			Fecha : 16/11/2019		
Total																							
Hora	Auto S. Wagon	Pick Up, Panel	C. Rural	Micro	Omnibus			Camion			Semi trayler						Trayler				TOTAL	%	
					B2	B3	B4	C2	C3	C4	8x4	T2S1	T2S2	T2S3	T3S1	T3S2	>= T3S3	C2R2	C2R3	C3R2			>= C3R3
06:0-07:0	36	11	12		32			60	22	1											11	185	7.5%
07:0-08:0	40	10	21	2	15			70	35	6				1							11	211	8.6%
08:0-09:0	42	16	3	2	10			76	40	3				2		3	12				3	212	8.6%
09:0-10:0	32	16	4	1	6			60	30	4				2	1		4	10			4	174	7.1%
10:0-11:0	35	8	2	1	4	1		57	35	5	2			3	3		3	3			7	169	6.9%
11:0-12:0	40	14	2			1		68	40	8	1			4	2		4	9			2	195	7.9%
12:0-13:0	35	6	4					45	33	5				2	1		2	9			2	144	5.9%
13:0-14:0	33	12	6		2			70	32	2				1			2	15			10	185	7.5%
14:0-15:0	33	10	6		10	2		52	38	2							1	13			10	177	7.2%
15:0-16:0	30	9	9	1	6	1		64	35	1								16			9	181	7.4%
16:0-17:0	34	9	3	1	10			60	26					1	1			15			8	168	6.8%
17:0-18:0	20	11	15	2	20			40	22						2		1	10			10	153	6.2%
18:0-19:0	23	15	16	2	10			35	12	1					1			12			4	131	5.3%
19:0-20:0	16	6	18	1	6			22	10	3								10			2	94	3.8%
20:0-21:0	17	2	2		2			15	7	1								2			1	49	2.0%
21:0-22:0	12	1	2					10	2	1								4				32	1.3%
TOTAL	478	156	125	13	133	5		804	419	43	3			16	11		20	162			72	2,460	100%
%	19.4%	6.3%	5.1%	0.5%	5.4%	0.2%		32.7%	17.0%	1.7%	0.1%			0.7%	0.4%		0.8%	6.6%			2.9%	100.0%	

Figura 19: Comprobación de conteo E-4

Fuente: Elaboración propia.

Definición de la operación actual del tráfico: La situación actual del tráfico de la vía en estudio presenta flujos medios y altos, de acuerdo a la ubicación y flujo extraordinario de otras vías transversales que descargan sobre la Av. Quinta Avenida, tramo: Av. Los Laureles – Calle Las Moreras, hay una sobrecarga de tráfico en las horas pico, sin embargo; no son los más críticos, a continuación, se muestra los resultados:

Resultados Año 2019:

- 1) Intersección Av. Los Laureles / Av. Quinta Avenida IMD de 3,586 veh/día
- 2) Intersección Calle Las Moreras / Av. Quinta Avenida IMD de 1,768 veh/día

Descripción de la vía:

En el área de dominio del proyecto es de 02 carriles de circulación, está clasificada como Vía Colectora (Ordenanza 341 de la Municipalidad Metropolitana de Lima), Sirve como vía de paso y de empalme con la Av. Los Laureles y Av. Las Torres. Los volúmenes se encuentran en el orden de los 105 y 119 vehículos hora sentido en el periodo más crítico. El tránsito es mayoritariamente privado, público y camiones unitarios, Las velocidades de circulación son bajas, están en el promedio de 17 a 24 km/h.

En la situación actual se encuentra en mal estado de conservación, se encuentra a nivel de trocha carrozable. Se encuentra en mal estado en toda su extensión. A continuación, se muestran vistas fotográficas de las vías en evaluación:

Vistas fotográficas avenida Quinta Avenida:



Figura 20: Área no pavimentada
Fuente: Elaboración propia

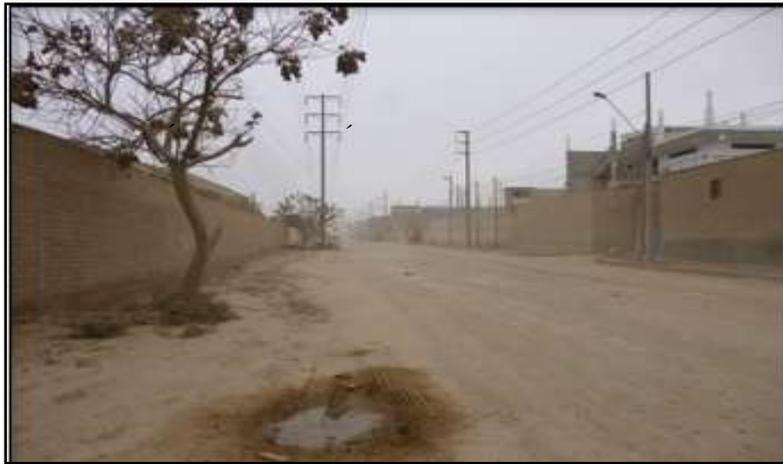


Figura 21: Fallas de la avenida
Fuente: Elaboración propia.



Figura 22: Movilización de vehículos
Fuente: Elaboración propia.

Metodología para el estudio de tráfico: La metodología usada en el estudio de tráfico consistió en el empleo de conteos de tráfico y clasificación vehicular en dos estaciones (E1 y E2), establecidas. En la estación E1 y E2 se realizarán conteos de siete días durante 16 horas. Los conteos proporcionaran datos sobre la cantidad y estructura del tráfico actual.

Entre las principales tenemos a: Sondeo de velocidades y producto de la velocidad media de operación por tipo de vehículo, por tramo homogéneo, estudio del impacto que diversas velocidades de diseño tendrían sobre lo requerido, tanto en volumen como en composición,

origen/destino, y naturaleza (normal, generado, derivado), es necesario especificar que se diferenciaron los flujos locales de los regionales, estableciendo tasas de crecimiento, por tipo de vehículo.

Plan de trabajo para el estudio de tráfico: El análisis de conteo y clasificación vehicular se ejecutaron en las estaciones programadas. Los procedimientos de campo estarán a cargo de los encuestadores, coordinados por los especialistas de tráfico que verificaron las encuestas, escribieron cualquier dato excepcional. Se realizó una estricta supervisión con el objetivo de comprobar que la información alzada se registrase según los métodos y procedimientos establecidos y para resolver posibles problemas durante la operación de campo.

Coordinación para el estudio de tráfico: Esta tarea básica cubrió el conjunto del análisis y determina la realización del resto de tareas. El objetivo fue controlar la adecuada realización de todas las actividades y conocer en todo momento el estado de cada estación, en cuanto a obtención de datos, procesamiento y resultados.

Como insumos para la tarea de coordinación se ha tenido en cuenta los siguientes: Términos de Referencia contractuales, resultados de las reuniones de coordinación internas y externas y plan de trabajo del estudio de tráfico y calendario de actividades.

Labores previas para el estudio de tráfico: Para la elaboración del estudio se hicieron las siguientes actividades: Determinación de estaciones: reuniones previas para determinar la ubicación y número de estaciones y formatos a usar el estudio. Con las estaciones definidas se procedió a buscar supervisores especialistas en tráfico. Se dio instrucciones a los encuestadores. Se estableció la ubicación exacta de las estaciones y prueba piloto: días antes del inicio de la ejecución del conteo, se reconoció las estaciones y punto exacto de ubicación de los tesisistas y se hizo una prueba piloto para ajustar procedimientos.

Conteo y Clasificación vehicular: Se utilizaron formatos de campo establecidos por la Oficina de Planificación y Presupuesto de Ministerio de Transporte y Comunicaciones. Los formatos contienen los siguientes datos: Estación, fecha, sentido, hora, tipo de vehículo, automóvil, camioneta, camioneta rural, microbús, ómnibus: 2E, 3E, camión simple, 2E, 3E, 4E, camiones articulados: Semi-Tráiler de 2S2, 2S3, 3S2, 3S3 y Tráileres de 2T2, 2T3, 3T2, 3T3.

Metodología para el cálculo del IMDA:

El Índice Medio Diario Anual – IMDA se calculó con la siguiente fórmula:

$$IMDA = IMD \text{ AGOSTO} \times FCE \text{ AGOSTO}$$

Dónde:

- IMD AGOSTO: Promedio diario de los volúmenes de tráfico del mes de agosto.
- IMDA: Índice medio diario anual.
- FCE: Factor de corrección estacional para el mes de agosto.

$$\frac{VL + VM + VMi + VJ + VV + VS + VD}{7} \text{ IMD AGOSTO}$$

Dónde:

- VL, VM, VMi, VJ, VV, VS y VD: Volúmenes de tráfico registrados en cada día de conteo.

Factor de corrección estacional –FCE: El volumen de tráfico además de las variaciones horarias y diarias varía según las estaciones climatológicas del año, por lo tanto, es necesario efectuar una corrección para eliminar estas fluctuaciones. Para expandir la muestra tomada se utiliza los factores de corrección estacional FCE. Por tanto, el factor usado fue del peaje Ramiro Priale.

Tabla 2: Factor de corrección estacional- FCE

Tipo de Vehículo	FCE - Agosto
Ligeros	0.941970
Pesados	0.935233

Fuente: Directiva General del Sistema Nacional de Inversión Pública Resolución Directoral N° 003-2011-EF/68.01 Anexo SNIP 09.

Trabajos de campo: Los trabajos se realizaron in situ en el departamento de Lima en las vías que se mencionan a continuación

1. Av. Los Laureles tramo Av. Quinta Avenida
2. Quinta Avenida tramo Av. Los Cedros.



Figura 23: Estudio de tráfico de la avenida Los Laureles con la avenida Quinta Avenida.

Fuente: Estudio de Tráfico y transporte, programa del gobierno regional de Lima metropolitana

Conteo de tráfico (16horas): Las estaciones de conteo y clasificación vehicular fueron 4 estaciones, los cuales se realizaron con total normalidad, los días 03, 04 Y 05 de agosto (jueves, viernes, sábado).

Tabla 3:Ubicación de estaciones

Estaciones	Descripción	
Estación: E - 2	Ubicación	Av. Laureles / Av. Quinta Avenida
	Fecha	Del Jueves 03 al Sábado 05 Agosto del 2017
	Resultados	Anexo de tráfico
Estación: E - 4	Ubicación	Av. Quinta Avenida / Cedros
	Fecha	Del Jueves 03 al Sábado 05 Agosto del 2017
	Resultados	Anexo de tráfico

Fuente: Estudio de Tráfico y transporte, programa del gobierno regional de Lima metropolitana

Av. Los Laureles / avenida la Quinta Avenida – E1 (IMDA en intersección): El Índice Medio Diario Anual es de 4,604 vehículos, compuesto por 60.36% de vehículos ligeros, 1.13% de ómnibus y 38.51% de vehículos pesados.

En la Tabla 6 y en la Figura N° 21 se presentan la composición del IMDS e IMDA el detalle del volumen de tráfico en la intersección y tramo, por dirección, día y tipo de vehículo.

Tabla 4: Índice medio diario anual estación E2, intersección av. los Laureles/ av. Quinta Avenida tráfico vehicular

E - 2					
(Veh/día)					
Tipo de Vehículos	FC	IMDs	IMDa	Distrib %	
Auto, S. Wagon	0.941970	2063	2137	46.42	
Pick Up, Panel	0.941970	485	502	10.90	
C. Rural	0.941970	102	106	2.30	
Micro	0.941970	33	34	0.74	
B2	0.941970	46	47	1.02	
B2	0.941970	5	5	0.11	
B4	0.941970	0	0	0.00	
C2	0.935233	954	981	21.31	
C3	0.935233	472	485	10.53	
C4	0.935233	79	81	1.76	
Camión 8x4	0.935233	0	0	0.00	
Semitraylers	0.935233	192	197	4.28	
Traylers	0.935233	28	29	0.63	
TOTAL		4459	4604	100	

Fuente: Estudio de Tráfico y transporte, programa del gobierno regional de Lima metropolitana

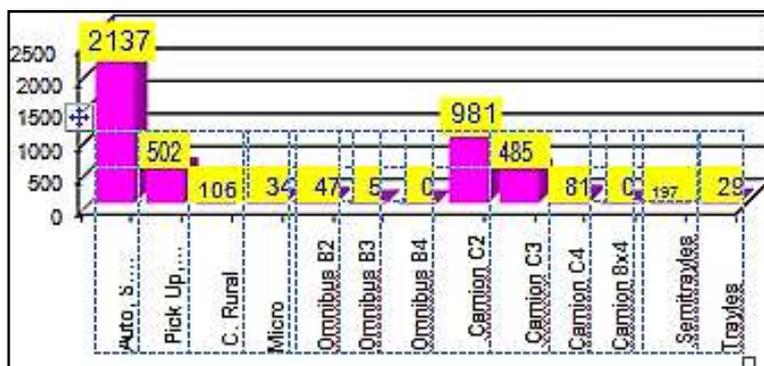


Figura 24: Clasificación vehicular estación e-1 intersección av, Los Laureles/ avenida Quinta Avenida

Fuente: Estudio de Tráfico y transporte, programa del gobierno regional de Lima metropolitana.

Variación diaria de tráfico (en intersección 16 horas): Las variaciones diarias como puede observarse en el siguiente Tabla 7 y en la Figura 22 el no son muy marcadas, el volumen de

tráfico se mantiene constante en la intersección, hay algunas excepciones como el aumento de flujos vehiculares el día viernes.

Tabla 5: Clasificación vehicular estación E-2 av. los Laureles / av. Quinta Avenida

HORAS	Jueves	Viernes	Sábado	TOTAL
06-07	122	357	273	752
07-08	255	461	374	1090
08-09	225	358	264	847
09-10	218	327	263	808
10-11	264	321	309	894
11-12	320	320	345	985
12-13	267	306	301	874
13-14	239	308	334	881
14-15	330	358	287	975
15-16	315	369	289	973
16-17	384	385	224	993
17-18	438	373	246	1057
18-19	327	264	181	772
19-20	277	228	165	670
20-21	141	149	139	429
21-22	103	98	102	303
TOTAL	4225	4982	4096	

Fuente: Estudio de Tráfico y transporte, programa del gobierno regional de lima metropolitana

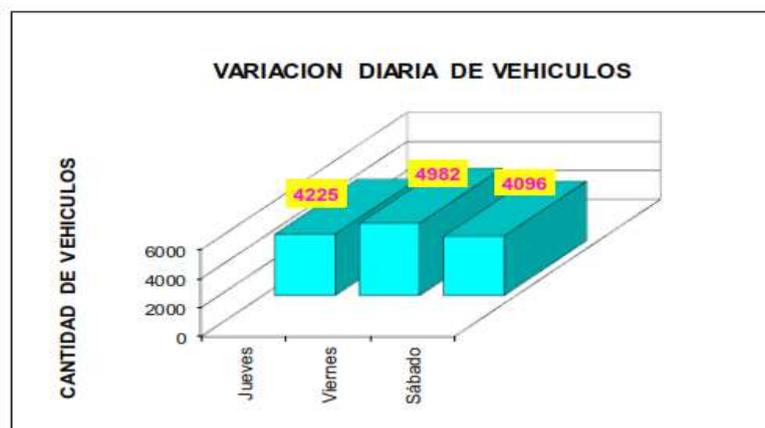


Figura 25: Clasificación vehicular estación E-1 intersección av. los la Av. Los Laureles / av. Quinta Avenida.

Fuente: Estudio de Tráfico y transporte, programa del gobierno regional de Lima metropolitana

Avenida Quinta Avenida / Av. los Cedros – E4 (IMD en intersección): El Índice Medio Diario Anual es de 2,075 vehículos, compuesto por 31.47% de vehículos ligeros, 4.43% de ómnibus y 64.10% de vehículos pesados.

En la Tabla 8 y en el Figura N.º 22 se presentan la composición del IMDS e IMDA el detalle del volumen de tráfico en la intersección y tramo, por dirección, día y tipo de vehículos.

Tabla 6: Índice medio diario anual estación E-4, intersección av. Quinta Avenida / av. Los Cedros.

E - 4				
(Veh/día)				
Tipo de Vehículos	FC	IMDs	IMDa	Distrib %
Auto, S.				
Wagon	0.941970	308	319	15.37
Pick Up, Panel	0.941970	129	134	6.46
C. Rural	0.941970	187	194	9.35
Micro	0.941970	6	6	0.29
B2	0.941970	87	90	4.34
B3	0.941970	2	2	0.10
B4	0.941970	0	0	0.00
C2	0.935233	709	729	35.13
C3	0.935233	370	380	18.31
C4	0.935233	57	58	2.80
Camion 8x4	0.935233	2	2	0.10
Semitraylers	0.935233	135	140	6.75
Traylers	0.935233	20	21	1.01
TOTAL		2012	2075	100

Fuente: Estudio de Tráfico y transporte, programa del gobierno regional de Lima metropolitana

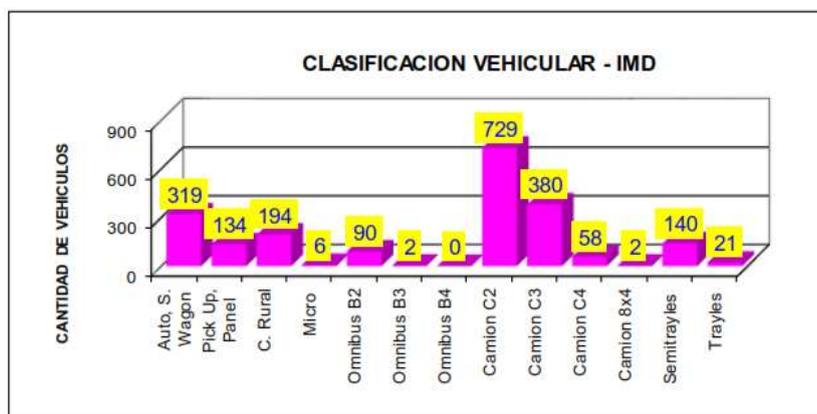


Figura 26: Clasificación vehicular estación E-4 Intersección Av. Quinta Avenida/Av. Los Cedros

Fuente: Estudio de Tráfico y transporte, programa del gobierno regional de Lima metropolitana

Variación diaria de tráfico (en intersección 16 horas): Las variaciones diarias como puede observarse en la siguiente Tabla 9 y en el Figura N° 24 no son muy marcadas, el volumen de tráfico se mantiene constante en la intersección, hay algunas excepciones como el aumento de flujos vehiculares el día viernes.

Tabla 7: Estación E4 – Avenida Quinta/Av. Los Cedros.

HORAS	Jueves	Viernes	Sábado	TOTAL
06-07	163	165	142	470
07-08	186	178	157	521
08-09	174	195	133	502
09-10	138	188	105	431
10-11	130	121	97	348
11-12	160	181	121	462
12-13	106	128	160	394
13-14	163	152	98	413
14-15	155	120	150	425
15-16	145	148	69	362
16-17	148	171	72	391
17-18	136	304	75	515
18-19	109	177	74	360
19-20	70	88	35	193
20-21	28	33	25	86
21-22	24	23	16	63
TOTAL	2035	2372	1529	

Fuente: Estudio de Tráfico y transporte, programa del gobierno regional de Lima metropolitana

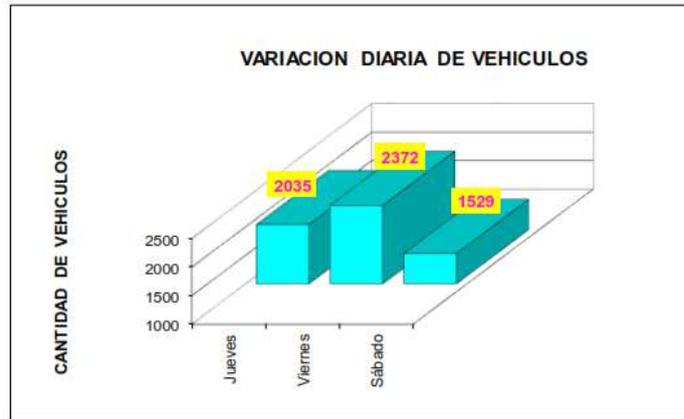


Figura 27: Variación diaria, estación E-4 Intersección av. los la avenida Quinta Avenida/Av. Los Cedros.

Fuente: Estudio de Tráfico y transporte, programa del gobierno regional de Lima metropolitana

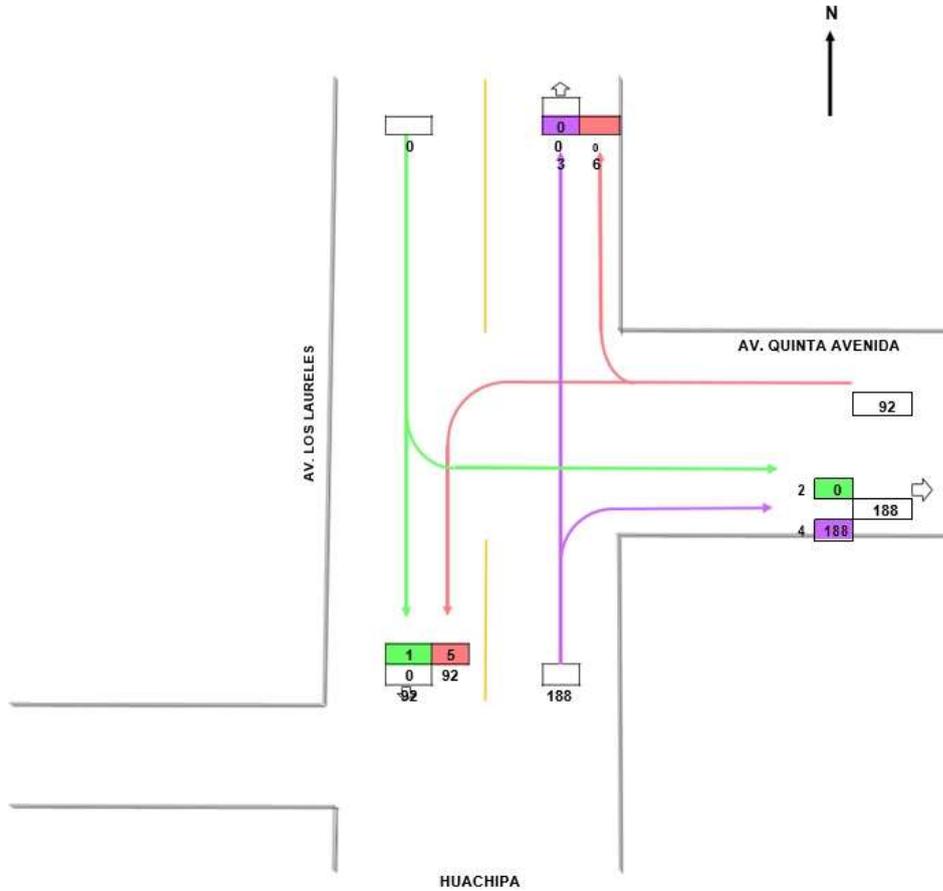
Conteo de tráfico (Horas Pico): E2 – Avenida Los Laureles / Avenida Quinta Avenida

De los días de conteo vehicular realizado, el día de mayor flujo vehicular fue el día jueves, donde la hora de máxima demanda fue en el horario de la noche de 6:45 am – 7:45 am, con un total de 280 vehículos (517 UCP), compuesto por 51.4% de vehículos ligeros y 48.6% de vehículos pesados. En el siguiente cuadro se presentan la composición al detalle del volumen de tráfico por dirección y tipo de vehículo.

FLUJOGRAMA

FLUJOS VEHICULARES DIRECCIONADOS (HORA PICO)

INTERSECCIÓN: Av. Los Laureles / Av. La Quinta Avenida
FECHA: 03 de Agosto del 2017
HORA : 6:45 - 7:45 a.m.
TURNO: Mañana
DISTRITO: SAN JUAN DE LURIGANCHO
DÍA: JUEVES



Giros	Moto Taxi	Auto S. Wagon	Pick Up Panel	C. Rural	Micro	Omnibus			Camión			Semi tráiler					Tráiler				Total Veh. Livianos	Total Veh. Pesados	Total							
						B2	B3	B4	C2	C3	C4	8x4	T2S1	T2S2	T2S3	T3S1	T3S2	T3S3	>=	C2R2				C2R3	C3R2	>= C3R3				
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	11	106	13	5	3	1	0	0	32	17	1	0	0	0	1	0	0	8	0	0	1	0	0	0	0	0	127	61	188	
5	5	13	2	2	0	1	0	0	46	23	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	1	17	75	92	
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	16	119	15	7	3	2	0	0	78	40	1	0	0	0	1	0	1	11	0	0	1	1	144	136	280					
UCP	12	119	15	9	6	6	0	0	195	100	3	0	0	0	4	0	4	39	0	0	4	4	161	356	517					
%	5.7%	42.5%	5.4%	2.5%	1.1%	0.7%	0%	0%	27.9%	14.3%	0.4%	0.0%	0.0%	0.0%	0.4%	0%	0.4%	3.9%	0%	0%	0.4%	0.4%	51.4%	48.6%	100%					

Figura 28: Flujograma

Fuente: Estudio de Tráfico y transporte, programa del gobierno regional de Lima metropolitana

E4 – Avenida Quinta Avenida / Avenida Los Cedros

De los días de conteo vehicular realizado, el día de mayor flujo vehicular fue el día viernes, donde la hora de máxima demanda fue en el horario de la noche de 7:15 am – 8:15 am, con un total de 277 vehículos (515 UCP), compuesto por 47.3% de vehículos ligeros y 52.7% de vehículos pesados. En el siguiente cuadro se presentan la composición al detalle del volumen de tráfico por dirección y tipo de vehículo.

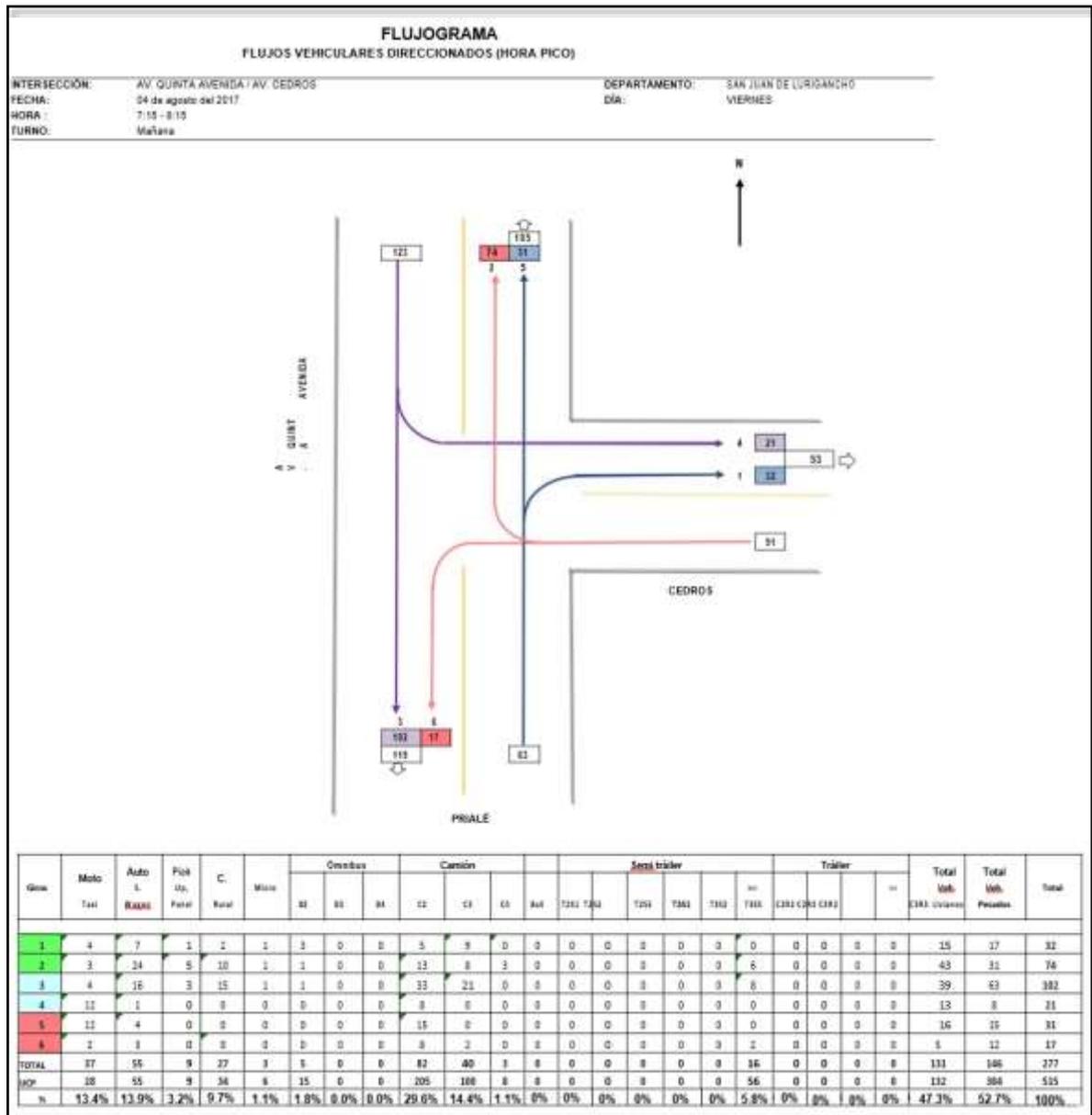


Figura 29: Flujograma vehicular direccionado

Fuente: Estudio de Tráfico y transporte, programa del gobierno regional de Lima metropolitana

Figura de tráfico: El tráfico futuro generalmente está compuesto por el tráfico normal que es el que existe independientemente de las mejoras en la vía y tiene un crecimiento inercial, el tráfico derivado o desviado que puede ser atraído hacia o desde otra carretera, el tráfico desviado para el presente trabajo no existe y el tráfico inducido o generado por la mejora de la vía

Tráfico Normal: Este tipo de tráfico es el que se emplea hoy en día la avenida Quinta Avenida, y que ha tenido un aumento indistintamente de las mejoras que se puedan realizar. El aumento estará condicionado por el alto o bajo desarrollo de las actividades socio-económicas en el área de influencia directa e indirecta del proyecto.

Al no existir una serie autentica de tráfico la estimación del crecimiento futuro de éste se ha efectuado sobre la base de los indicadores socio -económicos.

Para la proyección del tráfico normal hasta el 2038 se usarán los indicadores macro-económicos de la Región o zona del proyecto.

Dia	Auto S. Wagon	Pick Up, Panel	C. Rural	Micro	Omnibus			Camión				Semi tráiler					Tráiler				Total Veh. Livianos	Total Veh. Pesados	TOTAL	
					B2	B3	B4	C2	C3	C4	8x4	T2S1	T2S2	T2S3	T3S1	T3S2	T3S3	C2R2	C2R3	C3R2				C3R3
Jueves 3/08/2017	Giro 1	476	90	7	3	5	0	0	98	8	1	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	576	116	692
	Giro 2	6	0	3	0	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	9	6	15	
	Giro 3	485	112	31	2	5	0	0	101	16	0	0	0	4	0	1	4	0	0	0	630	131	761	
	Giro 4	503	148	30	11	19	2	0	428	202	43	0	0	1	4	0	10	88	0	2	11	692	810	1502
	Giro 5	354	117	20	15	16	1	0	343	249	47	0	1	2	3	0	4	73	1	0	8	506	748	1254
	Giro 6	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	Total	1,824	467	91	31	45	3	0	974	476	91	0	1	3	11	0	16	170	1	0	2	19	2,413	1,812
Viernes 4/08/2017	Giro 1	767	149	45	6	2	0	0	142	9	0	0	0	0	1	2	3	0	0	0	967	159	1126	
	Giro 2	6	2	2	0	0	0	0	4	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	18	28	
	Giro 3	691	122	34	7	1	0	0	151	14	3	0	0	0	2	0	3	8	0	0	854	182	1036	
	Giro 4	425	163	24	17	32	5	0	386	225	37	0	0	2	7	0	8	79	15	0	11	629	807	1436
	Giro 5	337	119	24	11	24	2	0	405	233	40	0	0	3	5	1	16	84	0	0	10	491	823	1314
	Giro 6	9	3	0	0	0	0	0	10	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	30	42
	Total	2,235	558	129	41	59	7	0	1,098	515	80	0	0	5	15	1	29	174	15	0	0	21	2,963	2,019
Sábado 5/08/2017	Giro 1	816	130	16	4	1	1	0	123	20	1	0	0	0	1	0	2	0	0	0	966	149	1115	
	Giro 2	5	1	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	3	9	
	Giro 3	694	122	39	4	1	0	0	125	25	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	859	159	1018	
	Giro 4	358	92	20	13	10	3	0	263	191	31	0	0	0	1	0	3	64	0	0	16	483	582	1065
	Giro 5	262	69	5	5	18	0	0	233	175	30	0	0	1	1	0	8	53	0	0	10	341	529	870
	Giro 6	10	2	3	0	0	0	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	4	19
	Total	2,145	416	83	26	30	4	0	749	412	63	0	0	1	3	0	11	127	0	0	0	26	2,670	1,426
IMDS 16 HORAS	Giro 1	677	123	23	4	3	0	0	121	12	1	0	0	0	1	0	3	0	0	0	827	141	968	
	Giro 2	6	1	2	0	0	0	0	3	6	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	9	9	18	
	Giro 3	618	118	34	4	2	0	0	126	18	1	0	0	0	2	0	1	7	0	0	775	157	933	
	Giro 4	434	137	25	14	21	3	0	366	207	37	0	0	1	4	0	7	78	5	0	12	610	744	1354
	Giro 5	322	104	17	11	19	1	0	334	222	40	0	0	2	3	0	9	71	0	0	9	454	712	1166
	Giro 6	6	2	1	0	0	0	0	5	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	12	21
	Total	2,063	485	102	33	46	5	0	954	472	79	0	0	3	10	0	19	159	6	0	1	22	2,683	1,776
10% Representa las 8 horas restantes																								
IMDS 24 HORAS	Giro 1	745	135	25	5	3	0	0	133	13	1	0	0	0	1	0	3	0	0	0	910	155	1065	
	Giro 2	6	1	2	0	0	0	0	3	6	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	9	10	20	
	Giro 3	680	130	38	5	3	0	0	138	20	1	0	0	0	2	0	2	7	0	0	853	173	1026	
	Giro 4	477	151	28	15	23	4	0	402	228	41	0	0	1	5	0	8	86	6	0	14	671	818	1489
	Giro 5	354	114	19	12	21	1	0	367	244	44	0	0	2	3	0	10	78	0	0	10	499	783	1282
	Giro 6	7	2	1	0	0	0	0	5	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	13	23
	Total	2,269	533	113	36	50	5	0	1,049	519	87	0	0	3	11	0	21	175	6	0	1	24	2,951	1,953
IMDA	Giro 1	702	127	24	5	3	0	0	124	12	1	0	0	0	1	0	3	0	0	0	857	145	1002	
	Giro 2	6	1	2	0	0	0	0	3	6	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	9	10	19	
	Giro 3	641	123	36	5	2	0	0	129	18	1	0	0	0	2	0	1	7	0	0	803	162	965	
	Giro 4	449	142	26	14	22	3	0	376	213	39	0	0	1	4	0	7	80	6	0	13	632	765	1397
	Giro 5	333	108	18	11	20	1	0	343	229	41	0	0	2	3	0	10	73	0	0	10	470	733	1203
	Giro 6	6	2	1	0	0	0	0	5	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	13	21
	Total	2137	502	106	34	47	5	0	981	485	81	0	0	3	10	0	20	164	6	0	1	22	2,779	1,825

Figura 30: Tráfico normal intersección av. Los Laureles / av. Quinta Avenida, estaciones E2

Fuente: Estudio de Tráfico y transporte, programa regional de Lima metropolitana

Día	Giro	Auto	Pick	C. Rural	Micro	Omnibus			Camion				Semi tráiler					Tráiler				Total		TOTAL		
		S. Wagon	Up, Panel			B2	B3	B4	C2	C3	C4	8x4	T2S1	T2S2	T2S3	T3S1	T3S2	T3S3	>=	C2R2	C2R3	C3R2	C3R3		Veh. Livianos	Veh. Pesados
Jueves 3/08/2017	Giro 1	41	8	9	1	6	0	0	37	28	2	0	0	0	0	1	8	0	0	0	1	59	83	142		
	Giro 2	164	46	31	0	41	2	0	223	134	8	1	0	4	1	0	4	42	0	0	0	24	241	484	725	
	Giro 3	115	47	50	1	26	0	0	179	178	8	1	0	4	2	0	4	55	0	0	0	23	213	480	693	
	Giro 4	17	1	3	0	0	0	0	100	21	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	21	125	146	
	Giro 5	23	1	0	0	0	0	0	127	24	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	154	178	
	Giro 6	42	16	8	0	6	0	0	49	12	1	0	1	0	2	0	0	13	0	0	0	1	66	85	151	
	Total	402	119	101	2	79	2	0	715	397	24	2	1	8	5	0	9	118	0	0	0	51	624	1,411	2035	
Viernes 4/08/2017	Giro 1	38	18	26	4	19	0	0	47	26	5	0	0	0	0	0	6	4	0	0	0	86	107	193		
	Giro 2	124	67	91	7	40	0	0	229	170	43	2	0	0	0	0	65	1	0	0	0	289	550	839		
	Giro 3	82	65	101	2	39	2	0	200	208	42	1	0	0	0	1	0	69	1	0	0	0	250	563	813	
	Giro 4	7	4	14	0	0	0	0	113	6	3	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	25	126	151	
	Giro 5	23	1	11	0	0	0	0	148	3	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	35	156	191	
	Giro 6	36	11	39	0	13	0	0	62	14	1	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	86	99	185	
	Total	310	166	282	13	111	2	0	799	427	94	3	0	0	0	1	0	158	6	0	0	0	771	1,601	2372	
Sábado 5/08/2017	Giro 1	12	8	27	0	9	0	0	36	14	4	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	47	70	117		
	Giro 2	83	41	73	1	35	1	0	170	122	27	0	0	1	0	0	1	34	0	0	0	0	198	391	589	
	Giro 3	62	35	47	0	20	0	0	148	103	18	0	1	0	0	1	0	39	0	0	0	0	144	330	474	
	Giro 4	7	4	6	0	0	0	0	102	7	2	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	17	115	132	
	Giro 5	13	2	5	1	0	0	0	103	11	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	21	116	137	
	Giro 6	10	5	18	0	3	0	0	29	7	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	33	47	80	
	Total	187	95	176	2	67	1	0	588	264	51	0	1	1	0	2	1	93	0	0	0	0	460	1,069	1529	
IMDS 16 HORAS	Giro 1	32	12	20	2	12	0	0	40	23	4	0	0	0	0	0	7	1	0	0	0	65	88	153		
	Giro 2	127	52	64	3	39	1	0	210	143	26	1	0	2	0	0	2	48	0	0	0	9	246	481	727	
	Giro 3	88	50	67	1	29	1	0	178	167	23	1	0	1	1	1	1	55	0	0	0	8	207	467	673	
	Giro 4	11	3	8	0	0	0	0	105	12	2	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	1	21	123	144	
	Giro 5	20	1	5	0	0	0	0	128	13	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	27	144	171	
	Giro 6	31	11	22	0	8	0	0	48	11	1	0	0	0	1	0	0	10	0	0	0	0	64	79	143	
	Total	308	129	187	6	87	2	0	709	370	57	2	1	3	2	1	4	125	2	0	0	18	630	1,381	2011	
10% Representa las 8 horas restantes																										
IMDS 24 HORAS	Giro 1	35	13	22	2	13	0	0	44	26	4	0	0	0	0	0	8	2	0	0	0	72	97	168		
	Giro 2	139	57	71	3	43	1	0	231	158	29	1	0	2	0	0	2	53	0	0	0	9	270	529	800	
	Giro 3	97	55	74	1	32	1	0	195	184	25	1	0	2	1	1	2	61	0	0	0	9	227	513	741	
	Giro 4	12	3	9	0	0	0	0	116	13	3	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	1	23	135	158	
	Giro 5	22	1	6	0	0	0	0	140	14	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	30	158	188	
	Giro 6	34	12	24	0	8	0	0	53	12	1	0	0	0	1	0	0	11	0	0	0	0	70	87	157	
	Total	338	142	206	7	96	2	0	780	407	62	2	1	3	2	1	4	138	2	0	0	20	693	1,519	2212	
IMDA	Giro 1	33	12	21	2	12	0	0	41	24	4	0	0	0	0	0	7	1	0	0	0	68	90	158		
	Giro 2	131	54	67	3	40	1	0	216	148	27	1	0	2	0	0	2	49	0	0	0	9	255	495	750	
	Giro 3	91	52	70	1	30	1	0	183	172	24	1	0	1	1	1	1	57	0	0	0	8	214	480	694	
	Giro 4	11	3	8	0	0	0	0	108	12	2	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	1	22	126	148	
	Giro 5	21	1	6	0	0	0	0	131	13	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	28	148	176	
	Giro 6	32	11	23	0	8	0	0	49	12	1	0	0	0	1	0	0	10	0	0	0	0	66	81	147	
	Total	319	134	194	6	90	2	0	729	380	58	2	1	3	2	1	4	129	2	0	0	19	653	1,422	2075	

Figura 31 Tráfico normal intersección av. Quinta Avenida / av. Cedros, E4

Fuente: Estudio de Tráfico y transporte, programa regional de Lima metropolitana

VARIABLES MACROECONÓMICAS: En el presente análisis se ha tomado como datos base las tasas de aumento de las 3 variables macroeconómicas (PBI y tasa de crecimiento poblacional), estimadas por el INEI. A continuación, se muestra las tasas de crecimiento del tráfico, calculadas por tipo de vehículo y utilizadas para la proyección del tráfico (IMD Anual).

