"AÑO DE LA INVERSIÓN PARA EL DESARROLLO RURAL Y LA SEGURIDAD ALIMENTARIA"

Universidad Nacional de Huancavelica

(Creada por Ley Nº 25265)

FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS - CIVIL

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE CIVIL

INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

V°B°

DECANO

SECRETARIO DOCENTE

TESIS

"PAVIMENTOS DE CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS METÁLICAS, EN LOS BARRIOS DE BELLAVISTA Y PUEBLO NUEVO DEL DISTRITO DE LIRCAY EN EL AÑO 2012"

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:
TECNOLOGIA EN CIENCIA DE LOS MATERIALES

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR:
Bach. CHANCHA BENDEZU, Clodoaldo
Bach. PAREDES QUISPE, Nicodemo

ASESOR:
Ing. URIEL NEIRA CALSIN

HUANCAVELICA - PERÚ
2013

ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS

En el paraninfo de la Facultad de Ingeniería Minas - Civil, Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil - Lircay, a los quince días del mes de agosto del dos mil trece, siendo las tres de la Tarde; se instalo los miembros del jurado en base a la Resolución de Consejo de Facultad N° 193 - 2013 - FIMC - UNH de fecha veinte cinco de julio del dos mil trece, en el cual se resuelve:

ARTICULO PRIMERO.- Aprobar la designación de fecha y hora de sustentación de Tesis de los Tesistas del IV curso de titulación por tesis de la E.A.P Civil - Lircay de la Facultad de Ingeniería de Minas - Civil cuyo proyecto Titulado " PAVIMENTO DE CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS METALICAS, EN LOS BARRIOS DE BELLAVISTA Y PUEBLO NUEVO DEL DISTRITO DE LIRCAY EN EL AÑO 2012" Siendo los responsables del proyecto de investigación científica los bachilleres: Chancha Bendezu, Clodoaldo y Pondo Quispe Nicodemo y como asesor de la Tesis: Ing. Uriel Neira Colsin, como Miembros del Jurado: Como presidente Ing. Enrique Rigoberto Camac Ojeda, Secretario Ing. Andrés Zósimo Ñahui Gaspar, vocal ing Dedicación Miguel Medina Chompe y accesitario Lic. Franklin Sencichoqui Gutierrez. Con la finalidad de evaluar la sustentación de la Tesis referida, se procedió con la participación del presidente dando las instrucciones correspondiente para dar inicio a la sustentación: Primero: Dando el tiempo reglamentario de 40 minutos de sustentación. Segundo: Terminado la exposición se procedió con las preguntas pertinentes las cuales fueron absueltos por los Tesistas. Tercero: Los miembros del jurado después de un debate se concluyo APROBAR POR MAYORIA la Tesis motivo del presente. Siendo las Tres y cuarenta pasado meridiano del día quince de agosto del dos mil Trece y en señal de conformidad pasamos a firmar el pie de Presente.

ING. ENRIQUE CAMAC OJEDA
PRESIDENTE.

ING. Ñahui Gaspar Andrés
Secretario

Ing Medina Chompe M.P. O. N°
Vocal Grafiresa

131

A la persona que me brindo el apoyo incondicional y me dio fuerzas para seguir adelante, ayudándome aponerme de pie en cada caída que tuve, a Ángela Martínez, a mis hijos Luis y Yaqui y a mis padres Urbano y Sebastiana en la gloria, quienes son la razón para alcanzar mis metas y objetivos trazados.

CLODOALDO

A mis padres Regino y Alejandra por su apoyo incondicional y haberme encaminado para alcanzar mi mayor anhelo en mi formación profesional.

NICODEMO

150

AGRADECIMIENTOS

Quisiera comenzar agradeciendo al personal de la comisión, por el tiempo invertido en este trabajo de investigación, en particular **al Asesor Ing. Uriel Neira Calsin** por todo su apoyo, paciencia y motivación brindada durante la realización del estudio.

También quisiera agradecer a la Municipalidad Provincial de Angaraes Lircay, al Gerente de desarrollo urbano y rural Arq. Peter Zambrano Juvenal, la cual nos dio las facilidades para concluir el presente trabajo.

Por otra parte, no puedo dejar de agradecer a todas las personas que durante todos estos años han estado conmigo y que de una u otra forma me han apoyado, en particular a: los ingenieros de la facultad.

ÍNDICE

Pág.

Dedicatoria.....iii
Agradecimiento.....iv
Índice.....v
Introducción.....viii
Resumen.....x

Capítulo I:

Problema

1.1. Planteamiento del problema.....11
1.2. Formulación del problema.....14
1.3. Objetivo de la investigación, general y específicos.....14
1.4. Justificación.....15

Capítulo II:

Marco Teórico

2.1. Antecedentes.....16
2.1.1. A nivel nacional.....16
2.1.2. A nivel internacional.....17
2.2. Bases teóricas.....18
2.2.1. Historia de concreto con fibras metálicas.....18
2.2.2. Pavimentos.....19
2.2.2.1. Definición.....19
2.2.3. Tipos de Pavimentos.....20
2.2.3.1. Con superficie de rodadura no pavimentada.....20
2.2.3.2. Con superficie de rodadura pavimentada.....20
2.2.4. Pavimento de Concreto Hidráulico.....20
2.2.5. Tipos de Pavimento de Concreto Hidráulico.....21
2.2.5.1. Pavimentos de Concreto Hidráulico Simple.....21
2.2.5.1.1. Sin elementos de Transferencia de Carga.....21

2.2.5.1.2. Con elementos de Transferencia de Carga o Pasadores.....21
2.2.5.2. Pavimentos de Concreto con Refuerzo de Acero.....21
2.2.5.2.1. PCH RA no Estructural.....21
2.2.5.2.2. PCH RA Estructural.....22
2.2.5.3. Pavimentos de Concreto Hidráulico con Refuerzo Continuo.....22
2.2.5.4. Pavimentos de Concreto Hidráulico Pre o Postensado.....22
2.2.6. Concreto.....22
2.2.6.1. Propiedades del concreto.....23
2.2.6.2. Componentes del concreto.....23
2.2.6.2.1. Cemento.....23
2.2.6.2.2. Agregados.....27
2.2.6.2.3. Agua en el Concreto.....28
2.2.7. Fibras metálicas.....31
2.2.7.1. Tipos de fibras metálicas.....31
2.2.7.2. Clasificación.....32
2.2.7.3. Propiedades de las fibras metálicas.....33
2.2.7.4. Aclaración preliminar.....34
2.2.7.5. Razones para uso de fibras de acero.....35
2.2.7.5.1. Ductilidad.....35
2.2.7.5.2. resistencia a la fatiga.....36
2.2.7.5.3. resistencia al cortante.....36
2.2.7.5.4. resistencia al impacto.....36
2.2.8. Metodología del diseño de mezclas de concreto.....37
2.2.8.1.Generalidades.....37
2.2.8.2.Métodos de diseño de mezclas.....37
2.2.8.3.Criterios básicos a tener en cuenta.....40
2.2.8.4.Secuencia de pasos para el diseño de mezcla.....41
2.2.8.5. Datos para el diseño de mezcla.....32

2.2.8.6.Tablas utilizadas para los diseños de mezcla.....42
2.3 Hipótesis.....45
2.4 Definición de Términos.....46
2.5 Identificación de Variables.....47
2.6 DefiniciónOperativa de Variables e indicadores.....47

Capítulo III:

Metodología de la investigación

3.1. Ámbito de estudio.....51
3.2. Tipo de investigación.....51
3.3. Nivel de investigación.....51
3.4. Método de investigación.....52
3.5. Diseño de Investigación.....52
3.6. Población, muestra y muestreo.....52
3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....52
3.8. Procedimientos de recolección de datos.....53
3.9. Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....53

Capítulo IV:

Resultados

4.1. Presentación de resultados.....54
4.2. Discusión..... 106

Conclusiones

Recomendaciones

Referencias bibliográficas (Modelo Vancouver).

Anexos

- Matriz de consistencia
- Ficha técnica del producto
- Ensayo de laboratorio

INTRODUCCIÓN

SEÑORES MIEMBROS DEL JURADO EXAMINADOR

De conformidad con las disposiciones del Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería Minas-Civil de nuestra Universidad, ponemos a vuestra consideración el presente trabajo de investigación titulado **"PAVIMENTO DE CONCRETOREFORZADO CON FIBRAS METÁLICAS, EN LOS BARRIOS DE BELLAVISTA YPUEBLO NUEVO DEL DISTRITODE LIRCAY EN EL AÑO 2012"**

Las circunstancias que nos han impulsado a efectuar la presente investigación fueron:

A raíz de las nuevas construcciones "pavimentaciones" que se están desarrollando en la localidad, y ante la falta de una normativa actualizada que entregue criterios que vayan de acuerdo con las condiciones locales y que consideren las últimas metodologías que se están empleando internacionalmente en el diseño de pavimentos fibroreforzado, se realiza el presente trabajo de investigación con la finalidad de evaluar en qué medida favorece la utilización de fibras metálicas Dramix RC 65/35-BN en la resistencia a flexiónenla construcción de pavimentos de concreto y sin el uso de fibras metálicas, en los barrios de pueblo nuevo y bellavista del distrito de Lircay en el año 2012.

El presente trabajo trata del estudio de las ventajas técnicas y económicas de pavimento de concreto fibroreforzado en comparación con los pisos ejecutados en concreto convencionalmente y cómo estos junto con la pasta y la fibra metálica logra un desempeño óptimo con resultados que mejoran las características de un concreto normal.

La incorporación de fibras de acero logra un incremento sustancial en las propiedades de esfuerzo y tenacidad, especialmente en condiciones de sub base desfavorable.

No es necesaria la utilización de una capa regularizadora o recubrimiento para la losa, por lo que el espesor de la losa puede ser generalmente optimizado o reducido.

Las fibras de acero, pueden ser añadidas a la mezcla de concreto con mucha facilidad, En el caso de introducción directa en la mezcladora, el tiempo de mezclado será aproximadamente de 1 minuto por metro cúbico, desde el inicio de colocación de las fibras. No es necesaria la utilización de equipos especiales de dosificación de fibras, pero los mismos se encuentran disponibles en caso que el cliente lo considere apropiado para incrementar la productividad de la obra.

145

El presente trabajo para efectos didácticos, se ha desarrollado en cuatro capítulos, como sigue:

En el capítulo I, PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN, comprende: la formulación el problema; los objetivos de la investigación, la justificación, importancia del estudio.

En el capítulo II, MARCO TEORICO CONCEPTUAL, trata a cerca de los antecedentes del estudio, las bases científicas.

En el capítulo III, METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION, se ha considerado el tipo de investigación, la población, y muestra, los instrumentos y las técnicas que se utilizaron para la recolección de datos.

En el capítulo IV, ANALISIS E INTERPRETACION DE DATOS, se demuestra a través de la prueba estadística de student (t).

RESUMEN

La presente investigación se basa en el estudio de la incidencia de la Fibra Metálica Dramix RC-65/35-BN en la resistencia a flexión de pavimentos rígidos Para ello se procedió a realizar mezclas para ambas dosificaciones. Las probetas prismáticas de 15 x15 x 50 cm fueron ensayadas a edades de curado de 7, 14, 28 días según a la norma AST C -78, con el objeto de obtener los valores de resistencia a flexión propuestos. Para que la investigación tenga validez se elaboraron 9 probetas prismáticas para cada tipo de mezcla para un total de 18 probetas. Con los resultados obtenidos de los ensayos, se procedió a realizar un análisis estadístico para evaluar si la fibra difiere de la mezcla sin fibra. Finalmente se realizó un cálculo de Pavimento Rígido verificar si la Fibra Metálica incide o no en la disminución de espesores. El trabajo de laboratorio se desarrolló en las instalaciones del Laboratorio de mecánica de suelos y concreto SENCICO – HUANCAYO.

Este Trabajo de investigación ha sido estructurado en cuatro capítulos: En el primero capitulo se expone respectivamente el planteamiento del problema, formulación del problema, objetivos: general y específicos, justificación. En el segundo capítulo, se expone el Marco Teórico: antecedentes, bases teóricas, hipótesis, variables de estudio. En el tercer capítulo se exponen la metodología de la investigación: ámbito de estudio, tipo de investigación, nivel de investigación, metodología de investigación, diseño de investigación, población, muestra, muestreo, técnicas e instrumentos de recolección de datos, procedimiento de recolección de datos, técnicas de procesamiento y análisis de dato. El Cuarto capítulo está conformado por los resultados: presentación de resultados, discusión.

Las conclusiones y recomendaciones del caso son escritas después de los resultados, para finalizar con la bibliografía y anexos; en estos últimos, se agregan todos los resultados de los ensayos de los agregados, diseño de mezcla, ensayos de resistencia a flexión.

1M3

CAPITULO I

PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

El Concreto, es un material pétreo artificial, que se obtiene al mezclar en determinadas proporciones cemento, agregados gruesos y finos, con agua; éste junto con el agua forman una pasta que rodea a los agregados, dando por resultado un material de gran durabilidad que fragua y endurece, incrementando su resistencia con el paso del tiempo. El concreto simple es resistente a la compresión, pero es débil a tracción, por lo cual se debe armar convenientemente con barras de acero que absorben los refuerzos de tracción y evitan la formación de grietas en la masa del concreto. (Fratelli, M. (1.998), *Diseño Estructural en Concreto Armado*, P. 9).

Aproximadamente el 80% del peso del concreto está compuesto por particulas de origen pétreo, de diferentes tamaños, material que es denominado como agregados, áridos o inertes. Por esta razón las caracteristicas de estos materiales son decisivas para la calidad de la mezcla de concreto.

El material mencionado contiene muchas caracteristicas, pero en vista general las dos caracteristicas o propiedades principales del concreto son: (1) la relativa consistencia o grado de fluidez del material en estado fresco, la cual también se conoce como trabajabilidad, docilidad, asentamiento, entre otros; y (2) el grado de endurecimiento que es capaz de adquirir el concreto. La fluidez suele medirse con ensayos que evalúan el grado de plasticidad de la mezcla. La resistencia se determina mediante ensayos mecánicos de compresión o tracción sobre las probetas normalizadas. Con los resultados a la compresión el conocedor puede hacer estimaciones sobre la resistencia a otros tipos de tensiones, tales como la flexión, corte o tracción. (Porrero, J; Ramos, C.; Grases, J.)

Velazco, G. (2.009), *Manual del Concreto Estructural*, P. 36).

Una característica general del concreto en su agrietamiento por alteraciones volumétricas. La adición de fibras a la mezcla, distribuidas en forma discontinua y aleatoria, ayuda a controlar el fenómeno, evitando la concentración de grietas. (Porrero, J; Ramos, C.; Grases, J.; Velazco, G. (2.009), *Manual del Concreto Estructural*, P. 291).

Durante la elaboración de la presente investigación se utilizó Fibra Metálica Dramix que son filamentos de acero, deformados y cortados en determinadas longitudes para el refuerzo del hormigón, mortero u otros materiales compuestos. Al usar fibras metálicas Dramix de alta relación de esbeltez se puede reducir el espesor de la losa incrementando el espaciamiento entre juntas de dilatación, reduciendo así los tiempos de obra y ahorro en los costos de concreto por la reducción de espesores. Por otra parte dicha fibra posee una serie de características importantes entre las cuales se destacan: (1) Filamentos de alambre estirados en frio, cortados y deformados; (2) Pueden ser de bajo o alto contenido de carbono; (3) Brillante, Galvanizado o Acero Inoxidable.

Las tres ventajas del concreto con fibra metálica son: (1) concreto dúctil con una gran cantidad de soporte de carga, las fibras encoladas en peines se pueden trabajar y mezclar muy fácilmente, su forma alargada y fina ofrece beneficios en la repartición del refuerzo; (2) Control eficaz de fisuras, los extremos de las fibras metálicas están adaptados para hacer posible un buen anclaje y una fisuración controlada; (3) Alta resistencia a tracción, se fabrican con alambre de acero trefilado en frio de alta calidad, a fin de garantizar elevada resistencia a la tracción.

Los usos de dicha fibra son:

- Pisos Industriales/Comerciales
- Pavimentos
- Obras Subterráneas
- Estabilización de taludes.

La Provincia de Angaraes - Lircay al Igual que casi el resto de las Localidades de la Región Huancavelica cuentan con Limitada capacidad de recursos físicos y financieros

para atender las demandas de todos los requerimientos de las Poblaciones Urbanas, La Oferta respecto a proyectos de Infraestructura Vial y de Ornato aún es insuficiente por la falta de promoción y disponibilidad Presupuestal.

Esta situación es reflejo del Estado actual de las vias Urbanas ,situación que viene a ser resultado de la poca importancia que otorgo el Gobierno local a estos Barrios que están comprendidos dentro de la Zona Urbana , donde se ubican las oficinas institucionales que brindan atención a la población.

Uno de los Aspectos principales que nos motiva al estudio de **PAVIMENTOS DE CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS METALICAS** DRAMIX RC 65/35-BN es el Estado Actual de las calles.

El Estado Actual de las vías Vehiculares que comprenden el perímetro de la localidad y de sus calles principales se encuentran deteriorados, presentan calzadas de pavimento rígido en condiciones de transitabilidad deficientes cuya superficie presenta fallas del tipo piel de cocodrilo, fisuras y hundimiento de la estructura del pavimento, y con cortes y parches originado por el proyecto de desagüe en Lircay el constante Uso sin el adecuado mantenimiento de estas vías, y sin el estudio adecuado han producido deterioro de la calzada vehicular , imposibilitando y obstaculizando el tránsito de los Pobladores y turistas ,así mismo genera impacto ambiental negativo en la Población puesto que los vehículos generan Polvo y acumulación de aguas pluviales en los aniegos que afecta a los turistas, niños, madres, ancianos y genera enfermedades Gastrointestinales y Bronquiales.

Otro de los aspectos principales es el resultado de las nuevas pavimentaciones hechas en la plaza principal de esta localidad por la municipalidad provincial de Angaraes - Lircay, tales como en el contorno del parque Andrés Avelino Cáceres, la pavimentación en la Av. Centenario.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

En concordancia con lo planteado anteriormente el problema quedo formulado de la siguiente manera.

1.2.1 Problema General

¿Cuál es la incidencia del uso de la fibra metálica Dramix RC 65/35-BN en la resistencia a flexión en la construcción de pavimentos de concreto en los barrios de bellavista y pueblo nuevo del distrito de Lircay en el año 2012?

1.2.1 Problema Especificos

a) ¿Cómo es el uso de las fibras metálicas Dramix RC 65/35-BN en la dosificación de una mezcla, en la construcción de pavimentos. en los barrios de bellavista y pueblo nuevo del distrito de Lircay en el año 2012?

b) ¿Cómo es la incidencia de la resistencia a flexión en la construcción de pavimentos de concreto en los barrios de bellavista y pueblo nuevo del distrito de Lircay en el año 2012?

c) ¿Cómo realizar el diseño de pavimento en funcion a la reisitencia a flexión. en los barrios de bellavista y pueblo nuevo del distrito de Lircay en el año 2012?

1.3. OBJETIVOS DE LA INVESIGACION

1.3.1. Objetivo General.

Determinar la incidencia de fibras metálicas Dramix RC-65/35-BN en la resistencia a flexión en la construcción de pavimentos de concreto en los barrios de bellavista y pueblo nuevo del distrito de Lircay en el año 2012.

1.3.2. Objetivos Especificos.

a) Evaluar la Mezcla Tradicional para un concreto f´c = 210 kg/cm2 como punto de comparación de esta investigación, Establecer la Dosificación de la fibra metálica.

b) Realizar los ensayos correspondientes a flexión de las muestras con y sin fibra metálica para la obtención de resultados y comparación de los mismos.

c) Diseñar un Pavimento de Concreto en función de las resistencias a flexión obtenidas anteriormente manteniendo constante las demás variables.

1.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

Además de los objetivos y las preguntas de investigación es necesario justificar el estudio exponiendo sus razones. La mayoría de las investigaciones se efectúan con un propósito definido, no se hacen simplemente por capricho de una persona; y ese propósito debe ser lo suficiente fuerte para que se justifique su realización. (Sampieri, 2000, p.20).

Es de suma importancia conocer la incidencia de la Fibra Metálica Dramix RC-65/35-BN, realizar estudios para utilización de distintas mezclas en pavimentos rigidos, es importante conocer exactamente el comportamiento de la fibra metálica teniendo en cuenta la incidencia en ganancia de resistencia sometida a esfuerzos a flexión. Debido a esto, puede existir una disminución significativa en los espesores de losa, lo cual a su vez influiria considerablemente en la disminución de los tiempos para la ejecución de la obra.

La importancia en la utilización de fibras metálicas Dramix RC-65/35-BN en la construcción de pavimentos de concreto, es con el fin de mejorar las propiedades del pavimento de concreto ofreciendo garantías de calidad siendo el uso de las mismas como refuerzo y **el incremento de consistencia y resistencia a flexión del concreto,** es económicamente conveniente con respecto al refuerzo convencional, por disminuir las labores de colocación y tiempo de verificación de la correcta disposición del refuerzo, así como, rendimiento en avances de obra.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1 A NIVEL NACIONAL:

Se tiene la siguiente investigación:

a. El investigador CCOPA FLORES, Vladimir Arequipa (2011) realizó un trabajo de grado, titulado **"PAVIMENTO DE CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS METALICAS, AREQUIPA 2011"**.

Sus conclusiones fueron:

- El diseño fue óptimo para pavimento de una losa de 20 cm de espesor con una dosificación de 20 kg/m3 de fibras de acero Wirand y un concreto con una resistencia a la compresión de 210 kg/cm2 y un módulo de rotura de 3.10 MPa. Y CBR de diseño de 13.2 %.
- La Contribución del espesor de la sección de concreto fibroreforzado, gracias a la distribución tridimensional de las fibras, se obtiene un piso homogéneamente resistente a las solicitaciones bajo la cuales estará sometido durante su vida útil, obteniendo un mejor comportamiento a fatiga.
- Menor permeabilidad, que al evitar fisuraciones, obtenemos un cuerpo en concreto más sano y menos susceptible a penetración de agentes agresivos.
- Todo lo expuesto se traduce en optimización de procesos y economía para la obra, en puntos como materiales, mano de obra, tiempo, que pueden ser disfrutados con la aplicación de un pavimento fibroreforzado.

2.1.1 A NIVEL INTERNACIONAL

Los antecedentes consultados para la realización de este trabajo de investigación que guardan relación con el mismo son:

a. **Rivera, Z. (2002),** realizó un trabajo de grado, titulado "**Incidencia de las fibras de polipropileno y las fibras metálicas en la resistencia a flexión del concreto para pavimentos rigidos**", en la **Universidad Nueva Esparta.**

   Esta investigación se basa en el estudio de la incidencia de las fibras de polipropileno y las fibras metálicas en la resistencia a flexión del concreto en pavimentos rígidos reducen las fisuraciones y a su vez evaluó la incidencia económica de las fibras.

   El aporte de esta investigación es la metodologia al evaluar las fibras metálicas en la resistencia a flexión del concreto para pavimentos rigidos. Reduciendo asi el espesor de losa.

b. **De Sousa, J. (2001),** realizó un trabajo de grado, titulado "**Influencias de la Utilización de las Fibras de Acero en el Mejoramiento de la Resistencia a Flexión del Concreto.**". en la **Universidad Nueva Esparta.**

   En esta investigación se estudió la obtención de resistencia del concreto a compresión, módulo de rotura de las viguetas, y esfuerzos atracción en donde la fibra de acero no presenta influencias representativas sobre el mejoramiento de las propiedades físicas del concreto, sino más bien dificultan el estudio del comportamiento de este material. En resumen, las fibras metálicas no afectan la resistencia a flexión, debido a que se suministraron varios tipos de dosis arbitrariamente. lo cual significa que el aporte de este trabajo es que las fibras se deben suministrar controladamente, es decir, siguiendo las recomendaciones del fabricante de dichas fibras.

c. **Charelli, R. y Bermúdez, R. (1993),** realizó un trabajo de grado. titulado "**Concreto**

Reforzado con Fibra, Propiedades y Aplicaciones.". en la **Universidad Metropolitana.**

En los ensayos realizados a diferentes fibras en cuanto a su resistencia a flexión, resistencia al impacto y resistencia a la compresión, se pudo determinar que el refuerzo suministrado al colocar estas fibras como agregado a la mezcla del concreto produjo un mejoramiento de estas propiedades físicas incluyendo su resistencia a la fatiga y a la tensión.

El aporte de esta investigación es que las fibras mejoran las propiedades del concreto, dando como resultado grandes resistencias a flexión, lo que quiere decir, que el suministro de las mismas aumenta el módulo de rotura en un concreto.

2.2. BASES TEÓRICAS:

A continuación se presentan algunos elementos que fomentarán las bases para el desarrollo del proyecto, las cuales proporcionarán información y relevante para la realización de este trabajo de investigación:

2.2.1. HISTORIA DE CONCRETO CON FIBRAS METÁLICAS

A lo largo del tiempo, el hombre ha ido perfeccionando los materiales de construcción para mejorar su condición de vida en la sociedad. Asi fue como empezó a añadir paja a los bloques de adobe, pelos de caballo a la mampostería de mortero, entre otras técnicas de construcción que se remontan a tiempos memorables. Más adelante, alrededor de 1898, se efectuó el uso de fibras de asbesto en la pasta de cemento, sin embargo, en 1960 a 1970 se retiró debido a los problemas de salud que generaba. En tiempos recientes, las industrias de la producción de materiales de construcción optaron por usar fibras en los diversos productos como cerámicos, plásticos, cementos con el fin de mejorar las propiedades tales como la resistencia a la tracción, a la compresión, mejor comportamiento ante el impacto, control de fisuras entre otros.

Este proceso no fue ajeno al concreto. En 1960 en los Estados Unidos, se empezó a hacer investigaciones acerca de las propiedades de las fibras de acero como material de refuerzo al concreto, se llevaron a cabo investigaciones,

Experimentos y posibles aplicaciones de este material. Alrededor de 1970, la elaboración de fibras de acero se introdujo en el mercado europeo; sin embargo, las normas y recomendaciones no estaban muy difundidas y estudiadas por lo que hubo dificultades en su aceptación, y su uso se derivó a lugares menos criticos de la construcción, en los que se usó como un sustituto de refuerzo o para el control de fisuras. En la actualidad, las fibras de acero son usadas como el principal refuerzo para losas de piso industriales, segmentos de túneles, dovelas prefabricadas y cada dia se revela como el mejor producto para carreteras que soportan tráfico pesado. Esta evolución de las aplicaciones se basó en los estudios e investigaciones llevados a cabo en muchas universidades, institutos técnicos así como en comités internacionales que velan por la mejora de la calidad y aplicaciones de este material (1).

(1)Maccaferri América Latina, 2011, Juliana Patelli Guillón, Bruno Marson, Ivan Masiero

2.2.2. PAVIMENTOS

2.2.2.1. Definición.

Conjunto de capas de materiales seleccionados que reciben en forma directa las cargas de tránsito y las trasmiten a las capas inferiores distribuyéndolos uniformemente. Sin sufrir agrietamientos y/o deformaciones permanentes, estas condiciones deben cumplir para cualquier diseño de pavimento. Para un periodo de tiempo determinado, de acuerdo a su método constructivo los materiales utilizados y la forma en que se distribuyen los refuerzos bajo las cargas de tránsito, los pavimentos pueden ser rigidos y flexibles (2).

2.2.3. TIPOS DE PAVIMENTOS

2.2.3.1. Con Superficie de Rodadura no Pavimentada (No aplicable a este Manual, forma parte del Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentados de Bajo Volumen de Tránsito).

2.2.3.2. Con superficie de rodadura pavimentada

a. Pavimentos flexibles:

a.1 Con capas granulares (sub base y base drenantes) y una superficie bituminosa de espesor variable menor a 25 mm, como son los tratamientos superficiales bicapa y tricapa.

a. 2 Con capas granulares (sub base y base drenantes) y una capa bituminosa de espesor variable mayor a 25 mm, como son las carpetas asfálticas en frio y en caliente.

b. Pavimentos semi rigidos: conformados con solo capas asfálticas (full depth) o por adoquines de concreto sobre una capa granular, cuando la necesidad lo justifique el uso de estos pavimentos el proyectista deberán recurrir a los manuales de diseño correspondiente.

c. Pavimentos rigidos: conformado por losa **de concreto hidráulico o cemento Portland** sobre una capa granular; cuando la necesidad lo justifique el uso de estos pavimentos

2.2.4. PAVIMENTO DE CONCRETO HIDRÁULICO CARACTERÍSTICAS

Además de cumplir con resistir los esfuerzos normales y tangenciales transmitidos por los neumáticos y su constitución estructural, bien construida (Gran Resistencia a la Flexo-Tracción, a la Fatiga y elevado Modulo de Elasticidad), debe tener el espesor suficiente que permita introducir en los casos más desfavorables solo depresiones débiles a nivel del suelo del terreno de fundación y cada nivel estructural apto para resistir los esfuerzos a los que está sometido. Debe cumplir

con satisfacer también las caracteristicas principales del Pavimento de Concreto Hidráulico (PCH):

- Estar previstas para un periodo de servicio largo
- Prever un bajo Mantenimiento.

2.2.5. TIPOS DE PAVIMENTO DE CONCRETO HIDRULICO

2.2.5.1. Pavimentos de Concreto Hidráulico Simple:

El concreto asume y resiste las tensiones producidas por el tránsito y las variaciones de temperatura y humedad.

2.2.5.1.1. Sin elementos de Transferencia de Carga.-

Aplicación: Tráfico Ligero, clima templado y se apoya sobre la sub-rasante, en condiciones severas requiere del Cimiento granular y/o tratado, para aumentar la capacidad de soporte y mejorar la transmisión de carga.

2.2.5.1.2. Con elementos de Transferencia de Carga o Pasadores:

Pequeñas barras de acero, que se colocan en la sección transversal, en las juntas de contracción. Su función estructural es transmitir las cargas de una losa a la losa contigua, mejorando las condiciones de deformación en las juntas, evitando los dislocamientos verticales diferenciales (escalonamiento). Aplicación: Tráfico.

2.2.5.2. Pavimentos de Concreto con Refuerzo de Acero:

2.2.5.2.1. Pavimento de Concreto Hidráulico con Refuerzo de no Estructural.-

El refuerzo no cumple función estructural, su finalidad es resistir las tensiones de contracción del concreto en estado joven y controlar los agrietamientos. Tienen el refuerzo de acero en el tercio superior de la sección transversal a no menos de 5cm. Bajo la superficie. La sección max. De acero es de 0.3% de la sección transversal del Pavimento. Aplicación: Es restringida, mayormente a pisos Industriales.

2.2.5.2.2. Pavimento de Concreto Hidráulico con Refuerzo Acero Estructural.-

El refuerzo de acero asume tensiones de tracción y compresión, por lo que es factible reducir el espesor de la losa hasta 10 o 12 cm. Aplicación: Pisos Industriales, las losas resisten cargas de gran magnitud.

2.2.5.3. Pavimentos de Concreto Hidráulico con Refuerzo Continuo:

El refuerzo asume todas las deformaciones, en especial las de temperatura, eliminando las juntas de contracción, quedando solo las juntas de construcción y de dilatación en la vecindad de alguna obra de arte. La fisura es controlada por una armadura continua en el medio de la calzada, diseñada para admitir una fina red de fisuras que no comprometan el buen comportamiento de la estructura del pavimento. Aplicación: En la Parkway USA, zonas de clima frio, recubrimientos en pavimentos deteriorados.

