



FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

INFLUENCIA DE ACERO TREFILADO Y PLASTIFICANTE
EN EL MEJORAMIENTO DE FLEXIÓN Y COMPRESIÓN
DEL CONCRETO USADO PARA PAVIMENTOS
RÍGIDOS, TRUJILLO, 2018.

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

Br. Iván Jesús Aureliano Jara

Asesor:

Ing. Josualdo Carlos Villar Quiroz

Trujillo – Perú
2018

APROBACIÓN DE LA TESIS

El asesor y los miembros del jurado evaluador asignados, **APRUEBAN** la tesis desarrollada por el Bachiller Iván Jesús Aureliano Jara, denominada:

INFLUENCIA DE ACERO TREFILADO Y PLASTIFICANTE EN EL MEJORAMIENTO DE FLEXIÓN Y COMPRESIÓN DEL CONCRETO USADO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, TRUJILLO, 2018.

MBA. Josualdo Carlos Villar Quiroz
ASESOR

MBA. Ricardo Avalos Alayo
JURADO
PRESIDENTE

Mg. Roger Ramirez Mercado
JURADO

MSC. Wiston Azañedo Medina
JURADO

DEDICATORIA

A Dios por permitirme realizar este trabajo de grado, dándome fuerza para afrontar los obstáculos presentados a lo largo de este proceso.

A mis padres por creer en mí y apoyarme en que mis sueños se hicieran realidad.

A mi asesor por su guía y recomendaciones.

AGRADECIMIENTO

Agradezco en primer lugar a Dios, que sin su ayuda nada podría ser posible.

Agradezco también a mis padres, por su apoyo en todo momento.

Por otro lado, agradezco a mi asesor el Ing. Josualdo Villar Quiroz, quien me guió con su amplia sabiduría en todas las fases del presente estudio.

Finalmente, agradezco al personal del laboratorio de concreto de la Universidad Privada del Norte por todo el apoyo brindado.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN.....	13
1.1. Realidad problemática.....	13
1.2. Formulación del problema	17
1.3. Justificación.....	17
1.4. Limitaciones	19
1.5. Objetivos.....	20
1.5.1. Objetivo general	20
1.5.2. Objetivos específicos	20
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO.....	20
2.1. Antecedentes	20
2.2. Bases teóricas.....	24
2.2.1. Concreto	24
2.2.1.1. Definición	24
2.2.1.2. Componentes.....	25
2.2.1.3. Tipos.....	28
2.2.1.4. Propiedades Físicas	31
2.2.1.5. Propiedades Mecánicas	31
2.2.2. Aditivos	32
2.2.2.1. Acero Trefilado.....	32
2.2.2.2. Plastificante.....	34
2.3. Hipótesis	36
CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA.....	39
3.1. Operacionalización de variables	39
3.2. Diseño de investigación	41
3.3. Unidad de estudio	41
3.4. Población	42
3.5. Muestra	43
3.6. Técnica, instrumentos y procedimientos de recolección de datos.....	44
3.6.1. Técnica	44
3.6.2. Instrumento.....	44
3.6.3. Validación	46
3.6.4. Procedimiento	46
3.6.4.1. Ensayos de Agua.....	47
3.6.4.2. Ensayos de Durabilidad del Agregado Fino	49
3.6.4.3. Ensayos de Limpieza	50
3.6.4.4. Ensayos de Durabilidad del Agregado Grueso	51
3.6.4.5. Caracterización de Agregados.....	52
3.6.4.6. Diseño de Mezcla por el Método ACI-211	61
3.6.4.7. Ensayos Físicos	64

3.6.4.8.	Ensayos Mecánicos	66
3.6.4.9.	Diseño de Pavimento Rígido	69
3.6.4.10.	Cálculo del espesor (D) de la losa de concreto patrón y del concreto mejorado con aditivos usado para el pavimento rígido.	71
3.7.	Método, instrumento y procedimientos de análisis de datos	71
3.7.1.	Método	71
3.7.2.	Instrumento	71
3.7.3.	Procedimiento	72
3.7.4.	Análisis de Datos.....	73
3.7.4.1.	Software Paquete estadístico para ciencias sociales (SPSS) – Shapiro Wilk	73
3.7.4.2.	Anova Bifactorial	75
CAPÍTULO 4.	RESULTADOS	79
4.1.	Ensayos de Agua.....	79
4.1.1.	Determinación de pH y conductividad	79
4.1.2.	Determinación de turbidez.....	79
4.1.3.	Determinación de concentración de sulfatos.....	79
4.1.4.	Determinación de concentración de cloruros	80
4.2.	Ensayos de Durabilidad del Agregado Fino	81
4.2.1.	Sulfato de Sodio y Magnesio MTC E 209	81
4.3.	Ensayos de Limpieza del agregado Fino	82
4.3.1.	Equivalencia de Arena MTC E 114	82
4.4.	Ensayos de Durabilidad del Agregado Grueso	82
4.4.1.	Máquina de los Ángeles MTC E 207.....	82
4.4.2.	Partículas Fracturadas una cara MTC E 210.....	82
4.5.	Caracterización de Agregado.....	83
4.5.1.	Análisis Granulométrico de Agregado Fino NTP 400.012	83
4.5.2.	Análisis Granulométrico de Agregado Grueso NTP 400.012	84
4.5.3.	Contenido de Humedad de Agregado Fino NTP 339.185	85
4.5.4.	Contenido de Humedad de Agregado Grueso NTP 339.185	85
4.5.5.	Peso Unitario Seco Compactado del Agregado Grueso NTP 400.017	86
4.5.5.1.	Peso Unitario Seco Compactado	86
4.5.6.	Peso Específico y Absorción del Agregado Fino NTP 400.022 MTC E205	86
4.5.7.	Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso NTP 400.021 MTC E205	87
4.6.	Diseño de Mezcla por el Método ACI-211	87
4.7.	Ensayos Físicos	93
4.7.1.	Asentamiento NTP 339.035	93
4.8.	Ensayos Mecánicos.....	93
4.8.1.	Resistencia a la Compresión NTP 339.034.....	93
4.8.2.	Resistencia a la Flexión NTP 339.078.....	94
4.9.	Diseño de Pavimento Rígido	95
4.9.1.	Cálculo del espesor (D) de la losa de concreto patrón y del concreto mejorado con aditivos usado para el pavimento rígido.	95
4.9.1.1.	Cálculo del espesor (D) de la losa de concreto patrón.....	95
4.9.1.2.	Cálculo del espesor (D) de la losa de concreto con reducción de agua más aditivos	96

4.10. Análisis de Costos Unitarios	98
CAPÍTULO 5. DISCUSIÓN	101
CONCLUSIONES	105
RECOMENDACIONES.....	107
REFERENCIAS.....	108
ANEXOS.....	112

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Hipótesis General.....	36
Tabla 2: Hipótesis Especifica 1	37
Tabla 3: Hipótesis Especifica 2	37
Tabla 4: Hipótesis Especifica 3	38
Tabla 5: Matriz de Operacionalización de Variables.....	39
Tabla 6: Matriz de Operacionalización de Variables.....	40
Tabla 7: Población.....	42
Tabla 8: Cantidad de muestra patrón y con aditivos.....	43
Tabla 9: Ficha de Resumen.....	45
Tabla 10: Límites de Gradación del agregado Fino NTP 400.037.....	53
Tabla 11: Límites de Gradación del agregado Grueso NTP 400.037.....	55
Tabla 12: Aproximación de la cantidad de agua de amasado (l/m^3).....	63
Tabla 13: Contenido de Cemento	64
Tabla 14: Edades de ensayos de probetas	67
Tabla 15: Prueba de normalidad – Compresión 28 días.....	73
Tabla 16: Prueba de Normalidad – Flexión 28 días.....	74
Tabla 17: Anova Bifactorial - Compresión 28 días	75
Tabla 18: Columnas y filas de acuerdo al análisis de ensayos	76
Tabla 19: Grados de libertad para determinación del F teórico	76
Tabla 20: Tabla de Fisher-Snedecor	76
Tabla 21: Anova Bifactorial - Flexión 28 días.....	77
Tabla 22: Columnas y filas de acuerdo al análisis de ensayos	77
Tabla 23: Grados de libertad para determinación del F teórico	77
Tabla 24: Tabla de Fisher-Snedecor	78
Tabla 25: Concentración de pH y conductividad	79
Tabla 26: Turbidez en el agua.....	79
Tabla 27: Determinación de la turbidez de la solución patrón.....	79
Tabla 28: Valores de a y b	80
Tabla 29: Determinación de concentración de sulfatos.....	80
Tabla 30: Durabilidad del Agregado Fino en Solución de Sulfato de Sodio.....	81
Tabla 31: Durabilidad del Agregado Fino en Solución de Sulfato de Magnesio.....	81
Tabla 32: Partículas fracturadas una cara del agregado grueso	83
Tabla 33: Resultados de la Granulometría del Agregado Fino.....	83
Tabla 34: Resultados de la Granulometría del Agregado Grueso	84
Tabla 35: Resultados del Contenido de Humedad Agregado Fino.....	85
Tabla 36: Resultados del Contenido de Humedad del Agregado Grueso	86
Tabla 37: Resultados del Peso Unitario Seco Compactado del Agregado Grueso	86
Tabla 38: Resultados del Peso Específico y Porcentaje de Absorción del Agregado Fino.	87
Tabla 39: Resultados del Peso Específico y Porcentaje de Absorción del Agregado Grueso.	87
Tabla 40: Determinación de factor b/b_0 de AG basado en el m_f del AF y TMN del AG.....	88
Tabla 41: Obtención de Agregado Grueso y Fino	88
Tabla 42: Contenido de Agregado Grueso y Fino	88
Tabla 43: Ajuste por Humedad y absorción.....	89
Tabla 44: Resultados Finales de Peso seco, PeSSS y Peso Húmedo.....	89
Tabla 45: Resultados Finales de Peso seco, PeSSS y Peso Húmedo.....	90
Tabla 46: Resultados Finales de Peso seco, PeSSS y Peso Húmedo.....	90
Tabla 47: Resultados Finales de Peso seco, PeSSS y Peso Húmedo.....	91
Tabla 48: Resultados Finales de Peso seco, PeSSS y Peso Húmedo.....	91
Tabla 49: Peso Húmedo del diseño patrón y con reducción de agua más aditivos.....	92

<i>Tabla 50: Asentamientos patrón y con reducción de agua más aditivos</i>	<i>93</i>
<i>Tabla 51: Resultados cuantitativos de resistencia a compresión.</i>	<i>93</i>
<i>Tabla 52: Resultados cuantitativos de resistencia a flexión.....</i>	<i>94</i>
<i>Tabla 53: Excel para la determinación del espesor de la carpeta de rodadura</i>	<i>96</i>
<i>Tabla 54: Excel para la determinación del espesor de la carpeta de rodadura</i>	<i>97</i>
<i>Tabla 55: Peso específico de masa de los agregados</i>	<i>98</i>
<i>Tabla 56: Fabricación de concreto $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ – patrón.....</i>	<i>98</i>
<i>Tabla 57: Aplicación del concreto $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ – patrón.....</i>	<i>99</i>
<i>Tabla 58: Fabricación de concreto $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ – con reducción de agua 20%.....</i>	<i>99</i>
<i>Tabla 59: Aplicación del concreto $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ – con reducción de agua 20%</i>	<i>100</i>
<i>Tabla 60: Aplicación del concreto</i>	<i>100</i>

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Beneficiados con mejora del concreto usado para Pavimentos Rígidos	19
Figura 2: Concreto Ciclópeo (Tipos de concreto para la construcción)	29
Figura 3: Asentamiento (Written by E., 2016)	31
Figura 4: Ensayo resistencia a compresión (Written by E., 2016)	32
Figura 5: Ensayo resistencia a flexión (Written by E., 2016)	32
Figura 6: Técnica de Recolección de Datos	44
Figura 7: Instrumento de Recolección de Datos	44
Figura 8: Ubicación de la cantera H y S	47
Figura 9: Procedimientos para la Recolección de Datos	47
Figura 10: M. de Carreteras para Construcción (MTC 2013)	62
Figura 11: Molde para la realización de asentamiento	66
Figura 12: Método e Instrumento para el Análisis de Datos	71
Figura 13: Procedimiento de la investigación	72
Figura 14: Q-Q normal de Resistencia (Elaboración propia en SPSS 2018)	74
Figura 15: Q-Q normal de Resistencia (Elaboración propia en SPSS 2018)	75
Figura 16: Determinación de a y b	80
Figura 17: Curva Granulométrica del Agregado Fino	84
Figura 18: Curva Granulométrica del Agregado Gruesa	85
Figura 19: Curva Resistencia VS Tiempo – Compresión	94
Figura 20: Curva Resistencia VS Tiempo – Flexión	95
Figura 21: Curva de asentamientos	102
Figura 22: Curva de resistencia a la compresión	103
Figura 23: Curva de resistencia a la flexión	104
Figura 24: Determinación del pH y conductividad usando equipo multiparámetro	138
Figura 25: Determinación de la turbidez y concentración de sulfatos usando equipo turbidímetro	138
Figura 26: Uso de matraz y bureta	139
Figura 27: Titulación de la muestra con nitrato de plata	139
Figura 28: Obtención del agregado fino y grueso	140
Figura 29: Cuarteo del Agregado Fino	140
Figura 30: Cuarteo del Agregado Grueso	141
Figura 31: Ensayo de Durabilidad del agregados sometido a sulfatos	141
Figura 32: Ensayo de Equivalencia de Arena	142
Figura 33: Ensayo de Máquina de los Ángeles	142
Figura 34: Ensayo de Análisis Granulométrico	143
Figura 35: Ensayo de Contenido de Humedad	143
Figura 36: Ensayo de Peso Unitario Seco Compactado del agregado Grueso	144
Figura 37: Ensayo de Gravedad Específica del agregado Fino	144
Figura 38: Asentamiento concreto patrón	145
Figura 39: Asentamiento con 10%(R.A): 0.5%+20 kg/m ³	145
Figura 40: Asentamiento con 20%(R.A): 0.75%+20 kg/m ³	146
Figura 41: Asentamiento con 30%(R.A): 1%+20 kg/m ³	146
Figura 42: Rotura de Probetas Cilíndricas – Compresión	147
Figura 43: Rotura de Probetas Vigas – Flexión	147
Figura 44: Aditivo Acero Trefilado	148
Figura 45: Aditivo Plastificante	148

RESUMEN

La presente investigación se realizó en Trujillo, en el laboratorio de la Universidad Privada del Norte, donde se determinó la influencia de acero trefilado y el plastificante sobre el concreto para su mejoramiento de resistencia a flexión y compresión usado posteriormente el concreto mejorado en un pavimento rígido, para la realización de la tesis se utilizó un diseño experimental con validez interna, experimental puro, se tuvo como unidad de estudio las probetas de concreto, la población fue de 60 probetas de concreto, el muestreo fue no probabilístico por juicio experto, la recolección de datos se realizó con la técnica Análisis Documentario con el instrumento Ficha de Resumen con recolección de datos cuantificables siendo validado el instrumento por un Ing. Civil, para analizar los datos se empleó el método de la inferencia estadística con el instrumento de pruebas estadísticas donde se utilizó el software Paquete Estadístico para Ciencias Sociales (SPSS) teniendo en consideración el método de Shapiro Wilk por contar con una cantidad de datos de análisis a los 28 días menor a 50, obteniendo datos provenientes de una distribución normal clasificándose así como una prueba paramétrica: Análisis de varianza (Anava) Bifactorial para de esta manera permitimos contrastar la hipótesis de investigación confirmado la influencia de los aditivos sobre el concreto, el problema son la presencia de las diversas fallas (grietas) y el deterioro que presenta el concreto por no tener la suficiente resistencia a la compresión y flexión ocasionando riesgo a las vidas humanas, entre los principales resultados de la presente investigación está la reducción del agua en un 30% con la incorporación de 1% de plastificante y 20 kg/m³ de acero trefilado obteniendo una resistencia a la compresión de $f'c = 378 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 días y flexión de $f'c = 79 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 días, se logró determinar que usando las diferentes incorporaciones en porcentajes del aditivo acero trefilado y el plastificante influyen de manera positiva en el aumento de resistencia a compresión de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ a $f'c = 378 \text{ kg/cm}^2$ y flexión de $M'r = 44 \text{ kg/cm}^2$ a un $M'r = 79 \text{ kg/cm}^2$ en el concreto, estos resultados obtenidos con el porcentaje de 30%(R.A): 1%+20 kg/m³ a los 28 días, lográndose mejorar el concreto para ser usado en un pavimento rígido.

ABSTRACT

The present investigation was carried out in Trujillo, in the laboratory of the Universidad Privada del Norte, where the influence of drawn steel and the plasticizer on the concrete was determined for its improvement of resistance to bending and compression later used the improved concrete in a rigid pavement, for the realization of the thesis an experimental design with internal validity, pure experimental was used, the concrete samples were taken as a unit of study, the population was 60 concrete specimens, the sampling was not probabilistic by expert judgment, the collection data was made with the technique Documentary Analysis with the instrument Summary File with collection of quantifiable data being validated the instrument by a Civil Engineer, to analyze the data was used the method of statistical inference with the statistical test instrument where used the Statistical Package for Social Sciences (SPSS) software Considering the Shapiro Wilk method for having a quantity of analysis data at 28 days less than 50, obtaining data from a normal distribution classified as a parametric test: Analysis of variance (Anava) Bifactorial in this way allow us to contrast the hypothesis of research confirmed the influence of the additives on the concrete, the problem is the presence of the various faults (cracks) and the deterioration that the concrete presents due to not having enough resistance to compression and bending causing risk to the human lives, among the main results of the present investigation is the reduction of water by 30% with the incorporation of 1% plasticizer and 20 kg / m³ of drawn steel obtaining a compressive strength of $f'c = 378 \text{ kg/cm}^2$ at 28 days and flexion of $f'c = 79 \text{ kg/cm}^2$ at 28 days, it was determined that using the different incorporations in p The addition of the drawn steel additive and the plasticizer have a positive influence on the increase in compressive strength of $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ a $f'c = 378 \text{ kg/cm}^2$ and bending of $M'r = 44 \text{ kg/cm}^2$ to an $M'R = 79 \text{ kg/cm}^2$ in the concrete, these results obtained with the percentage of 30% (RA): 1% + 20 kg/m³ at 28 days, being able to improve the concrete to be used in a rigid pavement.

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

En los últimos años la construcción en el mundo ha experimentado grandes cambios y ha estado inmersa en el desarrollo y avance tecnológico de todas las civilizaciones ya que permite el desarrollo de los países para llevarlos a un buen crecimiento urbanístico, social y económico. Esta evolución debe de ir acompañada de un factor fundamental que marcará el éxito o fracaso de la construcción: la correcta elaboración del concreto. Tenemos que llegar a entender que una correcta elaboración del concreto es primordial en el proceso constructivo, pero muchas veces no se prepara de la mejor manera por diversos motivos que producen su falla. (Alario, 2014)

En Colombia, realizaron el uso del concreto en pavimentos rígidos, en las que se evaluó la elaboración del concreto para luego ser sometidas a ensayos mecánicos logrando obtener datos cuantificables de resistencia a la compresión y flexión y así ver si cumple con las especificaciones técnicas que requiere un concreto, además se determinó la viabilidad económica de la aplicación de concreto siendo comparada con aplicaciones de pavimento convencional en proyectos de infraestructura vial. (López, 2014)

En España, el concreto está considerado como la mezcla dosificada de cemento, agua, áridos y aditivos que con ayuda de un sistema moldeante, el encofrado, la pasta fresca adquiere la forma definitiva hasta su endurecimiento y que la compresión es el ensayo mecánico más importante mediante la rotura de probetas sabiendo así la resistencia que puede obtener con la fuerzas aplicadas de manera axial. (Garraón, 2014)

En México, se llevó a cabo un estudio para evaluar las características de las propiedades mecánicas de los concretos de peso normal, peso ligero y autocompactable. Para esto elaboraron 150 especímenes en forma de cilindros y vigas para determinar su resistencia mediante ensayos mecánicos en los tres tipos de concreto sometidos a esfuerzos de compresión, tensión y flexión. Logrando evidenciar que una vivienda elaborada a base de concreto proporciona una alta seguridad ante cualquier evento que puede perjudicar la seguridad de las personas. (Carrillo & Alcocer, 2013)

En Lima, se realizó un estudio para la obtención de un concreto de alta resistencia utilizando aditivo plastificante, para encontrar una manera de mejora en las propiedades mecánicas del concreto como es en la resistencia a la compresión y flexión. Se elaboraron probetas según

la norma ASTM C39, a base de arena, piedra, cemento, agua aditivos Sika3 y Chema3. Se utilizó diversos porcentajes de aditivo que reemplaza al agua en peso para luego ser sometidas al curado por un plazo de 28 días. (Gonzáles, 2016)

En la ciudad de Trujillo las construcciones a base de concreto representan una necesidad básica de todo ser humano sin embargo las condiciones para satisfacer esta necesidad no siempre son las convenientes. Según un estudio realizado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) en el año 2009 [Ref. 3], en el Perú el 72% de las construcciones son informales y/o de mala calidad (lo cual se refleja en los materiales, el procedimiento constructivo, etc.). (Equivel & Ramirez, 2015)

La norma E0.60 es la que se encarga de ver aspectos como la calidad y durabilidad del concreto, puesto que fija requisitos de exigencia como, por ejemplo: la etapa de construcción, supervisión e inspección de la obra deberá ser realizada por personal profesional y técnico calificado, los cálculos y planos deberá ser firmado por un ingeniero civil colegiado. (RNE, 2010)

Mayta (2014), el presente autor concluye que el concreto presenta características muy buenas a la resistencia a compresión proporcionando una mayor duración en el tiempo y mayor seguridad y que utilizando aditivo se mejora aún más sus propiedades, donde muchas veces se utiliza residuos de caucho, superplastificantes o fibras de acero todo ello con el objetivo de incrementar la resistencia a compresión y flexión para luego ser utilizado este concreto mejorado en distintos tipos de obra como pavimentos rígidos.

Kimiko (2014), el presente autor concluye que el concreto usado para pavimento rígido permite una mejor distribución de cargas ya que se expande en un área grande, proporcionándole también una mayor estabilidad y durabilidad a largo plazo por la buena rigidez con la que cuenta este tipo de material y que desde el punto de vista de diseño tienen un gran módulo de elasticidad.

Valdez (2016), el presente autor concluye que, en el concreto en un pavimento rígido, produce una buena distribución de las cargas de las ruedas de los vehículos, dando como resultado tensiones muy bajas en la losa de concreto esto se debe a la alta resistencia a la compresión que tiene desde ya el concreto y que si se quiere se puede mejorar para una alta resistencia a flexión con la incorporación de algún aditivo.

Los beneficios que brinda la utilización del concreto en cualquier tipo de obra son realmente impresionantes solo depende de la correcta elaboración de este material para tener la confianza necesaria por un ser humano, sus buenas características a la compresión y porque no también decir flexión con la que cuenta el concreto es lo que lo hace necesaria en los procesos constructivos, y si se piensa en la adición de alguna sustancia como aditivos esto mejorara sus propiedades mecánicas obteniendo una alta calidad de losa en un pavimento rígido, se debe tener en cuenta la consideración de que se debe cumplir con satisfacer también con el periodo de servicio largo y prever un bajo mantenimiento. (Benites, 2011)

Atlas Copco es una entidad que, desde su fundación hasta la fecha, ha proporcionado equipos que han sido utilizados en importantes obras peruanas como proyectos de exploración y desarrollo minero, túneles para hidroeléctricas, de irrigación, construcción de carreteras y puertos, instalación de redes telefónicas e industriales y obras en general, tanto públicas como privadas. Hoy en día son más de 500 colaboradores y desde sus 3 unidades de negocio: Minería, Compresores y Construcción, están enfocados en brindar siempre las mejores soluciones y el mejor servicio a sus clientes (Atlas Copco S.A.C, 2015). Ha estado presente en la construcción de carretera fronteriza Perú – Ecuador permitiendo el progreso comercial y productivo de los pobladores, así mismo fomentará el turismo y comercio con los pueblos de las ciudades del norte del Perú como Tumbes y Piura. Este proyecto enlaza extensos sectores agrícolas ganaderos, turísticos y comerciales, beneficiando de manera directa a miles de personas. Así mismo, impulsara el intercambio comercial entre países.

Actualmente, en la era de las comunicaciones, la necesidad de construir caminos más fuertes y más seguros intensifica su mirada en el concreto, material de grandes posibilidades para el desarrollo de los caminos en el mundo contemporáneo (Chinguel, 2014).

La empresa UNICON en todo el Perú y sus más de 50 años de historia brinda un concreto premezclado de calidad, ya sea el convencional o los 20 tipos de concretos especiales con los que cuenta, desde el concreto auto compactado, de alta resistencia, coloreado, con fibra, de alto desempeño, etc. Entre las obras más importantes esta:

Universidad ESAN, ubicada en la Av. Alonso de Molina, en el distrito de Surco. El área de terreno es de 7,565.00 m². UNICON suministró aproximadamente 8,897 m³ de concreto premezclado. Algunos de los tipos de concretos especiales que se utilizaron en esta obra, son: concreto de alta resistencia, concreto con relaciones agua/cemento, concreto para contra pisos y concretos convencionales. (SUM, 2017)

En la ciudad de Trujillo se ve uno de los problemas más serios que vivimos que es el pésimo estado en que se encuentra el concreto en los distintos tipos de obra que requieren de este

material. Cualquiera que sea el tipo de concreto; ya sea simple, armado o ciclópeo, es frecuente encontrar en ellos fisuras, grietas entre otras fallas que perjudican a la estructura en general en las distintas ciudades. (Saldaña & Carrascal, 2016)

No se puede hablar de una causa única del deterioro en el concreto. Las fallas que lo afectan se producen por múltiples factores: podría ser el resultado de un mal diseño de mezcla, la mala calidad de los materiales, errores constructivos, de un deficiente sistema de control de calidad, agentes climáticos como alta humedad entre otros. (Rodríguez, 2009)

Muchos consideran que el principal problema consiste en que no se lleva a cabo un correcto proceso elaborativo del concreto ni se toma en cuenta el plan de vida útil a largo plazo del concreto, es decir, no se evalúa el comportamiento adecuado con el paso del tiempo y sólo se interviene cuando el deterioro del concreto es grave. (SENCICO, 2013)

Lo ideal es detectar y evaluar los daños del concreto con la suficiente anticipación, de manera que las reparaciones resultantes correspondan a trabajos de conservación o reparación menor, y no de reconstrucción. De esta forma, se ahorra dinero y recursos, ya que el costo por reparar o reconstruir una estructura a base de concreto es mucho más elevado que el costo por mantenimiento. (Zevallos, 2018)

Otro punto a tomar en consideración y se debe evitar es el mal proceso constructivo durante la ejecución de obra, se puede tener un muy buen diseño de mezcla muy buenos materiales pero si no se lleva a cabo una buena supervisión al momento de preparar el concreto todo lo bueno que se ha logrado hasta el momento se puede venir abajo. (Cemento Sol, 2012)

Cosas como estas y las necesidades de desarrollo, la búsqueda de soluciones perdurables y la demanda de contar con más y mejores trabajos a base de concreto han contribuido para lograr que en la modernización y ampliación en los diversos sectores urbanísticos crezca, para este tema de investigación se está especificando que el concreto será usado en pavimentos del concreto rígido bajo estándares de calidad. Con la realización de este tipo de pavimento con concreto mejorado se pretende lograr un mayor tiempo de vida útil es decir un alto índice de servicio con un mantenimiento mínimo. (CEMEX, 2018)

Básicamente lo que se quiere investigar es la influencia que tiene el acero trefilado y el plastificante en el mejoramiento de flexión y compresión del concreto usado para pavimentos rígidos, con la adición de estos elementos se espera resultados positivos, logrando así reducir

posibles consecuencias(fallas), cabe mencionar que de la correcta elaboración del concreto y el mantenimiento adecuado y oportuno para pavimento rígido depende la realización de un conjunto de operaciones durante la vida útil de la obra. (MTC, 2013)

Sika es una empresa especializada en la fabricación y comercialización de productos químicos para la construcción e industria, que está en constante innovación y desarrollo de nuevas soluciones para cualquier problema o necesidad que pueda surgir en diversos proyectos que además están dedicados a proveer y mantener los más altos estándares de calidad en sus productos y servicios. Su compromiso con la innovación les permite satisfacer, no sólo las demandas actuales, sino anticipar las expectativas futuras. Todas las soluciones Sika están diseñadas pensando en el éxito de sus clientes esperando construir relaciones duraderas y de beneficio mutuo en lugar de centrarse en los negocios a corto plazo. (Sika, 2018)

1.2. Formulación del problema

¿Cómo influyen el Acero Trefilado y el Plastificante sobre el mejoramiento de flexión y compresión del concreto usado para pavimentos rígidos, en Trujillo 2018?

1.3. Justificación

La presente investigación se realiza debido a las múltiples fallas que se presenta en la cual se ha visto en la necesidad, de implementar una estrategia que mejore su comportamiento funcional ante causantes de su deterioro con la utilización de fibras de Acero Trefilado porque permite aumentar su resistencia a compresión y flexión en conjunto con el plastificante. Este proyecto busca obtener un producto de buena calidad beneficiando de manera directa a las municipalidades y de manera indirecta a la poblaciones.

Esta investigación se realiza con el propósito de aportar al conocimiento existente sobre el uso de aditivos en el concreto para reforzar la estructura de un pavimento rígido, cuyos resultados de esta investigación podrá sistematizarse en una propuesta para ser incorporado como conocimiento a las ciencias de la educación, ya que se estaría demostrando que el uso de aditivos mejora el concreto y así el nivel de desempeño del pavimento rígido.

En Trujillo existe la necesidad de mejorar la serviciabilidad en el transporte motivo por el cual se hace la investigación presente con la incorporación de acero trefilado y el plastificante, los cuales permite reducir solitaciones que se suelen presentar generando mejores oportunidades laborales en la población y permite optimizar los tiempos de durabilidad del

concreto.

Otro propósito justificable de la investigación es demostrar que al aplicar acero trefilado y el plastificante en el concreto se puede mejorar sus propiedades mecánicas para luego ser utilizado en pavimentos rígidos constituido por cemento portland tipo I que es de uso general en la construcción en obras como pavimentos y cimentaciones. Con los beneficios que brinda el cemento y en conjunto con los demás agregados es que se pretende mejorar la calidad del concreto y con ello lograr una mejor serviciabilidad y fluidez en el transporte vehicular obteniendo también un mayor periodo de diseño puesto que sus condiciones de soporte van a ser mejoradas postergando su estado límite.

Al ejecutar una construcción es importante saber qué tipos de cementos existen en la localidad y cuál debemos elegir según su uso. En este proyecto se trabajará con el cemento tipo I Pacasmayo que es de uso general en cualquier tipo de construcción que no cuenta con propiedades especiales, es decir que no contiene alguna adición durante su proceso de fabricación, y lo que se pretende en esta investigación es analizar el comportamiento de la adición del acero trefilado y el plastificante en el concreto, por ello es conveniente realizarlo sobre un cemento sin adiciones. Otro motivo por el cual se decidió emplear el cemento tipo I Pacasmayo es porque presenta una resistencia alta a 28 días. Se eligió el cemento "Pacasmayo", debido a sus altas resistencias que permite obtener mejorando sus propiedades mecánicas, por su alta competitividad y comerciabilidad en el mercado, por su cómodo costo a diferencia de otras marcas que no tienen mucha salida en el mercado por sus costos más elevados que Pacasmayo.

Así mismo se considerará el uso acero trefilado porque permite facilitar la homogenización en el concreto durante el proceso de mezclado permitiendo lograr una mejor resistencia a la flexión, por su forma física del acero puesto que cuenta con unos extremos conformados para obtener un máximo anclaje mecánico en el concreto cosa que no tiene otros tipos de adiciones que se le incorpora al concreto para mejorar su resistencia.

Así también se tendrá en consideración el uso de plastificante porque permite realizar reducciones de agua y con esto aumentar la resistencia a la compresión, otro motivo es porque permite reducir los defectos de la superficie en elementos de concreto mejorando su apariencia estética.

En lo correspondiente a la parte valorativa, se considerará el aspecto económico, que es un tema primordial en el campo de la ingeniería y construcción; pudiendo llegar a afirmar más adelante que con la aplicación del acero trefilado y el plastificante en el concreto usado para pavimento rígido mejorará su resistencia a la flexión y compresión y reducirá el espesor de la carpeta de rodadura disminuyendo costos.

Lo que se pretende con esta investigación es transmitir conocimiento del cómo influye la incorporación del acero trefilado y el plastificante en el concreto para ser utilizado en un pavimento rígido para servicio común en las distintas poblaciones. Como se viene mencionado un pavimento mejorado permite lograr un transporte rápido por su mejor resistencia ante las cargas vehiculares gracias al repotenciamiento funcional que se dará con la incorporación de los aditivos mencionados.

Con la realización de este trabajo, se busca contribuir con los futuros tesis brindándoles conocimientos e información sobre las ventajas de incorporar del acero trefilado y el plastificante en el concreto y ser utilizado para el mejoramiento de pavimentos rígidos, esto para permitirles que despejen alguna duda que pudiese existir sobre la materia.

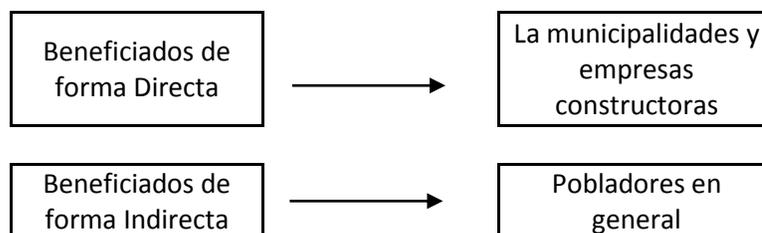


Figura 1: Beneficiados con mejora del concreto usado para Pavimentos Rígidos

1.4. Limitaciones

En la siguiente investigación se presentaron las siguientes limitaciones:

- La poca realización de estudio de pavimentos rígidos en la ciudad de Trujillo.
- Otra limitación es que los aditivos sika fiber cho 80/60 NB y sikaplast 306 no se comercializa en el mercado de la ciudad de Trujillo siendo la solución el recurrir a un Ingeniero civil que labora en la empresa SIKA S.A.C para la obtención de los aditivos.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

- Determinar la influencia de acero trefilado y el plastificante sobre el concreto para su mejoramiento de resistencia a flexión y compresión usado posteriormente el concreto mejorado en un pavimento rígido en Trujillo 2018.

1.5.2. Objetivos específicos

- Incorporar porcentajes de aditivo en el concreto según ficha técnica para obtener un concreto mejorado y ser aplicado en un pavimento rígido.
- Comparar las propiedades mecánicas antes y después de utilizar el acero Trefilado y el plastificante.
- Calcular el espesor de la carpeta de rodadura del pavimento rígido con los resultados obtenidos de los ensayos a compresión y flexión sobre el concreto.
- Determinar los costos antes y después de la aplicación de acero trefilado y el plastificante en el concreto usado para pavimentos rígidos.

CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

“ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO DEL CONCRETO SIN REFUERZO, CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS DE ACERO WIRAND® FF3 Y CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS DE ACERO WIRAND® FF4 APLICADO A LOSAS INDUSTRIALES DE PAVIMENTO RÍGIDO”

Sotil y Zegarra (2015), en su investigación tuvo como objetivo comparar analíticamente las propiedades mecánicas (flexión, compresión, tenacidad) del concreto sin refuerzo respecto al concreto reforzado con fibras de acero Wirand®FF3 y la fibra de acero Wirand®FF4 (80/60). Se ejecutó pruebas de campo para generar el análisis comparativo de tres tipos de concreto: concreto sin refuerzo, concreto reforzado con fibras de acero Wirand FF3 y concreto reforzado con fibras de acero Wirand FF4 con una resistencia a la compresión de 280 kg/cm². Para poder obtener data que refleje la realidad de la industria de la construcción peruana, se utilizarán agregados de una cantera formal y materiales que cumplan los estándares de calidad respectivos. Asimismo, la elaboración de probetas y los diferentes ensayos deberán cumplir la normatividad estipulada en la Norma Técnica Peruana (NTP) y ASTM respectiva a cada prueba, se realizó el proceso de análisis con el Método Británico, el cual utiliza la capacidad de resistencia a la flexión o módulo de rotura. De la misma manera, se usó la guía Concrete Society Technical Report N°34, la cual considera los estados límites últimos.

Se determinó que con los datos obtenidos a compresión de las probetas ensayadas a 28 días con fibra FF3 y FF4 demostraron una variación del 15% y 5%, respectivamente. Cabe resaltar los resultados iniciales de variación de 30% y 19% para 7 y 14 días respectivamente, denotan la propiedad de aumento de resistencia inicial a la compresión, la cual se va estabilizando conforme pasan los días.

Este estudio aportará un análisis adicional ya que se determinó mediante ensayos en probetas a 28 días con la incorporación de fibras de acero una mejor resistencia y comportamiento estructural a comparación con los resultados obtenidos inicialmente sin la incorporación de algún tipo de aditivo viéndose la diferencia en porcentajes de variación de menor resistencia, esto servirá de base para describir mejor el comportamiento de una propiedad mecánica importante como la es la resistencia del concreto en pavimentos.

“DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DEL NIVEL DE INCIDENCIA DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO EN LOS PAVIMENTOS RÍGIDOS DE LA PROVINCIA DE HUANCABAMBA, DEPARTAMENTO DE PIURA”

Neira (2015), en su investigación se realizó la determinación del tipo y nivel de las patologías, el índice de integridad estructural de la red vial de los pavimentos y la condición operacional de su superficie en la provincia de Huancabamba departamento de Piura.

Se ejecutó la evaluación visual y toma de datos a través de formulario como instrumento de recolección de datos en la muestra según el muestreo, no se realizaron algún tipo de ensayos puesto que es un estudio no experimental y no se tuvo que recurrir a laboratorio.

Se determinó la ubicación del área de estudio, se logró establecer el nivel de Índice de Condición de Pavimento y presentación de resultados a través de cuadros estadísticos.

Este estudio aportará un análisis adicional ya que mediante resultados estadísticos se logró establecer la condición de un pavimento todo esto de manera visual y toma de datos a través de un formulario como instrumento de apoyo, esto servirá de base para tener conocimiento de las condiciones de un pavimento antes de querer realizar algún estudio o mejoramiento de algún tipo de pavimento con aditivo para mejorar sus propiedades mecánicas.

“PROCEDIMIENTOS DE CONTROL DE FISURACIÓN A EDADES TEMPRANAS DE HORMIGONES AVANZADOS PARA CONSTRUCCIONES ARQUITECTÓNICAS”

Mojica (2015), en este trabajo de tesis se estudia el comportamiento durante las edades tempranas (ET) y en estado endurecido (EE) de pastas y hormigones avanzados y hormigones con capacidad autocompactante (HAC) con filler calizo, diferentes adiciones activas y fibras de tamaño micro y nanométrico.

Tienen como objetivo identificar los parámetros principales que controlan la evolución de la reacción, la formación de la microestructura sólida y la red porosa y el desarrollo de sus propiedades tecnológicas, para minimizar el riesgo de fisuración a ET.

Se determinó que la incorporación de adiciones activas de diferente tamaño han mejorado las propiedades mecánicas de los HAC. Sin embargo, también generan efectos secundarios que comprometen la vida útil del material, siendo la fisuración uno de los más comunes. Los efectos adversos derivados de la fisuración por secado a ET se han controlado incorporando pequeñas cantidades de microfibras de polipropileno, ya que la inclusión de nanofibras de carbono no es efectiva para este fin.

Mediante la incorporación de diferentes tipos y tamaños de adiciones y aditivos busca mejorar las características en estado endurecido (EE) enfocadas a la funcionalidad, durabilidad, mantenimiento, aspecto estéticos y ambientales, aportando un valor añadido.

Se evaluó las propiedades del hormigón durante las primeras horas, para ello establecieron un protocolo de monitorización simultánea de varios parámetros experimentales relacionados con el proceso de hidratación y los efectos en el desarrollo de las propiedades tecnológicas del material, identificando el efecto de cada uno de los componentes constituyentes de hormigones con capacidad autocompactante (HAC).

Esta investigación aportará un análisis adicional de los procedimientos de control de fisuras a edades tempranas del concreto con la incorporación de distintos porcentajes de aditivos como fibras de tamaño micro y manométrico y la incorporación de filler calizo al momento de la preparación del material y aportara un análisis adicional con respecto al proceso de monitorización durante el proceso de hidratación y en los efectos en el desarrollo de las propiedades tecnológicas del material identificando con ello el efecto de cada uno de los componentes constituyentes del concreto.

"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE FIBRAS DE ACERO EN EL CONCRETO EMPLEADO PARA PAVIMENTOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE PISTAS EN LA PROVINCIA DE HUAMANGA -AYACUCHO"

De la Cruz y Quispe (2014), en su investigación se determinó la influencia de la adición de fibras de acero en el concreto empleado para pavimentos rígidos en la construcción de pistas en la Provincia de Huamanga- Ayacucho.

Se ejecutó el proceso de selección de las proporciones de la mezcla para alcanzar las propiedades deseadas en el concreto y se estudió cuidadosamente los requisitos indicados en las especificaciones técnicas junto a la selección de resistencia promedio requerida para obtener resistencia óptima estimada, para el procesamiento y análisis de los datos se utilizó equipos de laboratorio, programas de ingeniería, Programa estadístico Design-Expert® versión 8.0.6 (StatEase, inc.), Hoja de cálculo de Microsoft Office Excel 2010, para observar la influencia de la adición de fibras de acero en el concreto, tomando en cuenta que los datos obtenidos son variables cuantitativas y cualitativas.

Se determinó que la incorporación de fibras de acero, repercute sobre la propiedad del concreto en estado fresco, destacando la reducción de la trabajabilidad, el asentamiento de la mezcla disminuye de 3 1/4" a 3"; igual se encuentran dentro de las tolerancias que se muestra en la norma ASTM y la granulometría del agregado fino (Arena Gruesa) y del agregado grueso (Piedra Chancada) de la cantera Chaccho, si cumple con las especificaciones de la NTP.

Este estudio aportará un análisis adicional ya que se determinó mediante ensayos en laboratorio, utilización de programas de ingeniería, programa estadístico, Hoja de cálculo de Microsoft Office Excel 2010 y la incorporación de fibras de acero para obtener resultados antes y después de haber utilizado fibras de acero para reforzar la funcionabilidad del pavimento rígido, esto servirá de base para describir mejor el comportamiento de una propiedad mecánica importante como la es la resistencia del concreto en pavimentos.

"CORRELACIÓN ENTRE LAS RESISTENCIAS OBTENIDAS MEDIANTE ENSAYOS DE COMPRESIÓN Y ESCLEROMETRÍA EN CILINDROS DE CONCRETO NORMAL Y MODIFICADOS CON FIBRA SINTÉTICA Y FIBRA DE ACERO"

Builes y Pardo (2016), tuvo como objetivo determinar la correlación entre el ensayo no destructivo de esclerometría y resistencia a la compresión en concreto normal, modificado con fibras sintéticas y fibras de acero en tres edades de maduración, los ensayos se realizaron a los 7, 14 y 28 días de fundidos los cilindros de concreto, los ensayos de compresión simple y de medición del número de rebote, se realizó el ensayo de esclerometría y resistencia a la

compresión simultáneamente (NTC 3692) (NTC 673); se analizaron los resultados de los ensayos y se realizó gráficamente la correlación de los mismos, se determinó que los diseños de mezcla presentados en este proyecto cumplen con las especificaciones de la NTC 3318, lo que permite tener una mezcla homogénea, que cumple con los valores de asentamiento, los controles de temperatura y la resistencia requerida.

Esta tesis aportará información complementaria sobre la resistencia a la compresión y asentamiento de probetas de concreto a los 7, 14 y 28 días, además su comparación de estos datos mediante gráficas para de la mano utilizar estos resultados ser llevados para el diseño de un pavimento rígido que es el propósito de esta tesis.

”LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN Y SU INFLUENCIA EN EL MÓDULO DE ELASTICIDAD ESTÁTICO EN EL CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA”

Sánchez (2013), en su investigación se determinó las propiedades físicas y mecánicas de los agregados de las canteras, Playa Llagchoa, Villacrés y de la Planta Industrial de Trituración, se ejecutó las dosificaciones para hormigones de resistencia de 210, 240 y 280 kg/cm², con un asentamiento de (6-9). A las edades de 7, 14, 21, y 28 días se realizaron los ensayos a compresión de las muestras para determinar las curvas tiempo vs resistencia para observar la influencia del tiempo en la resistencia del hormigón, además que nos dio un indicativo de la resistencia media del hormigón para cada edad. Se determinó el módulo de elasticidad estático del hormigón, utilizando los agregados de la Cantera “PLAYA LLAGCHOA”, ubicada en la vía a Aguaján kilómetro 7, en el Cantón Ambato, Provincial de Tungurahua y cemento Tipo IP.

Este estudio aportará un análisis adicional ya que se estableció una relación entre la resistencia a la compresión y el módulo de elasticidad del concreto, servirá de base para describir mejor el comportamiento de una propiedad mecánica importante como es la resistencia del concreto.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Concreto

2.2.1.1. Definición

Según González (2016), es una mezcla homogénea de cemento, agua, arena y grava. Es actualmente el material más empleado en la industria de la construcción por su duración, resistencia, impermeabilidad, facilidad de producción y economía. El concreto es una roca fabricada por el hombre, diseñada y producida de acuerdo a normas establecidas para fines y aplicaciones que se requieren en un proyecto determinado y con las características de

economía, facilidad de colocación, velocidad de fraguado y apariencia adecuada según su aplicación. El concreto presenta como las piedras naturales una alta resistencia a la compresión, pero una baja resistencia a la tracción (generalmente es el 10% de su resistencia a los esfuerzos de compresión) por lo cual se refuerza con varillas de acero para que sean éstas las que soporten tales esfuerzos (concreto armado). (Wasaosky, 2012)

2.2.1.2. Componentes

■ Agregados

Fino

Según Bernal (2009), el agregado fino o arena se usan como llenante, además actúa como lubricante sobre los que ruedan los agregados gruesos dándole manejabilidad al concreto. Una falta de arena se refleja en la aspereza de la mezcla y un exceso de arena demanda mayor cantidad de agua para producir un asentamiento determinado, ya que entre más arena tenga la mezcla se vuelve más cohesiva y al requerir mayor cantidad de agua se necesita mayor cantidad de cemento para conservar una determinada relación agua cemento

Características

Según Bernal (2009), un buen agregado fino al igual que el agregado grueso debe ser bien gradado para que puedan llenar todos los espacios y producir mezclas más compactas. La cantidad de agregado fino que pasa los tamices 50 y 100 afecta la manejabilidad, la facilidad para lograr buenos acabados, la textura superficial y la exudación del concreto. Las especificaciones permiten que el porcentaje que pasa por el tamiz No 50 este entre 10% y 30%; se recomienda el límite inferior cuando la colocación es fácil o cuando los acabados se hacen mecánicamente, como en los pavimentos, sin embargo, en los pisos de concreto acabado a mano, o cuando se desea una textura superficial tersa, deberá usarse un agregado fino que pase cuando menos el 15% el tamiz 50 y 3% el tamiz 100. El módulo de finura del agregado fino utilizado en la elaboración de mezclas de concreto deberá estar entre 2,3 y 3,1 para evitar segregación del agregado grueso cuando la arena es muy fina; cuando la arena es muy gruesa se obtienen mezclas ásperas.

Grueso

Según Bernal (2009), el agregado grueso es la materia prima para fabricar el concreto. En consecuencia, se debe usar la mayor cantidad posible y del tamaño mayor, teniendo en cuenta los requisitos de colocación y resistencia. Hasta para la resistencia de 250 kg/cm² se debe usar el mayor tamaño posible del agregado grueso; para resistencias mayores investigaciones recientes han demostrado que el menor consumo de concreto para mayor resistencia dada (eficiencia), se obtiene con agregados de menor tamaño. Se llama

eficiencia del concreto a la relación entre la resistencia del concreto y el contenido de cemento. En concreto de alta resistencia, mientras más alta sea esta, menor deberá ser el tamaño máximo para que la eficiencia sea máxima. Para cada resistencia existe un margen estrecho del valor del tamaño máximo por debajo del cual es necesario aumentar el contenido del cemento. En concretos de mediana y baja resistencia mientras mayor sea el tamaño mayor es la eficiencia.

Características

Según Izquierdo (2017), un buen agregado grueso debe poseer las siguientes características:

- Una buena gradación con tamaños intermedios, la falta de dos o más tamaños sucesivos puede producir problemas de segregación.
- Un tamaño máximo adecuado a las condiciones de la estructura.
- Debe evitarse el uso de agregados planos o alargados, ya que además de producir bajas masas unitarias y baja resistencia mecánica, tienen tendencia a colocarse horizontalmente formándose bajo su superficie bolsas de agua cuando esta sube a la superficie debido a la sedimentación de las partículas sólidas; esta agua almacenada bajo las partículas deja un espacio vacío cuando después del fraguado el agua evapora, por lo cual trae como consecuencia una notable reducción de la resistencia del concreto.
- Una adecuada densidad aparente está entre 2.3 gr/cm^3 y 2.9 gr/cm^3 . Cuanto mayor es su densidad mejor es su calidad y mejor su absorción, que oscila entre 1% y 5%.
- Las partículas con formas angulosas producen mezclas ásperas y difíciles de manejar.
- Una superficie rugosa, limpia y sin capa de arcilla.
- No debe contener terrones de arcilla, ni partículas deleznable; generalmente se limita al contenido de finos entre 1% y 3%, para que permita una adecuada adherencia de las partículas y el cemento en las mezclas.

■ **Cemento Portland**

Según Moreno (2017), se puede entender como cemento a aquella sustancia adhesiva que es capaz de unir fragmentos o masas de materiales y conjuntarlos en un "todo". Otra definición indica que los cementos inorgánicos son materiales en polvo que, si se les permite reaccionar con una fase líquida (usualmente agua o alguna solución acuosa de un reactante adecuado), comienzan a desarrollar reacciones químicas asociadas a determinada relación líquido/sólido, con la formación de una estructura firme.

La norma ASTM-C-219, define como cemento Portland al material hidráulico producto de la molienda de Clinker, el cual consiste de al menos dos tercios en masa de silicatos de Calcio $3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ y $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$, el resto contiene óxido de aluminio (Al_2O_3) y óxido de hierro (Fe_2O_3). Usualmente contiene una o más formas mineralógicas del sulfato de calcio como adición en la molienda (Castillo, 2015). En algunas pastas de cemento, el endurecimiento toma lugar únicamente en contacto con el aire y está asociado con una pérdida del agua libre y/o con una reacción con el CO_2 presente en el aire. Tales aglutinantes se conocen como no-hidráulicos, contrariamente a los cementantes hidráulicos en donde el proceso de endurecimiento puede también llevarse a cabo bajo el agua, y está asociado a un proceso de hidratación. La naturaleza química de los cementos inorgánicos puede variar ampliamente. En algunos casos, estos pueden contener solo una fase, pero con mayor frecuencia poseen más de una de ellas. Algunos cementos son incluso un conglomerado de dos o más constituyentes, uno de los cuales puede ser un material hidráulicamente activo únicamente cuando está en presencia de los otros constituyentes. Los materiales o constituyentes que reaccionan espontáneamente con el agua causando el fraguado y endurecimiento de la mezcla original, son considerados hidráulicamente activos. Este tipo de materiales son los que exhiben propiedades hidráulicas. El cemento Portland se obtiene de la molienda a alta finura de un Clinker Portland ya sea solo o más comúnmente, en combinación con sulfato de calcio, que actúa como un regulador de fraguado.

Tipos

Según Carpio (2017), los tipos de cemento portland sin adiciones son:

- Tipo I: destinado a obras en general, que le exigen propiedades especiales.
- Tipo II: destinado a obras expuestas a la acción moderada de los sulfatos.
- Tipo III: desarrolla altas resistencias iniciales.
- Tipos IV: desarrolla bajo calor de hidratación.
- Tipo V: ofrece alta resistencia a la acción de los sulfatos

Según Castillo (2015), los tipos de cemento portland con adiciones son:

- Tipo IS: Cemento Portland con escoria de alto horno (25% - 70%).
- Tipo IP: Cemento Portland puzolánico (15% - 40%).
- Tipo IL: Cemento Calizo
- Tipo I (PM): Cemento Portland puzolánico modificado.
- Tipo IT: Cemento ternario (dos adiciones).
- Tipo ICo: Cemento portland compuesto (hasta 30%)

■ **Agua**

Según Rocha (2001), se puede definir como aquel componente del mortero en virtud del cual, el cemento experimenta reacciones químicas que le dan la propiedad de fraguar y endurecer para formar un sólido único con los agregados. Se clasifica en agua de mezclado y agua de curado. El agua que sea potable y que no tenga un pronunciado olor o sabor puede usarse para mezclas de morteros. Sin embargo, esto no es rigurosamente cierto, debido a que dentro del agua potable se pueden encontrar disueltas en altas concentraciones sales, cítricos o azúcares, entre otros, que pueden ser perjudiciales para el mortero. Por otro lado, el agua que es buena para el mortero no necesariamente es buena para beber.

■ **Aire**

Según Castillo (2015), cuando el concreto se encuentra en proceso de mezclado, es normal que quede aire incluido dentro de la masa, el cual se libera luego en el proceso de compactación al que es sometido el concreto una vez ha sido colocado. Sin embargo, la compactación no es perfecta y siempre queda un aire residual dentro de la masa endurecida. En algunos casos se incluye burbujas de aire incorporadas por medio de aditivos.

2.2.1.3. Tipos

■ **Concreto simple**

Según Santisteban (2015), los agregados superiores e inferiores a 5 mm grava y arena. Se usa principalmente en el falso piso de una casa. La proporción recomendada 1 volumen de cemento por 12 volúmenes de hormigón.

Concreto Simple = Agregado fino + Agregado grueso + agua + cemento

■ **Concreto Ciclópeo**

Según CONCREMAX (2015), está conformada por piedra desplazadora inferior a 30 cm. Se usa principalmente en zanjas de cimentación y sobre cimientos hasta el 30% como máximo, del volumen total.

Concreto Ciclópeo = Concreto Simple + Piedra desplazadora

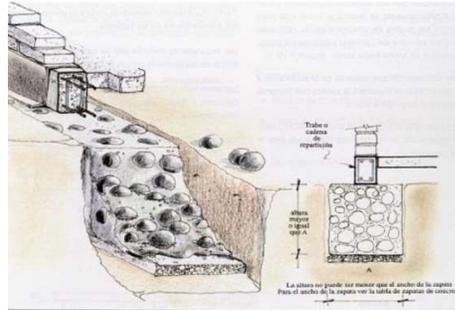


Figura 2: Concreto Ciclópeo (Tipos de concreto para la construcción)

■ **Concreto Armado**

Según Santisteban (2015), lleva armadura de acero como refuerzo y está diseñado bajo la hipótesis de que los materiales trabajen juntos. Las armaduras deben soportar los esfuerzos de tracción o incrementar la resistencia a la compresión del concreto.

■ **Concreto Estructural**

Según Santisteban (2015), es el concreto simple dosificado, mezclado, transportado y colocado de acuerdo a las especificaciones precisas, que garantice una resistencia mínima y una durabilidad adecuada.

- Resistencias mayores o iguales que 250 kg/cm^2 y menores que 400 kg/cm^2
- Agregados de origen caliza o basalto
- Excelente trabajabilidad y cohesión
- Mayor durabilidad que la de un concreto convencional

■ **Concreto Pre-Comprimido**

Según Santisteban (2015), denominado también pre-esforzado

Se usan cables de alta resistencia de forma redonda estirados en frío, varillas de acero de aleación ($10,200 \text{ Kg/cm}^2$ a $11,200 \text{ Kg/cm}^2$) y cables trenzados ($17,500 \text{ Kg/cm}^2$ a $19,900 \text{ Kg/cm}^2$)

■ **Concreto Normal**

Según Santisteban (2015), ideal para cualquier tipo de elementos y construcción en general y son preparados con agregados corrientes y su peso unitario varía entre 2300 kg/m^3 y 2500 kg/m^3 , según el tamaño máximo del agregado

■ **Concreto Ligero**

Según Santisteban (2015), es un concreto similar al concreto normal, con una densidad que varía entre 1365 Kg/m^3 a 1850 Kg/m^3 y una resistencia a los 28 días aproximadamente 175 Kg/cm^2 . Usado primordialmente para reducir la carga total de la estructura como: losas de entre pisos.

■ **Concretos Especiales**

Según Rivera (2011), el concreto hecho con cemento Portland, agua y agregados, tiene un uso extenso como material de construcción debido a sus muchas características favorables.

Pero algunas veces resulta difícil hacer uso adecuado de estas propiedades, como por ejemplo a la hora de su colocación, ya sea por el rápido o lento endurecimiento o por la consistencia de la mezcla, etc. Para resolver estos problemas se han creado procesos constructivos o adecuado concretos o adicionado aditivos o sustancias especiales que modifican alguna o algunas de las propiedades de la mezcla, entre estos concretos especiales están:

- Concreto Pre Mezclado

Si en vez de mezclar y dosificar el concreto en la obra, una planta central lo entrega listo para su colocación, se dice que este hormigón es "concreto premezclado".

El concreto premezclado es particularmente útil en obras que están muy congestionadas o en la construcción de vías donde solo se disponga de un espacio muy pequeño para tener una planta mezcladora y almacenar los agregados. Pero la principal ventaja del concreto premezclado consiste en que el hormigón puede hacerse en mejores condiciones de control.

Hay dos categorías principales de concreto premezclado:

- Concreto de mezclado central.
- Concreto mezclado en tránsito

- Concreto con fibras

Es un hormigón ligero o normal al cual se le han adicionado fibras que pueden ser de: acero, plástico, asbesto, vidrio, nylon, poliéster, polipropileno, polietileno, fique, caña de azúcar, coco, yute, etc. Este concreto con fibras puede ser útil cuando sea necesario absorber una gran energía (por ejemplo, cargas explosivas) o cuando se desea mejorar la resistencia a la tensión; luego es posible mermar el refuerzo porque parte de la tensión lo absorbe la fibra. En el caso de los pavimentos rígidos, se pueden utilizar espesores de los menores para las mismas cargas e igual periodo de diseño, la separación de juntas puede ser mayor porque las fibras aumentan la resistencia a la flexión del concreto. El hormigón con fibras proporciona también un buen aislamiento acústico y térmico, buena resistencia al impacto y a la erosión. Algunas fibras, en especial las naturales de origen vegetal

requieren de un tratamiento especial para ser usadas y así no perjudicar las propiedades del concreto.

2.2.1.4. Propiedades Físicas

■ Asentamiento

Según Perez (2015), es una propiedad medida en pulgadas que representa la manejabilidad que posee el concreto, es decir, la facilidad con que el concreto puede ser moldeado al realizar la mezcla de los agregados, el agua y el cemento. Debido a que en algunas circunstancias se requiere que el concreto posea una fluidez que permita su trabajabilidad, esta fluidez depende de la relación entre la cantidad de agua y de cemento, si se agrega más agua se pierden propiedades de resistencia en el concreto, pero es la que permite obtener un concreto fluido, por ende, se aplican aditivos superplastificantes que reduzcan la cantidad de agua y ocasionen que la mezcla posea la fluidez requerida. Se puede concluir que el asentamiento está basado específicamente en la cantidad de agua, para determinar esta propiedad se utiliza el cono de slump.

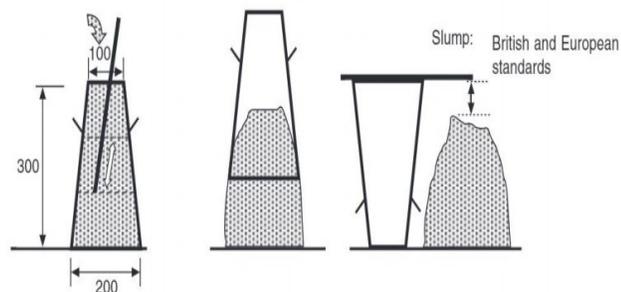


Figura 3: Asentamiento (Written by E., 2016)

2.2.1.5. Propiedades Mecánicas

■ Resistencia a la compresión

Según Garcia y Vargas (2007), es la medida de esfuerzo máximo que puede soportar un material bajo una carga de aplastamiento se expresa en términos de esfuerzo en kg/cm^2 o en lb/pulg^2 (psi) $1.\text{p.s.i} = 0.07 \text{ kg/cm}^2$ o en megapascales. La resistencia a la compresión de un material que falla debido a la rotura de una fractura se puede definir, en límites bastante ajustados, como una propiedad independiente. Sin embargo, la resistencia a la compresión de los materiales que no se rompen en la compresión se define como la cantidad de esfuerzo necesario para deformar el material una cantidad arbitraria. La resistencia a la compresión se calcula dividiendo la carga máxima por el área transversal original de una probeta en un ensayo de compresión.



Figura 4: Ensayo resistencia a compresión (Written by E., 2016)

■ Resistencia a la flexión

Según Garcia y Vargas (2007), la resistencia a la flexión es de gran aplicación en los proyectos de losas para carreteras y pistas de aeropuertos. La resistencia a la flexión del concreto se determina en vigas prismáticas de 15cm x 15cm de sección y 50 cm de largo, elaboradas de acuerdo a la norma NTP 339.078.

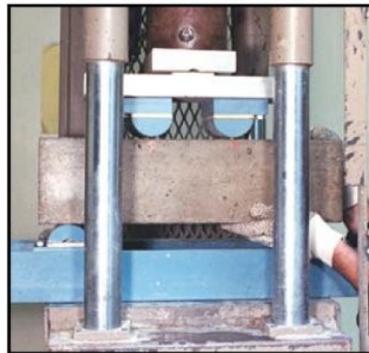


Figura 5: Ensayo resistencia a flexión (Written by E., 2016)

2.2.2. Aditivos

2.2.2.1. Acero Trefilado

■ Definición

Según Sika (2017), Sika® Fiber CHO 80/60 NB son fibras de acero trefilado de alta calidad para reforzamiento del concreto usado en losas de concreto tradicional e industriales y elementos de concreto pre-fabricado, especialmente encoladas (pegadas) para facilitar la homogenización en el concreto durante el mezclado, evitando la aglomeración de las fibras individuales. Sika® Fiber CHO 80/60 NB son fibras de acero de alta relación longitud / diámetro (l/d) lo que permite un alto rendimiento con menor cantidad de fibra.

■ **Uso**

Según Sika (2017), Sika Fiber CHO 80/60 NB, otorga una alta capacidad de soporte al concreto en un amplio rango de aplicaciones; dándole ductilidad y aumentando la tenacidad del concreto. En elementos de concretos pre-fabricados reforzados; en losas de pisos industriales (tráfico alto, medio y ligero) en losas y cimientos de concreto para reemplazar el refuerzo secundario (malla de temperatura), en puertos, aeropuertos, fundaciones para equipos con vibración, reservorios, tanques, etc.

■ **Características/Ventajas**

Según Sika (2017)

- Incrementa la resistencia del concreto al impacto, fatiga y a la fisuración.
- Incrementar la ductilidad y absorción de energía (resistencia a la tensión).
- Reducción de la fisuración por retracción.
- No afecta los tiempos de fraguado.
- Su condición de encolada (pegada) asegura una distribución uniforme en el concreto y shotcrete vía húmeda.
- Relación longitud / diámetro igual a 80 para un máximo rendimiento.
- Extremos conformados para obtener máximo anclaje mecánico en el concreto.

■ **Cumplimiento de norma**

Según Sika (2017), Sika® Fiber CHO 80/60 NB cumple con las normas ASTM A 820 “Steel Fibers for Reinforced Concrete” Tipo I y DIN 17140-D9 para acero de bajo contenido de carbono.

■ **Condiciones de almacenamiento (vida útil)**

Según Sika (2017), Los sacos de Sika® Fiber CHO 80/60 NB pueden almacenarse por tiempo indefinido protegido de la humedad.

■ **Datos técnicos**

Según Sika (2017)

- Longitud: 60 mm con extremos conformados
- Diámetro de la fibra: 0.75 mm
- Relación longitud/ Diámetro: 80
- Resistencia a tracción: 1200 MPa min.
- Elongación de rotura: 4% máx.

■ **Detalles de aplicación(consumo/dosis)**

Según Sika (2017), normalmente entre 10 kg a 45 kg de Sika® Fiber CHO 80/60 NB por m³ de concreto. Se recomienda realizar ensayos previos para determinar la cantidad exacta de fibra de acero a utilizar de acuerdo a los índices de tenacidad ó energía absorbida especificada del concreto.

■ **Método de aplicación**

Según Sika (2017), Sika® Fiber CHO 80/60 NB se puede agregar en la tolva de pesado de la dosificadora de concreto, en la correa de alimentación, en camión mixer y mezcladora de concreto como a continuación se indica en cada caso:

- En la tolva de pesado de la dosificadora, abra las bolsas y vacíe las fibras directamente entre los áridos; no agregue las bolsas sin abrir porque pueden bloquear las compuertas de descarga. Mezcle en forma normal, no se requiere tiempo extra de mezclado en este caso.
- En la correa de alimentación, si hay acceso, las fibras pueden adicionarse durante o después de agregar los áridos. Mezcle en forma normal, no se requiere tiempo extra de mezclado en este caso.
- En el camión mixer, una vez que todos los ingredientes se han incorporado, agregar las fibras mientras el mixer de concreto está rotando a alta velocidad (12 rpm o más). Vaciar un máximo de 60 kg de fibras por minuto. Una vez terminado el vaciado de las fibras, mezclar 5 minutos adicionales y chequear visualmente su distribución; mezclar 30 segundos adicionales si la distribución no es uniforme. Hoja Técnica Sika® Fiber CHO 80/60 NB 01.03.16, Edición 4 3/4
- En la mezcladora de concreto, una vez que todos los ingredientes se han incorporado, agregar las fibras y mezclar por 30 segundos por cada pie cúbico a menos que se observe una distribución homogénea en menor tiempo.

■ **Observaciones técnicas**

Según Sika (2017), no agregue Sika® Fiber CHO 80/60 NB al mezclador antes de los áridos. Las bolsas con papel hidrosolubles pueden agregarse directamente al concreto.

2.2.2.2. **Plastificante**

■ **Definición**

Según Sika (2017), Sikaplast 306 es un aditivo líquido súper plastificante, reductor de agua de alto rango con fragua controlada. Está diseñado para producir concretos que necesitan mantener la fluidez por varias horas. No contiene cloruros.

■ **Uso**

Según Sika (2017), el Sikaplast 306 puede usarse para:

- La elaboración de concretos para todo tipo de estructuras como concretos de plantas de premezclado, especialmente diseñado para emplearse dependiendo la dosis como reductor de agua, plastificante o súper plastificante.

- Transportar y colocar concreto y mortero en condiciones medio ambientales rigurosas, como: baja humedad relativa, muy alta velocidad de viento y temperaturas extremas en el concreto.
- Como reductor de agua de alto rango, se usa para concretos bombeados y aplicaciones donde se requieran acabados de mejor calidad y fragua controlada.

■ **Características/Ventajas**

- Altas resistencias tempranas para un desmoldado rápido en concretos estructurales.
- Altas resistencias finales, permitiendo flexibilidad en el plan mayor de ingeniería.
- Reducciones de la relación agua cemento producen concretos más durables, más densos y menos permeables.
- La alta efectividad plastificante, hace que reduzca los defectos de la superficie en elementos de concreto y mejore la apariencia estética.
- SikaPlast®-306 no contiene cloruros ni ningún otro compuesto que produzca la corrosión del acero de refuerzo. Se puede redosificar en obra para facilitar la colocación y/o bombeo del concreto en climas cálidos.

■ **Cumplimiento con norma**

Cumple con la Norma ASTM C 494, Tipo A y Tipo F.

■ **Condiciones de almacenamiento (vida útil)**

Un año en su envase original bien cerrado y bajo techo en lugar fresco resguardado de heladas. Para el transporte debe tomarse las precauciones normales para el manejo de un producto químico.

■ **Datos técnicos**

Densidad: 1.10 kg/L \pm 0.01 kg/L.

■ **Detalles de aplicación (consumo/dosis)**

Según Sika (2017)

- Como plastificante y reductor de agua 0.4% al 0.8% del peso del material cementante.
- Como súper plastificante y reductor de agua 0.8% al 1.5% del peso del material cementante.

■ **Métodos de aplicación**

Según Sika (2017), adicionarlo a la mezcla de concreto o mortero si tiene dosificador de aditivos durante el carguío de cemento y en conjunto con el agua, si no se cuenta con dosificadores mecánicos, adicionar toda la dosis del aditivo antes del carguío con el 40%

del agua. Posteriormente, independientemente al tipo de dosaje de aditivo, remezclar por lo menos durante 5 minutos hasta obtener una mezcla fluida.

■ Precauciones

Según Sika (2017), durante la manipulación de cualquier producto químico, evite el contacto directo con los ojos, piel y vías respiratorias. Protéjase adecuadamente utilizando guantes de goma natural o sintética y anteojos de seguridad. En caso de contacto con los ojos, lavar inmediatamente con abundante agua durante 15 minutos manteniendo los párpados abiertos y consultar a su médico.

2.3. Hipótesis

La utilización de acero trefilado y el plastificante en el concreto para posteriormente ser utilizado en pavimento rígido es factible y económico, influyen positivamente en la resistencia y uniformidad mejorando así la calidad del concreto.

Respecto a los datos cuantitativos de resistencia a compresión aumenta de $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ a un $f'c=378 \text{ kg/cm}^2$ y flexión de $M'r=44 \text{ kg/cm}^2$ a un $M'r=79 \text{ kg/cm}^2$ siendo realizado estos ensayos en el Laboratorio de Concreto de la Universidad Privada del Norte – sede San Isidro de la ciudad de Trujillo, departamento de La Libertad.