A continuación, se presenta las tasas de crecimiento de las variables macroeconómicas utilizadas para el cálculo de las tasas de crecimiento del tráfico normal:

Tasa de crecimiento poblacional y PBI de Lima

Tabla 8: Tasa de crecimiento del PBI.

Años	Valor	Crec. %
2007	136,238,703.00	
2008	148,415,981.00	8.90%
2009	148,910,138.00	0.30%
2010	164,623,842.00	10.60%
2011	178,742,576.00	8.60%
2012	189,597,621.00	6.10%
2013	200,400,691.00	5.70%
2014	207,929,994.00	3.80%
2015	214,243,677.00	3.00%
		5.87%

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática

Tabla 9: Indicadores demográficos referida a migrantes sobrevivientes al final del periodo.

INDICADORES DEMOGRÁFICOS POR DEPARTAMENTO 2007 - 2016	
INDICADORES DEMOGRÁFICOS	Departamento Lima
FECUNDIDAD	
Nacimientos Anuales: B	160.431
Tasa bruta de natalidad b (por mil)	16.93
Tasa global de fecundidad	1.95
Tasa bruta de reproducción	0.95
MORTALIDAD	
Muertes anuales: D	48.600
Tasa bruta de mortalidad d (por mil)	5.13
ESPERANZA DE VIDA AL NACER	
Ambos sexos	77.15
Hombres	74.57
Mujeres	79.85
TASA DE MORTALIDAD INFANTIL (por mil nacidos vivos)	10.33
CRECIMIENTO NATURAL	
Crecimiento anual B-D	111.831
Tasa de crecimiento natural b-d (por cien)	1.18
MIGRACIÓN INTERNA E INTERNACIONAL	
Migración neta anual: M	32.476
CRECIMIENTO TOTAL	
Crecimiento anual B-D+(-)M	144.307
Tasa de crecimiento total b-d+(-)m (por cien)	1.52

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática

El tráfico futuro se ha calculado con la siguiente fórmula:

$$T_n = T_o (1 + r)^a$$

Dónde:

- T_n = Tráfico en el año “n”.
- T_o = Tráfico actual o en el año base
- R = Tasa de crecimiento.

- N = Año para el cual se calcula el volumen de tráfico

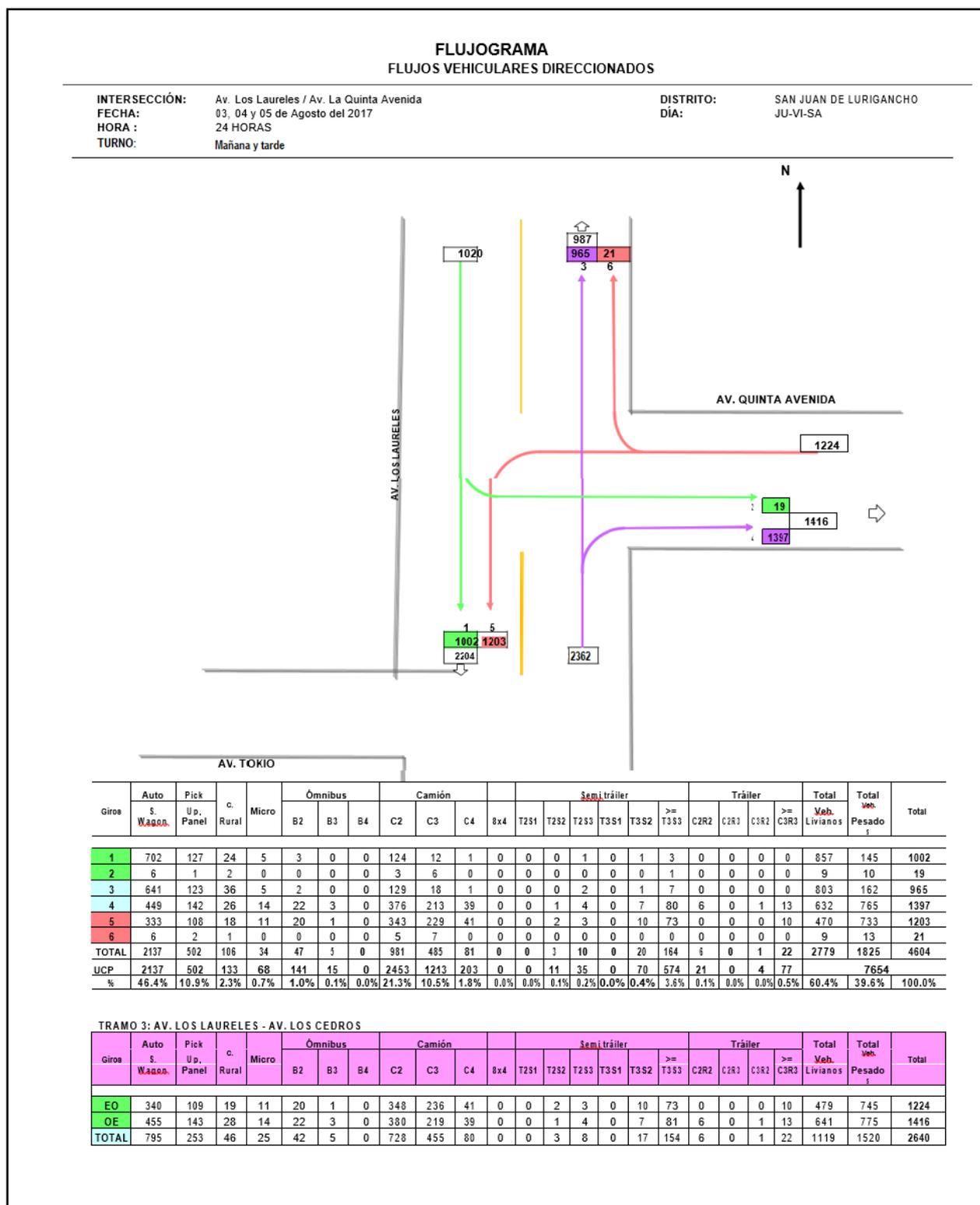


Figura 32: Quinta Avenida, tramo av. Los Laureles – calle Los Cedros.
 Fuente: Estudio de Tráfico y transporte, programa del gobierno regional de Lima metropolitana

AÑO	Auto	Pick Up,	C.	Micro	Ómnibus			Camión			8x4	Semi tráiler					Tráiler				Total Veh. Livianos	Total Veh. Pesados	TOTAL	
	S. Wagon	Panel	Rural		B2	B3	B4	C2	C3	C4		T2S1	T2S2	T2S3	T3S1	T3S2	>= T3S3	C2R2	C2R3	C3R2				>= C3R3
	1.52%	1.52%	1.52%	1.52%	1.52%	1.52%	1.52%	5.87%	5.87%	5.87%	5.87%	5.87%	5.87%	5.87%	5.87%	5.87%	5.87%	5.87%	5.87%	5.87%	5.87%	1.52%	5.87%	
2017	795	253	46	25	42	5	0	728	455	80	0	0	3	8	0	17	154	6	0	1	22	1119	1520	2640
2018	807	257	47	26	42	5	0	770	481	84	0	0	3	8	0	18	163	6	0	1	24	1136	1607	2744
2019	819	261	48	26	43	5	0	816	510	89	0	0	4	8	0	19	173	7	0	1	25	1154	1700	2853
2020	832	265	49	26	44	5	0	864	540	94	0	0	4	9	0	20	183	7	0	1	27	1171	1797	2969
2021	844	269	49	27	44	5	0	914	571	100	0	0	4	10	0	22	194	7	0	1	28	1189	1901	3090
2022	857	273	50	27	45	5	0	968	605	106	0	0	4	10	0	23	205	8	0	1	30	1207	2010	3217
2023	870	277	51	28	46	5	0	1025	640	112	0	1	5	11	1	24	217	8	0	1	31	1225	2126	3352
2024	883	281	52	28	46	5	0	1085	678	119	0	1	5	11	1	26	230	9	0	1	33	1244	2249	3493
2025	897	285	52	29	47	5	0	1149	718	126	0	1	5	12	1	27	243	9	0	1	35	1263	2378	3641
2026	910	290	53	29	48	5	0	1216	760	133	0	1	5	13	1	29	258	10	0	1	37	1282	2516	3798
2027	924	294	54	29	48	5	0	1287	804	141	0	1	6	13	1	30	273	10	0	1	40	1302	2661	3963
2028	938	298	55	30	49	5	0	1363	852	149	0	1	6	14	1	32	289	11	0	1	42	1321	2815	4136
2029	953	303	56	30	50	5	0	1443	902	158	0	1	6	15	1	34	306	12	0	1	44	1342	2978	4319
2030	967	308	56	31	51	6	0	1528	955	167	0	1	7	16	1	36	324	12	0	2	47	1362	3150	4512
2031	982	312	57	31	51	6	0	1617	1011	177	0	1	7	17	1	38	343	13	0	2	50	1383	3333	4715
2032	997	317	58	32	52	6	0	1712	1070	187	0	1	8	18	1	40	363	14	0	2	53	1404	3526	4930
2033	1012	322	59	32	53	6	0	1813	1133	198	0	1	8	19	1	43	384	15	0	2	56	1425	3730	5155
2034	1027	327	60	33	54	6	0	1919	1199	210	0	1	9	20	1	45	407	16	0	2	59	1447	3947	5393
2035	1043	332	61	33	55	6	0	2032	1270	222	0	1	9	21	1	48	430	16	0	2	62	1469	4176	5644
2036	1059	337	62	34	55	6	0	2151	1344	235	0	1	10	22	1	51	456	17	0	2	66	1491	4418	5909
2037	1075	342	63	34	56	6	0	2277	1423	249	0	1	10	24	1	54	482	18	0	2	70	1514	4675	6189
2038	1091	347	64	35	57	6	0	2411	1506	264	0	1	11	25	1	57	511	19	0	2	74	1537	4947	6483

Figura 33: Tráfico normal proyectado av. Quinta Avenida, tramo av. Los Laureles- calle Los Cedros

Fuente: Estudio de Tráfico y transporte, programa regional de Lima metropolitana

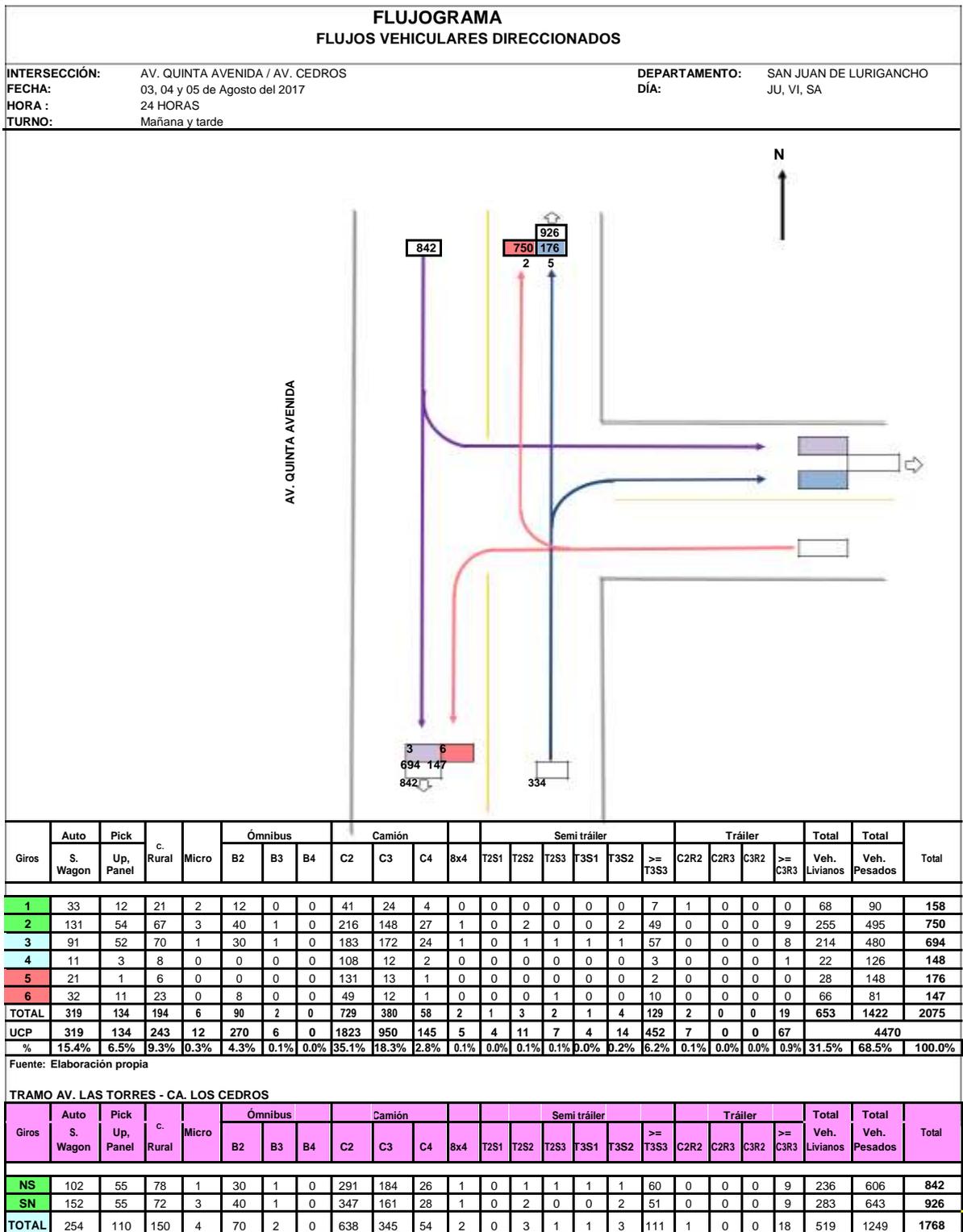


Figura 34: avenida Quinta avenida, tramo av. Los Cedros – av. Las Torres

Fuente: Estudio de Tráfico y transporte, programa regional de Lima metropolitana

AÑO	Auto	Pick Up,	C.	Micro	Ómnibus			Camión			8x4	Semi tráiler					Tráiler				Total Veh. Livianos	Total Veh. Pesados	TOTAL	
	S. Wagon	Panel	Rural		B2	B3	B4	C2	C3	C4		T2S1	T2S2	T2S3	T3S1	T3S2	>= T3S3	C2R2	C2R3	C3R2				>= C3R3
	1.52%	1.52%	1.52%	1.52%	1.52%	1.52%	1.52%	5.87%	5.87%	5.87%	5.87%	5.87%	5.87%	5.87%	5.87%	5.87%	5.87%	5.87%	5.87%	5.87%	5.87%	1.52%	5.87%	
2017	254	110	150	4	70	2	0	638	345	54	2	0	3	1	1	3	111	1	0	0	18	519	1249	1768
2018	258	112	152	4	71	2	0	676	365	57	2	0	3	1	1	3	118	1	0	0	19	527	1319	1846
2019	262	114	155	4	72	2	0	715	386	60	2	0	4	1	1	4	125	1	0	0	20	535	1394	1928
2020	266	115	157	4	73	2	0	757	409	64	2	0	4	1	1	4	132	1	0	0	21	543	1472	2015
2021	270	117	160	5	74	2	0	802	433	68	2	0	4	1	1	4	140	1	0	0	23	551	1555	2106
2022	274	119	162	5	75	2	0	849	459	72	2	0	4	1	1	4	148	1	0	0	24	559	1643	2203
2023	278	121	164	5	76	2	0	899	485	76	3	0	5	2	1	5	156	1	0	0	25	568	1736	2304
2024	283	122	167	5	78	2	0	952	514	80	3	0	5	2	1	5	166	1	0	0	27	577	1835	2412
2025	287	124	169	5	79	2	0	1007	544	85	3	0	5	2	2	5	175	1	0	0	28	585	1939	2525
2026	291	126	172	5	80	2	0	1067	576	90	3	0	5	2	2	5	186	1	0	0	30	594	2049	2644
2027	296	128	175	5	81	2	0	1129	610	95	3	1	6	2	2	6	197	1	0	0	32	603	2166	2770
2028	300	130	177	5	82	2	0	1196	646	101	3	1	6	2	2	6	208	1	0	0	34	612	2290	2902
2029	305	132	180	5	84	2	0	1266	684	107	4	1	6	2	2	6	220	1	0	0	36	622	2420	3042
2030	309	134	183	5	85	2	0	1340	724	113	4	1	7	2	2	7	233	2	0	0	38	631	2559	3190
2031	314	136	185	5	86	2	0	1419	766	120	4	1	7	2	2	7	247	2	0	0	40	641	2705	3346
2032	319	138	188	5	88	2	0	1502	811	127	4	1	8	3	2	8	261	2	0	0	42	651	2860	3511
2033	324	140	191	5	89	2	0	1590	859	134	5	1	8	3	2	8	277	2	0	0	45	660	3024	3685
2034	329	142	194	6	90	2	0	1683	909	142	5	1	9	3	3	9	293	2	0	0	47	670	3198	3868
2035	334	144	197	6	92	2	0	1782	963	150	5	1	9	3	3	9	310	2	0	0	50	681	3381	4062
2036	339	147	200	6	93	2	0	1887	1019	159	5	1	10	3	3	10	328	2	0	0	53	691	3576	4267
2037	344	149	203	6	94	2	0	1998	1079	169	6	1	10	3	3	10	348	2	0	0	56	702	3782	4483
2038	349	151	206	6	96	2	0	2115	1142	178	6	1	11	4	3	11	368	2	0	0	60	712	3999	4712

Figura 35: Tráfico normal proyectado av. Quinta Avenida, tramo av. Los Cedros- av. Las Torres.
Fuente: Estudio de Tráfico y transporte, programa regional de Lima metropolitana

Tráfico Generado: El tráfico originado es el que aparece como consecuencia de una mejoría o de la construcción de una vía y que no existiría de otro modo.

Los valores recogidos para el tráfico generado o inducido, se han estimado en 20%, dado que en la situación actual la vía se encuentra en mal estado. Así mismo, se justifica de acuerdo al Manual de Diseño Geométrico 2014 donde indica el 20% para vías a nivel asfaltado.

A continuación, se tiene el producto del tráfico Generado y se indican en los cuadros siguientes:

AÑO	Auto	Pick Up,	C.	Micro	Ómnibus			Camión			8x4	T2S1	T2S2	Semi tráiler			≥ T3S3	C2R2	Tráiler			Total Veh. Livianos	Total Veh. Pesados	TOTAL
	S. Wagon	Panel	Rural		B2	B3	B4	C2	C3	C4				T2S3	T3S1	T3S2			≥ C3R3	C2R3	C3R2			
	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%			
2017																								
2018																								
2019	161	51	9	5	8	1	0	154	96	17	0	0	1	2	0	4	33	1	0	0	5	227	321	549
2020	164	52	10	5	9	1	0	163	102	18	0	0	1	2	0	4	35	1	0	0	5	231	340	571
2021	166	53	10	5	9	1	0	173	108	19	0	0	1	2	0	4	37	1	0	0	5	234	359	594
2022	169	54	10	5	9	1	0	183	114	20	0	0	1	2	0	4	39	1	0	0	6	238	380	618
2023	171	55	10	5	9	1	0	194	121	21	0	0	1	2	0	5	41	2	0	0	6	241	402	643
2024	174	55	10	6	9	1	0	205	128	22	0	0	1	2	0	5	43	2	0	0	6	245	425	670
2025	177	56	10	6	9	1	0	217	136	24	0	0	1	2	0	5	46	2	0	0	7	249	450	699
2026	179	57	10	6	9	1	0	230	144	25	0	0	1	2	0	5	49	2	0	0	7	253	476	728
2027	182	58	11	6	10	1	0	243	152	27	0	0	1	3	0	6	52	2	0	0	7	256	503	760
2028	185	59	11	6	10	1	0	257	161	28	0	0	1	3	0	6	55	2	0	0	8	260	532	793
2029	188	60	11	6	10	1	0	273	170	30	0	0	1	3	0	6	58	2	0	0	8	264	563	827
2030	191	61	11	6	10	1	0	289	180	32	0	0	1	3	0	7	61	2	0	0	9	268	596	864
2031	193	62	11	6	10	1	0	306	191	33	0	0	1	3	0	7	65	2	0	0	9	272	630	902
2032	196	62	11	6	10	1	0	323	202	35	0	0	1	3	0	8	69	3	0	0	10	277	667	943
2033	199	63	12	6	10	1	0	342	214	37	0	0	2	4	0	8	73	3	0	0	11	281	705	986
2034	202	64	12	6	11	1	0	363	227	40	0	0	2	4	0	9	77	3	0	0	11	285	746	1031
2035	205	65	12	7	11	1	0	384	240	42	0	0	2	4	0	9	81	3	0	0	12	289	789	1079
2036	209	66	12	7	11	1	0	406	254	44	0	0	2	4	0	10	86	3	0	0	12	294	835	1129
2037	212	67	12	7	11	1	0	430	269	47	0	0	2	4	0	10	91	3	0	0	13	298	884	1182
2038	215	68	13	7	11	1	0	455	285	50	0	0	2	5	0	11	96	4	0	0	14	303	935	1238

Figura 36: Tráfico generado av. Quinta Avenida, tramo calle Los Cedros av. Los Laureles.

Fuente: Estudio de Tráfico y transporte, programa regional de Lima metropolitana

ANO	Auto	Pick Up,	C.	Micro	Ómnibus			Camión			8x4	T2S1	T2S2	Semi tráiler			>= T3S3	Tráiler			Total Veh. Livianos	Total Veh. Pesados	TOTAL	
	S. Wagon	Panel	Rural		B2	B3	B4	C2	C3	C4				T2S3	T3S1	T3S2		C2R2	C2R3	C3R2				= C3R3
	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%				
2017																								
2018																								
2019	52	22	30	1	14	0	0	135	73	11	0	0	1	0	0	1	24	0	0	0	4	105	264	369
2020	52	23	31	1	14	0	0	143	77	12	0	0	1	0	0	1	25	0	0	0	4	107	279	386
2021	53	23	31	1	15	0	0	151	82	13	0	0	1	0	0	1	26	0	0	0	4	109	294	403
2022	54	23	32	1	15	0	0	160	87	14	0	0	1	0	0	1	28	0	0	0	5	110	311	421
2023	55	24	32	1	15	0	0	170	92	14	0	0	1	0	0	1	30	0	0	0	5	112	329	441
2024	56	24	33	1	15	0	0	180	97	15	1	0	1	0	0	1	31	0	0	0	5	114	347	461
2025	57	24	33	1	16	0	0	190	103	16	1	0	1	0	0	1	33	0	0	0	5	115	367	482
2026	57	25	34	1	16	0	0	201	109	17	1	0	1	0	0	1	35	0	0	0	6	117	388	505
2027	58	25	34	1	16	0	0	213	115	18	1	0	1	0	0	1	37	0	0	0	6	119	410	529
2028	59	26	35	1	16	0	0	226	122	19	1	0	1	0	0	1	39	0	0	0	6	121	433	554
2029	60	26	35	1	16	0	0	239	129	20	1	0	1	0	0	1	42	0	0	0	7	122	458	580
2030	61	26	36	1	17	0	0	253	137	21	1	0	1	0	0	1	44	0	0	0	7	124	484	608
2031	62	27	37	1	17	0	0	268	145	23	1	0	1	0	0	1	47	0	0	0	8	126	512	638
2032	63	27	37	1	17	0	0	284	153	24	1	0	1	0	0	1	49	0	0	0	8	128	541	669
2033	64	28	38	1	18	0	0	300	162	25	1	0	2	1	0	2	52	0	0	0	8	130	572	702
2034	65	28	38	1	18	0	0	318	172	27	1	0	2	1	0	2	55	0	0	0	9	132	605	737
2035	66	28	39	1	18	0	0	337	182	28	1	0	2	1	1	2	59	0	0	0	9	134	640	774
2036	67	29	39	1	18	0	0	356	193	30	1	0	2	1	1	2	62	0	0	0	10	136	676	812
2037	68	29	40	1	19	0	0	377	204	32	1	0	2	1	1	2	66	0	0	0	11	138	715	853
2038	69	30	41	1	19	0	0	400	216	34	1	0	2	1	1	2	70	0	0	0	11	140	756	897

Figura 37: Tráfico generado av. Quinta avenida, tramo av. Los Cedros- av. Las Torres

Fuente: Estudio de Tráfico y transporte, programa regional de Lima metropolitana

El tráfico total es la suma del tráfico Normal, Desviado y tráfico Generado. A continuación, se muestran los cuadros para las estaciones de conteo:

AÑO	Auto	Pick Up,	C.	Micro	Ómnibus			Camión			8x4	Semi tráiler					Tráiler				Total Veh. Livianos	Total Veh. Pesados	TOTAL	
	S. Wagon	Panel	Rural		B2	B3	B4	C2	C3	C4		T2S1	T2S2	T2S3	T3S1	T3S2	T3S3	>= C2R2	C2R3	C3R2				>= C3R3
2017	795	253	46	25	42	5	0	728	455	80	0	0	3	8	0	17	154	6	0	1	22	1119	1520	2640
2018	807	257	47	26	42	5	0	770	481	84	0	0	3	8	0	18	163	6	0	1	24	1136	1607	2744
2019	981	312	57	31	51	6	0	970	606	106	0	0	4	10	0	23	205	8	0	1	30	1381	2021	3402
2020	996	317	58	32	52	6	0	1027	642	112	0	1	5	11	1	24	217	8	0	1	32	1402	2137	3539
2021	1011	321	59	32	53	6	0	1087	679	119	0	1	5	11	1	26	230	9	0	1	33	1423	2260	3684
2022	1026	326	60	33	54	6	0	1151	719	126	0	1	5	12	1	27	244	9	0	1	35	1445	2390	3835
2023	1042	331	61	33	55	6	0	1218	761	133	0	1	5	13	1	29	258	10	0	1	37	1467	2528	3995
2024	1057	336	62	34	55	6	0	1290	806	141	0	1	6	13	1	30	273	10	0	1	40	1489	2674	4163
2025	1074	341	63	34	56	6	0	1366	853	149	0	1	6	14	1	32	289	11	0	1	42	1512	2828	4340
2026	1090	347	64	35	57	6	0	1446	903	158	0	1	6	15	1	34	306	12	0	1	44	1535	2991	4526
2027	1106	352	65	35	58	6	0	1531	956	167	0	1	7	16	1	36	324	12	0	2	47	1558	3164	4722
2028	1123	357	66	36	59	6	0	1620	1012	177	0	1	7	17	1	38	343	13	0	2	50	1582	3347	4929
2029	1140	363	67	36	60	7	0	1716	1072	188	0	1	8	18	1	41	363	14	0	2	53	1606	3541	5147
2030	1158	368	68	37	61	7	0	1816	1135	199	0	1	8	19	1	43	385	15	0	2	56	1630	3746	5376
2031	1175	374	69	37	62	7	0	1923	1201	210	0	1	9	20	1	45	407	16	0	2	59	1655	3963	5618
2032	1193	379	70	38	63	7	0	2036	1272	223	0	1	9	21	1	48	431	16	0	2	62	1680	4192	5873
2033	1211	385	71	39	63	7	0	2155	1347	236	0	1	10	22	1	51	457	17	0	2	66	1706	4435	6141
2034	1230	391	72	39	64	7	0	2282	1426	250	0	1	10	24	1	54	483	18	0	2	70	1732	4693	6424
2035	1248	397	73	40	65	7	0	2416	1509	264	0	1	11	25	1	57	512	20	0	2	74	1758	4965	6723
2036	1267	403	74	40	66	7	0	2558	1598	280	0	1	11	27	1	60	542	21	0	3	79	1785	5253	7038
2037	1287	409	75	41	67	7	0	2708	1692	296	0	1	12	28	1	64	574	22	0	3	83	1812	5559	7370
2038	1306	415	76	42	68	7	0	2867	1791	313	0	1	13	30	1	68	607	23	0	3	88	1839	5882	7721

Figura 38: Tráfico total av. Quinta avenida tramo av. Los Laureles- calle Los Cedros

Fuente: Estudio de Tráfico y transporte, programa regional de Lima metropolitana

AÑO	Auto	Pick Up,	C.	Micro	Ómnibus			Camión			8x4	T2S1	Semi tráiler			>= T3S3	Tráiler			>= C3R3	Total	Total	TOTAL	
	S. Wagon	Panel	Rural		B2	B3	B4	C2	C3	C4			T2S2	T2S3	T3S1		T3S2	C2R2	C2R3		C3R2	Veh. Livianos		Veh. Pesados
2017	254	110	150	4	70	2	0	638	345	54	2	0	3	1	1	3	111	1	0	0	18	519	1249	1768
2018	258	112	152	4	71	2	0	676	365	57	2	0	3	1	1	3	118	1	0	0	19	527	1319	1846
2019	314	136	185	5	86	2	0	851	459	72	2	0	4	1	1	4	148	1	0	0	24	640	1657	2297
2020	318	138	188	5	87	2	0	901	486	76	3	0	5	2	1	5	157	1	0	0	25	650	1751	2401
2021	323	140	191	5	89	2	0	953	515	80	3	0	5	2	1	5	166	1	0	0	27	660	1850	2509
2022	328	142	194	6	90	2	0	1009	545	85	3	0	5	2	2	5	176	1	0	0	28	670	1954	2624
2023	333	144	197	6	91	2	0	1069	577	90	3	0	5	2	2	5	186	1	0	0	30	680	2065	2745
2024	338	147	200	6	93	2	0	1131	611	95	3	1	6	2	2	6	197	1	0	0	32	690	2182	2872
2025	343	149	203	6	94	2	0	1198	647	101	3	1	6	2	2	6	208	1	0	0	34	701	2306	3007
2026	349	151	206	6	96	2	0	1268	685	107	4	1	6	2	2	6	221	1	0	0	36	711	2437	3149
2027	354	153	209	6	97	2	0	1343	725	113	4	1	7	2	2	7	234	2	0	0	38	722	2576	3298
2028	359	156	212	6	99	2	0	1421	768	120	4	1	7	2	2	7	247	2	0	0	40	733	2723	3456
2029	365	158	215	6	100	3	0	1505	813	127	4	1	8	3	2	8	262	2	0	0	42	744	2878	3623
2030	370	160	219	6	102	3	0	1593	860	134	5	1	8	3	2	8	277	2	0	0	45	756	3043	3799
2031	376	163	222	6	103	3	0	1687	911	142	5	1	9	3	3	9	294	2	0	0	48	767	3217	3984
2032	382	165	225	6	105	3	0	1786	964	151	5	1	9	3	3	9	311	2	0	0	50	779	3401	4180
2033	387	168	229	7	106	3	0	1890	1021	160	5	1	10	3	3	10	329	2	0	0	53	791	3596	4387
2034	393	170	232	7	108	3	0	2001	1081	169	6	1	10	3	3	10	348	2	0	0	56	803	3803	4605
2035	399	173	236	7	110	3	0	2119	1144	179	6	1	11	4	3	11	369	2	0	0	60	815	4021	4836
2036	405	176	239	7	111	3	0	2243	1212	189	6	1	11	4	3	11	390	3	0	0	63	827	4252	5079
2037	411	178	243	7	113	3	0	2375	1283	200	7	1	12	4	4	12	413	3	0	0	67	840	4497	5336
2038	418	181	247	7	115	3	0	2514	1358	212	7	1	13	4	4	13	438	3	0	0	71	853	4756	5608

Figura 39: Tráfico total av. Quinta Avenida, tramo av. Los Cedros- av. Las Torres
Fuente: Estudio de Tráfico y transporte, programa regional de Lima metropolitana

Factores de carga y ejes equivalentes (FCE, EE):

Factores de Carga Equivalente: Para alcanzar los factores destructivos del pavimento o factores de carga equivalente (FCE) y Eje Equivalentes (EE), se han usado las ecuaciones vigentes en el Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos. Los mismos que se indican a continuación:

Tabla 10 : Factores de carga y ejes equivalentes

Factores de Carga y Ejes Equivalentes	
$FE_i = \left(\frac{P_i}{6.6}\right)^4$	Ejes simples de ruedas simples.
$FE_i = \left(\frac{P_i}{8.2}\right)^4$	Ejes simples de ruedas simples
$FE_i = \left(\frac{P_i}{14.8}\right)^4$	Ejes tándem (1 eje rueda doble + 1 eje simple)
$FE_i = \left(\frac{P_i}{15.1}\right)^4$	Ejes tándem (2 ejes ruedas dobles)
$FE_i = \left(\frac{P_i}{20.7}\right)^{3.9}$	Ejes tridem (2 ejes ruedas doble + 1 eje simple)
$FE_i = \left(\frac{P_i}{21.8}\right)^{3.9}$	Ejes tridem (3 ejes ruedas doble)

Fuente: Estudio de Tráfico y transporte, programa del gobierno regional de Lima metropolitana y Ejes Equivalentes del RD N° 10-2014-MTC/14

Dónde:

FE_i = Factor eje del rango.