2.2.5.4. Pavimentos de Concreto Hidráulico Pre o Postensado.-

Su desarrollo es limitado, la primera experiencia es en el Aeropuerto de Orly (Paris-1948) y posteriormente en el Aeropuerto de Galeao (Rio de Janiero), en su ejecución y mantenimiento.(3)

(2). (3) Wrigth & paquete (1990) Ingeniería de carreteras

2.2.6. CONCRETO

Según Flavio Abanto Castillo (2000) "el término de concreto es una mezcla de cemento Portland, agregado fino, agregado grueso, aire y agua en proporciones adecuadas para obtener ciertas propiedades prefijadas, especialmente la resistencia. El cemento y el agua reaccionan químicamente uniendo las partículas de los agregados, constituyendo un material heterogéneo. Algunas veces se añaden ciertas sustancias, llamadas aditivos, que mejoran o modifican algunas propiedades del concreto". (4)

2.2.6.1. Propiedades del concreto

Las propiedades del concreto están determinadas fundamentalmente por las características físicas y químicas de sus materiales componentes, pudiendo ser mejor comprendidas si se analiza la naturaleza del concreto.

El mismo Flavio Abanto Castillo (2000); "Se sabe que la estructura del concreto no es homogénea y que en consecuencia no es isotrópica, es decir no mantiene las mismas propiedades en diferentes direcciones. Esto se debe principalmente a los diferentes materiales que intervienen, su variabilidad individual así como el proceso mismo de elaboración, en que durante la etapa en que la pasta es plástica, se posibilita el acomodo de los diferentes componentes hasta su ubicación definitiva al endurecer". **(5)**

2.2.6.2. Componentes del concreto:

2.2.6.2.1. Cemento

Se define como cemento al material pulverizado que posee la propiedad que por adición de una cantidad conveniente de agua, forman una pasta conglomerante capaz de endurecer tanto bajo el agua como al aire y formar compuestos estables. Quedan excluidas de esta definición las cales hidráulicas, las cales aéreas y los yesos.

Según la Norma Técnica Peruana NTP 334.009, el cemento Pórtland es un cemento hidráulico producido mediante la pulverización del Clinker compuesto esencialmente por silicatos de calcio hidráulicos y que contiene generalmente una o más de las formas sulfato de calcio como adición durante la molienda, es decir:

Cemento Pórtland = Clinker Pórtland + Yeso

El cemento Pórtland es un polvo muy fino de color verdoso. Al mezclarlo con agua forma una masa (pasta) muy plástica y moldeable que luego de fraguar y endurecer, adquiere gran resistencia y durabilidad. **(6)**

El Clinker Pórtland

Es un producto semiacabado de forma de piedras negruzcas de tamaños de ¾" aproximadamente, obtenido de la calcinación de una mezcla de materiales calcáreos y arcillosos en proporciones convenientes, hasta llegar a una fusión incipiente (Clinkerización) a 1450 °C. Está compuesto químicamente por Silicatos de calcio, aluminatos de calcio, ferro aluminatos de calcio y otros en pequeñas cantidades, los cuales se forman por la combinación del Óxido de Calcio (CaO) con los otros óxidos: dióxido de silicio (SiO_2) , óxido de aluminio ($A_{12}O_3$) y óxido férrico (Fe_2O_3). El Clinker Pórtland se enfría rápidamente y se almacena en canchas al aire libre.

Nota: El cemento en el Perú se comercializa en bolsas de 42.5 Kg. De papel krap extensible tipo Klupac, que usualmente están entre dos y cuatro pliegos, de acuerdo a los requerimientos de transporte o manipuleo eventualmente y por condiciones especiales pueden ir provistas de un refuerzo interior de polipropileno. Estas bolsas son ensayadas para verificar su porosidad al aire, absorción, impermeabilidad y resistencias mecánicas. Las fábricas cementeras nacionales están preparadas para realizar la comercialización del cemento en bolsones con capacidad de 1.5 toneladas a estos se les conoce como big bag. Además se puede despachar estos cementos a granel.

En relación a los tipos cementos por empresa producidos en el Perú, tenemos:

EMPRESA	TIPOS DE CEMENTO QUE PRODUCE
Cementos Lima S A	Sol I, Sol II, Supercemento Atlas IP
Cementos Pacasmayo S A	Pacasmayo I, Pacasmayo II, Pacasmayo V, Pacasmayo MS-ASTM C-1157 , Pacasmayo IP,Pacasmayo Ico (COMPUESTO)
Cemento Andino S A	Andino I, Andino II, Andino V,

	Andino IPM
Cementos Selva	Cemento Pórtland Tipo I, Tipo II, Tipo V ,Puzolánico 1P,Compuesto 1Co
Yura SA	Yura I, Yura IP, Yura IPM, Cemento de Albañilería marca Estuco Flex.
Cemento Sur S A	Rumi I, Inti 1PM, Portland tipo II, Portland Tipo V.
Cemento Rioja S.A.	Cemento Pórtland Tipo IPM

Fuente: Curso Básico de Tecnología del Concreto
Ing. Ana Torre Carrillo.

✓ **Almacenamiento del Cemento**

El cemento que se mantiene seco conserva todas sus características. Almacenado en latas estancas o en ambientes de temperatura y humedad controlada, su duración será indefinida. En las obras se requieren disposiciones para que el cemento se mantenga en buenas condiciones por un espacio de tiempo determinado. Lo esencial es conservar el cemento seco, para lo cual debe cuidarse no sólo la acción de la humedad directa sino además tener en cuenta la acción del aire húmedo.

En obras grandes o en aquellos casos en que el cemento deba mantenerse por un tiempo considerable se deberá proveer una bodega, de tamaño adecuado sin aberturas ni grietas, ventilados a fin de evitar la humedad tal que se pueda mantener el ambiente lo más seco que sea posible si se puede se debe planificar el empleo de extractores de aire. En los casos en que sea previsible la presencia de lluvias, el techo tendrá la pendiente adecuada. El piso deberá ser de preferencia de tablas, que se eleven 10 cm. Sobre el suelo natural para evitar el paso de la humedad. Eventualmente se pueden usar tarimas de madera. Las bolsas se deberán apilar juntas, de manera de minimizar la circulación del aire, dejando un espacio alrededor de las paredes de al menos 50 cm. Las puertas y las ventanas deberán estar permanentemente cerradas. El apilamiento del cemento, por periodos no mayores de

60 días, podrá llegar hasta una altura de doce bolsas. Para mayores periodos de almacenamiento el límite recomendado es el de ocho bolsas, para evitar la compactación del cemento. Las bolsas de cemento se dispondrán de manera que se facilite su utilización de acuerdo al orden cronológico de recepción, a fin de evitar el envejecimiento de determinadas partidas. No deberá aceptarse, de acuerdo a lo establecido en la norma, bolsas deterioradas o que manifiesten señales de endurecimiento del cemento. En obras pequeñas o cuando el cemento va a estar almacenado en periodos cortos, no más de 7 días, puede almacenarse con una mínima protección, que puede consistir en una base afirmada de concreto pobre y una cobertura con lonas o láminas de plástico. Las cubiertas deberán rebasar los bordes para evitar la penetración eventual de la lluvia a la plataforma. El recubrimiento deberá afirmarse en la parte inferior y si es posible en la superior para evitar que sea levantada por el viento. En todos los casos el piso deberá estar separado del terreno natural y asegurar que se mantenga seco. En caso de largas periodos de almacenamiento se recomienda además, de lo anterior, rotar periódicamente la posición de los sacos, aprovechando el cambio para dar golpes de canto a los sacos y soltando así la lámina de polietileno que llegue hasta el piso. Y no arrojar las bolsas desde lo alto ni arrastrarlas por el piso. Las bolsas inferiores podrían presentar grumos blandos por efecto de la compactación recuerde siempre que al abrir la bolsa de cemento la apariencia debe ser harinosa, sin grumos. De observarse grumos que con la presión de las yemas de los dedos no se deshacen podrían haberse producido proceso de hidratación y debería realizarse algunos ensayos a fin de confirmar su utilidad (7).

2.2.6.2.2. Agregados

La provincia de Angaraes cuenta con diversas canteras de donde se extraen el agregado fino y el agregado grueso, siendo las principales: Cantera de Ocopa, Cantera de Tucsipampa.

a. Agregado Fino

Se define como aquel que pasa el tamiz 3/8" y queda retenido en la malla N° 200, el más usual es la arena producto resultante de la desintegración de las rocas y cumple con la norma NTP – 400.037.

La granulometria del agregado fino empleado en un trabajo determinado debe ser razonablemente uniforme. Las variaciones de más o menos 0.2 en el módulo de fineza pueden ser causa de rechazo.

(4). (5). (6). (7) Según Flavio Abanto Castillo (2000)

El agregado fino deberá contener suficiente cantidad de material que pasa la malla N° 50 si se desea obtener adecuada trabajabilidad en la mezcla. En pastas ricas en material cementante, este porcentaje puede disminuir, mientras que las pastas pobres requieren importante cantidad de material fino.

Se recomienda que el agregado fino tenga un módulo de fineza entre 2.3 y 3.1. Ello no excluye la posibilidad de emplear agregados con módulos de fineza mayores o menores si se toman las precauciones adecuadas en la selección de las proporciones de la mezcla.

Debe estar compuesto de partículas limpias de perfil angular duras y compactas libre de materia orgánica u otras sustancias dañinas.

b. Agregado Grueso

El agregado grueso, es aquel que queda retenido en el tamiz N°4 y proviene de la desintegración de las rocas y que cumple con la norma NTP 400.037; puede a su vez clasificarse en piedra chancada y grava.

Estará conformado de fragmentos cuyos perfiles sean preferentemente angulares o semiangulares, limpios, duros, compactos, resistentes y de texturas preferentemente rugosas y libres de material escamoso o particulas blandas.

La resistencia a la compresión del agregado no será menor de 600 kg/cm². Estará graduado dentro de los limites especificados en la norma NTP 400.037.

La granulometria seleccionada no deberá tener más del 5% del agregado retenido en la malla de 1 ½" y no más de 6% del agregado que pasa la malla ¼".

El tamaño máximo del agregado a tomar será:

- 1/5 de la menor dimensión entre caras de encofrados ó
- 1/3 de la altura de las losas

- ¾ del espacio libre mínimo entre varillas individuales de refuerzo.

Para el caso de ser necesario el lavado del material este debe hacerse con agua libre de materia orgánica, sales o sólidos en suspensión.

Las partículas perjudiciales presentes en el agregado grueso no deberán exceder de los siguientes valores:

- Arcilla 0.25%
- Partículas blandas 5.00%
- Material más fino que la malla N° 200 3.00%
- Carbón y Lignito:

a. Cuando el acabado superficial es de importancia 0.50%

b. Otros concretos 1.00%

2.2.6.2.3. Agua en el Concreto

Usos Requisitos y Normas del Agua

El agua es el elemento indispensable para la hidratación del cemento y el desarrollo de sus propiedades, por lo tanto este componente debe cumplir ciertos requisitos para llevar a cabo su función en la combinación química, sin ocasionar problemas colaterales si tiene ciertas sustancias que pueden dañar al concreto.

El agua que ha de ser empleada en la preparación del concreto deberá cumplir con los requisitos de la Norma NTP 339.088 y ser, de preferencia potable. No existen criterios uniformes en cuanto a los límites permisibles para las sales y sustancias presentes en el agua que va a emplearse.

La Norma Peruana NTP 339.088 considera aptas para la preparación y curado del concreto, aquellas aguas cuyas propiedades y contenidos de sustancias disueltas están comprendidos dentro de los siguientes límites:

Límites permisibles para el agua de mezcla y curado según la norma NTP 339.088:

DESCRIPCIÓN	LIMITE PERMISIBLE
Sólidos en suspensión (residuo insoluble)	5,000 ppm Máximo
Materia Orgánica	3 ppm Máximo
Alcalinidad (NaCHCO3)	1,000 ppm Máximo
Sulfatos (ión SO4)	600 ppm Máximo
Cloruros (ión Cl-)	1,000 ppm Máximo
Ph	5 a 8 Máximo

Fuente: Tópicos de Tecnología del Concreto

Ing. Enrique Pasquel Carbajal.

Cuando el agua a ser utilizada no cumpla con uno o varios de los requisitos indicados en la tabla anterior, se deberá realizar ensayos comparativos empleando el agua en estudio y agua destilada o potable, manteniendo similitud de materiales y procedimientos. Dichos ensayos se realizarán, de preferencia, con el mismo cemento que será usado. Dichos ensayos incluirán la determinación del tiempo de fraguado de las pastas y la resistencia a la compresión de morteros a edades de 7 y 28 días **(8)**.

Aguas prohibidas

Está prohibido emplear en la preparación del concreto:

- Aguas ácidas. En general, el agua de mezclado que contiene ácidos clorhídrico, sulfúrico y otros ácidos inorgánicos comunes en concentraciones inferiores a 10,000 ppm no tiene un efecto adverso en la resistencia. Las aguas ácidas con valores PH menores que 3.0 pueden ocasionar problemas de manejo y se deben evitar en la medida de lo posible
- Aguas calcáreas; minerales; carbonatadas; o naturales
- Aguas provenientes de minas o relaves
- Aguas que contengan residuos industriales

- Aguas con un contenido de cloruro de sodio mayor del 3%; o un contenido de sulfato mayor del 1%.
- Aguas que contengan algas: materia orgánica: humus: particulas de carbón; turba; azufre; o descargas de desagües.
- Aguas que contengan ácido húmico u otros ácidos orgánicos.
- Aguas que contengan azucares o sus derivados (9).
- Aguas con porcentajes significativos de sales de sodio o potasio disueltos,

En especial en todos aquellos casos en que es posible la reacción álcali-agregado. Las aguas con concentraciones de hidróxido de sodio de 0.5% el peso del cemento, no afecta en gran medida a la resistencia del concreto toda vez que no ocasionen un fraguado rápido. Sin embargo, mayores concentraciones pueden reducir la resistencia del concreto. El hidróxido de potasio en concentraciones menores a 1.2% por peso de cemento tiene poco efecto en la resistencia del concreto desarrollada por ciertos cementos, pero la misma concentración al ser usada con otros cementos puede reducir sustancialmente la resistencia a los 28 días.

Aun cuando un concreto hecho con agua de mar puede tener una resistencia temprana mayor que un concreto normal, sus resistencias a edades mayores (después de 28 dias) pueden ser inferiores. Esta reducción de resistencia puede ser compensada reduciendo la relación agua – cemento.

El agua de mar no es adecuada para producir concreto reforzado con acero y no deberá usarse en concreto pre reforzado debido al riesgo de corrosión del esfuerzo, particularmente en ambientes cálidos y húmedos.

El agua de mar que se utiliza para producir concreto, también tiende a causar eflorescencia y humedad en superficies de concreto expuestas al aire y al agua .En algunos casos muy excepcionales puede ser necesario utilizar agua de mar en la preparación del concreto. En estos casos debe conocerse el contenido de sales solubles, así como que para una misma concentración los electos difieren si hay un contacto duradero, con renovación o no del agresivo, o si se trata de una infiltración.

Si el agua de mar se emplea como agua de mezclado es recomendable que el cemento tenga un contenido máximo del 5% de aluminato tricálcico (C3A) y la mezcla tenga un contenido mínimo de cemento de 350 kg/m^3, una relación agua-cemento

(8. (9))Tópicos de Tecnología del Concreto. Ing. Enrique Pasquel Carbajal.

máxima de 0.5; consistencia plástica; y un recubrimiento al acero de refuerzo no menor de 70 mm.

2.2.7. FIBRAS METALICAS

Las fibras metálicas son elementos delgados y alargados naturales o artificiales que se introducen en la mezcla del concreto como un refuerzo, para evitar los agrietamientos que tienden a producirse por contracción de fragua y por cambios de temperatura, así como para mejorar algunas de sus propiedades como son: su impermeabilidad, su resistencia a los impactos y a la abrasión, su resistencia a la flexión, su resistencia al corte y su durabilidad.

Las primeras sugerencias en el sentido de que las propiedades del concreto podían mejorarse con la adición de fibras de acero fueron hechas por Porter (1910) y Ficklen (1914) en el Reino Unido, pero no es sino hasta 1963 en que Romualdi y Batson ponene evidencia **la función en el concreto de las fibras metálicas como elementos inhibidores del agrietamiento**.

La experiencia nacional con el uso de fibras ha estado restringida tradicionalmente al uso de fibras naturales para mejorar las propiedades del adobe y más recientemente al uso de fibras de madera mineralizada o de asbestos cementados para la fabricación de paneles y cuberturas, más no así en la construcción de pavimentos **(10)**.

2.2.7.1. Tipos de Fibras Metálicas

La norma ASTM A 820 se utiliza para clasificar los distintos tipos de fibras metálicas que hay disponibles en el mercado mundial. Dicha norma divide los tipos de fibra metálica de acuerdo con su procedencia:

Tipo I Alambre rolado o trefilado en frío;

Tipo II Lámina u hojas sueltas

Tipo III Extracción de fundición;

Tipo IV Otros tipos de fibras.

Las fibras de alambre trefilado en frío son procesadas a través de esferas de acero que son estiradas para formar hilos de alambre de sección circular que posteriormente son fruncidas para formar fibras deformadas; las fibras metálicas Dramix RC-65/35-BN pertenecen al primer grupo. Estas están caracterizadas por ser de forma rectilínea y doblada. Los extremos de las fibras son mecánicamente deformados para proveer una máxima adhesión entre las fibras de acero y el concreto **(11)**.

2.2.7.2. Clasificación:

Las fibras pueden clasificarse en dos grandes grupos: **naturales y artificiales.**

Las fibras naturales se dividen a su vez en:

- Naturales orgánicas como la celulosa.
- Naturales inorgánicas como los asbestos.

Las fibras artificiales, se dividen en:

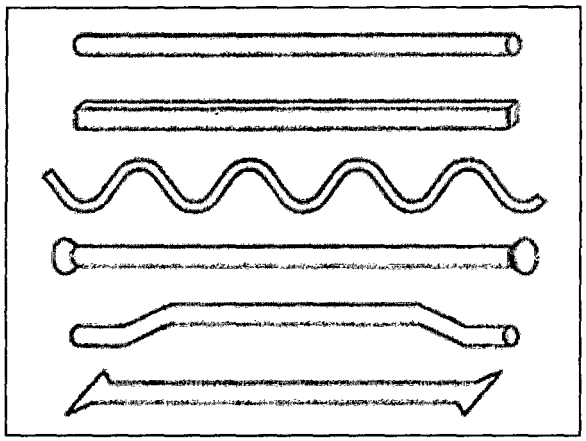
- Sintéticas inorgánicas como el acero
- Sintéticas orgánicas como el carbón

Algunas otras fibras **sintéticas inorgánicas** son: de poliéster, acrílicas de nylon; y aramidas. Su forma de presentación es en: atados, en mallas, o como monofilamentos. Su rango de aplicación en el concreto varía del 0.1% al 10% en volumen.

Las fibras metálicas, son generalmente de acero: liso, corrugado, ondulado, fresado o con extremos deformados. Su presentación puede ser como: elementos aislados o encoladas en peines **(12)**.

Su rango de aplicación en el concreto varía del 0.2% al 1% en volumen

(10), (11), (12), Maccaferri, *Alejandro Navas Carro, José Luis Rojas Juárez* (2011)



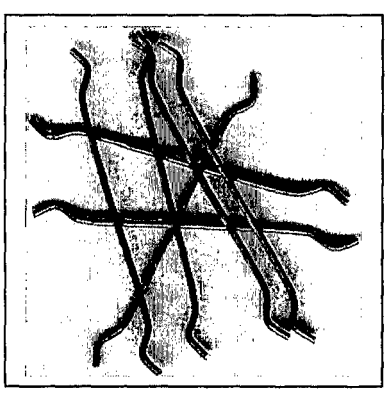
Fuente: Maccaferri, *Alejandro Navas Carro, Diferentes tipos de fibras de acero.*

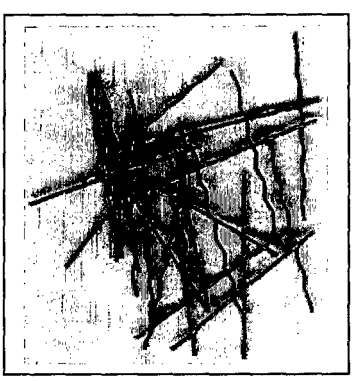
2.2.7.3. Propiedades de Las Fibras Metalicas:

Existen cinco propiedades de las fibras metalicas de acero que sirven para reforzar el concreto que son de gran importancia:

I. La geometría de la fibra, la geometría de la fibra se describe con la relación de aspectos donde L=l/d, donde l= longitud de la fibra, d= diámetro de la fibra, las fibras con alta relación de aspectos se unen al concreto(es decir no se desprende del concreto al alcanzar su esfuerzo ultimo) y son altamente eficientes en términos estructurales.

II. Deformación de la Fibra.





Para que el concreto reforzado con fibras de acero siga tomando carga y se deforme plásticamente después de que el concreto ha fallado, es de vital importancia que las fibras queden ancladas firmemente en la matriz del concreto, previniendo que resbalen o que sean arrancadas.

Las pruebas físicas de las fibras de acero demuestran que las deformaciones a lo largo de la fibra o en las puntas en forma de ganchos permiten que estas se queden firmemente ancladas y que absorban energía dándole una ductilidad característica previniendo una falla frágil.

III. Propiedades Físicas del Acero.

Para mantener la ductilidad del CRFA y asegurar la confiabilidad de la deformación plástica, es imperativo que las fibras bien ancladas no se rompan. El rompimiento de las fibras, equivale a un modo de falla frágil. Para prevenir este rompimiento, la fibra de acero se debe fabricar, con la suficiente resistencia a la tensión, para asegurar que el mecanismo final de falla sea el desprendimiento en vez de la ruptura de las fibras.

La norma ASTM A-820 requiere una resistencia a la tensión mínima de 50,000 psi, mientras que para la norma japonesa JSCE es de 80,000 psi.

IV. Empaque de la fibra para facilitar la mezcla.

Las fibras de acero, vienen empacadas en sacos de papel triples. **Su peso varía de 10 a 30 kg.**, pueden ser suministradas en cantidades especificadas por el cliente para facilitar su dosificación y mezcla en la obra.

2.2.7.4. Aclaración Preliminar

El contenido de fibras metálicas comúnmente usado para reforzar losas de pisos no incrementa esencialmente la resistencia a la flexión del concreto. La manera más fácil y económica de mejorarla es optimizando el contenido cemento, la relación a/c, la naturaleza de los agregados y la forma de compactar y curar el concreto.

La principal función de las fibras metálicas con anclajes en sus extremos, es transformar la naturaleza del concreto simple, de quebradizo a tenaz, haciendo así posible tomar en cuenta una resistencia adicional.

Existen muchas características particulares a cada tipo de fibra sin embargo, los aspectos constructivos más importantes a tomarse en cuenta son: Deberá considerarse en el diseño de mezcla que la fibra metálica es una porción del agregado grueso. Ciertas fibras, sobre todo las de polímeros tienden a disminuir el Slump de la mezcla. Las fibras permiten reducir los tiempos de ejecución respecto de las mallas y eliminan el problema de su ubicación adecuada. Los pavimentos reforzados con fibras requieren una mayor compactación que los de concreto simple.

- Los pavimentos de concreto reforzados con fibras pueden ser empleados para la construcción de pavimentos nuevos así como para el refuerzo (recapado) de pavimentos existentes.
- En resumen los pavimentos de concreto reforzados con fibras artificiales, pueden ser considerados como pavimentos de concreto convencional a los que se les ha añadido fibras de polímeros o de acero según una distribución al azar, para evitar el fisuramiento por contracción al azar, para evitar el fisuramiento por contracción de fragua en primer término y para mejorar sus resistencias a la flexión y a la fatiga en segundo lugar **(13).**

2.2.7.5. Razones para uso de Fibras de Acero Dramix RC-65/35-BN.

Son generadores de:

2.2.7.5.1. Ductilidad.

Las fibras metálicas han demostrado incrementos notables del comportamiento dúctil del concreto, que es la capacidad de redistribuir esfuerzos en la masa. Esta absorción de energía prácticamente ofrece una mayor capacidad de carga al concreto, por lo que en muchos casos el incorporar fibras metálicas permite disminuir el espesor de los pisos de concreto.

El incremento del comportamiento dúctil del concreto se puede medir a través del método de prueba normalizado ASTM C 1018 4. Esta prueba consiste en aplicar tres puntos de esfuerzo a una viga (fig. 2A); la ductilidad o absorción de energía que ofrecen las fibras metálicas al concreto corresponde al área debajo de la curva carga-deflección; la primera falla (fig 2B, Punto Pe) corresponde a lo que normalmente se conoce como módulo de ruptura del concreto, a partir de este punto se calcula el área debajo de la curva en distintos intervalos. La realización de esta prueba requiere un deflectómetro para evaluar la deflección de la viga

2.2.7.5.2. Resistencia a la fatiga.

Gracias a la redistribución de esfuerzos en la masa de concreto que se logra con la incorporación de fibras metálicas, se observa un incremento significativo a la resistencia a la fatiga. El concreto reforzado con fibras metálicas asegura resistencia a un mayor número de repeticiones de carga, de 1.2 a 2 veces más de las que el concreto simple soporta.

2.2.7.5.3. Resistencia al cortante.

Las fibras metálicas brindan resistencia al cortante, que es primordial en la construcción de pisos, tanto de uso industrial como comercial. Esta ventaja permite prescindir de elementos como canastillas con pasajuntas en las juntas aserradas o de control. Las fibras metálicas, gracias a su capacidad de anclaje y resistencia, ofrecen transferencia de carga a través de las juntas de contracción, primordial cuando van a circular vehículos pesados o montacargas

2.2.7.5.4. Resistencia al impacto.

Las fibras metálicas son el único elemento de refuerzo que brinda al concreto un incremento de la resistencia al impacto que va de 15 a 100 veces más de lo que el concreto simple soporta **(14)**.

(13), (14) w.w w.macaferri peru.com

2.2.8. METODOLOGIA DEL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO

2.2.8.1. Generalidades

La selección de las proporciones de los materiales integrantes de la unidad cúbica de concreto, llamada también diseño de mezcla, puede ser definida como el proceso de selección de los ingredientes más adecuados y de la combinación mas conveniente y económica de los mismos, con la finalidad de obtener un producto que en estado no endurecido tenga las propiedades, especialmente trabajabilidad, y consistencia, deseadas, y que en estado endurecido cumpla con los requisitos establecidos por el diseñador o indicados en los planos y especificaciones de obra.

La selección de las proporciones de la mezcla está determinada por:

a) Las propiedades que debe tener el concreto endurecido, que son requerimientos del diseñador o que se encuentran indicadas en las especificaciones de obra.
b) Las propiedades del concreto en estado no endurecido, que dependen del tipo y característica de la obra y de las técnicas empleadas en la colocación del concreto.
c) El costo de la unidad cúbica de concreto.

Si tomamos en cuenta estos criterios, podremos obtener una primera aproximación de las proporciones de los materiales que componen la unidad cúbica de concreto. Pero estas proporciones, sea cual fuere el procedimiento para determinarlas, deberán ser siempre consideradas como valores de prueba sujetos a revisión y ajustes sobre la base de los resultados obtenidos en laboratorio y obra.

2.2.8.2. Métodos de Diseño de Mezclas

La historia de los procesos de selección de las mezclas de concreto comienza con los caldeos y egipcios, sigue con los romanos, decae en la edad media para volver a resurgir con Smeaton y aún no termina. Existen varios métodos para el diseño de mezclas de concreto; entre ellos tenemos: Métodos basados en Curvas Empíricas, Métodos basados en Curvas Teóricas, Método del Agregado Global, Método del Comité 211 ACI y el Método del Módulo de Fineza de la combinación de agregados .En nuestro país se utilizan preferentemente los procedimientos de la recomendación

211 del ACI, el método desarrollado por Walker y el método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.

a. El Método de Diseño del ACI

En 1944 el American Concrete Institute (ACI) publica el trabajo "Recommended Practice for the Desing of Concrete Mixed" preparado por el Comité 613. Esta recomendación incluye un conjunto de pasos para el diseño de mezclas de concreto por el método de los valores absolutos, basándose en la selección de la relación agua-cemento, en la resistencia a la compresión deseada, en la consistencia del concreto y en las condiciones de servicio.

En 1954 el mencionado Comité revisa y reemplaza aspectos importantes de la recomendación de 1944. La nueva incluye procedimientos para el diseño directo de concretos con y sin aire incorporado e igualmente reemplaza el procedimiento de seleccionar el porcentaje de agregado fino sobre la base de una variedad de factores por el de emplear el coeficiente b/b_0 para determinar la cantidad de agregado grueso por unidad de volumen del concreto.

En este procedimiento se toma en consideración la angularidad o perfil y el contenido de vacíos del agregado grueso en el peso unitario seco varillado del volumen de agregado, y el peso del agregado grueso en la unidad cúbica de concreto es calculado multiplicando el factor b/b_0 por el peso unitario seco varillado. Sin embargo se considera discutible considerar la cantidad de agregado grueso para diferentes contenidos de cemento, asentamientos y concretos con y sin aire incorporado.

En la década de los 70, el ACI revisa la recomendación ACI 613-54 y la reemplaza por la recomendación ACI 211-71, la cual experimenta diversas modificaciones hasta 1911 en que se publica la recomendación ACI 211.1-91, vigente hasta la fecha. Complementarias a la misma se publican la recomendación 211.2.98, la recomendación 211.3-97 y la recomendación 211.4R-93.

b. El Método Walker

En la década de los 60, atendiendo a los importantes cuestionamientos de la Ley de Abrams, la National Ready Mixed Concrete Association, encarga a un grupo de investigadores. encabezados por Stanton Walker e integrado por Delmar Bloem y Richard Gaynor, que realice, en la Universidad de Maryland, todos los estudios conducentes a determinar cuáles eran los factores que intervenian en la resistencia del concreto y presentasen una propuesta para la selección de las proporciones de las mezclas de concreto.

La propuesta finalmente presentada, después de numerosas y profundas investigaciones, se diferenciaba del método del ACI, en que primero se calcula el contenido del agregado fino y por diferencia con la unidad, el contenido del agregado grueso. Los cálculos indicados se hacen a partir de una tabla empírica basada en el contenido de cemento y el tamaño máximo del agregado.

c. El Método del Modulo de fineza de la combinación de agregados

Muchos investigadores han cuestionado el método de diseño del ACI y han tratado de buscar un procedimiento en el cual la relación fino -grueso se modifique en función del contenido de pasta en consideración al contenido de cemento de ésta.

En el método del módulo de fineza de la combinación de agregados, los contenidos de agregados fino y grueso varian para las diferentes resistencias, siendo esta variación función, principalmente, de la relación agua-cemento y del contenido total de agua, expresado a través del contenido de cemento de la mezcla.

Este método tiene como consideración fundamental además de lo ya expresado, la premisa de que el módulo de fineza del agregado, fino o grueso, es un indice de su superficie especifica y que en la medida que esta aumenta se incrementa la demanda de pasta así como que si se mantiene constante la pasta y si incrementa la fineza del agregado disminuye su resistencia por adherencia.

Como consecuencia de las investigaciones se ha podido establecer una ecuación que relaciona el módulo de fineza de los agregados fino y grueso. Aplicando esta ecuación es posible determinar el módulo de fineza de la combinación de agregados más conveniente.

Dicha ecuación es la siguiente:

$$rf = \frac{m_g - m}{m_g - m_f} x100$$

Donde:

mf= módulo de fineza del agregado fino

mg= módulo de fineza del agregado grueso

m= coeficiente obtenido de la tabla del módulo de fineza de la combinación de agregados.

El valor obtenido de esta ecuación, multiplicado por el volumen absoluto de agregado, nos permite conocer el volumen absoluto de agregado fino y por diferencia se puede determinar el volumen absoluto de agregado grueso **(1 4).**

2.2.8.3. Criterios básicos a tener en cuenta

La selección de las proporciones de cada uno de los materiales integrantes de la unidad cúbica de concreto debe permitir obtener un concreto que posea en estado plástico, la trabajabilidad, consistencia y Cohesividad necesarias para su fácil y adecuada colocación, y que en estado endurecido alcance la resistencia, densidad y durabilidad frente a las condiciones especiales de exposición a las cuales estará sometido, y también debe representar la opción económica más favorable siempre y cuando cumpla con todos los requisitos ya mencionados.