Tabla 1: Hipótesis General

HIPÓTESIS GENERAL	COMPONENTES METODOLÓGICOS			COMPONENTES REFERENCIALES	
	Variables	Unidad de Análisis	Conectores Lógicos	El Espacio	El Tiempo
La utilización de acero trefilado y plastificante en el concreto para posteriormente ser utilizado en pavimento rígido es factible y económico, influyen positivamente en la resistencia y uniformidad del concreto, aumenta la calidad a la resistencia de compresión de $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ a un $f'c=378 \text{ kg/cm}^2$ y flexión de $M'r=44 \text{ kg/cm}^2$ a un $M'r=79 \text{ kg/cm}^2$.	.Acero trefilado .Plastificante	.Las probetas de concreto, con las siguientes dimensiones: Cilíndricas 15 cm de diámetro x 30 cm de altura. Vigas 15 cm de ancho x 15 cm de altura x 50 cm de largo.	Mejora	La Ciudad de Trujillo	2018

Tabla 2: Hipótesis Específica 1

HIPÓTESIS ESPECÍFICA 1	COMPONENTES METODOLÓGICOS			COMPONENTES REFERENCIALES	
	Variables	Unidad de Análisis	Conectores Lógicos	El Espacio	El Tiempo
<p>Con un 10% de reducción de agua en el diseño de mezcla y la utilización de 20 kg/m³ acero trefilado + 0.5% de plastificante en el concreto para posteriormente ser utilizado en pavimentos rígidos es factible y económico.</p> <p>Influye positivamente en la resistencia y uniformidad del concreto permitiendo reducir la posibilidad de la existencia de grietas.</p>	<p>.Acero trefilado</p> <p>.Plastificante</p>	<p>.Las probetas de concreto, con las siguientes dimensiones: Cilíndricas 15 cm de diámetro x 30 cm de altura. Vigas 15 cm de ancho x 15 cm de altura x 50 cm de largo.</p>	<p>Mejora</p>	<p>La Ciudad de Trujillo</p>	<p>2018</p>

Tabla 3: Hipótesis Específica 2

HIPÓTESIS ESPECÍFICA 2	COMPONENTES METODOLÓGICOS			COMPONENTES REFERENCIALES	
	Variables	Unidad de Análisis	Conectores Lógicos	El Espacio	El Tiempo
<p>Con un 20% de reducción de agua en el diseño de mezcla y la utilización de 20 kg/m³ acero trefilado + 0.75% de plastificante en el concreto para posteriormente ser utilizado en pavimentos rígidos es factible y económico.</p> <p>Influye positivamente en la resistencia y uniformidad del concreto permitiendo reducir la posibilidad de la existencia de grietas.</p>	<p>.Acero trefilado</p> <p>.Plastificante</p>	<p>.Las probetas de concreto, con las siguientes dimensiones: Cilíndricas 15 cm de diámetro x 30 cm de altura. Vigas 15 cm de ancho x 15 cm de altura x 50 cm de largo.</p>	<p>Mejora</p>	<p>La Ciudad de Trujillo</p>	<p>2018</p>

Tabla 4: Hipótesis Específica 3

HIPÓTESIS ESPECÍFICA 3	COMPONENTES METODOLÓGICOS			COMPONENTES REFERENCIALES	
	Variables	Unidad de Análisis	Conectores Lógicos	El Espacio	El Tiempo
<p>Con un 30% de reducción de agua en el diseño de mezcla y la utilización de 20 kg/m³ acero trefilado + 1% de plastificante en el concreto para posteriormente ser utilizado en pavimentos rígidos es factible y económico.</p> <p>Influye positivamente en la resistencia y uniformidad del concreto permitiendo reducir la posibilidad de la existencia de grietas.</p>	<p>.Acero trefilado .Plastificante</p>	<p>.Las probetas de concreto, con las siguientes dimensiones: Cilíndricas 15 cm de diámetro x 30 cm de altura. Vigas 15 cm de ancho x 15 cm de altura x 50 cm de largo.</p>	<p>Mejora</p>	<p>La Ciudad de Trujillo</p>	<p>2018</p>

CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA

3.1. Operacionalización de variables

Tabla 5: Matriz de Operacionalización de Variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍTEMS
Compresión	La compresión puede ser un proceso físico o mecánico que consiste en someter a un cuerpo a la acción de dos fuerzas opuestas para que disminuya su volumen, en este caso para saber su resistencia	Con la elaboración de 36 probetas sometidas a ensayos en laboratorio es como se medirá la variable a Compresión.	Caracterización de agregados	Estudio de Mecánica de Suelos.	.TMN AG .Contenido de humedad -PUSC AG .Peso específico AF . % Absorción AF .Peso específico AG . % Absorción AG
			Diseño de Mezcla	Diseño de mezcla mediante el método ACI – 211 teniendo en cuenta las consideraciones del reglamento ACI 318S-14	. Cantidad de material (kg/m ³) Peso Seco Peso SSS Peso húmedo
			Ensayos físicos(SLUMP)	Ensayos de asentamiento	Asentamiento o Patrón
			Ensayos mecánicos	Rotura de probetas	f'c inicial= 280 kg/cm ²

Tabla 6: Matriz de Operacionalización de Variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍTEMS
			Caracterización de agregados	Estudio de Mecánica de Suelos.	.TMN AG .Contenido de humedad -PUSC AG .Peso específico AF . % Absorción AF .Peso específico AG . % Absorción AG
Flexión	En ingeniería se denomina flexión al tipo de deformación que presenta un elemento estructural alargado en una dirección perpendicular a su eje longitudinal	Con la elaboración de 24 probetas sometidas a ensayos en laboratorio es como se medirá la variable a compresión.	Diseño de Mezcla	Diseño de mezcla mediante el método ACI – 211 teniendo en cuenta las consideraciones del reglamento ACI 318S-14	. Cantidad de material (kg/m ³) Peso Seco Peso SSS Peso húmedo
			Ensayos físicos(SLUMP)	Ensayos de asentamiento	Asentamiento Patrón
			Ensayos mecánicos	Rotura de probetas	M _r inicial= 44 kg/cm ²

3.2. Diseño de investigación

La presente investigación es de diseño experimental, porque se tiene control sobre las variables independientes que influirá sobre la variable dependiente el cual se medirá mediante la elaboración de probetas de concreto con distintos porcentajes de aditivo, en la que se mejorara la resistencia a compresión y resistencia a flexión del concreto; del tipo experimental puro, puesto que existe alioriedad, control y repeticiones en la elaboración de probetas de concreto con la incorporación de distintas cantidades de aditivos y tiene una validez interna ya que se sabe que está ocurriendo realmente la relación entre las dos variables logrando mejorar el comportamiento a flexión y compresión del concreto usado para pavimento rígido. Esta parte es aplicativa donde se recurrirá a laboratorio para realizar ensayos. La finalidad de esta investigación es estudiar la incidencia de acero trefilado y el plastificante en el concreto para posteriormente aplicarlo en pavimento rígido, comparando los resultados con una muestra patrón; de esta manera haciendo prueba de significación estadística, podemos saber si el acero trefilado y el plastificante causan alguna influencia en la resistencia a flexión y compresión del concreto.

Según su enfoque de investigación es mixta porque se contrasta la hipótesis y se interpreta los resultados hallados, continua porque se trata de la medición de resultados entre la variable en la que se incluye algún material y la variable patrón.

Su forma de medición es directa porque los resultados no son derivados de otros cálculos más bien se va a comparar los resultados de manera directa con los resultados de una probeta patrón de referencia.

3.3. Unidad de estudio

Las probetas de concreto con una resistencia inicial de 280 kg/cm² y probetas de concreto con la incorporación de aditivo plastificante y el acero trefilado. Las medidas para las probetas cilíndricas será de 15 cm de diámetro x 30 cm de altura y las probetas en forma de viga serán de 15 cm de ancho x 15 cm de altura x 50 cm de largo.

3.4. Población

Todas las probetas a considerar se calcularon de la siguiente manera:

Tabla 7: Población

		ENSAYOS A COMPRESIÓN			Número de muestras	Población
		3 días	7 días	28 días		
Aditivo: Acero Trefilado + Plastificante	Patrón	0 aditivo	3	3	3	36
		0.5% + 20 Kg/m ³	3	3	3	
		0.75% + 20 Kg/m ³	3	3	3	
		1% + 20 Kg/m ³	3	3	3	
						60
		ENSAYOS A FLEXIÓN		Número de muestras		
		7 días	28 días			
Aditivo: Acero Trefilado + Plastificante	Patrón	0 aditivo	3	3	24	
		0.5% + 20 Kg/m ³	3	3		
		0.75% + 20 Kg/m ³	3	3		
		1% + 20 Kg/m ³	3	3		

Se realizaron los ensayos con respecto a la compresión a los 7 días y 28 días de acuerdo a la norma NTP 339.183 y a los 3 días de acuerdo a la recomendación de un experto en temas de concreto, la cual permitirá evaluar la curva de crecimiento del concreto.

Con respecto a los días de ensayos a flexión se consideró a los 28 días de acuerdo a la NTP 339.183 y a los 7 días de acuerdo a la recomendación de un experto en temas de concreto.

El experto en temas de concreto es justamente el Ing. Alberto Vásquez Díaz, docente en Universidad Privada del Norte del curso de Tecnología del Concreto, con estudios en Geotecnia.

3.5. Muestra

Se realizó un muestreo no probabilístico por juicio de experto la cual cuenta con 3 réplicas para cada tiempo y adición de aditivos con el fin de un estudio confiable.

Tabla 8: Cantidad de muestra patrón y con aditivos

		ENSAYOS A COMPRESIÓN			Número de muestras	Población
		3 días	7 días	28 días		
Aditivo: Acero Trefilado + Plastificante	Patrón	0 aditivo	3	3	36	60
		0.5% + 20 Kg/m ³	3	3		
		0.75% + 20 Kg/m ³	3	3		
		1% + 20 Kg/m ³	3	3		
		ENSAYOS A FLEXIÓN			Número de muestras	
		7 días	28 días			
Aditivo: Acero Trefilado + Plastificante	Patrón	0 aditivo	3	3	24	
		0.5% + 20 Kg/m ³	3	3		
		0.75% + 20 Kg/m ³	3	3		
		1% + 20 Kg/m ³	3	3		

Se realizarán 36 muestras cilíndricas de 15 cm de diámetro x 30 cm de altura para ensayos a compresión entre patrón y con aditivo al 0.5%, 0.75% y al 1% del aditivo plastificante + 20 kg/m³ de acero trefilado con utilización del cemento portland tipo I justificado anteriormente y 24 muestras en forma de viga de 15 cm x 15 cm de área transversal y 50 cm de largo para ensayos a flexión entre patrón y con aditivo al 0.5%, 0.75% y al 1% del aditivo Plastificante + 20 kg/m³ de acero trefilado.

Con respecto a la obtención de la cantidad de cemento a utilizar es obtenido de un diseño posterior en las unidades de kg/m³ y la forma de aplicación del aditivo plastificante en

porcentajes depende del peso del material cementante obtenido, donde los porcentajes considerados son de acuerdo a la recomendación de un experto en temas de concreto porque los porcentajes considerados son dosis que funcionan como plastificante. Y con respecto a la aplicación del acero trefilado ya no depende de la cantidad de cemento ya que su aplicación es por m^3 de concreto, donde el porcentaje considerado es de acuerdo a la recomendación de un experto en temas de concreto, en este caso porque es la dosificación óptima para el concreto usado en pavimento rígido y por motivo de facilidad de aplicación.

El experto en temas de concreto es justamente el Ing. Ing. Alberto Vásquez Díaz.

3.6. Técnica, instrumentos y procedimientos de recolección de datos

3.6.1. Técnica

La presente investigación se realizará con la técnica análisis documentario porque se realiza apoyándose en fuentes de carácter documental que se encuentran en los archivos como cartas, oficios, expedientes, etc.

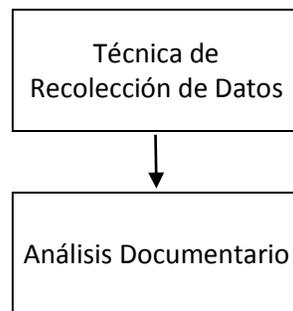


Figura 6: Técnica de Recolección de Datos

3.6.2. Instrumento

A continuación, se pasa a sustentar el instrumento de recolección de datos el cual será ficha resumen porque consiste en seleccionar las ideas informativas relevantes de un documento a fin de expresar su contenido mediante el análisis documentario y un análisis estadístico empleando experimentos en laboratorio permitiendo generalizar resultados y tener control sobre el fenómeno estudiado, teniendo un proceso deductivo, secuencial, probatorio y un análisis de realidad objetiva.



Figura 7: Instrumento de Recolección de Datos

Tabla 9: Ficha de Resumen

Ficha Resumen	
Estudio realizado en el Jr. Ciro Alegría, el Jr. José Carlos Mariátegui, Av. El Milagro y la Av. Industrial del sector VI del Centro Poblado El Milagro Distrito de Huanchaco – Trujillo.	
Parámetros de Diseño	. Periodo de Diseño: 20. De acuerdo al tráfico proyectado que tienen tránsito mayor de 1,000,000 EE en el carril y por recomendación de la guía AASTHO.
	. Esal de Diseño: 2,997,570.69. Valor obtenido de acuerdo al tránsito que circula en la carretera evaluada.
	Serviciabilidad Inicial (pi): 4.3. Capacidad del pavimento de servir al tránsito que circula por la vía donde 0 significa una calificación de intransitable y 5 una calificación de excelente para el tránsito vehicular.
	. Serviciabilidad final (pf): 2.5. Capacidad del pavimento de servir al tránsito que circula por la vía donde 0 significa una calificación de intransitable y 5 una calificación de excelente para el tránsito vehicular.
	. Factor de Confiabilidad (R): 85%. Probabilidad de desempeño de acuerdo al tipo de camino.
	. Desviación Estándar Normal (Zr): -1.037
	. Desviación Estándar Global (S0): 0.35. Factor de seguridad que equivale a incrementar en una proporción el tránsito previsto a lo largo del periodo de diseño.
	. Coeficiente de Transmisión de Carga (J): 3.8. Valor que expresa la capacidad de la estructura como transmisora de cargas.
	. Coeficiente de Drenaje (Cd): 0.85. Valor que se obtiene a partir de la evaluación de la caracterización del material y su calidad de drenaje esto correlacionado con el grado de exposición de la estructura a niveles de humedad próximos a la saturación.
	. Módulo de Reacción de la Subrasante (Kc): 515 Psi. Valor que se obtiene a partir del estudio de CBR.

El motivo del uso de los parámetros de diseño reales extraídos del estudio realizado en el Jr. Ciro Alegría, el Jr. José Carlos Mariátegui, Av. El Milagro y la Av. Industrial del sector VI del Centro Poblado El Milagro Distrito de Huanchaco – Trujillo, en conjunto con los resultados obtenidos de resistencia a la compresión y flexión del concreto patrón y el concreto con la adición del acero trefilado y el plastificante es por porque con estos datos de entrada se procederá a diseñar dos pavimentos por el método AASHTO 93; uno utilizando el módulo de elasticidad (E_c) y el módulo de rotura (S_c) del concreto patrón, de la presente investigación; y otro utilizando el concreto reforzado con 20 kg/m^3 de acero trefilado y 0.75% de plastificante, con su (E_c) y (S_c).

3.6.3. Validación

La validación del instrumento de recolección de datos lo realizó el Ing. Josualdo Villar Quiroz con CIP 106997, dando paso para poder calcular cuantitativamente lo llamado “consistencia interna” con los datos obtenidos de laboratorio de la UPN en conjunto con los datos extraídos del estudio realizado en el Jr. Ciro Alegría, el Jr. José Carlos Mariátegui, Av. El Milagro y la Av. Industrial del sector VI del Centro Poblado El Milagro Distrito de Huanchaco – Trujillo, para el paso final que es la utilización del concreto mejorado con plastificante y acero trefilado en un pavimento rígido.

3.6.4. Procedimiento

Primeramente, se extrajo agregado fino y grueso de la Cantera H y S, el cual se encuentra a una altitud de 34 msnm, luego se pasó a realizar los ensayos de durabilidad de los agregados fino y grueso, ensayos de caracterización: análisis granulométrico, contenido de humedad, peso unitario seco suelto, peso unitario seco compactado, porcentaje de absorción, gravedad específica y los resultados que se obtengan de esta parte servirán para poder pasar a realizar el diseño de mezcla y obtener las cantidades en kg/m^3 y saber la cantidad necesaria de material que se necesitara para la elaboración de probetas siendo estas sometidas a ensayos mecánicos con la ayuda de una máquina compresora para determinar la resistencia a compresión y flexión con y sin aditivos. También se hará ensayos físicos para determinar la uniformidad del concreto con y sin aditivo.



Figura 8: Ubicación de la cantera H y S

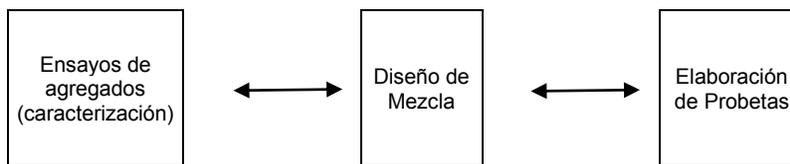


Figura 9: Procedimientos para la Recolección de Datos

3.6.4.1. Ensayos de Agua

■ Determinación del Valor pH y conductividad

Primeramente se seleccionó una muestra de 200 gramos de agua potable y se hizo uso del equipo multiparámetro modelo HQ 40d marca HACH el cual cuenta con dos puertos de medición que se introducen dentro de la muestra que está en un vaso de precipitación durante un tiempo de 1 minuto, para luego obtener sus cantidades cuantitativas.

■ Determinación del Turbidez

Primeramente se seleccionó una pequeña muestra de agua potable para llenarla en un pequeño frasco e introducir este frasco con la muestra de agua potable en el equipo turbidímetro modelo 2100 Q marca HACH, esta muestra estará en el equipo durante el tiempo de 1 minuto, para luego obtener la cantidad de turbidez del agua potable.

■ **Concentración de Sulfatos MTC E 719**

Se tiene como objetivo determinar el contenido de iones sulfato en las aguas utilizadas como aguas de mezcla en la producción y curado de morteros y concretos de cemento Portland.

Materiales y equipos

- Vaso de precipitación
- Varilla de agitación
- Equipo turbidímetro

Procedimiento:

El ensayo para la determinación de sulfatos consiste primeramente en seleccionar una muestra de 100 mililitros y agregarle 0.20 gramos de cloruro de vario, posterior a ello se le agregó una solución amortiguadora compuesta por cloruro de magnesio 15 gramos, acetato de sodio 1.51 gramos, nitrato de potasio 0.5 gramos y ácido acético 10 mililitros esto para regular el pH a 10, ya con los reactivos en la muestra descrita y la solución patrón se pasó a agitar por un tiempo de 1 minuto usando una varilla de agitación, luego de haber transcurrido el tiempo de agitación se deja en reposo durante 5 minutos y como último paso después de haber transcurrido el tiempo de reposo se hizo uso del equipo turbidímetro logrando así obtener resultados con la utilización de la siguiente formula:

$$SO (mg/L) = \frac{(ntu_f - ntu_i - b)}{a}$$

■ **Concentración de Cloruros MTC E 720**

Se tiene como objetivo determinar el contenido de ión cloruro en el agua.

Materiales y equipos

- Bureta
- Reactivos
- Matraz

Procedimiento:

El ensayo para la determinación de cloruros consiste primeramente en seleccionar una muestra de 100 ml, para en el agregar 4 gotas de hidróxido de sodio para regular el pH a 10, luego se le agrego 4 gotas de cromato de potasio reactivos necesarios en conjunto con nitrato de plata para titular la muestra seleccionada y se anota el volumen de nitrato de plata gastado.

A continuación, se pasa a señalar la fórmula a utilizar:

$$CL (mg/L) = \frac{(V_{agno3} \times N_{agno3} \times 35453)}{V}$$

3.6.4.2. Ensayos de Durabilidad del Agregado Fino

■ Sulfato de Sodio y Magnesio MTC E 209

Este ensayo tiene como objetivo establecer un método de ensayo para determinar la resistencia de los agregados a la desintegración por medio de soluciones saturadas de sulfato de sodio o sulfato de magnesio.

Este método Operativo es una medida de desintegración del agregado fino por medio de soluciones saturadas de sulfato de sodio y magnesio, durante no menos de 16 horas ni más de 18 horas, de una menara tal que la soluciones cubra toda la muestra. Después del periodo de inmersión se saca la muestra de agregado de la solución y se coloca en el horno de secar. Se repite el proceso alternado de inmersión y secado hasta que se obtenga el número de ciclos requeridos.

Equipos

- Tamices N° 100, N° 50, N° 30, N° 16, N° 8, N° 4
- Envases
- Regulación de la temperatura
- Balanzas
- Horno de secado
- Reactivos: Solución de sulfatos de sodio y magnesio

Procedimiento:

- Inmersión de las muestras en la solución: Se introducirán las muestras en la solución de sulfato de sodio o sulfato de magnesio, durante no menos de 16 horas ni más de 18 horas, de una manera tal, que la solución las cubra a una profundidad de por lo menos 1,5 cm. Se tapan los envases para disminuir la evaporación y evitar la adición accidental de sustancias extrañas. Las muestras sumergidas en la solución se mantendrán a una temperatura de $21^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ durante el período de inmersión.
- Secado de las muestras después de la inmersión. Después del periodo de inmersión se saca la muestra de agregado de la solución, se deja escurrir durante 15 minutos \pm 5 minutos y se coloca en el horno de secar. Previamente, se llevará la temperatura del horno a 105°C ó 110°C . Se seca la muestra a la temperatura

especificada hasta obtener un peso constante. Durante el período de secado, se sacan las muestras del horno y se pesan, sin enfriamiento, a intervalos de 2 horas a 4 horas. Se puede considerar que se ha alcanzado el peso constante cuando dos pesadas sucesivas para cualquier muestra, realizadas como se describe arriba difieran en menos del 1% del peso de la muestra.

3.6.4.3. Ensayos de Limpieza

■ Equivalencia de Arena MTC E 114

Este método de ensayo se propone servir como una prueba de correlación rápida de campo. El propósito de este método es indicar, bajo condiciones estándar, las proporciones relativas de suelos arcillosos o finos plásticos y polvo en suelos granulares y agregados finos que pasan el tamiz N°4 (4,75mm). El término “equivalente de arena”, expresa el concepto de que la mayor parte de los suelos granulares y agregados finos son mezclas de partículas gruesas deseables, arena y generalmente arcillas o finos plásticos y polvo, indeseables.

Equipos

- Un cilindro graduado, transparente de plástico acrílico, tapón de jebe, tubo irrigador y dispositivo de pesado de pie.
- Agitador de operación manual para equivalencia de arena
- Embudo de boca ancha
- Reloj

Procedimiento:

- Se sostuvo el cilindro en una posición horizontal y se agitó vigorosamente en un movimiento horizontal de extremo a extremo.
- Se agitó el cilindro 90 ciclos en aproximadamente 30 segundos usando un recorrido de $23 \text{ cm} \pm 3 \text{ cm}$ ($9'' \pm 1''$). Un ciclo se define como un movimiento completo de ida y vuelta.
- Luego siguiendo con la operación de agitación, colocar el cilindro sobre la parte superior de la mesa de trabajo y remover el tapón de jebe.
- Posterior a ello se realiza el procedimiento de irrigación, manteniendo el cilindro vertical y la base en contacto con la superficie de trabajo.
- Luego retirar el tubo irrigador y comenzar a tomar el tiempo
- Al final de los 20 minutos del periodo de sedimentación leer el nivel de la parte superior de la suspensión de arcilla y para la medición de la arena se introduce el dispositivo de pesado de pie y se mide la altura de la arena de la parte superior.

A continuación, se pasa a señalar la fórmula a utilizar:

$$EA = \frac{\text{Altura de arena}}{\text{Altura de arcilla}} \times 100$$

3.6.4.4. Ensayos de Durabilidad del Agregado Grueso

■ Máquina de los Ángeles MTC E 207

Este ensayo tiene como objetivo determinar la resistencia al desgaste de agregados gruesos, mayores a 19 mm, mediante “La Máquina de los Ángeles”

Equipos

- Tamiz N°12.
- Máquina de desgaste de los Ángeles
- Horno
- Balanza

Procedimiento:

- Colocar la muestra de ensayo y la carga en la máquina de Los Ángeles y rotarla a una velocidad entre 30 rpm a 33 rpm, por 500 revoluciones. Luego del número prescrito de revoluciones, descargar el material de la máquina y realizar una separación preliminar de la muestra, sobre el tamiz normalizado de 1,70 mm (N° 12). Tamizar la porción más fina que 1,70 mm conforme al Modo Operativo MTC E 204. Lavar el material más grueso que la malla de 1,70 mm y secar al horno a $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$, hasta peso constante y determinar la masa con una aproximación a 1 gramo.

A continuación, se pasa a señalar la fórmula a utilizar:

$$\text{Desgaste} = \left(\frac{P_1 - P_2}{P_1} \right) \times 100$$

Donde:

P1 = Peso inicial

P2 = Peso final

■ Partículas Fracturadas una cara MTC E 210

Este ensayo abarca la determinación del porcentaje, en masa o cantidad, de una muestra de agregado grueso que contiene partículas fracturadas que reúnen requerimientos específicos.

Equipos

- Balanza
- Tamices

- Espátula

Procedimiento:

- Lavar la muestra sobre el tamiz designado para la determinación de partículas fracturadas para retirar cualquier material fino remanente y secar a masa constante. Determinar la masa de la muestra, y cualquiera de las determinaciones subsecuentes de masa, al menos con 0,1% de la masa de la muestra seca original.
- Extender la muestra de ensayo seca sobre una superficie larga, plana y limpia que permita una inspección cuidadosa de cada partícula. Para verificar que la partícula entra en el criterio de fracturada, tomar la partícula del agregado de manera que la cara sea observada directamente. Si la cara constituye al menos un cuarto de la máxima sección transversal de la partícula de roca, considerar como una cara fracturada.
- Usando la espátula o herramienta similar, separa en dos categorías: (1) partículas fracturadas basadas en tanto si tiene el número requerido de caras fracturadas, (2) partículas que no reúnen el criterio especificado.
- Determinar la masa o cantidad de partícula en la categoría de partícula fracturada y la masa o cantidad de las partículas que no reúnan el criterio de fractura especificado.

3.6.4.5. Caracterización de Agregados

■ Análisis Granulométrico de Agregado Fino NTP 400.012

Es el conjunto de propiedades que caracterizan las dimensiones, proporciones y las formas de las partículas, que constituyen un lote de sólidos dispersos. Cuando se logra una separación de las partículas, mediante tamices de malla de alambre de aberturas cuadradas norma ASTM C 136, expresada el resultado según un rango de tamaños, se está haciendo en realidad un análisis granulométrico.

Materiales y equipos

- Balanzas: Las balanzas utilizadas en el ensayo de agregado fino, grueso y global deberán tener la siguiente exactitud y aproximación para agregado fino, con aproximación de 0,1 gramos y exacta a 0,1 gramos ó 0,1 % de la masa de la muestra, cualquiera que sea mayor, dentro del rango de uso.
- Tamices: Los tamices serán montados sobre armaduras construidas de tal manera que se prevea pérdida de material durante el tamizado.
- Agitador manual de Tamices: Un agitador mecánico impartirá un movimiento vertical o movimiento lateral al tamiz, causando que las partículas tiendan a saltar y girar presentando así diferentes orientaciones a la superficie del tamizado. La

acción del tamizado será tal que el criterio para un adecuado tamizado esté dentro de un periodo de tiempo razonable.

Procedimiento:

- Se selecciona una muestra.
- Una vez secada la muestra a una temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$, se obtuvo un peso de 1653.15 gramos para este ensayo, claro está en la norma que la cantidad mínima de muestra después del secado es 300 gramos.
- Después de la selección de la muestra anterior se hace pasar por una serie de tamices de los siguientes tamaños: N. ° 4, N. ° 8, N. ° 16, N. ° 30, N. ° 50, N. ° 100 y fondo, encajándolos en orden decreciente, como lo recomienda la norma NTP 400.011.
- La cantidad de muestra retenida en cada uno de los tamices se cuantifica en la balanza obteniendo de esta manera el peso retenido.
- El módulo de finura del agregado fino se encuentra limitado: $2,3 < MF < 3,1$, lo cual indica que la muestra está bien graduada según lo estipulado en norma NTP 400.037.

A continuación, se pasa a describir la manera de hallar el módulo de finura del agregado fino utilizado precisamente para el diseño de mezcla posterior.

$$Mf AF = \frac{\% \text{ ret acum. } (N^{\circ}4 + N^{\circ}8 + N^{\circ}16 + N^{\circ}30 + N^{\circ}50 + N^{\circ}100)}{100}$$

Tabla 10: Límites de Gradación del agregado Fino NTP 400.037

TAMIZ	ABERTURA (mm)	% PASA MINIMO	% PASA MAXIMO
$\frac{3}{8}$ "	9.53	100	100
N° 4	4.75	95	100
N° 8	2.36	80	100
N° 16	1.18	50	85
N° 30	0.6	25	60
N° 50	0.3	10	30
N° 100	0.05	2	10

■ **Análisis Granulométrico de Agregado Grueso NTP 400.012**

Al igual que para el agregado fino este ensayo también es el conjunto de propiedades que caracterizan las dimensiones, proporciones y las formas de las partículas, que constituyen un lote de sólidos dispersos. Cuando se logra una separación de las partículas, mediante

tamices de malla de alambre de aberturas cuadradas norma ASTM C 136, expresada el resultado según un rango de tamaños, se está haciendo en realidad un análisis granulométrico.

Materiales y equipos

- Balanzas: Las balanzas utilizadas en el ensayo de agregado fino, grueso y global deberán tener la siguiente exactitud y aproximación para agregado fino, con aproximación de 0,1 gramos y exacta a 0,1 gramos ó 0,1 % de la masa de la muestra, cualquiera que sea mayor, dentro del rango de uso.
- Tamices
- Agitador manual de Tamices: Un agitador mecánico impartirá un movimiento vertical o movimiento lateral al tamiz, causando que las partículas tiendan a saltar y girar presentando así diferentes orientaciones a la superficie del tamizado. La acción del tamizado será tal que el criterio para un adecuado tamizado esté dentro de un periodo de tiempo razonable.

Procedimiento:

- Se selecciona una muestra.
- Una vez secada la muestra a una temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$, se obtuvo un peso de 7156.38 gramos para este ensayo, claro está en la norma que la cantidad mínima de muestra de acuerdo al material comprado de cantera siendo para este caso el TMN de 3/4" como mínimo se toma 3000 gramos.
- Después de la selección de la muestra anterior se hace pasar por una serie de tamices de los siguientes tamaños: 3", 2 1/2", 2", 1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8", N. ° 4, N. ° 8, N. ° 16, N. ° 30, N. ° 50, N. ° 100 y fondo, encajándolos en orden decreciente, como lo recomienda la norma NTP 400.011.
- La cantidad de muestra retenida en cada uno de los tamices se cuantifica en la balanza obteniendo de esta manera el peso retenido.
- El módulo de finura del agregado fino se encuentra limitado: $6.95 < MF < 7.6$, lo cual indica que la muestra está bien graduada.

A continuación, se pasa a describir la manera de hallar el módulo de finura del agregado fino utilizado precisamente para el diseño de mezcla posterior.

$$M_f AG = \frac{\% \text{ ret acum. } (4" + 3 \frac{1}{2}" + 3" + 2 \frac{1}{2}" + 2 + 1 \frac{1}{2} + 1 + 1/2 + 3/8") + 500}{100}$$

Tabla 11: Límites de Gradación del agregado Grueso NTP 400.037

TAMIZ	ABERTURA (mm)	% PASA MINIMO	% PASA MAXIMO
1	25	100	100
¾"	19.05	90	100
½"	12.70	20	55
⅜"	9.53	0	15
Nº 4	4.75	0	5

El Tamaño Máximo, correspondiente al Agregado Grueso fue: 1".

El Tamaño Máximo Nominal, correspondiente al Agregado Grueso fue de: ¾".

■ **Contenido de Humedad de Agregado Fino NTP 339.185**

Es la cantidad de agua superficial retenida por las partículas del agregado. Viene a ser la diferencia entre el estado actual de la humedad y es estado seco.

El grado de humedad está directamente relacionado con la porosidad de las partículas. La porosidad está también relacionada con el tamaño de los poros, su permeabilidad y la cantidad o volumen total de los poros.

Materiales y equipos

- Balanza. Una balanza o báscula con precisión dentro del 0.1% de la carga de ensayo en cualquier punto dentro del rango de uso, graduada.
- Horno, capaz de mantener una temperatura de 110°C ± 5°C. Recipiente o tara, para introducir la muestra en el horno.

Procedimiento:

- Se selecciona una fracción representativa del material a determinar la humedad, como mínimo de 0.5 kg de acuerdo a la norma indicada.
- Se ubica la muestra en un recipiente (tara) previamente pesado. El recipiente debe estar limpio y seco.
- Se pesa la muestra en el recipiente, luego se llevan a proceso de secado en horno por un tiempo de 24 horas a 110°C aproximadamente.
- Al cabo de las 24 horas, se pesa el conjunto de muestra más recipiente. La muestra no debe ser pesada inmediatamente sacada del horno, se debe facilitar un enfriamiento de ella.

A continuación, se pasa a describir la manera de hallar el contenido de humedad de los agregados tanto finos como gruesos utilizados precisamente para el diseño de mezcla posterior.

$$\% W = \left(\frac{\text{Peso húmedo} - \text{Peso seco}}{\text{Peso seco}} \right) \times 100$$

■ **Contenido de Humedad de Agregado Grueso NTP 339.185**

Es la cantidad de agua superficial retenida por las partículas del agregado. Viene a ser la diferencia entre el estado actual de la humedad y es estado seco.

El grado de humedad está directamente relacionado con la porosidad de las partículas. La porosidad está también relacionada con el tamaño de los poros, su permeabilidad y la cantidad o volumen total de los poros. (NTP 339.185,2002).

Materiales y equipos

- Balanza. Una balanza o báscula con precisión dentro del 0.1% de la carga de ensayo en cualquier punto dentro del rango de uso, graduada.
- Horno, capaz de mantener una temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$. Recipiente o tara, para introducir la muestra en el horno.

Procedimiento:

- Se selecciona una fracción representativa del material a determinar la humedad, con un mínimo de material de 3 kg por tener como TMN $\frac{3}{4}$ ".
- Se ubica la muestra en un recipiente (tara) previamente pesado. El recipiente debe estar limpio y seco.
- Se pesa la muestra en el recipiente, luego se llevan a proceso de secado en horno por un tiempo de 24 horas a 110°C aproximadamente.
- Al cabo de las 24 horas, se pesa el conjunto de muestra más recipiente. La muestra no debe ser pesada inmediatamente sacada del horno, se debe facilitar un enfriamiento de ella.

A continuación, se pasa a describir la manera de hallar el contenido de humedad de los agregados tanto finos como gruesos utilizados precisamente para el diseño de mezcla posterior.

$$\% W = \left(\frac{\text{Peso húmedo} - \text{Peso seco}}{\text{Peso seco}} \right) \times 100$$

■ **Peso Unitario Seco Compactado del Agregado Grueso NTP 400.017**

Peso Unitario Seco Compactado

Es el peso de la unidad de volumen de material a granel en las condiciones de compactación y humedad es que se efectúa el ensayo, expresada en kg/m^3 . Se puede realizarse el ensayo sobre agregado fino y agregado grueso

Mediante este ensayo obtendremos el peso unitario del agregado ya sea suelto o compactado, como también el cálculo de vacíos en ambos agregados.