P_i = Carga promedio en el rango i .

La Tabla 10 resumen de las configuraciones vehiculares de vehículos pesados y su impacto en la vía, de acuerdo con los pesos por ejes anotados, determinando así los Factores de Carga Equivalente.

Tabla 11 : Factores de carga equivalencia por ejes y por tipo de vehículos (Método Instituto de asfalto)

TIPO DE VEHÍCULO	FACTORES
Bus 2E	4.503653709
Bus 3E	2.631311291
Bus 4E	3.896678045
Camión 2E	4.503653709
Camión 3E	3.284580203
Camión 4E	2.773550346
Camión 8x4	4.549946951
Sami trailer 2S1/2S2	6.522867163
Sami trailer 2S3	6.209679958
Sami trailer 3S1/3S2	5.303793656
Sami trailer 3S3	4.990606451
Traller 2T2/2T3	9.761154124
Traller 3T2	9.761154124
Traller 3T3	8.542080617

Fuente: Estudio de Tráfico y transporte, programa del gobierno regional de Lima metropolitana y Ejes Equivalentes del RD N° 10-2014-MTC/14

Tabla 12: Factores de carga y tipo de vehículo (AASHTO)

TIPO DE VEHÍCULO	FACTORES
Bus 2E	3.54219399
Bus 3E	1.820968202
Bus 4E	1.69167494
Camión 2E	3.54219399
Camión 3E	2.512885259
Camión 4E	1.861513864
Camión 8x4	3.476471863
Sami trailer 2S1/2S2	5.492332244
Sami trailer 2S3	5.322619881
Sami trailer 3S1/3S2	5.492332244
Sami trailer 3S3	4.286407987
Traller 2T2/2T3	9.62125811
Traller 3T2	9.62125811
Traller 3T3	8.164213451

Fuente: Estudio de Tráfico y transporte, programa del gobierno regional de Lima metropolitana

Estimación de ejes equivalentes (EE EE): Mediante el IMD contabilizado y los FEC establecidos, se ha procedido a realizar la estimación de EE anual y acumulado para 20 años como se pueden ver en el siguiente cuadro:

Cálculo de Ejes Equivalentes para el diseño de pavimento (Método AASHTO):

QUINTA AVENIDA: TRAMO LOS LAURELES - LOS CEDROS

			# DE EJES	LONG. MAX. (M)	EJE DELANT	CONJUNTO DE EJES POSTERIORES				PESO BRUTO MAX. (TN)	FACTOR EQUIVAL. DE CARGA (FC)				IMDA	FACTOR DIRECCIONAL (Fd)	FACTOR CARRIL (Fc)	EEdia-carril	TASA DE CRECIMIENTO (%)	Fca (Para un periodo de diseño de 20 años)	NUMERO DE DIAS DEL AÑO	Nrep de EE 8.2tn	
						1°	2°	3°	4°		(1)	(2)	(3)	(4)									(1 x 2 x 3 x 4)
Omnibus		2E	2	13.20	7.00	11.00				18.00	1.273	3.335			4.608	47	0.50	0.80	86.62	1.52	23.17	365	732,560.25
		3E	3	14.00	7.00	16.00				23.00	1.273	2.343			3.616	5	0.50	0.80	7.23	1.52	23.17	365	61,152.24
		4E	4	15.00	7.00	7.00	16.00			30.00	1.273	1.265	2.343		4.881	0	0.50	0.80	0.00	1.52	23.17	365	0.00
Camiones		C2	2	12.30	7.00	11.00				18.00	1.273	3.335			4.608	981	0.50	0.80	1808.05	5.87	36.28	365	23,939,624.81
		C3	3	13.20	7.00	18.00				25.00	1.273	3.458			4.731	485	0.50	0.80	917.78	5.87	36.28	365	12,151,999.25
		C4	4	13.20	7.00	23.00				30.00	1.273	3.685			4.958	81	0.50	0.80	160.65	5.87	36.28	365	2,127,040.34
		8X4	4	20.50	7.00	7.00	18.00			32.00	1.273	1.273	3.458		6.004	0	0.50	0.80	0.00	5.87	36.28	365	0.00
Semi Traylor		T2S1	3	20.50	7.00	11.00	11.00			29.00	1.273	3.335	3.335		7.942		0.50	0.80	0.00	5.87	36.28	365	0.00
		T2S2	4	20.50	7.00	11.00	18.00			36.00	1.273	3.335	3.458		8.066	3	0.50	0.80	9.68	5.87	36.28	365	128,153.15
		T2S3	5	20.50	7.00	11.00	25.00			43.00	1.273	3.335	4.316		8.924	8	0.50	0.80	28.56	5.87	36.28	365	378,101.95
		T3S1	4	20.50	7.00	18.00	11.00			36.00	1.273	3.458	3.335		8.066		0.50	0.80	0.00	5.87	36.28	365	0.00
		T3S2	5	20.50	7.00	18.00	18.00			43.00	1.273	3.458	3.458		8.189	17	0.50	0.80	55.68	5.87	36.28	365	737,291.68
		T3S3	6	20.50	7.00	18.00	25.00			48.00	1.273	3.458	4.165		8.896	169	0.50	0.80	601.35	5.87	36.28	365	7,962,292.15
Traylers		C2R2	4	23.00	7.00	11.00	11.00	11.00		40.00	1.273	3.335	3.335	3.335	11.277		0.50	0.80	0.00	5.87	36.28	365	0.00
		C2R3	5	23.00	7.00	11.00	11.00	18.00		47.00	1.273	3.335	3.335	2.019	9.962	6	0.50	0.80	23.91	5.87	36.28	365	316,557.48
		C3R2	5	23.00	7.00	18.00	11.00	11.00		47.00	1.273	3.458	3.335	3.335	11.400	1	0.50	0.80	4.56	5.87	36.28	365	60,379.77
		C3R3	6	23.00	7.00	18.00	11.00	18.00		48.00	1.273	3.458	3.335	3.458	11.524	22	0.50	0.80	101.41	5.87	36.28	365	1,342,707.24
		C3R4	7	23.00	7.00	18.00	18.00	18.00		48.00	1.273	3.458	3.458	3.458	11.647		0.50	0.80	0.00	5.87	36.28	365	0.00
		C4R2	6	23.00	7.00	23.00	11.00	11.00		48.00	1.273	3.685	3.335	3.335	11.628		0.50	0.80	0.00	5.87	36.28	365	0.00
1825																					Σ ESAL		4.99E+07
																					ESAL DE DISEÑO VIAS PRINCIPALES (100%)		4.99E+07

Figura 40: Cálculo de ESAL de diseño E-2 (Método AASHTO)

Fuente: Estudio de tráfico y transporte, programa del gobierno regional de Lima metropolitana

QUINTA AVENIDA: TRAMO LOS CEDROS - LAS TORRES

(1) (2) (3) (4) (1 x 2 x 3 x 4)

			# DE EJES	LONG. MAX. (M)	EJE DELANT	CONJUNTO DE EJES POSTERIORES				PESO BRUTO MAX. (TN)	FACTOR EQUIVAL. DE CARGA (FC)				IMDA	FACTOR DIRECCIONA L (Fd)	FACTOR CARRIL (Fc)	EEdia-carril	TASA DE CRECIMIENTO (%)	Fca (Para un periodo de diseño de 20 años)	NUMERO DE DIAS DEL AÑO	Nrep de EE 8.2tn	
						1°	2°	3°	4°														
Omnibus		2E	2	13.20	7.00	11.00				18.00	1.273	3.335			4.608	90	0.50	0.80	165.88	1.52	23.17	365	1,402,774.95
		3E	3	14.00	7.00	16.00				23.00	1.273	2.343			3.616	2	0.50	0.80	2.89	1.52	23.17	365	24,460.90
		4E	4	15.00	7.00	7.00	16.00				30.00	1.273	1.265	2.343		4.881	0	0.50	0.80	0.00	1.52	23.17	365
Camiones		C2	2	12.30	7.00	11.00				18.00	1.273	3.335			4.608	729	0.50	0.80	1343.59	5.87	36.28	365	17,789,996.42
		C3	3	13.20	7.00	18.00				25.00	1.273	3.458			4.731	380	0.50	0.80	719.09	5.87	36.28	365	9,521,154.05
		C4	4	13.20	7.00	23.00				30.00	1.273	3.685			4.958	58	0.50	0.80	115.03	5.87	36.28	365	1,523,065.92
		8X4	4	20.50	7.00	7.00	18.00				32.00	1.273	1.273	3.458		6.004	2	0.50	0.80	4.80	5.87	36.28	365
Semi Traylor		T2S1	3	20.50	7.00	11.00	11.00			29.00	1.273	3.335	3.335		7.942		0.50	0.80	0.00	5.87	36.28	365	0.00
		T2S2	4	20.50	7.00	11.00	18.00			36.00	1.273	3.335	3.458		8.066	4	0.50	0.80	12.91	5.87	36.28	365	170,870.87
		T2S3	5	20.50	7.00	11.00	25.00			43.00	1.273	3.335	4.316		8.924	1	0.50	0.80	3.57	5.87	36.28	365	47,262.74
		T3S1	4	20.50	7.00	18.00	11.00			36.00	1.273	3.458	3.335		8.066		0.50	0.80	0.00	5.87	36.28	365	0.00
		T3S2	5	20.50	7.00	18.00	18.00			43.00	1.273	3.458	3.458		8.189	4	0.50	0.80	13.10	5.87	36.28	365	173,480.39
		T3S3	6	20.50	7.00	18.00	25.00			48.00	1.273	3.458	4.165		8.896	131	0.50	0.80	466.14	5.87	36.28	365	6,171,954.27
Traylers		C2R2	4	23.00	7.00	11.00	11.00	11.00		40.00	1.273	3.335	3.335	3.335	11.277		0.50	0.80	0.00	5.87	36.28	365	0.00
		C2R3	5	23.00	7.00	11.00	11.00	18.00		47.00	1.273	3.335	3.335	2.019	9.962	1	0.50	0.80	3.98	5.87	36.28	365	52,759.58
		C3R2	5	23.00	7.00	18.00	11.00	11.00		47.00	1.273	3.458	3.335	3.335	11.400	0	0.50	0.80	0.00	5.87	36.28	365	0.00
		C3R3	6	23.00	7.00	18.00	11.00	18.00		48.00	1.273	3.458	3.335	3.458	11.524	20	0.50	0.80	92.19	5.87	36.28	365	1,220,642.95
		C3R4	7	23.00	7.00	18.00	18.00	18.00		48.00	1.273	3.458	3.458	3.458	11.647		0.50	0.80	0.00	5.87	36.28	365	0.00
		C4R2	6	23.00	7.00	23.00	11.00	11.00		48.00	1.273	3.685	3.335	3.335	11.628		0.50	0.80	0.00	5.87	36.28	365	0.00
1422																					Σ ESAL		3.82E+07
																					ESAL DE DISEÑO VIAS PRINCIPALES		3.82E+07

Figura 41: Cálculo de ESAL de diseño E-2 (Método AASHTO)

Fuente: Estudio de tráfico y transporte, programa del gobierno regional de Lima metropolitana

Secciones Viales:

Sección Vial Normativa: Es aquel factor que es estudiado para la determinación del ESAL por sentido.

Las referidas secciones viales normativas están aprobadas por la Ordenanza N° 341-MML vigente, debiendo tomarse en cuenta lo preparado en los Artículos cuarta y quinta de la indicada Ordenanza.

- 1) Las secciones viales normativas se establecen con principio de Planeamiento Urbano, por lo que constituyan elementos referenciales para la determinación definitiva de los Derechos de vía correspondientes en los procedimientos de Habilitación Urbana y otros previstos en la Reglamentación Urbanística.
- 2) La desafectación o disminución de las secciones viales normativas corresponde al único Consejo Metropolitano de Lima, mediante Ordenanza; en este caso al Instituto Metropolitano de Planificación, IMP.

Luego, según las secciones normativas del IMP, tenemos el siguiente cuadro;

Tabla 13 : Secciones Normativas

Vía	Sección	Ancho de	Ancho de	N° de
Avenida	Normativa	Calzada	Carril	Carriles
Campoy	30	13.2	3.3	2

Fuente: Estudio de Tráfico y transporte, programa del gobierno regional de Lima metropolitana

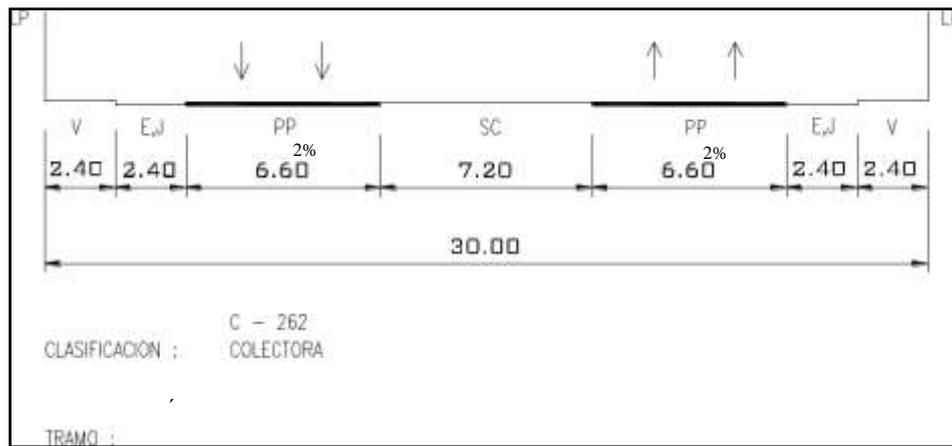


Figura 42: Sección normativa avenida Quinta Avenida, tramo av. Los Cedros – av. Las Torres

Fuente: Estudio de Tráfico y transporte, programa del gobierno regional de Lima metropolitana

Sección vial propuesta: A continuación, se puede visualizar la sección vial que se propone luego del conteo vehicular.



Figura 43: Sección vial propuesta avenida Quinta Avenida, tramo av. Los Cedros – av. Las Torres.

Fuente: Estudio de Tráfico y transporte, programa del gobierno regional de Lima metropolitana

Sección Vial Existente: Las secciones viales existentes a lo largo de las dos vías son muy irregulares en trazo y se han identificado hasta seis tipos de características similares.

El cuadro siguiente muestra las secciones promedio obtenidas en el levantamiento topográfico ejecutado por el Consultor.

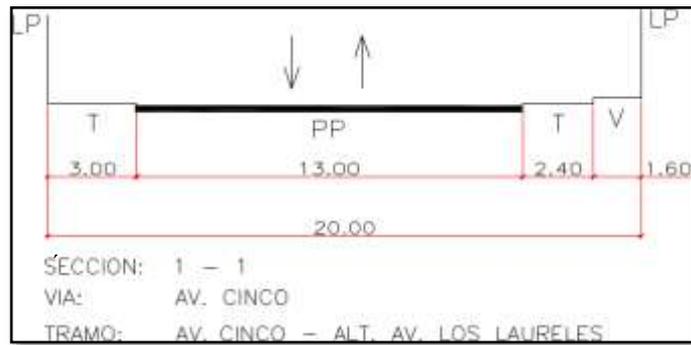


Figura 44: Sección vial existente avenida Quinta Avenida, tramo av. Los Cedros – av. Las Torres.

Fuente: Estudio de Tráfico y transporte, programa del gobierno regional de Lima metropolitana

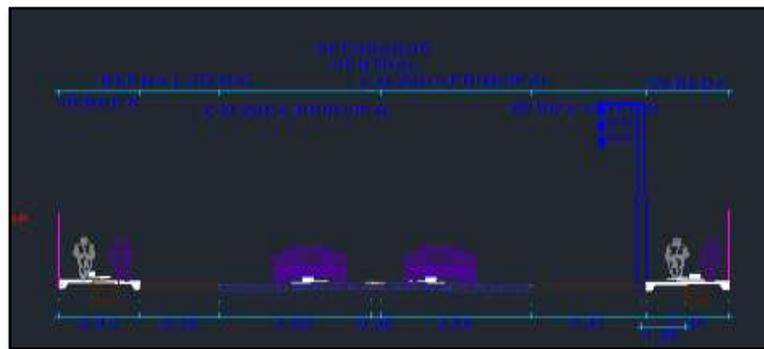


Figura 45: Sección propuesta para el diseño avenida Quinta Avenida, tramo av. Los Cedros- av. Las Torres.

Fuente: Estudio de Tráfico y transporte, programa del gobierno regional de Lima metropolitana.

El IMD para la estación E-2: Tramo Av. Los Laureles; es de 3,586 vehículos (Vehículos Ligeros= 1,914 y Vehículos Pesados= 1,672) para el año 2038 será de 9,620 vehículos

El IMD para la estación E-4: Tramo Av. Los Cedros; es de 2,640 vehículos (Vehículos

Ligeros= 1119 y Vehículos Pesados= 1,520) para el año 2038 será de 7,721 vehículos

Las proyecciones de ejes equivalentes para los tramos homogéneos se tienen en el siguiente cuadro:

Tabla 14: ESAL de diseño para 20 años (Método AASTHO)

ESTACIÓN	TRAMO	Año 2039
E2	Av. Los Laureles - Av. Los Cedros	4.99E+07
E4	Av. Los Cedros - Av. Las Torres	3.82E+07

Fuente: Estudio de Tráfico y transporte, programa del gobierno regional de Lima metropolitana

Estudio Topográficos

La vía en estudio inicia en la avenida Los Laureles con progresivas de 0+000 hasta aproximadamente la calle Las Moreras. Datum WGS-84-18S, Norte 8671249.297, Este 290084.554 con elevación: 332.45 m.s.n.m finaliza en el progresivo km 1+000 (Av. Quinta Avenida) Datum WGS-84-18S, Norte 8671761.31, Este 290864.71 con elevación 359.49 m.s.n.m.

Generalidades: El procedimiento de la topografía ha sido elaborado considerando los términos de referencia. Para lograr la precisión necesaria, el levantamiento topográfico se realizó a partir de las estaciones BM de control, a fin de mantener dentro de los parámetros establecidos. Los puntos observados en los levantamientos topográficos para generar las curvas de nivel se han tomado cada metro, formando entre si un reticulado de tal forma que permita tener la configuración exacta de los niveles de terreno, representadas por las curvas de nivel.

El objetivo de un levantamiento topográfico es tener datos para realizar los planos, tanto en planta como en altura, de puntos espaciales del terreno, necesarios para el trazo de curvas de nivel y para la elaboración del mapa topográfico.

La topográfico de un terreno consiste en; establecer sobre toda su área las redes de apoyo horizontal y vertical, constituidas por puntos representativos relacionados entre sí, por mediciones de precisión relativamente alta.

Situar todos los detalles que interesen, incluyendo los puntos de medición de menor precisión apoyada en las estaciones principales.

Realizar la toma de datos como los puntos de las casas, esquinas de manzana, postes, plantas, buzones existentes.

Ubicación del proyecto: El proyecto se ubica en la región Lima, provincia de Lima, distrito de Lurigancho.



Figura 46: Vista del proyecto.

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro de cotas compensadas del levantamiento topográfico:

Tabla 15: Cotas compensadas

Proyecto: "Diseño de pavimento rígido reforzado con fibra de vidrio en la avenida Quinta Avenida, Lurigancho, Lima, 2019"						
Cod: 001 Contrato No: PGRLM/04 C. Proy : P001						
REV. 00 Nivelación Geométrica Av. Laureles - Av. 5						
PUNTOS	V. AT (+)	Cota Alt.	V. AD. (-)	Cota real	V. AT.	Cota Alt.
PT4	0.961	330.498	0.862	329.537	1.042	330.58
	1.301	330.148	1.651	328.847	1.428	330.276
PT3	2.011	331.146	1.013	329.135	2.146	331.282
	2.351	332.817	0.68	330.466	2.519	332.986
	2.602	334.713	0.706	332.111	2.722	334.834
	2.241	336.079	0.875	333.838	2.354	336.193
	2.539	338.048	0.57	335.509	2.449	337.959
	2.121	339.507	0.662	337.386	2.214	339.601
	2.049	340.773	0.783	338.724	2.1	340.825
A3	1.998	341.879	0.892	339.881	2.061	341.943
	2.473	343.563	0.789	341.09	2.606	343.697
	2.365	345.385	0.543	343.02	2.405	345.426
A2-A	3.791	348.896	0.28	345.105	3.854	348.96
A2	2.429	351.117	0.208	348.688	2.539	351.228
A1	1.751	351.849	1.019	350.098	1.608	351.707
	1.779	352.173	1.455	350.394	1.891	352.286
	2.259	353.27	1.162	351.011	2.415	353.427
	1.972	354.318	0.924	352.346	2.084	354.431
	1.925	355.088	1.155	353.163	2.049	355.213
PT2	1.965	356.014	1.039	354.049	1.902	355.952
	2.385	357.358	1.041	354.973	2.494	357.468
	2.189	359.082	0.465	356.893	2.3	359.194
PT1		358.076	1.006	358.076	0	358.077

Fuente: Estudio de Tráfico y transporte, programa del gobierno regional de Lima metropolitana

Resumen de coordenadas topográficas:

Tabla 16: Coordenadas topográficas.

Proyecto "Diseño de pavimento rígido reforzado con fibra de vidrio en la avenida Quinta Avenida, Lurigancho, Lima, 2019"				
RESUMEN DE COORDENADAS TOPOGRÁFICAS				
COORDENADAS				
PUNTOS	NORTE	ESTE	ELEV. ORTOMÉTRICA	ESTADO
PT4	8671088.82	290152.45	329.538	Hito de Concreto
	5	4		
PT3	8671244.05	290072.63	329.136	Hito de Concreto
	7	6		
A-3	8671545.1	290606.39	339.882	Hito de Concreto
A-2A	8671680.54	290811.9	345.106	Hito de Concreto
	9	4		
A-2	8671738.94	290852.61	348.689	Hito de Concreto
	8	9		
A-1	8671834.27	290903.87	350.099	Hito de Concreto
	5	1		
PT2	8672185.49	291070.78	354.05	Hito de Concreto
	8	2		
PT1	8672369.11	291183.49	358.077	Hito de Concreto
	8	8		

Fuente: Estudio de Tráfico y transporte, programa del gobierno regional de Lima metropolitana

Plano de topografía: Los puntos generados en el campo ser insertaron al AutoCAD Civil 3D formando el plano de topografía,



Figura 47: Plano de topografía

Fuente: Google Earth

Ensayo De Mecánicas De Suelos

El objetivo del presente análisis que se realizó, es determinar las propiedades física-mecánicas del terreno de fundación de la vía que se tiene elaborada, diseñar los espesores de las capas para el pavimento a nivel de superficie de concreto. De esta forma se mejorará la capacidad estructural de acuerdo a las cargas reales actuantes y peticiones futuras durante la vida útil considerada, brindando una adecuada serviciabilidad, seguridad y confort a los beneficiarios.



Figura 48: Ubicación de calicatas C1 y C2

Fuente: Elaboración Propia.

Las calicatas se efectuaron en los puntos establecidos mostrados previamente, registrándose la ubicación y el número de calicata, luego se procedió a hacer la especificación visual del tipo de suelo hallado, así como la profundidad y espesor de los estratos y demás datos particulares de cada prospección ejecutada, anotándose todo en la libreta de campo. Luego se introdujeron las muestras obtenidas en bolsas de polietileno y sacos, se etiquetaron con su respectiva identificación para el traslado al laboratorio.



Figura 49: Calicata N° 1.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 50: Calicata N° 2.

Fuente: Elaboración propia.

Coordenadas de la ubicación de calicatas:

Tabla 17: Coordenadas de las calicatas.

COORDENADAS		
CALICATAS	NORTE	ESTE
1	8671417.00 m S	290378.00 m E
2	8671705.00 m S	290829.00 m E

Fuente: Elaboración propia

La vía se encontraba asfaltada, pero con el pasar de los años y el tránsito pesado que circula por la vía, actualmente se encuentra como trocha carrozable en toda su extensión como se muestra en la siguiente imagen de la visita de campo, asimismo no cuenta con señalización horizontal.



Figura 51: Vista de la vía.

Fuente: Elaboración propia.

Clima: El lugar de Lurigancho posee un clima soleado la gran parte del año, aunque está muy cerca a la serranía hace que reciba entre los meses de diciembre a marzo lluvias esporádicas, con algún peligro de deslizamientos en zonas de quebrada. Tiene una temperatura máx. Media de 26.1°C y una mín. media de 17.1 ° C.

Trabajo de Laboratorio: Para la calificación de los materiales obtenidos en campo, se han seguido la Normas NTE CE 0.10 para Pavimentos Urbanos, las mismas que requiere el

ensayo de análisis granulométrico por tamizado (NTP 339.128:1999).

La granulometría es la repartición de las partículas de un suelo de acuerdo a su tamaño, que se determina mediante el tamizado o paso del agregado por mallas de distintas medidas hasta el tamiz N°200 (0.074 milímetros de diámetro), considerándose el material que pasa dicha malla en forma global. Para saber la separación granulométrica por debajo de ese tamiz se hace el ensayo de sedimentación. El estudio granulométrico deriva en una curva granulométrica, donde se forma el diámetro de tamiz versus porcentaje acumulado que pasa o que retiene el mismo, de acuerdo al uso que se quiera dar al agregado.



Figura 52: Análisis Granulométrico.

Fuente: Elaboración propia.

Determinación de los límites de Atterberg (NTP 339.129:1999): Estos límites son dos: límite (plástico y líquido), se conoce como plasticidad de un suelo a la capacidad de ser moldeable. Dependerá de la cantidad de arcilla que contiene el agregado que pasa la malla N°200, porque es este agregado el que actúa como ligante.

Un material, de acuerdo al contenido de humedad que tenga, pasa por tres estados definidos: líquidos, plásticos y secos. Cuando el agregado tiene determinado contenido de humedad en el cual se encuentra húmedo de modo que no puede ser moldeable, se dice que está en estado semilíquido, conforme se le va despojando agua, llega un momento en el cual el suelo, sin dejar de estar húmedo, comienza a adquirir una consistencia que permite acuanar o hacerlo

trabajable, entonces se dice que está en estado plástico.

Al seguir despojando agua, llega un momento en el que el material desperdicia su trabajabilidad y se cuartea al tratar de moldearlo, entonces se dice que está en estado semi seco. El contenido de humedad en el cual el agregado pasa del estado semilíquido al plástico es el Límite Líquido, y el contenido de humedad que pasa del estado plástico al semi seco es el Límite Plástico.

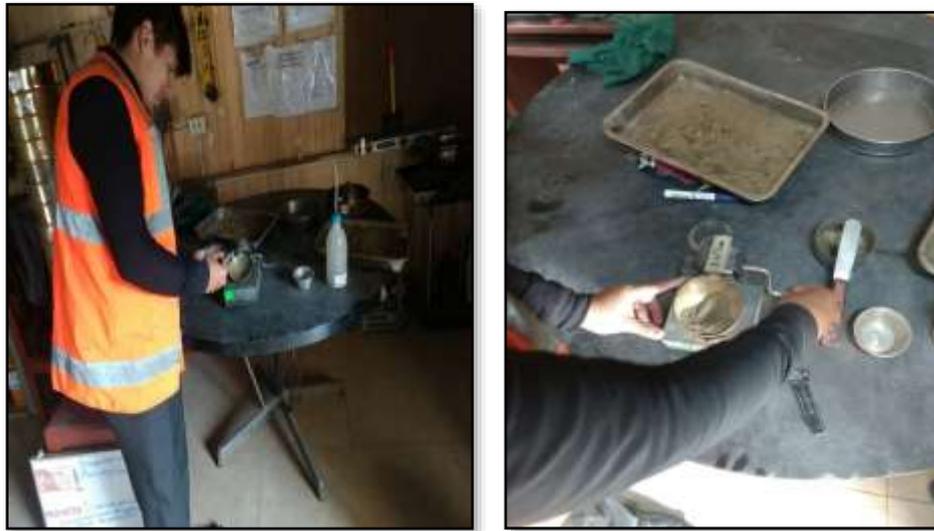


Figura 53: Límites de Atterberg.

Fuente: Elaboración propia.

Determinación del contenido de humedad (NTP 339.127:1998): El contenido de humedad de un modelo indica la cantidad de agua que esta contiene, expresándola como una proporción del peso de agua entre la carga del material seco. En cierto modo este valor es relativo, porque depende de las condiciones atmosféricas que pueden ser diferentes. Entonces lo adecuado es realizar este ensayo y producir casi inmediatamente con este producto, para evitar distorsiones al momento de los cálculos.

Clasificación de los suelos SUCCS (NTP 339.134:1999): Los diferentes modelos de suelos son definidos por el tamaño de las partículas. Son frecuentemente ubicados en combinación de dos o más modelos de suelos distintos, como, por ejemplo: arenas, gravas, etc. La determinación de la categoría de tamaño de las partículas (gradación) es según la estabilidad del modelo de ensayos para la determinación de los límites de consistencia. La clasificación

de Suelos (SUCS) clasifica al suelo en quince grupos identificados por nombre y por simbólicos.

California Bearing Ratio (NTP 339.145:1999): El Índice de California (CBR) es una medida del valor concerniente de soporte del suelo, bajo condiciones de densidad y humedad, cuidadosamente examinadas. Se usa en diseños de pavimentación auxiliándose de curvas empíricas. Se expresa en proporción como la razón de la carga unitaria que se requiere para meter un pistón a la misma profundidad en un modelo de tipo piedra partida. Los valores de carga unitaria para las distintas profundidades de penetración dentro del modelo patrón están determinados En la siguiente tabla se presentan las propiedades mecánicas de los suelos, tales Próctor y CBR, que corresponden a los productos de laboratorio.



Figura 54: California Bearing Ratio (CBR).

Fuente: Elaboración propia.

Contenido de sales solubles totales (NTP 339.152:2002): Este ensayo consiste en someter a una muestra pétreo a muchos lavados con agua destilada a la temperatura de ebullición, hasta la erradicación total de las sales. La presencia de éstas se revelar mediante reactivos químicos que, al menor indicio de sales, forman precipitados fácilmente claros del agua total de lavado se toma una alícuota y se sigue a cristalizar para hallar la cantidad de sales presentes. El método es acomodable en controles de obra, debido a la rapidez de visualización y cuantificación del contenido de sales.

Contenido de Sulfatos solubles (NTP 339.178:2002): Este ensayo consiste en someter a una muestra pétreo a muchos lavados con agua destilada a la temperatura de ebullición, hasta la erradicación total de las sales. La presencia de éstas se detecta mediante reactivos químicos que, al menor indicio de sales, forman precipitados fácilmente claros del agua total de lavado se toma una alícuota y se sigue a cristalizar para hallar la cantidad de sales presentes. El método es acomodable en controles de obra, debido a la rapidez de visualización y cuantificación del contenido de sales.



Figura 55: Ensayo de sales solubles y sulfato solubles.

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se presenta el resumen de ensayos estándar realizados:

Tabla 18: Resumen de Ensayos Realizados.

CALICATA	COORDENADAS UTM		PROGRESIVA	MUESTRA (ESTRATO)	PROF (m)	LÍMITES DE CONSISTENCIA (Pasante por el tamiz N°40)		HUMEDAD NATURAL %
	NORTE	ESTE				LL	LL	
C1	8671417.00	290378.00	00+250	M-1	0.0 - 1.50 m	LL	LL	2.694
	mS	mE				NP	NP	
C2	8671705.00	290829.00	00+750	M-1	0.0 - 1.50 m	LL	LL	2.711
	mS	mE				NP	NP	

Fuente: Elaboración propia

El producto de los análisis químicos, realizados a la muestra representativa del área evaluada arrojan los siguientes valores:

Tabla 19: Resumen de Ensayos Químicos.

CALICATA	COORDENADAS UTM		PROGRESIVA	MUESTRA (ESTRATO)	PROF (m)	QUÍMICOS			
						SALES SOLUBLES		SULFATOS SOLUBLES	
						AASHTO p.p.m	AASHTO %	AASHTO p.p.m	AASHTO %
C1	NORTE	ESTE	00+250	M-1	0.0 - 1.50 m	6153	0.615	2568	0.257
	8671417.00	290378.00							
C2	NORTE	ESTE	00+750	M-1	0.0 - 1.50 m	6402	0.64	3029	0.303
	8671705.00	290829.00							
	mS	mE							

Fuente: Elaboración propia

Tabla 20: Exposición de sulfatos.

EXPOSICIÓN A SULFATOS	SULFATOS SOLUBLES EN AGUA, PRESENTE EN EL SUELO COMO SO ₄ % EN PESO	SULFATO EN AGUA (ppm)	CEMETO TIPO	RELACIÓN AGUA/CEMENTO MÁXIMA
Despreciable	0.00 - 0.10	0 - 150	I	-
Moderado	0.10 - 0.20	150 - 1500	II	0.5
Severo	0.20 - 2.00	1500 - 10000	V	0.45
Muy Severo	sobre 2.00	sobre 10000	V más puzolana	0.45

Fuente: Norma E.060 del Reglamento Nacional de Edificaciones.

De acuerdo a un cuadro de Exposición a sulfatos, dichos valores se encuentran en el margen de moderado, por lo que se advierte utilizar, Cemento Pórtland tipo V u HS en la fabricación del concreto hidráulico, con una relación a/c = 0.45.

Comportamiento de la sub rasante: La sub rasante es la capa superficial, sobre la cual se respalda el pavimento. Su capacidad de apoyo en condiciones de servicio, junto con el tránsito y las propiedades de los materiales de construcción constituyen las variantes básicas para el diseño del pavimento.

De acuerdo a la capacidad de apoyo de la sub rasante (CBR), se distinguen seis categorías:

Tabla 21: CBR según categoría de subrasante.

Categoría de Subrasante	CBR
S0: Subrasante inadecuada	CBR < 3 %
S1: Subrasante pobre	CBR de 3% a < 6%
S2: Subrasante regular	CBR de 6 % a < 10 %
S3: Subrasante buena	CBR de 10 % a < 20 %
S4: Subrasante muy buena	CBR de 20 % a < 30 %
S5: Subrasante extraordinaria	CBR mayor a 30 %

Fuente: *Manual de carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos” Sección: Suelos y Pavimentos”, aprobado mediante RD N°05-2013-MTC/14

Fórmula de Correlación del Módulo de Resiliencia (Mr) con el CBR

$$\mathbf{Mr = 179.61 (CBR)^{0.64} \text{ kg/cm}^2}$$

A continuación, se presentan los valores de CBR obtenido en laboratorio:

Tabla 22: CBR de la subrasante

CALICATA	PROGRESIVA	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	MÁXIMA DENSIDAD SECA	CBR 1"		MÓDULO DE RUPTURA
				CBR AL 95%	CBR AL 100%	
C1	00+250	12.8	1.984	17.2	25.2	1416.53
C2	00+750	10.5	2.002	18	27.3	1490.99

Fuente: Elaboración propia

Para el diseño se utilizará el valor más bajo (critico), que será al 95% de 17.20 y el $\mathbf{Mr = 1416.53 \text{ kg/cm}^2}$

Ensayo de concreto con fibra de vidrio: Para que se pueda hacer los ensayos a flexión y a compresión del concreto, se tiene que realizar un diseño de mezcla adecuado, para que así pueda alcanzar la resistencia establecida, para este caso se utilizará como referencia al ACI 311.

Según cálculos que se hicieron en el laboratorio de concreto INGEOCONTROL para la obtención de la dosificación para que llegue a la resistencia adecuada se obtuvieron los siguientes datos:

Concreto Patrón:

Relación agua/cemento: $R_{a/c} = 0.42$

Definición del volumen de agua: Agua = 225 L

Cantidad de aire atrapado: Aire = 1.5%

Cálculo de cantidad de cemento: Cemento = 540 kg = 12.7 bls/m³

Resistencia a la compresión requerida: $F_c = 446$

Adiciones: Adición mineral = No aplica

Fibras: Fibra sintética = No aplica

Aditivo = No aplica

Cálculo de volumen de agregados

Tabla 23: Cálculo de volumen de agregados (concreto patrón)

INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO						
Cemento Sol Tipo I	3150 Kg/cm ³	0.1714 m ³						
Agua	1000 Kg/cm ³	0.2250 m ³						
Aire atrapado = 1.5%		0.0150 m ³						
Adición mineral	No aplica	0.00 m ³	HUMEDAD	ABSORCIÓN	MOD. FINEZA	P.U SUELTO	P.U COMPACTO	TMN
Aditivo	No aplica	0.00 m ³						
Agregado grueso	2540 Kg/cm ³	0.3002 m ³	0.40%	1.00%	9.01	1390	1553	1"
Agregado fino	2669 Kg/cm ³	0.2884 m ³	1.80%	1.00%	3.12	1560	1735	

Fuente: Elaboración propia

Volumen de pasta = 0.4114 m³

Volumen de agregados = 0.5886 m³

Respecto a la proporción de agregado seco, se tuvo que agregado grueso 51% = 0.3002 m³ que equivale a 762 kg y agregado fino 49% = 0.2884 m³ que equivale a 770 kg.

Peso húmedo de los agregados, corrección por humedad: Agregado grueso = 765 kg y agregado fino que equivale a 784 kg.