La selección de las proporciones que se empleará en la presente Tesis, tiene dos etapas bien diferenciadas:

La primera de ellas es la selección del volumen absoluto de la pasta, en esta etapa se puede emplear, para la selección de la relación agua-cemento y del contenido de agua, las tablas del Comité 211 del ACI.

En la segunda etapa, conocido el volumen absoluto del agregado total, en función del contenido de cemento y del tamaño máximo nominal del agregado grueso, se selecciona un coeficiente "m" el cual es empleado para calcular el porcentaje de agregado fino en función del volumen absoluto total del agregado, esto permite que

los agregados fino y grueso participen en cantidades diferentes en función del contenido de cemento de la mezcla.

Una vez calculadas las proporciones, de todos los materiales se procederá a determinar la cantidad de agua de diseño mediante las mezclas de prueba, y finalmente se realizarán los diseños de mezclas para el concreto con Cemento Puzolánico y Cemento Portland Tipo I, con y sin aditivo respectivamente **(15).**

2.2.8.4. Secuencia de pasos para el diseño de mezcla

Para la selección de las proporciones se seguirá una secuencia de pasos, los que nos guiarán a la obtención de una mezcla ideal:

- Determinación de la resistencia promedio.
- Selección del tamaño máximo nominal del agregado.
- Selección del asentamiento.
- Selección del volumen unitario de agua.
- Selección del contenido de aire.
- Determinación de la relación agua- cemento.
- Cálculo del contenido de cemento.
- Cálculo del volumen absoluto de la pasta.
- Cálculo del volumen absoluto del agregado.
- Cálculo del módulo de fineza de la combinación de agregados.
- Cálculo del porcentaje de agregado fino (rf).
- Cálculo de los volúmenes absolutos del agregado.
- Cálculo de los pesos secos de los agregados.
- Determinación de los valores de diseño.
- Corrección por humedad del agregado.
- Proporciones finales **(16).**

2.2.8.5. Datos para el diseño de mezcla

Cementos:	
P.E. Andino Portland Tipo I	3.11 gr/cm3
Agua:	
Potable de la red de servicio de la UNICA	
Agregado Fino:	
Peso Específico de Masa	2.70 Kg/cm3
Absorción	1.14%
Contenido de Humedad	0.69%
Módulo de Fineza	2.1
Agregado Grueso:	
Tamaño Máximo Nominal	1"
Peso Seco Compactado	1711 Kg/cm3
Peso Específico de Masa	2.67 gr/cm3
Absorción	1.22%
Contenido de Humedad	0.82%
Módulo de Fineza	7.29
Fibra Metalicas Dramix RC-65/35-BN:	
Dramix RC – 65/35 – BN	20 Kg./m3
Relación entre el largo y el diámetro 50/1.00	50 mm. Largo

Fuente: Diseño de mezclas, laboratorio de mecánica de suelos y concreto SENCICO - HUANCAYO

2.2.8.6. Tablas utilizadas para los diseños de mezcla

TABLA N°1

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO

f'c	f' cr
Menos de 210	f'c + 70
210 a 350	f'c + 84
sobre 350	f'c + 98

Fuente: Diseño de mezclas, Enrique Rivva Lopez

TABLA N°2

SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO

Tipo de Construcción	Asentamiento	
	Máximo	Mínimo
Zapatas y muros de cimentación armados.	3"	1"
Cimentaciones simples, cajones, y subestructuras de muros.	3"	1"
Vigas y muros armados.	4"	1"
Columnas de edificios.	4"	1"
Losas y Pavimentos	3"	1"
Concreto Ciclópeo.	2"	1"

Fuente: Diseño de mezclas. Enrique Rivva Lopez

TABLA N°3

VOLUMEN UNITARIO DEL AGUA

Asentamiento	Agua en l/m3, para los tamaños máx. nominales de agregado grueso y consistencia indicados.							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concretos sin Aire Incorporado								
1" á 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3 á 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" á 7"	243	228	216	202	190	178	160	...
Concretos con Aire Incorporado								
1" á 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" á 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" á 7"	216	205	197	184	174	166	154	...

Fuente: Diseño de mezclas, Enrique Rivva Lopez

TABLA N°4

CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO

Tamaño Máximo Nominal	Aire Atrapado
3/8"	3.00%
1/2"	2.50%
3/4"	2.00%
1"	1.50%
1 1/2"	1.00%
2"	0.50%
3"	0.30%
6"	0.20%

Fuente: Diseño de mezclas, Enrique Rivva Lopez.

TABLA N°5

RELACION AGUA-CEMENTO POR RESISTENCIA

f'cr (28 dias)	Relación agua - cemento de diseño en peso	
	Concretos sin aire incorporado	Concretos con aire incorporado
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.4
400	0.43	...
450	0.38	...

Fuente: Diseño de mezclas, Enrique Rivva Lopez

TABLA N°6

MODULO DE FINEZA DE LA COMBINACION DE AGREGADOS

Tamaño Máximo Nominal del Ag. Grueso	Módulo de fineza de la combinación de agregados que da las mejores condiciones de trabajabilidad para los contenidos de cemento en bolsas / m3 indicados			
	6	7	8	9
3/8 "	3.96	4.04	4.11	4.19
1/2 "	4.46	4.54	4.61	4.69
3/4 "	4.96	5.04	5.11	5.19
1 "	5.26	5.34	5.41	5.49
1 1/2 "	5.56	5.64	5.71	5.79
2 "	5.86	5.94	6.01	6.09
3 "	6.16	6.24	6.31	6.39

Fuente: Diseño de mezclas, Enrique Rivva Lopez.

2.3 HIPÓTESIS

2.3.1. Hipótesis General:

La utilización de fibras metálicas Dramix RC-65/35-BN **influye significativamente** en la resistencia a flexión en la construcción de pavimentos de concreto, en los barrios de bellavista y pueblo nuevo del Distrito de Lircay en el año 2012.

2.3.2. Hipótesis Especificas:

a) las fibras metálicas Dramix RC 65/35-BN en la dosificación de una mezcla de f'c = 210 kg/cm2 será de 20 kg/m3, dato del fabricante del producto.

b) La resistencia a flexión del concreto con fibra metálica mejora los resultados con relación al esfuerzo a flexión en comparación del concreto tradicional.

c) Realizar el diseño de pavimento método de ecuación de AASHTO 1993 en función de resultados de la resistencia a flexión determinado mediante el módulo de rotura (MR).

2.4. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

- **Agregado.** Un material granular duro de composición mineralógica, usado para ser mezclado en diferentes tamaños.
- **Agregado fino.** Agregado que pasa el tamiz de 6.4 mm (N 04).
- **Agregado fino.** Agregado retenido en el tamiz de 6.4 mm (N°4).
- **Concreto Masivo**. Para construcción de estructuras de grandes dimensiones donde el problema del calor de hidratación es un factor crítico por los grandes volúmenes de concreto. Su uso está ligado principalmente en la construcción de represas.
- **Concreto Compactado con rodillo.** Es un tipo de concreto masivo en que la compactación se efectúa con el equipo convencional para movimiento de tierras y compactación de suelos. La particularidad de este concreto está en el control de la cantidad de finos y el contenido de humedad para lograr una compactación adecuada, provee gran rapidez constructiva y economía.
- **Hormigonado**. Colocación del concreto dentro de una formaleta. Sinónimo de fundición y de colado de concreto.
- **Sangrado**. Relación entre la cantidad de agua que aparece en la superficie de una muestra y la cantidad total contenida en el concreto colocado.
- **Oquedad.** Espacio vacío dentro del concreto. También se le llama ratonera.
- **Caliza.** Roca sedimentaria de precipitación química, formada por calcita, la cual está compuesta de carbonato de calcio, brillo vítreo y birrefringencia muy fuerte. Es usada para obtener agregado fino y grueso para el concreto.
- **Espécimen.** Porción de concreto que se considera para mostrar las cualidades de la mezcla.
- **Granulometría.** Graduación del tamaño de las piedras o granos que constituyen los agregados fino y grueso. Método para determinar dicho graduación.
- **Segregación.** Separación en mortero y agregado grueso, causada por el asentamiento de dicho agregado.
- **Caolín**. Roca generalmente blanca constituida por minerales arcillosos del grupo kaolítico, principalmente hidro-aluminosilicatos de bajo contenido de hierro, utilizado como materia prima para la fabricación de cemento blanco

- **Exudacion.** Flujo espontáneo hacia la superficie debido a la compactación, de agua de la mezcla de concreto fresco recién vaciado, debido al asentamiento de parte de los sólidos.

2.5. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

a. Variable Independiente:

Son las causas que generan y explican los cambios en la variable dependiente. En los diseños experimentales la variable independiente es el tratamiento que se aplica y manipula en el grupo experimental. (Fidias Arias, 2006, p.59)

X: fibra metálica Dramix RC -65/35-BN

b. Variable Dependiente:

Son aquellas que se modifican por acción de la variable independiente. Constituyen los efectos o consecuencias que se miden y que dan origen a los resultados de la investigación. (Fidias Arias, 2006, p.59).

Y: Mejora de Resistencia a Flexión del Concreto en pavimentos.

2.6. DEFINICIÓN OPERATIVA DE VARIABLES E INDICADORES.

Variable independiente

Son las causas que generan y explican los cambios en la variable dependiente.
Las fibras metálicas Dramix-65/35-BN son filamentos de acero, deformados y cortados en longitudes, para el refuerzo del concreto.
La geometría de las fibras metálicas es:

- Longitud: 35 mm
- Diámetro: 0.55 mm
- Comportamiento, clase: 65
- Cantidad de fibras/kg : 14500

La dosificación será de 20 kg/m3 esta dosificación se obtiene de los estudios realizados en el laboratorio de **BEKAERT** (Bélgica).

VARIABLE INDEPENDIENTE	DIMENCION	INDICADORES	MEDICION (kg/cm2)	INSTRUMENTO
fibra metálica Dramix RC -65/35-BN	Dosificación de las fibras metálicas para una mezcla	➢ Resistencia de la Muestra sin dosificación de fibra metálica ➢ Resistencia de la Muestra con dosificación de fibra metálica	➢ Ensayo a Flexión ➢ Ensayo a flexión	➢ transformador diferencial de variación lineal (LVDT) ➢ formato de laboratorio ➢ transformador diferencial de variación lineal (LVDT) ➢ formato de laboratorio

Variable dependiente

La variable dependiente son aquellos que se modificaran por acción de la variable independiente.

Las cantidades de materiales en kg/m3 son obtenidos de los estudios realizados de diseño de mezcla con los cuales se obtendrán las probetas prismáticas (vigas) con y sin fibras metálicas curadas a diferentes edades en días, ensayo de resistencia a flexión y la comparación de resultados.

MATERIALES	DOSIFICACIÓN POR M3 PESO (kg/m3)
CEMENTO	345.00
AGUA	200.61
ARENA	614.41
PIEDRA	1224.57

Dosificación sin fibra metálica

MATERIALES	DOSIFICACIÓN POR M3 PESO (kg/m3)
CEMENTO	345.00
AGUA	200.61
ARENA	614.41
PIEDRA	1224.57
FIBRAS METÁLICAS DRAMIX RC - 65/35-BN	20.00

Dosificación con fibra metálica

VARIABLE DEPENDIENTE	DIMENCION	INDICADORES	MEDICION (N/mm2)	INSTRUMENTO
Mejora de Resistencia a Flexión del Concreto en pavimentos.	A la mezcla de concreto.	➢ Diseño de mezcla de Concreto ➢ Dosificación de agua, cemento, agregado grueso, agregado fino conocido.	➢ Ensayo a Flexión ➢ Ensayo a Flexión	➢ transformador diferencial de variación lineal (LVDT) ➢ formato de laboratorio ➢ transformador diferencial de variación lineal (LVDT) ➢ formato de laboratorio

	Cantidad en Kg de Fibra Metálica	➢ Sin Fibra Metálica.	➢ Ensayo a Flexión	➢ transformador diferencial de variación lineal (LVDT) ➢ formato de laboratorio
			➢ Ensayo a Flexión	➢ transformador diferencial de variación lineal (LVDT) ➢ formato de laboratorio
		➢ Con Dosificación de fibra metálica de 20 kg para una mezcla de concreto de 1 m3		

Fuente: Elaboración propia.

CAPITULO III

METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION

3.1. AMBITO DE ESTUDIO.

Distrito : Lircay.

Provincia : Angaraes.

Región : Huancavelica.

3.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN.

La investigación a realizarse es de tipo **APLICADO**

3.3. NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN

Los Niveles de Investigación "se refiere al grado de profundidad con que se aborda un fenómeno u objeto de estudio". (Fidias Arias, 2006, p.23).

Según el nivel de investigación la Investigación es APLICADO "consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento. Los resultados de este tipo de investigación se ubican en un nivel intermedio en cuanto a la profundidad de los conocimientos se refiere." (Fidias Arias, 2006, p.24)

3.4 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

Experimental

3.5 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.

El Diseño de Investigación "es la estrategia general que adopta el investigador para responder al problema planteado." (Fidias Arias, 2006, p.26)

El diseño de Investigación es descriptivo comparativo "es un proceso que consiste en someter a un objeto o grupo de individuos a determinadas condiciones, estímulos o tratamiento (variable independiente) para observar los efectos o reacciones que se producen (variable dependiente)." (Fidias Arias, 2006, p.33)

3.6 POBLACIÓN, MUESTRA, MUESTREO

La Población "es un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para los cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación. Ésta queda delimitada por el problema y por los objetivos de estudio". (Fidias Arias, 2006. p.81).

En el caso de nuestro estudio, la población estuvo conformada por 0.5 m3 de concreto f´c = 210 kg/cm2 sin fibra metálica, 0.5 m3 de concreto f´c = 210 kg/cm2 con fibra metálica.

La Muestra "es un subconjunto representativo y finito que se extrae de la población accesible". (Fidias Arias, 2006, p.81)

En nuestro caso la muestra estuvo conformada por 9 probetas prismáticas (vigas) de concreto f´c = 210 kg/cm2 sin fibra metálica de 15 x 15 x 50 cm según la norma ASTM C - 78, 9 probetas prismáticas (vigas) de concreto f´c = 210 kg/cm2 con fibra metálica de 15 x 15 x 50 cm según la norma ASTM C - 78, de los cuales 3 de cada uno serán ensayados a flexión a diferentes edades en días 7, 14, 28 respectivamente.

3.7 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.7.1. Técnicas:

Las principales técnicas que se utilizará en este estudio serán por observación directa, análisis de documentos, ensayo a flexión de probetas prismáticas (vigas).

3.7.2. Los instrumentos:

Los instrumentos a utilizar en estas técnicas será

- Datos de campo (insitu).
- Bolsas de conservación de muestra.
- Laboratorio de mecánica de suelos y concreto SENCICO- HUANCAYO

- Máquina de ensayo a flexión (transformador diferencial de variación lineal "LVDT")
- Formato de laboratorio

3.8 PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Procedimiento de Recolección de Datos "es cualquier recurso, dispositivo o formato (en papel o digital), que se utiliza para obtener, registrar o almacenar información." (Fidias Arias, 2006, p.69)

Los procedimientos de recolección de datos estarán en función al cronograma establecido del proyecto de tesis así como Las fechas de obtención de las probetas prismáticas (vigas), fecha de los respectivos ensayos a flexión a realizarse y resultados.

3.9 TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS.

TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO.

- Normas técnica ASTM C - 78 ensayos de resistencia a flexión cargado en los puntos tercios.
- Formatos del laboratorio de mecánica de suelos y concreto SENCICO - SEDE HYO.

ANÁLISIS DE LOS DATOS.

Comparación y análisis porcentual (representado en gráfico de barras y en tortas). Y para la prueba de hipótesis, se hizo uso de la prueba "t" de Student, con un nivel de significancia del 5%.

CAPÍTULO IV:

RESULTADOS

4.1. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

La investigación envuelve una serie de ensayos y estudios sobre los materiales que componen al concreto y sobre los factores que hacen que estos materiales puedan modificar su resistencia a flexión de dicho material.

También desarrollaremos los diseños de mezclas para el concreto sin fibras metálicas y con fibras metálicas, previo a ello determinaremos la cantidad de agua para el diseño final.

La serie de ensayos y estudios de muestras de concreto, la cual será ejecutada en concreto con fibras metálicas Dramix RC – 65/35 - BN y sin fibras metálicas. Traen consigo ventajas técnicas y económicas en comparación con los pisos ejecutados en concreto convencionales. No es necesaria la utilización de una capa regularizadora o recubrimiento para la losa, por lo que el espesor de la losa puede ser generalmente optimizado o reducido.

4.1.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS AGREGADOS

En esta sección se presentan las características como densidad, resistencia, porosidad y distribución volumétrica que se acostumbra denominar granulometría o gradación. Asociadas a estas características se encuentran una serie de ensayos o pruebas estándar que miden estas propiedades para compararlas con valores de referencia establecidos o para emplearlas en el diseño de mezclas.

A continuación se muestran los ensayos realizados al agregado fino y grueso respectivamente, los cuales serán empleados en el diseño de mezcla.

4.1.2. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS

Como se sabe las partículas tienen diversas formas geométricas y diversos volúmenes, resultaría difícil medir el volumen y la forma geométrica de las partículas del agregado, por ello existe una manera indirecta, que consiste en tamizar las partículas del agregado por una serie de mallas de aberturas conocidas y luego pesar los materiales retenidos en cada malla refiriéndolos en porcentajes con respecto al peso total.

A esto se le denomina análisis granulométrico o granulometría que es la representación numérica de la distribución volumétrica de las partículas por tamaños.

Los valores hallados se representan gráficamente en un sistema coordenado semi-logaritmico que permite apreciar la distribución acumulada. Cuando se representa la distribución granulométrica de la mezcla de agregados de pesos específicos que no difieren mucho, la granulometría es prácticamente igual sea la mezcla en peso o en volumen absoluto, pero cuando se trata de agregados de pesos específicos muy diferentes, hay que hacer las conversiones a volumen absoluto para que se represente realmente la distribución volumétrica que es la que interesa para la elaboración de concreto.

La serie de tamices estándar ASTM para concreto tiene la particularidad de que empieza por el tamiz de abertura cuadrada 3" y el siguiente tiene una abertura igual a la mitad del anterior. A partir de la malla 3/8" se mantiene la misma secuencia, pero el nombre de las mallas se establece en función del número de aberturas por pulgada cuadrada.

Tamices Standard ASTM

DENOMINACIÓN DEL TAMIZ	ABERTURA EN PULGADAS	ABERTURA EN MILÍMETROS
3"	3.0000	75.0000
1 ½"	1.5000	37.5000
¾"	0.7500	19.0000
3/8"	0.3750	9.5000
N°4	0.1870	4.7500
N°8	0.0937	2.3600
N°16	0.0459	1.1800
N°30	0.0234	0.5900
N°50	0.0117	0.2950
N°100	0.0059	0.1475
N°200	0.0029	0.0737

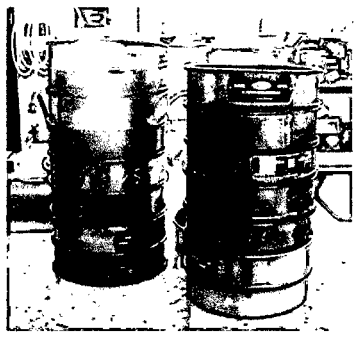
Fuente: Tópicos de Tecnología del Concreto

Ing. Enrique Pasquel Carbajal.

Ensayo de granulometría para el agregado fino:

- **Equipos y Materiales**

- Balanza.
- Tamices
- Maquina tamizadora.



El agregado fino estará graduado dentro de los límites indicados en las Normas NTP 400.012 ó ASTM C 136. La granulometría seleccionada será preferentemente uniforme y continua, con valores retenidos en las mallas N°4 a N°100 de la serie Tyler. Se recomienda para el agregado los siguientes límites:

MALLAS	% QUE PASA
3/8"	100
4	95 a 100
8	80 a 100
16	50 a 85
30	25 a 60
50	10 a 30
100	2 a 10

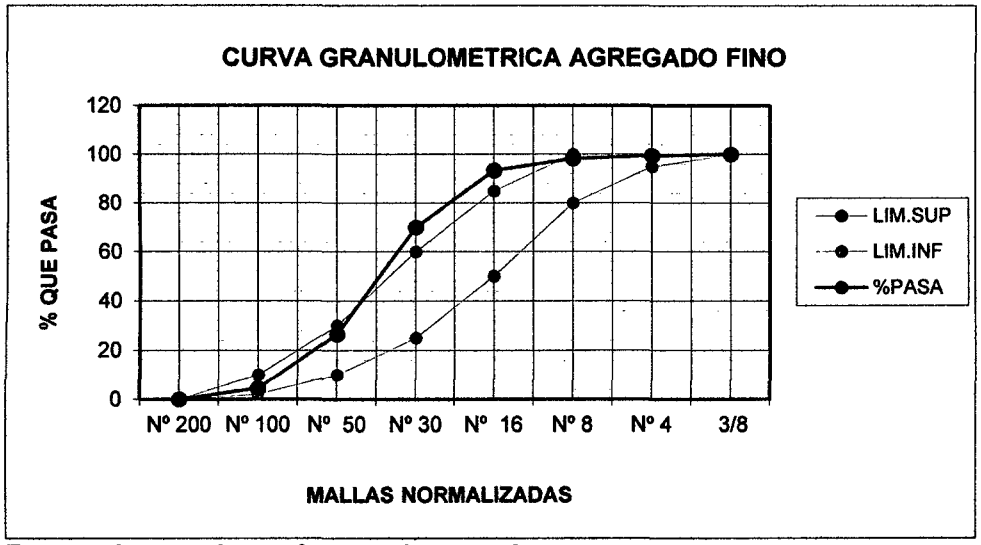
Fuente: Naturaleza y Materiales del Concreto

Ing. Enrique Rivva López.

El análisis granulométrico que se muestra a continuación pertenece al agregado fino, proveniente de la cantera de Tucsipampa.

Peso Total de la muestra: 600 gr.

MALLAS O TAMICES	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% QUE PASA	% RETENIDO ACUMULADO
3/8"	0	0	100	0
4	3.20	0.53	99.47	0.53
8	6.73	1.12	98.35	1.66
16	29.51	4.92	93.43	6.57
30	140.64	23.44	69.99	30.01
50	260.94	43.49	26.5	73.5
100	131.86	21.98	4.52	95.48
200	20.20	3.37	1.15	98.85
FONDO	6.92	1.15	0	100



Ensayo de granulometría para el agregado grueso:

El agregado grueso estará graduado dentro de los límites especificados en las Normas NTP 400.012 ó ASTM C 136.

- **Equipos y Materiales**

- Balanza.
- Mallas
- Bandejas

Se recomienda para el agregado grueso los siguientes límites:

MALLAS	% QUE PASA
2"	-
1 ½"	100
1"	95-100
¾"	-
½"	25-60
3/8"	10 a 30
Nº4	0.1

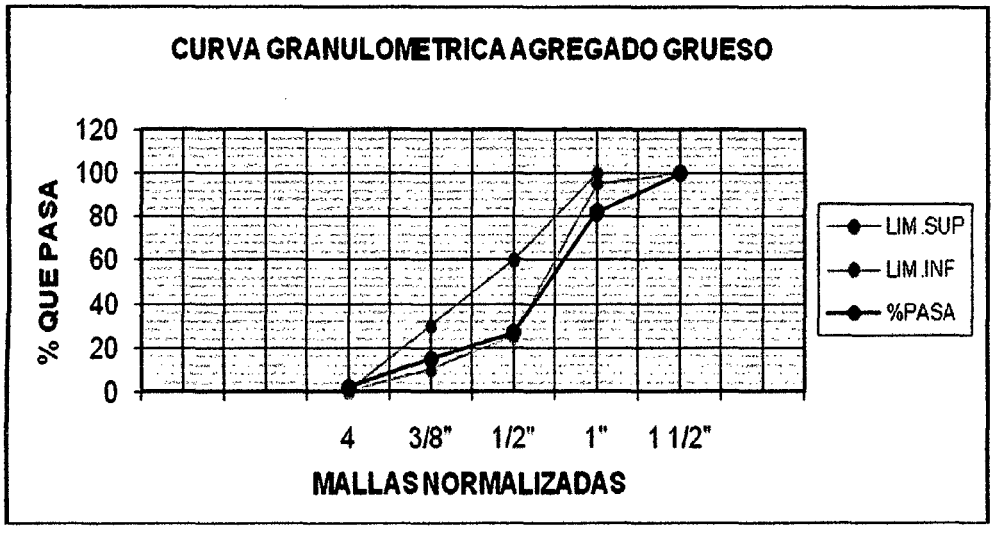
Fuente: Tópicos de Tecnología del Concreto

Ing. Enrique Pasquel Carbajal.

El análisis granulométrico que se muestra a continuación pertenece al agregado grueso, proveniente de la cantera de Ocopa.

Peso Total de la muestra: 4000 gr.

MALLAS O TAMICES	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% QUE PASA	% RETENIDO ACUMULADO
2"	0	0	0	0
1 ½"	0	0	100	0
1"	719.00	17.98	82.03	17.98
¾"	1120.00	28	54.03	45.98
½"	1087.00	27.18	26.85	73.15
3/8"	471.00	11.78	15.08	84.93
4	513.00	12.83	2.25	97.75
FONDO	90.00	2.25	0.00	100.00



4.1.3. MODULO DE FINEZA Y TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL

Modulo de Fineza

El módulo de fineza es un índice del mayor o menor grosor del conjunto de partículas de un agregado. Se define como la suma de los porcentajes acumulados retenidos en las mallas de 3", 1 1/2", 3/4", 3/8", N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, y N°100, dividida entre 100.

Los agregados que presentan un módulo de fineza bajo indican una preponderancia de las partículas más finas y cuanto mayor sea el módulo de fineza, más grueso es el agregado. El módulo de fineza debe estar comprendido entre los valores de 2.3 - 3.1, de acuerdo a la norma.

A continuación se muestran los porcentajes retenidos acumulados y el cálculo del módulo de fineza del agregado fino para el diseño de mezcla.

MALLAS	% RETENIDO ACUMULADO
3/8"	0
4	0.53
8	1.66
16	6.57
30	30.01
50	73.5
100	95.48
200	98.85
FONDO	100

El módulo de fineza se calculará sumando los porcentajes retenidos acumulados de la siguiente manera:

$$MF = \frac{0.53+1.66+6.57+30.01+73.5+95.48}{100} = 2.10$$

$$MF = 2.10$$

Tamaño máximo y tamaño máximo nominal.-

De acuerdo a la Norma NTP 400.037 el tamaño máximo del agregado grueso es el que corresponde al menor tamiz por el que pasa la muestra de agregado grueso.

De acuerdo a la Norma NTP 400.037 se entiende por tamaño máximo nominal al que corresponde al menor tamiz de la serie utilizada que produce el primer retenido.

Tamaño Máximo Nominal = 1"

4.1.4 PESO UNITARIO

Es el resultado de dividir el peso de las partículas entre el volumen total incluyendo los vacíos. Al incluir los espacios entre partículas influye la forma de acomodo de estos. El procedimiento para su determinación se encuentra normalizado en ASTM C 29 y NTP 400.017. Es un valor útil sobre todo para hacer las transformaciones de pesos a volúmenes y viceversa. Por ejemplo para un agregado grueso pesos unitarios altos significan que quedan muy pocos huecos por llenar con arena y cemento.

El peso unitario o volumétrico se expresa en Kilos por metro cúbico del material. Este peso está influenciado por:

- Gravedad específica.
- Granulometría.
- Perfil y textura superficial.

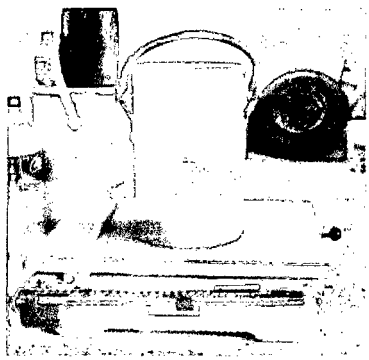
- Condición de humedad.
- Grado de compactación de masa.

Equipos y Materiales:

- Balanza de torsión (sensibilidad de 0 – 100 gr.)
- Balanza de capacidad pesada (Sensibilidad 50 gr.)
- Recipiente cilíndrico (Agregado fino)
- Cubo de madera (Agregado grueso)
- Varilla de acero,60 cm. de largo con punta semiesférica, d= 5/8"

Peso Unitario Suelto.-

1° Pesamos el recipiente cilíndrico en la balanza de torsión.



2° Tomamos sus dimensiones.

3° Procedemos al llenado del cilindro con la arena, enrasamos con la varilla de fierro y limpiamos los bordes del recipiente con la brocha.

4° Pesamos en la balanza de capacidad pesada.

Peso volumétrico suelto Ag. Fino= 1,472 Kg/m^3

Peso volumétrico suelto Ag. Grueso= 1,564 Kg/m^3

Peso unitario compactado.-

1° Llenamos el recipiente con el agregado hasta la tercera parte, y golpeamos 25 veces en forma de espiral desde una altura aproximada de 30 cm.

2° De igual manera llenamos las dos terceras partes y damos 25 golpes.

3° Llenamos finalmente el recipiente y damos 25 golpes más, enrazamos con la varilla y limpiamos el borde con la brocha.

4° Pesamos el recipiente con el agregado compactado en la balanza de capacidad pesada.

Peso volumétrico compactado Ag. Fino= 1,695 Kg/m^3

Peso volumétrico compactado Ag. Grueso= 1,711 Kg/m^3

4.1.5 PESO ESPECÍFICO

El peso específico se refiere a la densidad de las partículas individuales y no a la masa del agregado como un todo. Pudiendo definirse al peso específico como la relación, a una temperatura estable, de la masa de un volumen unitario del material, a la masa del mismo volumen de agua destilada, libre de gas.

El peso específico es un indicador de calidad, en cuanto que los valores elevados corresponden a materiales de buen comportamiento, mientras que el peso específico bajo corresponde a agregados absorbentes y débiles.

Para el Agregado Fino

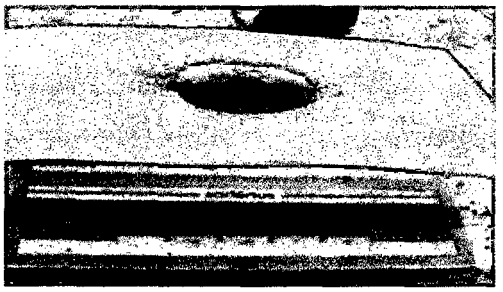
La norma ASTM C 128 ó NTP 400.022 indica el procedimiento para determinar el peso específico del agregado fino.

Equipos y Materiales

- Balanza electrónica.
- Estufa.
- Picnómetros.
- Gotero.

• Pesamos los dos picnómetros llenos de agua hasta la línea de aforo uno a uno y tomamos apunte de los pesos.

- Pesamos 60 gr. arena y el papel que la contendrá para cada picnómetro.



- Echamos el agregado al picnómetro, echamos agua hasta la mitad del picnómetro y lavamos sus paredes con agua mediante un gotero.
- Los ponemos al fuego de la estufa durante unos minutos hasta que las burbujas empiecen a salir.

- Finalmente pesamos los picnómetros cuando estén fríos y realizamos el cálculo respectivo del peso específico para el agregado fino.

Resultados del Ensayo:

Nº de Picnómetro: P1

a. Peso de Picnómetro: 94.62 gr.

b. Peso A. Fino Seco: 60.00gr.

c. Peso Picnómetro +Agua: 342.77gr.

d. Peso Picnómetro + Agua + Ag. Fino: 380.42 gr.

e. Peso Específico: (b/(c+b-d): 2.68gr/cm^3

N° de Picnómetro: P2

a. Peso de Picnómetro: 96.03 gr.

b. Peso A. Fino Seco: 60.00gr.

c. Peso Picnómetro +Agua: 344.12 gr.

d. Peso Picnómetro + Agua + Ag. Fino: 381.97 gr.

e. Peso Específico: (b/(c+b-d): 2.71 gr/cm^3

Peso Específico Promedio: 2.70 gr/cm^3

Para el Agregado Grueso

La norma ASTM C 127 ó NTP 400.021 indica el procedimiento para determinar el peso específico del agregado grueso.