Materiales y equipos

- Balanza. Una balanza o báscula con precisión dentro del 0.1% de la carga de ensayo en cualquier punto dentro del rango de uso, graduada. Agregado fino y grueso, ya seleccionado por el método del cuarteo.
- Recipiente o cilindro, con peso y volumen especificados Procedimientos:
- El procedimiento para el agregado fino el similar para el empleo del agregado grueso.
- Ya sea peso unitario compactado o suelto la formula a utilizar será:

Procedimiento

- Se selecciona una muestra mediante ensayo de cuarteo.
- Se llevó la muestra seleccionada a la estufa a una temperatura constante de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.
- El agregado se coloca en el recipiente, correspondiente a tres capas de igual volumen aproximadamente, hasta colmarlo.
- Cada una de las capas se empareja y se apisona con 25 golpes de varilla, distribuidos uniformemente en cada capa. La varilla de acero es de 16 mm. de ancho y 60 cm. de longitud, terminada en una semiesfera. Al apisonar se aplica la fuerza necesaria para que la varilla atravesase solamente la capa respectiva.
- Una vez colmado el recipiente se enrasa la superficie usando la varilla como regla y se determina la masa del recipiente lleno, en kg.
- Para saber el volumen del recipiente se le lleno de agua obteniendo el peso del agua y está dividiéndola entre su densidad.

A continuación, se pasa a describir la manera de hallar el peso unitario del agregado grueso precisamente para el diseño de mezcla posterior.

$$\text{Peso Unitario del Agregado} = \frac{\text{Peso total} - \text{Peso recipiente}}{\text{Volumen del recipiente}}$$

■ **Peso Específico y Absorción del Agregado Fino NTP 400.022 | MTC E205**

Este ensayo tiene el objetivo de determinar el peso específico de masa y la absorción.

Materiales y equipos

- Balanza, con capacidad mínima de 1000 gramos y sensibilidad de 0.1 gramos.
- Horno, capaz de mantener una temperatura uniforme de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.
- Frasco Volumétrico de 500 cm^3 de capacidad, calibrado hasta 0.1 cm^3 a 20°C .
- Molde cónico. Un tronco de cono recto, construido con una chapa metálica de 0.8 mm de espesor como mínimo, y de 40 ± 3 mm de diámetro interior en su base

menor, $90 \text{ mm} \pm 3 \text{ mm}$ de diámetro interior en una base mayor y $75 \pm 3 \text{ mm}$ de altura.

- Bandejas de tamaño apropiado.

Procedimiento

- Se selecciona, por cuarteo, una cantidad de aproximadamente 1000 gramos, que se seca en el horno a $100^{\circ}\text{C} - 110^{\circ}\text{C}$, se enfría luego al aire a la temperatura ambiente durante 1 hora a 3 horas.
- Una vez fría se pesa, repitiendo el secado hasta lograr peso constante. A continuación se cubre la muestra completamente con agua y se la deja así sumergida durante ± 24 horas.
- Después del período de inmersión, se decanta cuidadosamente el agua para evitar la pérdida de finos y se extiende la muestra sobre una bandeja, comenzando la operación de secar la superficie de las partículas, dirigiendo sobre ella una corriente moderada de aire caliente, mientras se agita continuamente para que la desecación sea uniforme, y continuando el secado hasta que las partículas puedan fluir libremente.
- Cuando se empiece a observar visualmente que se está aproximando el agregado a secarse, se sujeta firmemente el molde cónico con su diámetro mayor apoyado sobre una superficie plana no absorbente, echando en su interior a través de un embudo y sin apelmazar, una cantidad de muestra suficiente, que se apisona ligeramente con 25 golpes de la varilla, levantando a continuación, con cuidado, verticalmente el molde. Si la superficie de las partículas conserva aún exceso de humedad, el cono de agregado mantendrá su forma original, por lo que se continuará agitando y secando la muestra, realizando frecuentemente la prueba del cono hasta que se produzca un primer desmoronamiento superficial, indicativo de que finalmente ha alcanzado el agregado la condición de superficie seca.
- Inmediatamente, se introducen en el picnómetro previamente tarado, 100.0 gramos del agregado fino, y se le añade agua hasta aproximadamente un 90 por ciento de su capacidad; para eliminar el aire atrapado se rueda el picnómetro sobre una superficie plana, e incluso agitando o invirtiéndolo si es preciso, introduciéndolo seguidamente en un baño de agua a una temperatura entre 21°C y 25°C durante 1 hora, transcurrida la cual se enrasa con agua a igual temperatura, se saca del baño, se seca rápidamente su superficie y se determina su peso total (picnómetro, muestra y agua).

- Se saca el agregado fino del matraz y se seca en el horno a 100°C – 110°C, hasta peso constante; se enfría al aire a temperatura ambiente durante 1 hora a 1-1/2 horas y se determina finalmente su peso seco.
- Si no se conoce, se determinará el peso del picnómetro aforado lleno de agua hasta el enrase, sumergiéndolo en un baño de agua a la temperatura de ensayo y siguiendo en su determinación un procedimiento paralelo, respecto a tiempos de inmersión y pesadas.

A continuación, se pasa a describir la manera de hallar el peso específico de masa del agregado fino utilizado precisamente para el diseño de mezcla posterior.

$$P_{em} = \frac{(A - r)}{(B + S - C) \times 1000}$$

B = Masa del picnómetro + agua

C = Masa + picnómetro + agua

A = Muestra seca + recipiente

S = muestra

r = recipiente

A continuación, se pasa a describir la manera de hallar el % absorción del agregado fino utilizado precisamente para el diseño de mezcla posterior.

$$\% Abs. = \frac{S - (A - r)}{(A - r)} \times 100$$

A = Muestra seca + recipiente

S = muestra

r = recipiente

■ **Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso NTP 400.021| MTC E205**

Este ensayo tiene como objetivo establecer un procedimiento para determinar el peso específico de masa y la absorción (después de 24 horas) del agregado grueso.

Materiales y equipos

- Balanza: Sensible a 0.5 gramos y con capacidad de 5000 gramos o más. La balanza estará equipada con un dispositivo capaz de suspender la muestra en la cesta con malla de alambre en el recipiente con agua desde el centro de la plataforma de pesado.
- Cesta con malla de alambre: Con abertura correspondiente al tamiz N°6 o abertura menor, también se puede utilizar un recipiente de aproximadamente igual ancho y

altura con capacidad de 4 litros a 7 litros para tamaños máximos nominales de 37.5 mm (1 ½") o menores, y un cesto más grande como sea necesaria para ensayar agregados en tamaños máximos mayores. El cesto deberá ser construido de tal forma de prevenir el aire atrapado cuando este sumergido.

- Depósito de agua: Un depósito estanco adecuado para sumergir la cesta de alambre en el agua y un dispositivo para suspenderla del centro de la escala de la balanza.
- Tamices: Un tamiz normalizado de 4.75 mm(N°4) o de otros tamaños como sean necesarios, de acuerdo a la (N.T.P. 350.001)
- Horno, capaz de mantener una temperatura uniforme de 110°C ± 5°C.

Procedimiento

- Lavar la muestra hasta asegurar que han sido eliminados el polvo u otros recubrimientos superficiales de partículas, se seca a continuación en el horno a una temperatura de 110°C ± 5°C
- Dejarla enfriar al aire a temperatura ambiente durante un periodo de 1 hora a 3 horas. Una vez fría se pesa, y se sumerge en agua a temperatura ambiente por un periodo de 24 horas
- Después del periodo de inmersión, se saca la muestra del agua y se secan las partículas sobre un paño absorbente de gran tamaño, hasta que se elimine el agua superficial visible, secando individualmente los fragmentos mayores. A continuación, se determina el peso de la muestra en el estado saturado superficialmente seco.
- Colocar inmediatamente la muestra del árido en estado saturado superficialmente seco en la canastilla metálica y determinar su peso sumergido en el agua, a la temperatura entre 23°C ± 1.7°C y tener una densidad de 997 Kg/m³ ± 2 Kg/m³. Se tomarán las precauciones necesarias para evitar la inclusión de aire en la muestra sumergida, agitando convenientemente.
- La canasta y la muestra deberán quedar completamente sumergidas durante la pesada y el hilo de suspensión será lo más delgado posible para que su inmersión no afecte las pesadas.
- Secar luego la muestra en el horno a una temperatura de 110°C ± 5°C, enfriarla al aire a temperatura ambiente durante 1 hora a 3 horas y se determina su peso seco.

A continuación, se pasa a describir la manera de hallar el peso específico de masa del agregado grueso utilizado precisamente para el diseño de mezcla posterior.

$$P_{em} = \frac{(A - r)}{((B - r) - C) \times 1000}$$

Donde:

B = Recipiente + agregado grueso sss

C = Masa saturada en agua

A = Masa secada al horno

r = recipiente

A continuación, se pasa a describir la manera de hallar el % absorción agregado grueso utilizado precisamente para el diseño de mezcla posterior.

$$\% Abs. = \frac{(B - r) - (A - r)}{(A - r)} \times 100$$

Donde:

B = Recipiente + agregado grueso sss

A = Masa secada al horno

r = recipiente

3.6.4.6. Diseño de Mezcla por el Método ACI-211

Este procedimiento considera el método ACI-211 porque se ajusta a los parámetros de evaluación que este método solicita para la obtención de datos cuantitativos de las cantidades de los materiales como cemento, agua, arena, piedra y aditivo, solo como ejemplo pongamos el caso de estudio de un concreto autocompactante para este tipo de estudio de concreto se es necesario otro método de diseño que es ACI-237 R este método evalúa otros parámetros para la obtención de las cantidades de agregados tal como extensión de flujo cosa que el método ACI-211 no evalúa ni es necesario para este caso para la obtención de las cantidades de los materiales, entonces el motivo de utilizar un método en particular es el estudio que se le realice al concreto, los siguientes pasos para el proporcionamiento de mezcla de concreto normal, incluidos el ajuste por humedad de los agregados y la corrección a las mezclas de prueba. El diseño de mezcla se muestra en las tablas 40, 41, 42 y 43.

Diseño patrón (Reducción de agua 0%)

- Lo primero a tener en cuenta es la elección de la resistencia a compresión y como se utilizará el concreto mejorado con el plastificante y el acero trefilado en un pavimento rígido entonces $f'c=280 \text{ kg/m}^2$.
- De acuerdo con el Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos los materiales de concreto hidráulico deberá cumplir los requisitos establecidos en el Capítulo N°4 de la sección 438 del Manual de Carreteras Especificaciones Técnicas Generales para Construcción EG - 2013 donde especifica que se puede usar aditivos reductores de agua para modificar las propiedades del concreto, con la finalidad de adecuarlo a las condiciones especiales del pavimento por construir con dosificaciones que garanticen el efecto deseado, siendo este manual aprobada por Resolución Directoral N° 1146 - 2000-MTC/15.17 la entonces Dirección General de Caminos del MTC quién emitió el Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial ésta aprobada por Decreto Supremo N° 034 - 2008 - MTC para definir las pautas para las Normas Técnicas de Diseño, Construcción y Mantenimiento de Carreteras, Caminos y Vías urbanas mediante su artículo 20°, haciendo más confiable esta información lo que dice el artículo 19° del Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial quienes establecen que el MTC en su calidad de órgano rector a nivel Nacional, en materia de Transporte y ámbito Terrestre elabora, actualiza y aprueba los Manuales para la Gestión de la infraestructura, asimismo en el numeral 4.1 de su artículo 4° este Ministerio a través de la Dirección General de Caminos y Ferrocarriles es la autoridad competente para dictar las normas correspondientes a la gestión de la infraestructura vial fiscalizar e interpretar las Normas Técnicas de dicho Reglamento. Con lo anteriormente mencionado se hará el diseño patrón con un asentamiento inicial de $2 \frac{1}{2}$ " para luego con la utilización de plastificante mejorar la trabajabilidad del concreto, se considera un concreto con una trabajabilidad óptima entre los parámetros de $2 \frac{1}{2}$ " a 4".



SECCION 438
**PAVIMENTO DE CONCRETO
HIDRÁULICO**

Figura 10: M. de Carreteras para Construcción (MTC 2013)

- Como tercer paso esta la elección del TMN y por usar el concreto mejorado en un pavimento rígido el TMN será de $\frac{3}{4}$ " según ACI.
- Como cuarto paso esta la obtención del agua de amasado (l/m^3), ya con el asentamiento seleccionado de $2\frac{1}{2}$ " y el TMN de $\frac{3}{4}$ ".

Tabla 12: Aproximación de la cantidad de agua de amasado (l/m^3)

Revenimiento(asentamiento)	Agua, kilogramos por metro cúbico de concreto, para los tamaños de agregado indicados							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concreto sin aire incluido								
1" a 2"	207	199	190	179	166	151	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	213	228	216	202	190	178	160	-
Cantidad aproximada de aire atrapado en un concreto sin aire incluido, porcentaje.	3.0	2.5	2.0	1.5	1.0	0.5	0.3	0.2
Concreto con aire incluido								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	151	-
Promedio del contenido de aire total recomendado, para el nivel de exposición, porcentaje								
Exposición leve	4.5	4	3.5	3	2.5	2	1.5	1
Exposición moderada	6	5.5	5	4.5	4.5	4	3.5	3
Exposición severa	7.5	7	6	6	5.5	5	1.5	4

Fuente: ACI 211

Entonces de acuerdo a la tabla la cantidad de agua será: $198 l/m^3$, con una cantidad de aire incluido de 2%.

- En el quinto paso está en la obtención de la Relación a/c, que para este caso se trabajará con una relación a/c de 0.5 de manera constante.
- Como sexto paso está en la obtención de la cantidad de cemento.

Tabla 13: Contenido de Cemento

Tamaño máximo nominal del agregado (mm)	Volumen del agregado grueso varillado (compactado) en seco por volumen unitario de concreto para diferentes módulos de finura de agregado fino.			
	2.40	2.60	2.80	3.00
9.50	0.50	0.48	0.46	0.44
12.50	0.59	0.57	0.55	0.53
19.00	0.66	0.64	0.62	0.60
25.00	0.71	0.69	0.67	0.65
37.50	0.75	0.73	0.71	0.69
50.00	0.78	0.76	0.74	0.72
75.00	0.82	0.80	0.78	0.76
150.00	0.87	0.85	0.83	0.81

Fuente: ACI 211

- En el séptimo paso corresponde a la obtención del agregado grueso y fino.
- Octavo paso consiste en ajustar la mezcla por humedad y absorción de los agregados

3.6.4.7. Ensayos Físicos

■ Asentamiento NTP 339.035

Los ensayos físicos hace referencia al concreto en estado fresco, aquí se realiza el ensayo de asentamiento con la finalidad de determinar la uniformidad y trabajabilidad del concreto patrón y después de haber incluido de manera independiente los aditivos plastificante y el acero trefilado.

Procedimiento

- Una muestra de concreto recién mezclado se coloca y se consolida por varillado dentro de un molde en forma de cono truncado. Se levanta el molde dejando que el concreto se asiente. Se mide la distancia vertical entre la altura original y la desplazada en el centro de la superficie superior del concreto y se reporta como asentamiento del concreto.
- Humedecer el molde y colocarlo en una superficie plana, rígida, no absorbente y húmeda. El molde debe ser mantenido firmemente en su lugar durante su llenado

y limpieza de su perímetro, por el operador parado, sobre los estribos, o por un dispositivo de sujeción a una placa de base. Inmediatamente llene el molde en tres capas, cada una de aproximadamente 1/3 del volumen del molde. Colocar el concreto en el molde usando un cucharón. Mueva el cucharón alrededor del perímetro de la abertura del molde para asegurar una distribución pareja del concreto con una mínima segregación.

- Varillar cada capa 25 veces uniformemente en toda la sección transversal de cada capa. Para la capa del fondo es necesario inclinar la varilla ligeramente y dar aproximadamente la mitad de los golpes cerca del perímetro, continuando con golpes verticales en forma de espiral hacia el centro. Varillar la capa del fondo en todo su espesor. Consolidar la segunda capa y la capa superior (última capa) en todo su espesor, de tal manera que los golpes apenas penetren en la capa inferior en aproximadamente 25 mm (1"). Para cada capa superior, la varilla debe penetrar a través de la capa que está varillando y en la capa inferior aproximadamente 25 mm (1").
- Al llenar y varillar la capa superior (última capa), hacer que el concreto exceda la capacidad del molde antes de empezar a varillar. Si durante el varillado, la superficie del concreto queda abajo del borde superior del molde, agregar más concreto para mantener en todo momento un exceso de concreto sobre la superficie del molde. Después de haber varillado la última capa, emparejar la superficie del concreto mediante el enrase y rodamiento de la varilla de apisonamiento. Continuar sosteniendo el molde firmemente hacia abajo y remueva el concreto del área que rodea la base del molde para evitar la interferencia con el movimiento del concreto que se está descargando. De inmediato retirar el molde, levantándolo cuidadosamente en dirección vertical. Levantar el molde una altura de 300 mm (12") en 5 segundos \pm 2 segundos, con un movimiento ascendente uniforme sin movimientos laterales o de torsión. La prueba se debe realizar sin interrupción desde el inicio del llenado hasta la remoción del molde, en un periodo de 2 ½ minutos.
- De inmediato medir el asentamiento determinando la diferencia vertical entre la parte superior del molde y el centro original desplazado de la superficie superior del espécimen. Si ocurriera la caída evidente de una porción, el desplome o el 8 desprendimiento de una parte de la masa de concreto, desechar la prueba y hacer una nueva prueba con otra porción de la muestra.

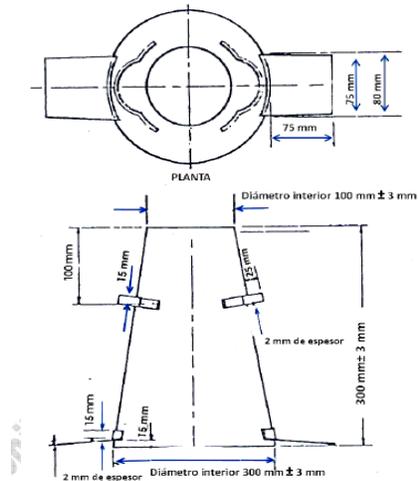


Figura 11: Molde para la realización de asentamiento

Si ocurre un derrumbamiento pronunciado o desprendimiento del concreto hacia un lado del espécimen, se debe repetir el ensayo sobre otra porción de la muestra. Si dos ensayos consecutivos sobre una muestra de concreto dan este resultado, el concreto carece probablemente de la plasticidad y cohesión necesarias para que el ensayo de asentamiento sea aplicable.

3.6.4.8. Ensayos Mecánicos

Los ensayos mecánicos hacen referencia al concreto en estado endurecido, previo a esto se realizará el curado de los especímenes cilíndricos y tipo viga según ASTM C31, luego se pasará a determinar:

■ Resistencia a la Compresión (NTP 339.034)

El ensayo consiste en aplicar una carga axial de compresión a cilindros moldeados o a núcleos, a una velocidad de carga prescrita, hasta que se presente la falla. La resistencia a la compresión del espécimen se determina dividiendo la carga aplicada durante el ensayo por la sección transversal de éste.

Los resultados de este ensayo se pueden usar como base para el control de calidad de las operaciones de dosificación, mezclado y colocación del concreto; para el cumplimiento de especificaciones y como control para evaluar la efectividad de aditivos y otros usos similares. Se debe tener cuidado en la interpretación del significado de las determinaciones de la resistencia a la compresión mediante este método de ensayo, por cuanto la resistencia no es una propiedad intrínseca fundamental del concreto elaborado con determinados materiales. Los valores obtenidos dependen del tamaño y forma del espécimen, de la tanda, de los procedimientos de mezclado, de los métodos de muestreo,

moldes y fabricación, así como de la edad, temperatura y condiciones de humedad durante el curado.

Procedimiento

- Sacar las probetas del recipiente con agua.
- Todos los cilindros de ensayo para una determinada edad de ensayo serán fracturados dentro el tiempo permisible de tolerancias prescritas como sigue:

Tabla 14: Edades de ensayos de probetas

Edad de ensayo	Tolerancia permisible
24 h	0,5 h ó 2,1 %
3 d	2 h ó 2,8 %
7 d	6 h ó 3,6 %
28 d	20 h ó 3,0 %
90 d	48 h ó 2,2 %

Fuente: NTP 339.034

- Colocación: Colocar el bloque de rotura inferior, sobre el cabezal de la máquina de ensayo. El bloque de rotura superior directamente bajo la rótula del cabezal. Limpiar las caras de contacto de los bloques superior e inferior y las de la probeta de ensayo y colocar el cilindro sobre el bloque inferior de rotura. Cuidadosamente alinear los ejes de la probeta con el centro de empuje de la rótula del bloque asentado.
- Verificación del cero y asiento del bloque: Antes de ensayar la probeta, verificar que el indicador de carga este en cero, ajustar el indicador. Como el bloque asentado sobre la rótula es aplicado sobre la probeta, rotar su porción móvil cuidadosamente con la mano a fin de que el asiento sea uniforme.
- Velocidad de carga: Aplicar la carga continuamente y sin detenimiento.
- La carga será se aplicó a una velocidad de movimiento correspondiendo a una velocidad de esfuerzo sobre la probeta de $0,25 \text{ MPa/s} \pm 0,05 \text{ MPa/s}$. La velocidad de movimiento diseñada será mantenida al menos durante la mitad final de la fase de carga anticipada.
- Aplicar la carga de compresión mientras el indicador muestra que la carga disminuye constantemente y el espécimen muestra un patrón de fractura bien definido.

■ Resistencia a la Flexión NTP 339.078

Se establece que para la determinación de la resistencia a la flexión del concreto, por medio del uso de una viga simple cargada en los tercios de la luz se obtiene el valor del módulo de rotura M_r .

Procedimiento

- Sacar las probetas del recipiente con agua.
- Se gira la viga sobre uno de los lados con respecto a la posición de moldeado y se centra sobre las placas de apoyo.
- Se centró el sistema de aplicación de carga en relación con la fuerza aplicada. Se colocaron los bloques a los cuales se aplicó la carga en contacto con la superficie de la muestra en los tercios de la luz de la viga y se aplicó una carga entre 3 % y 6% de la carga de rotura estimada. Usando medidores de espesores tipo láminas de 0,10 mm y 0,40 mm, se determinó si hay algún espacio existente entre la muestra y el bloque de carga o los de soporte, es mayor o menor que cada uno de los medidores de espesor en una longitud de 25 mm o más.
- Para la obtención de un contacto completo entre la viga y los bloques de aplicación de la carga, se refrento con una lija las superficies de la viga.
- El lijado de las superficies laterales debe ser mínimo, debido a que esta acción puede cambiar las características físicas de las muestras.
- Se aplicó la carga al espécimen de forma continua y sin impactos. La carga se aplicó a una velocidad constante hasta el punto de ruptura. Se aplicó la carga a una velocidad que incremente constantemente la resistencia de la fibra extrema, entre 0,9 MPa/min y 1,2 MPa/min, hasta producir la rotura de la viga.

Se utilizó una viga simple cargada en los tercios de la luz libre donde el módulo de rotura ocurrió dentro de la zona de tensión, dentro del tercio libre es por ello que la formula a utilizar es la siguiente:

$$MR = \frac{PL}{bd^2}$$

A medida que aumenta la resistencia a la compresión del concreto también aumenta su resistencia a la flexión, sin embargo, la relación no es lineal sino parabólica. El módulo de rotura presenta valores entre el 10 % y 20% de la resistencia a la compresión. Una relación aproximada es la siguiente:

$$MR = K \sqrt{f'c} \text{ Kg/cm}^2$$

Donde:

MR: Módulo de rotura.

f'c: Resistencia a la compresión en kg/cm²

K: Un factor que está entre 2 y 2.7.

3.6.4.9. Diseño de Pavimento Rígido

Luego que se mejore el concreto que es el tema central de la presente investigación se pasará a ver el tema del uso, aplicándolo en un pavimento rígido donde se vio solamente el tema del espesor de la carpeta de rodadura que está compuesta de concreto siendo usado este concreto mejorado en un pavimento rígido siendo el porcentaje utilizado de acero trefilado el más óptimo para este tipo de obras de acuerdo al experto en temas de concreto justamente por el Ing. Alberto Vásquez Díaz necesitando datos reales para ello es que se buscó de un estudio que cumpliera con ese requisito extrayendo de tal estudio solamente sus parámetros de diseño recopilados anteriormente en el instrumento ficha resumen y así poder realizar el diseño en conjunto con los datos cuantitativos de resistencia del concreto mejorado. Se utilizó el método AASTHO 1993 para el diseño del pavimento rígido.

■ Parámetros de diseño

El motivo del uso de los parámetros de diseño reales extraídos del estudio realizado en el Jr. Ciro Alegría, el Jr. José Carlos Mariátegui, Av. El Milagro y la Av. Industrial del sector VI del Centro Poblado El Milagro Distrito de Huanchaco – Trujillo, en conjunto con los resultados obtenidos de resistencia a la compresión y flexión del concreto patrón y el concreto con la adición del acero trefilado y el plastificante es por porque con estos datos de entrada se procederá a diseñar dos pavimentos por el método AASHTO 93; uno utilizando el módulo de elasticidad (E_c) y el módulo de rotura (S_c) del concreto patrón, de la presente investigación; y otro utilizando el concreto reforzado con 20 kg/m^3 de acero trefilado y 0.75% de plastificante, con su (E_c) y (S_c), los parámetros extraídos del estudio mencionado son:

- Periodo de Diseño: 20 años. De acuerdo al tráfico proyectado que tienen un tránsito mayor de 1, 000,000 EE en el carril y por recomendación de la guía AASHTO.
- Esal de Diseño: 2, 997,570.69. Valor obtenido de acuerdo al tránsito que circula en la carretera evaluada.
- Serviciabilidad Inicial (p_i): 4.3. Capacidad del pavimento de servir al tránsito que circula por la vía donde 0 significa una calificación de intransitable y 5 una calificación de excelente para el tránsito vehicular
- Serviciabilidad Final (p_f): 2.5. Capacidad del pavimento de servir al tránsito que circula por la vía donde 0 significa una calificación de intransitable y 5 una calificación de excelente para el tránsito vehicular

- Factor de Confiabilidad (R): 85%. Probabilidad de desempeño de acuerdo al tipo de camino.
- Desviación Estándar Normal (Zr): -1.037.
- Desviación Estándar Global (S0): 0.35. Factor de seguridad que equivale a incrementar en una proporción el tránsito previsto a lo largo del periodo de diseño.
- Coeficiente de Transmisión de Carga (J): 3.8 Valor que expresa la capacidad de la estructura como transmisora de cargas.
- Coeficiente de Drenaje (Cd): 0.85. Valor que se obtiene a partir de la evaluación de la caracterización del material y su calidad de drenaje esto correlacionado con el grado de exposición de la estructura a niveles de humedad próximos a la saturación.
- Módulo de Reacción de la Subrasante (Kc): 515 Psi. Valor que se obtiene a partir del estudio de CBR.

■ **Datos obtenidos en laboratorio de la Universidad Privada del Norte - Trujillo**

- Resistencia a compresión a los 28 días probeta patrón:
 - 320 kg/cm² = 4542 PSI

Módulo de Elasticidad

$$E = 57000 \times \sqrt{4542}$$
 - $E = 3841479 \text{ PSI}$
- Resistencia a compresión a los 28 días probeta con reducción de agua más la incorporación del Plastificante + Acero Trefilado:
 - 20% (R.A): 0.75% + 20 kg/m³: 365 kg/cm² = 5181 PSI

Módulo de Elasticidad

$$E = 57000 \times \sqrt{5181}$$
 - $E = 4102812 \text{ PSI}$
- Resistencia a flexión a los 28 días probeta patrón:

Módulo de Rotura

 - 44 kg/cm² = 625 PSI
- Resistencia a flexión a los 28 días probeta con reducción de agua más la incorporación de Plastificante + Acero Trefilado:

Módulo de Rotura

 - 20% (R.A): 0.75% + 20 kg/m³: 68 kg/cm² = 925 PSI

3.6.4.10. Cálculo del espesor (D) de la losa de concreto patrón y del concreto mejorado con aditivos usado para el pavimento rígido.

- **Cálculo del espesor (D) de la losa de concreto patrón**

Para el cálculo respectivo se utilizará un Excel que representa la ecuación AASTHO 93 donde se introduce los parámetros de diseño en conjunto con los datos cuantitativos de resistencia a compresión y flexión del concreto patrón

- **Cálculo del espesor (D) de la losa de concreto con reducción de agua más aditivos**

Para el cálculo respectivo se utilizará un Excel que representa la ecuación AASTHO 93 donde se introduce los parámetros de diseño en conjunto los datos cuantitativos de resistencia a compresión y flexión para el concreto con reducción de agua más aditivos.

3.7. Método, instrumento y procedimientos de análisis de datos

3.7.1. Método

Se va a utilizar el método de inferencia estadística porque tiene como propósito el inferir o inducir leyes de comportamiento de una población, a partir del estudio de una muestra. Es decir, las conclusiones obtenidas a partir de una muestra son válidas para toda la población

3.7.2. Instrumento

Se va a utilizar el instrumento de pruebas estadísticas porque se realizarán ensayos en laboratorio para ello se utilizará el software SPSS donde se tomará en consideración los resultados de Shapiro Wilk por tener una cantidad de datos de análisis menor a 50 probetas a los 28 días, y según prueba de hipótesis es una prueba paramétrica que utilizará la prueba Anava Bifactorial según juicio experto.

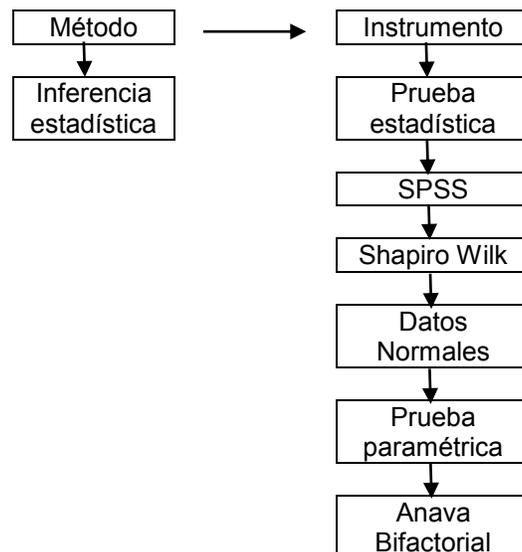


Figura 12: Método e Instrumento para el Análisis de Datos

3.7.3. Procedimiento

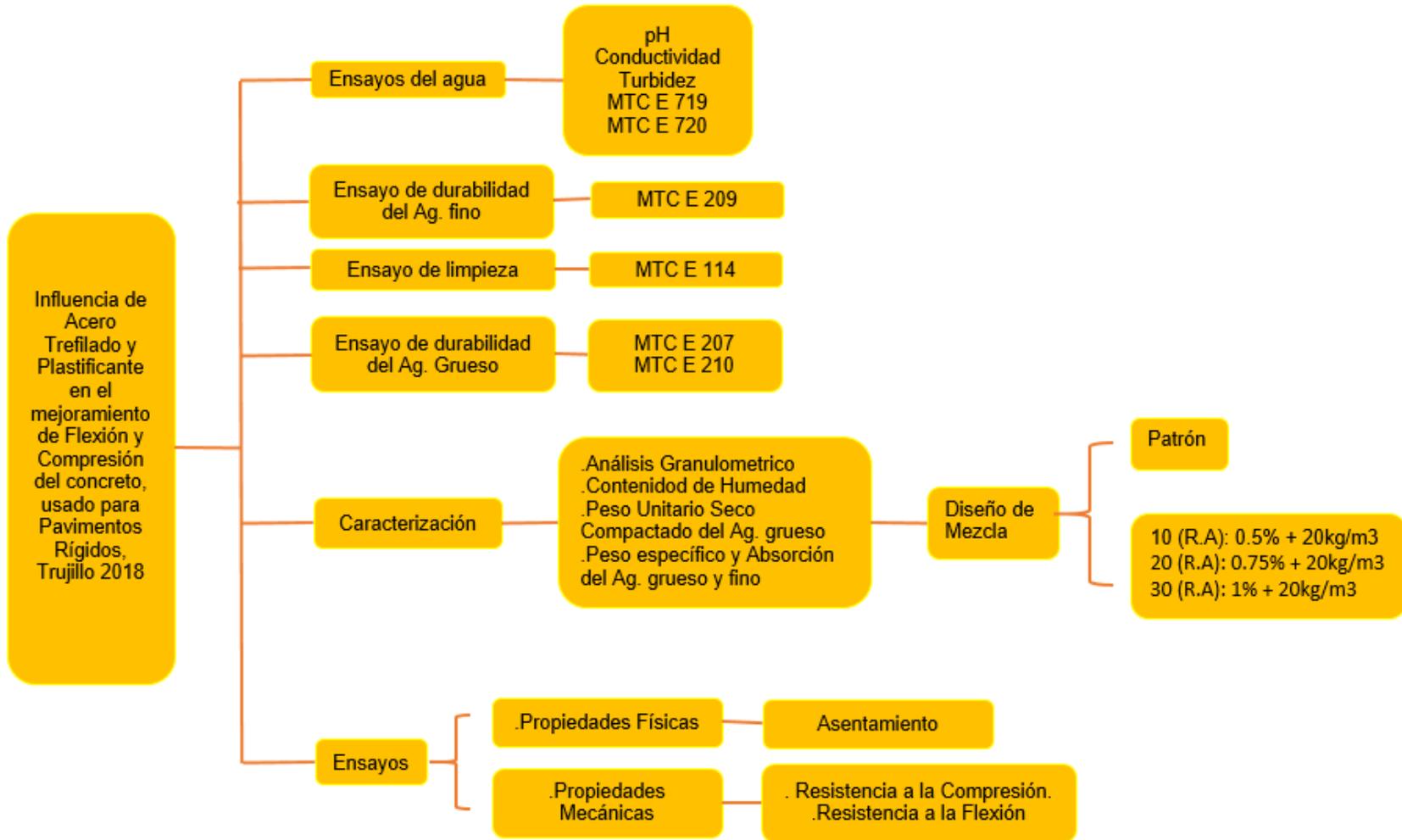


Figura 13: Procedimiento de la investigación

3.7.4. Análisis de Datos

Lo primero a saber es que Test de Normalidad se tendrá en cuenta en el software Paquete estadístico para ciencias sociales (SPSS) para ellos se hará uso del método que lo amerite para ello se tendrá en cuenta previamente lo siguiente:

- Datos de Análisis < 50.....Shapiro-Wilk
- Datos de Análisis > 50.....Kolmogorov Smirnov

Por ende, la Test de Normalidad que se tendrá en cuenta en el software será Shapiro Wilk ya que la cantidad de datos a analizar a los 28 días es menor a 50 probetas.

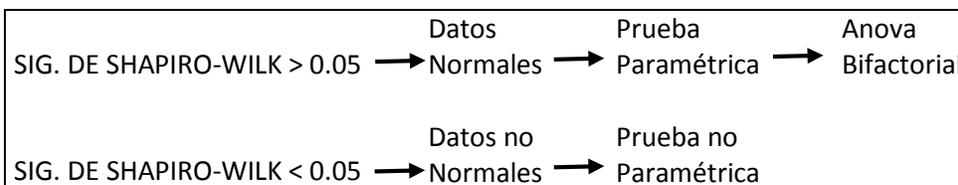
Luego ingreso los datos numéricos de resistencia a compresión y flexión al software para evaluar con Shapiro Wilk si se trata de una distribución normal y con estos mismos datos numéricos de resistencia a compresión y flexión evaluó con Anava Bifactorial porque cuento con dos variables independientes determinando con ello si es que hay influencia en o no de aditivos en el concreto para luego aplicarlo en un pavimento rígido.