Agua efectiva corregida por absorción y humedad: Agua = 226 L

Proporción de volumen de obra:

Cemento = 1
 Agregado Fino = 1.4
 Agregado Grueso = 1.5
 Adiciones = 0.0 kg
 Aditivo = 0 mL
 Agua = 17.8 L
 Fibras = 0.0 g

Resumen de proporciones de peso

Tabla 24: Resumen de proporciones de peso (concreto patrón)

COMPONENTE	PESO SECO	PESO HÚMEDO
cemento Sol tipo I	540 kg	540 kg
Adición mineral	0.0 kg	0.0 kg
Aditivo	0.0 kg	226 L
Fibras sintéticas	0.0 kg	0.0 kg
Agua	225 L	226 L
Agregado grueso	762 kg	765 kg
Agregado fino	770 kg	784 kg
	PUT	2315 kg

Fuente: Elaboración propia

Tanda de prueba máxima 0.046 m³

Tabla 25: Tanda de prueba máxima (concreto patrón)

COMPONENTE	PESO HÚMEDO
Cemento Sol tipo I	24.842
Adición mineral	0 kg
Aditivo	0 MI
Fibras sintéticas	0.0 g

Agua	10.383 L
Agregado grueso	35.211 kg
Agregado fino	36.044 kg
Slump obtenido	4"

Fuente: Elaboración propia

- **Concreto reforzado con 0.45% de fibra de vidrio:**

Relación agua/cemento = 0.42

Definición del volumen de agua: Agua = 225 L

Cantidad de aire atrapado: Aire = 1.5%

Calculo de cantidad de cemento: Cemento = 540 kg = 12.7 bls/m³

Resistencia a la compresión requerida: Fc = 446

Adición mineral = No aplica

Fibra de vidrio = 2.430 kg = 0.45 %

Aditivo = No aplica

Cálculo de volumen de agregados:

Tabla 26: Cálculo de volumen de agregado (0.45 % de fibra)

INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO						
Cemento Sol Tipo I	3150 Kg/cm ³	0.1714 m ³						
Agua	1000 Kg/cm ³	0.2250 m ³						
Aire atrapado = 1.5%		0.0150 m ³						
Adición mineral	No aplica	0.00 m ³	HUMEDAD	ABSORCIÓN	MOD. FINEZA	P.U SUELTO	P.U COMPACTO	TMN
Aditivo	No aplica	0.00 m ³						
Agregado grueso	2540 Kg/cm ³	0.3002 m ³	0.40%	1.00%	9.01	1390	1553	1"
Agregado fino	2669 Kg/cm ³	0.2884 m ³	1.80%	1.00%	3.12	1560	1735	

Fuente: Elaboración propia

Volumen de pasta = 0.4114 m³

Volumen de agregados = 0.5886 m³

Proporción de agregado seco: Agregado grueso 51% = 0.3002 m³ = 762 kg y

agregado fino 49% = 0.2884 m³ = 770 kg

Peso húmedo de los agregados, corrección por humedad: Agregado grueso = 765 kg y

agregado fino = 782 kg

Agua efectiva corregida por absorción y humedad: Agua = 227 L

Proporción de volumen de obra:

Cemento	= 1
Agregado Fino	= 1.4
Agregado Grueso	= 1.5
Adiciones	= 0.0 kg
Aditivo	= 0 mL
Agua	= 17.8 L
Fibras	= 0.2 g

Resumen de proporciones de peso:

Tabla 27: Resumen de proporciones de peso (0.45% de fibra)

COMPONENTE	PESO SECO	PESO HÚMEDO
Cemento Sol tipo I	540 kg	540 kg
Adición mineral	0.0 kg	0.0 kg
Aditivo	0.0 kg	226 L
Fibras sintéticas	2.430 kg	2.430 kg
Agua	225 L	226 L
Agregado grueso	762 Kg	765 Kg
Agregado fino	770 kg	782 kg
	PUT	2315 Kg

Fuente: Elaboración propia

Tanda de prueba máxima 0.046 m³:

Tabla 28: Tanda de prueba máxima (0.45% de fibra)

COMPONENTE	PESO HÚMEDO
Cemento Sol tipo I	24.842
Adición mineral	0 kg
Aditivo	0 MI
Fibras sintéticas	111.8 g
Agua	10.383 L
Agregado grueso	35.211 kg
Agregado fino	35.991 kg
Slump obtenido	3/ 3/4"

Fuente: Elaboración propia.

- **Concreto reforzado con 0.90% de fibra de vidrio:**

Relación agua/cemento: 0.42

Determinación del volumen de agua: Agua = 225 L

Cantidad de aire atrapado: Aire = 1.5%

Cálculo de cantidad de cemento: Cemento = 540 kg = 12.7 bls/m³

Resistencia a la compresión requerida: Fc = 446

Adición mineral = No aplica

Fibra de vidrio = 4.860 kg = 0.90%

Aditivo = No aplica

Cálculo de volumen de agregados

Tabla 29: cálculo de volumen de agregados (0.90% de fibra)

INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO						
Cemento Sol Tipo I	3150 Kg/cm ³	0.1714 m ³						
Agua	1000 Kg/cm ³	0.2250 m ³						
Aire atrapado = 1.5%		0.0150 m ³						
Adición mineral	No aplica	0.00 m ³	HUMEDAD	ABSORCIÓN	MOD. FINEZA	P.U SUELTO	P.U COMPACTO	TMN
Aditivo	No aplica	0.00 m ³						
Agregado grueso	2540 Kg/cm ³	0.3002 m ³	0.40%	1.00%	9.01	1390	1553	1"
Agregado fino	2669 Kg/cm ³	0.2884 m ³	1.65%	1.30%	3.12	1560	1735	

Fuente: Elaboración propia

Volumen de pasta = 0.4114 m³

Volumen de agregados = 0.5886 m³

Proporción de agregado seco: Agregado Grueso 51% = 0.3002 m³ que equivale a 762 kg y agregado Fino 49% = 0.2884 m³ que equivale a 770 kg.

Peso húmedo de los agregados, corrección por humedad: Agregado grueso = 765 kg y agregado fino que equivale a 782 kg.

Agua efectiva corregida por absorción y humedad: Agua = 227 L

Proporción de volumen de obra

Cemento	= 1
Agregado Fino	= 1.4
Agregado Grueso	= 1.5
Adiciones	= 0.0 kg
Aditivo	= 0 mL
Agua	= 17.9 L
Fibras	= 0.4 g

Resumen de proporciones de peso

Tabla 30: Resumen de proporciones de peso (0.90% de fibra)

COMPONENTE	PESO SECO	PESO HÚMEDO
Cemento Sol tipo I	540 kg	540 kg
Adición mineral	0.0 kg	0.0 kg
Aditivo	0.0 kg	226 L
Fibras sintéticas	4.860 kg	4.860 kg
Agua	225 L	227 L
Agregado grueso	762 Kg	765 Kg
Agregado fino	770 kg	782 kg
	PUT	2320 Kg

Fuente: Elaboración propia

Tanda de prueba máxima 0.046 m³

Tabla 31: Tanda de prueba máxima(0.90% de fibra)

COMPONENTE	PESO HÚMEDO
Cemento Sol tipo I	24.842
Adición mineral	0 kg
Aditivo	0 MI
Fibras sintéticas	223.6 g
Agua	10.437 L
Agregado grueso	35.211 kg
Agregado fino	35.991 kg
Slump obtenido	3/ "

Fuente: Elaboración propia

Módulo de rotura del concreto: Es un parámetro muy considerable como cambiante de entrada para el diseño de pavimentos rígidos, ya que va a revisar el agrietamiento por fatiga del pavimento, causado por las cargas constantes de camiones. Se le conoce también como resistencia a la tracción del concreto por flexión.

A Continuación, los resultados de módulo de rotura:

Tabla 32: Resultados de módulo de rotura.

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE	MODULO DE ROTURA
Patrón	5/11/2019	3/12/2019	28	TERCIO CENTRAL	45.00	58 kg/cm ²
Patrón	5/11/2019	3/12/2019	28	TERCIO CENTRAL	46.00	55 kg/cm ²
Diseño 0.9% Fibra de vidrio	5/11/2019	3/12/2019	28	TERCIO CENTRAL	47.00	64 kg/cm ²
Diseño 0.9% Fibra de vidrio	5/11/2019	3/12/2019	28	TERCIO CENTRAL	48.00	65 kg/cm ²
Diseño 0.45% Fibra de vidrio	5/11/2019	3/12/2019	28	TERCIO CENTRAL	49.00	60 kg/cm ²
Diseño 0.45% Fibra de vidrio	5/11/2019	3/12/2019	28	TERCIO CENTRAL	50.00	59 kg/cm ²

Fuente: Elaboración propia

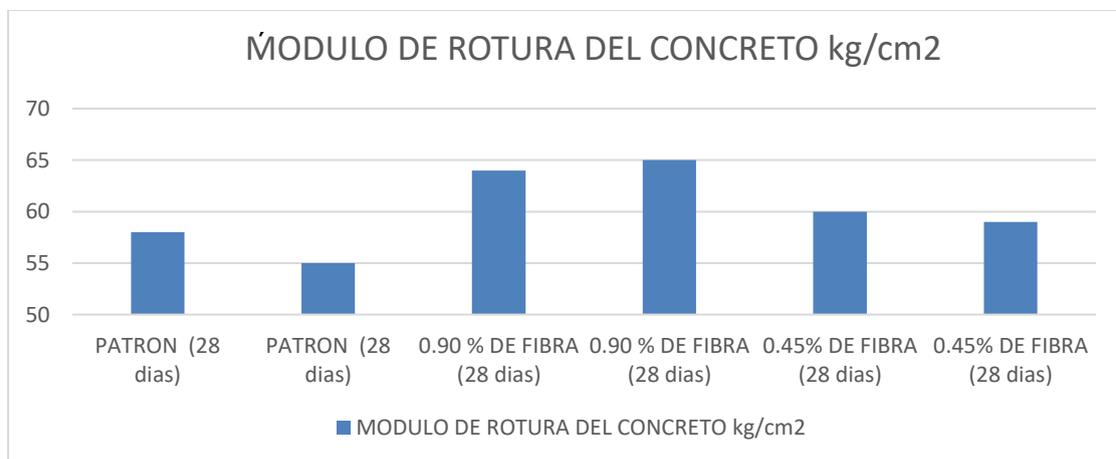


Figura 56: Módulo de rotura.

Fuente: Elaboración propia



Figura 57: Módulo de rotura.

Fuente: Elaboración propia.

Para el presente diseño el módulo de rotura se determinó a través de ensayos de laboratorio tomando como muestra el diseño de mezcla para un concreto de la resistencia a la compresión del concreto $f^c=350 \text{ kg/cm}^2$ con la incorporación de fibra de vidrio aumentara la resistencia a la compresión.

A continuación, los resultados a compresión (14 días):

Tabla 33: Resultados a compresión a 14 días.

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	D	ALTURA (cm)	TIPO DE FALLA	RELACIÓN ALTURA/DIÁMETRO	FUERZA MÁXIMA (kg)	ESFUERZO	% f^c
Patrón	5/11/2019	19/11/2019	14	9.91	20	2	2.02	22290.0	289 kg/cm ²	82.60%
Patrón	5/11/2019	19/11/2019	14	10.1	20	2	1.98	23859.9	298 kg/cm ²	85.10%
Diseño 0.9% Fibra de vidrio	5/11/2019	19/11/2019	14	10.4	20	1	1.92	30373.3	358 kg/cm ²	102.20%
Diseño 0.9% Fibra de vidrio	5/11/2019	19/11/2019	14	10.3	20	2	1.94	32918.4	395 kg/cm ²	112.90%
Diseño 0.45% Fibra de vidrio	5/11/2019	19/11/2019	14	10.41	20	3	1.98	33171.0	414 kg/cm ²	118.30%
Diseño 0.45% Fibra de vidrio	5/11/2019	19/11/2019	14	9.9	20	1	2.02	31821.3	413 kg/cm ²	118.10%

Fuente: Elaboración propia

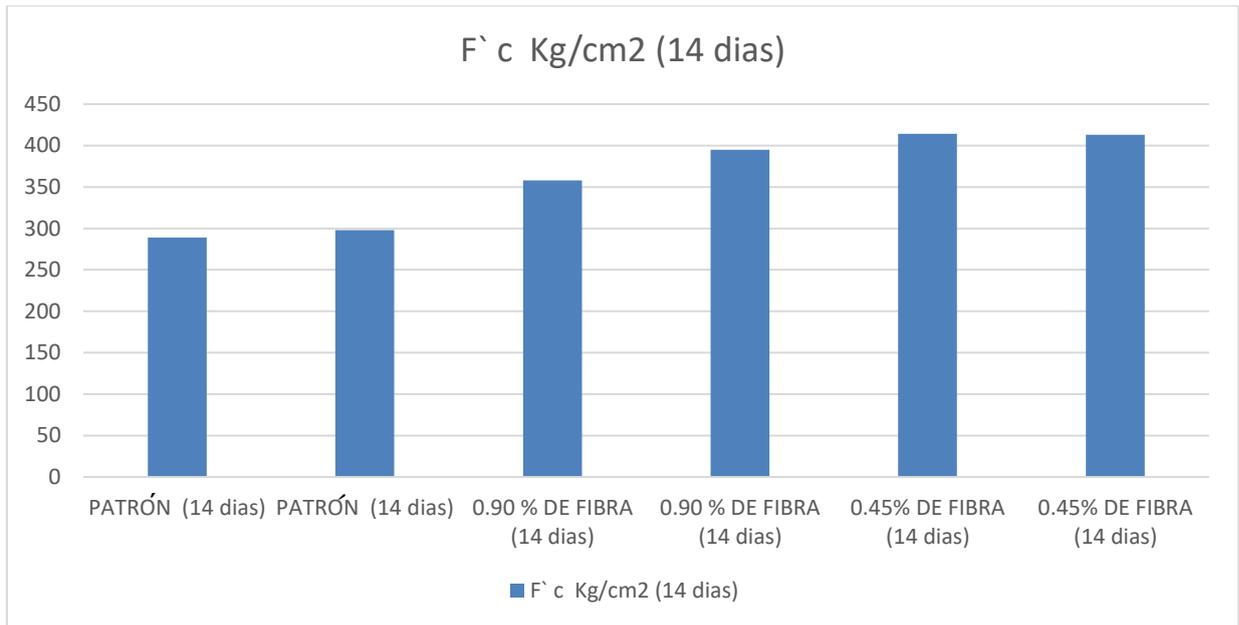


Figura 58: Resultados a compresión a 14 días.

Fuente: Elaboración propia

Resultados a compresión (28 días):

Tabla 34: Resultados a compresión 28 días.

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	ALTURA D	ALTURA (cm)	TIPO DE FALLA	RELACIÓN ALTURA/ DIÁMETRO	FUERZA MÁXIMA (kg)	ESFUERZO	%F _c
Patrón	05/11/2019	03/12/2019	28	9.98	20	2	2.00	30505.8	390 kg/cm ²	111.40%
Patrón	05/11/2019	03/12/2019	28	9.96	20	2	2.01	29145.6	374 kg/cm ²	106.90%
Diseño 0.9% Fibra de vidrio	05/11/2019	03/12/2019	28	9.94	20	3	2.01	33615.8	433 kg/cm ²	123.80%
Diseño 0.9% Fibra de vidrio	05/11/2019	03/12/2019	28	9.98	20	6	2.00	33821.3	432 kg/cm ²	123.50%
Diseño 0.45% Fibra de vidrio	05/11/2019	03/12/2019	28	9.98	20	2	2.00	31458.3	402 kg/cm ²	114.90%
Diseño 0.45% Fibra de vidrio	05/11/2019	03/12/2019	28	10.01	20	3	2.00	32178.6	409 kg/cm ²	116.80%

Fuente: Elaboración propia

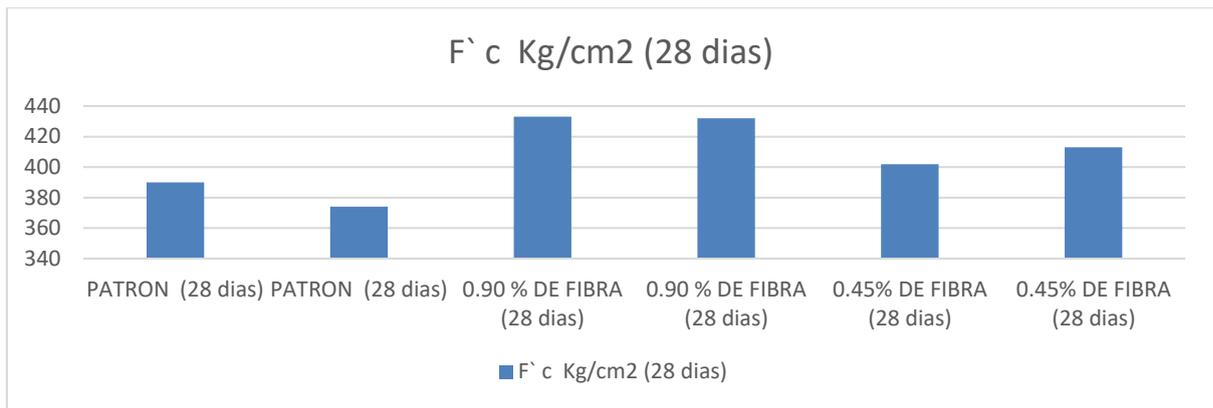


Figura 59: Resultados a compresión a 28 días.

Fuente: Elaboración propia



Figura 60: Probetas con fibra de vidrio.

Fuente: Elaboración propia.

Diseño de pavimento rígido reforzado con fibra de vidrio

El diseño de Pavimento Rígido fue ejecutado mediante el programa Optipave 2, este programa se basa en la metodología del American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), versión 1993. En esencia el método incluido en la Guía AASHTO 1993, halla el espesor “D” de un pavimento de concreto para que este pueda sostener el paso de un número W82 de ejes equivalentes de 82KN sin que se produzca una disminución en el índice de servicio PSI superior a un cierto valor, el cual se calcula a partir de una serie de medidas en el pavimento (regularidad superficial, agrietamiento, baches) y que se ha comprobado que tiene una buena correlación con la distribución subjetiva que dan al mismo, los usuarios.

Este programa cuenta con una nueva tecnología de diseño y construcción de losas, dimensiona éstas de forma tal que ellas nunca sean cargadas por más de un set de ruedas del camión, consiguiendo con esto menguar significativamente las tensiones en dicha losa. Las tensiones dentro de la losa hallan la vida útil del pavimento, donde tensiones mayores producen un deterioro más rápido en este. Esto genera un menor agrietamiento de las losas del pavimento y una mayor tolerancia a la carga por eje del camión.

Factores de Diseño: El diseño del Pavimento Rígido involucra el estudio de diferentes factores: tráfico, drenaje, clima, propiedades de los suelos, capacidad de transferencia de carga, nivel de serviciabilidad deseado, y el grado de confiabilidad al que se desea ejecutar el diseño acorde con el grado de importancia de la carretera. Todos estos factores son necesarios para pronosticar un comportamiento confiable de la estructura del pavimento y eludir que el deterioro del pavimento alcance el nivel de colapso durante su vida de servicio.

Periodo de diseño: El periodo de diseño es la cuantía de tiempo (en años) que se espera que un pavimento pueda desempeñarse satisfactoriamente para el tránsito de los distintos tipos de cargas.

Tabla 35: Periodo de diseño.

CLASIFICACIÓN DE LA VÍA	VIDA DE DISEÑO (Años)
Rutas locales y calles	15 - 20
Calles principales y vías de mediano tráfico < 15*106 EE	20
Carreteras interurbanas y vías de alto tráfico 15*106 EE	20 - 40

Fuente: Manual de TcPavements “Documentación y guía de Diseño Optipave 2”

El periodo de análisis del pavimento al ser una vía de mediano tráfico se diseñará con 20 años, considerando la ejecución de una sola etapa.

Vía de diseño: De acuerdo al de Sistema Vial Metropolitano de Lima, avenida Quinta Avenida presenta una clasificación de vía colectora. Por lo que, para fines de diseño acorde a la clasificación de vías según AASHTO se considera como una vía Colectora.

Para el diseño se notifica calcular el número de repeticiones de ejes equivalentes en función de las cargas de tráfico, el factor de aumento y el número de años. El número almacenado de reiteraciones de ejes equivalentes a 8.2 toneladas para un definido periodo de diseño, se obtiene por la fórmula:

$$ESAL = \left(\sum_{i=1}^m P_i \times F_i \times P \right) \times TPD \times F_c \times F_d \times F_c \times 365$$

Confiabilidad: La confiabilidad considerada al ser una vía de mediano tráfico se considera entre el 80% y el 95%, para el diseño es de 80%, con una desviación normal estándar correspondiente de $Z_R = -1.037$. Para pavimentos rígidos, la desviación estándar tipificada varía entre $0.30 < S_0 < 0.40$, por lo que para valores de confiabilidad asumidos se recomienda utilizar

$$S_0 = 0.34. = 0.34.$$

Tabla 36: Confiabilidad de diseño.

CLASIFICACIÓN DE LA VÍA	URBANAS	RURALES
Carreteras interurbanas y vías de alto tráfico	85% - 97%	80% - 95%
Calles principales y vías de mediano tráfico	80% - 95%	75% - 90%
Calles de bajo tráfico	75% - 85%	70% - 80%
Pasaje	50% - 75%	50% - 75%

Fuente: Manual de TcPavements “Documentación y guía de Diseño Optipave 2”

Serviciabilidad: La serviciabilidad se utiliza como una medida de conducta del pavimento, la misma que se enlaza con la seguridad y comodidad que puede ofrecer al usuario cuando este circula por la vialidad. También se relaciona con las propiedades físicas que puede dar el pavimento como grietas, fallas, peladuras, etc., que podrían ejecutar la capacidad que aguanta la estructura. El primordial factor afiliado a la seguridad y la comodidad del usuario es la calidad de rodamiento que depende de la regularidad o rugosidad superficial del pavimento. La valorización de este parámetro determina el concepto de Índice de Serviciabilidad Presente (PSI, por sus siglas en inglés).

El PSI aprecia a la superficie del pavimento de acuerdo a una escala de valores de 0 a 5. Claro está que, si el usuario contempla agrietamientos o daño sobre la superficie del camino aun sin observar deformaciones, la separación disminuye. El diseño estructural basado en la serviciabilidad, considera necesario hallar el índice de serviciabilidad inicial (P_o) y el índice de serviciabilidad final (P_t), para la vida útil o de diseño de pavimento.

Índice de serviciabilidad inicial P_o : Se crea como la condición original del pavimento rápidamente después de su construcción o rehabilitación. AASHTO estableció para pavimentos rígidos un valor inicial deseable de 4.5, si es que no se tiene datos disponibles para el diseño.

Índice de serviciabilidad final P_t : Ocurre cuando la superficie del pavimento ya no cumple con la probabilidad de comodidad y seguridad exigida por el usuario.

Para efectos del presente diseño se consideró que la serviciabilidad inicial es 4.5 y la serviciabilidad final es 3.00.

Diseño de Pavimento: El sistema TCP consiste en optimizar el espesor de los pavimentos, considerando la relación entre la ubicación relativa de las cargas de las ruedas y la geometría de las losas del pavimento, donde cada losa solo cargue un set de ruedas.

Los cálculos se han ejecutado usando el sistema TCP, mediante el software de diseño OPTIPAVE®, que se basa en un estudio de elementos finitos, especial para análisis de pavimentos de caminos apoyados en el suelo. El software ha sido calibrado en la Universidad de Illinois, EEUU.

La filosofía de la metodología utilizada en el diseño de las estructuras de pavimentos está fundamentada en los objetivos básicos siguientes: Responder estructural y en forma óptima a las solicitaciones de carga y a la capacidad de soporte, desde el punto de vista constructivo, asegurar que sea compatible con las propiedades de las condiciones técnicas del proyecto y disminuir impacto posible al medio ambiente.

Los datos a considerar están basados en los datos de entrega por los laboratorios donde se hicieron los ensayos de concreto y suelos y serán usados en la metodología de diseño de

pavimentos. A continuación, las variables para el diseño.

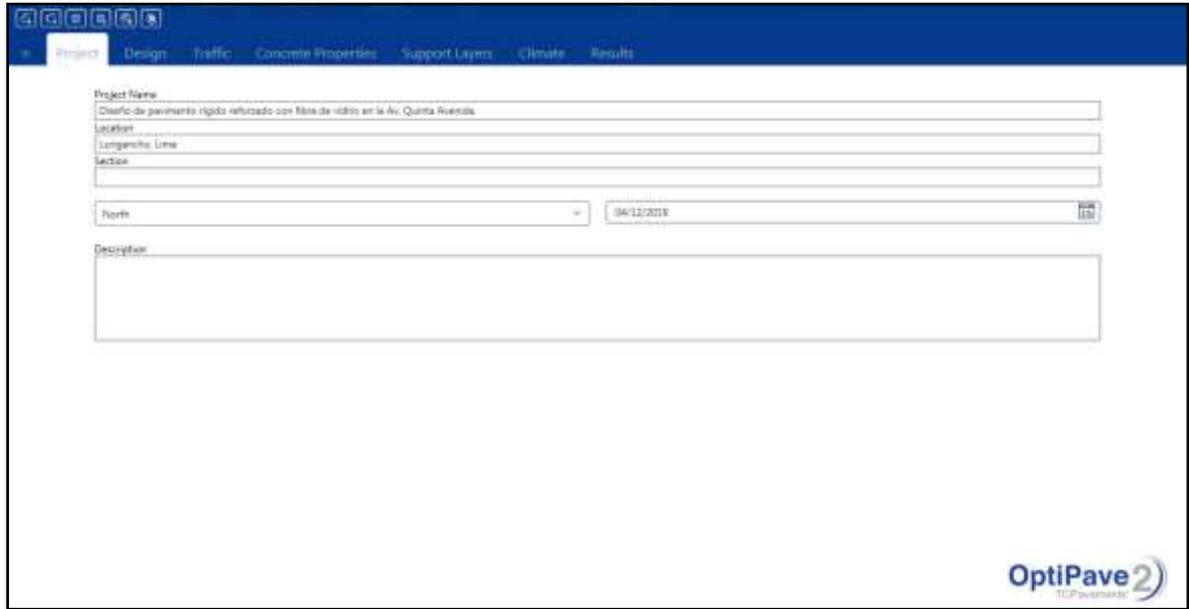
Tabla 37: Variables de diseño de pavimento

Periodo de diseño	20 años
Trafico:	49, 900, 000.00 EE
Capacidad de soporte del suelo (CBR%):	17.20%
Influencia del agua no afecta a la estructura (equivalente a Cd):	Geotextil entre subrasante: NO
Propiedades de la Base (Afirmado):	
Granular finos entre $4\% \leq \geq 12\%$	12%
% CBR Base	> 60%
Espesor de la Base	20 cm
Propiedades del hormigón:	
Compresión (Kg/cm ²)	6.27 Mpa
Nivel de confianza	85%
Tamaño máximo agregado (mm):	40
Módulo de elasticidad del hormigón:	29.000 MPa
Coefficiente de retracción térmica:	$8 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}$
Retracción hidráulica del hormigón	600 micrones a 90 días
Agua lluvia año	≤ 100 mm.
Clima cómo % de tiempos de alabeos	
0°C	15%
-5°C	25%
-10°C	30%
-15°C	30%
Sello de juntas	No
Barras de traspaso de carga	En juntas de construcción
Barras de amarre	No
Confinamiento lateral	Vereda
Fibra	No
Espesor de Pavimento	17.5 cm
Mejoramiento	No

Fuente: Elaboración propia

Etapas del Diseño

Datos del proyecto:



Project Name: Diseño de pavimento rígido reforzado con fibra de vidrio en la Av. Quinta Avenida

Location: Longitudinal Lane: Section: Month: 08/12/2019

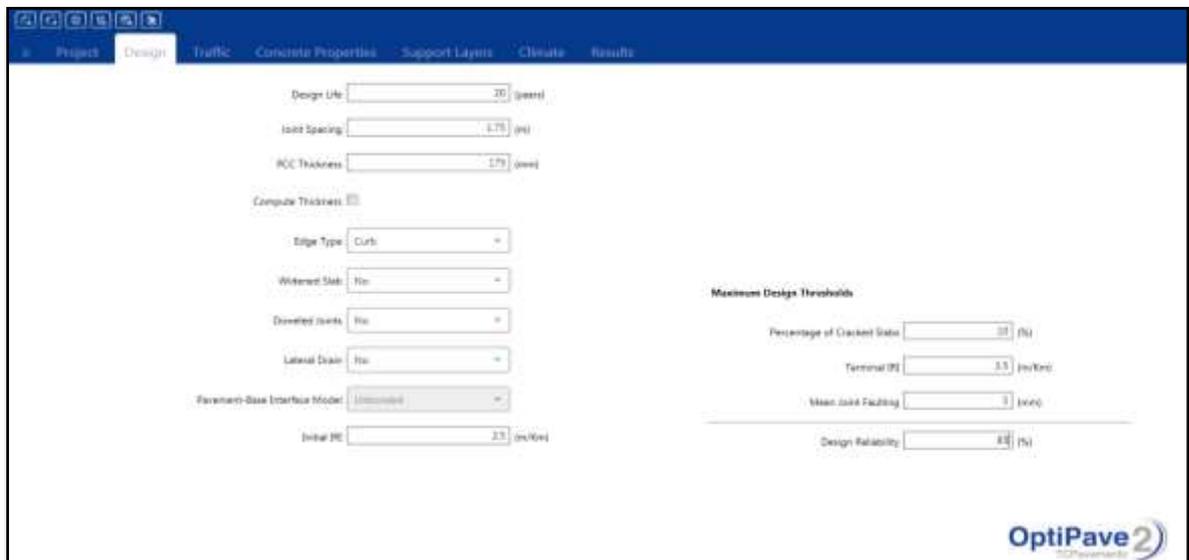
Description:

Optipave 2

Figura 61: Datos del proyecto con Optipave 2

Fuente: Elaboración propia

Parámetros de diseño del pavimento:



Design Life: 20 (years)

Joint Spacing: 4.75 (m)

R/C Thickness: 175 (mm)

Compute Thickness:

Edge Type: Curb

Widened Slab: No

Dissolved Joints: No

Lateral Drain: No

Pavement-Base Interface Model: Unimproved

Initial IRC: 2.5 (in/ft)

Maximum Design Thresholds:

Percentage of Cracked Slabs: 25 (%)

Terminal IRC: 3.5 (in/ft)

Mean Joint Faulting: 3 (in/ft)

Design Reliability: 85 (%)

Optipave 2

Figura 62: Parámetros de diseño del pavimento con Optipave 2.

Fuente: Elaboración propia

Trafico:

Truck Traffic Classification: ESNETRAVE
Truck Traffic Group: COLLECTOR
Annual Traffic Growth: 3 %
Analysis Method: Equivalent Gates
Total ESALs in Design Lane: 40,000,000
Advanced Options

Figura 63: Datos de tráfico.

Fuente: Elaboración propia

Propiedades del concreto:

Fiber Reinforcement: No
Strength Test: Flexural Strength
Age of Test: 28 Days
Flexural Strength: 8.27 (MPa)
Reliability: 80 (%)
Modulus of Elasticity: 20000 (MPa)
Coefficient of Thermal Expansion (CTE): 10 (1/°C)
Ultimate Shrinkage (28 days): 600 (microstrain)
Concrete Unit Weight: 2400 (kg/m³)
Air Content: 1.5 (%)
Water-Cement Ratio: 0.42
Poisson Ratio: 0.13

Figura 64: Propiedades del concreto con Optipave 2.

Fuente: Elaboración propia

Propiedades del suelo:

Number of Layers: 1

	Type of Soil	Soil Winter (MPa)	Soil Summer (MPa)	Poisson Ratio	Thickness (mm)
Base	A-1-e	801	801	0.25	200
Subgrade	A-1-e	228	228	0.25	

Base Properties

Erosibility index: 1

Base/soil friction coefficient: 0.85

Passing #200 sieve (%) Base Material: 12 (%)

OptiPave 2
TCS Systems

Figura 65: Propiedades del suelo con Optipave 2
Fuente: Elaboración propia

Clima:

Country: Germany

Zone: Dry Non-frost

Ball-in Equivalent Temperature Gradient: -10 °C

Mean Air Winter Temperature: 13 °C

Mean Air Summer Temperature: 23 °C

Concrete Setting Temperature: 45 °C

Average Annual Number of Rainy Days: 50

Base Freezing Index: 3 (%)

OptiPave 2
TCS Systems

Figura 66: Datos de Clima con Optipave 2
Fuente: Elaboración propia.

Cálculo:

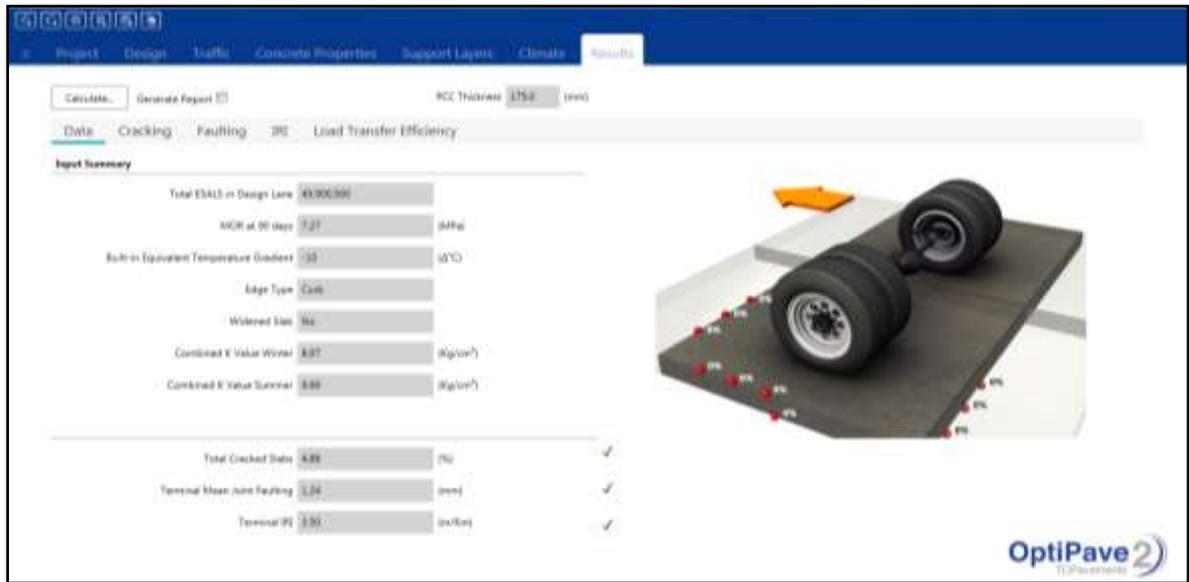


Figura 67: Cálculo en Optipave 2
Fuente: Elaboración propia.

Diseño con el método de AASHTO

Ecuación fundamental para el diseño de un pavimento rígido.

$$\log W_{18} = Z_R S_0 + 7.35 \log (D+1) - 0.6 + \frac{\log\left(\frac{\Delta PSI}{4.5-1.5}\right)}{\frac{1.624 \times 10^7}{(D+1)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 P_t) \log\left[\frac{S_c C_d (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 J [D^{0.75} - \frac{18.42}{\left(\frac{E_c}{k}\right)^{0.25}}]}\right]$$

Fuente: Método de AASHTO 93

Dónde:

W_{18} = Número de cargas

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

S_0 = Desviación estándar de todas las variables.

PSI = Pérdida de serviciabilidad final.

P_t = Serviciabilidad final.

S = Módulo de elasticidad del concreto en psi.

J = Coeficiente de transferencia de carga.

C_d = Coeficiente de drenaje.

E_c = Módulo de elasticidad del concreto, en psi.

K = Módulo de reacción de la subrasante.

Periodo de análisis:

Tiempo que puede ser cubierto por cualquier estrategia de diseño.

Por ser una vía Pavimentada de alto volumen de tráfico, se diseñará para un periodo de: 20 años, vista en la tabla 40

Tráfico: Cargas acumuladas esperadas de un eje simple equivalente (ESAL) durante el periodo de análisis (W₁₈).

$$W_{18} = D_D \times D_L \times W_{18}$$

D_D= Factor de distribución direccional (generalmente 0.5 o 50%)

D_L=Factor de distribución de carril.

Tabla 38: ESAL según número de carriles

Número de carriles en cada dirección	% ESAL de 18 kips en el carril de diseño
1	100
2	80 - 100
3	60 - 80
4	50 - 75

Fuente: Método de AASHTO 93

Como tenemos un carril en cada dirección, entonces:

$$D_L=1 \quad (100\%)$$

W¹⁸= Unidades ESAL de 18 Kips acumulados, previstas para una sección específica en el periodo de análisis.

Por lo tanto

$$W_{18} = 499\,000\,000$$

Confiabilidad:

Por tratarse de una vía local, asumimos:

R= 85%, vista en la tabla 41.