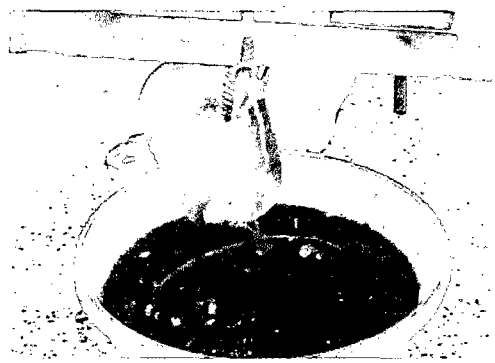
Equipos y Materiales

- Balanza electrónica.
- Horno.
- Canastilla de alambre.
- Balde.
- Bandejas.

• Pesamos una cantidad necesaria de agregado grueso, para luego sumergirla en agua, dentro de un balde.

- Dentro del balde colocamos la canastilla de alambre que contendrá al agregado.

- Finalmente vaciamos el agregado grueso, y lo pesamos, tomamos nota del peso para hacer los cálculos respectivos.



Resultados del Ensayo:

Nº Tara: T1

a. Peso del Agregado Grueso al Aire: 460.98 gr.
b. Peso del Agregado Grueso Sumergido al Agua: 289.58 gr.
c. Peso del Agregado Grueso Seco al Horno: 455.44 gr.
d. Peso Específico: (c / (a – b)) : 2.66 gr/cm^3

Nº Tara: T2

e. Peso del Agregado Grueso al Aire: 427.55 gr.
f. Peso del Agregado Grueso Sumergido al Agua: 269.09 gr.

g. Peso del Agregado Grueso Seco al Horno: 422.39 gr.

h. Peso Especifico: (c / (a – b)) : 2.67 gr/cm^{3}aa

i. Peso Especifico Promedio: 2.67gr/cm3

4.1.7 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN

Se entiende por absorción, al contenido de humedad total interna de un agregado que está en la condición de saturado superficialmente seco.

La capacidad de absorción del agregado se determina por el incremento de peso de una muestra secada al horno, luego de 24 horas de inmersión en agua y de secado superficial. Esta condición se supone representa la que adquiere el agregado en el interior de una mezcla de concreto.

Este tiene importancia, puesto que se refleja en el concreto reduciendo la cantidad de agua en la mezcla, teniendo mucha influencia en las propiedades de resistencia y en la trabajabilidad, por ello es importante tenerlo en cuenta al momento de hacer las correcciones necesarias en el diseño de mezcla.

Para el Agregado Fino

La norma ASTM C 128 ó NTP 400.022 indica el procedimiento para determinar el porcentaje de absorción del agregado fino.

Equipos y Materiales

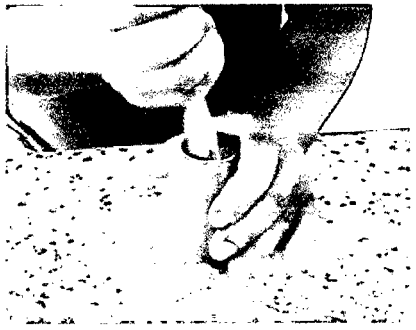
- Balanza electrónica.
- Horno.
- Bandejas.
- Molde cónico.
- Barra de metal.

El procedimiento a seguir es el siguiente:

- Tomamos una muestra representativa de 1000 gr. de agregado fino, que luego será colocado en una bandeja y llevado al horno por 24 horas, a continuación se retirará la muestra del horno y se dejará enfriar y reposar.

- Retiramos la muestra del horno y la cubrimos con agua durante 24 horas, seguidamente extendemos la muestra sobre una superficie adecuada expuesta a una corriente suave tibia de ventilación y la removemos hasta que adquiera un secado uniforme y que los granos no se adhieran entre sí.

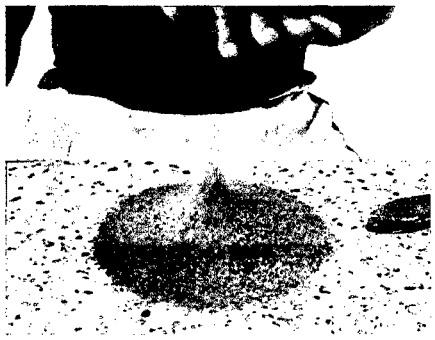
- A continuación echamos el agregado fino en el molde cónico, de manera suelta hasta que llegue a la superficie.



- Seguidamente con una barra de metal se le aplicará suavemente 25 golpes.

- Enrasamos la superficie con ayuda de la barra de metal.

- Luego se procederá a retirar el molde en forma vertical, observamos que el agregado fino se desmorona, esto nos indica que la muestra ha alcanzado una condición de superficialmente seco.



- Finalmente se pesa una cantidad necesaria y se lleva al horno durante 24 horas, para luego ser pesada nuevamente y así obtener el porcentaje de absorción del agregado fino.

Resultados del Ensayo:

%ABS= (Ag. Fino Sat.- Ag. Fino Seco)/ Ag. Seco x 100

%ABS=1.14 %

Para el Agregado Grueso

La norma ASTM C 127 ó NTP 400.021 indica el procedimiento para determinar el porcentaje de absorción del agregado grueso.

Equipos y Materiales

- Balanza electrónica.
- Horno.
- Bandejas.

El procedimiento a seguir es el siguiente:

- Tomamos una cantidad necesaria de agregado grueso y lo sumergimos en un recipiente con agua durante 24 horas.

- Secamos el agregado superficialmente con un paño y lo colocamos en una bandeja, lo pesamos y lo llevamos al horno por 24 horas.
- Luego retiramos el agregado del horno y después de un tiempo prudente lo pesamos y tomamos nota del peso.
- Finalmente hacemos el cálculo respectivo y determinamos el porcentaje de absorción para el agregado grueso.

Resultados del Ensayo:

%ABS= (Ag. Grueso Sat.- Ag. Grueso Seco)/ Ag. Seco x 100

%ABS=1.22 %

4.1.8 CONTENIDO DE HUMEDAD

Es la cantidad de agua superficial retenida en un momento determinado por las particulas de agregado.

Es una caracteristica importante pues contribuye a incrementar el agua de mezcla en el concreto, razón por la que se debe tomar en cuenta conjuntamente con la absorción para efectuar las correcciones adecuadas en el proporcionamiento de las mezclas, para que se cumplan las hipótesis asumidas.

Para el Agregado Fino

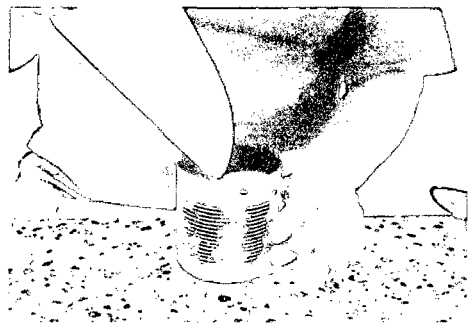
Equipos y Materiales

- Balanza electrónica.

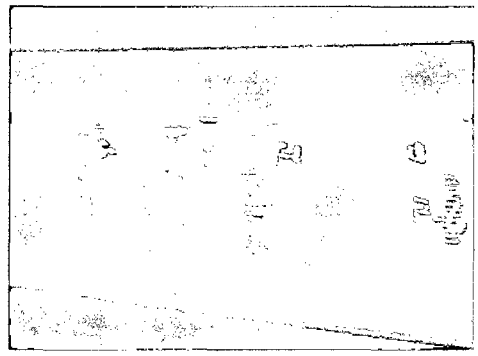
- Horno.
- Bandejas.

El procedimiento a seguir es el siguiente:

- Colocamos una muestra representativa de agregado fino en una tara o bandeja, lo pesamos y lo llevamos al horno durante 24 horas.



- Retiramos las muestras del horno dejamos enfriar durante un tiempo prudencial y pesamos.



- Finalmente hacemos los cálculos correspondientes y obtenemos el contenido de humedad del agregado.

Resultados del Ensayo:

Nº de Tara: T1

a. Peso de la tara: 43.48 gr.
b. Peso Tara + Ag. Fino Húmedo: 437.92 gr.
c. Peso Tara + Ag. Fino Seco: 435.17 gr.

d. Contenido Humedad: ((b – c)/(c – a) x 100)=0.70 %

N° de Tara: T2

e. Peso de la tara: 43.28 gr.
f. Peso Tara + Ag. Fino Húmedo: 470.94 gr.
g. Peso Tara + Ag. Fino Seco: 468.04 gr.
h. Contenido Humedad: ((f – g)/(g – e) x 100)=0.68 %

Contenido de Humedad Promedio Ag. Fino = 0.69 %

Para el Agregado Grueso

Equipos y Materiales

Balanza electrónica.

Horno.

Bandejas.

El procedimiento a seguir igual que el anterior:

- Colocamos una muestra representativa de agregado grueso en una tara o bandeja, lo pesamos y lo llevamos al horno durante 24 horas.
- Retiramos las muestras del horno dejamos enfriar durante un tiempo prudencial y pesamos.
- Finalmente hacemos los cálculos correspondientes y obtenemos el contenido de humedad del agregado.

Resultados del Ensayo:

N° de Tara: J1

a. Peso de la tara: 43.56 gr.
b. Peso Tara + Ag. Fino Húmedo: 441.33 gr.
c. Peso Tara + Ag. Fino Seco: 438.09 gr.
d. Contenido Humedad: ((b – c)/(c – a) x 100)=0.82 %

N° de Tara: J2

e. Peso de la tara: 38.42 gr.

f. Peso Tara + Ag. Fino Húmedo: 435.86 gr.

g. Peso Tara + Ag. Fino Seco: 432.64 gr.

h. Contenido Humedad: ((f – g)/(g – e) x 100)=0.82 %

i. Contenido de Humedad Promedio Ag. Grueso = 0.82 %

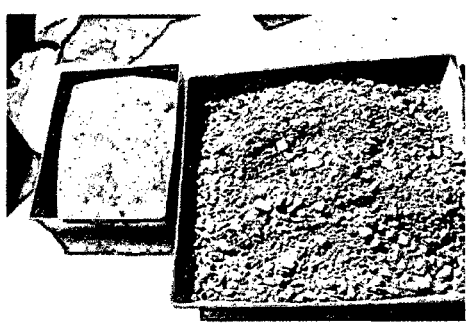
4.1.9 ETAPAS Y ENSAYOS PARA LA ELABORACIÓN DEL CONCRETO

4.1.9.1 Preparación de Muestras de Pruebas

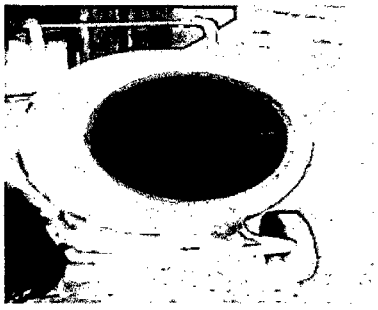
El primer paso a seguir es la extracción de los agregados, los que son tomados de las canteras, y que constituyen un proceso fundamental en la elaboración del concreto.

Las muestras de agregados que se obtienen de las canteras, son tomadas para verificar sus características tales como granulometrías, tamaño máximo, módulo de fineza, etc., a fin de que cumplan con los requisitos necesarios para la preparación de mezclas de concreto. Los agregados tanto fino como grueso, serán transportados desde las canteras en sacos tejidos, para evitar la pérdida de materiales finos, que conserven su humedad y no estén expuestos a contaminaciones y cambios de temperatura.

Estos materiales han sido transportados en camiones y trasladados hacia el laboratorio, en donde han sido sometidos a diversos ensayos. Para la preparación de muestras de pruebas, se procedió a tomar una cantidad representativa mediante el método del cuarteo de cada material.



Posteriormente todos los materiales serán agregados en la mezcladora de concreto.



4.1.10 ALCANCES REFERENTES AL USO Y MEZCLADO DE LAS FIBRAS METÁLICAS EN EL CONCRETO

El ahorro en tiempo y costo que viene dado por la utilización de fibras metálicas debido a la eliminación de costos de colocación y control del acero convencional, además que el camión de concreto puede accesar directamente hasta el sitio de colocación evitando así gastos en la utilización de bombas de concreto.

Las fibras metálicas Dramix Rc – 65/35 - Bn pueden ser añadidas a la mezcla de concreto con mucha facilidad, ya sea directamente al camión con la mezcla lista o en la planta durante el proceso de introducción de los agregados. En el caso de introducción directa en el camión, el tiempo de mezclado será aproximadamente de 1 minuto por metro cúbico, desde el inicio de colocación de las fibras.

No es necesaria la utilización de equipos especiales de dosificación de fibras, pero los mismos se encuentran disponibles en caso que el cliente lo considere apropiado para incrementar la productividad de la obra.

4.1.11 ENSAYO DE SLUMP MEDIANTE EL CONO DE ABRAMS

El método tradicional para medir la trabajabilidad es el Slump o asentamiento con el cono de Abrams.

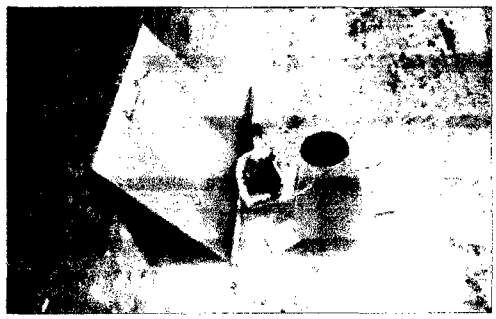
Construido de un material metálico rígido e inatacable por el concreto, con un espesor mínimo de 1,5 mm. Su forma inferior debe la de un cono truncado de 200 ±

2mm de diámetro de base mayor, 100 ± 2mm de diámetro de base menor y 300 ± 2mm de altura. Las bases deben ser abiertas, paralelas entre sí y perpendiculares al eje del cono. El molde debe ser provisto de asas y aletas para su manejo. Para este ensayo se requiere de una plancha metálica de material similar al del cono, cuyas dimensiones no están especificadas, pero se recomienda que su área sea lo suficientemente grande para cubrir la base inferior del cono; y sirve como base para el mismo e impide la pérdida de agua entre la superficie de ésta y el cono. (Norma INTINTEC 39.035 Ó ASTM C 143)

Éste método se realiza antes de elaborar las probetas prismáticas, para lo cual es necesario humedecer el interior del cono así como la placa metálica donde se va a colocar, con la finalidad de que el concreto no quede adherido a la superficie del cono y que éste no absorba el agua contenida en la mezcla.

Equipos y Materiales

- Cono de Abrams,



- Varilla compactadora de 5/8" de diámetro con punta semiesférica.
- Una superficie plana no absorbente.

El procedimiento a seguir es el siguiente:

- Se procede a llenar el molde con concreto, en número de tres capas.

- En la primera capa se llena el cono hasta un tercio de su volumen, y se aplican 25 golpes con la varilla para compactarlo, los golpes deben ser aplicados de manera uniforme sin que se llegue a impactar la base sobre la que está apoyado el cono.

- Luego se procede a llenar el cono con la mezcla de concreto hasta los dos tercios de su volumen, aplicándose nuevamente 25 golpes.
- Finalmente se llena el cono con el concreto restante hasta su superficie se le aplica 25 golpes.

- Se retira la mezcla sobrante de su superficie con una espátula de manera que quede enrasada y uniforme. Inmediatamente se procede a levantar el cono de manera vertical con un movimiento continuo y con mucho cuidado, se coloca el cono al lado de la mezcla, para medir el asentamiento, la toma de medida será entre la altura del molde y la cara superior central de la mezcla, nunca se debe medir en el punto más bajo o alto del cono de mezcla de concreto, se debe hacer siempre en el punto medio.

4.1.12 ELABORACION DE PROBETAS PRISMATICAS (VIGAS) DE CONCRETO

Para la elaboración de las probetas prismáticas (vigas) sin fibras metálicas y con fibras metálicas, se utilizarán moldes metálicos. Fabricados de un material metálico rígido, no reactivo al concreto. Deben llevar dispositivos

que aseguren entre sí las distintas partes del molde, así como estas a la placa de base, de tal manera que el conjunto resulte impermeable al agua. Las superficies interiores deben ser lisas, planas y sin imperfecciones. Los lados de base y todos los ángulos interiores deben ser rectos. Las probetas deben tener una longitud mínima igual a tres veces su altura, más 5cm. La relación ancho/altura no debe ser mayor de 1,5. Las dimensiones de la sección transversal no debe ser menor de tres veces el tamaño máximo del agregado. La sección transversal mínima debe ser 15x15x50 cm.

El procedimiento que se seguirá es el siguiente:

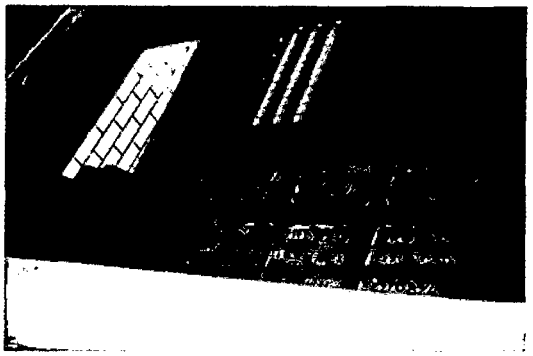
- Se procede inicialmente a limpiar los moldes metálicos con el uso del cepillo de alambre y la espátula.
- Posteriormente se les aplica un aceite hidráulico en su interior, para garantizar un acabado de las probetas adecuado y facilitar el desencofrado de estas
- El vaciado del concreto en estas probetas se realiza en dos capas de igual volumen aproximadamente (1/2 del volumen total de cada capa).

- Cada una de ellas se debe compactar aplicando 75 golpes con la barra compactadora distribuidos uniformemente sobre toda el área transversal de la probeta.
- Los moldes se golpean suavemente con el martillo de goma, en sus paredes externas para evitar la posible presencia de vacios de aire en la muestra.
- .Luego se enrasan con una cuchara de albañilería de manera que las superficie de ésas queden perfectamente lisas al ras con el borde del molde
- Dejaremos que la mezcla fragüe lo suficiente de manera que se puedan marcar para poder identificarlas en su cara superior con los datos correspondientes.

4.1.13 CURADO DE PROBETAS PRISMÁTICAS (VIGAS)

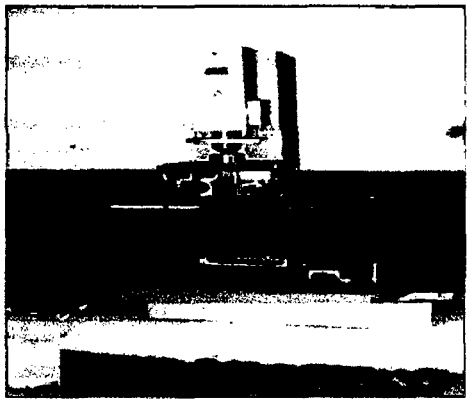
Una vez elaboradas las probetas deben protegerse de la pérdida de agua por evaporación y evitar la retracción del concreto, cubriéndolas adecuadamente con un material impermeable, durante las primeras24 horas de fraguado. Los moldes deben mantenerse en una superficie horizontal rígida, libre de vibraciones y de otras perturbaciones.

Las probetas deben retirarse de los moldes en un lapso de tiempo comprendido entre 20 y 48 horas después de su elaboración, y se almacenarán hasta el momento de ensayo directamente bajo agua potable, limpia, libre de materiales extraños, saturada de cal y con una temperatura de 23±1,5°C.



4.1.14 MÁQUINA DE ENSAYO A FLEXIÓN

Debe tener un dispositivo que asegure que las fuerzas aplicadas a la viga se mantengan verticales y sin excentricidad, es capaz de mantener la distancia entre apoyos, la carga se aplicará perpendicularmente a la cara superior de la viga, la dirección de las reacciones tiene que ser paralela a la dirección de la carga aplicada, la relación entre la distancia desde el punto de aplicación de la carga a su reacción más cercana, y la altura de la viga no debe ser inferior a la unidad, la carga tiene que incrementarse gradualmente y libre de impacto, las placas de carga y de apoyo no deben tener más de 60mm de alto, medidas desde el centro o eje del pivote y deben cubrir todo el ancho de las probetas, las placas de carga y de apoyo deben mantenerse en posición vertical y en contacto con el rodillo por medio de tornillos con resortes que los mantengan en contacto, las tiras de cuero deben ser de un espesor uniforme de 6mm y de 25 a 50mm de ancho.(NTP 339.044 Ó ASTM C - 78).



4.1.15 ENSAYO DE RESISTENCIA A FLEXION

La resistencia a flexión es una medida de la resistencia a la tracción del concreto, se expresa como el módulo de rotura (MR) y se obtiene por la aplicación de la siguiente fórmula:

$$Mr = \frac{PL}{bh^2}$$

Donde:

Mr: módulo de rotura en N/cm^2 (Kg/cm^2)

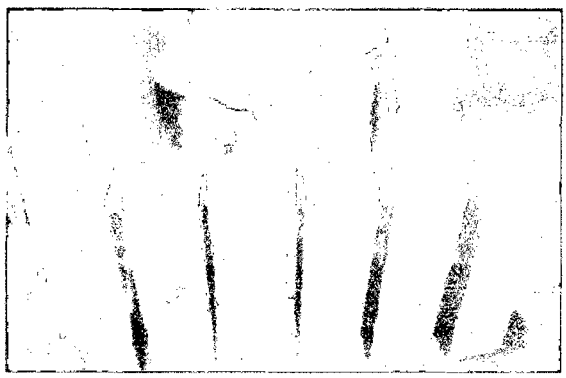
P: carga máxima aplicada en N (Kg)

L: luz, en centímetros

b: ancho promedio del espécimen, en centímetros

H: altura promedio del espécimen en centímetros

Antes de la ejecución de los ensayos, las probetas se retiraron de la piscina de curado dejándolas secar de 3 a 4 horas. Esto es necesario, ya que las probetas deben estar completamente secas antes de realizar los ensayos.



Para realizar este ensayo es necesario voltear la probeta sobre uno de sus lados, con respecto a la posición inicial de vaciado, y se centra con respecto a los puntos de apoyo de la viga con el dispositivo.

Se aplica la carga con una velocidad uniforme y sin impacto, de forma rápida hasta aproximadamente el 50% de la carga de rotura, después de lo cual se aplica una velocidad tal que el aumento del esfuerzo en la fibra interior no exceda los valores

especificados en la norma **ASTM C 78**. La carga se aplica hasta la fractura total del elemento, tomando la última lectura del dial de carga.

Equipos y Materiales

El aparato de medición de deflexión utilizado para medir la curva carga-deformación de un espécimen será el transformador diferencial de variación lineal (LVDT) y de los dispositivos para sujetarlos, y será capaz de medir la deflexión con la precisión adecuada. Deberá ser capaz de medir hasta 3mm.

El procedimiento a seguir es el siguiente:

1. La máquina de ensayo se usará en el rango desde 1/5 hasta su capacidad máxima. Cuando sea posible cambiar la capacidad con la misma máquina de ensayos, el rango será considerado para cada capacidad por separado.
2. La luz deberá ser tres veces el valor nominal de la longitud de una de las caras de la sección transversal.
3. Se coloca la muestra en el centro de los apoyos inferiores, a continuación, se coloca el dispositivo de carga superior en contacto con los puntos a cada tercio de la luz. No debe existir ningún espacio entre la superficie de la probeta y la superficie del aplicador de carga.
4. A fin de no quebrar la muestra se deberá aplicar una carga con una velocidad uniforme. La velocidad que se aplica deberá ser controlada de manera que el rango de incremento del esfuerzo de la fibra sea de 0.06±0.04 N/mm2 por segundo y su tasa de crecimiento se conservará hasta llegar a la carga máxima.
5. Anotar hasta los tres dígitos significativos de la máxima carga indicada por la máquina de ensayo hasta la falla del espécimen.
6. Medir el ancho de la sección transversal rota en los tres lugares con una precisión de 0.1mm, luego promediar y tomar cuatro cifras significativas.
7. Finalmente, medir la altura de la sección transversal rota en los dos lugares con una precisión de 0.1mm, luego promediar y tomar cuatro cifras significativas.

4.1.16 DISEÑOS DE MEZCLA DEL CONCRETO SIN FIBRAS METALICAS Y CON FIBRAS METÁLICAS DRAMIX RC – 65/35 - BN

4.1.16.1 ESPECIFICACIONES.

Se determinará, las proporciones de una mezcla de concreto, cuyas especificaciones de obras son:

a) La resistencia en compresión de diseño especificada para el concreto es de 210 Kg/cm^2 a los 28 días.
b) Las condiciones de colocación requieren una mezcla de consistencia plástica.
c) No hay presencia de cloruros ni ataque por sulfatos.

4.1.16.2 DISEÑOS DE MEZCLA PARA EL CONCRETO F'C = 210 KG/CM2

Cemento:	
P.E. Andino Portland Tipo I	3.11 gr/cm3
Agua:	
Potable de la red de servicio de la UNICA	
Agregado Fino:	
Peso Específico de Masa	2.70 Kg/cm3
Peso compactado ag. fino	1695 kg/m3
Absorción	1.14%
Contenido de Humedad	0.69%
Módulo de Fineza	2.1
Agregado Grueso:	
Tamaño Máximo Nominal	1"

Peso Seco Compactado	1711 Kg/m3
Peso Específico de Masa	2.67 gr/cm3
Absorción	1.22%
Contenido de Humedad	0.82%
Módulo de Fineza	7.29

Fuente: laboratorio de mecánica de suelos SENCICO - HUANCAYO

Procedimiento de Diseño de mezcla

1) Determinación de la resistencia promedio f'cr.
   De acuerdo a la tabla N°1 es de f'c= 294 Kg/cm².
2) El tamaño máximo nominal del agregado TMN = 1".
3) De acuerdo a la tabla N°2

El asentamiento será para losas y pavimentos de 1" a 3".

4) El volumen unitario del agua. De acuerdo a la tabla N°3 Será = 193 lt.
5) El contenido de aire atrapado, de cuerdo la tabla N°4

Será = 1.50 %

6) Relación agua-cemento, de acuerdo a la tabla N°5

a/c= 0.56

7) Contenido de cemento

Se determinará dividiendo el contenido unitario de agua entre la relación a/c.

Factor cemento= 193/0.56=345 Kg/m³ = 8.12 bol/m³.

8) Volumen absoluto de la pasta

La suma de los volúmenes absolutos es:

Cemento :	345	/	3.11	x	1000	=	0.111	m3
Agua :	193	/	1	x	1000	=	0.193	m3
Aire :	1.50%					=	0.015	m3
Volumen absoluto de la pasta:						=	0.319	m3

9) Volumen absoluto del agregado

Es igual a la unidad menos el volumen de la pasta:

$$1 - 0.319 = 0.681\ m^3.$$

10) Cálculo del módulo de fineza de la combinación de agregados

Con la cantidad de cemento ya conocida y el tamaño máximo nominal del agregado, entramos a la tabla N°6, y determinamos el módulo de fineza= 5.41.

11) Cálculo de rf (volumen absoluto del fino)

Reemplazando valores en la ecuación:

$$rf = \frac{m_{g-}m}{m_g - m_f} x100$$

Donde:

m: modulo de fineza de la combinación de los agregados en función del factor cemento de la mezcla y del tamaño máximo nominal del agregado grueso.

mr : módulo de fineza del agregado fino.

mg: modulo de fineza del agregado grueso.

rf: porcentaje del agregado fino en relación al volumen absoluto total del agregado

rf= 33.22 %.

12) Volúmenes absolutos de los agregados

Vol. Absoluto Ag. Fino : 0.681 x 33.22 % = 0.226 m3

Vol. Absoluto Ag. grueso: 0.681 x 66.78 % = 0.455 m3

13) Pesos secos de los agregados

Agregado fino 0.226 x 2.70 x 1000 = 610.20 kg/m3

Agregado Grueso 0.455 x 2.67 x 1000 = 1214.85 kg/m3

14) Valores de diseño

Cemento: 345 kg/m3

Agua de diseño: 193 lt/m3

Ag. Fino Seco: 610.20 kg/m3

Ag. Grueso Seco 1214.85 kg/m3

15) Corrección por humedad del agregado

Peso húmedo del:

Ag. Fino: 610.20 x 1.0069 = 614.41 kg/m3

Ag. Grueso: 1214.85 x 1.0082 = 1224.57 kg/m3

determinando la humedad superficial del :

Agregado Fino: 0.69 - 1.14 = -0.45 %

Agregado Grueso: 0.82 - 1.22 = -0.40 %

Aporte de humedad de los agregados:

Ag. Fino:	610.20	x	(- 0.0045)	=	-2.75	lt/m3
Ag. Grueso:	1214.85	x	(- 0.0040)	=	-4.86	lt/m3

Humedad que quita del agregado:

Agua efectiva: 193 + 7.61 = 200.61 lt.

Pesos de los materiales por unidad cúbica de concreto:

Cemento:	345	kg/m3
Agua efectiva:	200.61	lt/m3
Ag. Fino húmedo:	614.41	kg/m3
Ag.Grueso húmedo:	1224.57	kg/m3

4.1.17 DISEÑO DE MEZCLA PARA EL CONCRETO SIN FIBRA METÁLICA

Peso de los materiales obtenidos del diseño de mezcla final para el concreto con cemento andino portland tipo I.

MATERIALES	CANTIDAD DE MATERIALES (Kg/m3)
CEMENTO	345
AGUA	200.61
ARENA	614.41
PIEDRA	1224.57

PROPORCIÓN EN PESO:

$$\frac{345}{345} : \frac{614}{345} : \frac{1224}{345} / \frac{200.61}{345} = 1 : 1.78 : 3.55 / 0.58$$

CANTIDAD DE MATERIALES POR BOLSA:

Cemento	42.50		=	42.50	Kg
Agua	0.58	x 42.50	=	24.71	Lt
Agregado fino	1.78	x 42.50	=	75.69	Kg
Agregado grueso	3.55	x 42.50	=	150.85	Kg
Peso agregado fino	1695.00	/ 35	=	48.43	Kg/pie3
Peso agregado grueso	1711.00	/ 35	=	48.89	Kg/pie3

4.1.18 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE CONSISTENCIA DEL CONCRETO MEDIANTE EL CONO DE ABRAMS

Resultados de los ensayos de consistencia para los concretos sin fibras metálicas.

CONCRETO	N ° DE MUESTRA	W/C	ASENTAMIENTO	
			CM	PLG
CONCRETO F'C = 210 KG/CM2 SIN FIBRAS METALICAS	1	0.56	7.62	3"
	2		8.89	3.5"
	3		8	3.15"
	4		8.5	3.35"
	5		7.5	2.95"
	6		7.8	3.07"
	7		7.6	3"
	8		8.3	3.27"
	9		8.7	3.43"

4.1.19 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE RESISTENCIA A FLEXIÓN REALIZADOS AL CONCRETO SIN FIBRA METALICA

A continuación se muestra el cuadro resumen de las resistencias a flexión promedios obtenidas del diseño de mezcla del concreto sin fibra metálica para el concreto con cemento andino portland tipo I

PROBETAS PRISMATICAS (VIGAS) ENSAYADOS SIN FIBRA METALICA					
N° DE MUESTRA	FECHA DE TESTIGO	FECHA DE ENSAYO	EDAD DE CURADO EN DIAS	CARGA MAXIMA (KG)	M.R. (KG/CM2)
1	18/03/2013	25/03/2013	7	2775	37
2	18/03/2013	25/03/2013	7	2850	38
3	18/03/2013	25/03/2013	7	2850	38
4	18/03/2013	31/03/2013	14	3000	40
5	18/03/2013	31/03/2013	14	2925	39
6	18/03/2013	31/03/2013	14	3000	40
7	18/03/2013	13/04/2013	28	2925	39
8	18/03/2013	13/04/2013	28	3000	40
9	18/03/2013	13/04/2013	28	3075	41

Fuente: De los resultados obtenidos en el laboratorio de Mecánica de Suelos y concreto SENCICO – HUANCAYO

4.1.20 DISEÑO DE MEZCLA PARA EL CONCRETO CON FIBRAS METÁLICAS DRAMIX RC – 65/35 - BN

A continuación se muestran los valores calculados para la dosificación de mezcla con fibras metálicas **Dramix RC – 65/35 - BN**. Primero tomamos como referencia la cantidad de materiales obtenidos para producir una unidad cúbica de concreto sin fibras metálicas.