3.7.4.1. Software Paquete estadístico para ciencias sociales (SPSS) – Shapiro Wilk

Tabla 15: Prueba de normalidad – Compresión 28 días

Prueba de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
RESISTENCIAS	0.162	12	0.2	0.936	12	0.451

Fuente: Elaboración propia en SPSS 2018



El valor promedio de significancia obtenido con el software es 0.451 y es mayor a 0.05, por lo tanto, los datos provienen de una distribución normal lo que me permite contractar la

hipótesis de investigación con una prueba paramétrica: Análisis de varianza (ANAVA) Bifactorial, reflejado también en la figura 24 con la distribución de puntos cercanos a la recta diagonal.



Figura 14: Q-Q normal de Resistencia (Elaboración propia en SPSS 2018)

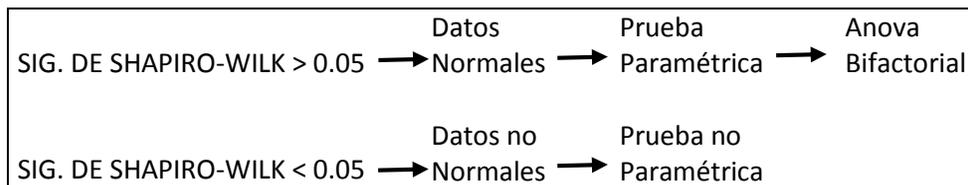
Mediante este gráfico se demuestra la normalidad de los datos puesto que los puntos se encuentran cercanos a la recta.

Tabla 16: Prueba de Normalidad – Flexión 28 días

Prueba de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
RESISTENCIAS	0.111	12	0.2	0.977	12	0.972

Fuente: Elaboración propia en SPSS 2018



El valor promedio de significancia obtenido con el software es 0.972 y es mayor a 0.05, por lo tanto, los datos provienen de una distribución normal lo que me permite contractar la hipótesis de investigación con una prueba paramétrica: Análisis de varianza (ANAVA)

Bifactorial, reflejado también en la figura 24 con la distribución de puntos cercanos a la recta diagonal.

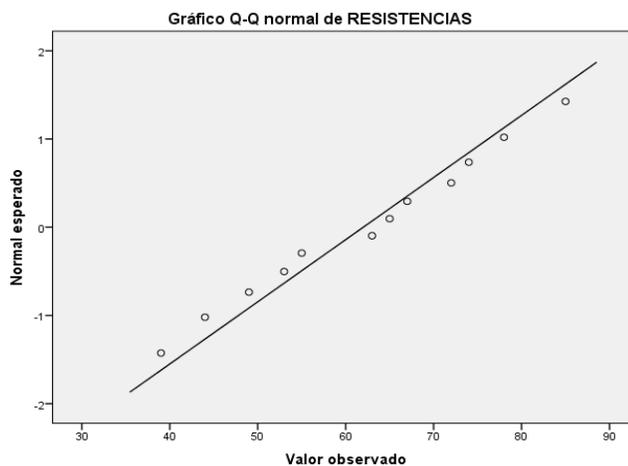


Figura 15: Q-Q normal de Resistencia (Elaboración propia en SPSS 2018)

Mediante este gráfico se demuestra la normalidad de los datos puesto que los puntos se encuentran cercanos a la recta.

3.7.4.2. Anova Bifactorial

- Cálculo del F en programa, claro está que para la obtención de F para esta parte se tiene que tener presente dentro del cálculo la suma de cuadrados de error, cálculo que el programa tiene en consideración, el cual se puede demostrar con la utilización de ANOVA.

Tabla 17: Anova Bifactorial - Compresión 28 días

ANOVA					
Resistencia a la compresión					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	555,250	3	1,856,750	55,015	0
Dentro de grupos	270,000	8	33,750		
Total	5,840,250	11			

Fuente: Elaboración propia en SPSS 2018

■ Cálculo del F teórico.

Tabla 18: Columnas y filas de acuerdo al análisis de ensayos

columnas	4
filas	3
n= c x f	12

Tabla 19: Grados de libertad para determinación del F teórico

gl	(c-1)/(n-c)
gl	3
gl	8

Tabla 20: Tabla de Fisher-Snedecor

v/u	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15	20
1	161.45	199.5	215.71	224.58	230.16	233.99	236.77	238.88	240.54	241.88	243.91	245.95	248.01
2	18.51	19	19.16	19.25	19.3	19.33	19.35	19.37	19.38	19.4	19.41	19.43	19.45
3	10.13	9.55	9.28	9.12	9.01	8.94	8.89	8.85	8.81	8.79	8.74	8.7	8.66
4	7.71	6.94	6.59	6.39	6.26	6.16	6.09	6.04	6	5.96	5.91	5.86	5.8
5	6.61	5.79	5.41	5.19	5.02	4.95	4.88	4.82	4.77	4.74	4.68	4.62	4.56
6	5.99	5.14	4.76	4.53	4.39	4.28	4.21	4.15	4.1	4.06	4	3.94	3.87
7	5.59	4.74	4.35	4.12	3.97	3.87	3.79	3.73	3.68	3.64	3.57	3.51	3.44
8	5.32	4.46	4.07	3.84	3.69	3.58	3.5	3.44	3.39	3.35	3.28	3.22	3.15
9	5.12	4.26	3.86	3.63	3.48	3.37	3.29	3.23	3.18	3.14	3.07	3.01	2.94
10	4.96	4.1	3.71	3.48	3.33	3.22	3.14	3.07	3.02	2.98	2.91	2.85	2.77
12	4.75	3.89	3.49	3.26	3.11	3	2.91	2.85	2.8	2.75	2.69	2.62	2.51
15	4.54	3.68	3.29	3.06	2.9	2.79	2.71	2.64	2.59	2.54	2.48	2.4	2.33
20	4.35	3.49	3.1	2.87	2.71	2.6	2.51	2.45	2.39	2.35	2.28	2.2	2.12

El valor del F obtenido con el software es 55.015 siendo mayor al F obtenido de tabla a partir de cálculos realizados de manera manual el cual fue de 4.07, por lo tanto, se acepta la hipótesis alterna (H1) y se rechaza la hipótesis nula (H0).

H1: La dosis de acero trefilado y el plastificante influye significativamente en la resistencia a flexión y compresión del concreto usado para Pavimentos Rígidos.

H0: La dosis de acero trefilado y el plastificante no influye significativamente en la resistencia a flexión y compresión del concreto usado para Pavimentos Rígidos.

- Cálculo del F en programa, claro está que para la obtención de F para esta parte se tiene que tener presente dentro del cálculo la suma de cuadrados de error, cálculo que el programa tiene en consideración, el cual se puede demostrar con la utilización de ANOVA.

Tabla 21: Anova Bifactorial - Flexión 28 días

ANOVA

Resistencia a la flexión					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	2,022,000	3	674,000		
Dentro de grupos	194,000	8	24,250	27,794	0
Total	2,216,000	11			

Fuente: Elaboración propia en SPSS 2018

- Cálculo del F teórico.

Tabla 22: Columnas y filas de acuerdo al análisis de ensayos

columnas	4
filas	3
n= c x f	12

Tabla 23: Grados de libertad para determinación del F teórico

gl	(c-1)/(n-c)
gl	3
gl	8

Tabla 24: Tabla de Fisher-Snedecor

v/u	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15	20
1	161.45	199.5	215.71	224.58	230.16	233.99	236.77	238.88	240.54	241.88	243.91	245.95	248.01
2	18.51	19	19.16	19.25	19.3	19.33	19.35	19.37	19.38	19.4	19.41	19.43	19.45
3	10.13	9.55	9.28	9.12	9.01	8.94	8.89	8.85	8.81	8.79	8.74	8.7	8.66
4	7.71	6.94	6.59	6.39	6.26	6.16	6.09	6.04	6	5.96	5.91	5.86	5.8
5	6.61	5.79	5.41	5.19	5.02	4.95	4.88	4.82	4.77	4.74	4.68	4.62	4.56
6	5.99	5.14	4.76	4.53	4.39	4.28	4.21	4.15	4.1	4.06	4	3.94	3.87
7	5.59	4.74	4.35	4.12	3.97	3.87	3.79	3.73	3.68	3.64	3.57	3.51	3.44
8	5.32	4.46	4.07	3.84	3.69	3.58	3.5	3.44	3.39	3.35	3.28	3.22	3.15
9	5.12	4.26	3.86	3.63	3.48	3.37	3.29	3.23	3.18	3.14	3.07	3.01	2.94
10	4.96	4.1	3.71	3.48	3.33	3.22	3.14	3.07	3.02	2.98	2.91	2.85	2.77
12	4.75	3.89	3.49	3.26	3.11	3	2.91	2.85	2.8	2.75	2.69	2.62	2.51
15	4.54	3.68	3.29	3.06	2.9	2.79	2.71	2.64	2.59	2.54	2.48	2.4	2.33
20	4.35	3.49	3.1	2.87	2.71	2.6	2.51	2.45	2.39	2.35	2.28	2.2	2.12

El valor del F obtenido con el software es 55.015 siendo mayor al F obtenido de tabla a partir de cálculos realizados de manera manual el cual fue de 4.07, por lo tanto, se acepta la hipótesis alterna (H1) y se rechaza la hipótesis nula (H0).

H1: La dosis de acero trefilado y el plastificante influye significativamente en la resistencia a flexión y compresión del concreto usado para Pavimentos Rígidos.

H0: La dosis de acero trefilado y el plastificante no influye significativamente en la resistencia a flexión y compresión del concreto usado para Pavimentos Rígidos.

CAPÍTULO 4. RESULTADOS

4.1. Ensayos de Agua

4.1.1. Determinación de pH y conductividad

Tabla 25: Concentración de pH y conductividad

Ensayo	Resultado
pH	7.09
Conductividad (us/cm)	533

4.1.2. Determinación de turbidez

Tabla 26: Turbidez en el agua

Ensayo	Resultado
Turbidez (ntu)	4.06

4.1.3. Determinación de concentración de sulfatos

Tabla 27: Determinación de la turbidez de la solución patrón

Solución patrón (mg/L) - compuesta de sulfato de sodio anhidro en agua destilada	turbidez ntu
25	4.50
30	23.31
40	65.63
50	103.97

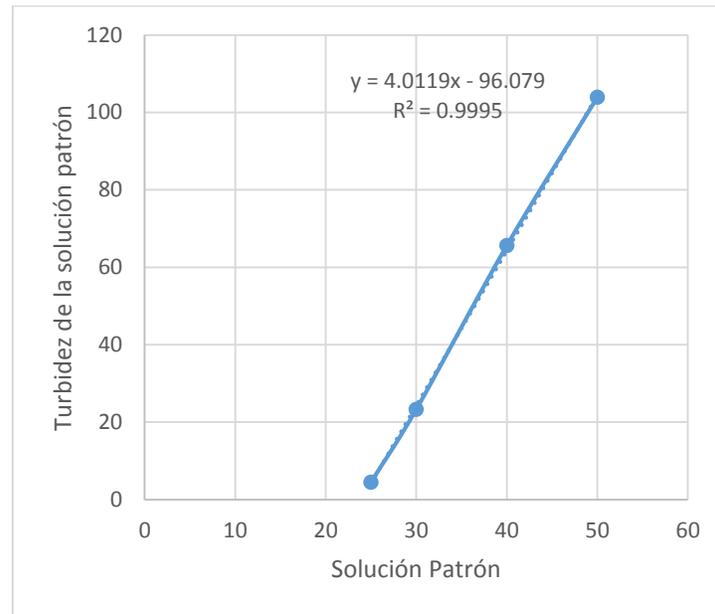


Figura 16: Determinación de a y b

Tabla 28: Valores de a y b

a	4.0119
b	96.079

Tabla 29: Determinación de concentración de sulfatos

	ti	tf	ti-tf	((tf-ti)-b)/a
Muestra - agua potable	0.71	280.01	279.3	45.67

4.1.4. Determinación de concentración de cloruros

$$\text{Concentración de cloruros } \left(\frac{mg}{L}\right) = \left(\frac{35453 \times 0.1 \times 0.921}{100}\right)$$

$$\text{Concentración de cloruros } \left(\frac{mg}{L}\right) = 32.66$$

4.2. Ensayos de Durabilidad del Agregado Fino

4.2.1. Sulfato de Sodio y Magnesio MTC E 209

Ensayo que permite saber cuan resistente es el agregado fino a la desintegración precisamente sometidos a estas sustancias sodio y magnesio.

Tabla 30: Durabilidad del Agregado Fino en Solución de Sulfato de Sodio

TAMIZ	Peso de las fracciones antes del ensayo g.	Porcentaje del Retenido muestra original	% de pérdidas después del ensayo	% de pérdida pesado
N° 4	95.00	5.92	3.50	0.21
N° 8	150.60	9.39	4.10	0.39
N° 16	328.12	20.46	5.40	1.11
N° 30	356.05	22.21	8.60	1.91
N° 50	405.21	25.27	10.20	2.58
N° 100	143.17	8.93	10.80	0.96
Fondo	125.23	7.81	11.50	0.90
	1603.38	100		8.05

Tabla 31: Durabilidad del Agregado Fino en Solución de Sulfato de Magnesio

TAMIZ	Peso de las fracciones antes del ensayo g.	Porcentaje del Retenido muestra original	% de pérdidas después del ensayo	% de pérdida de pesado
N° 4	114.70	6.82	3.50	0.24
N° 8	145.30	8.63	4.10	0.35
N° 16	358.50	21.30	5.40	1.15
N° 30	375.10	22.29	8.60	1.92
N° 50	410.30	24.38	10.20	2.49
N° 100	153.50	9.12	10.80	0.99
Fondo	125.60	7.46	11.50	0.86
	1683.00	100.00		7.99

4.3. Ensayos de Limpieza del agregado Fino

4.3.1. Equivalencia de Arena MTC E 114

Este ensayo es justamente para saber cuan limpia se encuentra el agregado y saber cuál es el porcentaje de arena que contiene ya que con este valor se puede saber cuan trabajable será el concreto al momento de su mezcla.

$$EA = \frac{6.3}{8.0} \times 100$$

$$EA = 79 \%$$

4.4. Ensayos de Durabilidad del Agregado Grueso

4.4.1. Máquina de los Ángeles MTC E 207

Ensayo que permite saber la resistencia que tiene el agregado grueso al desgaste.

Peso perdido por desgaste: P1 - P2

$$Desgaste = \left(\frac{P1 - P2}{P1} \right) \times 100$$

$$Desgaste = \left(\frac{5000.5 - 3947.6}{5000.5} \right) \times 100$$

$$Desgaste = 21.05 \%$$

4.4.2. Partículas Fracturadas una cara MTC E 210

Ensayo que permite determinar el porcentaje de partículas cuya sección de área fracturada es superior a $\frac{1}{4}$ de la sección total de la piedra, para ello se realizó el siguiente tamizado.

Tabla 32: Partículas fracturadas una cara del agregado grueso

	Peso Original g.	Peso de partículas no fracturadas (gr)	Peso Material una cara fracturada (gr)	% cara fracturada	Gradación Original	Promedio cara fracturada	Porcentaje de cara fracturada
3/4"	5045.00	1895.00	3150.00	62.44	36.58	2284.10	
1/2"	3991.00	1431.00	2560.00	64.14	28.94	1856.28	62.70
3/8"	3196.00	1261.00	1935.00	60.54	23.17	1403.09	
N°4	1559.00	554.00	1005.00	64.46	11.30	728.74	
	13791.00				100.00	6272.21	

4.5. Caracterización de Agregado

4.5.1. Análisis Granulométrico de Agregado Fino NTP 400.012

Este ensayo permite saber el conjunto de propiedades con las que cuenta el agregado tales como su dimensión proporciones y forma de las partículas teniendo un propósito que es la obtención del módulo de finura para posteriormente ser utilizado en un diseño para concreto.

Tabla 33: Resultados de la Granulometría del Agregado Fino

TAMIZ	ABERTURA (mm)	P. RETENIDO (gr)	% PESO RETENIDO	% PESO RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE
3/8"	9.53	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.75	85.00	5.14	5.14	94.86
N° 8	2.36	140.60	8.50	13.65	86.35
N° 16	1.18	348.12	21.06	34.70	65.30
N° 30	0.60	376.05	23.75	57.45	42.55
N° 50	0.30	405.21	24.51	81.96	18.04
N° 100	0.15	163.17	9.87	91.83	8.17
Fondo	0.05	135.00	8.17	100.00	0.00
		1653.15	100%		

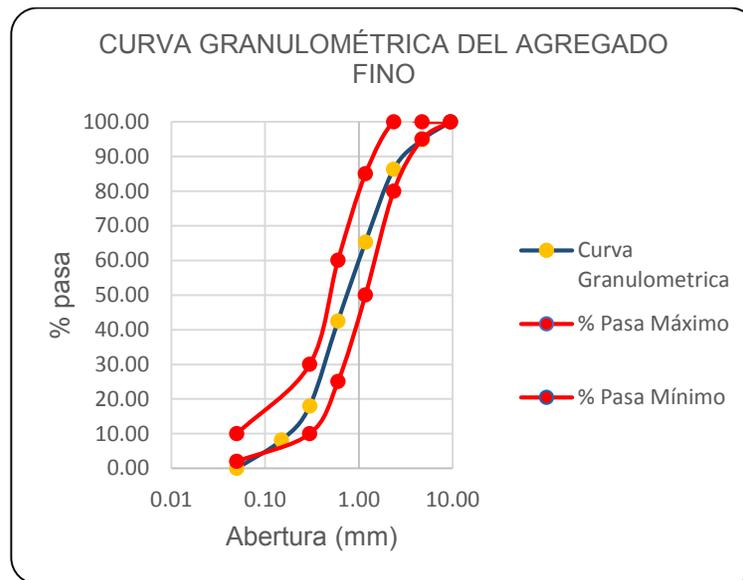


Figura 17: Curva Granulométrica del Agregado Fino

Módulo de Finura: 2.85

4.5.2. Análisis Granulométrico de Agregado Grueso NTP 400.012

Al igual que para el ensayo anterior este permite saber el conjunto de propiedades con las que cuenta el agregado teniendo también un propósito que es la obtención del módulo de finura para posteriormente ser utilizado en un diseño para concreto.

Tabla 34: Resultados de la Granulometría del Agregado Grueso

TAMIZ	ABERTURA (mm)	P. RETENIDO (gr)	% PESO RETENIDO	% PESO RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100
2 ½"	63.50	0.00	0.00	0.00	100
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100
1 ½"	38.10	0.00	0.00	0.00	100
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100
¾"	19.05	442.34	6.18	6.18	93.82
½"	12.70	3539.61	49.46	55.64	44.36
⅜"	9.53	2440.92	34.11	89.75	10.25
N° 4	4.75	677.3	9.46	99.21	0.79
N° 8	2.36	56.21	0.79	100	0.00
N° 16	1.18	0.00	0.00	100	0.00
N° 30	0.60	0.00	0.00	100	0.00
N° 50	0.30	0.00	0.00	100	0.00
N° 100	0.15	0.00	0.00	100	0.00
Fondo	0.00	0.00	0.00	100	0.00
		7156.38	100		

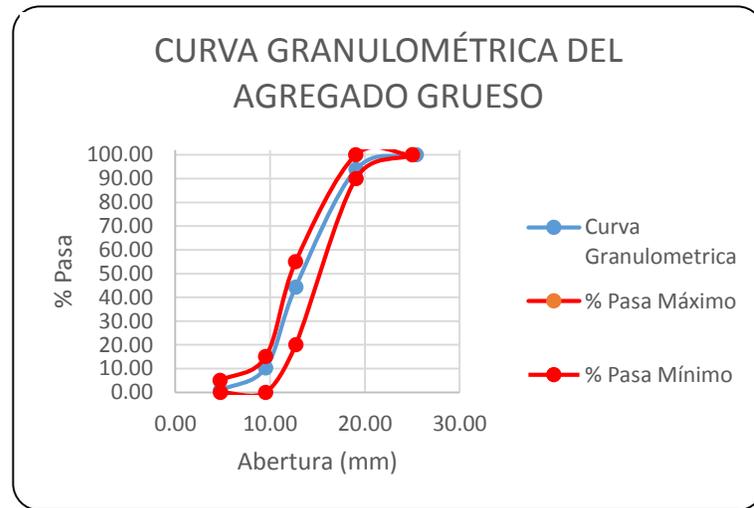


Figura 18: Curva Granulométrica del Agregado Gruesa

El Tamaño Máximo, correspondiente al Agregado Grueso fue: 1".

El Tamaño Máximo Nominal, correspondiente al Agregado Grueso fue de: 3/4".

4.5.3. Contenido de Humedad de Agregado Fino NTP 339.185

Ensayo que permite saber el contenido de humedad que presenta una muestra mediante una relación entre el peso del agua contenida en la muestra y el peso seco.

Tabla 35: Resultados del Contenido de Humedad Agregado Fino

	P. Tara(g)	Peso T + Ag. Húmedo (g)	Agregado Húmedo (g)	Peso T + Ag. Seco (g)	Agregado Seco (g)	Contenido de Humedad (%)	Promedio de Humedad (%)
P-1	104.61	831.87	727.26	808.87	718.87	1.17	1.43
P-2	97.20	982.40	885.20	961.44	876.44	1.00	
P-3	99.41	901.90	802.49	872.90	785.90	2.11	

4.5.4. Contenido de Humedad de Agregado Grueso NTP 339.185

Al igual que el ensayo anterior este permite saber contenido de humedad que presenta una muestra mediante una relación entre el peso del agua contenida en la muestra y el peso seco.

Tabla 36: Resultados del Contenido de Humedad del Agregado Grueso

	P. Tara(g)	Peso T + Ag. Húmedo (g)	Agregado Húmedo (g)	Peso T + Ag. Seco (g)	Agregado Seco (g)	Contenido de Humedad (%)	Promedio de Humedad (%)
P-1	296.70	4482.30	4185.60	4476.20	4169.20	0.39	
P-2	353.20	4295.40	3942.20	4251.70	3931.70	0.27	0.33
P-3	345.40	4820.90	4475.50	4776.10	4461.10	0.32	

4.5.5. Peso Unitario Seco Compactado del Agregado Grueso NTP 400.017

4.5.5.1. Peso Unitario Seco Compactado

Justamente trata de determinar el peso unitario seco compactado es decir varillado para la obtención de un resultado cuantitativo utilizado para un diseño posterior de concreto.

Tabla 37: Resultados del Peso Unitario Seco Compactado del Agregado Grueso

Peso Cilindro (kg)	5.31		
Peso Cilindro + Ag (kg)	26.65	28.79	27.91
Vol. Cilindro (m ³)	0.0145		
Peso Unitario Seco Compactado(Kg/m ³)	1,472	1,619	1,559
PUSC prom.(kg/m ³)	1,550		

4.5.6. Peso Específico y Absorción del Agregado Fino NTP 400.022 I MTC E205

Este ensayo determina directamente el peso específico de masa para un diseño de mezcla posterior.

Tabla 38: Resultados del Peso Específico y Porcentaje de Absorción del Agregado Fino.

	P-1	P-2	P-3
Masa del picnómetro + agua	659.50	662.40	660.70
Masa + picnómetro + agua	972.50	973.60	970.80
Muestra seca + recipiente	781.90	782.30	783.10
Picnómetro	167.50	167.50	167.50
Recipiente	294.30	294.30	294.30
PeM (kg/m ³)	2607.49	2584.75	2588.74
Prom. Pem(kg/m ³)		2594	
%Abs	2.54	2.46	2.29
Prom. %Abs		2.43	

4.5.7. Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso NTP 400.021 I MTC E205

Este ensayo determina directamente el peso específico de masa para un diseño de mezcla posterior.

Tabla 39: Resultados del Peso Específico y Porcentaje de Absorción del Agregado Grueso.

	P-1	P-2	P-3
Recipiente + agregado grueso sss	2835.00	2837.00	2833.80
Masa saturada en agua	1566.50	1568.40	1565.30
Masa seca al horno	2808.50	2811.20	2809.10
Recipiente	321.500	321.50	321.50
PeM (kg/m ³)	2626.19	2628.76	2626.82
Prom. PeM (kg/m ³)		2627.26	
%Abs	1.07	1.04	0.99
Prom. % Abs		1.03	

4.6. Diseño de Mezcla por el Método ACI-211

El siguiente método de aplicación ACI 211 permite obtener datos cuantitativos de las cantidades de los materiales como el cemento, agua, arena, piedra y aditivos.

Tabla 40: Obtención del agregado grueso y fino

Materiales	Peso Seco (kg/m ³)	Volumen (m ³)
Cemento Portland Tipo I	396	0.1286
Agua	198	0.198
Arena		-
Piedra		-
Aire	0.02	0.02
V. del Volumen		0.3466
		0.6534

Tabla 41: Determinación de factor b/b₀ de AG basado en el mf del AF y TMN del AG

Mf. AF vs. TMN AG		PUSC	1550	
2.85 V.S 3/4"	P. AG (kg/m³)			946
3.00 - 0.60		FACTOR AG	0.61	
2.85 - X				
2.80 - 0.62				
	V. AG (m³)	P. AG	946	
		Pem AG	2630	0.3595
			0.6534	
	V. AF (m³)	V. AG	0.3595	0.2939
		V. AF	0.2939	
	P. AF (kg/m³)	Pem AF	2590	761

Tabla 42: Contenido de Agregado Grueso y Fino

Materiales	Peso Seco(kg/m ³)	Volumen (m ³)
Cemento Portland Tipo I	396	0.1286
Agua	198	0.198
Arena	761	0.2934
Piedra	946	0.3597
Aire	0.02	0.02
	2301	1

Tabla 43: Ajuste por Humedad y absorción

Materiales	Peso Seco(kg/m ³)	% Absorción	Corrección por absorción	Pe SSS(kg/m ³)	% Humedad	Corrección por humedad	Peso Húmedo (kg/m ³)
Cemento Portland Tipo I	396			396			396
Agua	198			198			212
Arena	761	2.43	$761 \times (1 + 2.43/100)$	780	1.43	$761 \times ((1.43 - 2.43)/100) = -7.61$	772
Piedra	946	1.03	$946 \times (1 + 1.03/100)$	955	0.32	$946 \times ((0.32 - 1.03)/100) = -6.71$	949
Aire	0.02			0.02			0.02
	2301			2329			2329

Tabla 44: Resultados Finales de Peso seco, PeSSS y Peso Húmedo

Materiales	Peso Seco(kg/m ³)	Pe SSS (kg/m ³)	Peso Húmedo (kg/m ³)
Cemento Portland Tipo I	396	396	396
Agua	198	198	212
Arena	761	780	772
Piedra	946	955	949
Aire	0.02	0.02	0.02
	2301	2329	2329

**Diseño patrón
(Reducción de agua 0%)**

Tabla 45: Resultados Finales de Peso seco, PeSSS y Peso Húmedo

Materiales	Peso Seco(kg/m³)	Pe SSS (kg/m³)	Peso Húmedo (kg/m³)
Cemento Portland Tipo I	396	396	396
Agua	198	198	212
Arena	761	780	772
Piedra	946	955	949
Aire	0.02	0.02	0.02
	2301	2329	2329

**Diseño con Incorporación de Aditivos
(Reducción de agua: 10%)**

**Plastificante: 0.5% del peso del material cementante
Acero Trefilado: 20 kg/m³ por m³ de concreto**

Las consideraciones para este diseño fueron las mismas, lo que tiene en particular es que se redujo agua al 10% y se incorporó aditivos.

Tabla 46: Resultados Finales de Peso seco, PeSSS y Peso Húmedo

Materiales	Peso Seco(kg/m³)	Pe SSS (kg/m³)	Peso Húmedo (kg/m³)
Cemento Portland Tipo I	356	356	356
Agua	178	178	192
Arena	761	780	772
Piedra	946	955	949
Aire	0.02	0.02	0.02
	2241	2269	2269

**Diseño con Incorporación de Aditivos
(Reducción de agua: 20%)**

Plastificante: 0.75% del peso del material cementante
Acero Trefilado: 20 kg/m³ por m³ de concreto

Las consideraciones para este diseño fueron las mismas, lo que tiene en particular es que se redujo agua al 20% y se incorporó aditivos.

Tabla 47: Resultados Finales de Peso seco, PeSSS y Peso Húmedo

Materiales	Peso Seco(kg/m³)	Pe SSS (kg/m³)	Peso Húmedo (kg/m³)
Cemento Portland Tipo I	317	317	317
Agua	158	158	172
Arena	761	780	772
Piedra	946	955	949
Aire	0.02	0.02	0.02
	2182	2210	2210

**Diseño con Incorporación de Aditivos
(Reducción de agua: 30%)**

Plastificante: 1% del peso del material cementante
Acero Trefilado: 20 kg/m³ por m³ de concreto

Las consideraciones para este diseño fueron las mismas, lo que tiene en particular es que se redujo agua al 30% y se incorporó aditivos.

Tabla 48: Resultados Finales de Peso seco, PeSSS y Peso Húmedo

Materiales	Peso Seco(kg/m³)	Pe SSS (kg/m³)	Peso Húmedo (kg/m³)
Cemento Portland Tipo I	277	277	277
Agua	139	139	153
Arena	761	780	772
Piedra	946	955	949
Aire	0.02	0.02	0.02
	2123	2151	2151

Las siguientes cantidades obtenidas tanto, de cemento, agua, arena, piedra y aditivos es gracias al método ACI-211 anteriormente utilizado donde las cantidades de aditivo plastificante dependió del peso del material cementante y la cantidad de acero trefilado dependió de la cantidad por m³ de concreto.

Se ve una disminución pronunciada de cemento y agua y es debido a la reducción de la cantidad de agua que se le está haciendo en el diseño justamente de la cantidad de agua encontrada dentro del peso seco.

Se ve también que disminuye la cantidad de aditivo en cada porcentaje de reducción de agua y es porque el cemento disminuye y como se está explicando el aditivo depende del peso del material cementante, se ve también que la cantidad de acero trefilado se mantiene y es porque este dependió de la cantidad por m³ de concreto más no de la cantidad de cemento obtenida en el diseño.

Tabla 49: Peso Húmedo del diseño patrón y con reducción de agua más aditivos

	(R.A) 0%	(R.A) 10%	(R.A) 20%	(R.A) 30%
Cemento Portland Tipo I (kg/m³)	396	356	317	277
Agua (kg/m³)	212	192	172	153
Arena (kg/m³)	772	772	772	772
Piedra (kg/m³)	949	949	949	949
Aire (%)	0.02	0.02	0.02	0.02
ADITIVO-CILÍNDRICAS				
Plastificante (0.5%)		0.011	0.01	0.009
Plastificante (0.75%)		0.017	0.015	0.013
Plastificante (1%)		0.023	0.02	0.018
Acero Trefilado (20 kg/m³)		0.127	0.127	0.127
ADITIVO-VIGAS				
Plastificante (0.5%)		0.024	0.021	0.019
Plastificante (0.75%)		0.036	0.032	0.028
Plastificante (1%)		0.048	0.043	0.037
Acero Trefilado (20 kg/m³)		0.27	0.27	0.27

4.7. Ensayos Físicos

4.7.1. Asentamiento NTP 339.035

Se ve que el asentamiento va aumentando cada vez que se le incorpora más aditivo plastificante manteniendo la cantidad de acero trefilado por ser la más óptima en el concreto usado para pavimento rígido.

Tabla 50: Asentamientos patrón y con reducción de agua más aditivos

ASENTAMIENTOS (pulgadas)			
PATRÓN	10%(R.A): 0.5% + 20 kg/m ³	20%(R.A): 0.75% + 20 kg/m ³	30%(R.A): 1% + 20 kg/m ³
2 1/4	3 1/4	4 1/4	5 1/2
2 1/2	3	4 1/4	6
2 1/2	3 1/2	4	5 3/4

4.8. Ensayos Mecánicos

4.8.1. Resistencia a la Compresión NTP 339.034

Se puede reflejar en la tabla 51 que las resistencias a compresión han ido aumentando gracias a la incorporación de acero trefilado y plastificante porque el acero aporta una gran ductilidad y tenacidad al concreto y el plastificante permite la reducción de agua logrando en conjunto aumentar sus resistencias iniciales.

Tabla 51: Resultados cuantitativos de resistencia a compresión.

	DÍAS - f'c (kg/cm ²)					
	3	7	28	3	7	28
PATRÓN	221	245	314	226	251	320
	225	251	319			
	232	257	327			
10%(R.A): 0.5% + 20 kg/m ³	253	279	349	260	285	352
	262	281	351			
	265	295	356			
20%(R.A): 0.75% + 20 kg/m ³	269	289	359	272	297	365
	271	293	365			
	276	309	371			
30%(R.A): 1% + 20 kg/m ³	285	313	372	291	317	378
	291	316	377			
	297	322	385			

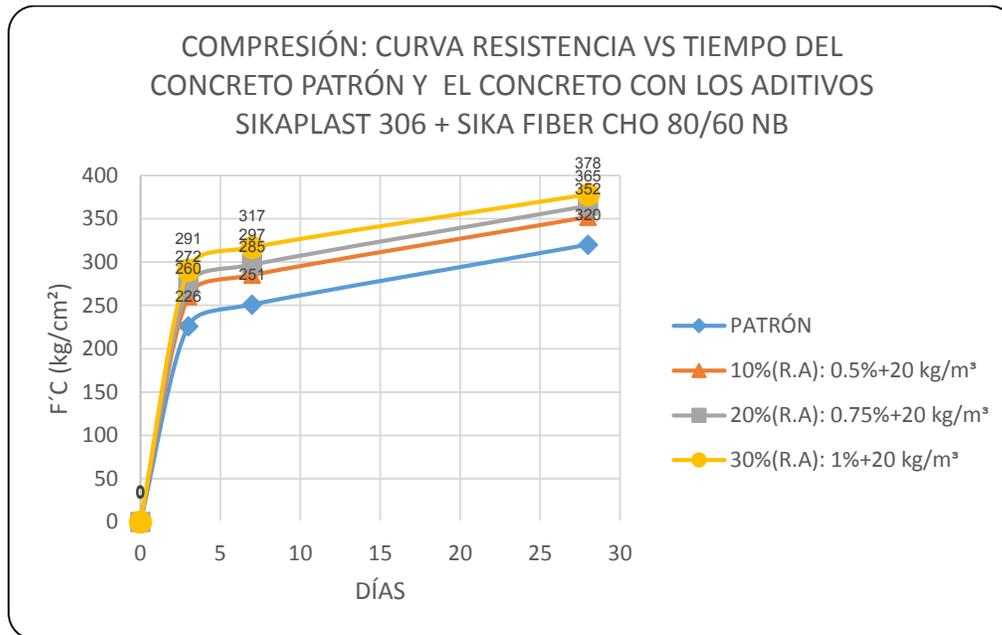


Figura 19: Curva Resistencia VS Tiempo – Compresión

4.8.2. Resistencia a la Flexión NTP 339.078

Se puede reflejar en la tabla 52 que las resistencias a flexión han ido aumentando gracias a la incorporación de acero trefilado y plastificante porque el acero aporta una gran ductilidad y tenacidad al concreto y el plastificante permite la reducción de agua logrando en conjunto aumentar sus resistencias iniciales.

Tabla 52: Resultados cuantitativos de resistencia a flexión.