Desviación estándar total:

So= 0.35 (pavimento rígido)

Perdida de serviciabilidad de diseño:

$$\Delta PSI = P_o - P_t$$

Po= 4.5 para un pavimento rígido

Tabla 39: Índice de serviciabilidad

Nivel de serviciabilidad final	Porcentaje de personas que lo consideran inaceptable
3	12 %
2.5	55 %
2	85 %

Fuente: Método de AASHTO 93

Tomaremos el índice de serviciabilidad terminal igual a:

Pt= 2.5 con la desaprobación del 85%.

$$\Delta PSI = 4.5 - 2.5 = 2$$

Módulo resiliente efectivo de la subrasante:

CBR = 17.2 % según estudio de laboratorio de mecánica de suelos.

$$Mr = 1500 \times CBR \text{ (CBR < 10\%)}$$

$$Mr = 3000 \times CBR^{0.65} \text{ (7.2\% < CBR < 20\%)}$$

$$Mr = 4326 \times \ln(CBR) + 241$$

$$Mr = 19064.031 \text{ psi}$$

$$Mr = 3000 \times CBR^{0.65}$$

Coefficiente de transferencia de carga:

JCP o JRCP con algún tipo de transferencia de carga.

$$J = 3.2 \text{ con barras lisas o dowels}$$

Pavimentos con juntas sin dispositivos de transferencia de cargas en las juntas.

$$J = 3.8 \text{ sin dowels}$$

Modulo elástico del concreto (Ec):

Resistencia a la compresión del C ($f'c$) = 433 kg/ cm²,

$f'c$ = 6158.73 lb/ plg²

Módulo de elasticidad de concreto:

$$E_c = 5700 * \sqrt{f'c} = 4473222.7 \text{ psi}$$

Coefficiente de drenaje:

Tabla 40: Coeficiente de drenaje

Cd	Tiempo transcurrido para que el suelo libere el 50% de su agua libre	Calificación			
		Menor 1%	1 - 5%	5 - 25%	Mayor 25%
Excelente	2 horas	1.25 - 1.20	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10
Bueno	1 día	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00
Regular	1 semana	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90
Pobre	1 mes	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80
Muy Pobre	Nunca	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80 - 0.70	0.70

Fuente: Método de AASHTO 93

$Cd = 1.25$ (excelente calidad de drenaje).

Cálculo de módulo de reacción efectivo de la subrasante

Módulo resiliente de la subrasante (MR): 19064.03

Módulo elástico de la base y pérdida de soporte (LS)

Sabemos:

Tabla 41: Módulo elástico de la base y pérdida de soporte

Valores Típicos de Factores de Pérdidas de Soporte para Varios Tipos de Materiales	
Tipo de Material	Pérdida de Soporte (LS)
Base Granular Tratada con Cemento ($E = 1\,000\,000$ a $2\,000\,000$ lb/pulg ²)	0.0 a 1.0
Mezclas de Agregado y Cemento ($E = 500\,000$ a $1\,000\,000$ lb/pulg ²)	0.0 a 1.0
Base Tratada con Asfalto ($E = 350\,000$ a $1\,000\,000$ lb/pulg ²)	0.0 a 1.0

Mezclas Estabilizadas con Materiales Bituminosos (E= 40 000 a 300 000 lb/pulg ²)	0.0 a 1.0
Mezclas Estabilizadas con Cal (E= 20 000 a 70 000 lb/pulg ²)	1.0 a 3.0
Materiales Granulares No Aglomerados (E= 15 000 a 45 000 lb/pulg ²)	1.0 a 3.0
Materiales de Grano Fino o Subrasante Natural (E= 3 000 a 40 000 lb/pulg ²)	2.0 a 3.0

Fuente: Método de AASHTO 93

Para materiales Granulares no aglomerados

E= 40000 PSI (lb/plg²), LS= 3

Módulo compuesto de reacción de la sub rasante (Módulo balasto compuesto)

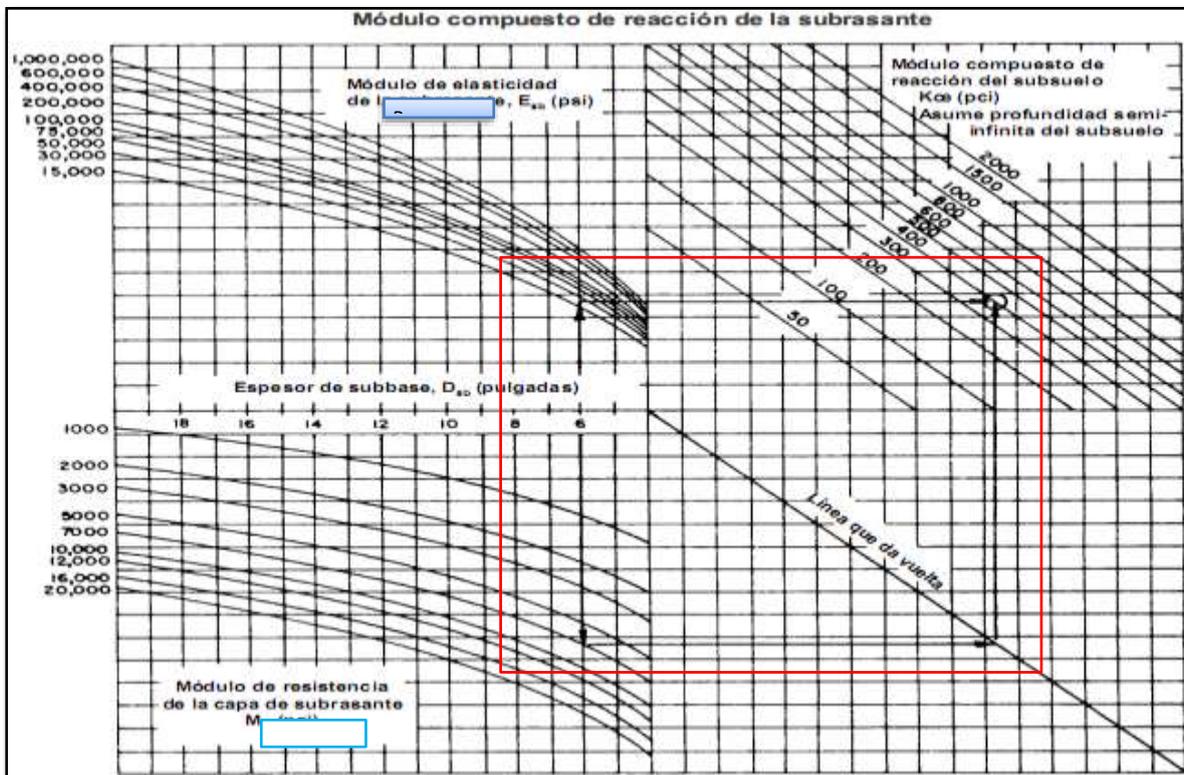


Figura 68: Ábaco de módulo de reacción de la subrasante.

Fuente: Método de AASHTO 93

Ingresamos al ábaco:

Módulo elástico base (Esb)= 40000 psi

Módulo de reacción de subrasante (MR)= 19064.03 psi

Espesor base e= 8.00 in, K= 900 lb/pulg³

Considerando efectos de fundación rígida cerca de la superficie

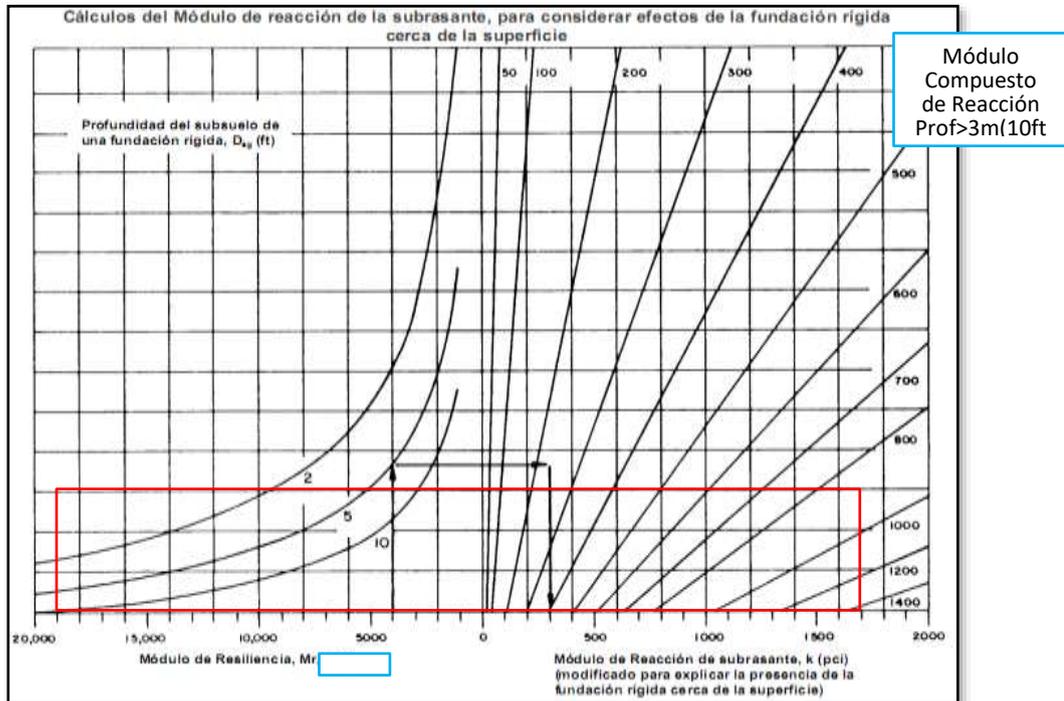


Figura 69: Ábaco de Módulo de reacción de subrasante k(pci)

Fuente: Método de AASHTO 93

Módulo resiliente de subrasante MR=19064.03 psi(lb/pulg²)

Módulo compuesto de reacción de subrasante prof>3m

$K_{\infty} = 900 \text{ pci(lb/pulg}^3\text{)}$, $K = 1700 \text{ lb/pulg}^3$

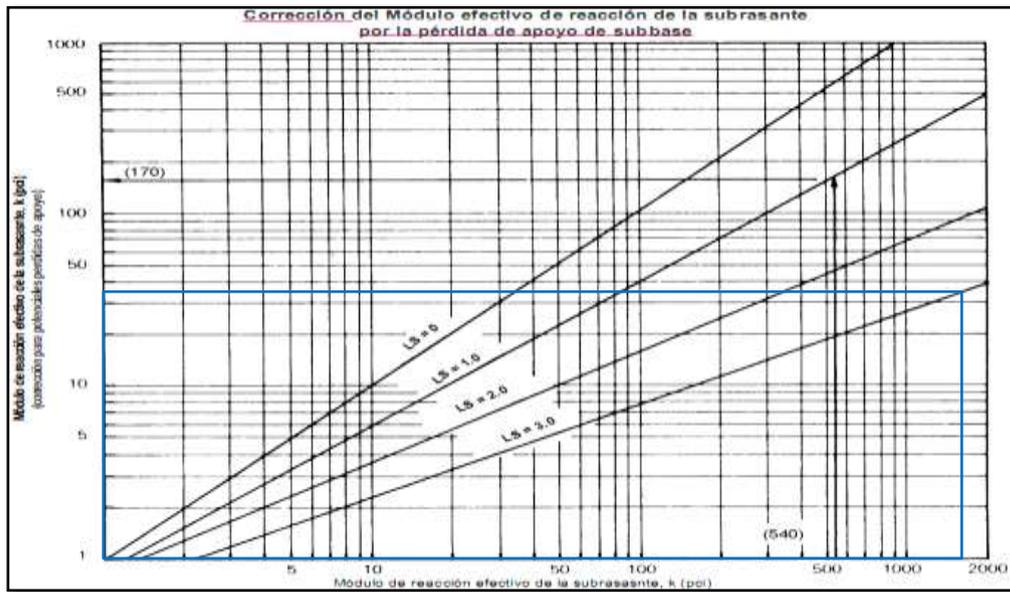


Figura 70: Abaco de corrección del módulo efectivo de la subrasante
Fuente: Método de AASHTO 9

Factor de pérdida de apoyo de subbase: 3

Módulo de reacción compuesto “Efectivo” de subrasante 1700

MK (corregido) = 35 pci(lb/pulg³)

Datos obtenidos en la ecuación y los ábacos

Para el diseño, tenemos los siguientes datos:

Tabla 42: Datos para el diseño del pavimento

Datos para el Pavimento	
K	35 PCI
Ec	447322.7 psi
J	3.8
Cd	1.25
So	0.35
R	85% (-1.037)
PSI	2
W18	49 900 000
Mr	19064.03142 psi
Módulo de Rotura (Sc)	591.94

Fuente: Elaboración Propia

Con los datos obtenidos insertaremos al programa ecuación AASHTO 93

Figura 71: Programa de ecuación de AASHTO 93

Fuente: Método de AASHTO 93

Obtenemos el espesor del pavimento de concreto:

Base D= 8.00 pulgadas = 20 cm

Concreto D= 10.8 pulgadas= 27 cm

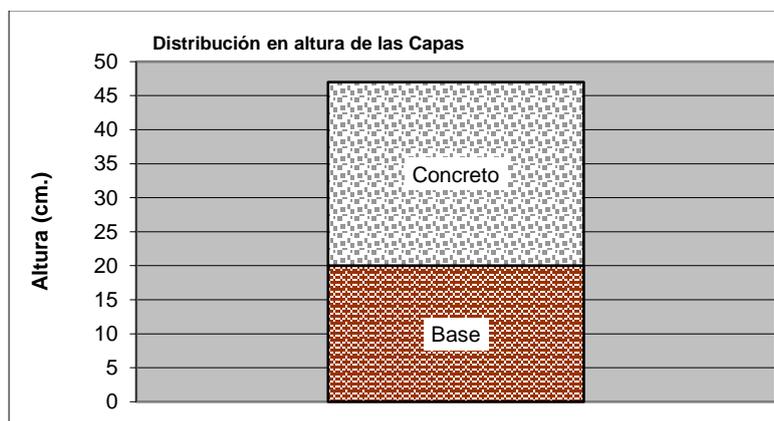


Figura 72: Distribución de altura de capas

Fuente: Elaboración propia.

V. DISCUSIÓN

Hipótesis 1: “La incorporación de la fibra de vidrio en el pavimento mejora el comportamiento físico y mecánico del pavimento rígido en la avenida Quinta Avenida, Lurigancho, 2019”.

En la investigación de Criado (2015) se realizaron, mezclas que sirvieron de prueba que utilizaron diferentes porcentajes de adición de fibra de vidrio, aparte realizaron un modelo de mezcla que sirvió como patrón, utilizaron fibra de vidrio de 24 milímetros de largo con una dosificación de 11 kg/m³ y 22kg/m³, y realizaron 3 ensayos por cada dosis de fibra, además a modo de comparación realizaron una dosificación con microfibra de polipropileno de 19 mm, con una dosificación de 11kg/cm². Los autores llegaron al desenlace que al adicionar fibra de vidrio con esos porcentajes, la trabajabilidad disminuye, también observaron una disminución en la cantidad de agua exudada, debido a que la fibra de vidrio actúa como una, malla y evita que los agregados más gruesos desciendan, por lo tanto las partículas más finas ascienden y así se evita la exudación de agua y agregados finos, además también se da a conocer que con las dosificaciones utilizadas, aumentan significativamente la resistencia del concreto mientras que la fibra de polipropileno de igual dosificación disminuye su resistencia.

Hipótesis 2: “La incorporación de fibra de vidrio mejora la resistencia a la flexión de un pavimento rígido reforzado con 0.45% y 0.90% de fibra de vidrio en la avenida Quinta Avenida, Lurigancho, 2019”

En la investigación de Quispe (2015) “Comportamiento mecánico del concreto reforzado con fibra de vidrio” se realizó el estudio de diferentes porcentajes de fibra de vidrio, en las características mecánicas del concreto, en este estudio se utilizó la fibra de vidrio tipo E – MAT450, el cemento Pacasmayo Portland Tipo 1, los agregados de esa zona, y agua. Realizaron comparaciones entre un concreto patrón, concretos reforzados con 0.125% 0.25% y 0.5% porcentaje que se dio de acuerdo al volumen de concreto utilizado por M³. Llegaron a la conclusión que el concreto reforzado con los porcentajes mencionados anteriormente mejoran significativamente la resistencia del concreto a la tracción y a la flexión, hasta un 30.74% y 36.20% respectivamente en comparación al concreto patrón de 210 kg/cm², también llegaron a la conclusión de que a mayor cantidad de fibra de vidrio

menor será su trabajabilidad, pero en cuanto al peso unitario, la fibra no influye en el crecimiento o decrecimiento de esta.

Hipótesis 3: “La incorporación de fibra de vidrio influye de manera positiva al aumento de la resistencia a la compresión del pavimento rígido reforzado con fibra de vidrio en la avenida Quinta Avenida, Lurigancho, 2019”.

Según Zapata (2013) en su tesis titulada, “Influencia de la fibra de vidrio en las propiedades mecánicas de mezclas de concreto” analizó con una mezcla que se utilice como referencia, la que permitiera que, al agregarle fibra de vidrio al concreto, este sea trabajable, y a la vez que pudiera obtener un avance en la resistencia a la compresión, los autores realizaron una investigación y colocaron una dosificación de 0.5%, 1%, 1.5%, 2% y 2.5% del total de la mezcla realizada. Tras diversos ensayos realizados en dicha investigación se concluyó que al adicionarle 1% fibra de vidrio a la mezcla de concreto influye de manera positiva a los 3 parámetros que se estudió que son: Resistencia a la compresión, el módulo de elasticidad y la trabajabilidad, si se usa menos de ese porcentaje no afecta en ningún parámetro que se estudió en dicha investigación, pero si se le adiciona más, reduce la resistencia a esos aspectos mencionados anteriormente.

VI. CONCLUSIONES

En esta presente investigación, tras recopilar información y tras realizar los ensayos respectivos en el laboratorio, se llega a la conclusión que al agregarle fibra de vidrio aumenta la resistencia del concreto, este parámetro varía de acuerdo al proporción de fibra de vidrio que se le aplique, ya que al añadirle el 0.90% (4.86 kg) con 433 kg/cm^2 fue la resistencia más alta que se alcanzó de acuerdo a los resultados obtenidos, sin embargo al utilizar el 0.45 % (2.430 kg) con 402 kg/cm^2 en una probeta y en la otra se obtuvo 409 kg/cm^2 utilizando la misma proporción de fibra, estos resultados también son mayores que la resistencia que alcanza el concreto patrón con 390 kg/cm^2 y 374 kg/cm^2 .

También se puede determinar que el módulo de rotura del concreto al incrementar el 0.90% (4.86 kg) con fibra de vidrio respecto a la cantidad de cemento utilizado, aporta significativamente la resistencia a la flexión del concreto dando un valor de 65 kg/cm^2 , en comparación de un concreto con fibra de vidrio que obtuvo 55 kg/cm^2 y en un ensayo y 58 kg/cm^2 en otro ensayo.

Al Obtener un perfeccionamiento en la resistencia del concreto a compresión, y flexión, las fibras de vidrio también ayuda a evitar que empiecen a aparecer fisuras en el pavimento, y le permite que este siga comportándose con una resistencia adecuada y así cumpla su periodo de diseño proyectado.

En este estudio se elaboró el diseño con el Programa Optipave 2, con esta primicia proposición, donde se ampara un set de ruedas por cada losa, la tensión se ve reduciendo con respecto a las producidas en las losas con dimensiones tradicionales. Esto permite disminuir el espesor de los pavimentos según los cálculos expresados en esta investigación.

La proposición final para 20 años de diseño es:

Dado las limitaciones ambientales y el tipo de suelo, el óptimo de diseño son losas con modulación de $175 \text{ cm} \times 175 \text{ cm}$ y 14 cm de espesor mínimo del concreto especificado.

También se realizó el diseño con la metodología AASTHO para realizar una comparación del diseño propuesto por el Software con este método, dando como resultado (resultado)

dando este como resultado mayor que el sistema de pavimentos optimizados que se aplica con el Software.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda al momento de excavar las calicatas, buscar un lugar donde no pasen vehículos para que durante el día no se presenten interrupciones, de igual manera, se recomienda contar con personal calificado y utilizar todos los implementos de seguridad.

Es recomendable llevar las herramientas para poder cavar como el pico, barreta, lampas como también bolsas para la muestra, este material deberá estar hecho para aguantar la muestra de las calicatas.

Se recomienda que al momento de hacer el diseño de mezcla que los agregados este limpios y libre de desmontes tanto el agregado grueso como el agregado fino como también el agregado de esta tesis que es la fibra de vidrio que están hechas de mechas de vidrio deberán implementarse protección como guantes y lentes.

Cuando se diseñe el modelo donde ira la viga, tener cuidado con las medidas, ya que deberán estar establecidas por lo contrario los resultados tendrán alteraciones, tener mucho cuidado el día de los ensayos como sacar citas previas antes de las fechas puesto el laboratorio puede estar ocupado o no atender. Como también al momento de llevar las pruebas al momento de ensayo tener mucho cuidado en su transporte puesto cualquier golpe puede afectar los resultados.

Es recomendable que el momento de vaciar la mezcla a los probeteros tener importancia el cálculo de diseño generado según su dosificación y el día donde se va a curar, para poder realizar los ensayos en el día y hora correspondiente por la ASTM C39/C39M-C18.

Se recomienda que para la prueba a flexión según ASTM C78/C293, seguir con los pasos y normas establecidas como también los ensayos a tracción con los pasos a seguir según su norma ASTM C496/C496M-17.

Se aconseja que para el diseño de mezcla se utilice la norma ACI 211, y realizar reformas en la medida de agregado fino mediante cálculos de volúmenes absolutos, al instante de hacer los diseños de mezcla emplear el agregado grueso con un mayor de $\frac{1}{2}$ “de tamaño nominal, porque este tipo de material se obtiene los productos cuando esta endurecido, en otro caso si se usa una mezcladora de concreto, solo se incorpora las fibras de vidrio y los demás materiales.

REFERENCIAS

- Alfa, Y. y Loyola, M. (2016). Influencia del porcentaje en peso de fibra de vidrio AR y aditivo plastificante Copreplast 102, sobre la resistencia a la flexión en paneles de concreto reforzado con fibra de vidrio (grc). Tesis para optar el título profesional de: ingeniero de materiales. Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú.
- Cano, J. y Cruz, C. (2017) Análisis de mezclas de concreto con proporciones de vidrio molido, tamizado y granular como aditivo, a fin de aumentar la resistencia a la compresión del hormigón. Proyecto de Investigación, Colombia.
- Castiblanco, C. y Carrero, L. (2015). Estudio teórico y experimental del comportamiento del hormigón con materiales no convencionales: Fibras de vidrio y fibra de carbono, sometido a esfuerzos de compresión. Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Civil. Universidad Católica de Colombia, Bogotá, Colombia.
- Castro, J. (2016). Las fibras de vidrio, acero y polipropileno en forma de hilachas, aplicadas como fibras de refuerzo en la elaboración de morteros de cemento. Trabajo experimental previo a la obtención del título de Ingeniero Civil. Universidad Técnica de Ambato, Ecuador.
- Chirinos, E. (2015). Métodos Diseño de Pavimento. Material de clase. Disponible en: [https://es.slideshare.net/eliezerchirinos/mtodos-de-diseo -de- pavimento](https://es.slideshare.net/eliezerchirinos/mtodos-de-diseo-de-pavimento).
- Criado, C. et. al. (2005). Influencia de la fibra de vidrio en las propiedades físico - mecánicas del hormigón. Universidad Tecnológica Metropolitana, Santiago, Chile.
- Dujisin Q. y Arroyo A. (2015). *Desarrollo de una relación índice de serviciabilidad (P) - Índice de rugosidad internacional (IRI)*. Cámara Chilena de la Construcción. Disponible en: <http://biblioteca.cchc.cl/datafiles/8535 - 2.pdf>
- García, F. (2017). Efecto de la fibra de vidrio en las propiedades mecánicas del concreto f_c=210 kg/cm² en la ciudad de Puno. Tesis para optar el título de Ingeniero Civil. Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú.

- Godoy, I. (2015). Comportamiento mecánico de hormigón reforzado con fibra de vidrio. Artículo para optar al Título de: Ingeniero Civil en Obras Civiles. Universidad Austral del Chile, Chile.
- Huamán, A. (2015). Comportamiento mecánico del concreto reforzado con fibra de vidrio. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú.
- Lubell, A. y Tassew, S. (2014). Mechanical properties of glass fiber reinforced ceramic concrete, Universidad de Columbia Británica, Vancouver, Canadá.
- Ministerio de transportes y comunicaciones (MTC) (2018) Manual de carreteras: Diseño geométrico (MTC) DG – 2018. Perú.
- Mccormac, J y Brown, R. (2017). Diseño de concreto reforzado. (10^{ma} ed). México D.F. Alfaomega grupo editor, S.A. de C.V.
- Ochoa, L. (2018). Evaluación de la influencia del vidrio reciclado molido como reductor de agregado fino para el diseño de mezclas de concreto en pavimentos urbanos. Tesis para optar el título de Ingeniero Civil. Universidad Señor de Sipán, Pimentel, Perú.
- Quispe, A. (2015). Comportamiento mecánico del concreto reforzado con fibra de vidrio. Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú.
- Robles, R. y Sánchez, J. (2015). Evaluación de pavimentos rígidos mediante la determinación de correlaciones entre el módulo de rotura a la flexión y la resistencia a la compresión para el centro poblado San Cristóbal de Chupán- Huaraz. Tesis para optar el título de Ingeniero Civil. Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú.
- Rodriguez, M. y Ruiz, M. (2016). Evaluación del desempeño de un hormigón con incorporación de vidrio reciclado finamente molido en reemplazo de cemento mediante ensayos de laboratorio. Artículo de investigación, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

Rojas, J. (2015). Estudio experimental para incrementar la resistencia de un concreto de $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ adicionando un porcentaje de vidrio sódico cálcico. Tesis para optar el título de Ingeniero Civil. Universidad Privada Antenor Orrego – UPAO, Trujillo, Perú.

Ortega, J. (2014). Diseño de estructuras de concreto armado. Lima, Perú.

TcPavements (2017). Documentación y guía de diseño Optipave 2. Chile

Zapata, J. y Cordoba, S. (2013). Influencia de la fibra de vidrio en las propiedades mecánicas de mezclas de concreto. Universidad EAFIT, Medellín, Colombia.

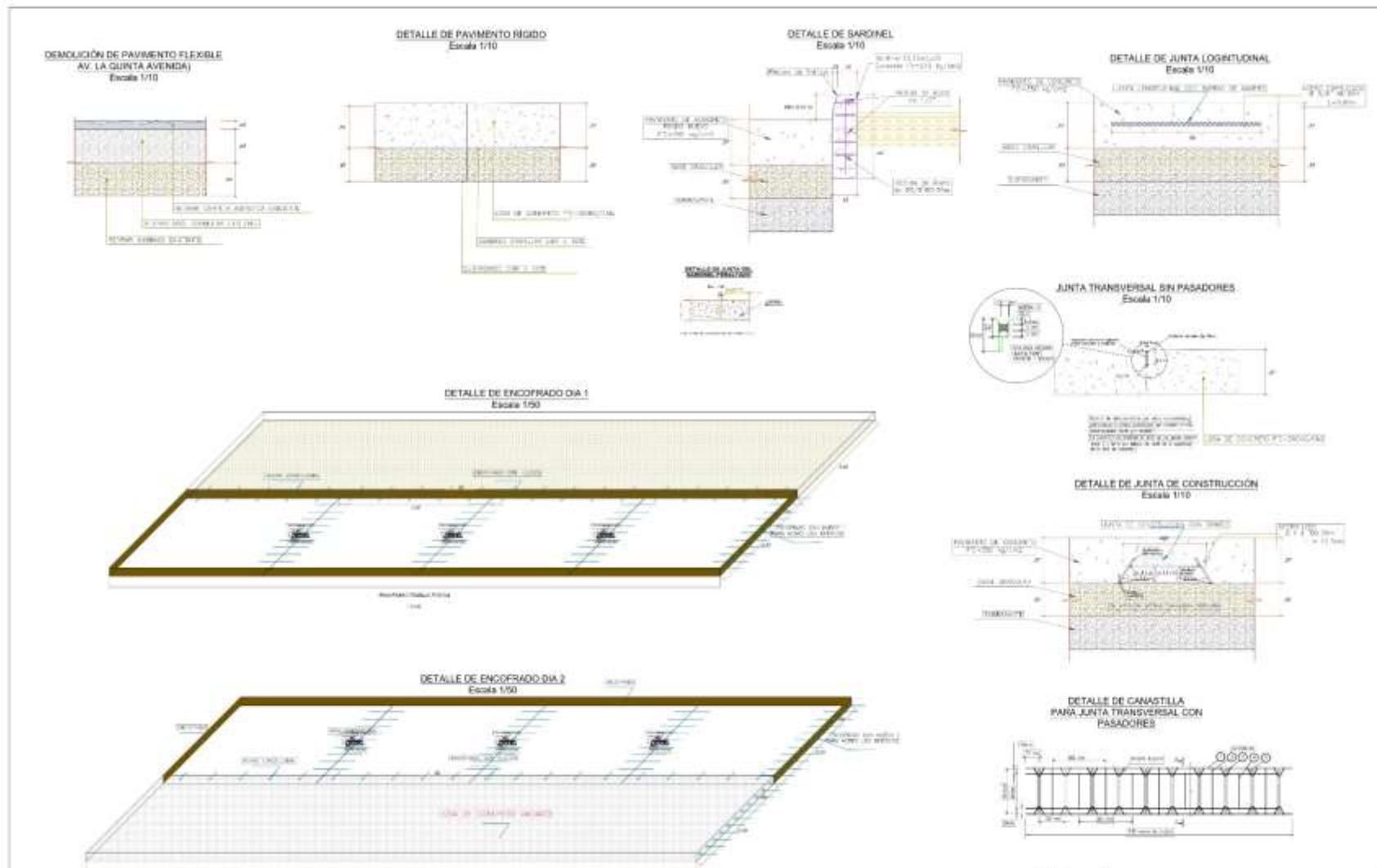
ANEXOS

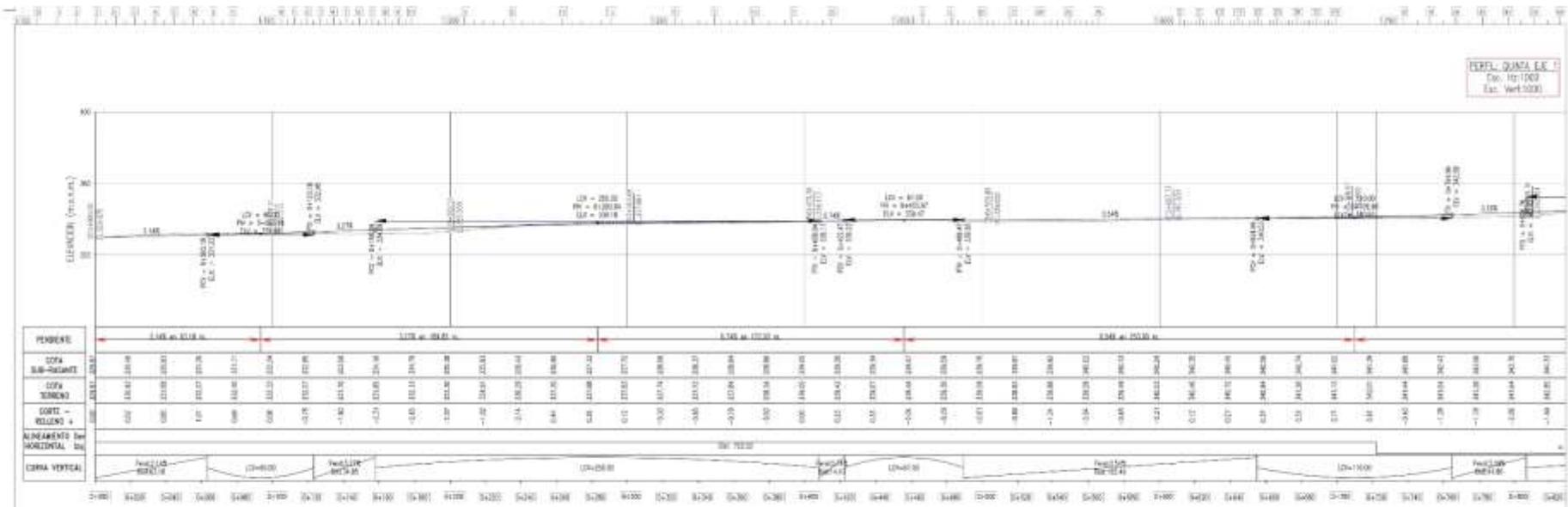
ANEXOS DE MATRIZ DE CONSISTENCIA

“Diseño de pavimento rígido reforzado con fibra de vidrio en la avenida Quinta Avenida, Lurigancho, Lima, 2019”							
Matriz de Consistencia							
Problema	Objetivos	Hipótesis	operacionalización de variable				
			Variable dependiente: Diseño de pavimento rígido				
Problema general	Objetivo general	Hipótesis general		Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores
¿Cómo mejora el comportamiento físico y mecánico de pavimento, con la colocando fibra de vidrio al pavimento rígido en la Av. Quinta Aveida, Lurigancho, 2019.?	Determinar en el comportamiento físico y mecánico del pavimento rígido colocando refuerzo de fibra de vidrio al pavimento rígido en la Av. Quinta Avenida Lurigancho, 2019.	La incorporación de la fibra de vidrio en el pavimento mejora el comportamiento físico y mecánico del pavimento rígido en la Av. Quinta Avenida Lurigancho, 2019.	Diseño de pavimento rígido	Un pavimento rígido o llamado también pavimento de concreto, es aquello donde la losa es de concreto este es el principal componente estructural, puede ser de concreto armado o simple, directamente sobre una base y subbase, debido a su rigidez y muy alto módulo de elasticidad, capta parte de los esfuerzos que actúan en la estructura lo que logra producir una buena repartición de las cargas de las ruedas de los vehículos o agente que se encuentra encima de ella, dándole resultados de tensiones verticales de la parte baja donde se encuentra la subrasante, esto se puede desarrollar en conjunto con un método de diseño como el ashto dando origen a sus valores como: espesor, serviciabilidad, tránsito, drenaje, confiabilidad, resistencia de subrasante, propiedades de concreto y transferencia de carga.	Diseño Optipave 2 El Software Optipave 2 es una metodología de diseño que busca reducir el espesor de el pavimento, aumentando el numero de cortes, con el fin de que una losa nunca pueda ser cargada por mas que un set de ruedas de un camion, logrando con esto disminuir las tensiones en dicha losa, este software es el resultado tras años de estudio esta basado en las ecuaciones de daño por fatiga del proyecto NCHRP 1-37a (ME-PDG, AASHTO, EEUU) y con simulaciones de tensiones realizadas en ISLAB2000 (programa de elementos finitos).	Topografia	Plano topografico con curvas de nivel
							Perfiles y secciones
							CBR
							Contenido de humedad
							Granulometria
							Peso específico
							Proctor modificado
							Sales y sulfatos
						Cuento vehicular	IMA
							IMD
	Espesor						
	Serviciabilidad						
	Resistencia de la subrasante						
	Módulo de rotura						
	Tránsito						