La dosificación será de 20 kg/m3 esta dosificación se obtiene de los estudios realizados en el laboratorio de BEKAERT (Bélgica) dato que se obtiene del

fabricante del producto.

MATERIALES	CANTIDAD DE MATERIALES (kg/m3)
CEMENTO	345.00
AGUA	200.61
ARENA	614.41
PIEDRA	1224.57
FIBRAS METÁLICAS DRAMIX RC-65/35-BN	20.00

PROPORCIÓN EN PESO:

$$\frac{345}{345} : \frac{614}{345} : \frac{1224}{345} : \frac{20}{345} / \frac{200.61}{345} \rightarrow 1 : 1.78 : 3.55 : 0.058 / 0.58$$

CANTIDAD DE MATERIALES POR BOLSA:

Cemento	42.50		=	42.50	Kg
Agua	0.58	x 42.50	=	24.71	Lt
Agregado fino	1.78	x 42.50	=	75.69	Kg
Agregado grueso	3.55	x 42.50	=	150.85	Kg
Fibra metálica Dramix Rc-65/35-Bn	0.058	x 42.50	=	2.47	Kg
Peso agregado fino	1695.00	/ 35	=	48.43	Kg/pie3
Peso agregado grueso	1711.00	/ 35	=	48.89	Kg/pie3
Fibra metálica Dramix Rc – 65/35 - Bn	20	/ 35	=	0.57	Kg/pie3

4.1.21 RESULTADOS DE ENSAYO DE CONSISTENCIA MEDIANTE EL CONO DE ABRAMS

A continuación se muestran los asentamientos obtenidos cuando se usó las fibras metálicas DRAMIX RC-65/35-BN.

CONCRETO	N ° DE MUESTRA	W/C	ASENTAMIENTO	
			CM	PLG
CONCRETO F'C = 210 KG/CM2 CON FIBRAS METALICAS	1	0.56	7.00	2.76"
	2		6.8	2.76"
	3		7.7	3.03"
	4		8.00	3.15"
	5		7.2	2.83"
	6		6.5	2.56"
	7		7.60	3"
	8		6.9	2.71"
	9		8.2	3.22"

4.1.22 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE RESISTENCIA A FLEXIÓN REALIZADOS AL CONCRETO CON FIBRAS METÁLICAS DRAMIX RC-65/35-BN

En esta parte se registran todos los resultados de los ensayos realizados en el concreto con fibras metálicas.

Entre los ensayos ejecutados tenemos los referentes a la resistencia a flexión los que han sido evaluados a las edades de: 7, 14 y 28 días.

A continuación se muestran los resultados del ensayo de resistencia a flexión obtenida del diseño de mezcla del concreto con fibras metálicas DRAMIX RC-65/35-BN.

PROBETAS PRISMATICAS (VIGAS) ENSAYADOS CON FIBRA METALICA					
N° DE MUESTRA	FECHA DE TESTIGO	FECHA DE ENSAYO	EDAD DE CURADO EN DIAS	CARGA MAXIMA (KG)	M.R. (KG/CM2)
1	18/03/2013	25/03/2013	7	3172	42
2	18/03/2013	25/03/2013	7	3274	44
3	18/03/2013	25/03/2013	7	3236	43
4	18/03/2013	31/03/2013	14	3244	43
5	18/03/2013	31/03/2013	14	3233	43
6	18/03/2013	31/03/2013	14	3265	44
7	18/03/2013	13/04/2013	28	3675	49
8	18/03/2013	13/04/2013	28	3750	50
9	18/03/2013	13/04/2013	28	3825	51

Fuente: De los resultados obtenidos en el laboratorio de Mecánica de Suelos y concreto SENCICO - HUANCAYO

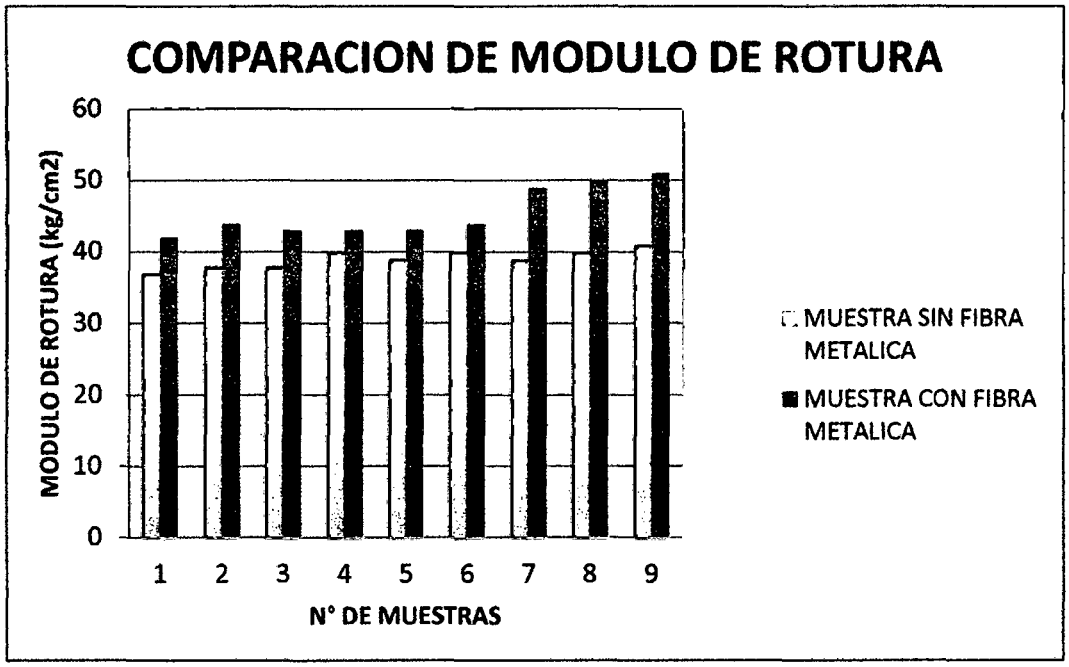
4.1.23 ANÁLISIS COMPARATIVO REFERENTE A LA RESISTENCIA A FLEXIÓN DEL CONCRETO SIN FIBRAS METÁLICAS Y CON FIBRAS METÁLICAS DRAMIX RC-65/35-BN EN PROBETAS PRISMÁTICAS (VIGAS)

A continuación se compararán y analizarán los resultados obtenidos de los ensayos y las relaciones que guardan entre ellos. Como se sabe en el presente estudio se emplearon dos tipos de concreto sin y con fibras metálicas

La práctica y las investigaciones que se hicieron a lo largo de este estudio nos permitirán analizar los resultados y ver en qué medida se benefician las propiedades de consistencia y de resistencia del concreto a flexión con la incorporación de las fibras metálicas puesto que es el fin de este tema de investigación.

A continuación se muestran los cuadros y el gráfico que representan el estudio de los resultados de los ensayos de resistencia a flexión practicados al concreto sin y con fibras metálicas, a las edades de 7, 14 y 28 días.

ANALISIS COMPARATIVO REFERENTE A LA RESISTENCIA A FLEXION DEL CONCRETO



En el gráfico se muestra la comparación de resistencias de las Muestras Con Fibra y Sin Fibra, donde se puede observar que las Muestras Con Fibra tienen un Módulo de Rotura mayor con respecto a las Muestras Sin Fibra, esto se debe a que las fibras metálicas aumentan la resistencia a flexión del concreto.

ANALISIS COMPARATIVO REFERENTE A LA CONSISTENCIA DELCONCRETO

El asentamiento del concreto se mide de acuerdo con la norma ASTN C 143. La tolerancia para esta norma, varía de acuerdo al nivel de asentamiento ordenado o especificado. Las tolerancias para el asentamiento se muestran en la siguiente de la norma ASTM C 94.el asentamiento del concreto con fibras metálicas se encuentra dentro de las tolerancias especificado.

Asentamiento Especificado	Tolerance
Especificación Asentamiento Máximo	
<3 in. (75 mm)	+0 to -1½ in. (40 mm)
>3 in. (75 mm)	+0 to -2½ in. (65 mm)
Especificación Asentamiento Mínimo	
<2 in. (50 mm)	±½ in. (15 mm)
2- 4 in. (50 - 100 mm)	±1 in. (25 mm)
>4 in. (50 mm)	±1½ in. (40 mm)

Fuente: *Norma ASTM C 94*

4.1.24 DISEÑO DE PAVIMENTO DE CONCRETO

4.1.24.1 MÉTODOS DE DISEÑO

Para satisfacer adecuadamente las condiciones tanto del suelo, como de carga y tráfico a los que van a estar sometidos los pavimentos, se deben utilizar los métodos de la American Association of State Highways and Transportation Officials (Método AASTHO) y el de la Pórtland Cement Association (Método PCA)

4.1.24.2 MÉTODO AASHTO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS

El método se fundamenta en la ecuación de Diseño AASHTO 1986-1993, en el cual a partir de un espesor de pavimento supuesto, se calculan los Ejes Equivalentes y posteriormente se evalúan todos los factores adicionales de diseño los cuales al aplicarlos en dicha ecuación, esta debe estar en equilibrio, de no haber equilibrio en la ecuación, se deben seguir efectuando tanteos hasta lograr equilibrio. A continuación se muestra como referencia la ecuación mencionada, base del Método AASTHO.

$$\log_{10} W_{18} = Z_R S_o + 7.35 * \log_{10}(D+1) - 0.06 + \frac{\log_{10}\left[\frac{\Delta PSI}{4.5-1.5}\right]}{1+\frac{1.624*10^7}{(D+1)^{8.46}}} + (4.22-0.32*p_t)*\log_{10}\left[\frac{S'c*Cd\left(D^{0.75}-1.132\right)}{215.63*J\left[D^{0.75}-\frac{18.42}{(E_c/K)^{0.25}}\right]}\right]$$

W18 = Número de cargas de 18 kips (80 kN) previstas.

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

S0 = Desvío estándar de todas las variables.

D = Espesor de la losa del pavimento en pulg.

ΔPSI = Pérdida de serviciabilidad prevista en el diseño.

Pt = Serviciabilidad final.

S´c = Módulo de rotura del concreto en psi.

J = Coeficiente de transferencia de carga.

Cd = Coeficiente de drenaje.

EC = Módulo de elasticidad del concreto, en psi.

K = Módulo de reacción de la subrasante (coeficiente de balastro), en pci (psi/pulg).

4.1.24.3 VARIABLES DE DISEÑO

4.1.24.3.1 VARIABLES DE TIEMPO

Se consideran dos variables: período de análisis y vida útil del pavimento. La vida útil se refiere al tiempo transcurrido entre la puesta en operación del camino y el momento en el que el pavimento requiera rehabilitarse, es decir, cuando éste alcanza un grado de serviciabilidad mínimo. El período de análisis se refiere al período de tiempo para el cual va a ser conducido el análisis, es decir, el tiempo que puede ser cubierto por cualquier estrategia de diseño. Para el caso en el que no se considere rehabilitaciones, el período de análisis es igual al período de vida útil; pero si se considera una planificación por etapas, es decir, una estructura de pavimento seguida por una o más operaciones de rehabilitación, el período de análisis comprende varios períodos de vida útil, el del pavimento y el de los distintos refuerzos. Los períodos de análisis recomendados son mostrados en la tabla. En el estudio realizado el periodo de análisis será de 20 años para pavimentos de bajo volumen de transito

CLASIFICACIÓN DE LA VÍA	PERÍODO DE ANÁLISIS (AÑOS)
Urbana de alto volumen de tráfico	30 – 50
Rural de alto volumen de tráfico	20 – 50
Pavimentada de bajo volumen de tráfico	15 - 25
No pavimentada de bajo volumen de tráfico	10 – 20

Fuente: Guía AASHTO "Diseño de estructuras de pavimentos, 1993".

4.1.24.3.2 DESVIACION MORMAL ESTANDAR (Zr)

esta variable define que, para un conjunto de variables (espesor de las capas, características de los materiales, condiciones de drenaje, etc.) que intervienen en un pavimento, el transito que puede soportar el mismo a lo largo de un periodo de diseño sigue una ley de distribución normal con una media Mt y una desviación típica So con dicha distribucíon se obtiene el valor de Zr en función de un nivel de confiabilidad R, de forma que exista una posibilidad de que 1-R/100 del tránsito realmente soportado sea inferior a Zr x So.

Valores de Z_r en función de la confiabilidad R

Confiabilidad R, %	Desviación normal estándar Z_r
50	-0.000
60	-0.253
70	-0.524
75	-0.674
80	-0.841
85	-1.037
90	-1.282
91	-1.340
92	-1.405
93	-1.476
94	-1.555
95	-1.645
96	-1.751
97	-1.881
98	-2.054
99	-2.327
99.9	-3.090
99.99	-3.750

Fuente: Guía para Diseño de Estructuras de pavimentos, AASHTO, 1,993

4.1.24.3.3 ERROR ESTANDAR COMBINADO (So)

Como lo indicado anteriormente, este valor representa la desviación estándar conjunta, e incluye la desviación estándar de la ley de predicción del tránsito en el periodo de diseño con la desviación estándar de la ley de predicción del comportamiento del pavimento, es decir, el numero de ejes que puede soportar un pavimento hasta que su indice de serviciabilidad descienda por debajo de un determinado Pt.

Se recomienda utilizar para So valores comprendidos dentro de los intervalos siguientes:

Para pavimentos rígidos 0.30 – 0.40

En construcción nueva 0.35

En sobre – capas 0.40

4.1.24.4 CRITERIOS DE COMPORTAMIENTO

4.1.24.4.1 ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD

La serviciabilidad se usa como una medida del comportamiento del pavimento, la misma que se relaciona con la seguridad y comodidad que puede brindar al usuario (comportamiento funcional), cuando éste circula por la vialidad. También se relaciona con las características físicas que puede presentar el pavimento como grietas, fallas, peladuras, etc, que podrían afectar la capacidad de soporte de la estructura (comportamiento estructural).

4.1.24.4.2 ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (P0)

El indice de serviciabilidad inicial (P0) se establece como la condición original del pavimento inmediatamente después de su construcción o rehabilitación. AASHTO estableció para pavimentos rígidos un valor inicial deseable Si es que no se tiene información disponible para el diseño.

Po = 4.5 para pavimentos rígidos

Po = 4.2 para pavimentos flexibles

4.1.24.4.3 ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL (PT)

El índice de serviciabilidad final (Pt), ocurre cuando la superficie del pavimento ya no cumple con las expectativas de comodidad y seguridad exigidas por el usuario. Los valores que se recomiendan dependiendo del tipo de pavimento son los siguientes:

Pt = 2.5 o más para caminos muy importantes

Pt = 2.0 para caminos de transito menor

4.1.24.4.4 PERDIDA DE SERVICIABILIDAD (ΔPSI)

La pérdida de serviciabilidad se define como la diferencia entre el índice de servicio inicial y terminal.

$$\Delta PSI = P0 - Pt$$

La pérdida de serviciabilidad para nuestro estudio será:

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

4.1.24.5 PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

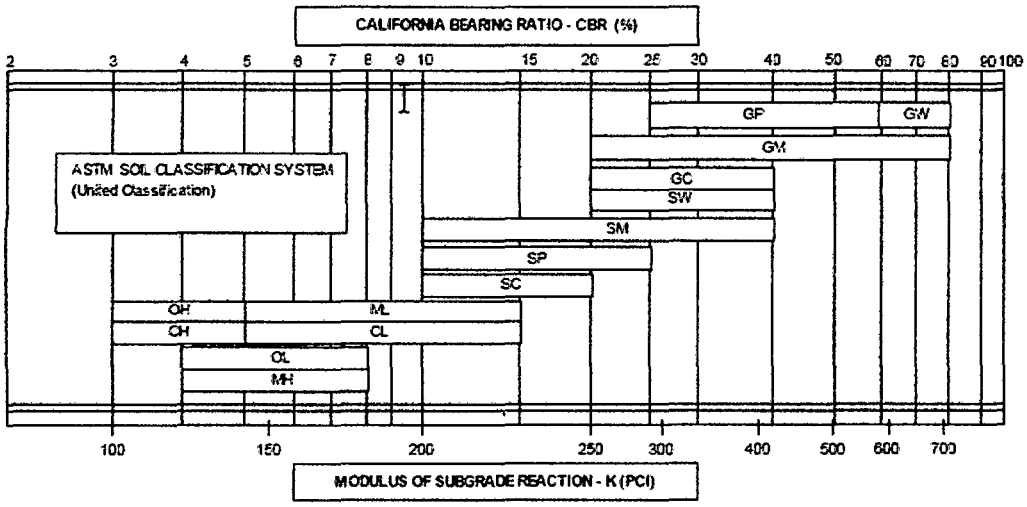
4.1.24.5.1 MÓDULO DE REACCIÓN (K)

Este factor nos da idea de cuánto se asienta la subrasante cuando se le aplica un esfuerzo de compresión. Numéricamente, es igual a la carga en libras por pulgada cuadrada sobre un área de carga, dividido por la deflexión en pulgadas para esa carga. Los valores de k son expresados como libras por pulgada cuadrada por pulgada (pci).

Puesto que la prueba de carga sobre placa, requiere tiempo y es costosa, el valor de k es estimado generalmente por correlación con otros ensayos simples, tal como la razón de soporte california (CBR) o las pruebas de valores R. El resultado es válido porque no se requiere la determinación exacta del valor k; las

variaciones normales para un valor estimado no afectarán apreciablemente los requerimientos de espesores del pavimento.

Correlación 1 con SUCS y VRS



Fuente: Guía AASHTO "Diseño de estructuras de pavimentos, 1993".

4.1.24.5.2 MÓDULO DE ROTURA DEL CONCRETO

Es un parámetro muy importante como variable de entrada para el diseño de pavimentos rígidos, ya que va a controlar el agrietamiento por fatiga del pavimento, originado por las cargas repetitivas de camiones. Se le conoce también como resistencia a la tracción del concreto por flexión.

El módulo de rotura requerido por el procedimiento de diseño es el valor medio determinado después de 28 días utilizando el ensayo de carga en los tercios.
Los valores recomendados para el Módulo de Ruptura varían desde los 41 kg/cm2 (583 psi) hasta los 50 kg/cm2 (711 psi) a 28 días dependiendo del uso que vayan a tener.

En seguida se muestran valores recomendados, sin embargo el diseñador deberá elegir de acuerdo a un buen criterio. Las características principales del concreto para el diseño de pavimentos son la resistencia a la flexión o módulo de rotura (MR) y el Módulo de elasticidad (Ec). El valor del modulo de rotura (MR) especificado a los 28 días debe ser medido mediante ensayos, utilizando una viga

simple con carga en los tercios del claro (AASHTO T 97, ASTM C 78, NMX-C-191-1986), la Tabla se indica los valores de MR que deben ser tomados en cuenta como parámetro de diseño.

Modulo de Ruptura (MR) recomendado	
Tipo de pavimento	MR (kg/cm^2)
Autopistas	48
Carreteras	48
Zonas Industriales	45
Urbanas principales	45
Urbanas secundarias	42

Fuente: Guía AASHTO "Diseño de estructuras de pavimentos, 1993".

MODULO DE ROTURA DE CONCRETO CON FIBRA METALICA

MUESTRAS DE CONCRETO CON FIBRA METALICA CURADO A LOS 28 DIAS	MODULO DE ROTURA (MR) EN KG/CM2	MODULO DE ROTURA (MR) EN PSI
1	49.00	697
2	50.00	711
3	51.00	725
PROMEDIO	50.00	711

MODULO DE ROTURA DE CONCRETO SIN FIBRA METALICA

MUESTRAS DE CONCRETO SIN FIBRA METALICA CURADO A LOS 28 DIAS	MODULO DE ROTURA (MR) EN KG/CM2	MODULO DE ROTURA (MR) EN PSI
1	39.00	555
2	40.00	569
3	41.00	583
PROMEDIO	40.00	569

Con los promedios obtenidos de los ensayos realizados a las muestras de concreto curados a los 28 días, con los módulos de rotura en psi se realzaron los diseños de espesor de pavimento.

4.1.24.5.3 MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO (Ec)

Es un parámetro que indica la rigidez y la capacidad de distribuir cargas que tiene una losa de pavimento. Es la relación entre la tensión y la deformación. Las deflexiones, curvaturas y tensiones están directamente relacionadas con el módulo de elasticidad del concreto. En los pavimentos de concreto armado continuo, el módulo de elasticidad junto con el coeficiente de expansión térmica y el de contracción del concreto, son los que rigen el estado de tensiones en la armadura. Para concreto de peso normal, el Instituto del Concreto Americano sugirió:

Donde Ec y f´c están dados en psi

$$E_c = 57000\,(f_c')^{0.5}$$

4.1.24.6 CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES

4.1.24.6.1 COEFICIENTE DE DRENAJE (Cd)

El valor del coeficiente de drenaje esta por los dos variables que son:

a). la calidad del drenaje, que viene determinado por el tiempo que tara el agua infiltrada en ser evacuada de la estructura del pavimento.

b). exposición a la saturación, que es el porcentaje de tiempo durante el año en que un pavimento está expuesto a niveles de humedad que se aproximan a la saturación. Este porcentaje depende de la precipitación media anual y de las condiciones de drenaje.

C_d	Tiempo transcurrido para que el suelo libere el 50 % de su agua libre	Porcentaje de tiempo en que la estructura del pavimento esta expuesta a niveles de humedad cercanas a la saturación.			
Calificación		< 1%	1 – 5 %	5 – 25 %	> 25 %
Excelente	2 horas	1.25 – 1.20	1.20 – 1.15	1.15 – 1.10	1.10
Bueno	1 día	1.20 – 1.15	1.15 – 1.10	1.10 – 1.00	1.00
Regular	1 semana	1.15 – 1.10	1.10 – 1.00	1.00 – 0.90	0.90
Pobre	1 mes	1.10 – 1.00	1.00 – 0.90	0.90 – 0.80	0.80
Muy pobre	Nunca	1.00 – 0.90	0.90 – 0.80	0.80 – 0.70	0.70

Fuente: Guía AASHTO "Diseño de estructuras de pavimentos, 1993".

4.1.24.6.2 COEFICIENTE DE TRANSMISION DE CARGA (J)

Este factor se utiliza para tomar en cuenta la capacidad del pavimento de concreto de transmitir las cargas a través de los extremos de las losas (juntas o grietas), su valor depende de varios factores, tales como: tipo de pavimento (en masa reforzando en las juntas, de armadura continua, etc.), el tipo de borde u hombro (de asfalto o de concreto unida al pavimento principal). La colocación de elementos de transmisión de carga (pasadores en los pavimentos con juntas, acero en los armados continuos, etc.). En función de estos parámetros, se indican los valores del coeficiente J:

Valores de coeficiente de transmisión de carga J

	hombro			
	Elemento de transmisión de carga			
	Concreto asfáltico		Concreto hidráulico	
Tipo de pavimento	si	no	si	no
No reforzado o reforzado con juntas	3.2	3.8 – 4.4	2.5 – 3.1	3.6 – 4.2
Reforzado continuo	2.9 – 3.2	----	2.3 – 2.9	----

Fuente: Guía Para Diseño de Estructuras de Pavimentos, AASHTO, 1,993

4.1.25 CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO

Desviación estándar para Diferentes controles de calidad (kg/cm2)					
Clases de Operación	Excelente	Muy Bueno	Bueno	Regular	Pobre
Testigos de Construcción general	< 400 (28.1)	400 a 500 (28.1) (35.2)	500 a 600 (35.2) (42.2)	600 a 700 (42.2) (49.2)	> 700 (49.2)
Testigos de Ensayos Laboratorio	< 200 (14.1)	200 a 250 (14.1) (17.6)	250 a 300 (17.6) (21.1)	300 a 350 (21.1) (24.6)	> 350 (24.6)

Fuente: *Tabla N° 6.9: Estándares de Control de Calidad del concreto (Manual ACI 228,1R-95, manual Of concrete practice, paginas 214-7),*

4.1.26 CALCULO DEL ESPESOR DE PAVIMENTO

4.1.26.1 ESPESOR DE PAVIMENTO SIN FIBRA METALICA

CÁLCULO DEL ESPESOR DEL PAVIMENTO SIN FIBRA METALICA
BARRIO PUEBLO NUEVO
(Periodo 20 años)

Zr * So =		-0.658	Confiabilidad R =	95%
7,35*log(D+1)	=	6.64	So =	0.40
0.06		-0.06	Error Estándar Zr =	-1.645
log(PSI/(4,5-1,5)	=	-0.0792	Serviciabilidad Inicial =	4.5
1.00		1.00	Serviciabilidad Final =	2
$16240000/(D+1)^{8.46}$	=	3.70E-01	Pérdida de Serviciabilidad =	2.5
(4.22-0.32*Pt)*log (X)	=	0.083	f'c =	210
			Modulo de Rotura del Concreto (S'c)=	**5.69E+02**

$$\left[\frac{S'c*Cd\left(D^{0.75}-1.132\right)}{215.63*J\left[D^{0.75}-\frac{18.42}{(E_c/K)^{0.25}}\right]}\right]^{4} = 1.05$$

Coeficiente de Drenaje (Cd) =	1
Coeficiente de Transferencia de Carga (J) =	3.2
Modulo de Elasticidad del Concreto (Ec) =	3.12E+06
Modulo de Reacción de la Subrasante (K) =	300
Ejes Equivalentes (W_{18}) =	8.85E+05

$\log W_{18}$ = 5.95

EAL_{18} = 8.85E+05 ← Cuando se cumple la igualdad (OK !!!!)

D (pulg) = 7.01 ← **INGRESAR VALOR**

D (cm) = 18

4.1.26.2 ESPESOR DE PAVIMENTO CON FIBRA METALICA

CÁLCULO DEL ESPESOR DEL PAVIMENTO CON FIBRA METALICA
BARRIO BELLAVISTA
(Periodo 20 años)

Zr * So	=	-0.658	Confiabilidad R =	95%
7,35*log(D+1)	=	6.19	Error Estándar So =	0.40
0.06		-0.06	Desviación normal Estandad Zr =	-1.645
log(PSI/(4,5-1,5)	=	-0.0792	Serviciabilidad Inicial =	4.5
1.00		1.00	Serviciabilidad Final =	2
$16240000/(D+1)^{8.46}$	=	1.22E+00	Pérdida de Serviciabilidad =	2.5
(4.22-0.32*Pt)*log (X)	=	0.512	f'c =	210
			Modulo de Rotura del Concreto (S'c)=	**7.11E+02**
$\left[\frac{S'c*Cd\left(D^{0.75}-1.132\right)}{215.63*J\left[D^{0.75}-\frac{18.42}{(E_c/K)^{0.25}}\right]}\right]^{4} =$		5.43	Coeficiente de Drenaje (Cd) =	1
			Coeficiente de Transferencia de Carga (J) =	3.2
		1.39	Modulo de Elasticidad del Concreto (Ec) =	3.12E+06
			Modulo de Reacción de la Subrasante (K) =	300
			Ejes Equivalentes (W_{18}) =	8.85E+05

$\log W_{18}$	=	5.95	
EAL_{18}	=	8.85E+05	Cuando se cumple la igualdad (OK!!!!)
D (pulg) =		5.95	**INGRESAR VALOR**
D (cm) =		15	

4.1.27 ANALISIS COMPARATIVO REFERENTE AL ESPESOR DE PAVIMENTO SIN FIBRAS METALICAS Y CON FIBRAS METALICAS DRAMIX RC – 65/35 - BN

A continuación se compararán y analizarán los resultados obtenidos de los diseños de pavimento. Como se sabe en el presente estudio se emplearon dos tipos de concreto sin y con fibras metálicas

El espesor de la losa del pavimento sin fibras metálicas es 18 cm y el espesor de la losa del pavimento con fibras metálicas es 15 cm. Por los que la diminución notable del espesor del pavimento depende directamente de la resistencia a flexión del concreto (MR).

4.2. DISCUSION

4.2.1 PRUEBA DE HIPOTESIS

El proceso que permite realizar el contraste de hipótesis requiere ciertos procedimientos. Se ha podido verificar los planteamientos de diversos autores y cada uno de ellos con sus respectivas características y peculiaridades, motivo por el cual era necesario decidir por uno de ellos para ser aplicado en la investigación.

a) Planteamiento de Hipótesis:

Este procedimiento realiza el contraste bilateral de la hipótesis nula H0:$\mu 1 = \mu 2$ frente a la hipótesis alternativa H1:$\mu 1 \neq \mu 2$ en el caso de muestras independientes y varianzas poblacionales desconocidas, distinguiendo los casos en que estas sean iguales o distintas. Por ello, también presenta un contraste de comparación de varianzas poblacionales, que Es la Prueba de Levene (un contraste más independiente que otros respecto de la hipótesis de normalidad de las variables implicadas). Recordemos que para aplicar esta técnica (test de la t de Student para dos muestras) se ha de cumplir que las variables sean Normales o que los tamaños muéstrales sean grandes (menores o iguales que 30).

Hipótesis Nula:

H0: La utilización de fibras metálicas Dramix RC-65/35-BN **noinfluye significativamente** en la resistencia a flexión en la construcción de pavimentos de concreto, en los barrios de bellavista y pueblo nuevo del Distrito de Lircay en el año 2012.

Hipótesis Alterna:

HI: La utilización de fibras metálicas Dramix RC-65/35-BN**influye significativamente** en la resistencia a flexión en la construcción de pavimentos de concreto, en los barrios de bellavista y pueblo nuevo del Distrito de Lircay en el año 2012.

b) Nivel de significancia (α) y nivel de confianza

Hay que realizar un contraste de comparación de dos medias con muestras independientes. Vamos a considerar un nivel de significación de α = 0,05(5%). Y un intervalo de confianza (1- α) =0.95 (95%) para la diferencia de medias poblacionales.

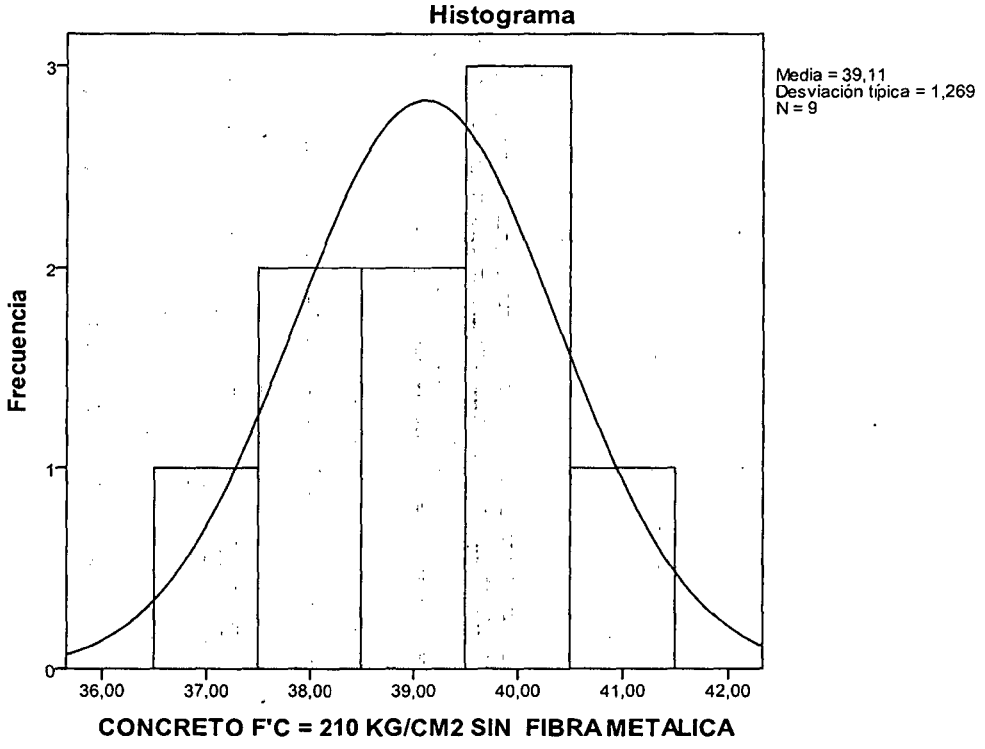
c) Cálculo del estadístico de prueba:

Exploración de los datos de la prueba de resistencia a flexión del concreto sin fibra metálica

Estadísticos

concreto f'c = 210 kg/cm2 sin fibra metálica

N	Válidos	9
	Perdidos	0
Media		39,1111
Mediana		39,0000
Desv. típ.		1,26930
Varianza		1,611
Asimetría		-,260
Error típ. de asimetría		,717
Curtosis		-,700
Error típ. de curtosis		1,400
Mínimo		37,00
Máximo		41,00



De acuerdo al reporte de los resultados que tiene se determina que estos datos proceden de una distribución normal, según el estadístico de bondad de ajuste de kolmogorov smirnov, tienen una distribución normal con una media de 39.11 y una desviación estándar de 1.26.