	DÍAS – M _r (kg/cm ²)			
	7	28	7	28
PATRÓN	31	39		
	35	44	36	44
	42	49		
10%(R.A): 0.5% + 20 kg/m ³	40	53		
	49	55	48	57
	55	63		
20%(R.A): 0.75% + 20 kg/m ³	49	65		
	57	67	56	68
	62	72		
30%(R.A): 1% + 20 kg/m ³	63	74		
	67	78	67	79
	71	85		

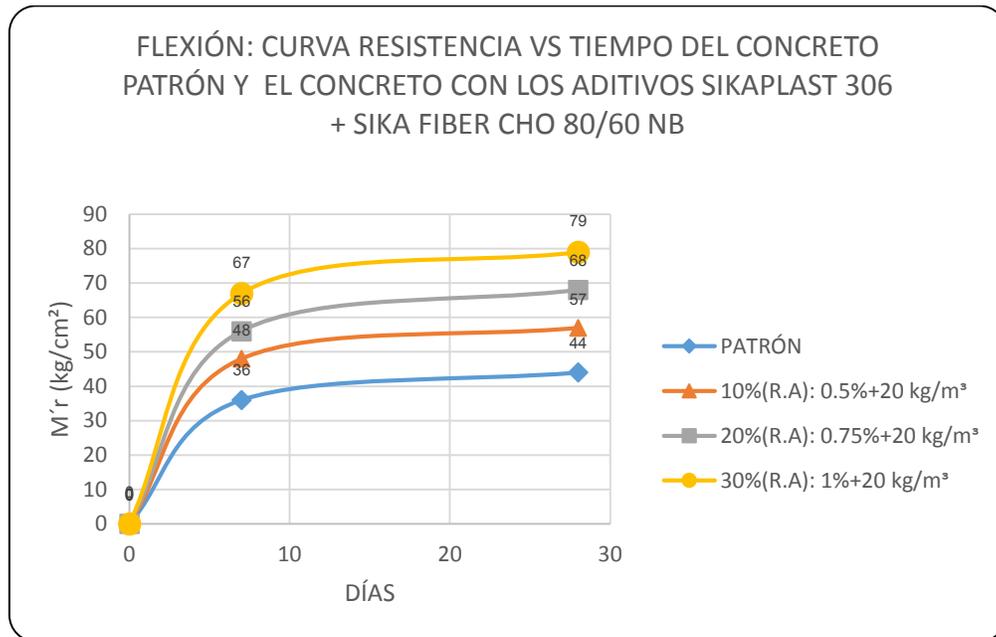


Figura 20: Curva Resistencia VS Tiempo – Flexión

4.9. Diseño de Pavimento Rígido

4.9.1. Cálculo del espesor (D) de la losa de concreto patrón y del concreto mejorado con aditivos usado para el pavimento rígido.

El motivo del uso de los parámetros de diseño reales extraídos del estudio realizado en el Jr. Ciro Alegría, el Jr. José Carlos Mariátegui, Av. El Milagro y la Av. Industrial del sector VI del Centro Poblado El Milagro Distrito de Huanchaco – Trujillo, en conjunto con los resultados obtenidos de resistencia a la compresión y flexión del concreto patrón y el concreto con la adición del acero trefilado y el plastificante es por porque con estos datos de entrada se procederá a diseñar dos pavimentos por el método AASHTO 93; uno utilizando el módulo de elasticidad (E_c) y el módulo de rotura (S_c) del concreto patrón, de la presente investigación; y otro utilizando el concreto reforzado con 20 kg/m³ de acero trefilado y 0.75% de plastificante, con su (E_c) y (S_c).

4.9.1.1. Cálculo del espesor (D) de la losa de concreto patrón

Habiendo extraído los parámetros de diseño del estudio de un pavimento rígido realizado en el centro poblado el Milagro Distrito de Huanchaco – Trujillo el cual se encuentra resumido en la tabla 53 en conjunto con los datos de resistencia a compresión y flexión del concreto patrón es que se pudo calcular el espesor de la carpeta de rodadura del pavimento.

Tabla 53: Excel para la determinación del espesor de la carpeta de rodadura

DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO - MÉTODO AASHTO 1993			
1. Requisitos del Diseño			
a. Periodo de Diseño (años)	20 (De acuerdo al tráfico proyectado que tienen tránsito mayor de 1,000,000 EE en el carril y por recomendación de la guía AASTHO)		
b. Número de ejes equivalentes total (w18)	3.00e+06 (Valor obtenido de acuerdo al tránsito que circula en la carretera evaluada)		
c. Serviciabilidad inicial (pi)	4.3 (Capacidad del pavimento de servir al tránsito que circula por la vía donde 0 significa una calificación de intransitable y 5 una calificación de excelente para el tránsito vehicular)		
d. Serviciabilidad final (pf)	2.5 (Capacidad del pavimento de servir al tránsito que circula por la vía donde 0 significa una calificación de intransitable y 5 una calificación de excelente para el tránsito vehicular)		
e. Factor de Confiabilidad (r)	85% (Probabilidad de desempeño de acuerdo al tipo de camino)		
Standard Normal Deviation (zr)	-1.036		
Overall Standard Deviation (so)	0.35 (Factor de seguridad que equivale a incrementar en una proporción el tránsito previsto a lo largo del periodo de diseño)		
2. Propiedades de los Materiales			
a. Resistencia a la Compresión del Concreto f'c (kg/cm ²)	320 (Valor de resistencia a compresión del concreto sin aditivos)		
Resistencia a la Compresión del Concreto f'c (psi)	4,541.93		
b. Módulo de Elasticidad del Concreto Ec (psi)	3,841,447.50		
c. Módulo de Rotura s'c (psi)	625.00 (Valor de resistencia a flexión del concreto sin aditivos)		
d. Módulo de Reacción de la subrasante- k (pci)	515.75 (Valor que se obtiene a partir del estudio de CBR)		
e. Transferencia de Carga (j)	3.8 (Valor que expresa la capacidad de la estructura como transmisora de cargas)		
f. Coeficiente de Drenaje (cd)	0.85 (Valor que se obtiene a partir de la evaluación de la caracterización del material y su calidad de drenaje esto correlacionado con el grado de exposición de la estructura a niveles de humedad próximos a la saturación)		
3. Cálculo del Espesor de losa (Variar D Requerido hasta que N18 Nominal = N18 Cálculo)			
D (pulgadas)	G_t	N18 NOMINAL	N18 CÁLCULO
9.200	-0.22185	6.48	6.48
4. Estructuración del Pavimento			
a. Espesor de losa requerido (df), pulgadas	9		
b. Espesor de losa requerido (df), centímetros	23		
c. Espesor de sub base (sb), pulgadas	7		
d. Espesor de sub base (sb), centímetros	18		

4.9.1.2. Cálculo del espesor (D) de la losa de concreto con reducción de agua más aditivos

Habiendo extraído los parámetros de diseño del estudio de un pavimento rígido realizado en el centro poblado el Milagro Distrito de Huanchaco – Trujillo el cual se encuentra

resumido en la tabla 54 en conjunto con los datos de resistencia a compresión y flexión del concreto con aditivo plastificante y el acero trefilado es que se pudo calcular el espesor de la carpeta de rodadura del pavimento.

Tabla 54: Excel para la determinación del espesor de la carpeta de rodadura

DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO - MÉTODO AASHTO 1993			
1. Requisitos del Diseño			
			20 (De acuerdo al tránsito proyectado que tienen tránsito mayor de 1,000,000 EE en el carril y por recomendación de la guía AASTHO)
a. Periodo de Diseño (años)			3.00e+06 (Valor obtenido de acuerdo al tránsito que circula en la carretera evaluada)
b. Número de ejes equivalentes total (w18)			4.3 (Capacidad del pavimento de servir al tránsito que circula por la vía donde 0 significa una calificación de intransitable y 5 una calificación de excelente para el tránsito vehicular)
c. Serviciabilidad inicial (pi)			2.5 (Capacidad del pavimento de servir al tránsito que circula por la vía donde 0 significa una calificación de intransitable y 5 una calificación de excelente para el tránsito vehicular)
d. Serviciabilidad final (pf)			85% (Probabilidad de desempeño de acuerdo al tipo de camino)
e. Factor de Confiabilidad (r)			-1.036
Standard Normal Deviation (zr)			0.35 (Factor de seguridad que equivale a incrementar en una proporción el tránsito previsto a lo largo del periodo de diseño)
Overall Standard Deviation (so)			
2. Propiedades de los Materiales			
a. Resistencia a la Compresión del Concreto f'c (kg/cm ²)			365 (Valor de resistencia a compresión del concreto con aditivos)
Resistencia a la Compresión del Concreto f'c (psi)			5,180.63
b. Módulo de Elasticidad del Concreto Ec (psi)			4,102,667.73
c. Módulo de Rotura s'c (psi)			925.00 (Valor de resistencia a flexión del concreto con aditivos)
d. Módulo de Reacción de la subrasante- k (pci)			515.75 (Valor que se obtiene a partir del estudio de CBR)
e. Transferencia de Carga (j)			3.8 (Valor que expresa la capacidad de la estructura como transmisora de cargas)
f. Coeficiente de Drenaje (cd)			0.85 (Valor que se obtiene a partir de la evaluación de la caracterización del material y su calidad de drenaje esto correlacionado con el grado de exposición de la estructura a niveles de humedad próximos a la saturación)
3. Cálculo del Espesor de losa (Variar D Requerido hasta que N18 Nominal = N18 Cálculo)			
D (pulgadas)	G _r	N18 NOMINAL	N18 CÁLCULO
7.150	-0.22185	6.48	6.48
4. Estructuración del Pavimento			
a. Espesor de losa requerido (df), pulgadas			7
b. Espesor de losa requerido (df), centímetros			17
c. Espesor de sub base (sb), pulgadas			7
d. Espesor de sub base (sb), centímetros			18

4.10. Análisis de Costos Unitarios

Primeramente se tuvo que tener en cuenta el proceso de elaboración del concreto patrón y del concreto con aditivo plastificante y acero trefilado para la obtención del costo en m³/día, como segundo paso se ha tenido en consideración el proceso de aplicación del concreto de donde se necesita saber el costo en m²/día, obtenido estos costos se verá si es que hay ahorro con la utilización de los aditivos, para este análisis se consideró las cantidades de los materiales en kg/m³ obtenidas del diseño de mezcla elaborado en la presente tesis, el rendimiento y cuadrilla se obtuvo gracias a la experiencia laboral del Ing. Alberto Vásquez Díaz y los precios de los equipos se obtuvo del estudio de mercado, se tuvo en consideración el incrementar la cantidad de arena, piedra y agua por los desperdicios que se puede generar en obra y por factor de vacíos que puede haber en el concreto, en lo correspondiente a los precios de los materiales y equipo considerado se le quito el IGV.

Tabla 55: Peso específico de masa de los agregados

P.E. Arena	2590 kg/m ³
P.E. Piedra	2630 kg/m ³
P.E. Agua	1000 kg/m ³

Tabla 56: Fabricación de concreto f'c= 280 kg/cm² – patrón

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UND	CUADRILLA	CANTIDAD	P. UNIT	P. TOTAL
1	FABRICACIÓN DE CONCRETO f'c= 280 kg/cm ² - Patrón		R=14.00 m ³ /día			303.13
1.1	MANO DE OBRA					59.90
1.1.1	CAPATAZ	hh	0.10	0.057	26.99	1.54
1.1.2	OPERARIO	hh	2.00	1.143	20.76	23.73
1.2.3	PEÓN	hh	4.00	2.286	15.15	34.63
1.2	MATERIALES					231.13
1.2.1	CEMENTO PORTLAND TIPO I	kg		396.000	0.48	189.51
1.2.2	ARENA	m ³		0.387	42.29	16.39
1.2.3	PIEDRA CHANCADA DE 3/4"	m ³		0.469	51.61	24.21
1.2.4	AGUA	m ³		0.212	4.81	1.02
1.3	EQUIPOS					12.11
1.3.1	MEZCLADORA DE CONCRETO 11p ³	hm	2.00	1.143	10.59	12.11

Tabla 57: Aplicación del concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ – patrón

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UND	CUADRILLA	CANTIDAD	P. UNIT	P. TOTAL
1	APLICACIÓN DE CONCRETO $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ - Patrón		R=60.00 m²/día			87.84
1.1	MANO DE OBRA					16.00
1.1.1	CAPATAZ	hh	0.10	0.0133	26.99	0.36
1.1.2	OPERARIO	hh	2.00	0.267	20.76	5.54
1.1.3	PEÓN	hh	5.00	0.667	15.15	10.10
1.2	MATERIALES					69.72
1.2.1	FABRICACIÓN DE CONCRETO $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ - Patrón	m ³		0.230	303.13	69.72
1.3	EQUIPOS					2.12
1.3.1	VIBRADORA DE CONCRETO	hm	2.00	0.267	4.95	1.32
1.3.2	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		0.050	16.00	0.80

Tabla 58: Fabricación de concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ – con reducción de agua 20%

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UND	CUADRILLA	CANTIDAD	P. UNIT	P. TOTAL
1	FABRICACIÓN DE CONCRETO $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ - RA 20%		R=14.00 m²/día			386.23
1.1	MANO DE OBRA					59.90
1.1.1	CAPATAZ	hh	0.10	0.057	26.99	1.54
1.1.2	OPERARIO	hh	2.00	1.143	20.76	23.73
1.1.3	PEÓN	hh	4.00	2.286	15.15	34.63
1.2	MATERIALES					314.22
1.2.1	CEMENTO PORTLAND TIPO I	kg		317.000	0.48	151.70
1.2.2	ARENA	m ³		0.387	42.29	16.39
1.2.3	PIEDRA CHANCADA DE 3/4"	m ³		0.469	51.61	24.21
1.2.4	AGUA	m ³		0.276	4.81	1.33
1.2.5	PLASTIFICANTE 0,75%	kg		2.378	6.56	15.60
1.2.6	ACERO TREFILADO 20 kg/m ³	kg		20.000	5.25	105.00
1.3	EQUIPOS					12.11
1.3.1	MEZCLADORA DE CONCRETO 11p ³	hm	2.00	1.143	10.59	12.11

Tabla 59: Aplicación del concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ – con reducción de agua 20%

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UND	CUADRILLA	CANTIDAD	P.UNIT	P.TOTAL
1	APLICACIÓN DE CONCRETO $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ - RA 20%		R=60.00 m²/día			83.77
1.1	MANO DE OBRA					16.00
1.1.1	CAPATAZ	hh	0.10	0.013	26.99	0.36
1.1.2	OPERARIO	hh	2.00	0.267	20.76	5.54
1.1.3	PEÓN	hh	5.00	0.667	15.15	10.10
1.2	MATERIALES					65.66
1.2.1	FABRICACIÓN DE CONCRETO $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ - RA20%	m ³		0.170	386.23	65.66
1.3	EQUIPOS					2.12
1.3.1	VIBRADORA DE CONCRETO	hm	2.00	0.267	4.95	1.32
1.3.2	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		0.050	16.00	0.80

*Costos se puede visualizar en los anexos

Tabla 60: Aplicación del concreto

	UND	PATRÓN	REDUCCIÓN DE AGUA AL 20%	DIFERENCIA
APLICACIÓN	m ²	S/ 87.84	S/ 83.77	S/ 4.06

CAPÍTULO 5. DISCUSIÓN

A continuación, se pasara a realizar la discusión a través del siguiente texto argumentativo validado la hipótesis con los siguientes resultados:

■ CARACTERIZACIÓN DE AGREGADOS:

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO Y GRUESO NTP 400.012

Concerniente al ensayo del agregado fino, este arroja un MF de 2.85 el cual está dentro de los parámetros de $2,3 < MF < 3,1$, el mismo que se usará para la elaboración de nuestras probetas cilíndricas y en forma de vigas.

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO Y GRUESO NTP 339.185

Para este ensayo el contenido de humedad para el agregado fino fue de 1.43 mientras que el contenido de humedad para el agregado grueso fue de 0.33, ensayo realizado de acuerdo a la NTP 339.185, siendo estos resultados indispensables para el diseño de mezcla.

PESO UNITARIO SECO COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO NTP 400.017

Se obtuvo un PUSC para el agregado grueso de 1550 kg/m^3 , una vez realizado el ensayo de acuerdo a la norma de Peso Unitario NTP 400.017. Estos valores obtenidos serán los que utilizaremos para el diseño de nuestra mezcla.

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO NTP 400.022 Y GRUESO NTP 400.021

En los ensayos realizados para el agregado fino se obtuvieron los siguientes valores: $\text{PeM}(\text{kg/m}^3)$: 2590 y $\% \text{Abs}$: 2.43 mientras que los resultados para el agregado grueso fueron: $\text{PeM}(\text{kg/m}^3)$: 2630 y $\% \text{Abs}$: 1.03, resultados usados posteriormente para el diseño de mezcla.

■ DISEÑO DE MEZCLA POR EL MÉTODO ACI-211

En este ensayo se obtuvo las cantidades necesarias apropiadas para el diseño de mezcla tanto para las probetas patrón como para las que se las incluirá aditivo las cantidades fueron: Diseño de Mezcla Patrón: Peso húmedo: Cemento tipo I: 396 kg/m^3 , Agua: 212 kg/m^3 , Agregado fino: 772 kg/m^3 , Agregado grueso: 949 kg/m^3 , Aire: 0.02% este porcentaje fue obtenido de la tabla 12 de la presente tesis.

Diseño con 10%(R.A): 0.5%+20 kg/m³: Peso húmedo: Cemento tipo I: 356 kg/m³, Agua: 192 kg/m³, Agregado fino: 772 kg/m³, Agregado grueso: 949 kg/m³, Aire: 0.02% este porcentaje fue obtenido de la tabla 12 de la presente tesis.

Diseño con 20%(R.A): 0.75%+20 kg/m³: Peso húmedo: Cemento tipo I: 317 kg/m³, Agua: 172 kg/m³, Agregado fino: 772 kg/m³, Agregado grueso: 949 kg/m³, Aire: 0.02% este porcentaje fue obtenido de la tabla 12 de la presente tesis.

Diseño con 30%(R.A): 1%+20 kg/m³: Peso húmedo: Cemento tipo I: 277 kg/m³, Agua: 153 kg/m³, Agregado fino: 772 kg/m³, Agregado grueso: 949 kg/m³, Aire: 0.02% este porcentaje fue obtenido de la tabla 12 de la presente tesis.

■ ENSAYOS FÍSICOS

DETERMINACIÓN DEL ASENTAMIENTO DEL CONCRETO NTP 339.035

Se apreció que en el concreto patrón se dio un asentamiento promedio correspondiente a 2 ½", con el 10%(R.A): 0.5%+20 kg/m³ obtuvo un asentamiento promedio de 3 ¼", con el 20%(R.A): 0.75%+20 kg/m³ obtuvo un asentamiento promedio de 4 ¼", con el 30%(R.A): 1%+20 kg/m³ obtuvo un asentamiento promedio de 5 ¾", se ve que al incorporar más porcentaje de plastificante aumenta el asentamiento mejorando la trabajabilidad y uniformidad del concreto.

Siendo el porcentaje óptimo: 20%(R.A): 0.75% +20 kg/m³ porque con estos porcentajes se obtiene una mejora en los costos reflejándose una disminución significativa de dinero siendo esta de s/ 4.06 por m² de pavimento rígido y porque se obtiene una trabajabilidad de 4" reflejándose una buena uniformidad y moldeo del concreto en el momento de la elaboración de la mezcla.

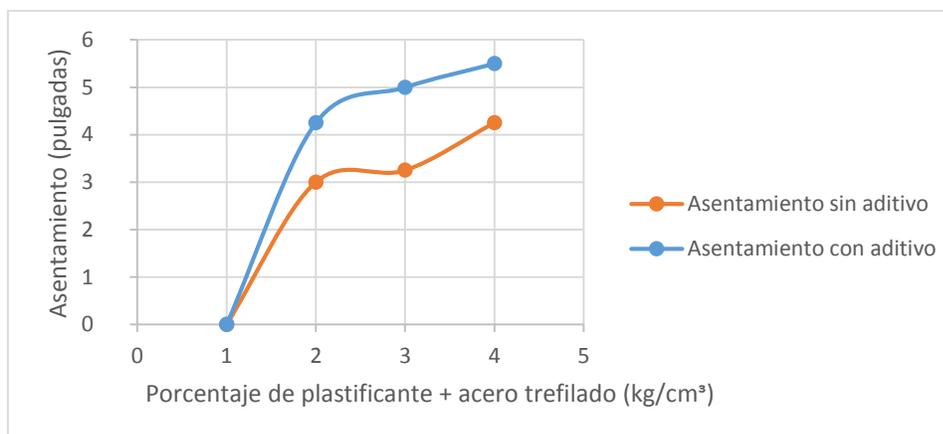


Figura 21: Curva de asentamientos

■ **ENSAYOS MECÁNICOS**

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN NTP 339.034 Y FLEXIÓN NTP 339.078 EN EL CONCRETO

Se refleja en la figura 22 un aumento de resistencia a compresión cada vez que se va incluyendo los aditivos reflejado los siguientes resultados: Patrón (28 días): 320 kg/cm², 10%(R.A): 0.5%+20 kg/m³ (28 días): 352 kg/cm², 20%(R.A): 0.75%+20 kg/m³ (28 días): 365 kg/cm², 30%(R.A): 1%+20 kg/m³ (28 días): 378 kg/cm², logrando un resultado positivo en la mejora del concreto usado para pavimentos rígidos.

Se refleja en la figura 23 un aumento de resistencia a flexión cada vez que se va incluyendo los aditivos reflejado en los siguientes resultados: Patrón (28 días): 44 kg/cm², 10%(R.A): 0.5%+20 kg/m³ (28 días): 57 kg/cm², 20%(R.A): 0.75%+20 kg/m³ (28 días): 68 kg/cm², 30%(R.A): 1%+20 kg/m³ (28 días): 79 kg/cm², logrando un resultado positivo en la mejora del concreto usado para pavimentos rígidos.

Siendo el porcentaje óptimo: 20%(R.A): 0.75% +20 kg/m³ porque se obtiene una buena resistencia tanto a flexión como a compresión, no es la mayor resistencia que se obtiene pero por motivos económicos es el más favorable ya que se refleja una disminución significativa de dinero siendo esta de s/ 4.06 por m² de pavimento rígido y porque se logra una trabajabilidad óptima de 4" para este tipo de obras mostrando uniformidad y fácil moldeo al momento de su mezcla.

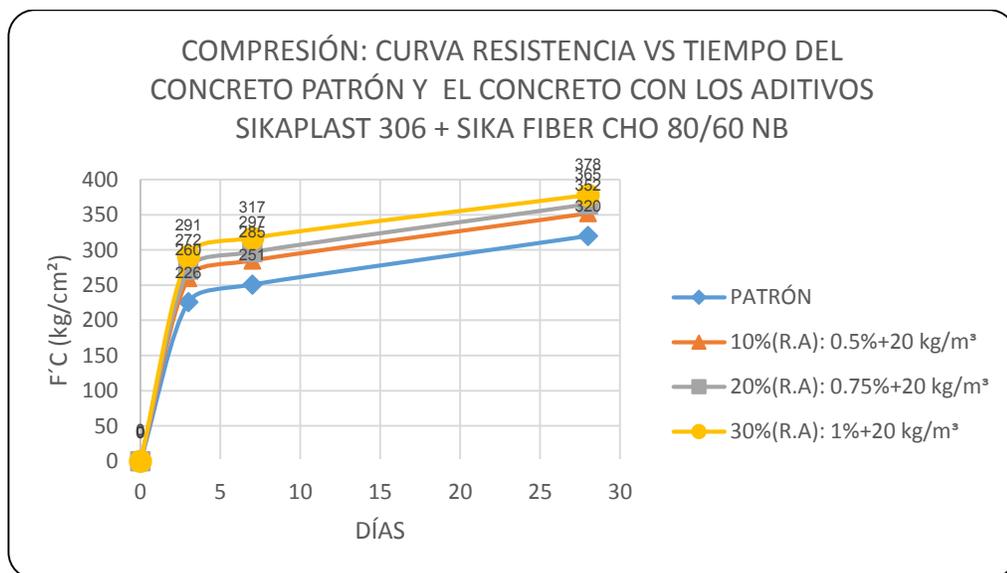


Figura 22: Curva de resistencia a la compresión

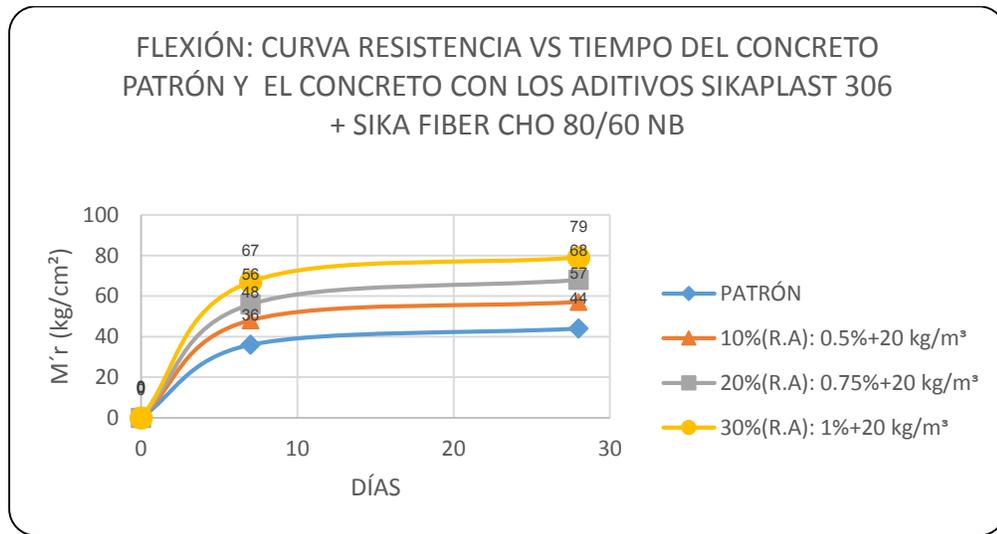


Figura 23: Curva de resistencia a la flexión

■ DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO POR EL MÉTODO AASHTO 93

Para el diseño del pavimento rígido se obtuvo el espesor de la capa de rodadura (D) y que con el concreto sin aditivos obtuvo un espesor (D) 9" y utilizando el concreto con aditivo con el siguiente porcentaje 20%(R.A): 0.75%+20 kg/m³ se obtuvo un espesor (D) de 7" siendo este el porcentaje óptimo.

CONCLUSIONES

- Se logró determinar que usando las diferentes incorporaciones en porcentajes del aditivo Acero Trefilado y el Plastificante influyen de manera positiva en el aumento de resistencia a compresión de $f'c=320\text{ kg/cm}^2$ a $f'c=378\text{ kg/cm}^2$ y flexión de $M'r=44\text{ kg/cm}^2$ a un $M'r=79\text{ kg/cm}^2$ en el concreto, estos resultados obtenidos con el porcentaje de 30%(R.A): 1%+20 kg/m^3 a los 28 días, lográndose mejorar el concreto para ser usado en un pavimento rígido.
- Se logró determinar la influencia del contenido óptimo de aditivo para una buena uniformidad del concreto usado para pavimento rígido siendo esta con una reducción de agua del 20% y con una cantidad de 20 kg/m^3 de Acero Trefilado y 0.75% del Plastificante, obteniendo una trabajabilidad de 4 $\frac{1}{4}$ ".
- Se logró comparar las diferencias entre las propiedades mecánicas para la resistencia a compresión que presentaba las probetas patrón el cual obtuvieron una resistencia promedio a compresión a los 28 días de 320 kg/cm^2 y probetas con aditivos con el 20% de reducción de agua y una cantidad de 20 kg/m^3 de Acero Trefilado y 0.75% del Plastificante obteniendo una resistencia a los 28 días de 365 kg/cm^2 siendo estos resultados usados para el diseño del pavimento rígido por motivo económico uniformidad y buena resistencia que se obtiene con estos porcentajes.
- Se logró comparar las diferencias entre las propiedades mecánicas de resistencia a flexión donde las probetas patrón obtuvieron una resistencia promedio a los 28 días de 44 kg/cm^2 y probetas con aditivo con el 20% de reducción de agua y una cantidad de 20 kg/m^3 de Acero Trefilado y 0.75% del Plastificante obteniendo una resistencia a los 28 días de 68 kg/cm^2 siendo estos resultados usados para el diseño del pavimento rígido por motivo económico uniformidad y buena resistencia que se obtiene con estos porcentajes.
- Se logró calcular el espesor de la carpeta de rodadura (D) con el concreto sin aditivos el cual obtuvo un espesor de 9" mientras que el concreto con la incorporación de aditivos con el 20% (R.A): 0.75%+20 kg/m^3 obtuvo un espesor de 7".

- Se logró determinar los costos antes y después de la aplicación de aditivos en el concreto usado para pavimentos rígidos siendo s/ 4.06 por m² de concreto con una reducción de agua de 20% y la utilización de 20 kg/m³ de Acero Trefilado y 0.75% del Plastificante.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda a las empresas dedicadas a este rubro utilizar los aditivos anteriormente expuestos en sus procesos de elaboración de concreto mejorado usado para la ejecución de pavimentos rígidos.
- Se recomienda que, en futuras tesis relacionadas con el tema, investigar la incorporación del aditivo acero trefilado con una cantidad inferior a 20 kg/m^3 para los ensayos de resistencia a flexión.
- Se recomienda al gobierno del Perú promover y financiar las investigaciones de este tipo, para así poder contrastar que la inclusión de algún aditivo es favorable y positivo en el concreto usado no solo en pavimentos rígidos sino también en cualquier otro elemento estructural.
- Se recomienda a todos los ingenieros relacionados e interesados en estos temas de investigación que hagan uso de los aditivos utilizados e investigar más a fondo y así contribuir con el progreso del país.
- A base de diversos estudios sobre el agregado fino han concluido que su módulo de finura óptimo se encuentra entre los parámetros $2,3 < MF < 3,1$ para la obtención de una buena trabajabilidad y resistencia a la compresión y flexión, por ende, se recomienda utilizar agregados que cumplan esta condición.
- Se recomienda hacer el diseño de mezcla por otro método partiendo de las mismas consideraciones que se hizo para esta investigación y así comparar resultados con el fin de afirmar y contrastar los resultados.

REFERENCIAS

- Alario, E. (2014). *Cuidados del hormigón. Curado de hormigón*. Valencia: Alario. Obtenido de <https://enriquealario.com/curado-de-hormigon/>
- Atlas Copco S.A.C. (2015). *Directorio de empresas y negocios en Perú, registra tu empresa de manera gratuita*. Perú: Negocio Perú. Obtenido de <https://www.negocio.com.pe/atlascopco>
- Benites, C. (2011). *Concreto (hormigón) con cemento Portland Puzolánico tipo IP Atlas de resistencias tempranas con la tecnología*. Perú: Universidad Ricardo Palma. Obtenido de http://cybertesis.urp.edu.pe/bitstream/urp/93/1/benites_cm.pdf
- Bernal, J. (2009). *El Agregado fino Del Concreto*. SENA. Obtenido de <http://elconcreto.blogspot.com/2009/04/el-agregado-fino-del-concreto.html>
- Builes, R., & Pardo, M. (2016). *Correlación entre las resistencias obtenidas mediante ensayos de compresión y esclerometría en cilindros de concreto normal y modificados con fibra sintética y fibra de acero*. Colombia: Universidad Católica de Colombia. Obtenido de <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/13979/4/PROYECTO%20INVESTIGATIVO.pdf>
- Carpio, A. (2017). *Cemento*. Perú: Working at Self-Employed. Obtenido de <https://es.slideshare.net/angelacarpioquispe/cemento-exposicin>
- Carrillo, J., & Alcocer, S. (2013). *Propiedades mecánicas del concreto para viviendas de bajo costo*. Mexico: Universidad Nacional Autónoma de México. Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-77432013000200012
- Castillo, C. (2015). *Modificación de las propiedades de matrices cementantes mediante la adición de Nanopartículas de Sílice*. Mexico: Universidad Autónoma de Nuevo León. Obtenido de <http://eprints.uanl.mx/9270/1/1080215111.pdf>
- Cemento Sol. (2012). <http://www.unacem.com.pe/wp-content/uploads/2012/07/Manual-de-Construccion.pdf>. Perú: Cementos Sol. Obtenido de <http://www.unacem.com.pe/wp-content/uploads/2012/07/Manual-de-Construccion.pdf>
- CEMEX. (2018). *Pavimentos de Concreto*. Obtenido de <http://www2.cemex.com/es/ProductosServicios/Pavimentos.aspx>
- Chinguel, W. (2014). *Pavimentos*. Perú. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/236666962/Trabajo-de-Pavimentos>
- CONCREMAX. (2015). *La correcta construcción de cimientos*. Mexico. Obtenido de <http://www.concremax.com.pe/noticia/construccion-de-cimientos>
- De la Cruz, W., & Quispe, W. (2014). *Influencia de la adición de fibras de acero en el concreto empleado para pavimentos en la construcción de pistas en la Provincia de Huamanga -*

- Ayacucho. Perú: Universidad Nacional de Huancavelica. Obtenido de <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/239>
- Equivel, M., & Ramirez, M. (2015). *¿Qué entendemos por infraestructura sostenible?* Trujillo: Diario de Gestión. Obtenido de <https://gestion.pe/blog/bid/2015/03/que-entendemos-por-infraestructura-sostenible.html?ref=gesr>
- García, J., & Vargas, M. (2007). *Material de apoyo didáctico de la enseñanza aprendizaje en la asignatura de resistencia de materiales I*. Bolivia: Universidad Mayor de San Simón. Obtenido de <https://es.scribd.com/doc/84528539/001ResistenciaMaterialesI>
- Garralón, J. (2014). *La resistencia a compresión del hormigón*. España: Universidad de Arquitectura Técnica. Obtenido de <http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstruccion/article/viewFile/2011/2211>
- González, R. (2016). *Concreto de alta resistencia utilizando aditivo microsilice*. Perú: Universidad Nacional Hermilio Valdizán. Obtenido de https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNHE_7540976ede1d599f54748b89e1dfb594
- González, K. (2016). *El concreto Armado*. Venezuela: Universidad Politécnica Santiago Mariño. Obtenido de <https://es.slideshare.net/katherinecoromotogon/concreto-estructura-iii-69769181>
- Izquierdo, E. (2017). *Peso específico y porcentaje de absorción y contenido de humedad en los agregados gruesos*. Perú: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Obtenido de https://www.academia.edu/6854355/CONTENIDO_DE_HUMEDAD
- Kimiko, H. (2014). *Diseño de los pavimentos de la nueva carretera panamericana norte en el tramo de Huacho a Pativilca (KM 188 A 189)*. Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú. Obtenido de http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/5826/RENGIFO_KIMIKO_PAVIMENTOS_CARRETERA_HUACHO_PATIVILCA.pdf?sequence=1
- López, A. (2014). *Evaluación de resistencias en concretos para pavimentos convencionales MR. 41 y concretos Hidratium MR. 41*. Colombia: Universidad Católica de Colombia. Obtenido de https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/2123/1/Evaluaci%C3%B3n-resistencias-mr_41-y-concretos-hidratium-mr_41.pdf
- Mayta, J. (2014). *Influencia del aditivo superplastificante en el tiempo de fraguado, trabajabilidad y resistencia mecánica del concreto, en la ciudad de Huancayo*. Perú: Universidad Nacional del Centro del Perú. Obtenido de <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/403>