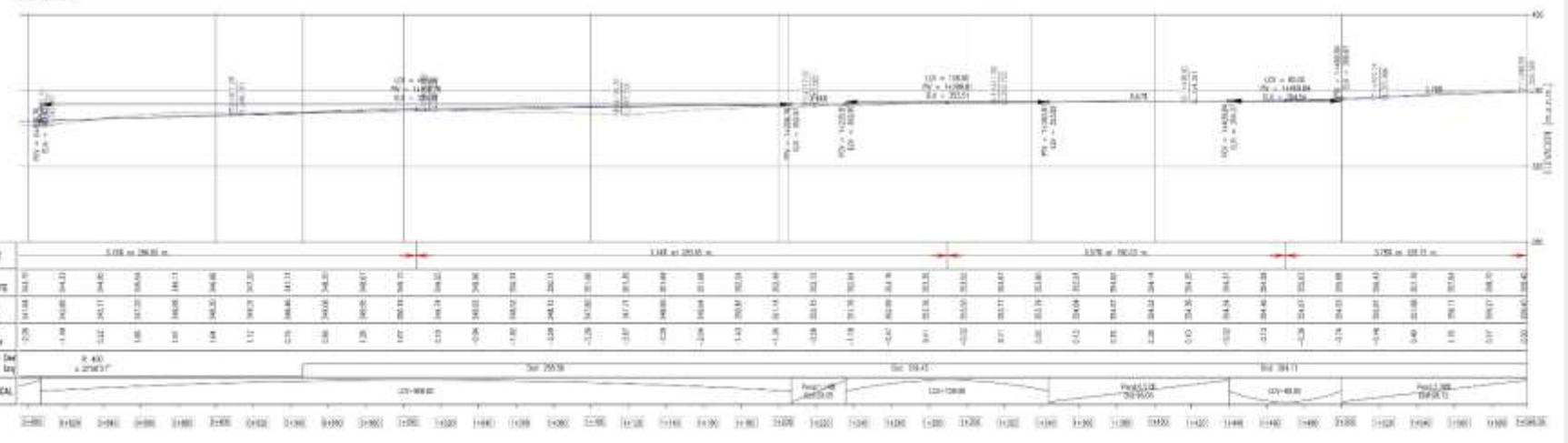
Objetivo específicos	Hipótesis específicos	Variable independiente: Fibra de vidrio				
<p>Determinar el espesor Utilizando el Software Optipave 2 del pavimento reforzado con fibra de vidrio en la Av. Quinta Avenida, Lurigancho,2019</p>	<p>Se determino el espesor Utilizando el Software Optipave 2 del pavimento reforzado con fibra de vidrio en la Av. Quinta Avenida, Lurigancho,2019</p>	<p style="text-align: center;">Fibra de vidrio</p>	<p>El material de fibra de vidrio está compuesto por hilos de filamentos poliméricos, estos son bastantes pequeños y están hechos de vidrio aglomerado, incluido resinas, estas están entrelazados para formar una estructura versátil y muy fuerte, en el ámbito de las industrias son muy utilizadas por sus amplios beneficios. Sirve también como material de aislante y utilizados como refuerzo de otros materiales, por su alta resistencia, pero no mayor como la fibra de carbono. Se logra realizar con obtención de vidrio líquido, con un utensilio de condición para las industrias llamado espinerette, este es sumamente resistente, lo cual produce tales hilos, después se procesa y es enfriado para poder fortalecer el entelado, dándole a este material sea flexible para brindar un correcto entretejado. Teniendo como propiedades, la resistencia química, peso ligero, poco mantenimiento, aislamiento eléctrico, versatilidad, aislante químico y muy económico.</p>	<p style="text-align: center;">Usos de la fibra de vidrio Los materiales de aislamiento con temperatura alta brindan una capa térmica, es muy efectiva a las empresas industriales, y es utilizada por su tiempo de vida ya que es muy duradera y segura. Es usadas en industrias de bebidas, industrias químicas, refrigeración metales y minería, lavados de autos, industria automotriz, industria de pulpa y papel, fuentes acuarios y procesamiento de alimentos.</p>	<p style="text-align: center;">Propiedades de la fibra de vidrio</p>	<p>Resistencia Química</p>
<p>Determinar la influencia de la incorporación de fibra de vidrio en el diseño del pavimento rígido reforzado con fibra de vidrio en la Av. Quinta Avenida, Lurigancho,2019</p>	<p>Se determino la influencia de la incorporación de fibra de vidrio en el diseño del pavimento rígido reforzado con fibra de vidrio en la Av. Quinta Avenida Lurigancho.2019</p>					<p>Durabilidad</p>
<p>Determinar la resistencia de un pavimento rígido reforzado con 0.45% y 0.9 % de fibra de vidrio en la Av. Quinta Avenida Lurigancho.2019</p>	<p>Se determino la resistencia a la flexión del pavimento rígido reforzado con 0.45% y 0.90% de fibra de vidrio en la Av. Quinta Avenida Lurigancho,2019</p>					<p>Aislamiento electrico</p>
						<p>Liviano</p>
					<p>Proporción</p>	<p>0.45%</p>
					<p>0.90%</p>	
		<p style="text-align: center;">Propiedades mecanicas</p>	<p>Compresión</p>			
			<p>Flexión</p>			

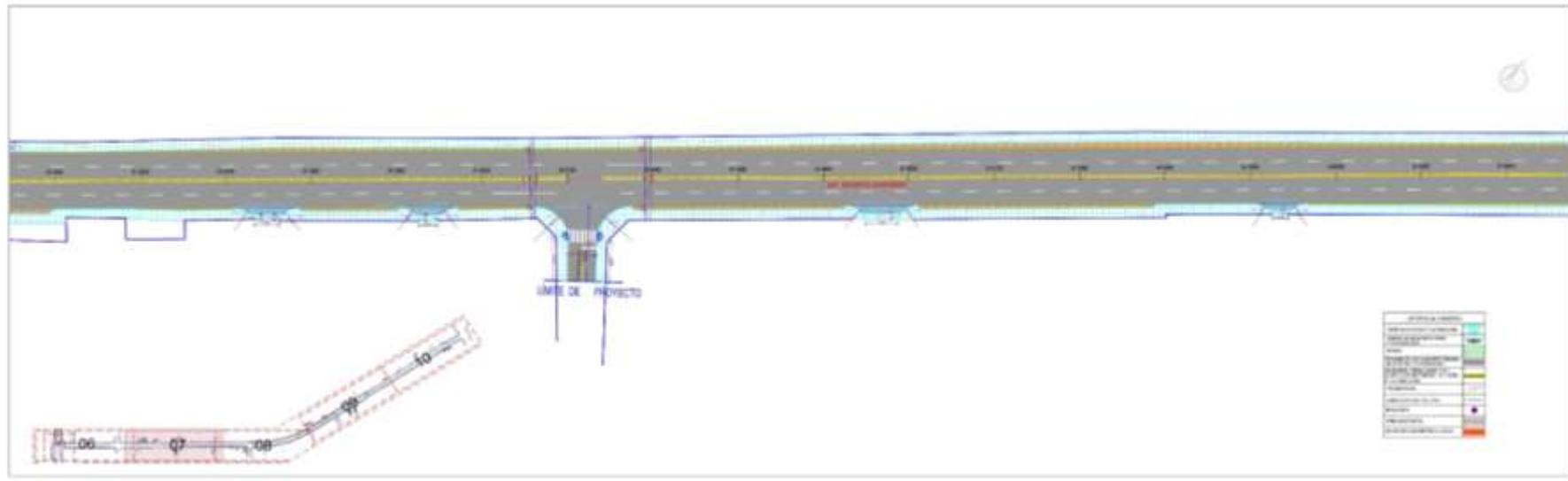
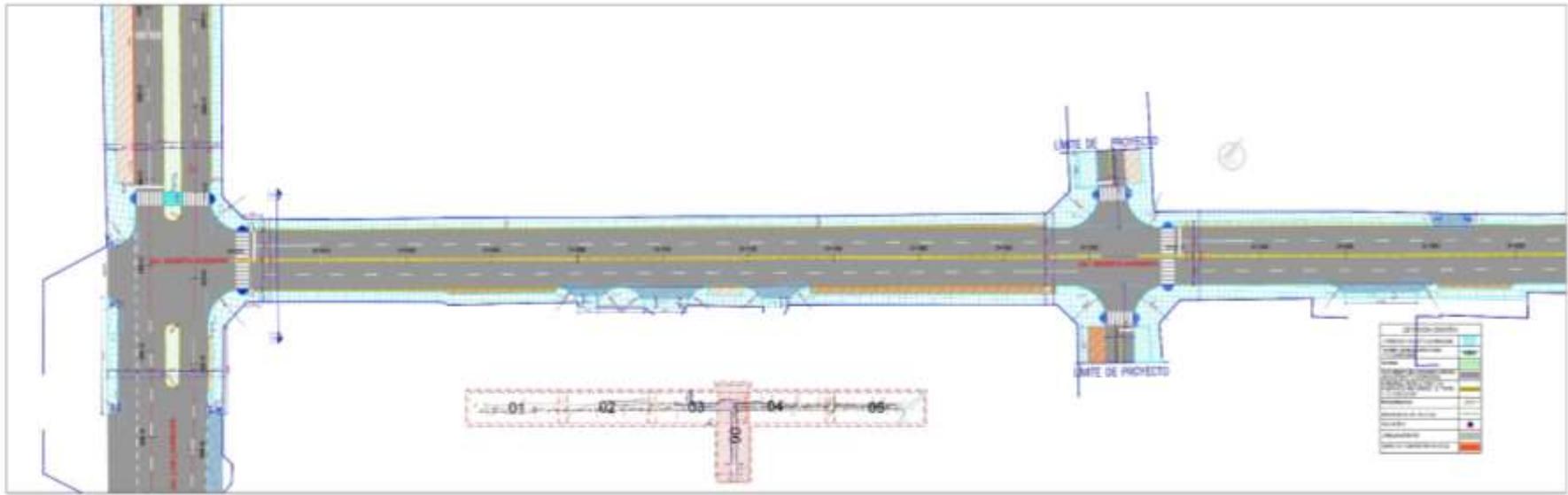
ANEXOS DE PLANOS DE PLANTA, DETALLE, TOPOGRÁFICOS Y PERFIL





PROF. C.C. 1
Esc. 10/1000
Esc. Vert. 100%





ANEXOS DE BOLETAS DE PAGO

AGENTE BCP
BOTICA MULTIFARMA
FECHA: 17/10/19 HORA: 19:00:06 H985204
NO,OPE: 626971

-----DEPOSITO-----
A CTA,CORRIENTE S/ NRO: 1922421769011
NOMBRE: LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.
MONTO RECIBIDO: S/ 372,00

BCP

DEPOSITO CUENTA AHORROS MNA

OF./191143-NVLF-592677 OP-0501122 22/11/2019
Hora: 13:28:57

GUTIERREZ ABANTO JONY CHARLY
CODIGO DE CUENTA: 191-95834864-0-90
CCI 00219119583486409053
IMPORTE DEPOSITADO: S/*****845.00

ANEXOS DE CALIBRACIÓN



G&S INGENIERIA

Importación, Venta, Alquiler y Reparación de Instrumentos de Topografía
Topografía & Geodésica - Servicio de Topografía en General
CALIDAD - CARIANITA - PUNTAVALDIA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 5035/07/2017

EQUIPO	MARCA	MODELLO	N° SERIE	LASER
ESTACION TOTAL	LEICA	TS08 PLUS 1"	1375298	9900

MEDICION DEL SISTEMA ANGULAR

VALOR DE PANTON EN MEDICION		
GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS
90	00	00

VALOR A CORRIGIR			
	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS
VERT	00	00	01
HORIZONTAL	00	00	01

VALOR LEIDO EN EL INSTRUMENTO			
EQUIPO	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS
VERT.	359°	59	59
HORIZONTAL	359°	59	59

RANGO DE DISTANCIA			
	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS
a	359°	59	59
b	00°	00	01

SISTEMA DE MEDICION DE DISTANCIA

PANTON EN MEDICION	VALOR LEIDO EN EL INSTRUMENTO				
	15.00ms	30.00ms	45.00ms	60.00ms	75.00ms
VALOR A CORRIGIR	15.00ms	30.00ms	45.00ms	60.00ms	75.00ms

COMPENSADORES - T.S.T	HORIZONTAL	VERTICAL
VALOR LEIDO	00 Seg.	00 Seg.
VALOR A CORRIGIR	00 Seg.	00 Seg.

* PRECISION DEL INSTRUMENTO:

Sistema angular según norma DIN 18723 la precisión angular es de 1" lectura mínima en el Display 1" a 5".
Sistema de medición de Distancia ± (2mm+2ppm DM) en su totalidad 3000 y 8000 metros.

* G&S INGENIERIA, Certifica que el Equipo Topográfico mencionado cumple con las Especificaciones técnicas de la fábrica y las extendidas informaciones elaboradas según (DIN 18723).

* CALIBRACION:

La verificación del alineamiento de los ejes de medición se realiza de acuerdo al manual de instrucciones de la fábrica estándar basado en la norma ISO 9001:2008-FRANCO 14001 y Cumplimos con los Estándar de Fábrica Establecidos en Equipos de Precisión y Topografía, Normas Internacionales Establecidas según (DIN 18723).

El Equipo Topográfico, cumple con los errores de origen de fábrica según estándar DIN 18723 normalizados Internacionalmente en Equipos de Topografía y Geodésica.

CERTIFICADO POR:	TECNICO RESPONSABLE	FECHA DE EMISION
		FECHA DE CALIBRACION: 2007/07/17 FECHA DE VENCIMIENTO: 20/01/2018







Pwaje Acuña Wz. 9 Lot. 3 Urb. Santa Rosa-Corona, Lina Fernández, 511-4740 Cel. 98068212 Email: gis@gs-ingenieria.com
 www.gs-ingenieria.com / Email: proyector_topografico@yahoo.com, ventas@gs-ingenieria.com

ANEXOS DE CERTIFICADOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Intersección: Av. Los Laureles / Av. La Quinta Avenida
Estación: E-2
Día: JU-VI-SA

Sentido: Todos los movimientos
Fecha: Del 03 al 05de Agosto del 2017

Dia	Giro	Auto S. Wagon	Pick Up, Panel	C. Rural	Micro	Omnibus			Camion			Semi trayler					Trayler				Total Veh. Livianos	Total Veh. Pesados	TOTAL			
						B2	B3	B4	C2	C3	C4	8x4	T2S1	T2S2	T2S3	T3S1	T3S2	>= T3S3	C2R2	C2R3				C3R2	>= C3R3	
Jueves 3/08/2017	Giro 1	476	90	7	3	5	0	0	98	8	1	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	576	116	692
	Giro 2	6	0	3	0	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	9	6	15	
	Giro 3	485	112	31	2	5	0	0	101	16	0	0	0	4	0	1	4	0	0	0	0	0	630	131	761	
	Giro 4	503	148	30	11	19	2	0	428	202	43	0	0	1	4	0	10	88	0	0	2	11	692	810	1502	
	Giro 5	354	117	20	15	16	1	0	343	249	47	0	1	2	3	0	4	73	1	0	0	8	506	748	1254	
	Giro 6	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	
	Total	1,824	467	91	31	45	3	0	974	476	91	0	1	3	11	0	16	170	1	0	2	19	2,413	1,812	4,225	
Viernes 4/08/2017	Giro 1	767	149	45	6	2	0	0	142	9	0	0	0	0	1	0	2	3	0	0	0	0	967	159	1126	
	Giro 2	6	2	2	0	0	0	0	4	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	18	28	
	Giro 3	691	122	34	7	1	0	0	151	14	3	0	0	0	2	0	3	8	0	0	0	0	854	182	1036	
	Giro 4	425	163	24	17	32	5	0	386	225	37	0	0	2	7	0	8	79	15	0	0	11	629	807	1436	
	Giro 5	337	119	24	11	24	2	0	405	233	40	0	0	3	5	1	16	84	0	0	0	10	491	823	1314	
	Giro 6	9	3	0	0	0	0	0	10	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	30	42	
	Total	2,235	558	129	41	59	7	0	1,098	515	80	0	0	5	15	1	29	174	15	0	0	21	2,963	2,019	4,982	
Sábado 5/08/2017	Giro 1	816	130	16	4	1	1	0	123	20	1	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	966	149	1115	
	Giro 2	5	1	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	3	9	
	Giro 3	694	122	39	4	1	0	0	125	25	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	859	159	1018	
	Giro 4	358	92	20	13	10	3	0	263	191	31	0	0	0	1	0	3	64	0	0	0	16	483	582	1065	
	Giro 5	262	69	5	5	18	0	0	233	175	30	0	0	1	1	0	8	53	0	0	0	10	341	529	870	
	Giro 6	10	2	3	0	0	0	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	4	19	
	Total	2,145	416	83	26	30	4	0	749	412	63	0	0	1	3	0	11	127	0	0	0	26	2,670	1,426	4,096	
IMDS 16 HORAS	Giro 1	677	123	23	4	3	0	0	121	12	1	0	0	0	1	0	1	3	0	0	0	0	827	141	968	
	Giro 2	6	1	2	0	0	0	0	3	6	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	9	9	18	
	Giro 3	618	118	34	4	2	0	0	126	18	1	0	0	0	2	0	1	7	0	0	0	0	775	157	933	
	Giro 4	434	137	25	14	21	3	0	366	207	37	0	0	1	4	0	7	78	5	0	1	12	610	744	1354	
	Giro 5	322	104	17	11	19	1	0	334	222	40	0	0	2	3	0	9	71	0	0	0	9	454	712	1166	
	Giro 6	6	2	1	0	0	0	0	5	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	12	21	
	Total	2,063	485	102	33	46	5	0	954	472	79	0	0	3	10	0	19	159	6	0	1	22	2,683	1,776	4,459	
10% Representa las 8 horas restantes																										
IMDS 24 HORAS	Giro 1	745	135	25	5	3	0	0	133	13	1	0	0	0	1	0	1	3	0	0	0	0	910	155	1065	
	Giro 2	6	1	2	0	0	0	0	3	6	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	9	10	20	
	Giro 3	680	130	38	5	3	0	0	138	20	1	0	0	0	2	0	2	7	0	0	0	0	853	173	1026	
	Giro 4	477	151	28	15	23	4	0	402	228	41	0	0	1	5	0	8	86	6	0	1	14	671	818	1489	
	Giro 5	354	114	19	12	21	1	0	367	244	44	0	0	2	3	0	10	78	0	0	0	10	499	783	1282	
	Giro 6	7	2	1	0	0	0	0	5	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	13	23	
	Total	2,269	533	113	36	50	5	0	1,049	519	87	0	0	3	11	0	21	175	6	0	1	24	2,951	1,953	4,904	
IMDA	Giro 1	702	127	24	5	3	0	0	124	12	1	0	0	0	1	0	1	3	0	0	0	0	857	145	1002	
	Giro 2	6	1	2	0	0	0	0	3	6	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	9	10	19	
	Giro 3	641	123	36	5	2	0	0	129	18	1	0	0	0	2	0	1	7	0	0	0	0	803	162	965	
	Giro 4	449	142	26	14	22	3	0	376	213	39	0	0	1	4	0	7	80	6	0	1	13	632	765	1397	
	Giro 5	333	108	18	11	20	1	0	343	229	41	0	0	2	3	0	10	73	0	0	0	10	470	733	1203	
	Giro 6	6	2	1	0	0	0	0	5	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	13	21	
	Total	2137	502	106	34	47	5	0	981	485	81	0	0	3	10	0	20	164	6	0	1	22	2,779	1,825	4604	

Intersección: AV. QUINTA AVENIDA / AV. CEDROS
 Estacion: E-4
 Dia: JU-VI-SA

Sentido: Todos los movimientos
 Fecha: 03 al 05 de Agosto del 2017

Dia	Giro	Auto S. Wagon	Pick Up, Panel	C. Rural	Micro	Omnibus			Camión			Semi trayler					Trayler				Total Veh. Livianos	Total Veh. Pesados	TOTAL		
						B2	B3	B4	C2	C3	C4	8x4	T2S1	T2S2	T2S3	T3S1	T3S2	>= T3S3	C2R2	C2R3				C3R2	>= C3R3
Jueves 3/08/2017	Giro 1	41	8	9	1	6	0	0	37	28	2	0	0	0	0	1	8	0	0	0	1	59	83	142	
	Giro 2	164	46	31	0	41	2	0	223	134	8	1	0	4	1	0	4	42	0	0	0	24	241	484	725
	Giro 3	115	47	50	1	26	0	0	179	178	8	1	0	4	2	0	4	55	0	0	0	23	213	480	693
	Giro 4	17	1	3	0	0	0	0	100	21	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	21	125	146
	Giro 5	23	1	0	0	0	0	0	127	24	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	154	178	
	Giro 6	42	16	8	0	6	0	0	49	12	1	0	1	0	2	0	0	13	0	0	0	1	66	85	151
	Total	402	119	101	2	79	2	0	715	397	24	2	1	8	5	0	9	118	0	0	0	51	624	1,411	2035
Viernes 4/08/2017	Giro 1	38	18	26	4	19	0	0	47	26	5	0	0	0	0	0	6	4	0	0	0	86	107	193	
	Giro 2	124	67	91	7	40	0	0	229	170	43	2	0	0	0	0	65	1	0	0	0	289	550	839	
	Giro 3	82	65	101	2	39	2	0	200	208	42	1	0	0	0	1	0	69	1	0	0	250	563	813	
	Giro 4	7	4	14	0	0	0	0	113	6	3	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	25	126	151	
	Giro 5	23	1	11	0	0	0	0	148	3	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	35	156	191	
	Giro 6	36	11	39	0	13	0	0	62	14	1	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	86	99	185	
	Total	310	166	282	13	111	2	0	799	427	94	3	0	0	0	1	0	158	6	0	0	0	771	1,601	2372
Sábado 5/08/2017	Giro 1	12	8	27	0	9	0	0	36	14	4	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	47	70	117	
	Giro 2	83	41	73	1	35	1	0	170	122	27	0	0	1	0	0	34	0	0	0	0	198	391	589	
	Giro 3	62	35	47	0	20	0	0	148	103	18	0	1	0	0	1	39	0	0	0	0	144	330	474	
	Giro 4	7	4	6	0	0	0	0	102	7	2	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	17	115	132	
	Giro 5	13	2	5	1	0	0	0	103	11	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	21	116	137	
	Giro 6	10	5	18	0	3	0	0	29	7	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	33	47	80	
	Total	187	95	176	2	67	1	0	588	264	51	0	1	1	0	2	1	93	0	0	0	0	460	1,069	1529
IMDS 16 HORAS	Giro 1	32	12	20	2	12	0	0	40	23	4	0	0	0	0	0	7	1	0	0	0	65	88	153	
	Giro 2	127	52	64	3	39	1	0	210	143	26	1	0	2	0	2	48	0	0	0	9	246	481	727	
	Giro 3	88	50	67	1	29	1	0	178	167	23	1	0	1	1	1	55	0	0	0	8	207	467	673	
	Giro 4	11	3	8	0	0	0	0	105	12	2	0	0	0	0	0	3	0	0	0	1	21	123	144	
	Giro 5	20	1	5	0	0	0	0	128	13	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	27	144	171	
	Giro 6	31	11	22	0	8	0	0	48	11	1	0	0	0	1	0	10	0	0	0	0	64	79	143	
	Total	308	129	187	6	87	2	0	709	370	57	2	1	3	2	1	4	125	2	0	0	18	630	1,381	2011
10% Representa las 8 horas restantes																									
IMDS 24 HORAS	Giro 1	35	13	22	2	13	0	0	44	26	4	0	0	0	0	0	8	2	0	0	0	72	97	168	
	Giro 2	139	57	71	3	43	1	0	231	158	29	1	0	2	0	2	53	0	0	0	9	270	529	800	
	Giro 3	97	55	74	1	32	1	0	195	184	25	1	0	2	1	1	2	61	0	0	0	9	227	513	741
	Giro 4	12	3	9	0	0	0	0	116	13	3	0	0	0	0	0	3	0	0	0	1	23	135	158	
	Giro 5	22	1	6	0	0	0	0	140	14	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	30	158	188	
	Giro 6	34	12	24	0	8	0	0	53	12	1	0	0	0	1	0	11	0	0	0	0	70	87	157	
	Total	338	142	206	7	96	2	0	780	407	62	2	1	3	2	1	4	138	2	0	0	20	693	1,519	2212
IMDA	Giro 1	33	12	21	2	12	0	0	41	24	4	0	0	0	0	0	7	1	0	0	0	68	90	158	
	Giro 2	131	54	67	3	40	1	0	216	148	27	1	0	2	0	2	49	0	0	0	9	255	495	750	
	Giro 3	91	52	70	1	30	1	0	183	172	24	1	0	1	1	1	57	0	0	0	8	214	480	694	
	Giro 4	11	3	8	0	0	0	0	108	12	2	0	0	0	0	0	3	0	0	0	1	22	126	148	
	Giro 5	21	1	6	0	0	0	0	131	13	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	28	148	176	
	Giro 6	32	11	23	0	8	0	0	49	12	1	0	0	0	1	0	10	0	0	0	0	66	81	147	
	Total	319	134	194	6	90	2	0	729	380	58	2	1	3	2	1	4	129	2	0	0	19	653	1,422	2075

ANEXO DE CERTIFICADOS DE ENSAYOS DE MECÁNICA DE SUELOS

	FORMULARIO	Código : D-12
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 1
		Fecha : -
		Página : 1 de 3

PRÓCTOR MODIFICADO
NTP 339.141 / ASTM D-1557

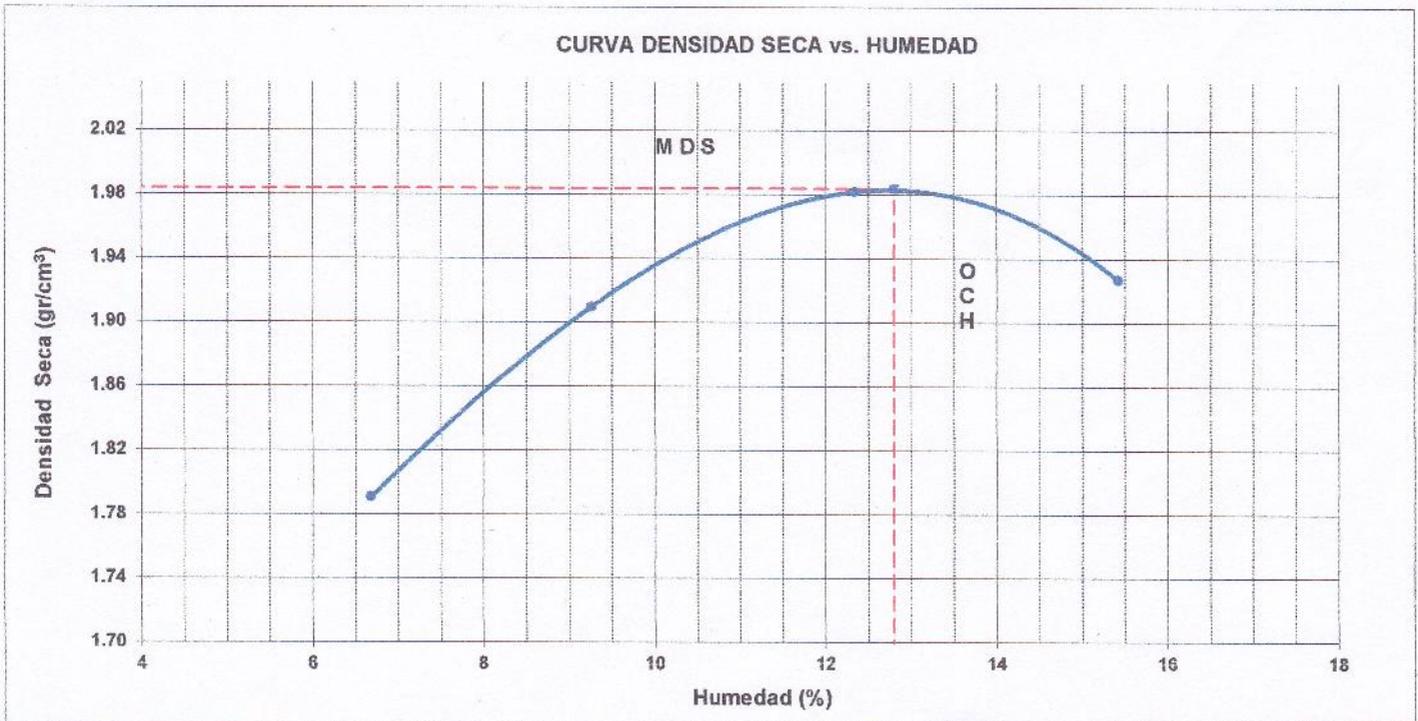
N° Informe : JCH 19-109	Fecha de Recepción : 13/10/19
SOLICITANTE : MONTENEGRO CORONEL HERNANDO / QUISPE AYALA ALEXIS	Fecha de Ejecución : 14/10/19
PROYECTO : TESIS "DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO REFORZADO CON FIBRA DE VIDIO PARA LA AV. QUINTA AVENIDA, LURIGANCHO, LIMA, 2019	Fecha de Emisión : 18/10/19
UBICACIÓN : Av. QUINTA AVENIDA, LURIGANCHO - LIMA	

Calicata : C-1	Clasificación SUCS : SM
Muestra : M-1	
Prof.(m) : 0.80-1.50	

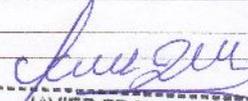
Prueba N°	COMPACTACIÓN			
	1	2	3	4
Peso del molde + Suelo compacto (gr)	3754	3920	4052	4050
Peso del Molde (gr)	1952	1952	1952	1952
Peso suelo compacto (gr)	1802	1968	2100	2098
Volumen del Molde (cm ³)	943.2	943.2	943.2	943.2
Densidad Humeda (gr/cm ³)	1.911	2.087	2.226	2.224
Densidad seca (gr/cm ³)	1.791	1.910	1.982	1.927

Tara N°	HUMEDAD			
	1	2	3	4
Tara + suelo humedo (gr)	147.8	139.4	134.9	146.0
Tara + suelo seco (gr)	139.7	129.2	122.2	128.9
Peso del agua (gr)	8.1	10.2	12.7	17.1
Peso de tara (gr)	18.5	19.0	19.3	18.0
Peso suelo seco (gr)	121.2	110.2	102.9	110.9
Contenido de humedad(%)	6.7	9.3	12.3	15.4

Maxima Densidad Seca (gr/cm ³)	1.984	(gr/cm ³)
Optimo Contenido Humedad(%)	12.8	(%)



Observaciones : La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante.	Equipo usados	Fecha Calibración
Ejecutado por : Téc. J. Ch	Bal-R31P30-N°3	Dic.-2018
	Bal-TAJ4001-N°1	Dic.-2018
	Hor-01-JCH	Dic.-2018
	Maq. Ensayo 50Kn	Dic.-2018


JAVIER FRANCISCO
ULLOA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 103687

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACIÓN

ASTM D422 - D2216 - D4318 - D2487 - D3282

MTC E 107 - E 108 - E 110 - E 111

Informe : JCH 19-109
Solicitante : MONTENEGRO CORONEL HERNANDO / QUISPE AYALA ALEXIS
Proyecto : TESIS "DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO REFORZADO CON FIBRA DE VIDIO PARA LA AV. QUINTA AVENIDA, LURIGANCHO, LIMA, 2019"
Ubicación : Av. QUINTA AVENIDA, LURIGANCHO - LIMA
Fecha : OCTUBRE.-2019

Calicata : C-2
Muestra : M-1
Prof.(m.) : 0.80-1.50

Fecha de Recepción : 16/10/2019
Fecha de Ejecución : 17/10/2019

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D422

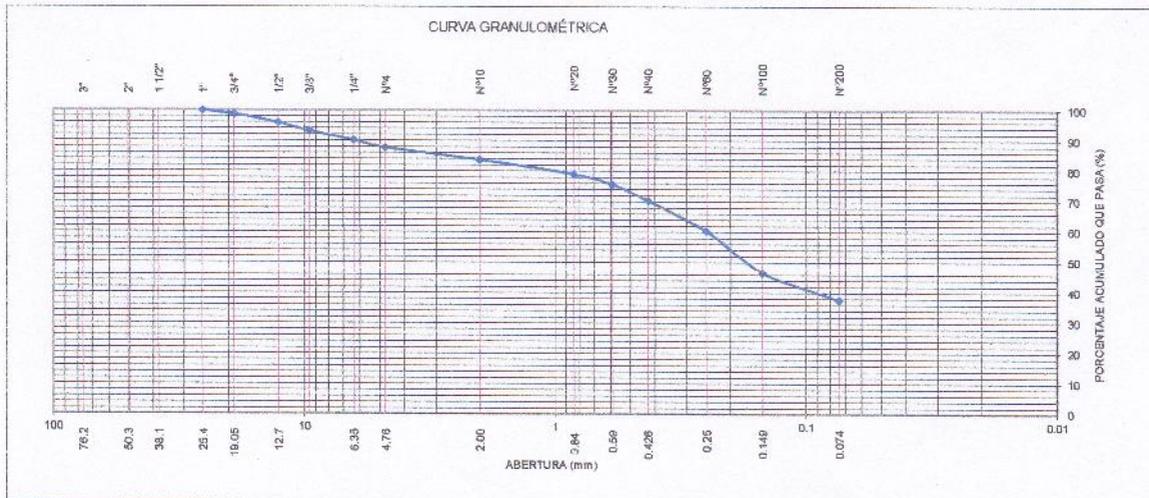
Tamiz	Abertura (mm)	(%) Parcial Retenido	(%) Acumulado	
			Retenido	Pasa
3"	76.200	-	-	
2"	50.300	-	-	
1 1/2"	38.100	-	-	
1"	25.400	-	-	100.0
3/4"	19.050	1.2	1.2	98.8
1/2"	12.700	2.8	4.0	96.0
3/8"	9.525	2.7	6.7	93.3
1/4"	6.350	3.0	9.7	90.3
Nº4	4.760	2.4	12.1	87.9
Nº10	2.000	4.0	16.1	83.9
Nº20	0.840	4.7	20.9	79.1
Nº30	0.590	3.4	24.2	75.8
Nº40	0.426	5.4	29.6	70.4
Nº60	0.250	10.0	39.5	60.5
Nº100	0.149	13.7	53.2	46.8
Nº200	0.074	9.0	62.2	37.8
- Nº200		37.8		

% Grava [Nº 4 < f < 3"]	: 12.1
% Arena [Nº 200 < f < Nº 4]	: 50.1
% Finos [< Nº 200]	: 37.8

LÍMITES DE CONSISTENCIA	
Límite Líquido (%) ASTM D-4318-05	: NP
Límite plástico (%) ASTM D-4318-05	: NP
Índice Plástico (%) ASTM D-4318-05	: NP

Contenido de Humedad ASTM D-2216-05	
Humedad (%)	: 10.6

Clasificación	
Clasificación SUCS (ASTM D2487-05)	: SM
Clasificación AASHTO (ASTM-D3282)	: A-4(0)



Observación : Muestra remitida e identificada por el Solicitante
Ejecutado por : Téc. J.Ch.

Equipos Usados

- Bal-TAJ4001-Nº1
- Hor-01-jch
- Equipo de Casagrande ELE
- Bal-SE402F-Nº2
- Bandejas de acero inoxidable
- Taras de aluminio
- Vidrio esmerilado
- Juego de tamizes ELE

Javier Ulloa Clavijo
JAVIER CLAVIJO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP Nº 18360.

**FORMATO**

Código

Q-1

ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS, ROCAS Y AGUA

Revisión

Fecha

Página

1 de 1

Informe : JCH 19-109**Solicitante** : MONTENEGRO CORONEL HERNANDO / QUISPE AYALA ALEXIS**Proyecto** : TESIS "DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO REFORZADO CON FIBRA DE VIDIO PARA LA AV. QUINTA AVENIDA, LURIGANCHO, LIMA, 2019 **Fecha de emisión** Oct.-2019**Ubicación** : AV. QUINTA AVENIDA, LURIGANCHO - LIMA**Calicata** : C-1
Muestra : M-1
Profundidad (mts) : 0.80-1.50
- : -

SALES SOLUBLES TOTALES	6153 p.p.m.
NORMA BS 1377-Part. 3 - NTP 339.152 - MTC E-219	0.615 %

SULFATOS SOLUBLES	2568 p.p.m.
NORMA AASHTO T290 - NTP 339.178	0.257 %

CONTENIDO DE CLORUROS SOLUBLES	- p.p.m.
NORMA AASHTO T291 - NTP 339.177	- %

Ph	- ph
MTC E-129	- °C

Equipos Usados

- Bal-T4J4001-N°1
- Bal-PX224/E-N°4
- Hor-01-JCH
- Ph-01-JCH
- DH-WF21.P03 (Mufia)

OBSERVACIONES:

- * Según procedimiento de ensayo se fraccionó el suelo por el tamiz N°10
- * ---
- * --

Técnico : JCH

Javier Francisco
JAVIER FRANCISCO
ULLOA CLAVINO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 19366

**FORMATO**

Código

Q-1

ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS, ROCAS Y AGUA

Revisión

Fecha

Página

1 de 1

Informe : JCH 19-109

Solicitante : MONTENEGRO CORONEL HERNANDO / QUISPE AYALA ALEXIS

Proyecto : TESIS "DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO REFORZADO CON FIBRA DE VIDIO PARA LA AV. QUINTA AVENIDA, LURIGANCHO, LIMA, 2019" **Fecha de emisión** Oct.-2019

Ubicación : Av. QUINTA AVENIDA, LURIGANCHO - LIMA

Calicata : C-2

Muestra : M-1

Profundidad (mts) : 0.80-1.50

- : -

SALES SOLUBLES TOTALES	6402	p.p.m.
NORMA BS 1377-Part. 3 - NTP 339.152 - MTC E-219	0.640	%

SULFATOS SOLUBLES	3029	p.p.m.
NORMA AASHTO T290 - NTP 339.178	0.303	%

CONTENIDO DE CLORUROS SOLUBLES	-	p.p.m.
NORMA AASHTO T291 - NTP 339.177	-	%

Ph	-	ph
MTC E-129	-	°c

Equipos Usados

- Bal-T4J4001-N°1
- Bal-PX224/E-N°4
- Hor-01-JCH
- Ph-01-JCH
- DH-WF21.P03 (Muffa)

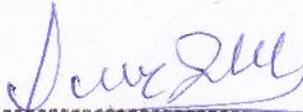
OBSERVACIONES:

* Según procedimiento de ensayo se fraccionó el suelo por el tamiz N°10

* ---

* ..