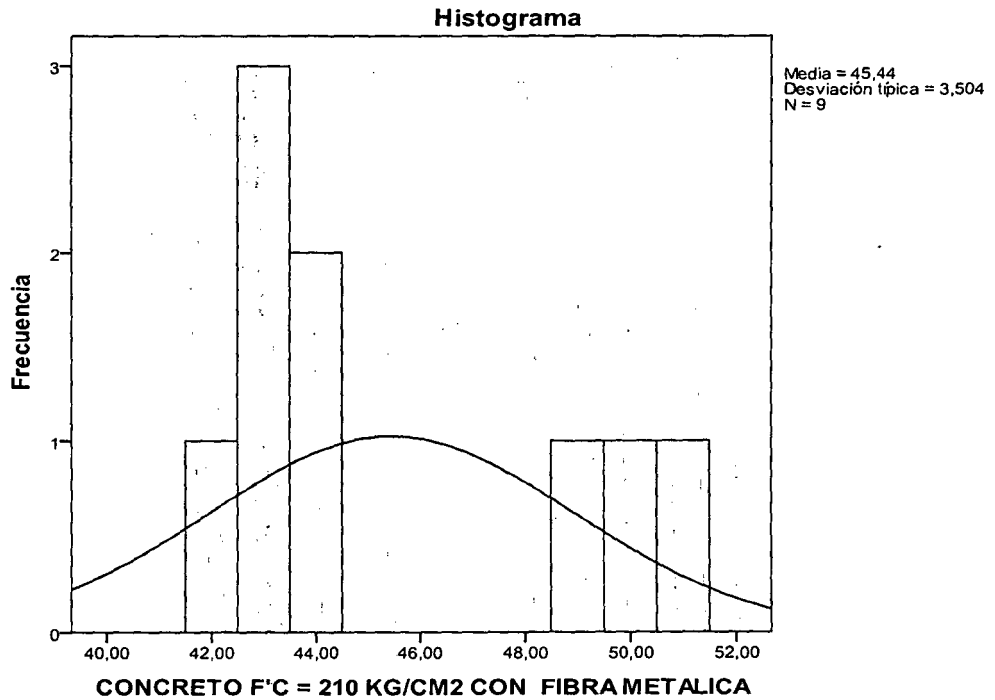
El histograma es unimodal y esta sesgado ligeramente hacia la izquierda (asimetría = - 0.260) y también ligeramente elevado (curtosis = -0.700).

Exploración de los datos de la prueba de resistencia a flexión del concreto con fibra metálica

Estadísticos

concreto f'c = 210 kg/cm2 con fibra metálica

N	Válidos	9
	Perdidos	0
Media		45,4444
Mediana		44,0000
Desv. típ.		3,50397
Varianza		12,278
Asimetría		,823
Error típ. de asimetría		,717
Curtosis		-1,374
Error típ. de curtosis		1,400
Mínimo		42,00
Máximo		51,00



En el cuadro y grafico se observa de acuerdo al reporte de los resultados que tiene se determina que estos datos proceden de una distribución normal con una media de 45.44 y una desviación estándar de 3.50.

El histograma es sesgado ligeramente hacia la derecha (asimetría = + 0.823) y ligeramente aplanada (curtosis = -1,374).respecto a la distribución normal.

d) Comprobación estadística de hipótesis

Para realizar la prueba de significancia estadística de la hipótesis del trabajo de investigación, se hizo uso de una prueba paramétrica T de Student para muestras independientes.

El estadígrafo de Prueba más apropiado para este caso es la Prueba T de Student, ya que el tamaño de la muestra es menor que 30 (n<30).

Estadísticos de grupo

	GRUPO	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media
MUESTRAS DE CONCRETO	1,00	9	39,1111	1,26930	,42310
	2,00	9	45,4444	3,50397	1,16799

Prueba de muestras independientes

		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
									95% Intervalo de confianza para la diferencia	
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	Inferior	Superior
MUESTRAS DE CONCRETO	Se han asumido varianzas iguales	15,637	,001	-5,098	16	,000	-6,33333	1,24226	-8,96681	-3,69986
	No se han asumido varianzas iguales			-5,098	10,064	,000	-6,33333	1,24226	-9,09888	-3,56779

En cuanto al resultado del contraste de hipótesis sobre igualdad de varianzas (Prueba de Levene) el valor del estadístico de contraste es 15.637y el nivel crítico (Sig.) es 0.001 Como este nivel crítico es menor que el nivel de significación, α= 0.05, entonces se puede rechazar la hipótesis de igualdad de varianzas poblacionales. Tenemos que ver, por tanto, los resultados del contraste de comparación de medias que hay a continuación de Se han asumido varianzas iguales.

e) Estadística de Prueba

El estadístico de contraste para la comparación de medias con varianzas desconocidas e iguales es:

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2}} \cdot \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$$

$$t = \frac{39.11 - 45.44}{\sqrt{\frac{(9-1)(1.26)^2 + (9-1)(3.50)^2}{9+9-2}} \cdot \sqrt{\frac{1}{9} + \frac{1}{9}}} = -5.098$$

Los grados de libertad son: gl = 16.

El nivel crítico o p-valor es: Sig. (Bilateral) = 0.000.

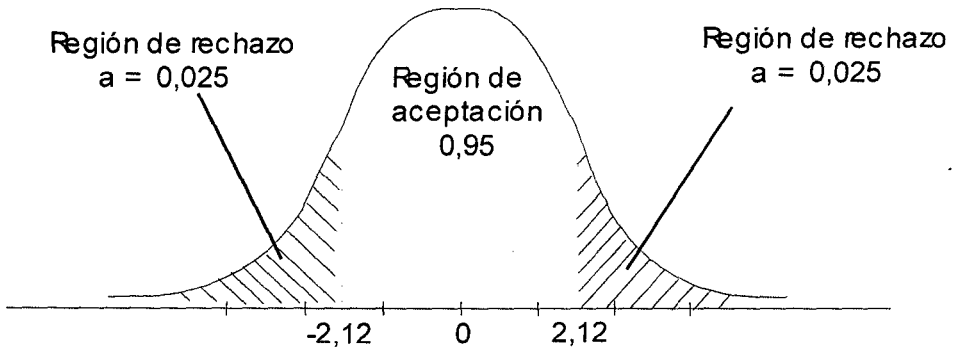
Como dicho nivel crítico es menor que el nivel de significación, α= 0.05, por lo que rechazamos la hipótesis de igualdad de medias y aceptamos la hipótesis alterna de desigualdad de medias. Por tanto, aceptamos que la media (poblacional) de la resistencia a flexión de las muestras de concreto sin fibras metálicas es distinta de la media (poblacional) de la resistencia a flexión de las muestras de concreto con fibras metálicas.

f) Regla de Decisión Estadística:

Para α= 0.05 y una distribución de t de Student a 16 grados de libertad se tiene el valor teórico **(VT)** de:

$$VT = t\,(16,0.95) = 2.12$$

Representación grafica:



g) Valor calculado de la estadística de prueba (VC)

El valor calculado de la estadística T de Student se obtiene reemplazando los estadígrafos obtenidos en la prueba.

$$VC = T = 5.098$$

h) Toma de decisión estadística.

Comparando el valor calculado (VC) con el valor teórico (VT), se observa que VC > VT, es decir VC = 5.098, se encuentra en la región de rechazo por tanto rechazamos la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

Se ha demostrado con un nivel de significancia del 5% y la prueba t de Student que el empleo de las fibras metálicasDramix RC-65/35-BN influye significativamente en la residencia a flexión en losa de concreto.

CONCLUSIONES

1) A comparación entre los resultados obtenidos en los Ensayos de resistencia a Flexión de las Muestras con Fibra Metálica y las Muestras sin Fibra Metálica, arrojan como resultado que las Muestras con Fibra metálicas Dramix RC-65/35-BN incide en una ganancia del 13.94% en la resistencia a flexión.
2) La resistencia a la flexión de un concreto es aplicada en estructuras como pavimentos rígidos , debido a que los esfuerzos de compresión que resulta en la superficie de contacto entre las llantas de un vehículo y el pavimento son aproximadamente iguales a la presión del inflado de las mismas, la cual en el peor de los casos puede llegar a ser de 5 ó 6 kg/cm2, este esfuerzo de compresión sobre un pavimento de concreto resulta sumamente bajo con relación a la resistencia a la compresión del concreto de 210 kg/cm2.
3) La resistencia a la compresión no es el factor determinante de la calidad del concreto para pavimentos, si no la resistencia a la flexión, por el paso de los vehículos y por diferencia de temperatura. Es claro entonces que para el diseño de pavimentos de concreto la característica importante es la resistencia a la flexión del concreto o también llamada "modulo de rotura "que con la incorporación de la fibras metálicas Dramix RC-65/35-BN en la dosificación del concreto se observa mejores resultados de resistencia a la flexión.
4) Los resultados obtenidos en la Desviación Estándar, para los ensayos estudiados, están dentro de los rangos propuestos en el marco teórico, en la, **Tabla N° 6.9:** Estándares de Control de Calidad del concreto (Manual ACI 228,1R-95, manual Of concrete practice, paginas 214-7), de donde se concluye que el grado de control de calidad realizado para ésta investigación está catalogado como excelente.
5) El ensayo de asentamiento realizados en la muestras de concreto con fibras metálicas Dramix RC-65/35-BN se encuentran dentro de las tolerancias que se muestran en la norma ASTM C 94, por lo tanto no altera la trabajabilidad del concreto fresco.
6) Analizando los resultados obtenidos del diseño de pavimento, se obtuvo que el espesor de las losas con fibra metálica DRAMIX – 65/35 – BN disminuyó 3 cm es decir, un16.67%.

RECOMENDACIONES

Basándose en las conclusiones y las experiencias adquiridas durante la ejecución de esta investigación, se pueden dar las siguientes recomendaciones:

1) Utilizar varias dosificaciones de la Fibra Metálica Dramix RC - 65/35-BN para estudiar si existe un aumento proporcional de la resistencia a flexión a medida que se aumenta la dosis.

2) Realizar estudios de resistencia a la flexión en concreto aplicada en estructuras distintas a pavimentos rígidos, la presión de las cargas que se ejerce sobre estas analizar este esfuerzo de compresión con relación a la resistencia a la compresión del concreto de 210 kg/cm2.

3) Para el diseño de pavimentos de concreto la característica importante es la resistencia a la flexión del concreto o también llamada "módulo de rotura "por lo que la resistencia a la compresión no es el factor determinante de la calidad del concreto.

4) Analizar resultados de Desviación Estándar, para los ensayos con materiales de canteras y dosificaciones de fibra metálica Dramix RC - 65/35-BN distintas a los estudiados, observar si están dentro de los rangos propuestos en el marco teórico, en la, **Tabla N° 6.9:** Estándares de Control de Calidad del concreto (Manual ACI 228,1R-95, manual Of concrete practice, paginas 214-7).

5) Realizar el ensayo de asentamiento en muestras de concreto con fibras metálicas Dramix RC-65/35-BN para materiales de canteras distintas a los realizados.

6) Analizar resultados de diseño de pavimento, para materiales de canteras distintas a los realizados y analizar el espesor de las losas con fibra metálica DRAMIX RC – 65/35 – BN.

BIBLIOGRAFÍA

(1) Sarzalejo A. G, (2009) Manual Técnico Maccaferri "Fibras como elemento estructural para refuerzo de concreto" – Brasil.

(2) Rico Rodríguez, Alonso Del castillo H. (1976)" la ingeniería de suelos en las vías terrestres (carretera, ferrocarriles y aeropuertos)", tomo 1. Primera edición, Editorial Limusa.

(3) Ordoñez Huamán Abel, Minaya González, Silene, Consideraciones y Aplicaciones en Proyectos de Carreteras en el País y Guía de Diseño Empírico Mecanistico de Pavimentos (Aashto 2002).

(4) José Céspedes Abanto José; Los Pavimentos en las Vías Terrestres Universidad Nacional de Cajamarca Primera Edición.

(5) Rico Rodríguez A, Del castillo H. (2002)" la ingeniería de suelos en las vías terrestres (carretera, ferrocarriles y aeropuertos)", tomo 2.Decima Quinta Edición, Editorial Limusa.

(6) Zavala Lombardi, Verónica; Manual para el Diseño de Carreteras Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito, Aprobado por la Resolución Ministerial N° 305-2008-MTC/02 del 04 de abril del año 2008.

(7) Arias, Fidias G. El Proyecto de Investigación. Editorial Episteme. Caracas, 2006.

(8) Sampieri, Roberto; Collado, Carlos; Lucio, Pilar. Metodología de la Investigación. Editorial Mc Graw Hill. Caracas, Julio 2000.

(9) Fratelli, Maria Graciela. Diseño Estructural en Concreto armado. Ediciones Unive. Caracas, 1.998

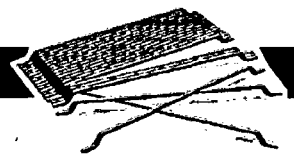
(10) Porrero, Joaquín; Ramos, Carlos; Grases, José; Velazco Gilberto. Manual del Concreto Estructural. Sidetur. Caracas, Octubre 2003.

ANEXOS

ANEXO N° 01
MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVOS	MARCO TEÓRICO	HIPOTESIS Y VARIABLE:	METODOLOGÍA
PROBLEMA GENERAL: ¿Cuál es la incidencia del uso de la fibra metálica Dramix RC - 65/35 – BN en la resistencia a flexión en la construcción de pavimentos de concreto en los barrios de bellavista y pueblo nuevo del distrito de lircay en el año 2012? **PROBLEMAS ESPECÍFICOS:** a) ¿Cómo es el uso de las fibras metálicas Dramix RC 65/35-BN en la dosificación de una mezcla, en la construcción de pavimentos. en los barrios de bellavista y pueblo nuevo del distrito de Lircay en el año 2012? b) ¿Cómo es la incidencia de la resistencia a flexión en la construcción de pavimentos de concreto en los barrios de bellavista y pueblo nuevo del distrito de Lircay en el año 2012? c) ¿Cómo realizar el diseño de pavimento en funcion a la reisitencia a flexión en los barrios de bellavista y pueblo nuevo del distrito de Lircay en el año 2012?	**OBJETIVO GENERAL:** Determinar la incidencia de fibras metálicas Dramix RC-65/35-BN en la resistencia a flexión en la construcción de pavimentos de concreto en los barrios de pueblo nuevo y bellavista del distrito de Lircay en el año 2012 **OBJETIVOS ESPECÍFICOS:** a) Evaluar la Mezcla Tradicional para un concreto f´c = 210 kg/cm2 como punto de comparación de esta investigación y establecer la Dosificación de la fibra metálica. b) Realizar los ensayos correspondientes a flexión de la muestras con y sin fibra metálica para la obtención de resultados y comparación de los mismos c) Diseñar un pavimento de concreto en función de las resistencias a flexión obtenidas anteriormente manteniendo constante las demás variables.	**1. ANTECEDENTES** **A NIVEL NACIONAL:** - El investigador CCOPA FLORES, Vladimir Arequipa (2011) realizó un trabajo de grado, titulado **"PAVIMENTO DE CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS METALICAS, AREQUIPA 2011"**. **A NIVEL INTERNACIONAL:** **- Rivera, Z. (2002),** realizó un trabajo de grado, titulado **"Incidencia de las fibras de polipropileno y las fibras metálicas en la resistencia a flexión del concreto para pavimentos rígidos"**, en la **Universidad Nueva Esparta.** **2.MARCO TEORICO REFERENCIAL:** • Historia de concreto con fibras metálicas. • Tipos de pavimento. • Pavimento de concreto hidráulico características • Concreto. • fibras metálicas. • metodología del diseño de mezcla de concreto.	**HIPÓTESIS GENERAL** La utilización de fibras metálicas Dramix RC-65/35-BN **influye significativamente** en la resistencia a flexión en la construcción de pavimentos de concreto, en los barrios de bellavista y pueblo nuevo del Distrito de Lircay en el año 2012 **HIPÓTESIS ESPECÍFICAS:** **a.**las fibras metálicas Dramix RC 65/35-BN en la dosificación de una mezcla de f'c = 210 kg/cm2 será de 20 kg/m3, dato del fabricante del producto. **b.**La resistencia a flexión del concreto con fibra metálica mejora los resultados con relación al esfuerzo a flexión en comparación del concreto tradicional. **c.**Realizar el diseño de pavimento método de ecuación de AASHTO 1993 en función de resultados de la resistencia a flexión determinado mediante el modulo de rotura (MR) **VARIABLES:** **Variable Independiente**: fibra metálica Dramix RC – 65/35 - BN (X) **Variable Dependiente**: mejora de resistencia a flexión del concreto en pavimentos (Y).	**TIPO DE INVESTIGACION:** Aplicativo. **NIVEL DE INVESTIGACION:** Descriptivo. **MÉTODO DE INVESTIGACION:** Experimental. **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN:** El Diseño de investigación es Descriptivo Comparativo. **POBLACIÓN Y MUESTRA** **Población**: 0.5 m3 de concreto sin fibra metálica. 0.5 m3 de concreto con fibra metálica. **MUESTRA**: 1. 9.0 Probetas de concreto sin fibra metálica de 15x15x50 cm. 2. 9.0 Probetas de concreto con fibra metálica de 15x15x50 cm. **TÉCNICAS** Las principales técnicas que se utilizará en este estudio serán por observación directa, análisis de documentos, ensayos a flexión de probetas prismáticas (vigas). **TÉCNICAS de procesamiento** - Formatos del laboratorio de mecánica de suelos y concreto SENCICO. - Norma ASTM C – 78 ensayos de resistencia a flexión en los puntos tercios.

ANEXO N° 02
FICHA TECNICA DEL PRODUCTO

FICHA TÉCNICA DEL PRODUCTO  BEKAERT

Dramix®

• Descripción:

Las fibras Dramix® son filamentos de acero, deformados y cortados en determinadas longitudes, para el refuerzo del hormigón, mortero u otros materiales compuestos. El Dramix® RC-65/35-BN es una fibra de alambre estirado en frío, con extremos conformados y encolado en peines.

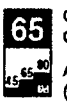
• Aplicaciones:

- gunitado u hormigón proyectado
- recrecidos

• Geometría:

Longitud (l)
35 mm

Diámetro (d)
0,55 mm



Comportamiento Clase: 65

Aspecto o esbeltez (= l/d): 64

14 500 fibras/kg

• Certificados de aprobación:

Conforme a
ASTM A820

Sistema de calidad en fábricas belgas y fábricas brasileñas y americanas

Producto	Producto
Bélgica	Rusia
ATG 1857	TC-07-0116-98
Turquía	Polonia
TS 10513	Z-2117/95
Alemania	Rumanía
Z-71.4-3	015-07/012-1997

• Resistencia a tracción:

- del alambre: mínimo 1100 N/mm²
- bajo carbono conforme a: - DIN 17 140-D9
  - EN 10016-2 - C9D

• Galvanizado: Ninguno

• Datos técnicos:

Para gunitado, ... solicitar documentación específica.

1 Resistencia equivalente a flexión

- $f_{fctm,eq,300}$, $f_{fctk,eq,300}$ = resistencia equivalente a flexión, promedia y característica, a una deformación de 1,5 mm, de acuerdo con la NBN B 15-238, 239, JSCE-SF4 y CUR35.
- $f_{fctm,eq,150}$, $f_{fctk,eq,150}$ = resistencia equivalente a flexión, promedia y característica, a una deformación de 3 mm, de acuerdo con la NBN 15-238, 239, JSCE-SF4 y CUR35.

Dramix® RC-65/35-BN

$f_{cpm,fl}$ (1) ▶	3,7 (C20/25) (2)		4,3 (C25/30)		4,8 (C30/37)		5,3 (C35/45)		5,8 (C40/50)	
Dosificación ▼	$f_{fctm,eq,300}$	$f_{fctm,eq,150}$	$f_{fctm,eq,300}$	$f_{fctm,eq,150}$	$f_{fctm,eq,300}$	$f_{fctm,eq,150}$	$f_{fctm,eq,300}$	$f_{fctm,eq,150}$	$f_{fctm,eq,300}$	$f_{fctm,eq,150}$
20	2,3	1,9	2,6	2,2	2,8	2,4	2,9	2,6	3,1	2,7
25	2,6	2,2	2,9	2,5	3,0	2,7	3,2	2,9	3,4	3,0
30	2,8	2,5	3,1	2,7	3,2	3,0	3,5	3,2	3,6	3,3
35	3,1	2,8	3,4	3,0	3,5	3,2	3,8	3,4	3,9	3,5
40	3,3	3,1	3,6	3,3	3,8	3,4	4,0	3,6	4,2	3,7
45	3,5	3,2	3,8	3,4	4,0	3,5	4,2	3,7	4,4	3,8
50	3,7	3,3	4,0	3,5	4,2	3,6	4,4	3,8	4,6	3,9

(1) $f_{cpm,fl}$ = Resistencia promedia a flexotracción del hormigón en masa (N/mm²).
(2) Clase de hormigón correspondiente a $f_{cpm,fl}$ de acuerdo con la ENV 1992-1-1.
El valor entre claves [0,5] se sustituye por el valor 0,6 en la fórmula (3.1).

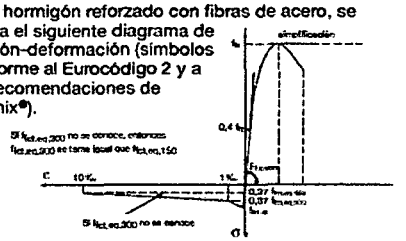
$f_{fctk,eq,300} = 0,7 \times f_{fctm,eq,300}$
$f_{fctk,eq,150} = 0,7 \times f_{fctm,eq,150}$
} De acuerdo con las recomendaciones Dramix®, salvo que hubiera más datos específicos disponibles.

2 Resistencia equivalente a tracción axial

- Resistencia equivalente a tracción axial = 0,37 x resistencia equivalente a flexión.

3 Diagrama de tensión-deformación

Para hormigón reforzado con fibras de acero, se aplica el siguiente diagrama de tensión-deformación (símbolos conforme al Eurocódigo 2 y a las recomendaciones de Dramix®).



Dramix®

4 Resistencia equivalente al cortante

El valor de cálculo del incremento de la resistencia al cortante debido a las fibras de acero es: τ_{fd} (N/mm²) - (el coeficiente de seguridad del material está incluido).

La contribución del hormigón y estribos debe añadirse a la de las fibras de acero.

Dramix® RC-65/35-BN

$f_{ctm,fl}$ (1) ▶	3,7 (C20/25) (2)	4,3 (C25/30)	4,8 (C30/37)	5,3 (C35/45)	5,8 (C40/50)
Dosificación▼	τ_{fd}	τ_{fd}	τ_{fd}	τ_{fd}	τ_{fd}
20	0,16	0,19	0,21	0,23	0,26
25	0,18	0,22	0,24	0,27	0,30
30	0,21	0,25	0,27	0,30	0,34
35	0,23	0,27	0,30	0,33	0,38
40	0,25	0,30	0,33	0,36	0,41
45	0,26	0,32	0,35	0,39	0,44
50	0,28	0,33	0,37	0,41	0,46

(1) $f_{ctm,fl}$ = Resistencia promedia a flexotracción del hormigón en masa (N/mm²).
(2) Clase de hormigón correspondiente a $f_{ctm,fl}$ de acuerdo con la ENV 1992-1-1. El valor entre claves [0,5] se sustituye por el valor 0,8 en la fórmula (3.1).

Por favor consultar también las recomendaciones de Dramix®.

5 Valores de tenacidad

Dramix® RC-65/35-BN

Dosificación ▼	Re1,5 (%)	Re3 (%)
20	58	50
25	64	56
30	69	62
35	75	67
40	80	72
45	84	75
50	88	77

Valores promedios a flexotracción del hormigón en masa $f_{ctm,fl}$ = 4,8 N/mm². Para utilizarse hasta C40/50.

6 Absorción de energía - ensayo de placa

La absorción de energía (J) de una placa de gunita de hormigón C30/37, de acuerdo con SNCF:

Dramix® RC-65/35-BN

Dosificación ▼	S25 (J)	Dosificación ▼	S25 (J)
20	800	35	1130
25	910	40	1245
30	1015		

N.V. Bekaert S.A. - Bekaertstraat 2 - 8550 Zwevegem - Belgium
Tel. +32 (0) 56 / 76 69 86 - Fax +32 (0) 56 / 76 79 47
Internet: http://www.bekaert.com/building

Reservado el derecho de modificaciones. Todos los detalles describen nuestros productos solo de forma general. Para pedidos y cálculos se deben usar únicamente las especificaciones y documentos oficiales. © N.V. Bekaert S.A. 2001.

Recomendaciones - mezclado

1. General

- ✓ preferiblemente añadir las fibras en la mezcladora de la planta hormigonera
- ✓ dosificación máxima recomendada:

Tamaño de los áridos (mm)	Dosificación (kg/m³)	
	vertido	bombeado
8	110	80
16	70	55
32	60	45

- ✓ es preferible una graduación continua
- ✓ mezclar hasta que todas las fibras se separen en fibras individuales. Las fibras no aumentan el tiempo de mezclado significativamente
- ✓ si se emplean cementos especiales o aditivos, se recomienda un ensayo preliminar

2. Adición de fibras

2.1. En la mezcladora de la planta

- ✓ no añadir nunca las fibras como primer componente en la mezcladora
- ✓ la fibras pueden introducirse junto con la arena y los áridos o pueden añadirse al hormigón mezclado en fresco
- ✓ **solo para hormigonera:** se pueden echar directamente en la mezcladora sacos cerrados degradables

2.2. Camión hormigonera

- ✓ poner la mezcladora a la máxima velocidad: 12-18 rpm
- ✓ ajustar el cono a un mínimo de 12 cm (preferiblemente con plastificantes o fluidificantes)
- ✓ añadir fibras con una velocidad máxima de 60 kg/min
- ✓ los sacos cerrados degradables pueden añadirse, siempre y cuando la velocidad de la hormigonera sea de mín. 12 rpm
- ✓ equipo opcional: elevador montacargas
- ✓ después de añadir las fibras, continuar mezclando a alta velocidad, durante 4-5 minutos (± 70 rotaciones)

2.3. Dosificación automática

- ✓ las fibras a granel pueden dosificarse en proporciones de hasta 3,5 kg/seg. con un equipo dosificador especialmente desarrollado

Recomendaciones - almacenaje

Proteger los palets contra la lluvia

No apilar los palets uno encima de otro

Suministrado en

sacos degradables de 20 kgs sobre palet de 1200 kgs

big-bags de 1100 kgs

Graphic Team Bekaert Kortrijk

Resp. editor: Ann Lambrechts, Leuven - 11/2001 (original version 05/2000)

ANEXO N° 03

RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

TESIS : PAVIMENTO DE CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS METALICAS, EN LOS BARRIOS DE BELLAVISTA Y PUEBLO NUEVO DEL DISTRITO DE LIRCAY EN EL AÑO 2012

SOLICITANTE. : *BACH. CHANCHA BENDEZU, Clodoaldo y PAREDES QUISPE, Nicodemo*

MUESTRA. : Agregado Fino (Arena Gruesa)

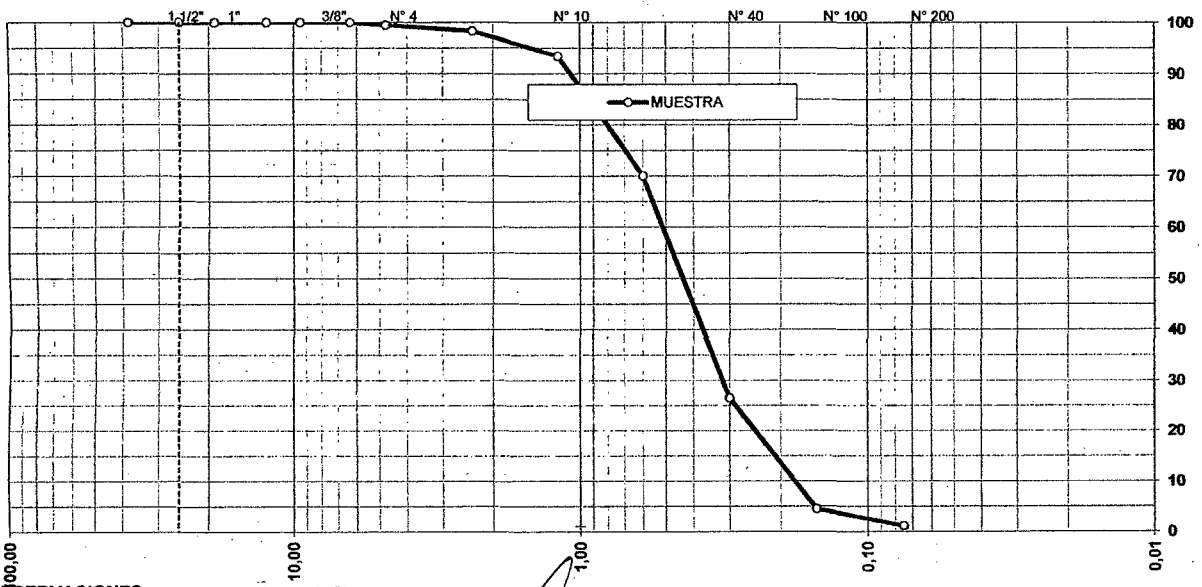
PROCEDENCIA DE MATERIAL : CANTERA TUCSIPAMPA

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.(gr.)	%RET.	%RET. AC.	% Q' PASA
					100
3"	76,2	0	0,0	0,0	100,0
2 1/2"	63,5	0	0,0	0,0	100,0
2"	50,8	0	0,0	0,0	100,0
1 1/2"	38,1	0	0,0	0,0	100,0
1"	25,4	0	0,0	0,0	100,0
3/4"	19,05	0	0,0	0,0	100,0
1/2"	12,5	0	0,0	0,0	100,0
3/8"	9,5	0	0,0	0,0	100,0
1/4"	6,35	0	0,0	0,0	100,0
# 4	4,75	3,2	0,53	0,53	99,5
# 8	2,36	6,73	1,12	1,66	98,3
# 16	1,19	29,51	4,92	6,57	93,4
# 30	0,6	140,64	23,44	30,01	70,0
# 50	0,3	260,94	43,49	73,50	26,5
# 100	0,15	131,86	21,98	95,48	4,5
# 200	0,075	20,20	3,37	98,85	1,2
FONDO		6,92	1,15	100,00	0,0
FRACCION					
TOTAL		600,00			

DESCRIPCION DE LA MUESTRA

PESO TOTAL =	600	gr
Mod. Fineza (A.F) =	**2,1**	
% Absorcion	1,14%	
Contenido de humedad	0,69%	
Peso E. de Masa	2.70 kg/cm3	
P.U. Varillado	1695.00 kg/m3	

CURVA GRANULOMETRICA



OBSERVACIONES : Agregado Fino

Material apto, se encuentra dentro de los limites permisibles para un buen diseño, no requiere mejoramiento.

LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES SENCICO Huancayo

TEC. J.P.G.A.