- Mojica, J. (2015). *Procedimientos de control de fisuración a edades tempranas de hormigones avanzados para construcciones arquitectónica*. España: Universidad de Alcalá. Obtenido de <file:///C:/Users/USER/Downloads/Tesis%20Javier%20Puentes.pdf>
- Moreno, L. (2017). *Características físicas y mecánicas de la unidad de albañilería*. Perú: Universidad Privada Antenor Orrego. Obtenido de <https://www.google.com.pe/search?q=se+puede+entender+como+cemento+a+aquella+sustancia+adhesiva+que+es+capaz+de+unir+fragmentos+o+masas+de+materiales+y+conjuntarlos+en+un+%E2%80%9Ctodo%E2%80%9D.+Otra+definici%C3%B3n+indica+que+los+cementos+inorg%C3%A1nicos>
- MTC. (2013). *Manual de carreteras conservación vial*. Perú: Ministerio de Transporte y Comunicaciones. Obtenido de http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/P_recientes/4877.pdf
- Neira, A. (2015). *Determinación y evaluación del nivel de incidencia de las patologías del concreto en las calles de la capital del distrito de Sondorillo, provincia de Huancabamba, departamento de Piura*. Perú: Universidad Católica los Ángeles de Chimbote. Obtenido de <http://repositorio.uladech.edu.pe/handle/123456789/684>
- Perez, P. (2015). *Variación en la resistencia de testigos de concreto por el tamaño y forma de probetas*. Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina. Obtenido de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/917/N10-P474-T.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Rivera, G. (2011). *Concretos especiales*. Colombia. Obtenido de <ftp://ftp.unicauca.edu.co/cuentas/geanrilo/docs/FIC%20y%20GEOTEC%20SEM%202%20de%202010/Tecnologia%20del%20Concreto%20-%202020PDF%20ver.%20202009/Cap.%2012%20-%20Concretos%20especiales.pdf>
- RNE. (2010). *Norma E.060*. Perú: Reglamento Nacional de Edificaciones. Obtenido de [http://www3.vivienda.gob.pe/DGPRVU/docs/RNE/T%C3%ADtulo%20III%20Edificaciones/54%20E.060%20CONCRETO%20ARMADO%20DS%20N%C2%B0%20010-2009%20\(1\).pdf](http://www3.vivienda.gob.pe/DGPRVU/docs/RNE/T%C3%ADtulo%20III%20Edificaciones/54%20E.060%20CONCRETO%20ARMADO%20DS%20N%C2%B0%20010-2009%20(1).pdf)
- Rocha, L. (2001). *Elaboración de concretos con agua tratadas*. Mexico: IMCYC. Obtenido de <http://www.imcyc.com/revista/2001/abril2001/concretos.htm>
- Rodríguez, E. (2009). *Cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la Av. Luis Montero, Distrito de Castilla*. Perú: Universidad de Piura.
- Saldaña, Y., & Carrascal, M. (2016). *Influencia del porcentaje en peso de fibras de vidrio ar y aditivo plastificante copresplast 102, sobre la resistencia a la flexión en paneles de concreto reforzados con fibras de vidrio (grc)*. Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo. Obtenido de <http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/9558/AF%C3%81%20SALDA%C3%>

- 91A%20Yahaira%20Stephanie%3B%20LOYOLA%20CARRASCAL%20Maria%20Fernand a.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Sánchez, J. (2013). *La resistencia a la compresión del hormigón y su influencia en el módulo de elasticidad estático en el cantón Ambato, provincia de Tungurahua*. Ecuador: Universidad Técnica de Ambato. Obtenido de <http://repo.uta.edu.ec/handle/123456789/6031>
- Santisteban, J. (2015). *Concreto. Operario Mov - Tierra*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/JulioSantistebanBanc/qu-es-el-concreto>
- SENCICO. (2013). *Durabilidad del concreto*. Civilgeeks.com. Obtenido de <https://civilgeeks.com/2011/12/11/durabilidad-del-concreto/>
- Sika. (2017). *Fibras para concreto*. Perú: Building Trust. Obtenido de https://per.sika.com/content/peru/main/es/solutions_products/mercados_sika/sika-aditivos-concreto/02a001/02a001sa01/02a001sa01102.html
- Sika. (2018). *Valores y principios*. Construyendo confianza. Obtenido de <https://bol.sika.com/content/bolivia/main/es/group/Aboutus/valores-y-principios.html>
- Sotil, A., & Zegarra, J. (2015). *Análisis comparativo del comportamiento del concreto sin refuerzo, concreto reforzado con fibras de acero Wirand® FF3 y concreto reforzado con fibras de acero wirand® FF4 aplicado a losas industriales de pavimento rígido*. Perú: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Obtenido de <https://docplayer.es/28320069-Universidad-peruana-de-ciencias-aplicadas-facultad-de-ingenieria-carrera-de-ingenieria-civil.html>
- SUM. (2017). *Sistema constructivo*. Perú: Salón de Usos Múltiples - Unicon. Obtenido de <http://www.unicon.com.pe/principal/noticias/noticia/sum-universidad-esan/220>
- Valdez, G. (2016). *Determinación y evaluación de las patologías del concreto para obtener el índice de condición del pavimento rígido y condición operacional de la superficie en la av. Arenales, distrito de Mariscal Andrés Bello Cáceres, provincia de Huamanga, Ayacucho*. Ayacucho: Universidad Católica los Angeles Chimbote. Obtenido de http://repositorio.uladech.edu.pe/bitstream/handle/123456789/1278/PATOLOGIAS_DEL_CONCRETO_VALDEZ_CARDENAS_GROVER.pdf?sequence=1
- Wasaosky, M. (2012). *El Concreto Hidráulico*. ClubEnsayos. Obtenido de <https://www.clubensayos.com/Ciencia/El-Concreto-Hidraulico/442710.html>
- Zevallos, R. (2018). *Identificación y Evaluación de las fallas superficiales en los pavimentos flexibles de algunas vías de la ciudad de Barranca – 2017*. Perú: Universidad César Vallejo. Obtenido de http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/16979/Zevallos_GRE.pdf?sequence=1

ANEXOS

ANEXO N°01: RESULTADOS DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

ENSAYOS MECÁNICOS: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (NTP 339.034)

	DÍAS - f'c (kg/cm ²)					
	3	7	28	3	7	28
PATRÓN	221	245	314			
	225	251	319	226	251	320
	232	257	327			
10%(R.A):0.5%+20kg/m ³	253	279	349			
	262	281	351	260	285	352
	265	295	356			
20%(R.A):0.75%+20kg/m ³	269	289	359			
	271	293	365	272	297	365
	276	309	371			
30%(R.A):1%+20kg/m ³	285	313	372			
	291	316	377	291	317	378
	297	322	385			

ENSAYOS MECÁNICOS: RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (NTP 339.078)

	DÍAS - M'r (kg/cm ²)			
	7	28	7	28
PATRÓN	31	39		
	35	44	36	44
	42	49		
10%(R.A): 0.5%+20kg/m ³	40	53		
	49	55	48	57
	55	63		
20%(R.A):0.75%+20kg/m ³	49	65		
	57	67	56	68
	62	72		
30%(R.A): 1%+20kg/m ³	63	74		
	67	78	67	79
	71	85		

Encargado de Laboratorio: Wesley Leonardo Carrasco

Trujillo, 12 de Julio del 2018



Coordinador de Laboratorio
Carrera de Ingeniería Civil

ANEXO N°02: RESULTADOS DE ASENTAMIENTO

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

ENSAYO FÍSICO: ASENTAMIENTO (339.035) POR EL MÉTODO DE CONO DE ABRAMS

ASENTAMIENTOS (plg)			
PATRON	10%(R.A):0.5%+20kg/m3	20%(R.A):0.75%+20kg/m3	30%(R.A):1%+20kg/m3
2 1/4	3 1/4	4 1/4	5 1/2
2 1/2	3	4 1/4	6
2 1/2	3 1/2	4	5 3/4

Encargado de Laboratorio: Wesley Leonardo Carrasco

Trujillo, 12 de Julio del 2018



Coordinador de Laboratorio
Carre

ANEXO N°03: RESULTADOS DE DURABILIDAD DEL AGREGADO FINO

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE
ENSAYO DE DURABILIDAD DEL AGREGADO FINO

USO DE SUSTANCIA DE SODIO (MTC E 209)

TAMIZ	Peso de las fracciones antes del ensayo g.	Porcentaje del Retenido muestra original	% de pérdidas después del ensayo	% de pérdida pesado
N° 4	95	5.92	3.5	0.21
N° 8	150.6	9.39	4.1	0.39
N° 16	328.12	20.46	5.4	1.11
N° 30	356.05	22.21	8.6	1.91
N° 50	405.21	25.27	10.2	2.58
N° 100	143.17	8.93	10.8	0.96
Fondo	125.23	7.81	11.5	0.90
	1603.38	100		8.05

USO DE SUSTANCIA DE MAGNECIO (MTC E 209)

TAMIZ	Peso de las fracciones antes del ensayo g.	Porcentaje del Retenido muestra original	% de pérdidas después del ensayo	% de pérdida pesado
N° 4	114.7	6.82	3.5	0.24
N° 8	145.3	8.63	4.1	0.35
N° 16	358.5	21.30	5.4	1.15
N° 30	375.1	22.29	8.6	1.92
N° 50	410.3	24.38	10.2	2.49
N° 100	153.5	9.12	10.8	0.99
Fondo	125.6	7.46	11.5	0.86
	1683	100		7.99

Encargado de Laboratorio: Wesley Leonardo Carrasco

Trujillo, 31 de Julio del 2018



Coordinador de Laboratorio
Carrera de Ingeniería Civil

ANEXO N°04: RESULTADOS DE DURABILIDAD DEL AGREGADO GRUESO

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

ENSAYO DE DURABILIDAD DEL AGREGADO GRUESO

MÁQUINA DE LOS ÁNGELES (MTC E 207)

$$Desgaste = \left(\frac{5000.5 - 3947.6}{5000.5} \right) * 100$$

$$Desgaste = 21.05\%$$

ENSAYO DE EQUIVALENCIA DE ARENA (MTC E 114)

$$EA = \left(\frac{6.3}{8.0} \right) * 100$$

$$EA = 79\%$$

Partículas fracturadas una cara (MTC E 210)

	Peso Original g.	Peso de partículas no fracturadas (gr)	Peso Material una cara fracturada (gr)	% cara fracturada	Gradación Original	Promedio cara fracturada	Porcentaje de cara fracturada
3/4"	5045	1895	3150	62.44	36.58	2284.10	62.7
1/2"	3991	1431	2560	64.14	28.94	1856.28	
3/8"	3196	1261	1935	60.54	23.17	1403.09	
N°4	1559	554	1005	64.46	11.30	728.74	
	13791				100	6272.21	

Encargado de Laboratorio: Wesley Leonardo Carrasco

Trujillo, 31 de Julio del 2018



Coordinador de Laboratorio
Carrera de Ingeniería Civil

ANEXO N°05: INFORME TÉCNICO DE LABORATORIO EN INGENIERIA AMBIENTAL

INFORME TÉCNICO

Ensayos del agua

La finalidad del presente informe es determinar las concentraciones de sulfatos, cloruros, turbidez, conductividad, solidos totales y el pH del agua.

Primeramente se logró obtener los resultados de pH, solidos totales y conductividad de una muestra de 200 g mediante la utilización del equipo mutiparametro modelo HQ 40d marca HACH el cual cuenta con dos puertos de medición, reflejando los siguientes resultados:

pH	7.09
Conductividad (us/cm)	533

Posterior a ello se pasó a determinar el grado de turbidez el cual consiste en llenar en un pequeño frasco la muestra previamente seleccionada para luego ponerlo dentro del equipo turbidimetro modelo 2100 Q marca HACH que en 5 segundos permite obtener de manera cuantitativa el valor de turbidez de la muestra reflejando el siguiente resultado:

Turbidez (ntu)	4.6
----------------	-----

Como últimos procedimientos se realizó el ensayo de concentraciones de sulfatos y cloruros.

El ensayo para la determinación de sulfatos consiste primeramente en seleccionar una muestra de 100 ml y agregarle 0.20 g de cloruro de vario, posterior a ello se le agrego una solución amortiguadora compuesta por cloruro de magnesio 15 g, acetato de sodio 1.51 g, nitrato de potasio 0.5 g y ácido acético 10 ml esto para regular el pH a 10, ya con los reactivos en la muestra descrita y la solución patrón se pasó a agitar por un tiempo de 1 min usando una varilla de agitación, luego de haber transcurrido el tiempo de agitación se deja en reposo durante 5 min y como último paso después de haber transcurrido el tiempo de reposo se hizo uso del equipo turbidimetro logrando obtener el siguiente resultado:

Concentración de Sulfatos (mg/L)	45.67
----------------------------------	-------

Valor que se encuentra dentro de los parámetros de agua potable que solicita la organización mundial de salud.

El ensayo para la determinación de cloruros consiste primeramente en seleccionar una muestra de 100 ml, para en el agregar 4 gotas de hidróxido de sodio para regular el pH a 10, luego se le agrego 4 gotas de cromato de potasio reactivos necesarios en conjunto con nitrato de plata para titular la muestra seleccionada y se anota el volumen de nitrato de plata gastado.

Concentración de Cloruros (mg/L)	32.66
----------------------------------	-------

Valor que se encuentra dentro de los parámetros de agua potable que solicita la reglamentación técnico-sanitaria española.

Trujillo, 31 de Agosto 2018


Julio Gurreñero Fernández
Supervisor de Lab. Minas y Ambiental
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

ANEXO 06: CONSTANCIA DE ENSAYOS REALIZADOS EN LABORATORIO DE LA UPN.

CERTIFICADO
DE ENSAYOS EN LABORATORIOS

El que suscribe, Wesley John Leonardo Carrasco, hace constar por medio de la presente que el Sr. Iván Jesús Aureliano Jara, identificado con D.N.I N° 70113309, ha realizado los ensayos de durabilidad del agregado fino y grueso, equivalente de arena, granulometría, peso unitario suelto y compactado, contenido de humedad, peso específico, absorción, conformación y curado de especímenes de concreto, en las instalaciones del **Laboratorio de Concreto** de esta universidad, requeridos para la tesis ***“Influencia de Acero Trefilado y Plastificante en el Mejoramiento de Flexión y Compresión del Concreto usado para Pavimentos Rígidos, Trujillo 2018”***; los resultados obtenidos se encuentran registrados en nuestro archivo.

Se expide esta certificación a solicitud del interesado, para los fines que estime conveniente.

Trujillo, 06 de setiembre del 2018



Wesley J. Leonardo Carrasco
Supervisor de Laboratorio

ANEXO N°07: FICHA TÉCNICA DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I.



CEMENTOS PACASMAYO S.A.A.
Calle La Colonia Nro.150 Urb. El Vivero de Monterrico Santiago de Surco - Lima
Carretera Panamericana Norte Km. 698 Pacasmayo - La Libertad
Teléfono 317 - 6000



G-CC-F-04
Versión 03

Cemento Portland Tipo I

Conforme a la NTP 334.009 / ASTM C150
Pacasmayo, 15 de Agosto del 2017

COMPOSICIÓN QUÍMICA		CPSAA	Requisito NTP 334.009 / ASTM C150
MgO	%	2.3	Máximo 6.0
SO3	%	2.8	Máximo 3.0
Pérdida por Ignición	%	3.1	Máximo 3.5
Residuo Insoluble	%	0.66	Máximo 1.5

PROPIEDADES FÍSICAS		CPSAA	Requisito NTP 334.009 / ASTM C150
Contenido de Aire	%	8	Máximo 12
Expansión en Autoclave	%	0.09	Máximo 0.80
Superficie Específica	cm ² /g	3650	Mínimo 2800
Densidad	g/mL	3.08	NO ESPECÍFICA

Resistencia Compresión :

Resistencia Compresión a 3 días	MPa (Kg/cm ²)	26.5 (271)	Mínimo 12.0 (Mínimo 122)
Resistencia Compresión a 7 días	MPa (Kg/cm ²)	34.3 (350)	Mínimo 19.0 (Mínimo 194)
Resistencia Compresión a 28 días (*)	MPa (Kg/cm ²)	39.8 (406)	Mínimo 28.0 (Mínimo 286)

Tiempo de Fraguado Vicat :

Fraguado Inicial	min	138	Mínimo 45
Fraguado Final	min	261	Máximo 375

Los resultados arriba mostrados, corresponden al promedio del cemento despachado durante el periodo del 01-07-2017 al 31-07-2017.
La resistencia a la compresión a 28 días corresponde al mes de Junio 2017.
(*) Requisito opcional.

Ing. Gabriel G. Mansilla Fiestas
Superintendente de Control de Calidad

.ANEXO N°8: MANUAL DE CARRETERAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES PARA CONSTRUCCIÓN EG – 2013.



Fuente: MTC 2013.

ANEXO N°09: FICHA TÉCNICA ADITIVO PLASTIFICANTE HOJA 1



BUILDING TRUST

HOJA TÉCNICA

SikaPlast®-306

Aditivo súper plastificante de alto rango.

<p>DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO</p>	<p>SikaPlast®-306 es un aditivo líquido súperplastificante, reductor de agua de alto rango con fragua controlada. Está diseñado para producir concretos que necesitan mantener la fluidez por varias horas. No contiene cloruros y cumple con la norma ASTM C 494 Tipo A y Tipo F.</p> <p>USOS</p> <p>El SikaPlast®-306 puede utilizarse en:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ La elaboración de concretos para todo tipo de estructuras como concretos de plantas de premezclado, especialmente diseñado para emplearse dependiendo la dosis como reductor de agua, plastificante o súper plastificante. ▪ Transportar y colocar concreto y mortero en condiciones medio ambientales rigurosas, como: baja humedad relativa, muy alta velocidad de viento y temperaturas extremas en el concreto. ▪ Como reductor de agua de alto rango, se usa para concretos bombeados y aplicaciones donde se requieran acabados de mejor calidad y fragua controlada. <p>CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Altas resistencias tempranas para un desmoldado rápido en concretos estructurales. ▪ Altas resistencias finales, permitiendo flexibilidad en el plan mayor de ingeniería. ▪ Reducciones de la relación agua cemento producen concretos más durables, más densos y menos permeables. ▪ La alta efectividad plastificante, hace que reduzca los defectos de la superficie en elementos de concreto y mejore la apariencia estética. ▪ SikaPlast®-306 no contiene cloruros ni ningún otro compuesto que produzca la corrosión del acero de refuerzo. Se puede redosificar en obra para facilitar la colocación y/o bombeo del concreto en climas cálidos.
--	---

DATOS BÁSICOS	
<p>FORMA</p>	<p>ASPECTO Líquido</p> <p>COLOR Marrón a Marrón oscuro</p> <p>PRESENTACIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Granel x 1 L ▪ Cilindro x 200 litros ▪ IBC x 1000 L

Hoja Técnica
SikaPlast®-306
30.06.15, Edición 1

1/3

ANEXO N°10: FICHA TÉCNICA ADITIVO PLASTIFICANTE HOJA 2

ALMACENAMIENTO	Un año en su envase original bien cerrado y bajo techo en lugar fresco resguardado de heladas. Para el transporte debe tomarse las precauciones normales para el manejo de un producto químico.
DATOS TÉCNICOS	<p>DENSIDAD 1.10 kg/L ± 0.01</p> <p>NORMA Cumple con los requerimientos para superplastificantes según la norma ASTM C 494, Tipo A y Tipo F.</p>
INFORMACIÓN DEL SISTEMA	
DETALLES DE APLICACIÓN	<p>CONSUMO / DOSIS</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Como plastificante y reductor de agua 0.4 al 0.8% del peso del material cementante. ▪ Como súper plastificante y reductor de agua 0.8% al 1.5% del peso del material cementante.
MÉTODO DE APLICACIÓN	<p>COMO PLASTIFICANTE Y SUPERPLASTIFICANTE: Adicionarlo a la mezcla de concreto o mortero si tiene dosificador de aditivos durante el carguo de cemento y en conjunto con el agua, si no se cuenta con dosificadores mecánicos, adicionar toda la dosis del aditivo antes del carguo con el 40% del agua. Posteriormente, independientemente al tipo de dosaje de aditivo, remezclar por lo menos durante 5 minutos hasta obtener una mezcla fluida.</p> <p>IMPORTANTE</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ En la elaboración de concretos o morteros fluidos se exige una buena distribución granulométrica. Se debe garantizar un suficiente contenido de finos para evitar la segregación del material fluido. ▪ En caso de deficiencia de finos, dosificar SikaAer® para incorporar el aire en forma controlada a la mezcla. ▪ El uso de concreto fluido demanda un especial cuidado en el sellado de los encofrados para evitar la pérdida de la pasta de cemento. ▪ La dosis óptima se debe determinar mediante ensayos con los materiales y en las condiciones de obra. ▪ Cuando se presenten dificultades en el proceso de bombeo y altas presiones, debido a las características de la mezcla (granulometría discontinua, carencia de finos, mezcla áspera) o cuando las condiciones del bombeo lo dificulten (longitud, altura, cambio de dirección), es aconsejable usar un aditivo que ayude al bombeo. Dosifique SikaAer® entre el 0.015% al 0.12% del peso del cemento.
INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD	
PRECAUCIONES DURANTE LA MANIPULACION	Durante la manipulación de cualquier producto químico, evite el contacto directo con los ojos, piel y vías respiratorias. Protéjase adecuadamente utilizando guantes de goma natural o sintética y anteojos de seguridad. En caso de contacto con los ojos, lavar inmediatamente con abundante agua durante 15 minutos manteniendo los párpados abiertos y consultar a su médico.
OBSERVACIONES	La Hoja de Seguridad de este producto se encuentra a disposición del interesado. Agradeceremos solicitarla a nuestro Departamento Comercial, teléfono: 618-6060 o descargarla a través de Internet en nuestra página web: www.sika.com.pe
<p>Hoja Técnica SikaPlast® -306 30.06.15, Edición 1</p>	
2/3	 <p>BUILDING TRUST</p>

ANEXO N°11: FICHA TÉCNICA ADITIVO PLASTIFICANTE HOJA 3

NOTAS LEGALES

La información y en particular las recomendaciones sobre la aplicación y el uso final de los productos Sika son proporcionadas de buena fe, en base al conocimiento y experiencia actuales en Sika respecto a sus productos, siempre y cuando éstos sean adecuadamente almacenados, manipulados y transportados; así como aplicados en condiciones normales. En la práctica, las diferencias en los materiales, sustratos y condiciones de la obra en donde se aplicarán los productos Sika son tan particulares que de esta información, de alguna recomendación escrita o de algún asesoramiento técnico, no se puede deducir ninguna garantía respecto a la comercialización o adaptabilidad del producto a una finalidad particular, así como ninguna responsabilidad contractual. Los derechos de propiedad de las terceras partes deben ser respetados.

Todos los pedidos aceptados por Sika Perú S.A. están sujetos a Cláusulas Generales de Contratación para la Venta de Productos de Sika Perú S.A. Los usuarios siempre deben remitirse a la última edición de la Hojas Técnicas de los productos; cuyas copias se entregarán a solicitud del interesado o a las que pueden acceder en Internet a través de nuestra página web www.sika.com.pe.

PARA MÁS INFORMACIÓN SOBRE SikaPlast®-306 :

1.- SIKA PRODUCT FINDER: APLICACIÓN DE CATÁLOGO DE PRODUCTOS



2.- SIKA CIUDAD VIRTUAL



Sika Perú S.A.
Concrete
Centro industrial "Las Praderas
de Lurín" s/n MZ B, Lotes 5 y 6,
Lurín
Lima
Perú
www.sika.com.pe

Hoja Técnica
SikaPlast® -306
30.06.15, Edición 1

Versión elaborada por: Sika Perú S.A.
CG, Departamento Técnico
Telf: 618-6060
Fax: 618-6070
Mail: informacion@pe.sika.com



© 2014 Sika Perú S.A.



ANEXO N°12: FICHA TÉCNICA ADITIVO ACERO TREFILADO HOJA 1



HOJA TÉCNICA

Sika® Fiber CHO 80/60 NB

Fibra de acero para refuerzo del concreto en losas y concreto pre-fabricado

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO	<p>Sika® Fiber CHO 80/60 NB son fibras de acero trefilado de alta calidad para reforzamiento del concreto usado en losas de concreto tradicional e industriales y elementos de concreto pre-fabricado, especialmente encoladas (pegadas) para facilitar la homogenización en el concreto durante el mezclado, evitando la aglomeración de las fibras individuales. Sika® Fiber CHO 80/60 NB son fibras de acero de alta relación longitud / diámetro (l/d) lo que permite un alto rendimiento con menor cantidad de fibra.</p> <p>USOS</p> <p>Sika Fiber CHO 80/60 NB, otorga una alta capacidad de soporte al concreto en un amplio rango de aplicaciones; dándole ductilidad y aumentando la tenacidad del concreto.</p> <p>En elementos de concretos pre-fabricados reforzados; en losas de pisos industriales (trafico alto, medio y ligero) en losas y cimientos de concreto para reemplazar el refuerzo secundario (malla de temperatura), en puertos, aeropuertos, fundaciones para equipos con vibración, reservorios, tanques, etc.</p> <p>CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Incrementa la resistencia del concreto al impacto, fatiga y a la fisuración.▪ Incrementar la ductilidad y absorción de energía (resistencia a la tensión).▪ Reducción de la fisuración por retracción.▪ No afecta los tiempos de fraguado.▪ Su condición de encolada (pegada) asegura una distribución uniforme en el concreto y shotcrete vía húmeda.▪ Relación longitud / diámetro igual a 80 para un máximo rendimiento.▪ Extremos conformados para obtener máximo anclaje mecánico en el concreto.
---------------------------------	---

Hoja Técnica
Sika® Fiber CHO 80/60 NB
01.03.16, Edición 4

1/4

ANEXO N°13: FICHA TÉCNICA ADITIVO ACERO TREFILADO HOJA 2

NORMAS		Sika® Fiber CHO 80/60 NB cumple con las normas ASTM A 820 "Steel Fibers for Reinforced Concrete" Tipo I y DIN 17140-D9 para acero de bajo contenido de carbono.
DATOS BÁSICOS		
FORMA	PRESENTACIÓN Sacos de papel x 20 kg.	
ALMACENAMIENTO	CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO / VIDA ÚTIL Los sacos de Sika® Fiber CHO 80/60 NB pueden almacenarse por tiempo indefinido protegido de la humedad.	
DATOS TÉCNICOS	Longitud:	60 mm con extremos conformados
	Diámetro de la fibra:	0.75 mm
	Relación longitud/ Diámetro:	80
	Resistencia a tracción:	1200 MPa min.
	Elongación de rotura:	4% max.
INFORMACIÓN DEL SISTEMA		
DETALLES DE APLICACIÓN	CONSUMO / DOSIS Normalmente entre 10 y 45 kg de Sika® Fiber CHO 80/60 NB por m ³ de concreto. Se recomienda realizar ensayos previos para determinar la cantidad exacta de fibra de acero a utilizar de acuerdo a los índices de tenacidad ó energía absorbida especificada del concreto.	
MÉTODO DE APLICACIÓN	MÉTODO DE LA APLICACIÓN Sika® Fiber CHO 80/60 NB se puede agregar en la tolva de pesado de la dosificadora de concreto, en la correa de alimentación, en camión mixer y mezcladora de concreto como a continuación se indica en cada caso: <ul style="list-style-type: none"> ▪ En la tolva de pesado de la dosificadora, abra las bolsas y vacíe las fibras directamente entre los áridos; no agregue las bolsas sin abrir porque pueden bloquear las compuertas de descarga. Mezcle en forma normal, no se requiere tiempo extra de mezclado en este caso. ▪ En la correa de alimentación, si hay acceso, las fibras pueden adicionarse durante o después de agregar los áridos. Mezcle en forma normal, no se requiere tiempo extra de mezclado en este caso. ▪ En el camión mixer, una vez que todos los ingredientes se han incorporado, agregar las fibras mientras el mixer de concreto está rotando a alta velocidad (12 rpm o más). Vaciar un máximo de 60 kg de fibras por minuto. Una vez terminado el vaciado de las fibras, mezclar 5 minutos adicionales y chequear visualmente su distribución; mezclar 30 segundos adicionales si la distribución no es uniforme. 	
<p>Hoja Técnica Sika® Fiber CHO 80/60 NB 01.03.16, Edición 4</p> <p>2/4</p> <p style="text-align: right;">BUILDING TRUST </p>		

ANEXO N°14: FICHA TÉCNICA ADITIVO ACERO TREFILADO HOJA 3

	<ul style="list-style-type: none">▪ En la mezcladora de concreto, una vez que todos los ingredientes se han incorporado, agregar las fibras y mezclar por 30 segundos por cada pie cúbico a menos que se observe una distribución homogénea en menor tiempo. <p>OBSERVACIONES TÉCNICAS</p> <p>No agregue Sika® Fiber CHO 80/60 NB al mezclador antes de los áridos. Las bolsas con papel hidrosolubles pueden agregarse directamente al concreto.</p>
INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD	
PRECAUCIONES DURANTE LA MANIPULACIÓN	Evite el contacto directo con los ojos y la piel. Protéjase utilizando guantes y lentes de seguridad.
OBSERVACIONES	La Hoja de Seguridad de este producto se encuentra a disposición del interesado. Agradeceremos solicitarla a nuestro Departamento Comercial, teléfono: 618-6060 o descargarla a través de Internet en nuestra página web: www.sika.com.pe
NOTAS LEGALES	<p>La Información y en particular las recomendaciones sobre la aplicación y el uso final de los productos Sika son proporcionadas de buena fe, en base al conocimiento y experiencia actuales en Sika respecto a sus productos, siempre y cuando éstos sean adecuadamente almacenados, manipulados y transportados; así como aplicados en condiciones normales. En la práctica, las diferencias en los materiales, sustratos y condiciones de la obra en donde se aplicarán los productos Sika son tan particulares que de esta información, de alguna recomendación escrita o de algún asesoramiento técnico, no se puede deducir ninguna garantía respecto a la comercialización o adaptabilidad del producto a una finalidad particular, así como ninguna responsabilidad contractual. Los derechos de propiedad de las terceras partes deben ser respetados.</p> <p>Todos los pedidos aceptados por Sika Perú S.A. están sujetos a Cláusulas Generales de Contratación para la Venta de Productos de Sika Perú S.A. Los usuarios siempre deben remitirse a la última edición de las Hojas Técnicas de los productos; cuyas copias se entregarán a solicitud del interesado o a las que pueden acceder en Internet a través de nuestra página web www.sika.com.pe.</p>
<p>“La presente Edición anula y reemplaza a la Edición N° 3 la misma que deberá ser destruida”</p>	
<hr/>	
<p>Hoja Técnica Sika® Fiber CHO 80/60 NB 01.03.16, Edición 4</p>	
<p>3/4</p>	<p>BUILDING TRUST </p>

ANEXO N°15: FICHA TÉCNICA ADITIVO ACERO TREFILADO HOJA 4

PARA MÁS INFORMACIÓN SOBRE Sika® Fiber CHO 80/60 NB :

1.- SIKI PRODUCT FINDER: APLICACIÓN DE CATÁLOGO DE PRODUCTOS



2.- SIKI CIUDAD VIRTUAL



Sika Perú S.A.
Concrete
Centro industrial "Las Praderas
de Lurín" s/n Mz B, Lotes 5 y 6,
Lurín
Lima
Perú
www.sika.com.pe

Hoja Técnica
Sika® Fiber CHO 80/60 NB
01.03.16, Edición 4

Versión elaborada por: Sika Perú S.A.
CG, Departamento Técnico
Telf: 618-6060
Fax: 618-6070
Mail: informacion@pe.sika.com



© 2014 Sika Perú S.A.

ANEXO N° 16: COSTO DE MANO DE OBRA DE ACUERDO A LA REVISTA AL SERVICIO DEL DESARROLLO Y PROMOCIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN, 2018

SUPLEMENTO

Año 20 Edición 130 Agosto - Septiembre 2018

TÉCNICO

▶ COSTOS DE MANO DE OBRA Y JORNALES	181
▶ COSTO DE M ² DE CONSTRUCCIÓN POR TIPO Y AMBIENTE	183
▶ PRECIOS INSUMOS LIMA/PROVINCIA	184
▶ ALQUILER DE EQUIPOS	199
▶ PARTIDAS DESAGREGADAS	200
▶ ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS	204
▶ ÍNDICES UNIFICADOS	212

Suplemento Técnico

Costos - Mano de Obra y Jornales

COSTO DE MANO DE OBRA

Descripción	Operario	Oficial	Peón
	S/.	S/.	S/.
Salario Basico	64.30	52.00	46.50
Bonificacion Unificada	20.58	15.60	13.95
Movilidad	7.20	7.20	7.20
Dominical	11.28	9.13	8.16
Liquidacion y utilidades	9.65	7.80	6.98
Vacaciones	7.41	6.00	5.36
Gratificaciones	14.29	11.56	10.33
Dias Feriados	2.41	1.95	1.74
Asignacion Escolar	16.08	13.00	11.63
Prestaciones de Salud	10.84	8.65	7.74
Accidentes de Trabajo	1.55	1.25	1.12
Overol	0.47	0.47	0.47
Costo Total	166.06	134.60	121.18
Costo por Hora	20.76	16.83	15.15

TIPO DE CAMBIO REFERENCIAL: SE APLICARÁ TIPO DE CAMBIO DEL DÍA.