Técnico : JCH


JAVIER FRANCISCO
ULLOA CLAVIJO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 163867

	FORMULARIO	Código : —
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO	Revisión : 1
		Fecha : -
		Página : 1 de 1

GRAVEDAD ESPECIFICA DE LOS SOLIDOS

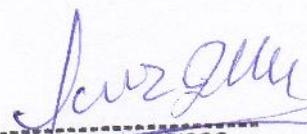
ASTM D-854, MTC E 113

N° Informe : JCH 19-109	Fecha de Recepción : 16/10/19
SOLICITANTE : MONTENEGRO CORONEL HERNANDO / QUISPE AYALA ALEXIS	Fecha de Ejecución : 17/10/19
PROYECTO : TESIS "DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO REFORZADO CON FIBRA DE VIDIO PARA LA AV. QUINTA AVENIDA, LURIGANCHO, LIMA, 2019	Fecha de Emisión : 19/10/19

UBICACIÓN : Av. QUINTA AVENIDA, LURIGANCHO - LIMA

Calicata : C-1
Muestra : M-1
Prof.(m) : 0.80-1.50

Datos	1	2
Temperatura Tx (°C)	21.4	21.5
Peso de picnómetro (gr)	125.90	97.90
Peso de la muestra seca	40.41	40.62
Peso picnómetro + muestra seca (gr)	166.31	138.52
Peso de picnómetro + agua (gr)	362.84	347.50
Peso picnómetro + muestra + agua (gr)	388.3	372.98
Verificación del peso mínimo	Ok	Ok
Peso específico T20°C	2.706	2.682
Peso específico promedio T20°C	2.694	



**JAVIER FRANCISCO
ULLOA CLAVIJO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 193667**

Observaciones : : La diferencia de los valores obtenidos cumple con lo exigido por la norma.
La muestra ha sido identificada y proporcionada por el Solicitante

Realizado : Téc. Julio Chávez

	FORMULARIO	Código : —
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO	Revisión : 1
		Fecha : -
		Página : 1 de 1

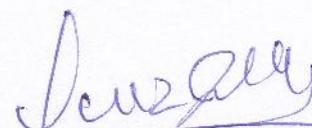
**GRAVEDAD ESPECIFICA DE LOS SOLIDOS
ASTM D-854, MTC E 113**

N° Informe : JCH 19-109	Fecha de Recepción : 16/10/19
SOLICITANTE : MONTENEGRO CORONEL HERNANDO / QUISPE AYALA ALEXIS	Fecha de Ejecución : 17/10/19
PROYECTO : TESIS "DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO REFORZADO CON FIBRA DE VIDIO PARA LA AV. QUINTA AVENIDA, LURIGANCHO, LIMA, 2019	Fecha de Emisión : 19/10/19

UBICACIÓN : Av. QUINTA AVENIDA, LURIGANCHO - LIMA

Calicata : C-2
Muestra : M-1
Prof.(m) : 0.80-1.50

Datos	1	2
Temperatura Tx (°C)	21.6	21.5
Peso de picnómetro (gr)	98.60	124.90
Peso de la muestra seca	40.53	40.30
Peso picnómetro + muestra seca (gr)	139.13	165.20
Peso de picnómetro + agua (gr)	348.19	366.85
Peso picnómetro + muestra + agua (gr)	373.8	392.23
Verificación del peso mínimo	Ok	Ok
Peso específico T20°C	2.721	2.700
Peso específico promedio T20°C	2.711	



JAVIER FRANCISCO
 ULLOA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 122257

Observaciones : La diferencia de los valores obtenidos cumple con lo exigido por la norma.
 La muestra ha sido identificada y proporcionada por el Solicitante

Realizado : Téc. Julio Chávez

	FORMULARIO	Código : D-12
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 1
		Fecha : -
		Página : 1 de 3

PRÓCTOR MODIFICADO
NTP 339.141 / ASTM D-1557

N° Informe : JCH 19-109
 SOLICITANTE : MONTENEGRO CORONEL HERNANDO / QUISPE AYALA ALEXIS
 PROYECTO : TESIS "DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO REFORZADO CON FIBRA DE VIDIO PARA LA AV. QUINTA AVENIDA, LURIGANCHO, LIMA, 2019
 UBICACIÓN : Av. QUINTA AVENIDA, LURIGANCHO - LIMA

Fecha de Recepción : 13/10/19
 Fecha de Ejecución : 14/10/19
 Fecha de Emisión : 18/10/19

Calicata : C-2
 Muestra : M-1
 Prof.(m) : 0.80-1.50

Clasificación SUCS : SM

Peso específico : -
 Metodo : A

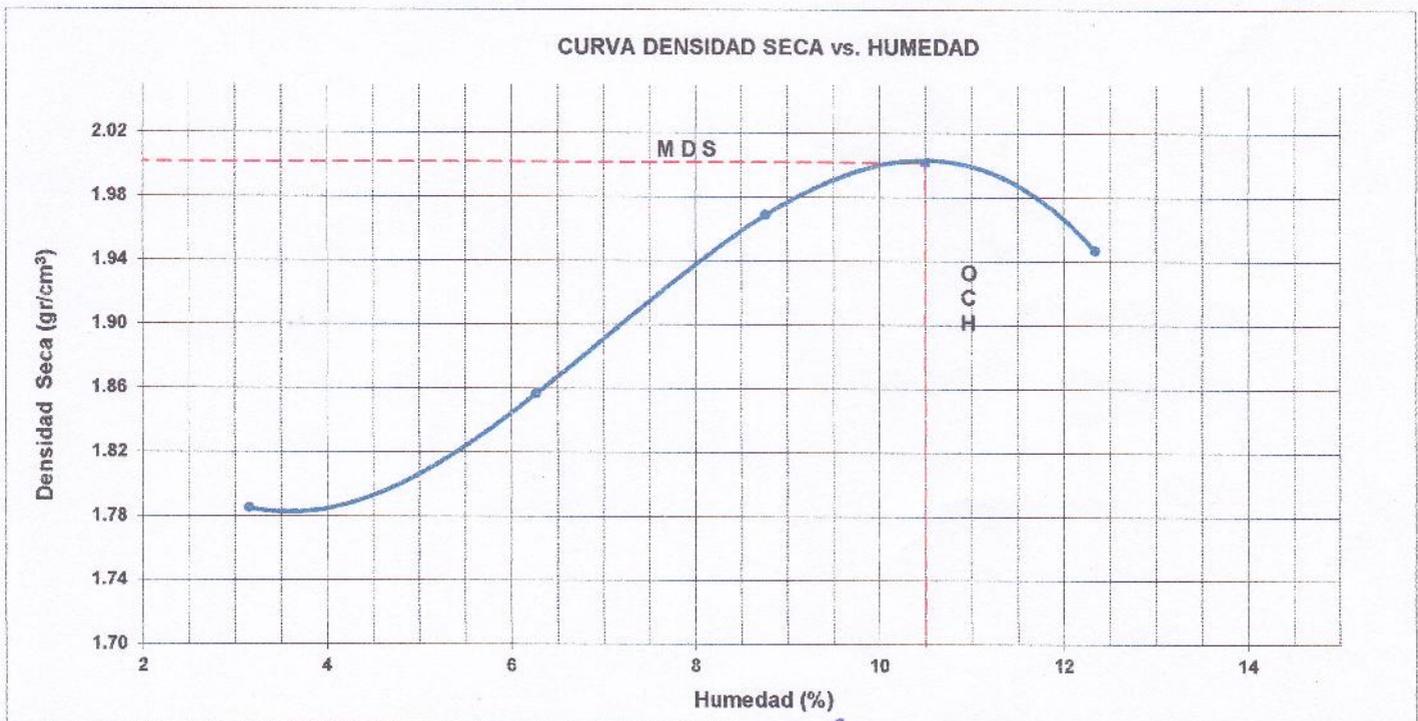
COMPACTACIÓN

Prueba N°	1	2	3	4
Peso del molde + Suelo compacto (gr)	3689	3813	3972	4015
Peso del Molde (gr)	1952	1952	1952	1952
Peso suelo compacto (gr)	1737	1861	2020	2063
Volumen del Molde (cm ³)	943.2	943.2	943.2	943.2
Densidad Humeda (gr/cm ³)	1.842	1.973	2.142	2.187
Densidad seca (gr/cm ³)	1.785	1.857	1.969	1.947

HUMEDAD

Tara N°	1	2	3	4
Tara + suelo humedo (gr)	158.5	124.9	130.9	143.3
Tara + suelo seco (gr)	154.2	118.6	121.8	129.5
Peso del agua (gr)	4.3	6.3	9.1	13.8
Peso de tara (gr)	18.0	18.1	18.0	17.7
Peso suelo seco (gr)	136.2	100.5	103.8	111.8
Contenido de humedad(%)	3.2	6.3	8.8	12.3

Maxima Densidad Seca (gr/cm³) : 2.002 (gr/cm³)
 Optimo Contenido Humedad(%) : 10.5 (%)



Observaciones : La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante.

Ejecutado por : Téc. J. Ch


JAVIER FRANCISCO
 ULLOA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 109607

Equipo usados	Fecha Calibración
Bal-R31P30-N°3	Dic.-2018
Bal-TAJ4001-N°1	Dic.-2018
Hor-01-JCH	Dic.-2018
Maq. Ensayo 50Kn	Dic.-2018

**CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)
NTP 339.145 / ASTM D-1883**

Nº Informe : JCH 19-109	Fecha de Recepción : 13/10/19
SOLICITANTE : MONTENEGRO CORONEL HERNANDO / QUISPE AYALA ALEXIS	Fecha de Ejecución : 14/10/19
PROYECTO : TESIS "DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO REFORZADO CON FIBRA DE VIDIO PARA LA AV. QUINTA AVENIDA, LURIGANCHO, LIMA, 2019	Fecha de Emisión : 18/10/19
UBICACIÓN : Av. QUINTA AVENIDA, LURIGANCHO - LIMA	

Calicata : C-1	Clasificación SUCS : SM
Muestra : M-1	
Prof.(m) : 0.80-1.50	
MDS (gr/cm3) : 1.984	
OCH (%) : 12.8	

COMPACTACIÓN

Nº molde	D-2		C-3		A-1	
	56		25		10	
Nº de golpes por capa						
Condición de la muestra	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado
Peso del molde + Suelo compacto (gr)	11144	11366	12907	13189	12022	12242
Peso del Molde (gr)	6422	6422	8390	8390	7701	7701
Peso suelo compacto (gr)	4722	4944	4517	4799	4321	4541
Volumen del Molde (cm3)	2110	2110	2118	2118	2136	2136
Densidad Humeda (gr/cm3)	2.237	2.343	2.133	2.266	2.023	2.126
Densidad seca (gr/cm3)	1.984	2.067	1.891	1.987	1.793	1.849

HUMEDAD

Tara Nº	1	2	3	4	5	6
Tara + suelo humedo (gr)	317.0	418.0	422.2	398.9	431.0	451.3
Tara + suelo seco (gr)	290.9	378.0	380.2	355.0	388.9	399.8
Peso del agua (gr)	26.1	40.0	42.0	43.9	42.1	51.5
Peso de tara (gr)	86.4	78.5	52.2	42.5	60.2	55.5
Peso suelo seco (gr)	204.5	299.5	328.0	312.5	328.7	344.3
Contenido de humedad(%)	12.8	13.4	12.8	14.0	12.8	15.0

EXPANSIÓN

FECHA	T	HORA	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
04.09.2019	0	8:06:00 a. m.	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
05.09.2019	24	8:07:00 a. m.	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
06.09.2019	48	8:05:00 a. m.	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
07.09.2019	72	8:06:00 a. m.	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
08.09.2019	96	8:04:00 a. m.	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN (pulg)	CARGA ESTÁNDAR Lb/pulg2	MOLDE Nº CARGA Lb/pulg2	D-2		MOLDE Nº CARGA Lb/pulg2	C-3		MOLDE Nº CARGA Lb/pulg2	A-1	
			CORRECCIÓN			CORRECCIÓN			CORRECCIÓN	
			Lb pulg2	CBR (%)		Lb pulg2	CBR (%)		Lb pulg2	CBR (%)
0.000		0			0			0		
0.025		13.2			21.4			5.3		
0.050		28.6			46.6			11.5		
0.075		74.2			84.5			29.7		
0.100	1000	139.5	252.0	25.2	156.4	175.6	17.6	55.8	100.9	10.1
0.125		207.1			208.8			82.8		
0.150		271.0			239.9			108.4		
0.175		333.4			262.2			133.4		
0.200		391.4			281.6			156.6		
0.300		544.9			363.2			218.0		
0.400		682.9			476.8			273.2		
0.500		743.1			539.0			297.3		

Observaciones : La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante.

Ejecutado por : Téc. J. Ch

Equipo usados	Fecha Calibración
Bal-R31P30-Nº3	Dic.-2018
Bal-TAJ4001-Nº1	Dic.-2018
Hor-01-JCH	Dic.-2018
Maq. Ensayo 50Kn	Dic.-2018

**JAVIER FRANCISCO
ULLOA CLAVIJO
INGENIERO CIVIL**

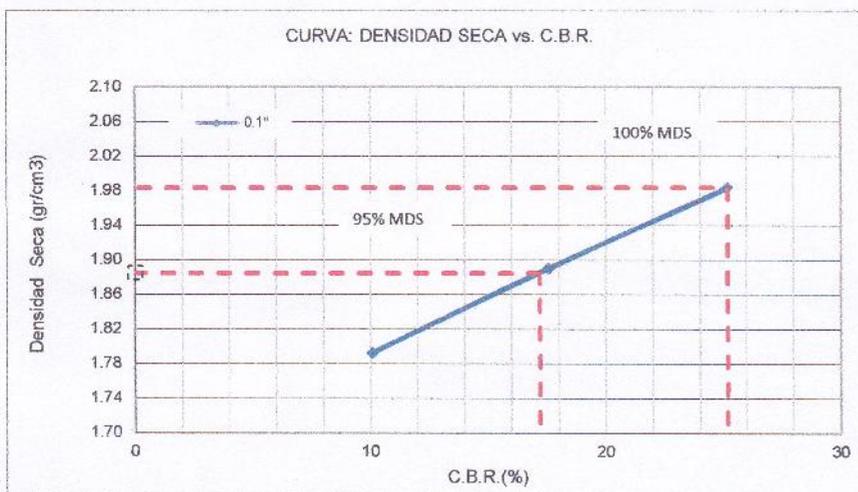
CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)
 NTP 339.145 / ASTM D-1883

Nº Informe : JCH 19-109
 SOLICITANTE : MONTENEGRO CORONEL HERNANDO / QUISPE AYALA ALEXIS
 PROYECTO : TESIS "DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO REFORZADO CON FIBRA DE VIDIO PARA LA AV. QUINTA AVENIDA, LURIGANCHO, LIMA, 2019

Fecha de Recepción : 13/10/19
 Fecha de Ejecución : 14/10/19
 Fecha de Emisión : 18/10/19

UBICACIÓN : Av. QUINTA AVENIDA, LURIGANCHO - LIMA

Calicata : C-1
 Muestra : M-1
 Prof.(m) : 0.80-1.50



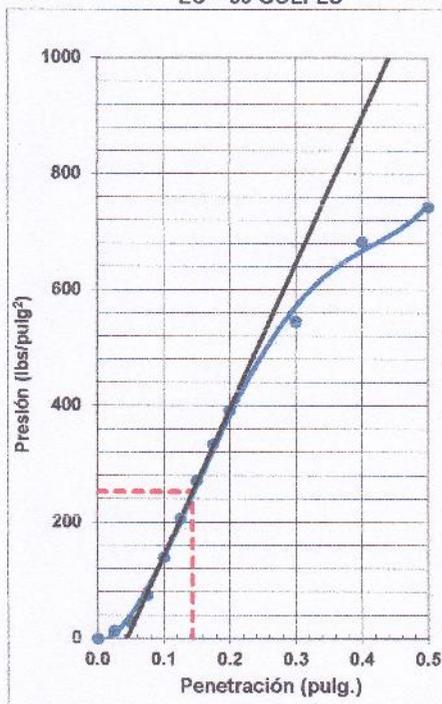
Clasificación SUCS : SM

MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 1.984
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 12.8
 95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 1.885

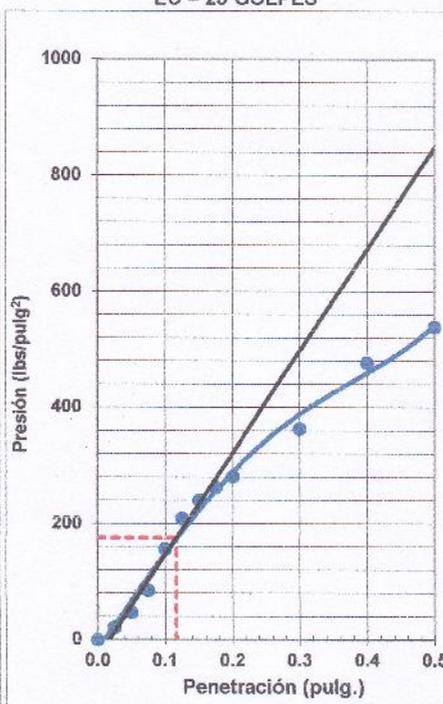
RESULTADOS:

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	: 25.2
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	: 17.2

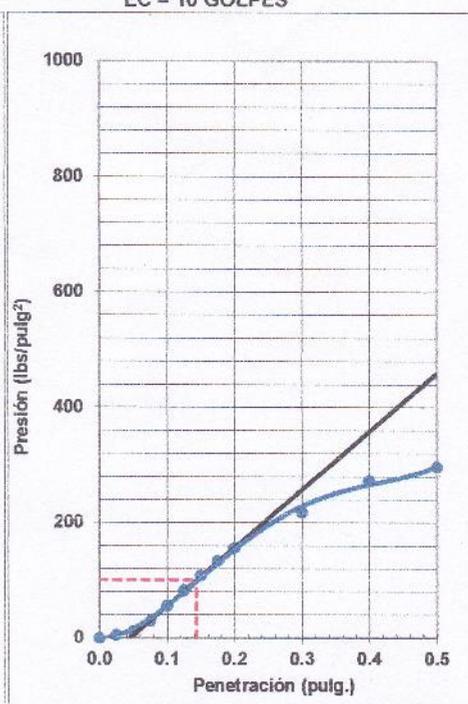
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 10 GOLPES



Observaciones : La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante.

Ejecutado por : Téc. J. Ch

Javier Francisco Ulloa Clavijo
 JAVIER FRANCISCO
 ULLOA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL

Equipo usados	Fecha Calibración
Bal-R31P30-Nº3	Dic.-2018
Bal-TAJ4001-Nº1	Dic.-2018
Hor-01-JCH	Dic.-2018
Maq. Ensayo 50Kn	Dic.-2018

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACIÓN

ASTM D422 - D2216 - D4318 - D2487 - D3282
 MTC E 107 - E 108 - E 110 - E 111

Informe : JCH 19-109
Solicitante : MONTENEGRO CORONEL HERNANDO / QUISPE AYALA ALEXIS
Proyecto : TESIS "DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO REFORZADO CON FIBRA DE VIDIO PARA LA AV. QUINTA AVENIDA, LURIGANCHO, LIMA, 2019
Ubicación : Av. QUINTA AVENIDA, LURIGANCHO - LIMA
Fecha : OCTUBRE.-2019

Calicata : C-1
Muestra : M-1
Prof.(m.) : 0.80-1.50
Fecha de Recepción : 16/10/2019
Fecha de Ejecución : 17/10/2019

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D422

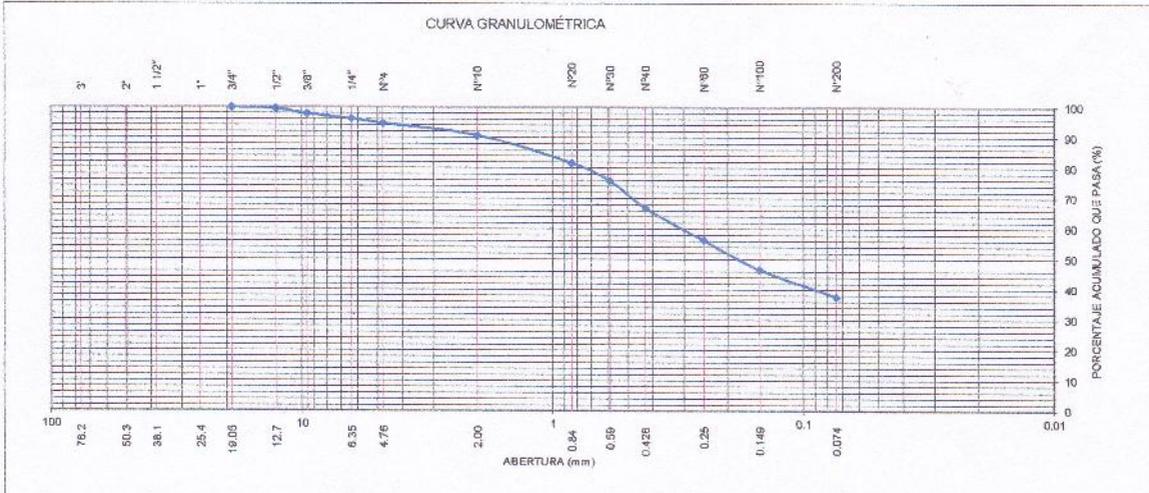
Tamiz	Abertura (mm)	(%) Parcial Retenido	(%) Acumulado	
			Retenido	Pasa
3"	76.200	-	-	
2"	50.300	-	-	
1 1/2"	38.100	-	-	
1"	25.400	-	-	
3/4"	19.050	-	-	100.0
1/2"	12.700	0.4	0.4	99.6
3/8"	9.525	1.7	2.1	97.9
1/4"	6.350	1.6	3.7	96.3
Nº4	4.760	1.5	5.2	94.8
Nº10	2.000	4.0	9.2	90.8
Nº20	0.840	9.0	18.1	81.9
Nº30	0.590	5.9	24.0	76.0
Nº40	0.426	9.0	33.0	67.0
Nº60	0.250	10.6	43.6	56.4
Nº100	0.149	9.7	53.3	46.7
Nº200	0.074	8.9	62.2	37.8
- Nº200		37.8		

% Grava [Nº 4 < f < 3"]	: 5.2
% Arena [Nº 200 < f < Nº 4]	: 57.0
% Finos [< Nº 200]	: 37.8

LÍMITES DE CONSISTENCIA	
Límite Líquido (%) ASTM D-4318-05	: NP
Límite plástico (%) ASTM D-4318-05	: NP
Índice Plástico (%) ASTM D-4318-05	: NP

Contenido de Humedad ASTM D-2216-05	
Humedad (%)	: 13.9

Clasificación	
Clasificación SUCS (ASTM D2487-05)	: SM
Clasificación AASHTO (ASTM-D3282)	: A-4(0)



Observacion : Muestra remitida e identificada por el Solicitante
Ejecutado por : Téc. J.Ch.

- Equipos Usados**
- Bal-TAJ4001-Nº1
 - Hor-01-jch
 - Equipo de Casagrande ELE
 - Bal-SE402F-Nº2
 - Bandejas de acero inoxidable
 - Taras de aluminio
 - Vidrio esmerilado
 - Juego de tamizes ELE

Javier Francisco Ulloa Clavijo
JAVIER FRANCISCO ULLOA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP Nº 193667



FORMULARIO	Código : D-12
INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 1
	Fecha : -
	Página : 1 de 3

**CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)
NTP 339.145 / ASTM D-1883**

Nº Informe : JCH 19-109	Fecha de Recepción : 13/10/19
SOLICITANTE : MONTENEGRO CORONEL HERNANDO / QUISPE AYALA ALEXIS	Fecha de Ejecución : 14/10/19
PROYECTO : TESIS "DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO REFORZADO CON FIBRA DE VIDIO PARA LA AV. QUINTA AVENIDA, LURIGANCHO, LIMA, 2019	Fecha de Emisión : 18/10/19
UBICACIÓN : Av. QUINTA AVENIDA, LURIGANCHO - LIMA	

Calicata : C-2	Clasificación SUCS : SM
Muestra : M-1	
Prof.(m) : 0.80-1.50	
MDS (gr/cm3) : 2.002	
OCH (%) : 10.5	

COMPACTACIÓN

Nº molde	A-6		D-1		A-2	
	56		25		10	
Nº de golpes por capa	56		25		10	
Condición de la muestra	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado
Peso del molde + Suelo compacto (gr)	12530	12682	11108	11252	12232	12488
Peso del Molde (gr)	7793	7793	6600	6600	7910	7910
Peso suelo compacto (gr)	4737	4889	4508	4652	4322	4578
Volúmen del Molde (cm3)	2142	2142	2121	2121	2129	2129
Densidad Humeda (gr/cm3)	2.212	2.283	2.125	2.193	2.030	2.151
Densidad seca (gr/cm3)	2.002	2.041	1.923	1.946	1.837	1.901

HUMEDAD

Tara Nº	1	2	3	4	5	6
Tara + suelo humedo (gr)	351.5	553.3	506.3	555.0	570.5	551.0
Tara + suelo seco (gr)	326.0	502.3	465.4	500.1	522.0	496.2
Peso del agua (gr)	25.5	51.0	40.9	54.9	48.5	54.8
Peso de tara (gr)	83.1	72.2	76.6	86.6	60.2	78.5
Peso suelo seco (gr)	242.9	430.1	388.8	433.5	461.8	417.7
Contenido de humedad(%)	10.5	11.9	10.5	12.7	10.5	13.1

EXPANSIÓN

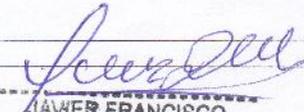
FECHA	T	HORA	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
04.09.2019	0	8:06:00 a. m.	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
05.09.2019	24	8:07:00 a. m.	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
06.09.2019	48	8:05:00 a. m.	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
07.09.2019	72	8:06:00 a. m.	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
08.09.2019	96	8:04:00 a. m.	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN (pulg)	CARGA ESTÁNDAR Lb/pulg2	MOLDE Nº CARGA Lb/pulg2	A-6		MOLDE Nº CARGA Lb/pulg2	D-1		MOLDE Nº CARGA Lb/pulg2	A-2	
			CORRECCIÓN			CORRECCIÓN			CORRECCIÓN	
			Lb pulg2	CBR (%)		Lb pulg2	CBR (%)		Lb pulg2	CBR (%)
0.000		0			0			0		
0.025		58.1			27.9			17.7		
0.050		126.7			58.3			32.9		
0.075		203.2			119.1			55.7		
0.100	1000	292.9	273.1	27.3	177.3	206.1	20.6	76.0	73.6	7.4
0.125		356.3			225.5			96.3		
0.150		415.6			273.6			111.5		
0.175		464.5			316.7			124.1		
0.200		521.2			352.1			139.3		
0.300		654.5			476.3			190.0		
0.400		799.6			587.8			250.8		
0.500		956.6			709.4			321.7		

Observaciones : La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante.

Ejecutado por : Téc. J. Ch


JÁVER FRANCISCO ULLOA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP Nº 193667

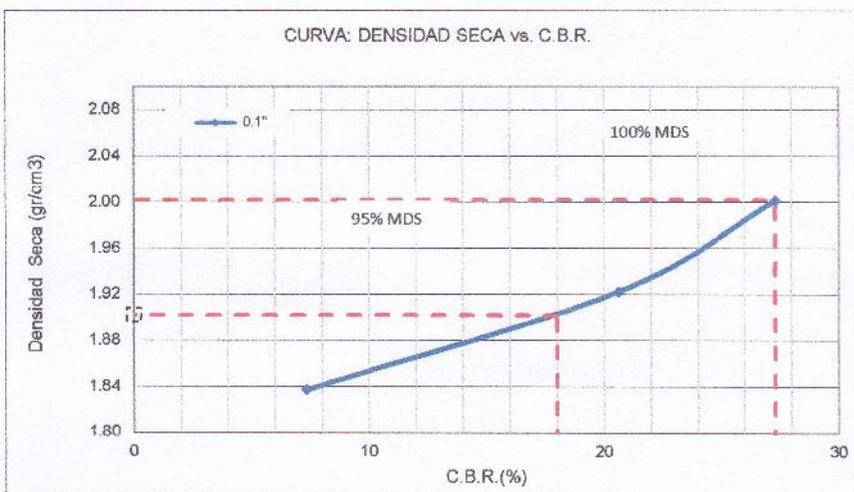
Equipo usados	Fecha Calibración
Bal-R31P30-Nº3	Dic.-2018
Bal-TAJ4001-Nº1	Dic.-2018
Hor-01-JCH	Dic.-2018
Maq. Ensayo 50Kn	Dic.-2018

**CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)
 NTP 339.145 / ASTM D-1883**

N° Informe : JCH 19-109
 SOLICITANTE : MONTENEGRO CORONEL HERNANDO / QUISPE AYALA ALEXIS
 PROYECTO : TESIS "DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO REFORZADO CON FIBRA DE VIDIO PARA LA AV. QUINTA AVENIDA, LURIGANCHO, LIMA, 2019
 UBICACIÓN : Av. QUINTA AVENIDA, LURIGANCHO - LIMA

Fecha de Recepción : 13/10/19
 Fecha de Ejecución : 14/10/19
 Fecha de Emisión : 18/10/19

Calicata : C-2
 Muestra : M-1
 Prof.(m) : 0.80-1.50

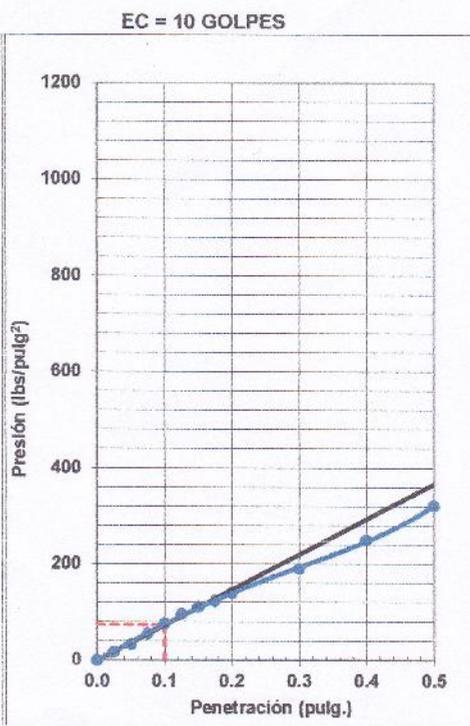
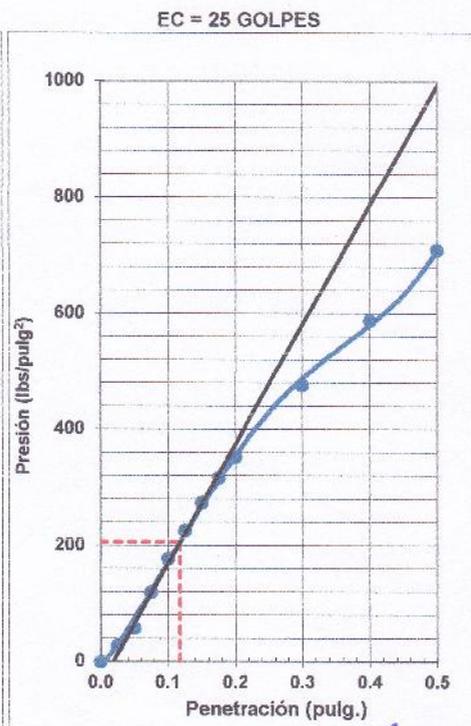
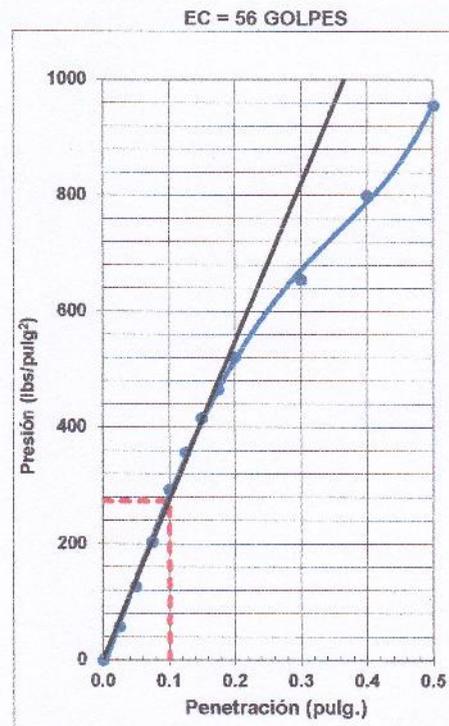


Clasificación SUCS : SM

MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.002
 ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 10.5
 95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³) : 1.902

RESULTADOS:

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	: 27.3
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	: 18.0



Observaciones : La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante.
 Ejecutado por : Téc. J. Ch

Javier Francisco Ulloa Clavijo
**JAVIER FRANCISCO
 ULLOA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667**

Equipo usados	Fecha Calibración
Bal-R31P30-N°3	Dic.-2018
Bal-TAJ4001-N°1	Dic.-2018
Hor-01-JCH	Dic.-2018
Maq. Ensayo 50Kn	Dic.-2018

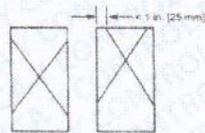
ANEXO DE CERTIFICADOS DE ENSAYOS DE CONCRETO

	INFORME	Código	AE-FO-101
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1

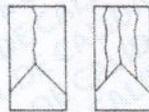
PROYECTO	: Diseño de pavimento rígido reforzado con fibra de vidrio en la Av. Quinta Avenida Lurigancho, Lima 2019	REGISTRO N°:	IGC19-LEM-485-10
SOLICITANTE	: Alexis Ruben Quispe Ayala / Hernando Magober Montenegro Coronel	REALIZADO POR :	C. Amaringo
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---	REVISADO POR :	J. Gutiérrez
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Lurigancho, Lima	FECHA DE ENSAYO :	19/11/19
FECHA DE EMISIÓN	: 19/11/19	TURNO :	Diuino
Tipo de muestra	: Concreto endurecido		
Presentación	: Especímenes cilíndricos 4" x 8"		
F'c de diseño	: 350 kg/cm2		

Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens ASTM C39/C39M-18

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	ALTURA (cm)	TIPO DE FALLA	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	FUERZA MÁXIMA (kg)	ESFUERZO	% F'c
Patrón	05/11/19	19/11/19	14	9.91	20	2	2.02	22290.0	289 kg/cm2	82.6%
Patrón	05/11/19	19/11/19	14	10.1	20	2	1.98	23859.9	298 kg/cm2	85.1%
Diseño 0.9% Fibra de Vidrio	05/11/19	19/11/19	14	10.4	20	1	1.92	30373.3	358 kg/cm2	102.2%
Diseño 0.9% Fibra de Vidrio	05/11/19	19/11/19	14	10.3	20	2	1.94	32918.4	395 kg/cm2	112.9%
Diseño 0.45% Fibra de Vidrio	05/11/19	19/11/19	14	10.1	20	3	1.98	33171.0	414 kg/cm2	118.3%
Diseño 0.45% Fibra de Vidrio	05/11/19	19/11/19	14	9.9	20	1	2.02	31821.3	413 kg/cm2	118.1%



Tipo 1
Conos razonablemente bien formados en ambos extremos, fisuras a través de los cabezales de menos de 1 in [25 mm]



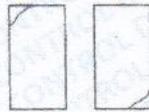
Tipo 2
Conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, como no bien definido en el otro extremo



Tipo 3
Fisuras verticales escuadradas a través de ambos extremos, conos no bien formados.



Tipo 4
Fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos; golpee suavemente con un martillo para distinguirla del Tipo 1



Tipo 5
Fracturas en los lados en las partes superior e inferior (ocurre comúnmente con cabezales no adheridos)



Tipo 6
Similar a Tipo 5 pero el extremo del cilindro es puntagudo

8.2 If the specimen length to diameter ratio is 1.75 or less, correct the result obtained in 8.1 by multiplying by the appropriate correction factor shown in the following table Note 11:

L/D	1.75	1.50	1.25	1.00
Factor	0.98	0.96	0.93	0.87

Use interpolation to determine correction factors for L/D values between those given in the table.