LEM - Nº 011943

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES -

TESIS : PAVIMENTO DE CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS METALICAS EN LOS BARRIOS DE BELLAVISTA Y PUEBLO NUEVO DEL DISTRITO DE LIRCAY EN EL AÑO 2012

REGRO POR : J.P.G.A

SOLITANTE. : *BACH. CHANCHA BENDEZU, Clodoaldo y PAREDES QUISPE, Nicodemo*

MUESTRA. : Agregado Grueso (Piedra chancada)

PROCEDENCIA DE MATERIAL : CANTERA OCOPA

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.(gr.)	%RET.	%RET. AC.	% Q' PASA
					100
3"	76,2	0	0,0	0,0	100,0
2 1/2"	63,5	0	0,0	0,0	100,0
2"	50,8	0	0,0	0,0	100,0
1 1/2"	38,1	0	0,0	0,0	100,0
1"	25,4	719	17,98	18,0	82,03
3/4"	19,05	1120	28,00	46,0	54,03
1/2"	12,5	1087	27,18	73,2	26,85
3/8"	9,5	471	11,78	84,9	15,08
# 4	4,75	513	12,83	97,8	2,25
# 8	2,36				
# 16	1,19				
# 30	0,6				
# 40	0,42				
# 50	0,3				
# 100	0,15				
# 200	0,075				
FONDO		90,0	2,25	100,0	0,00
TOTAL		4.000,00			

DESCRIPCION DE LA MUESTRA

PESO TOTAL = 4000 gr

T.M.N. (A.G) = 1"

Mod. Fineza (A.G) = 7,29

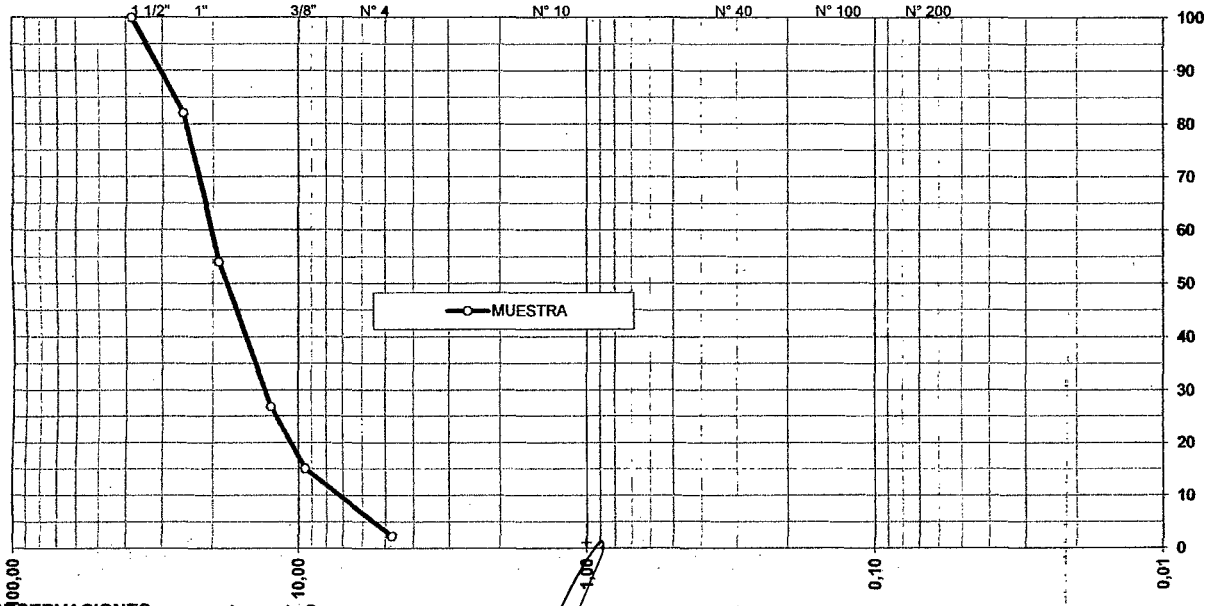
% Absorcion : 1,22%

Contenido de humedad : 0,82%

Peso E. de Masa : 2.67 kg/cm3

P.U. Varillado : 1711.00 kg/m3

CURVA GRANULOMETRICA



OBSERVACIONES : Agregado Grueso

Material apto, Se encuentra dentro de los limites permisibles para un buen diseño, no necesita mejoramiento.

LABORATORISTA DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES
TEC. J.P.G.A.

LEM - Nº 011942

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES -

DISEÑO DE MEZCLA PARA CONCRETO f´c = 210 Kg/cm2

TESIS : *PAVIMENTO DE CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS METALICAS, EN LOS BARRIOS DE BELLAVISTA Y PUEBLO NUEVO DEL DISTRITO DE LIRCAY EN EL AÑO 2012*

SOLICITANTE : *BACH. CHANCHA BENDEZU, Clodoaldo y PAREDES QUISPE, Nicodemo*

MATERIALES :

CEMENTO

ASTM-PORTLAND Tipo I (Andino)

PESO ESPECIFICO : 3,11

AGREGADOS	**Agr. Fino**	**Agr.Grueso**
Gravedad especifica	2,70	2,67
Modulo de Fineza	2,10	7,29
% de Absorcion	1,14%	1,22%
Contenido de humedad	0,69%	0,82%
P.U. Compactado	1695,00	1711,00

VALORES DE DISEÑO

Tamaño Maximo	1"				
Asentamiento	1"- 3"				
Relacion de A/C	0,56				
Factor de Cemento	193,00	/ 0,56	= 8,12	bl/m^3	
Aire Atrapado	0,015				

VOLUMENES ABSOLUTOS DE LOS AGREGADOS

CEMENTO	8,12	x 42,50	/ 3,11	/ 1.000,00	=	0,111	
AGUA	193,00	x 1,000	/ 1.000,00		=	0,193	
AIRE ATRAPADO		0,015			=	0,015	
VOLUMEN ABSOLUTO DE LA PASTA					=	0,319	
VOL. ABSOLUTO DEL AGREGADO			1,00	- 0,319		0,681	
VOL. ABS. AGREGADO FINO		0,681 X	33,22%		=	0,226	
VOL. ABS. AGREGADO GRUESO		0,681 X	66,78%		=	0,455	

PESO SECOS DE LOS AGREGADOS

Peso agregado fino seco suelto	0,226	x	2,70	x 1.000,00	=	610,20 kg/m^3
Peso agregado Grueso seco suelto	0,455	x	2,67	x 1.000,00	=	1.214,85 kg/m^3

CORRECCION POR HUMEDAD DEL AGREGADO

agregado fino	610,20	X	1,0069	=	614,41 kg/m^3
agregado Grueso	1.214,85	X	1,0082	=	1.224,57 kg/m^3

HUMEDAD SUPERFICIAL DEL AGREGADO

agregado fino	0,690	-	1,14	=	-0,45
agregado Grueso	0,820	-	1,22	=	-0,40

LEM - **Nº 011941**

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES -

APORTE DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

agregado fino	610,20	X	-0,0045	=	-2,75
agregado Grueso	1.214,85	X	-0,0040	=	-4,86
	HUMEDAD QUE QUITA EL AGREGADO				-7,61

Dicha cantidad debera ser incorporada al agua de diseño para determinar el agua efectiva

CANTIDAD DE MATERIALES POR M3

CEMENTO	8,12	x	42,50 =	345,00	Kg
AGUA	200,61	x	1,000 =	200,61	Lt
AGREGADO FINO			=	614,41	Kg
AGREGADO GRUESO			=	1.224,57	Kg

EXPRESION DE LAS PROPORCIONES EN PESO

$$\frac{345,00}{345,00} : \frac{614,41}{345,00} : \frac{1.224,57}{345,00} \Big/ \frac{200,61}{345,00} = 1,00 : 1,78 : 3,55 \Big/ 0,58$$

CANTIDAD DE MATERIALES POR BOLSA

CEMENTO	42,50		=	42,50 Kg
AGUA	0,58	x	42,50 =	24,71 Lt
AGREGADO FINO	1,78	x	42,50 =	75,69 Kg
AGREGADO GRUESO	3,55	x	42,50 =	150,85 Kg
PESO AGREGADO FINO	1.695,00	/	35 =	48,43 Kg
PESO AGREGADO GRUESO	1.711,00	/	35 =	48,89 Kg

DOSIFICACION EN VOLUMEN

CEMENTO	42,50	/	42,50 =	**1,0** p^3
AGREGADO FINO	75,69	/	48,43 =	**1,6** p^3
AGREGADO GRUESO	150,85	/	48,89 =	**3,1** p^3

Adolfo Eulogio Ormeño Ginche
Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfaltado
SENCICO - Huancayo

LABORATORISTA DE MECANICA DE SUELOS,
CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES
TEC. J.P.G.A.

LEM - Nº 011940

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES -

ENSAYO DE RESISTENCIA A FLEXION EN PROBETAS PRISMATICAS (VIGAS) ESTÁNDAR DE CONCRETO (ASTM C - 78)

TESIS : **PAVIMENTO DE CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS METALICAS EN LOS BARRIOS DE BELLAVISTA Y PUEBLO NUEVO DEL DISTRITO DE LIRCAY EN EL AÑO 2012**

SOLICITADO : *BACH. CHANCHA BENDEZU, Clodoaldo y PAREDES QUISPE, Nicodemo*

EFECTUADO : **J.P.G.A**

PROBETAS DE CONCRETO SIN FIBRA METALICA								
PROBETAS			LARGO	ANCHO	ALTO	EDAD	CARGA	MODULO DE
N°	FECHA DE VACEADO	FECHA DE ROTURA	(cm)	(cm)	(cm)	(Dias)	MAXIMA (Kg)	ROTURA (Kg/cm2)
1	18-03-13	25-03-13	50,00	15,00	15	7,00	2775	37
2	18-03-13	25-03-13	50,00	15,00	15	7,00	2850	38
3	18-03-13	25-03-13	50,00	15,00	15	7,00	2850	38
4	18-03-13	31-03-13	50,00	15,00	15	14,00	3000	40
5	18-03-13	31-03-13	50,00	15,00	15	14,00	2925	39
6	18-03-13	31-03-13	50,00	15,00	15	14,00	3000	40
7	18-03-13	13-04-13	50,00	15,00	15	28,00	2925	39
8	18-03-13	13-04-13	50,00	15,00	15	28,00	3000	40
9	18-03-13	13-04-13	50,00	15,00	15	28,00	3075	41

MAQUINA : **transformador diferencial de variación lineal (LVDT)**

ENSAYO : **La resistencia a flexion del concreto se determina mediante el ensayo del modulo de rotura (MR), usualmente hecho sobre una viga de 150 mm x 150mm x 500mm (carga en los tercios del ASTM C 78). La resistencia a los 28 dias es comunmente usada como una representacion de la resistencia de diseño del concreto**

CONCLUSION : **Los pavimentos de concreto se pandean bajo las cargas repetidas por eje, produciendo esfuerzos de compresion y flexion desde que la relacion del esfuerzo a la compresion a la resistencia a la compresion es relativamente pequeña, comparando con la relacion del esfuerzo de flexion a la resistencia a la compresion del concreto, es esta ultima la que controla el diseño de los pavimentos.**

Adolfo Eulogio Camarena Ginche
Laboratorista de Mecánica de Suelos, Concreto y Ensayo de Materiales
SENCICO Huancayo

LABORATORISTA DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES
TEC. J.P.G.A.

LEM - Nº 011944

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES -

28

ENSAYO DE RESISTENCIA A FLEXION EN PROBETAS PRISMATICAS (VIGAS) ESTÁNDAR DE CONCRETO (ASTM C - 78)

TESIS : **PAVIMENTO DE CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS METALICAS EN LOS BARRIOS DE BELLAVISTA Y PUEBLO NUEVO DEL DISTRITO DE LIRCAY EN EL AÑO 2012**

SOLICITADO : ***BACH. CHANCHA BENDEZU, Clodoaldo y PAREDES QUISPE, Nicodemo***

EFECTUADO : **J.P.G.A**

PROBETAS DE CONCRETO CON FIBRA METALICA DRAMIX RC - 65/35 - BN								
PROBETAS			LARGO	ANCHO	ALTO	EDAD	CARGA	MODULO DE
N°	FECHA DE VACEADO	FECHA DE ROTURA	(cm)	(cm)	(cm)	(Dias)	MAXIMA (Kg)	ROTURA (Kg/cm2)
1	18-03-13	25-03-13	50,00	15,00	15	7,00	3172,00	42,00
2	18-03-13	25-03-13	50,00	15,00	15	7,00	3274,00	44,00
3	18-03-13	25-03-13	50,00	15,00	15	7,00	3236,00	43,00
4	18-03-13	31-03-13	50,00	15,00	15	14,00	3244,00	43,00
5	18-03-13	31-03-13	50,00	15,00	15	14,00	3233,00	43,00
6	18-03-13	31-03-13	50,00	15,00	15	14,00	3265,00	44,00
7	18-03-13	13-04-13	50,00	15,00	15	28,00	3675,00	49,00
8	18-03-13	13-04-13	50,00	15,00	15	28,00	3750,00	50,00
9	18-03-13	13-04-13	50,00	15,00	15	28,00	3825,00	51,00

MAQUINA : transformador diferencial de variación lineal (LVDT)

ENSAYO : La resistencia a flexion del concreto se determina mediante el ensayo del modulo de rotura (MR), usualmente hecho sobre una viga de 150 mm x 150mm x 500mm (carga en los tercios del ASTM C 78). La resistencia a los 28 dias es comunmente usada como una representacion de la resistencia de diseño del concreto

CONCLUSION : Los pavimentos de concreto se pandean bajo las cargas repetidas por eje, produciendo esfuerzos de compresion y flexion desde que la relacion del esfuerzo a la compresion a la resistencia a la compresion es relativamente pequeña, comparando con la relacion del esfuerzo de flexion a la resistencia a la flexion del concreto, es esta ultima la que controla el diseño de los pavimentos.

Adolfo Palomino Camargo Ginche
Laboratorista de Suelos Concreto y Asfalto
SENCICO - Huancayo

LABORATORISTA DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES
TEC. J.P.G.A.

LEM - Nº 011945

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES -

CONSULTEC

CONSULTORIA - TECNICA

CONSTRUCCION – PRODUCCION – ALQUILER DE MAQUINARIA PESADA Y LIVIANA, LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES.

TRABAJOS DE EJECUCION DE LA CALICATA Nº 02

Jr. PUNO.

PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LA VIAS URBANAS DEL DISTRITO DE LIRCAY, PROVINCIA DE ANGARAES – HUANCAVELICA.

CONSULTEC
CONSULTORIA TECNICA
VIAD RUC 10012189368

LABORATORIO DE MECANICA
DE SUELOS. PAVIMENTOS
Y ENSAYO DE MATERIALES

C O N S U L T O R I A T E C N I C A
CONSTRUCCION - PRODUCCION - ALQUILER MAQUINARIA PESADA Y LIVIANA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

PROYECTO:	Mejoramiento de las vias de Urbanas del Distrito de Lircay, Pr	*FECHA:*	13 de Marzo 2012
SOLICITA:	MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE ANGARAES	*CALICATA:*	C - 2
UBICACIÓN:	terreno fundación	*MUESTRA:*	M - 1
PROCEDENTE:	Jr. Puno	*CANTERA:*	**-**
PROGRESIVA:	**-**	*HECHO POR:*	**-**
ESTADO:	**-**	*LADO:*	**-**

RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D1883

a).- Ensayo Preliminar de Compactación

Ensayo Proctor Modificado ASTM D1557

Método: *C*

Máxima Densidad Seca: (gr/cm^3) *1.858*

Optimo Contenido de Humedad: (%) *9.7*

b).- Compactación de moldes

MOLDE N°	I	II	III
N° de capas	5	5	5
Numero de golpes/capa	56	25	12
Densidad Seca (gr/cm^3)	1.858	1.779	1.704
Contenido de humedad	9.7	9.7	9.7

c).- Cuadro C.B.R. Para 0.1 pulg de Penetración

MOLDE N°	Penetración (pulgr)	Presión Aplicada (Lb/pulg^2)	Presión Patrón (Lb/pulg2)	C.B.R. (%)
I	0.1	260.7	1000	26.1
II	0.1	229.45	1000	22.9
III	0.1	177.26	1000	17.7

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. 26.07 %

C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. 22.0 %

d).- Expansión (%) No presenta

VICTOR HUGO ARO APAZA DIAZ
ESPECIALISTA EN SUELOS, PAVIMENTOS Y ASFALTO
"CONSULTEC"

CONSULTEC CONSULTORIA TECNICA
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS PAVIMENTOS Y ASFALTO
RUC 10012189368

Danilo Vega Migano
Ingeniero Civil
C. I. P. 41864

CONSULTEC
CONSULTORIA TECNICA
VHAD RUC 10012189368

LABORATORIO DE MECANICA
DE SUELOS. PAVIMENTOS
Y ENSAYO DE MATERIALES

CONSULTEC

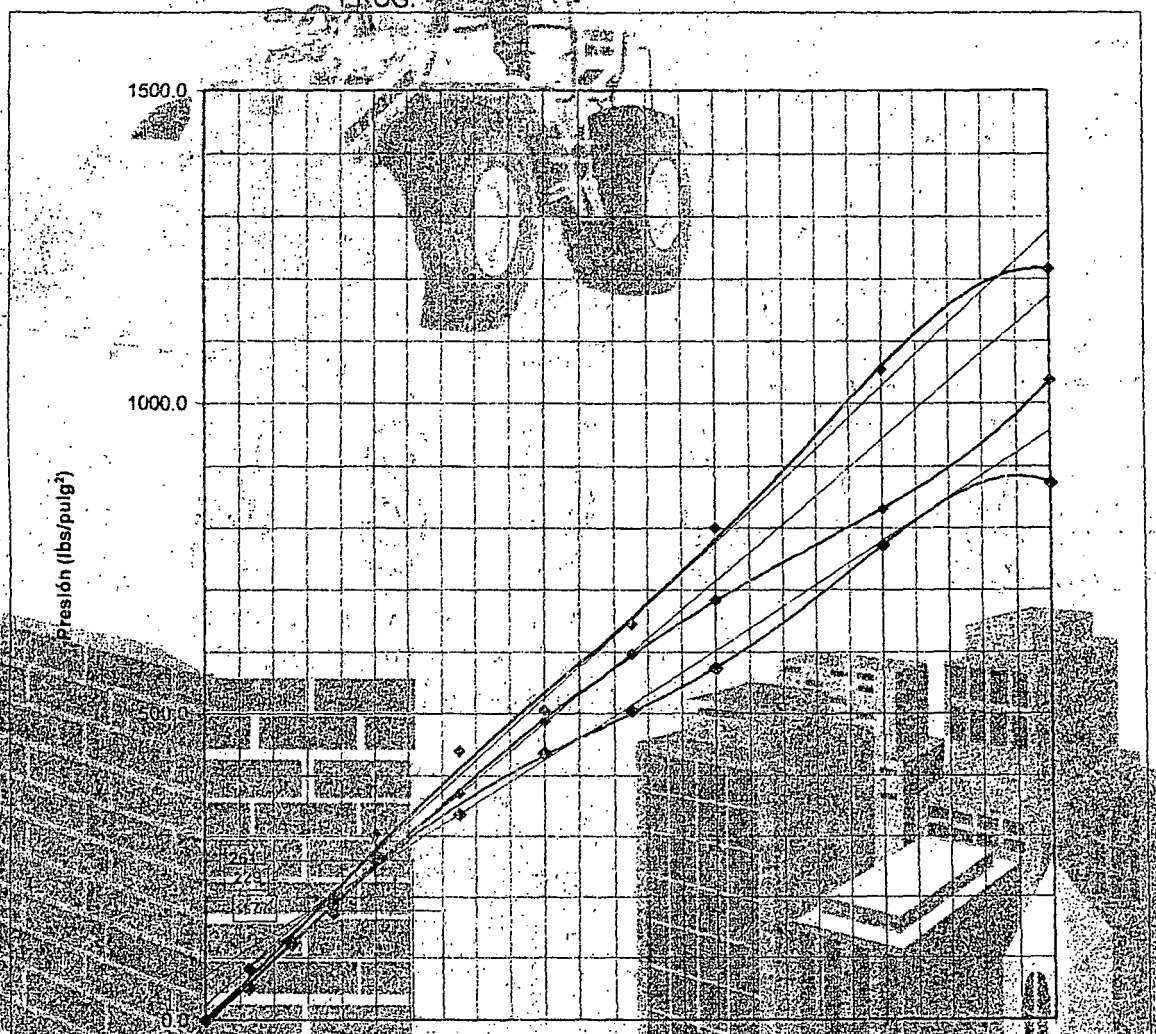
C O N S U L T O R I A T E C N I C A

CONSTRUCCION - PRODUCCION - ALQUILER MAQUINARIA PESADA Y LIVIANA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

SOLICITADO	:	MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE ANGARAES
PROYECTO	:	Mejoramiento de Vias Urbanas del Distrito de Lircay
		Provincia de Angaraes-Huancavelica
UBICACIÓN	:	terreno fundación
FECHA	:	13 de Marzo 2012

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D1883

CANTERA : *_**
PROG. : *_**



VICTOR HUGO AROAPAZA DIAZ
ESPECIALISTA EN SUELOS, PAVIMENTOS Y ASFALTO
"CONSULTEC"

CONSULTEC CONSULTORIA TECNICA
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS PAVIMENTO Y ENSAYO DE MATERIALES
HUANCAVELICA - PERU

Danilo Vega Migano
Ingeniero Civil
C. I. P. 41664

C O N S U L T E C

24

C O N S U L T O R I A   T E C N I C A

CONSTRUCCION - PRODUCCION - ALQUILER MAQUINARIA PESADA Y LIVIANA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RADIO (C.B.R.)

ASTM D1883

PROYECTO:	Mejoramiento de las vias de Urbanas del Distrito de Lircay, Provincia de Angaraes - Huancavelica	***FECHA:***	13 de Marzo 2012
SOLICITA:	MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE ANGARAES	***CALICATA:***	C - 2
UBICACIÓN:	terreno fundación	***MUESTRA:***	M - 1
PROCEDENTE:	Jr. Puno	***CANTERA:***	--.--
PROGRESIVA:	--.--	***HECHO POR:***	--.--
ESTADO:	--.--	***LADO:***	--.--

ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO

METODO C

COMPACTACION

molde Nº	Nº-2		*volumen*	*2105*
Prueba Nº	1	2	3	4
Nº de capas	5	5	5	5
Nº de golpes por capa	56	56	56	56
Peso del molde + Suelo compacto (gr)	9805.0	9957.0	10152.0	10084.0
Peso del Molde (gr)	5846.0	5846.0	5846.0	5846.0
Peso suelo compacto (gr)	3959.0	4111.0	4306.0	4238.0
Volumen del Molde (cm3)	2125.0	2125.0	2125.0	2125.0
Densidad Humeda (gr/cm3)	1.863	1.935	2.026	1.994
Densidad seca (gr/cm3)	1.763	1.800	1.854	1.788

CONTENIDO DE HUMEDAD

Prueba Nº	1	2	3	4
Tara Nº	2	3	4	5
Tara + suelo humedo (gr)	187.2	198.5	187.9	169.9
Tara + suelo seco (gr)	179.0	187.0	175.0	156.0
Peso del agua (gr)	8.2	11.5	12.9	13.9
Peso de tara (gr)	34.0	33.8	36.3	35.7
Peso suelo seco (gr)	145.1	153.2	138.8	120.3
Contenido de humedad(%)	5.65	7.51	9.30	11.55
Densidad seca (gr/cm3)	1.763	1.800	1.854	1.788

COMPACTACION CBR

COMPACTACION

Prueba Nº	1	2	3
Nº de capas	[illegible]	5	5
Nº de golpes por capa	56	25	12
Peso del molde + Suelo compacto (gr)	[illegible]	11250.0	11087.0
Peso del Molde (gr)	[illegible]	7120.0	7120.0
Peso suelo compacto (gr)	4449.0	4130.0	3967.0
Volumen del Molde (cm3)	2120.0	2123.0	2123.0
Densidad Humeda (gr/cm3)	2.093	[illegible]	1.869
Densidad seca (gr/cm3)	1.912	1.779	1.704

CONTENIDO DE HUMEDAD

Prueba Nº	1	2	3
Tara Nº	10	5	12
Tara + suelo humedo (gr)	168.70	178.40	194.20
Tara + suelo seco (gr)	157.20	[illegible]	179.34
Peso del agua (gr)	11.50	[illegible]	14.90
Peso de tara (gr)	35.70	35.70	24.78
Peso suelo seco (gr)	121.50	130.50	154.56
Contenido de humedad(%)	9.47	9.35	9.64
Densidad seca (gr/cm3)	1.912	1.779	1.704

COORDENADAS CBR

	Penetracion	Presion
Molde 1	0.122	261
Molde 2	0.111	229
Molde 3	0.140	177

Molde	%CBR	Dens.S
I	26.1	1.858
II	22.9	1.779
III	17.7	1.704
Opcional		
CBR 95%	22	1.765
	26.00	1.858

VICTOR HUGO ARGAPAZA DIAZ
ESPECIALISTA EN SUELOS, PAVIMENTOS Y ASFALTO
"CONSULTEC"

CONSULTEC CONSULTORIA TECNICA
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
INGENIERIA DE PRECISION

Danilo Vega Migone
Ingeniero Civil
C.I.P. 41884

C O N S U L T E C

C O N S U L T O R I A T E C N I C A

CONSTRUCCION - PRODUCCION - ALQUILER MAQUINARIA PESADA Y LIVIANA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

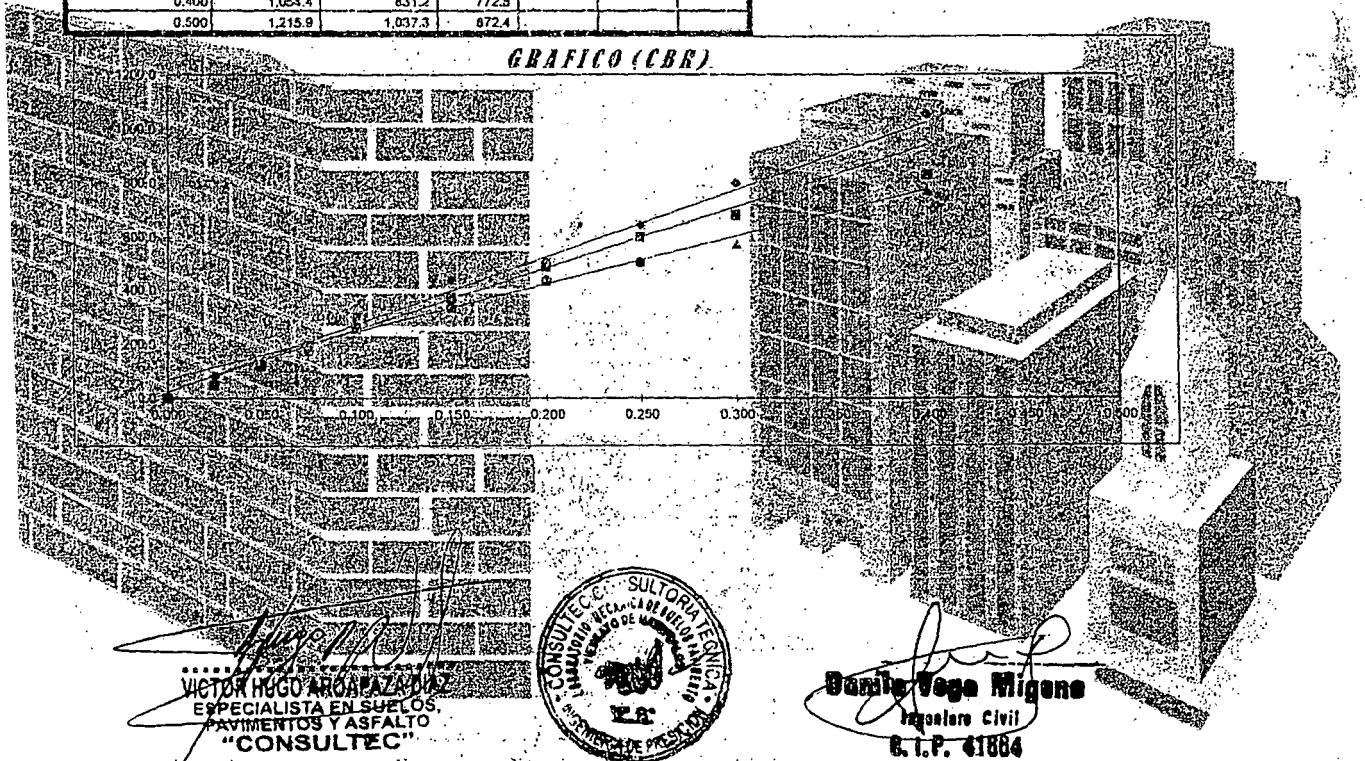
PENETRACION

CORRECCION :	10.304	56 GOLPES		25 GOLPES		12 GOLPES	
PENETRACION	PRESION	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3	
EN PULG	PATRON	DIAL	Correccion	DIAL	Correccion	DIAL	Correccion
0.025		24.0	82.4	14.0	48.1	15.0	51.5
0.050		38.0	139.5	35.0	120.2	36.0	123.6
0.075		50.0	171.7	57.0	195.8	54.0	185.5
0.100	1000	88.0	302.3	75.0	257.6	78.0	267.9
0.150		128.0	439.6	108.0	370.9	98.0	336.6
0.200	1500	147.0	504.9	142.0	487.7	127.0	436.2
0.250		188.0	645.7	174.0	597.6	147.0	504.9
0.300	1900	233.0	800.3	194.0	683.5	167.0	573.6
0.400	2300	307.0	1,054.4	242.0	831.2	225.0	772.8
0.500	2600	354.0	1,215.9	302.0	1,037.3	253.0	872.4

CURVAS DE CORRECION

PENETRACION EN PULG	Molde 1	Molde 2	Molde 3	Molde 1	Molde 2	Molde 3
0.000	0.0	0.0	0.0			
0.025	82.4	48.1	51.5			
0.050	139.5	120.2	123.6			
0.075	171.7	195.8	185.5	171.7	195.8	185.5
0.100	302.3	257.6	267.9	302.3	257.6	267.9
0.150	439.6	370.9	336.6	439.6	370.9	336.6
0.200	504.9	487.7	436.2	504.9	487.7	436.2
0.250	645.7	597.6	504.9	645.7	597.6	504.9
0.300	800.3	683.5	573.6			
0.400	1,054.4	831.2	772.8			
0.500	1,215.9	1,037.3	872.4			

GRAFICO (CBR)



VICTOR HUGO AROSA DIAZ
ESPECIALISTA EN SUELOS, PAVIMENTOS Y ASFALTO
"CONSULTEC"