Suplemento Técnico

Año 20 / Edición 130, Agosto - Septiembre 2018

Dirección Técnica:

BLACKSA (K&BCOP) Telf.: 794-3440 / 795-3910

LISTA DE PROVEEDORES

CÓDIGO	
3	ACEROS Y FIERROS INDUSTRIALES S.A.C.
8	ADI-KRET
25	CEMFINOR E.I.R.L.
48	CORPORACION CERAMICA S.A.
50	CORPORACION B Y L S.A.C.
62	EPROM
66	G' DECOR S.A.C.
68	FABRICA PERUANA ETERNIT S.A.
74	FERROCENTRO ARELLANO E.I.R.L.
75	FERRETERIA LA MEJOR E.I.R.L.
80	FIBRABLOCK S.A.C.
83	FIRTH INDUSTRIES PERU S.A.
84	FUNDICION MORENO S.A.
96	BRESCIA COMERCIAL S.R.LTDA
102	HIDROSTAL
120	MADERERAS PERUANAS S.A.
130	MADERAS REMASA EL PINO S.A.
134	DEPOSITO MARANGA S.A.C.
190	PARA-RAYOS S.A.C.
200	PETROLEOS DEL PERU
204	PISOPAK PERU S.A.C.
241	PREMIX S.A.
270	QUIMICA SUIZA S.A.
280	ELECTRICIDAD TELECOMUNICACIONES SERVICIOS ESPECIALIZADOS S.A.
299	SIKA PERU S.A.
453	FERRETERIA J. OLAZABAL
480	COMERCIAL ASTURIAS S.A.
481	CERRADURAS NACIONALES S.A.C.
486	INDUSTRIAS FIBRAFORTE S.A.
500	Cia. MINERA LUREN - LA CASA
910	GEOTOP SAC
915	TECNOBLOCK

ANEXO N° 17: COSTO DE VIBRADOR DE CONCRETO

Suplemento Técnico

Alquiler de Equipos

ALQUILER DE EQUIPO JULIO 2018

COD K&BCOP	COD PROV.	EQUIPO	UN HORA	IU NO	ALQUILER NO INC. I.G.V.
EQUIPO PARA MOVIMIENTO DE TIERRAS					
407	995	CARG FRON. SOBRE LLANTS 125-155 HP 3 YD3	HM	49 S/.	170.08 *
377	995	CARG FRON. SOB LLANTS 125HP 2.5 YD3	HM	49 S/.	179.01 *
379	995	CARG FRON SOB LLANTS 160-195HP 3.5 YD3	HM	49 S/.	197.58 *
228	995	CARGADOR FRONTAL CAT 906 906	HM	49 US\$	40.00
228	995	CARGADOR FRONTAL CAT 924 F	HM	49 US\$	66.63
222	995	CARGADOR RETROEXCAVADOR CAT 426 4X2	HM	49 US\$	44.00
224	995	CARGADOR RETROEXCAVADOR CAT 426 4X4	HM	49 US\$	44.00
594	995	DUMPER AUTOPROPULSADO 2 TON. 4X4	HM	49 US\$	27.25
538	995	EXCAVADORA CAT 312BL	HM	49 US\$	73.38
640	995	EXCAVADORA CAT 315 BL	HM	49 US\$	86.63
1111	995	PISON MANUAL	HE	37 S/.	7.30
1384	995	TRACTOR CAT D6C AÑO 1980	HM	49 S/.	150.00
1463	995	TRACTOR DE ORUGA 140-180	HM	49 S/.	188.79 *
1465	995	TRACTOR DE ORUGA 160-200	HM	49 S/.	243.06 *
1467	995	TRACTOR DE ORUGA 190-240	HM	49 S/.	289.79 *
1469	995	TRACTOR DE ORUGA 270-295	HM	49 S/.	343.82 *
1471	995	TRACTOR DE ORUGA 300-330	HM	49 S/.	387.63 *
1473	995	TRACTOR DE ORUGA 335	HM	49 S/.	440.93 *
1475	995	TRACTOR DE ORUGA 414-470	HM	49 S/.	527.39 *
1477	995	TRACTOR DE ORUGA 510	HM	49 S/.	805.51 *
1479	995	TRACTOR DE ORUGA 60-70 HP	HM	49 S/.	170.33
1481	995	TRACTOR DE ORUGA 650	HM	49 S/.	1040.08 *
1483	995	TRACTOR DE ORUGA 75-100	HM	49 S/.	182.26 *
1485	995	TRACTOR TIRO MF 235 44 HP	HM	49 S/.	52.79 *
1487	995	TRACTOR DE TIRO MF 265 63 HP	HM	49 S/.	57.94 *
1489	995	TRACTOR DE TIRO MF 290 50 HP	HM	49 S/.	62.38 *
1491	995	TRACTOR DE TIRO MF 290/4 80 HP	HM	49 S/.	67.41 *
1493	995	TRACTOR DE TIRO MF 296-B 115HP	HM	49 S/.	71.08 *
1495	995	TRACTOR DE TIRO MF 296-D 115HP	HM	49 S/.	71.41 *
1497	995	TRACTOR DE TIRO MF 1030/4 27 HP	HM	49 S/.	49.02 *
EQUIPO PARA COMPACTACION					
1092	995	PLANCHA COMPACTADORA REVERSIBLE	HM	49 US\$	10.63
1093	995	FLANCHA COMPACTADORA UNIDIRECCIONAL	HM	49 US\$	16.00
1170	995	ROD DUPLEX (WALK BEHIND) DIESEL 725 KG	HM	49 US\$	16.00
1172	995	ROD DUPLEX (WALK BEHIND) DIESEL 940 KG	HM	49 US\$	17.50
1174	995	RODILLO COMPACTADOR 1TON. GASOLINERO	HM	49 US\$	20.00
1176	995	RODILLO COMPACTADOR 2 TON. CAT CB214C	HM	49 US\$	29.38
1225	995	RODIL LISO VIBRAT.AUTOP.10-12TN-101-135HP	HM	49 S/.	146.08 *
1229	995	RODIL LISO VIBRATOR AUTO P7-9TN-70-100HP	HM	49 S/.	158.53 *
1267	995	RODIL PAT DE CABR VIBRAT AUT P8-10TN 84HP	HM	49 S/.	110.37 *
1317	995	RODILLO VIB.LISO AUTOPT.210 HP	HM	49 S/.	231.83 *
1556	995	VIBROPISONADOR	HM	49 US\$	8.00
EQUIPOS PARA PAVIMENTACION					
1093	995	PAVIMENTADORA SOBRE ORUGA 69 HP	HM	49 US\$	149.55 *
VEHICULOS (CAMIONES Y CAMIONETAS)					
335	995	CAMION CISTERNA 4X2 COMBUS 122HP-2000GL	HM	48 S/.	134.24 *
337	995	CAMION CISTERNA 4X2(AGUA) 122HP-2000GL	HM	48 S/.	128.96 *
339	995	CAMION CISTERNA 4X2(AGUA) 122HP-1500GL	HM	48 S/.	125.29 *
341	995	CAMION CISTERNA 4X2(AGUA) 178-210HP3000	HM	48 S/.	140.88 *
343	995	CAMION CONCRETERO 4X2-178-210 HP-4 M3	HM	49 S/.	195.39 *
345	995	CAMION CONCRETERO 6X4 300HP-6M3	HM	49 S/.	231.58 *
347	995	CAMION IMPRIMADOR 6X2 178-210 HP	HM	49 S/.	112.64 *
349	995	CAMION SEMI TRAILER 6X4 330 HP - 35 TN	HM	49 S/.	188.15 *
351	995	CAMION SEMITRAILER 6X4 330 HP - 40 TN	HM	49 S/.	197.68 *
355	995	CAMION VOLQUETE 4X2 120-140 HP-4M3	HM	48 S/.	166.46 *
357	995	CAMION VOLQUETE 4X2 140-210 HP-6M3	HM	48 S/.	178.05 *
361	995	CAMION VOLQUETE 6X4 330 HP-10M3	HM	48 S/.	188.87 *
365	995	CAMT PICK-UP 4X2 CABINA SIM 90HP 1000KG	UN	49 S/.	41.74 *
367	995	CAMT PICK-UP 4X2 CABINA SIM 90HP 2000KG	HM	48 S/.	47.11 *
369	995	CAMT PICK-UP 4X2 DOB CABI 90HP 750KG	HM	49 S/.	43.31 *
371	995	CAMT PICK-UP 4X4 CABINA SIM.107HP 1000KG	HM	48 S/.	44.28 *
1577	995	VOLQUETE 4X2 6M3 140-210 HP	HM	48 S/.	178.05 *
1579	995	VOLQUETE 4X2 8M3 210-280 HP	HM	48 S/.	181.92 *
1581	995	VOLQUETE 6X4 10M3 330 HP	HM	48 S/.	188.87 *
EQUIPO PARA CONCRETO					
218	995	ALISADORA DE CONCRETO 36"	HM	49 US\$	10.25
214	995	AUTOHORMIGONERA CARMIX 2500	HM	49 US\$	53.50
216	995	AUTOHORMIGONERA CARMIX 3500	HM	49 US\$	80.00
252	995	CORTADORA CONCRETO HONDA 13HP GASOL.16"4	HM	9H US\$	1.75
913	995	MARTILLO NEUMATICO 25-29 KG SIN PUNTA	HM	49 S/.	12.20
948	995	MARTILLO PERFORADOR 50 LB	HM	49 US\$	5.38
946	995	MARTILLO ROMPEPAVIMENTO 40 LB.	HM	49 US\$	4.00
915	995	MARTILLOS NEUMATICOS 24	HM	49 S/.	10.02
935	995	MEZCLADORA CONCRETO 9 A 11 P3- 20 HP	HM	48 S/.	15.05
925	995	MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 16P3 20-35HP	HM	48 S/.	31.50
918	995	MEZCLADORA DIESEL 18 PIES CUB. (500L)	HM	49 US\$	15.75
916	995	MEZCLADORA GAS. 9PIES CUB (240L)	HM	49 US\$	5.38
942	995	MOTOBOMBA 4"	HM	49 US\$	13.38
944	995	MOTOBOMBA 6"	HM	49 US\$	22.50
1324	995	SIERRA DE CONCRETO 14"	HM	49 US\$	8.13
1326	995	SIERRA MANUAL DE CONCRETO 12"	HM	49 S/.	14.79
1400	995	TOLVA DE ARENADO 6 PIE CUB.(120PSI)	HM	49 US\$	10.75
1552	995	VIBRADOR CONCRETO ELECTRICIO 1.8 HP/2.8HP	HM	49 US\$	2.63
1559	995	VIBRADOR DE CONCRE.GASOL.11/2-18PL-4HP	HM	49 S/.	4.95
1561	995	VIBRADOR DE CONCRE.GASOL.2.4"-18PL-4HP	HM	49 S/.	5.90
1571	995	VIBRADOR DE CONCRETO ELEC. DE 1"-3HP	HM	49 S/.	8.74
1573	995	VIBRADOR DE CONCRETO GASOL 1"-18PL-4HP	HM	49 S/.	8.50
1554	995	VIBRADOR DE CONCRETO GASOLIONA 5 HP	HM	49 S/.	11.76
1558	995	VIBRADOR PENDULAR 3600 RPM ZN25	HM	49 US\$	1.88
1560	995	VIBRADOR PENDULAR 3600 RPM ZN35	HM	49 US\$	1.88
1562	995	VIBRADOR PENDULAR 3600 RPM ZN42	HM	49 US\$	3.13
1564	995	VIBRADOR PENDULAR 3600 RPM ZN50	HM	49 US\$	3.13
1566	995	VIBRADOR PENDULAR 3600 RPM ZN70	HM	49 US\$	3.75
EQUIPO PARA MOVIMIENTO DE TIERRAS (Continúa)					
1589	995	WINCHE DE 2 TAMBORES Y 37 HP	HM	49 S/.	15.76
1591	995	WINCHE DE 3 TAMBORES Y 60 HP	HM	49 S/.	26.25
1593	995	WINCHE DE ELEVADOR ELEC. DE 2 BALDES	HM	49 S/.	15.78
MAQUINAS DE PINTAR					
940	995	MAQ.PINT.AIRLESS TRAZAD.LINEAS 4.4 L/MIN	HM	49 US\$	17.50
938	995	MAQ.PINTAR AIRLESS ELECTRICA 1.9 L/MIN	HM	49 US\$	8.00
936	995	MAQ.PINTAR AIRLESS ELECTRICA 4.75 L/MIN	HM	49 US\$	13.38
1046	995	MAQ.PINTAR AIRLESS NEUMATICA 11,1 L/MIN	HM	49 US\$	13.38
1048	995	MAQ.PINTAR AIRLESS NEUMATICA 3,83 L/MIN	HM	49 US\$	10.63
GRUPOS ELECTROGENOS					
768	995	GRUPO ELECTROGENO 11 KW	HM	49 US\$	8.00
780	995	GRUPO ELECTROGENO 122 KW	HM	49 US\$	24.00
770	995	GRUPO ELECTROGENO 20 KW	HM	49 US\$	10.63
782	995	GRUPO ELECTROGENO 205 KW	HM	49 US\$	36.00
784	995	GRUPO ELECTROGENO 300 KW	HM	49 US\$	38.75
772	995	GRUPO ELECTROGENO 38 KW (GEP44)	HM	49 US\$	13.38
766	995	GRUPO ELECTROGENO 5 KW	HM	49 US\$	5.00
786	995	GRUPO ELECTROGENO 500 KW	HM	49 US\$	55.00
774	995	GRUPO ELECTROGENO 56 KW	HM	49 US\$	16.00
776	995	GRUPO ELECTROGENO 83 KW	HM	49 US\$	18.63
778	995	GRUPO ELECTROGENO 96 KW	HM	49 US\$	21.38
764	995	GRUPO ELECTROGENO ENCAPSULADO IIR 50 KW	HM	49 US\$	12.75
COMPRESORAS					
238	995	COMP.INGERSOLL RAND 1000 PCM/150PSI	HM	49 US\$	66.63
230	995	COMPRESORA INGERSOLL RAND 185 PCM	HM	49 US\$	16.00
232	995	COMPRESORA INGERSOLL RAND 250 PCM	HM	49 US\$	17.50
234	995	COMPRESORA INGERSOLL RAND 375 PCM	HM	49 US\$	33.38
236	995	COMPRESORA INGERSOLL RAND 750 PCM	HM	49 US\$	44.00
559	995	COMPRESORA NEUMT.DIESEL 125-175PCM-76HP	HM	49 S/.	34.20
565	995	COMPRESORA NEUMT.DIESEL 700-800PCM 240HP	HM	49 S/.	128.30
EQUIPO DE TOPOGRAFIA					
242	995	JALON	HM	49 US\$	0.05
244	995	MIRA DE ALUMINIO DE 5 MT	HM	49 US\$	0.07
246	995	MIRA DE MADERA DE 4 MT	HM	49 US\$	0.13
248	995	NIVEL	HE	49 S/.	3.75
1049	995	NIVEL TOPOGRAFICO	HM	30 S/.	6.90
1406	995	TEOD.AUT.T1AWILD.PRE.20" TRIP.MIR.NIV.ES	HM	49 US\$	1.63
1404	995	TEOD.AUT.T1WILD.PRES.1" C/TRIP.MIR.NIV.ES	HM	49 US\$	2.25
1408	995	TEOD.EL.NE-202NIKON P5"C/TRIP.MIR.NIV.ES	HM	49 US\$	2.63
1410	995	TEOD.EL.NE-202NIKON P10"TRIP.MIR.NIV.ES	HM	49 US\$	2.13
1423	995	TEODOLITO	HM	30 S/.	8.80
1412	995	TRIPODE	HM	49 US\$	0.23
910	995	ESTACION TOTAL LEICA TS 02 POWER DE 5 SEG.	DIA	49 S/.	110.00
910	995	ESTACION TOTAL LEICA TS 02 POWER DE 3 SEG.	DIA	49 S/.	120.00
910	995	ESTACION TOTAL TOPCON GEOTOP ES 105	DIA	49 S/.	110.00
910	995	TEODOLITO ELECTRONICO CST DE 5 SEG.	DIA	49 S/.	40.00
910	995	TEODOLITO ELECTRONICO CST DE 2 SEG.	DIA	49 S/.	50.00
910	995	NIVEL AUTOMATICO TOPCON ATB3	DIA	49 S/.	20.00
910	995	GPS NAVEGADOR GARMIN MAP 78S	DIA	49 S/.	20.00
910	995	GPS GEODESICO TOPCON GR55	DIA	49 S/.	800.00
910	995	TRIPODE DE ALUMINIO	DIA	49 S/.	15.00
910	995	TRIPODE DE MADERA	DIA	49 S/.	15.00
910	995	MIRA DE ALUMINIO GEOTOP	DIA	49 S/.	15.00
910	995	MIRA DE MADERA GEOTOP	DIA	49 S/.	15.00
910	995	JALÓN DE 3 METROS GEOTOP	DIA	49 S/.	15.00
MAQUINARIA PARA SOLDAR					
250	995	COMPACTADORA BM140GASOL. 8HP KHOLER	HM	49 US\$	3.13
922	995	MAQ. DE SOLDAR C.C. 400A TRIFASICA	HM	49 US\$	4.00
920	995	MAQ. SOLDAR C.A.300A MONOFASICA	HM	49 US\$	2.63
926	995	MOTOSOLDADORA DIESEL 300A	HM	49 US\$	20.00
924	995	MOTOSOLDADORA GASOLINERA 225 A	HM	49 US\$	7.25
1328	995	SOLDADORA INVERSORA 300 A	HM	49 US\$	6.00
1330	995	SOLDADORA INVERSORA TIG	HM	49 US\$	9.38
1332	995	SOLDADORA INVERSORA TUBULAR	HM	49 US\$	9.38
EQUIPOS AUXILIARES					
904	995	MONTACARGA DP25	HM	49 US\$	24.00
906	995	MONTACARGA DP35	HM	49 US\$	26.63
908	995	MONTACARGA DP40	HM	49 US\$	29.38
213	995	ANDAMIOS COLGANTE SKY GLIMBER	HE	49 S/.	2.50
215	995	ANDAMIOS DE MADERA	HE	43 S/.	1.00
217	995	ANDAMIOS METALICOS	HM	48 S/.	1.50
457	995	CEPILLADORA DE PISOS	HM	49 S/.	5.20
499	995	CIZALLA FE CONSTRUCCION MANUAL HASTA 1"	HM	37 S/.	1.55

ANEXO N° 18: COSTO DE CEMENTO PORTLAND TIPO I

Cemento Tipo I 42.5 Kg Pacasmayo

SKU 140257-9 | ★★★★★ | Compartir



❗ Precio corresponde a tienda: SODIMAC SAN MIGUEL.
El precio puede cambiar al modificar la ciudad de despacho o retiro.

S/ **24** C/U

Acumulas: 24 CMR Puntos

Cantidad

1 +
-

Agregar al carro

Agregar a mi lista

REVISLA LA DISPONIBILIDAD DE ESTE PRODUCTO AQUÍ:

 Disponible para despacho a domicilio [Simular costo de despacho](#)

 Disponible para retiro en tienda [Ver tiendas disponibles](#)

 Stock disponible en tiendas [Ver stock](#)

ANEXO N° 19: COSTO DE ARENA GRUESA

Arena Gruesa m3 Topex

SKU 38196-9 | [Compartir](#)



ⓘ Precio corresponde a tienda **SODIMAC TRUJILLO**.
El precio puede cambiar al modificar la ciudad de despacho o retiro.

S/ **49.90** C/U

Acumulas: 49 CMR Puntos

Cantidad

1 +
-

Agregar al carro

[Agregar a mi lista](#)

REVISLA LA DISPONIBILIDAD DE ESTE PRODUCTO AQUÍ:

Disponible para despacho a domicilio

[Simular costo de despacho](#)

Disponible para retiro en tienda

[Ver tiendas disponibles](#)

Stock disponible en tiendas

[Ver stock](#)

ANEXO N° 20: COSTO DE PIEDRA

Piedra Chancada 1/2" m3 Topex

SKU 38195-0 | ★★★★★ | Compartir ↗



❗ Precio corresponde a tienda: SODIMAC SAN MIGUEL.
El precio puede cambiar al modificar la ciudad de despacho o retiro.

S/ **60.90** C/U

Acumulas: 60 CMR Puntos

Cantidad

1

Agregar al carro 🛒

Agregar a mi lista

REVISLA LA DISPONIBILIDAD DE ESTE PRODUCTO AQUÍ:

 Disponible para despacho a domicilio

[Simular costo de despacho](#)

 Disponible para retiro en tienda

[Ver tiendas disponibles](#)

 Stock disponible en tiendas

[Ver stock](#)

[¿Necesitas ayuda?](#)



ANEXO N° 21: ESTUDIO DEL PAVIMENTO RÍGIDO QUE SIRVIÓ DE REFERENCIA PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO – HOJA 1

DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO- MÉTODO AASHTO 93

Mediante un proceso iterativo, se asumen espesores de losa de concreto hasta que la ecuación AASHTO 93 llegue al equilibrio.

Gráfico N° 16: Ecuación de Diseño de Pavimento Rígido

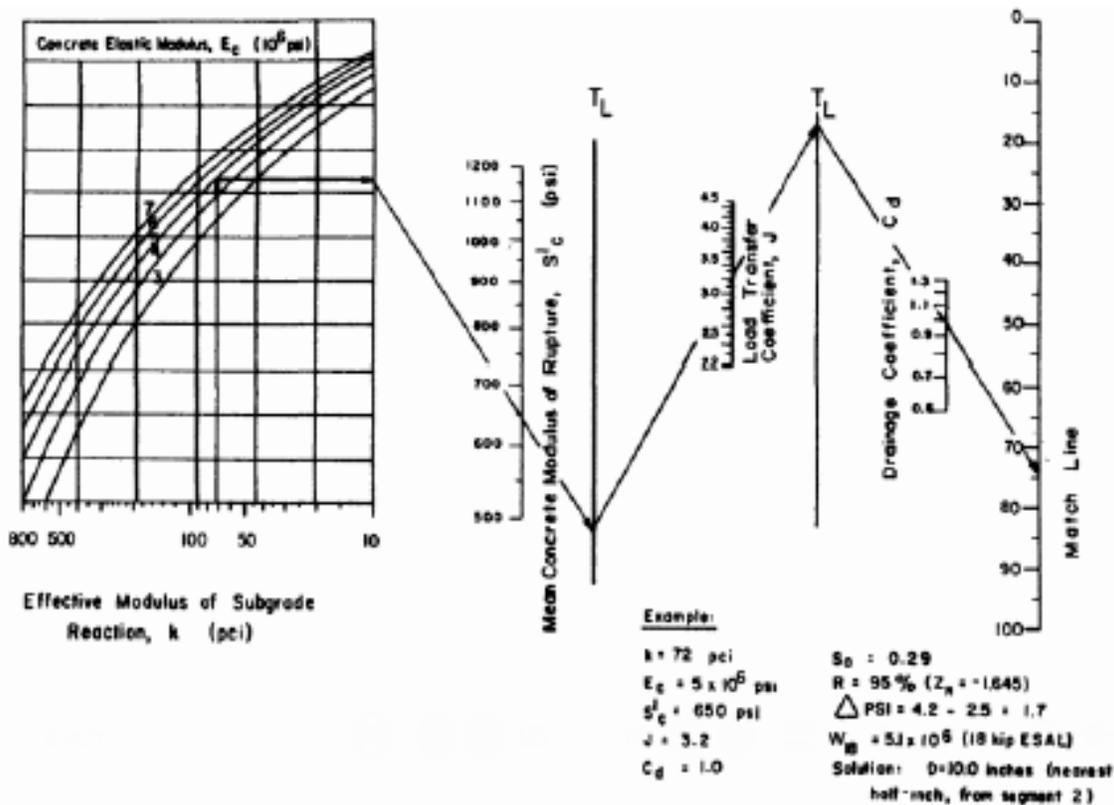
NOMOGRAFIA SOLVIBS:

$$\log_{10} \frac{W_{18}}{S_o} = Z_R \cdot S_o + 7.35 \cdot \log_{10}(D+1) - 0.06 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta \text{ PSI}}{4.5 - 1.5} \right]}{1 + \frac{1.624 \cdot 10^7}{(D+1)^{0.46}}} + (4.22 - 0.32 p_L) \cdot \log_{10} \left[\frac{S'_c + C_d \left[D^{0.75} - 1.132 \right]}{215.63 \cdot \left[D^{0.75} - \frac{18.42}{(E_c/k)^{0.25}} \right]} \right]$$

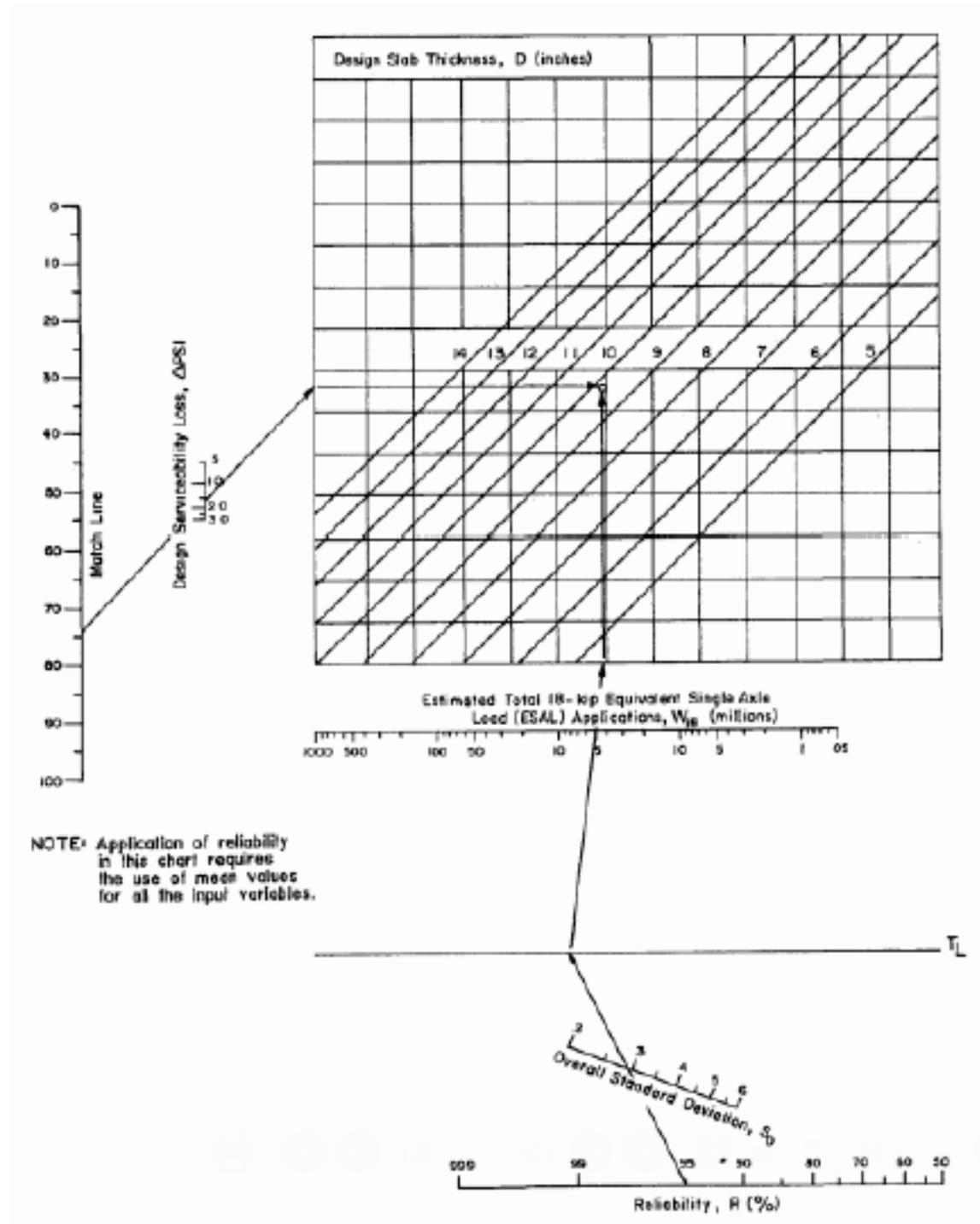
Fuente: Guía AASHTO 1993 Para el Diseño de Estructuras de Pavimento

También se puede hacer uso de nomograma para que nos facilite el diseño:

Gráfico N° 17: Monograma para Pavimento Rígido



ANEXO N° 22: ESTUDIO DEL PAVIMENTO RÍGIDO QUE SIRVIÓ DE REFERENCIA PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO – HOJA 2



Fuente: AAHTO, Guide for Design of Pavement Structures 1993

ANEXO N° 23: ESTUDIO DEL PAVIMENTO RÍGIDO QUE SIRVIÓ DE REFERENCIA PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO – HOJA 3

Módulo de Reacción del Terreno (Kc)

La determinación directa del valor de “k” mediante ensayos de placa es difícil y costosa, teniendo la desventaja de que normalmente se analiza el suelo en estado seco y sin considerar los efectos de la humedad.

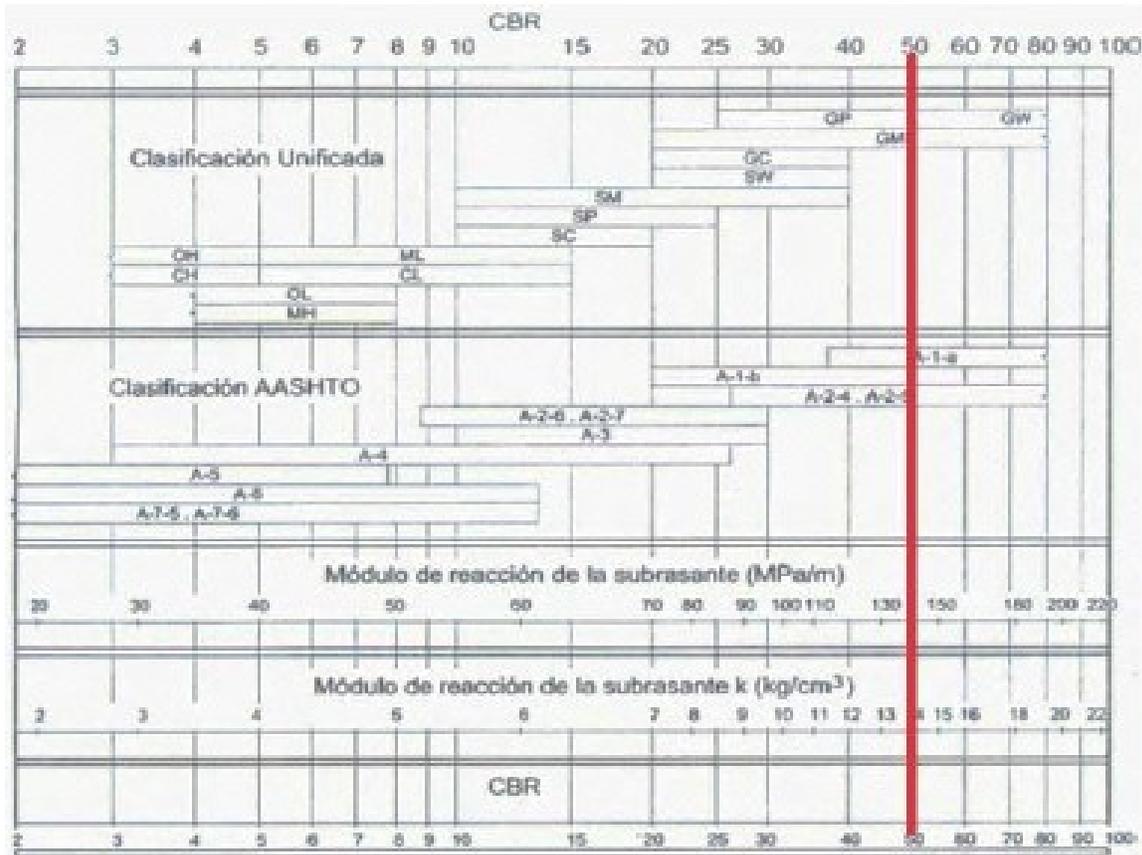
No obstante, se utilizará la alternativa que da AASHTO de utilizar correlaciones directas que permiten obtener el coeficiente de reacción Kc en función de la clasificación de suelos y el CBR.

Por lo tanto, el Kc según la correlación es de:

$$Kc \text{ (Mpa/m)} = 140$$

$$Kc \text{ (psi)} = 515.75$$

Tabla N° 33: Correlación CBR y Módulo de Reacción de la Subrasante



ANEXO N° 24: ESTUDIO DEL PAVIMENTO RÍGIDO QUE SIRVIÓ DE REFERENCIA PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO – HOJA 4

Coefficiente de Transferencia de Carga (J)

Es un parámetro empleado para el diseño de pavimentos de concreto que expresa la capacidad de la estructura como transmisora de cargas entre juntas y fisuras.

Tabla N° 37: Coeficiente de Transferencia de Carga (J)

TIPO DE BERMA	J			
	GRANULAR O ASFÁLTICA		CONCRETO HIDRÁULICO	
VALORES J	SI (con pasadores)	NO (sin pasadores)	SI (con pasadores)	NO (sin pasadores)
	3.2	3.8 – 4.4	2.8	3.8

Fuente: *Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos (Pág.233)*

El Coeficiente de Transferencia de Carga (J) será:

J = 3.80

Coefficiente de Drenaje (Cd)

En este caso se usa un coeficiente de drenaje Cd que puede variar entre 0.70 y 1.25 según sea la calidad del drenaje, a mayor Cd, mejor drenaje.

Tabla N° 38: Coeficientes de Drenaje de las Capas Granulares

Calidad de drenaje	% del tiempo en que el pavimento esta expuesto a niveles de humedad próximos a la saturación			
	< 1%	1 a 5%	5 a 25%	> 25%
Excelente	1.25 - 1.20	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10
Bueno	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00
Regular	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90
Pobre	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80
Muy Pobre	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80 - 0.70	0.70

Fuente: *Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos (Pág.233)*

Para el presente proyecto se está considerando un coeficiente de drenaje de:

Cd = 0.85

ANEXO N° 25: ESTUDIO DEL PAVIMENTO RÍGIDO QUE SIRVIÓ DE REFERENCIA PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO – HOJA 7

Tabla N° 39: Diferencial de Serviciabilidad (Δ PSI), según el Rango de Tráfico

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (Pi)	ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL O TERMINAL (Pt)	DIFERENCIAL DE SERVICIABILIDAD (Δ PSI)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P1}	150,001	300,000	4.10	2.00	2.10
	T _{P2}	300,001	500,000	4.10	2.00	2.10
	T _{P3}	500,001	750,000	4.10	2.00	2.10
	T _{P4}	750,001	1,000,000	4.10	2.00	2.10
Resto de Caminos	T _{P5}	1,000,001	1,500,000	4.30	2.50	1.80
	T _{P6}	1,500,001	3,000,000	4.30	2.50	1.80
	T _{P7}	3,000,001	5,000,000	4.30	2.50	1.80
	T _{P8}	5,000,001	7,500,000	4.30	2.50	1.80
	T _{P9}	7,500,001	10,000,000	4.30	2.50	1.80
	T _{P10}	10,000,001	12,500,000	4.30	2.50	1.80
	T _{P11}	12,500,001	15,000,000	4.30	2.50	1.80
	T _{P12}	15,000,001	20,000,000	4.50	3.00	1.50
	T _{P13}	20,000,001	25,000,000	4.50	3.00	1.50
	T _{P14}	25,000,001	30,000,000	4.50	3.00	1.50
	T _{P15}		>30,000,000	4.50	3.00	1.50

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos (Pág.227)

Confiabilidad (%R) y Coeficiente Estadístico de Desviación Estándar Normal (Z_r)

Al igual que en el diseño del Pavimento Flexible se está considerando una Confiabilidad del 85 %, por lo tanto, Z_r= -1.036.

R = 85%

Z_r = -1.036

ANEXO N° 26: ESTUDIO DEL PAVIMENTO RÍGIDO QUE SIRVIÓ DE REFERENCIA PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO – HOJA 8

3.2.7.6.8. Desviación Estándar Total (S_o)

La Guía AASTHO recomienda adoptar para los pavimentos rígidos, valores de S_o comprendidos entre 0.30 y 0.40.

En la etapa de diseño del pavimento rígido se recomienda el valor de:

$$S_o = 0.35$$

3.2.7.6.9. Número de Repeticiones de EE de 8.2 ton (W_{18})

De acuerdo a muestra zona de estudio en el apéndice 3.2.7.1.3.8. se determinó que para el pavimento rígido el:

$$W_{18} = 2,997,570.69$$

ANEXO N° 27: FOTOGRAFÍAS EN LABORATORIO DE LA UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE – TRUJILLO



Figura 24: Determinación del pH y conductividad usando equipo multiparámetro



Figura 25: Determinación de la turbidez y concentración de sulfatos usando equipo turbidímetro



Figura 26: Uso de matraz y bureta



Figura 27: Titulación de la muestra con nitrato de plata



Figura 28: Obtención del agregado fino y grueso



Figura 29: Cuarteo del Agregado Fino



Figura 30: Cuarteo del Agregado Grueso



Figura 31: Ensayo de Durabilidad del agregados sometido a sulfatos



Figura 32: Ensayo de Equivalencia de Arena



Figura 33: Ensayo de Máquina de los Ángeles



Figura 34: Ensayo de Análisis Granulométrico



Figura 35: Ensayo de Contenido de Humedad



Figura 36: Ensayo de Peso Unitario Seco Compactado del agregado Grueso



Figura 37: Ensayo de Gravedad Específica del agregado Fino



Figura 38: Asentamiento concreto patrón



Figura 39: Asentamiento con 10%(R.A): 0.5%+20 kg/m³



Figura 40: Asentamiento con 20%(R.A): 0.75%+20 kg/m³



Figura 41: Asentamiento con 30%(R.A): 1%+20 kg/m³



Figura 42: Rotura de Probetas Cilíndricas – Compresión



Figura 43: Rotura de Probetas Vigas – Flexión



Figura 44: Aditivo Acero Trefilado



Figura 45: Aditivo Plastificante