Fuente: ASTM C39

Coefficient of Variation ^a	Acceptable Range ^a of Individual Cylinder Strengths	
	2 cylinders	3 cylinders
6 by 12 in. [150 by 300 mm]	Laboratory conditions	7.8 %
	Field conditions	9.5 %
4 by 8 in. [100 by 200 mm]	Laboratory conditions	10.6 %

Fuente: ASTM C39

FIG. 2 Esquema de los Modelos de Fractura Típicos

Fuente: ASTM C39

OBSERVACIONES:

- * Muestras elaboradas y curadas por el solicitante
- * Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo
- * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 195029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

 INGEOCONTROL <small>INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD</small>	INFORME	Código	AE-FO-101
	DETERMINACIÓN DEL PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DE LOS AGREGADOS ASTM C29 / C29M - 17a	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1

Proyecto	: Diseño de pavimento rígido reforzado con fibra de vidrio en la Av. Quinta Avenida Lurigancho, Lima- 2019	Registro N°: IGC19-LEM-485-06
Solicitante	: Alexis Ruben Quispe Ayala / Hernando Magober Montenegro Coronel	Muestreado por : Solicitante
Atención		Ensayado por : C. Amaringo
Ubicación de Proyecto	: Lurigancho, Lima	Fecha de Ensayo: 29/10/19
Material	: Agregado Fino	Turno: Diurno
Código de Muestra	: ---	
Procedencia	: Cantera Trapiche	
N° de Muestra	: ---	
Progresiva	: ---	

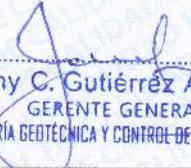
PESO UNITARIO SUELTO

IDENTIFICACIÓN	1	2	PROMEDIO
Peso de molde (kg)	6.282	6.282	
Volumen de molde (m3)	0.0021270	0.0021270	
Peso de molde + muestra suelta (kg)	9.587	9.614	
Peso de muestra suelta (kg)	3.305	3.332	
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m3)	1554	1587	1560

PESO UNITARIO COMPACTADO

IDENTIFICACIÓN	1	2	PROMEDIO
Peso de molde (kg)	6.282	6.282	
Volumen de molde (m3)	0.0021270	0.0021270	
Peso de molde + muestra suelta (kg)	9.981	9.965	
Peso de muestra suelta (kg)	3.699	3.683	
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m3)	1739	1732	1735


INGEOCONTROL
INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemi C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

	INFORME	Código	AE-FO-101
	DETERMINACIÓN DEL PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DE LOS AGREGADOS ASTM C29 / C29M - 17a	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1

Proyecto	: Diseño de pavimento rígido reforzado con fibra de vidrio en la Av. Quinta Avenida Lurigancho, Lima- 2019	Registro N°:	IGC19-LEM-485-05
Solicitante	: Alexis Ruben Quispe Ayala / Hernando Magober Montenegro Coronel	Muestreado por :	Solicitante
Atención		Ensayado por :	C. Amaringo
Ubicación de Proyecto	: Lurigancho, Lima	Fecha de Ensayo:	29/10/19
Material	: Agregado Grueso	Turno:	Diurno
Código de Muestra	: ---		
Procedencia	: Cantera Patapo La Victoria		
N° de Muestra	: ---		
Progresiva	: ---		

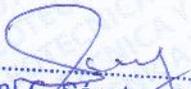
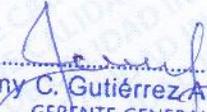
PESO UNITARIO SUELTO

IDENTIFICACIÓN	1	2	PROMEDIO
Peso de molde (kg)	2.358	2.358	
Volumen de molde (m3)	0.007111	0.007111	
Peso de molde + muestra suelta (kg)	12.756	12.694	
Peso de muestra suelta (kg)	10.398	10.336	
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m3)	1462	1454	

PESO UNITARIO COMPACTADO

IDENTIFICACIÓN	1	2	PROMEDIO
Peso de molde (kg)	2.358	2.358	
Volumen de molde (m3)	0.007111	0.007111	
Peso de molde + muestra suelta (kg)	13.542	13.612	
Peso de muestra suelta (kg)	11.184	11.254	
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m3)	1573	1583	

INGEOCONTROL
INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemi C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

	INFORME	Código	AE-FO-124
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL ESFUERZO A LA TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL - MÉTODO BRASILEIRO	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1

PROYECTO : Diseño de pavimento rígido reforzado con fibra de vidrio en la Av. Quinta Avenida Lurigancho, Lima 2019
SOLICITANTE : Alexis Ruben Quispe Ayala / Hernando Magober Montenegro Coronel
CÓDIGO DE PROYECTO : ---
UBICACIÓN DE PROYECTO : Lurigancho, Lima
FECHA DE EMISIÓN : 04/12/19

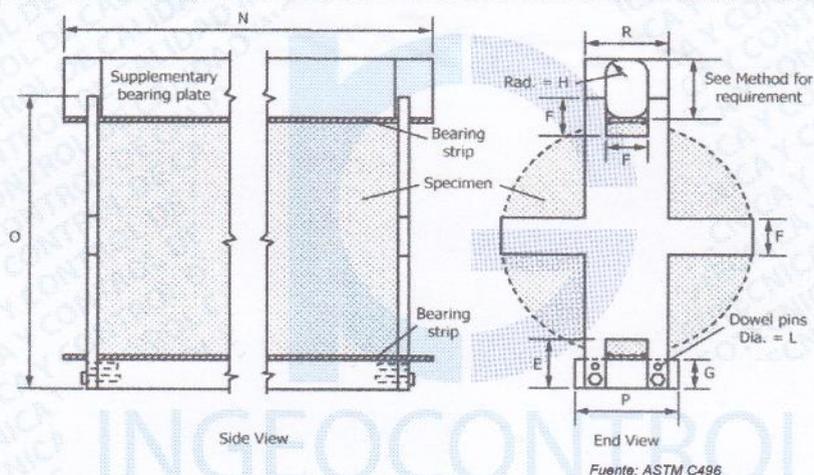
REGISTRO N°: IGC19-LEM-485-13

REALIZADO POR : J. Torres
REVISADO POR : J. Gutiérrez
FECHA DE ENSAYO : 03/12/19
TURNO : Diurno

Tipo de muestra : Concreto endurecido
Presentación : Especímenes cilíndricos 4" x 8"
F'c de diseño : 210 kg/cm2

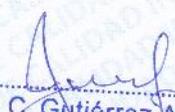
**Standard Test Method for Splitting Tensile Strength of Cylindrical Concrete Specimens
 ASTM C496/C496M-17**

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	LONGITUD (cm)	DIAMETRO (cm)	FUERZA MÁXIMA (kg)	TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL
CONCRETO PATRON	05/11/19	03/12/19	28 días	20	10.1	7631.6	24.1 kg/cm2
CONCRETO PATRON	05/11/19	03/12/19	28 días	20	10.11	7761.2	24.4 kg/cm2
Diseño 0.9% Fibra de Vidrio	05/11/19	03/12/19	28 días	20	10.12	7924.6	24.9 kg/cm2
Diseño 0.9% Fibra de Vidrio	05/11/19	03/12/19	28 días	20	10.14	7812.4	24.5 kg/cm2
Diseño 0.45% Fibra de Vidrio	05/11/19	03/12/19	28 días	20	10.11	8021.3	25.3 kg/cm2
Diseño 0.45% Fibra de Vidrio	05/11/19	03/12/19	28 días	20	10.11	7912.4	24.9 kg/cm2



OBSERVACIONES:

- * Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- * Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo
- * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

PROYECTO : Diseño de pavimento rígido reforzado con fibra de vidrio en la Av. Quinta Avenida Lurigancho, Lima 2019

SOLICITANTE : Alexis Ruben Quispe Ayala / Hernando Magober Montenegro Coronel

CÓDIGO DE PROYECTO : ---

UBICACIÓN DE PROYECTO : Lurigancho, Lima

FECHA DE EMISIÓN : 04/12/19

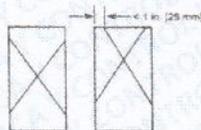
REGISTRO N°: IGC19-LEM-485-11

REALIZADO POR : C. Amaringo
REVISADO POR : J. Gutiérrez
FECHA DE ENSAYO : 03/12/19
TURNO : Diurno

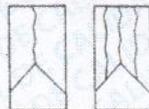
Tipo de muestra : Concreto endurecido
Presentación : Especímenes cilíndricos 4" x 8"
F'c de diseño : 350 kg/cm2

**Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens
ASTM C39/C39M-18**

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	ALTURA (cm)	TIPO DE FALLA	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	FUERZA MÁXIMA (kg)	ESFUERZO	% F'c
Patrón	05/11/19	03/12/19	28	9.98	20	2	2.00	30505.8	390 kg/cm2	111.4%
Patrón	05/11/19	03/12/19	28	9.96	20	2	2.01	29145.6	374 kg/cm2	106.9%
Diseño 0.9% Fibra de Vidrio	05/11/19	03/12/19	28	9.94	20	3	2.01	33615.8	433 kg/cm2	123.8%
Diseño 0.9% Fibra de Vidrio	05/11/19	03/12/19	28	9.98	20	6	2.00	33821.3	432 kg/cm2	123.5%
Diseño 0.45% Fibra de Vidrio	05/11/19	03/12/19	28	9.98	20	2	2.00	31458.3	402 kg/cm2	114.9%
Diseño 0.45% Fibra de Vidrio	05/11/19	03/12/19	28	10.01	20	3	2.00	32178.6	409 kg/cm2	116.8%



Tipo 1
Concreto razonablemente bien formado en ambos extremos, fisuras a través de los cabezales de menos de 1 in (25 mm)



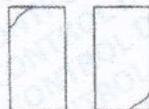
Tipo 2
Conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, como no bien definido en el otro extremo



Tipo 3
Fisuras verticales encolumadas a través de ambos extremos, como no bien formados



Tipo 4
Fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos; golpee suavemente con un martillo para distinguirla del Tipo 1



Tipo 5
Fracturas en los lados en las partes superior e inferior (ocurre comúnmente con cabezales no adheridos)



Tipo 6
Similar a Tipo 5 pero el extremo del cilindro es puntagudo

8.2 If the specimen length to diameter ratio is 1.75 or less, correct the result obtained in 8.1 by multiplying by the appropriate correction factor shown in the following table Note 1F:

L/D	1.75	1.50	1.25	1.00
Factor	0.98	0.96	0.93	0.87

Use interpolation to determine correction factors for L/D values between those given in the table.

Fuente: ASTM C39

Coefficient of Variation ^a	Acceptable Range ^a of Individual Cylinder Strengths			
	2 cylinders	3 cylinders		
6 by 12 in [150 by 300 mm]	Laboratory conditions	2.4 %	6.6 %	7.8 %
	Field conditions	2.9 %	8.0 %	9.5 %
4 by 8 in [100 by 200 mm]	Laboratory conditions	3.2 %	9.0 %	10.6 %

Fuente: ASTM C39

FIG. 2 Esquema de los Modelos de Fractura Típicos

Fuente: ASTM C39

OBSERVACIONES:

- * Muestras elaboradas y curadas por el solicitante
- * Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo
- * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma: Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C	Nombre y firma: Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C

PROYECTO : Diseño de pavimento rígido reforzado con fibra de vidrio en la Av. Quinta Avenida Lurigancho, Lima 2019 REGISTRO N°: IGC18-LEM-485-08

SOLICITANTE : Alexis Ruben Quispe Ayala / Hernando Magober Montenegro Coronel REALIZADO POR : R. Leyva

ATENCIÓN : Alexis Ruben Quispe Ayala / Hernando Magober Montenegro Coronel REVISADO POR : J. Gutiérrez

UBICACIÓN DE PROYECTO : Lurigancho, Lima FECHA DE ELABORACIÓN : 05/11/19

Agregado : Ag. Grueso / Ag. Fino F'c de diseño: 350 kg/cm2

Procedencia : Cantera Trapiche Asentamiento: 4" - 5"

Cemento : Cemento Sol tipo 1 Código de mezcla: F. VIDRIO 0.45%

1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA

F'cr = 448

2. RELACIÓN AGUA CEMENTO

R a/c = 0.42

R a/c'e = No aplica

3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA

Agua = 225 L

4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO

Aire = 1.5%

5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO

Cemento = 540 kg = 12.7 Bolsas x m³

6. ADICIONES

Adición mineral = No aplica

7. FIBRAS

Fibras de Vidrio = 2.430 kg = 0.45%

8. ADITIVOS

Aditivo = No aplica

9. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS

INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO
Cemento Sol tipo 1	3150 kg/m ³	0.1714 m ³
Agua	1000 kg/m ³	0.2250 m ³
Aire atrapado = 1.5%	---	0.0150 m ³
Adición mineral	No aplica	0.0000 m ³
Aditivo	No aplica	0.0000 m ³
Agregado grueso	2540 kg/m ³	0.3002 m ³
Agregado fino	2869 kg/m ³	0.2884 m ³
Volumen de pasta		0.4114 m ³
Volumen de agregados		0.5886 m ³

	HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P.U. SUELTO	P.U. COMPACTADO	TMN
Agregado grueso	0.40%	1.00%	9.01	1390	1553	1"
Agregado fino	1.65%	1.30%	3.12	1580	1735	---

10. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS

Agregado grueso 51.0% = 0.3002 m³ = 762 kg
 Agregado fino 49.0% = 0.2884 m³ = 770 kg

14. RESUMEN DE PROPORCIONES EN PESO

COMPONENTE	PESO SECO	PESO HÚMEDO
Cemento Sol tipo 1	540 kg	540 kg
Adición mineral	0.0 kg	0.0 kg
Aditivo	0.0 kg	0.0 kg
Fibras de Vidrio	2.430 kg	2.430 kg
Agua	225 L	227 L
Agregado grueso	762 kg	765 kg
Agregado fino	770 kg	782 kg
PUT		2317 kg

11. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD

Agregado grueso 765 kg
 Agregado fino 782 kg

12. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD

Agua 227 L

15. TANDA DE PRUEBA MÍNIMA

0.046 m³

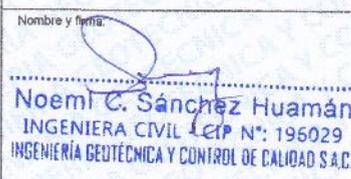
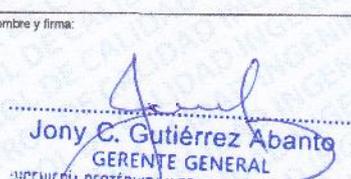
COMPONENTE	PESO HÚMEDO
Cemento Sol tipo 1	24.842 kg
Adición mineral	0 kg
Aditivo	0 mL
Fibras de Vidrio	111.8 g
Agua	10.437 L
Agregado grueso	35.211 kg
Agregado fino	35.991 kg
Slump obtenido	3 3/4"

13. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA

CEM A.F. A.G. ADICIONES ADITIVO AGUA FIBRAS
 1 : 1.4 : 1.5 : 0.0 kg : 0 mL : 17.9 L : 0.2 g

OBSERVACIONES:

- * Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- * Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de INGEOCONTROL
- * Los valores presentados en el presente diseño pueden variar ligeramente en obra por cambios en la granulometría del agregado, correcciones por humedad y absorción, la limpieza de los agregados, el cambio de tipo de cemento y/o proporción de aditivo.

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemi C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL Licp N°: 195029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO - DISEÑO COMPROBADO
REFERENCIA ACI 211

PROYECTO : Diseño de pavimento rígido reforzado con fibra de vidrio en la Av. Quinta Avenida Lurigancho, Lima 2019 REGISTRO N°: IGC18-LEM-485-09

SOLICITANTE : Alexis Ruben Quispe Ayala / Hernando Magober Montenegro Coronel REALIZADO POR : R. Leyva

ATENCIÓN : Alexis Ruben Quispe Ayala / Hernando Magober Montenegro Coronel REVISADO POR : J. Gutiérrez

UBICACIÓN DE PROYECTO : Lurigancho, Lima FECHA DE ELABORACIÓN : 05/11/19

Agregado : Ag. Grueso / Ag. Fino F'c de diseño: 350 kg/cm2

Procedencia : Cantera Trapiche Asentamiento: 4" - 5"

Cemento : Cemento Sol tipo 1 Código de mezcla: F. VIDRIO 0.90%

1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA

$F'_{cr} = 446$

5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO

Cemento = 540 kg = 12.7 Bolsas x m³

2. RELACIÓN AGUA CEMENTO

$R_{a/c} = 0.42$

$R_{a/c} =$ No aplica

6. ADICIONES

Adición mineral = No aplica

3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA

Agua = 225 L

7. FIBRAS

Fibras de Vidrio = 4.860 kg = 0.90%

4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO

Aire = 1.5%

8. ADITIVOS

Aditivo = No aplica

9. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS

INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO
Cemento Sol tipo 1	3150 kg/m ³	0.1714 m ³
Agua	1000 kg/m ³	0.2250 m ³
Aire atrapado = 1.5%	—	0.0150 m ³
Adición mineral	No aplica	0.0000 m ³
Aditivo	No aplica	0.0000 m ³
Agregado grueso	2540 kg/m ³	0.3002 m ³
Agregado fino	2869 kg/m ³	0.2884 m ³
Volumen de pasta		0.4114 m ³
Volumen de agregados		0.5886 m ³

	HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P.U. SUELTO	P.U. COMPACTADO	TMN
Agregado grueso	0.40%	1.00%	9.01	1390	1553	1"
Agregado fino	1.65%	1.30%	3.12	1560	1735	---

10. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS

Agregado grueso 51.0% = 0.3002 m³ = 762 kg
 Agregado fino 49.0% = 0.2884 m³ = 770 kg

14. RESUMEN DE PROPORCIONES EN PESO

COMPONENTE	PESO SECO	PESO HÚMEDO
Cemento Sol tipo 1	540 kg	540 kg
Adición mineral	0.0 kg	0.0 kg
Aditivo	0.0 kg	0.0 kg
Fibras de Vidrio	4.860 kg	4.860 kg
Agua	225 L	227 L
Agregado grueso	762 kg	765 kg
Agregado fino	770 kg	762 kg
PUT		2320 kg

11. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD

Agregado grueso 765 kg
 Agregado fino 782 kg

12. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD

Agua 227 L

15. TANDA DE PRUEBA MÍNIMA

0.046 m³

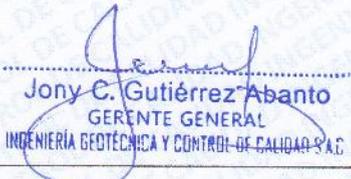
COMPONENTE	PESO HÚMEDO
Cemento Sol tipo 1	24.842 kg
Adición mineral	0 kg
Aditivo	0 mL
Fibras de Vidrio	223.6 g
Agua	10.437 L
Agregado grueso	35.211 kg
Agregado fino	35.991 kg
Slump obtenido	3"

13. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA

CEM A.F. A.G. ADICIONES ADITIVO AGUA FIBRAS
 1 : 1.4 : 1.5 : 0.0 kg : 0 mL : 17.9 L : 0.4 g

OBSERVACIONES:

- * Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- * Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD
- * Los valores presentados en el presente diseño pueden variar ligeramente en obra por cambios en la granulometría del agregado, correcciones por humedad y absorción, la limpieza de los agregados, el cambio de tipo de cemento y/o proporción de aditivo.

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD SAC.	Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD SAC.

 INGEOCONTROL <small>INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD</small>	INFORME	Código	AE-FO-78
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECÍFICA) Y LA ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS ASTM C127-15	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1

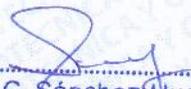
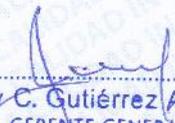
Proyecto : Diseño de pavimento rígido reforzado con fibra de vidrio en la Av. Quinta Avenida Lurigancho, Lima- 2019 Registro N°: **IGC18-LEM-485-03**
Solicitante : Alexis Ruben Quispe Ayala / Hernando Magober Montenegro Coronel Muestreado por : C. Amaringo
Atención : Ensayado por : J. Gutierrez
Ubicación de Proyecto : Lurigancho, Lima Fecha de Ensayo: 29/10/19
Material : Agregado Grueso Turno: Diurno

Tipo de muestra : ---
Procedencia : Cantera Trapiche
N° de Muestra : ---
Progresiva : ---

DATOS		A	B
1	Peso de la muestra sss	3450.5	3130.9
2	Peso de la muestra sss sumergida	2109.0	1905.9
3	Peso de la muestra secada al horno	3415.5	3102.9

RESULTADOS	1	2	PROMEDIO
PESO ESPECIFICO DE MASA	2.546	2.533	2.540
PESO ESPECIFICO DE MASA S.S.S	2.572	2.556	2.564
PESO ESPECIFICO APARENTE	2.614	2.592	2.603
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)	1.0	0.9	1.0


INGEOCONTROL
 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO - DISEÑO COMPROBADO
REFERENCIA ACI 211

PROYECTO : Diseño de pavimento rígido reforzado con fibra de vidrio en la Av. Quinta Avenida Lurigancho, Lima 2019 REGISTRO N°: IGC18-LEM-485-07

SOLICITANTE : Alexis Ruben Quispe Ayala / Hernando Magober Montenegro Coronel REALIZADO POR : R. Leyva

ATENCIÓN : Alexis Ruben Quispe Ayala / Hernando Magober Montenegro Coronel REVISADO POR : J. Gutiérrez

UBICACIÓN DE PROYECTO : Lurigancho, Lima FECHA DE ELABORACIÓN : 05/11/19

Agregado : Ag. Grueso / Ag. Fino F'c de diseño: 350 kg/cm2

Procedencia : Cantera Trapiche Asentamiento: 4" - 5"

Cemento : Cemento Sol tipo 1 Código de mezcla: PATRON

1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA

F'cr = 446

5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO

Cemento = 540 kg 12.7 Bolsas x m³

2. RELACIÓN AGUA CEMENTO

R a/c = 0.42

R a/c/e = No aplica

6. ADICIONES

Adición mineral = No aplica

3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA

Agua = 225 L

7. FIBRAS

Fibras sintéticas = No aplica

4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO

Aire = 1.5%

8. ADITIVOS

Aditivo = No aplica

9. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS

INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO
Cemento Sol tipo 1	3150 kg/m3	0.1714 m3
Agua	1000 kg/m3	0.2250 m3
Aire atrapado = 1.5%	---	0.0150 m3
Adición mineral	No aplica	0.0000 m3
Aditivo	No aplica	0.0000 m3
Agregado grueso	2540 kg/m3	0.3002 m3
Agregado fino	2869 kg/m3	0.2884 m3
Volumen de pasta		0.4114 m3
Volumen de agregados		0.5886 m3

	HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P.U. SUELTO	P.U. COMPACTADO	TMN
Agregado grueso	0.40%	1.00%	9.01	1390	1553	1"
Agregado fino	1.80%	1.30%	3.12	1560	1735	---

10. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS

Agregado grueso 51.0% = 0.3002 m3 = 762 kg
Agregado fino 49.0% = 0.2884 m3 = 770 kg

14. RESUMEN DE PROPORCIONES EN PESO

COMPONENTE	PESO SECO	PESO HÚMEDO
Cemento Sol tipo 1	540 kg	540 kg
Adición mineral	0.0 kg	0.0 kg
Aditivo	0.0 kg	0.0 kg
Fibras sintéticas	0.000 kg	0.000 kg
Agua	225 L	226 L
Agregado grueso	762 kg	765 kg
Agregado fino	770 kg	784 kg
		PUT
		2315 kg

11. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD

Agregado grueso 785 kg
Agregado fino 784 kg

12. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD

Agua 226 L

13. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA

CEM A.F. A.G. ADICIONES ADITIVO AGUA FIBRAS
1 : 1.4 : 1.5 : 0.0 kg : 0 mL : 17.8 L : 0.0 g

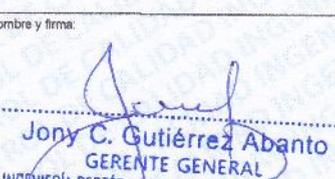
15. TANDA DE PRUEBA MÍNIMA

0.046 m3

COMPONENTE	PESO HÚMEDO
Cemento Sol tipo 1	24.842 kg
Adición mineral	0 kg
Aditivo	0 mL
Fibras sintéticas	0.0 g
Agua	10.383 L
Agregado grueso	35.211 kg
Agregado fino	36.044 kg
Slump obtenido	4"

OBSERVACIONES:

- * Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- * Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de INGEOCONTROL
- * Los valores presentados en el presente diseño pueden variar ligeramente en obra por cambios en la granulometría del agregado, correcciones por humedad y absorción, la limpieza de los agregados, el cambio de tipo de cemento y/o proporción de aditivo.

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemi C. Sanchez Huaman INGENIERA CIVIL - CIP N°: 195029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  Jony C. Gutierrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

	INFORME		Código	AE-FO-124
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	1 de 1

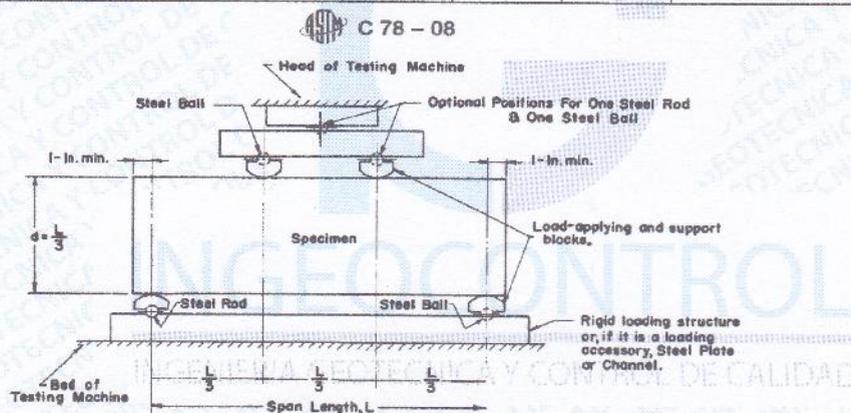
PROYECTO : Diseño de pavimento rígido reforzado con fibra de vidrio en la Av. Quinta Avenida Lurigancho, Lima 2019
SOLICITANTE : Alexis Ruben Quispe Ayala / Hernando Magober Montenegro Coronel
CÓDIGO DE PROYECTO : ---
UBICACIÓN DE PROYECTO : Lurigancho, Lima
FECHA DE EMISIÓN : 04/12/19

REGISTRO N°: IGC19-LEM-485-12
REALIZADO POR : J. Paulino
REVISADO POR : J. Gutiérrez
FECHA DE ENSAYO : 03/12/19
TURNO : Diurno

Tipo de muestra : Concreto endurecido
Presentación : Prismas de concreto endurecido
F'c de diseño : 350 kg/cm2

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE	MÓDULO DE ROTURA
CONCRETO PATRON	05/11/19	03/12/19	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	58 kg/cm2
CONCRETO PATRON	05/11/19	03/12/19	28 días	TERCIO CENTRAL	46.0	55 kg/cm2
Diseño 0.9% Fibra de Vidrio	05/11/19	03/12/19	28 días	TERCIO CENTRAL	47.0	64 kg/cm2
Diseño 0.9% Fibra de Vidrio	05/11/19	03/12/19	28 días	TERCIO CENTRAL	48.0	65 kg/cm2
Diseño 0.45% Fibra de Vidrio	05/11/19	03/12/19	28 días	TERCIO CENTRAL	49.0	60 kg/cm2
Diseño 0.45% Fibra de Vidrio	05/11/19	03/12/19	28 días	TERCIO CENTRAL	50.0	59 kg/cm2



Fuente: ASTM C78

OBSERVACIONES:

- * Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de INGEOCONTROL.
- * Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo
- * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL.

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS
ASTM C136**

Proyecto : Diseño de pavimento rígido reforzado con fibra de vidrio en la Av. Quinta Avenida
Lurigancho, Lima- 2019

Registro N°: IGC19-LEM-485-02

Solicitante : Alexis Ruben Quispe Ayala / Hernando Magober Montenegro Coronel

Muestreado por : Solicitante

Atención

Ensayado por : C. Amaringo

Ubicación de Proyecto : Lurigancho, Lima

Fecha de Ensayo: 29/10/19

Material : Agregado Fino

Turno: Diurno

Código de Muestra : ---

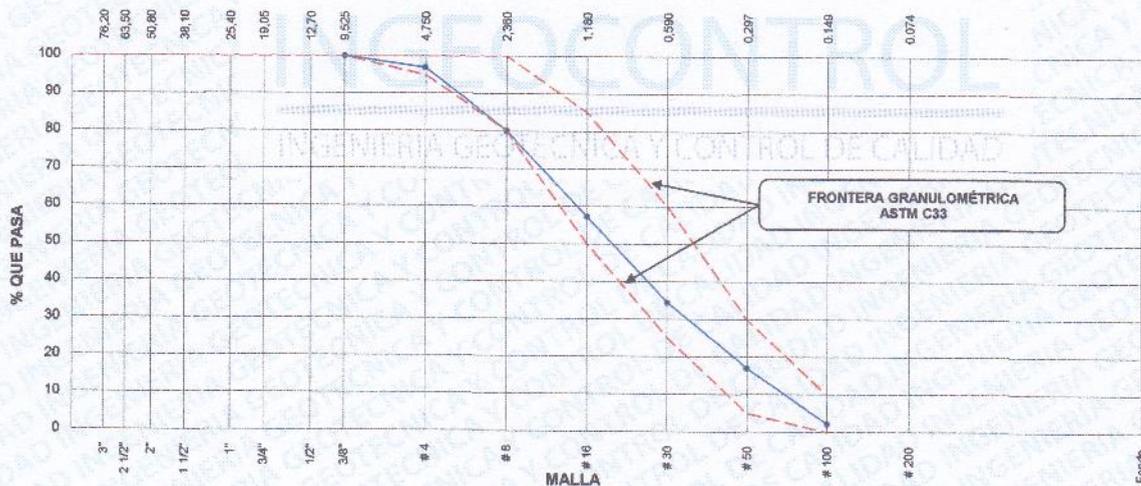
Procedencia : Cantera Trapiche

N° de Muestra : ---

Progresiva : ---

AGREGADO FINO ASTM C33/C33M - 18 - ARENA GRUESA							
Malla		Peso Retenido g	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que pasa	ASTM "LIM INF"	ASTM "LIM SUP"
4"	100.00 mm					100.00	100.00
3 1/2"	90.00 mm					100.00	100.00
3"	75.00 mm					100.00	100.00
2 1/2"	63.00 mm					100.00	100.00
2"	50.00 mm					100.00	100.00
1 1/2"	37.50 mm					100.00	100.00
1"	25.00 mm					100.00	100.00
3/4"	19.00 mm					100.00	100.00
1/2"	12.50 mm					100.00	100.00
3/8"	9.50 mm				100.00	100.00	100.00
# 4	4.75 mm	19.6	3.02	3.02	96.98	95.00	100.00
# 8	2.36 mm	109.6	16.89	19.91	80.09	80.00	100.00
# 16	1.18 mm	148.1	22.82	42.73	57.27	50.00	85.00
# 30	600 µm	148.2	22.84	65.56	34.44	25.00	60.00
# 50	300 µm	112.4	17.32	82.88	17.12	5.00	30.00
# 100	150 µm	96.1	14.81	97.69	2.31	0.00	10.00
Fondo	-	15.0	2.31	100.00	0.00	-	-
						MF	3.12
						TMN	---

CURVA GRANULOMÉTRICA



INGEOCONTROL SAC

TECNICO LEM

Nombre y firma:



JEFE LEM

Nombre y firma:

Noemi C. Sánchez Huamán
Noemi C. Sánchez Huamán
INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029
INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

CQC - LEM

Nombre y firma:

Jony C. Gutiérrez Abanto
Jony C. Gutiérrez Abanto
GERENTE GENERAL
INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS
ASTM C136**

Proyecto : Diseño de pavimento rígido reforzado con fibra de vidrio en la Av. Quinta Avenida
Lurigancho, Lima- 2019

Registro N°: IGC19-LEM-485-01

Solicitante : Alexis Ruben Quispe Ayala / Hernando Magober Montenegro Coronel

Muestreado por : Solicitante

Atención

Ensayado por : C. Amaringo

Ubicación de Proyecto : Lurigancho, Lima

Fecha de Ensayo: 05/11/19

Material : Agregado Grueso

Turno: Diurno

Código de Muestra : --

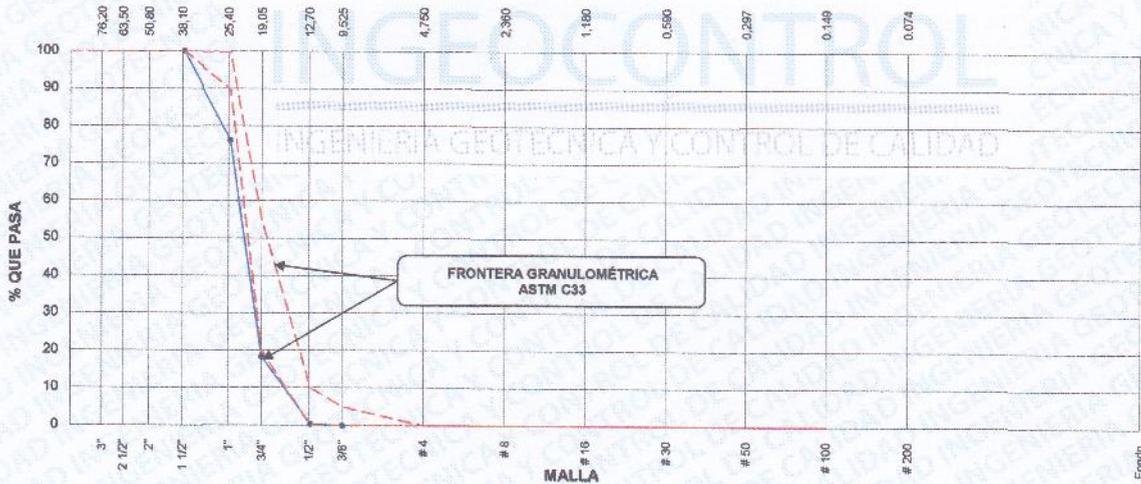
Procedencia : Cantera Trapiche

N° de Muestra : --

Progresiva : --

AGREGADO GRUESO ASTM C33/C33M - 18 - HUSO # 5							
Malla		Peso Retenido g	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que pasa	ASTM "LIM INF"	ASTM "LIM SUP"
4"	100.00 mm					100.00	100.00
3 1/2"	90.00 mm					100.00	100.00
3"	75.00 mm					100.00	100.00
2 1/2"	63.00 mm					100.00	100.00
2"	50.00 mm					100.00	100.00
1 1/2"	37.50 mm				100.00	100.00	100.00
1"	25.00 mm	735.0	23.67	23.67	76.33	90.00	100.00
3/4"	19.00 mm	1796.0	57.84	81.51	18.49	20.00	55.00
1/2"	12.50 mm	562.0	18.10	99.61	0.39	0.00	10.00
3/8"	9.50 mm	12.0	0.39	100.00	0.00	0.00	5.00
# 4	4.75 mm					0.00	0.00
# 8	2.36 mm					0.00	0.00
# 16	1.18 mm					0.00	0.00
# 30	600 µm					0.00	0.00
# 50	300 µm					0.00	0.00
# 100	150 µm					0.00	0.00
Fondo	-	0.0	0.00	100.00	0.00	-	-
						MF	9.05
						TMN	1"

CURVA GRANULOMÉTRICA



INGEOCONTROL SAC

TECNICO LEM

JEFE LEM

CQC - LEM

Nombre y firma:



Nombre y firma:

Noemí C. Sánchez Huamán
Noemí C. Sánchez Huamán
INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029
INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

Nombre y firma:

Jony C. Gutiérrez Abanto
Jony C. Gutiérrez Abanto
GERENTE GENERAL
INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

INFORME		Código	AE-FO-67
DETERMINACIÓN DEL PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO ASTM C128-15		Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1

Proyecto	: Diseño de pavimento rígido reforzado con fibra de vidrio en la Av. Quinta Avenida Lurigancho, Lima- 2019	Registro N°:	IGC19-LEM-485-04
Solicitante	: Alexis Ruben Quispe Ayala / Hernando Magober Montenegro Coronel	Muestreado por :	Solicitante
Atención		Ensayado por :	C. Amaringo
Ubicación de Proyecto	: Lurigancho, Lima	Fecha de Ensayo:	29/10/19
Material	: Agregado Fino	Turno:	Diurno
Código de Muestra	: ---		
Procedencia	: Cantera Trapiche		
N° de Muestra	: ---		
Progresiva	: ---		

	IDENTIFICACIÓN	1	2	
A	Peso Mat. Sat. Sup. Seca (SSS)	500.7	500.0	
B	Peso Frasco + agua	672.1	672.1	
C	Peso Frasco + agua + muestra SSS	987.3	987.5	
D	Peso del Mat. Seco	494.1	493.6	
	Pe Bulk (Base seca) o Peso específico de masa = D/(B+A-C)	2.664	2.674	2.669
	Pe Bulk (Base Saturada) o Peso específico SSS = A/(B+A-C)	2.699	2.709	2.704
	Pe Aparente (Base seca) o Peso específico aparente = D/(B+D-C)	2.762	2.770	2.766
	% Absorción = 100*((A-D)/D)	1.3	1.3	1.3

INGEOCONTROL

INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD

INGEOCONTROL SAC		
<p>TECNICO LEM</p> <p>Nombre y firma:</p> 	<p>JEFE LEM</p> <p>Nombre y firma:</p> <p><i>Noemi C. Sánchez Huamán</i></p> <p>Noemi C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.</p>	<p>QCQ - LEM</p> <p>Nombre y firma:</p> <p><i>Jony C. Gutiérrez Abanto</i></p> <p>Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.</p>

Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo, HERNANDO MAGOBER MONTENEGRO CORONEL, egresado de LA FACULTAD INGENIERÍA Y ARQUITECTURA y ESCUELA PROFESIONAL INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SEDE LIMA ESTE, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan al Trabajo de Investigación/Tesis titulado: “DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO REFORZADO CON FIBRA DE VIDRIO EN LA AVENIDA QUINTA AVENIDA, LURIGANCHO, LIMA, 2019”, es de mi autoría, por lo tanto, declaro que el Trabajo de Investigación/Tesis:

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

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

Lima, San Juan de Lurigancho 22-03-2021

Apellidos y Nombres del Autor Montenegro Coronel, Hernando Magober	
DNI: 71690860	Firma 
ORCID: 0000-0002-2073-2976	

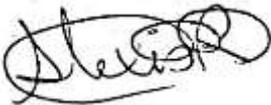
Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo, ALEXIS RUBEN QUISPE AYALA, egresado de LA FACULTAD INGENIERÍA Y ARQUITECTURA Y ESCUELA PROFESIONAL INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SEDE LIMA ESTE, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan al Trabajo de Investigación/Tesis titulado: “DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO REFORZADO CON FIBRA DE VIDRIO EN LA AVENIDA QUINTA AVENIDA, LURIGANCHO, LIMA, 2019”, es de mi autoría, por lo tanto, declaro que el Trabajo de Investigación/Tesis:

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

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

Lima, San Juan de Lurigancho 22-03-2021

Apellidos y Nombres del Autor Quispe Ayala, Alexis Ruben	
DNI: 76742885	Firma 
ORCID: 0000-0003-1092-2730	