CONSULTEC - CONSULTORIA TECNICA

Danilo Vega Migone
Ingeniero Civil
R. I. P. 41664

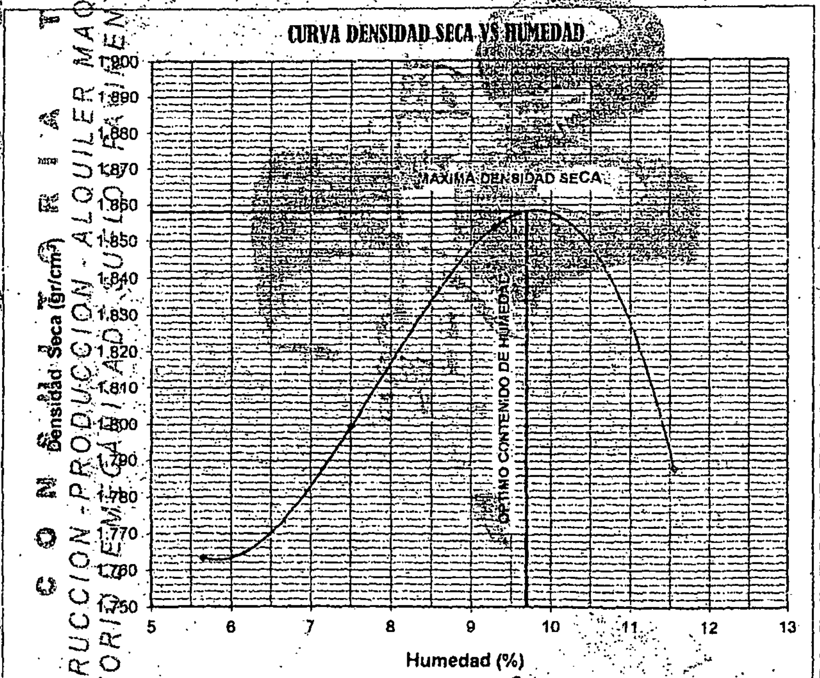
22

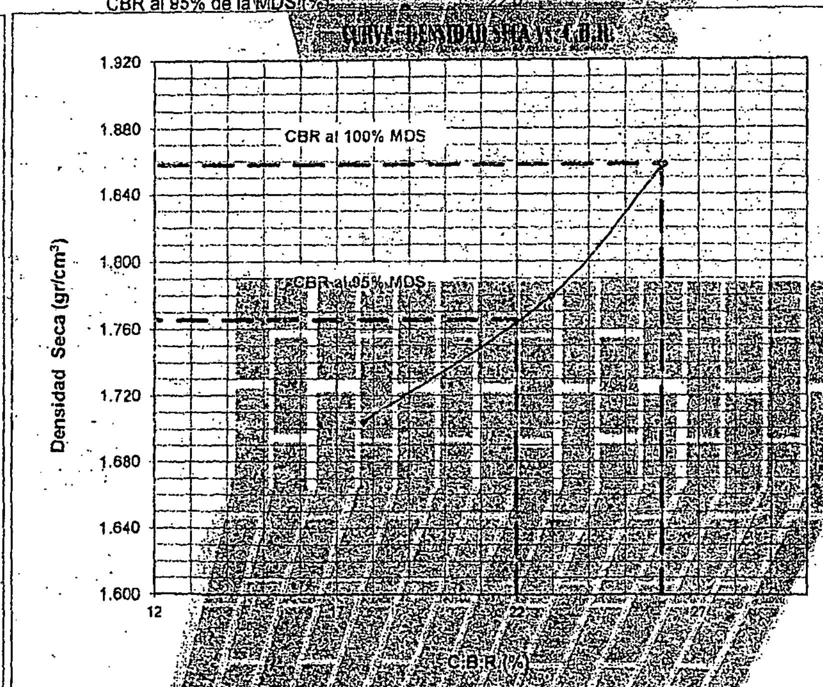
SOLICITA POR	:	MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE ANGARAES
PROYECTO	:	Mejoramiento de las vias de Urbanas del Distrito de Lircay, Provincia de Angaraes - Huancavelica
PROCEDENTE		Jr. Puno
UBICACIÓN	:	terreno fundación
FECHA	:	13 de Marzo 2012

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) - ASTM D1883

Máxima Densidad Seca (gr/cm³)	1.858
Optimo Contenido de Humedad (%)	[illegible]
CBR al 100% de la MDS (%)	[illegible]
CBR al 95% de la MDS (%)	22.0

CANTERA : **.**
PROG. : **.**





VICTOR HUGO AROAPAZA DIAZ
ESPECIALISTA EN SUELOS, PAVIMENTOS Y ASFALTO
"CONSULTEC"

Danilo Vega Migone
Ingeniero Civil
C.I.P. 41664

CONSULTORIA TECNICA

CONSTRUCCION - PRODUCCION - ALQUILER MAQUINARIA PESADA Y LIVIANA

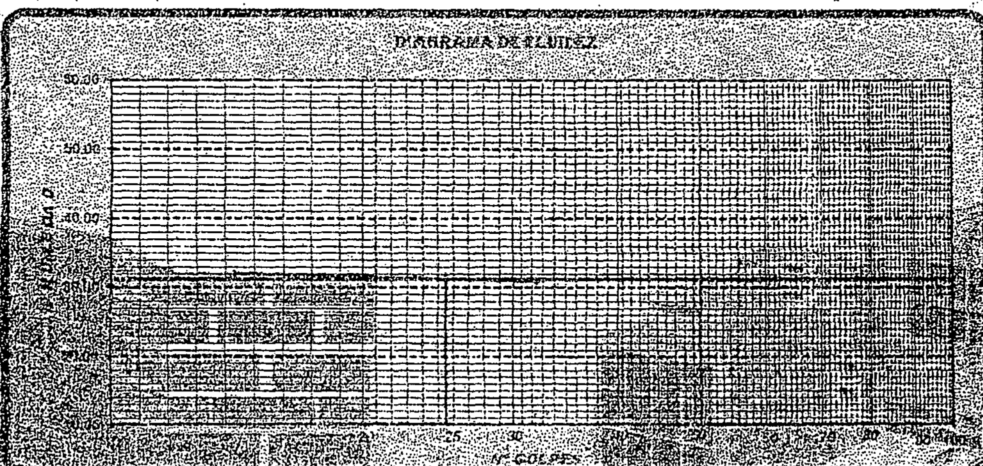
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

LIMITE ATEMBERG

ASTM D-4318

OBRA:	MEJORAMIENTO DE LAS VIAS URBANAS DEL DISTRITO DE LIRCAY. PROVINCIA DE ANGARAES- HUANCAVELICA	FECHA:	13/03/2012
		HECHO POR:	**-**
SOLICITA:	MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE ANGARAES	PROFUNDIDAD:	1.50 MTS
PROCEDENTE:	JR. PUNO	CALICATA:	C - 2
UBICACIÓN:	TERRENO DE FUNDACION	MUESTRA:	M - 1
PROGRESIVA:	**-**	LADO:	**-**

LÍMITE DE CONSISTENCIA	LÍMITE LIQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO				HUM. NAT.
Nº de golpes	14	[illegible]	[illegible]						
Nº de tara	1	5	[illegible]		1B				10
Peso tara (g)	27.90	28.00	28.10		28.00				35.70
Peso tara + suelo húmedo (g)	37.54	[illegible]	38.24		34.90				201.00
Peso tara + suelo seco (g)	35.20	[illegible]	35.85		33.33				183.00
Humedad %	32.1	[illegible]	30.84		29.46				12.22
Límites	31.26				29.46				
Indice de Plasticidad =	1.81								



VICTOR HUGO ARCAPAZA DIAZ
ESPECIALISTA EN SUELOS PAVIMENTOS Y ASFALTO
"CONSULTEC"

CONSULTEC CONSULTORIA TECNICA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

Danilo Vega Miguez
Ingeniero Civil
C.I.P. 61864

VHAD RUC 10012189368

DE SUELOS, PAVIMENTOS
Y ENSAYO DE MATERIALES

C O N S U L T E C

C O N S U L T O R I A T E C N I C A

CONSTRUCCION - PRODUCCION - ALQUILER MAQUINARIA PESADA Y LIVIANA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

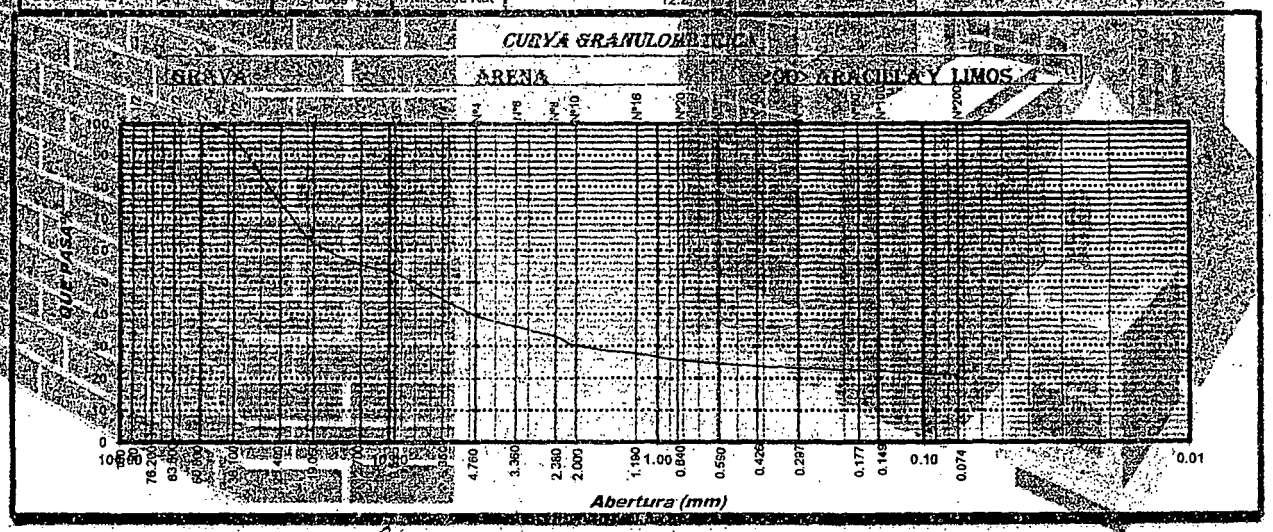
ANALISIS GRANULOMETRICO AASHTO T-89 y ASTM D-1422

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS VIAS URBANAS DE LOSTRITO DE URIGAY.	FECHA:	13/03/2012
	PROVINCIA DE ANGARAES- HUANCAVELICA	EFECTUADO POR	**_**
SOLICITA	MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE ANGARAES	CALICTA	C - 2
PROCEDENCIA	JR. PUNO	MUESTRA:	M - 1
UBICACIÓN	TERRENO DE FUNDADCION	PROF :	1.50 MTS
		PROGRESIVA:	**_**

Análisis Granulométrico por Tamizado Metodo AASHTO T-89 y ASTM D-1422

TAMICES ASTM	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	RETENIDO PARCIAL	RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACION MINIMO	ESPECIFICACION MAXIMO	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	1 1/2"	Pig
4"	100.000	0	0	0	100					
3-1/2"	90.000	0	0	0	100					
3"	76.200	0	0	0	100					
2-1/2"	63.500	0	0	0	100			Limite Liquido	31	
2"	50.800	0	0	0	100			Limite Plastico	29	
1-1/2"	38.100	185	5	5	95			Indice Plastico	1.8	
1"	25.400	807	20	25	75			Clasificacion	GM	A-1-b (0)
3/4"	19.050	497	13	38	62			Indice de Grupo	0	
1/2"	12.700	274	7	44	56			Humedad Natural	12	
3/8"	9.525	107	3	47	53					
1/4"	6.350	320	8	55	45					
N° 4	4.760	210	5	60	40					
N° 6	3.360	135	3	64	36					
N° 8	2.380	124	3	67	33					
N° 10	2.000	114	3	70	30					
N° 16	1.190	97	2	72	28					
N°20	0.840	76	2	74	26					
N° 30	0.590	41	1	75	25					
N° 40	0.426	34	1	76	24					
N° 50	0.297	25	1	77	23					
N° 60	0.177	23	1	77	23					
N° 100	0.149	15	0	78	22					
N°200	0.074	50	1	79	21					
< N°200	0.000	831	21	100.00	0.0					
PESO INICIAL		3969	Humedad Nat		12.2					



VICTOR HUGO AROAPAZA DIAZ
ESPECIALISTA EN SUELOS, PAVIMENTOS Y ASFALTO
"CONSULTEC"

CONSULTEC CONSULTORIA TECNICA

Camilo Vega Higene
Ingeniero Civil
C. I. P. 41864

CONSULTEC

CONSULTORIA - TECNICA

CONSTRUCCION – PRODUCCION – ALQUILER DE MAQUINARIA PESADA Y LIVIANA,
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES.

TRABAJOS DE EJECUCION DE LA CALICATA Nº 03

Jr. LIMA.

PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LAS VIAS URBANAS DEL DISTRITO DE LIRCAY,PROVINCIA DE ANGARAES – HUANCAVELICA.

CONSULTEC
CONSULTORIA TECNICA
VHAD RUC 10012189368

LABORATORIO DE MECANICA
DE SUELOS. PAVIMENTOS
Y ENSAYO DE MATERIALES

CONSULTEC

CONSULTORIA TECNICA

CONSTRUCCION, PRODUCCION Y ALQUILER MAQUINARIA PESADA Y LIVIANA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

PROYECTO:	Mejoramiento de las vias de Urbanas del Distrito de Lircay, Provincia de Angaraes - Huancavelica	*FECHA:*	14 de Marzo 2012
SOLICITA:	Municipalidad Provincial de Angaraes	*CALICATA:*	C - 3
UBICACIÓN:	terreno fundación	*MUESTRA:*	M - 1
PROCEDENTE:	Jr. Lima	*CANTERA:*	**-**
PROGRESIVA:	**-**	*HECHO POR:*	**-**
ESTADO:	**-**	*LADO:*	Derecho

RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D1883

a).- Ensayo Preliminar de Compactación
Ensayo Proctor Modificado ASTM D1557

Método:	*C*
Máxima Densidad Seca: (gr/cm³)	*1.967*
Optimo Contenido de Humedad: (%)	*8.5*

b).- Compactación de moldes

MOLDE N°	I	II	III
N° de capas	5	5	5
Numero de golpes/capa	56	25	12
Densidad Seca (gr/cm³)	1.967	1.912	1.812
Contenido de Humedad	8.5	8.5	8.5

Cuadro C.B.R. Para 0.1" de Penetración

MOLDE N°	Penetración	Presión Aplicada (Lb/pulg²)	Presión Patrón (Lb/pulg²)	C.B.R. (%)
	0.1	310.8	1000	31.1
		242.44	1000	24.2
		108.07	1000	10.8

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. 31.08 %

C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. 29.0 %

Expansión (%) : No presenta

VICTOR HUGO AROAPAZA DIAZ
ESPECIALISTA EN SUELOS, PAVIMENTOS Y ASFALTO
"CONSULTEC"

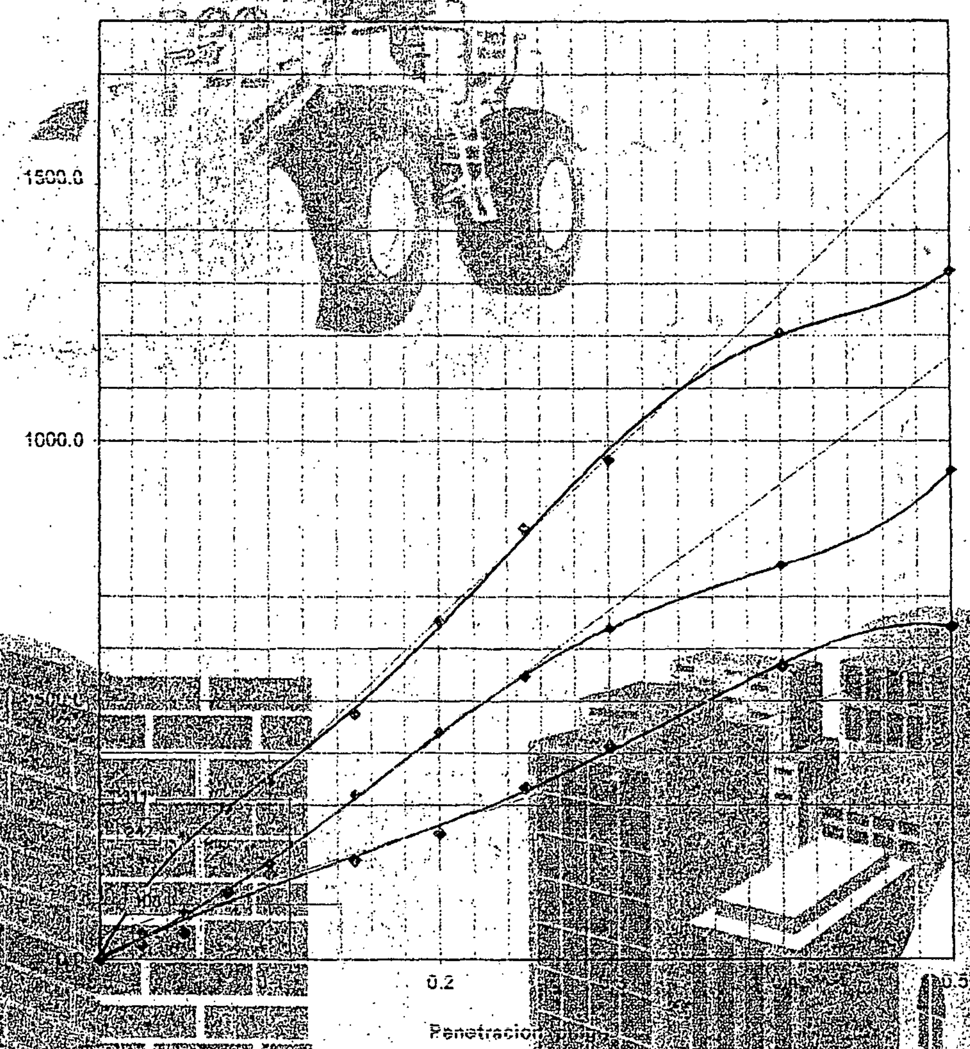
CONSULTEC CONSULTORIA TECNICA
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES
LIRCAY - HUANCAVELICA

Camilo Vega Migano
Ingeniero Civil
C. I. P. 41684

SOLICITADO : Municipalidad Provincial de Angaraes
PROYECTO : Mejoramiento de Vías urbanas del Distrito de Lircay
Provincia de Angaraes-Huancavelica
UBICACIÓN : --.--
FECHA : 14 de Marzo 2012

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D1883

CANTERA : --.--
PROG. : --.--



VICTOR HUGO ARCAPAZA DIAZ
ESPECIALISTA EN SUELOS, PAVIMENTOS Y ASFALTO
"CONSULTEC"

CONSULTEC CONSULTORIA TECNICA - LABORATORIO MECANICA DE SUELOS - INGENIERIA DE PRECISION

Danilo Vega Migone
Ingeniero Civil
C. I. P. 41864

CONSULTEC
CONSULTORIA TECNICA
VHAD RUC 10012189368

CONSULTEC

LABORATORIO DE MECANICA
DE SUELOS. PAVIMENTOS
Y ENSAYO DE MATERIALES

CONSULTORIA TECNICA

CONSTRUCCION - PRODUCCION - ALQUILER MAQUINARIA PESADA Y LIVIANA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RADIO (C.B.R.)
ASTM D1883

PROYECTO:	Mejoramiento de las vias de Urbanas del Distrito de Lircay, Provincia de Angaraes - Huancavelica	FECHA:	14 de Marzo 2012
SOLICITA:	Municipalidad Provincial de Angaraes	CALICATA:	C - 3
UBICACIÓN:	terreno fundación	MUESTRA:	M - 1.
PROCEDENTE:	Jr. Lima	CANTERA:	**-**
PROGRESIVA:	**-**	HECHO POR:	**-**
ESTADO:	**-**	LADO:	Derecho

ENSAYO PRELIMINAR PROCTOR MODIFICADO

METODO C

COMPACTACION

molde Nº	Nº-2		volumen	2105
Prueba Nº	1	2	3	4
Nº de capas	5	5	5	5
Nº de golpes por capa	56	56	56	56
Peso del molde + Suelo compacto (gr)	10042.0	10221.0	10374.0	10212.0
Peso del Molde (gr)	5846.0	5846.0	5846.0	5846.0
Peso suelo compacto (gr)	4196.0	4375.0	4528.0	4366.0
Volumen del Molde (cm3)	2125.0	2125.0	2125.0	2125.0
Densidad Humeda (gr/cm3)	1.975	2.059	2.131	2.055
Densidad seca (gr/cm3)	1.889	1.930	1.967	1.860

CONTENIDO DE HUMEDAD

Prueba Nº	1	2	3	4
Tara Nº	12	8	3	9
Tara + suelo humedo (gr)	195.4	187.3	201.2	176.3
Tara + suelo seco (gr)	188.0	177.8	188.5	163.0
Peso del agua (gr)	7.4	9.5	12.7	13.3
Peso de tara (gr)	24.7	35.9	35.1	36.0
Peso suelo seco (gr)	163.3	141.9	152.4	127.0
Contenido de humedad(%)	4.53	6.69	8.33	10.47
Densidad seca (gr/cm3)	1.889	1.930	1.967	1.860

COMPACTACION CBR

COMPACTACION

Prueba Nº	1	2	3
Nº de capas	[illegible]	[illegible]	5
Nº de golpes por capa	[illegible]	[illegible]	12
Peso del molde + Suelo compacto (gr)	[illegible]	[illegible]	11337.0
Peso del Molde (gr)	[illegible]	[illegible]	7120.0
Peso suelo compacto (gr)	[illegible]	[illegible]	4217.0
Volumen del Molde (cm3)	[illegible]	[illegible]	2123.0
Densidad Humeda (gr/cm3)	[illegible]	[illegible]	1.986
Densidad seca (gr/cm3)	[illegible]	[illegible]	1.812

CONTENIDO DE HUMEDAD

Prueba Nº	1	2	3
Tara Nº	[illegible]	[illegible]	[illegible]
Tara + suelo humedo (gr)	[illegible]	[illegible]	[illegible]
Tara + suelo seco (gr)	173.20	[illegible]	[illegible]
Peso del agua (gr)	14.00	11.70	13.90
Peso de tara (gr)	[illegible]	35.70	[illegible]
Peso suelo seco (gr)	[illegible]	120.50	144.50
Contenido de humedad(%)	[illegible]	[illegible]	9.62
Densidad seca (gr/cm3)	[illegible]	1.912	1.812

COORDENADAS CBR

	Penetración	Presión
Molde 1	0.112	311
Molde 2	0.122	242
Molde 3	0.142	108

Molde	%CBR	Dens.S
I	31.1	1.967
II	24.2	1.912
III	10.8	1.812
Opcional		
CBR 95%	19	1.869
	31.1	1.967

VICTOR HUGO AROAPAZA DIAZ
ESPECIALISTA EN SUELOS, PAVIMENTOS Y ASFALTO
"CONSULTEC"

CONSULTEC CONSULTORIA TECNICA
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS PAVIMENTOS
ENSAYO DE MATERIALES
INGENIERIA DE PRESIÓN

Danilo Vega Migone
Ingeniero Civil
C. I. P. 41664

C O N S U L T E C

C O N S U L T O R I A   T E C N I C A

CONSTRUCCION - PRODUCCION - ALQUILER MAQUINARIA PESADA Y LIVIANA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELO PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

SOLICITA POR	:	Municipalidad Provincial de Angaraes
PROYECTO	:	Mejoramiento de las vias de Urbanas del Distrito de Lircay, Provincia de Angaraes ...
PROCEDENTE		Jr. Lima ...
UBICACIÓN	:	terreno fundación
FECHA	:	14 de Marzo 2012

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) - ASTM D1883

CANTERA : **.**

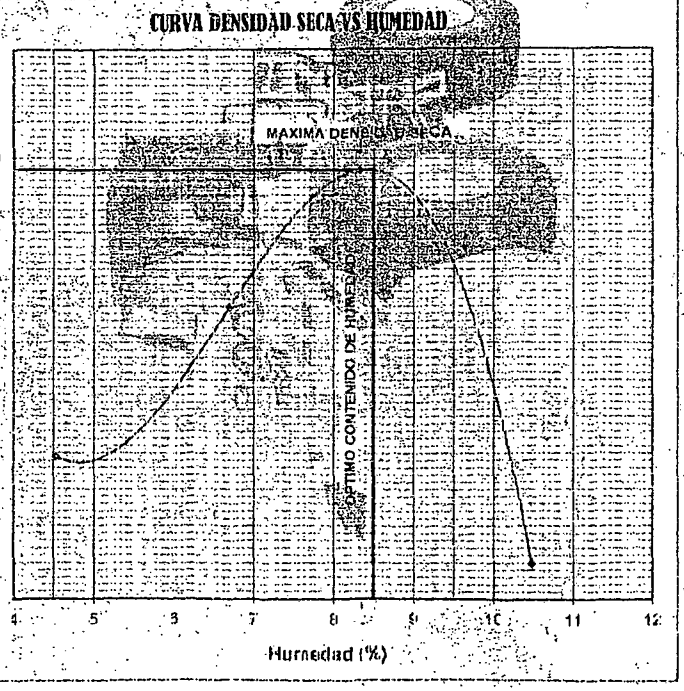
PROG. : **.**

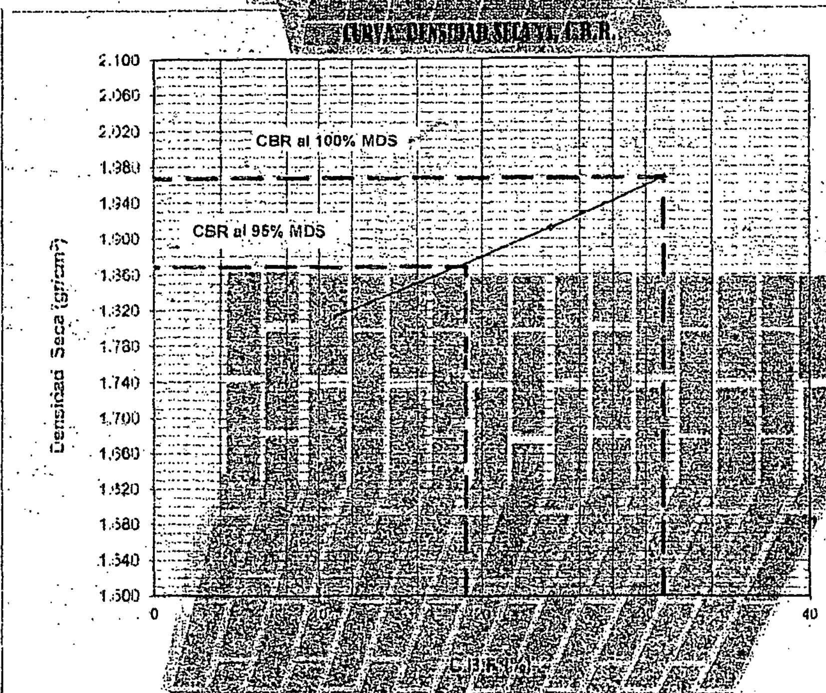
Máxima Densidad Seca (gr/cm³)

Optimo Contenido de Humedad (%)

CBR al 100% de la MDS (%)

CBR al 95% de la MDS (%)





Basilio Vega Migone
Ingeniero Civil
C.I.P. 41664

VICTOR HUGO AROAPAZA DIAZ
ESPECIALISTA EN SUELOS, PAVIMENTOS Y ASFALTO
"CONSULTEC"

CONSULTEC
CONSULTORIA TECNICA
VHAD RUC 10012189368

LABORATORIO DE MECANICA
DE SUELOS, PAVIMENTOS
Y ENSAYO DE MATERIALES

CONSULTEC

CONSULTORIA TECNICA

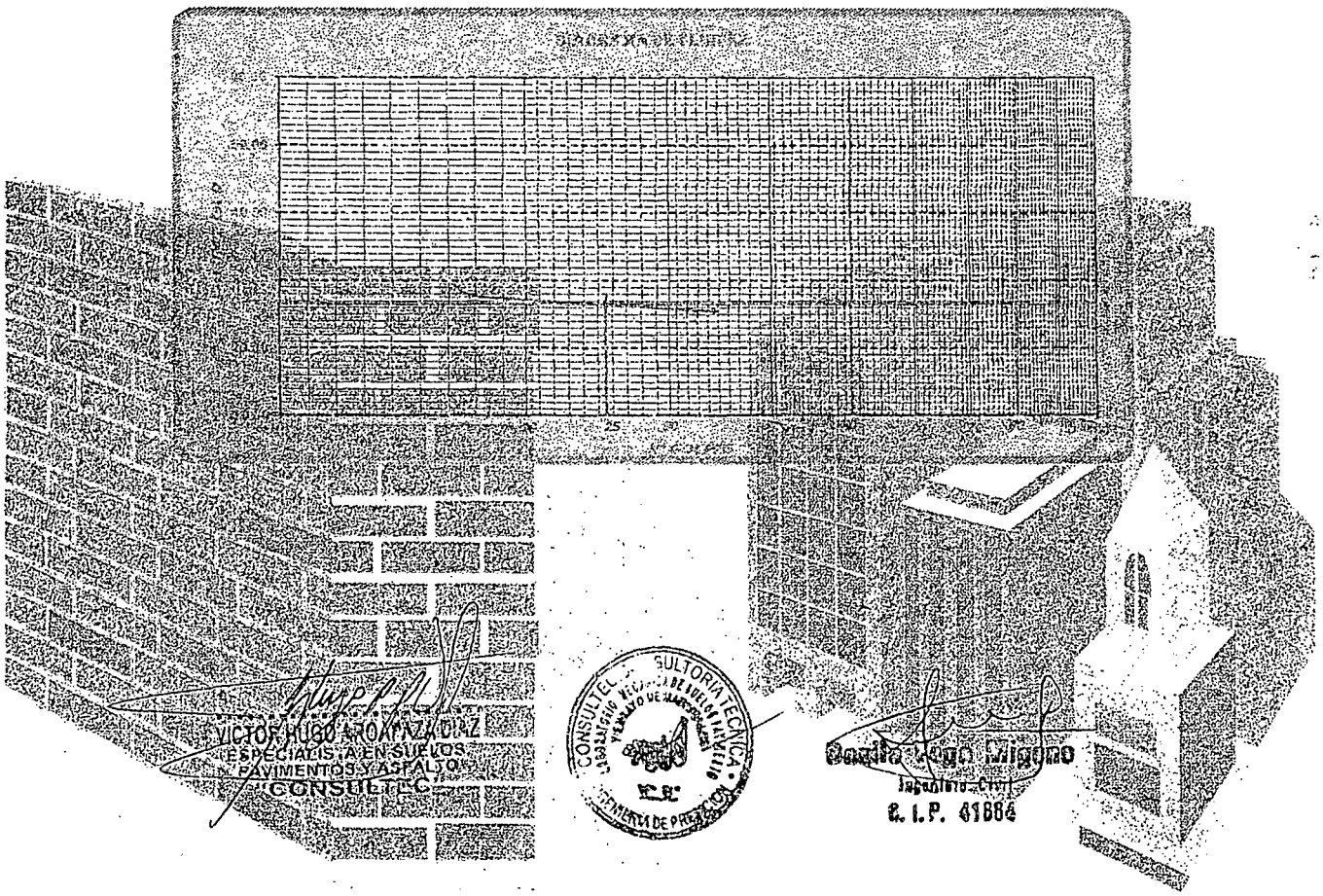
CONSTRUCCION - PRODUCCION - ALQUILER MAQUINARIA PESADA Y LIVIANA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

LIMITE ATEMBERG

ASTM D-4318

OBRA :	MEJORAMIENTO DE LAS VIAS URBANAS DEL DISTRITO DE LIRCAY.	FECHA :	14/03/2012
	PROVINCIA DE ANGARAES - HUANCAVELICA	HECHO POR:	**-**
SOLICITA:	MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE ANGARAES	PROFUNDIDAD:	1.50 MTS
PROCEDENTE:	JR LIMA	CALICATA :	C - 3
UBICACIÓN:	TERRENO DE FUNDADCION	MUESTRA :	M - 1
PROGRESIVA:	**-**	LADO:	**-**

LÍMITE DE CONSISTENCIA		LÍMITE LIQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO				HUM. NAT.
Nº de golpes		17	25	34						
Nº de tara		3	7	5		5B				2
Peso tara	(g)	27.90	28.10	28.00		28.00				35.80
Peso tara + suelo húmedo	(g)	38.50	37.45	38.67		37.41				198.20
Peso tara + suelo seco	(g)	36.20	35.49	35.50		35.57				180.20
Humedad %		27.7	26.5	25.53		24.31				12.47
Limites		26.50				24.31				
Indice de Plasticidad	=	2.20								



CONSULTEC

CONSULTEC
CONSULTORIA TECNICA
VHAD RUC 10012189368

LABORATORIO DE MECANICA
DE SUELOS. PAVIMENTOS
Y ENSAYO DE MATERIALES

CONSULTORIA TECNICA

CONSTRUCCION - PRODUCCION - ALQUILER MAQUINARIA PESADA Y LIVIANA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

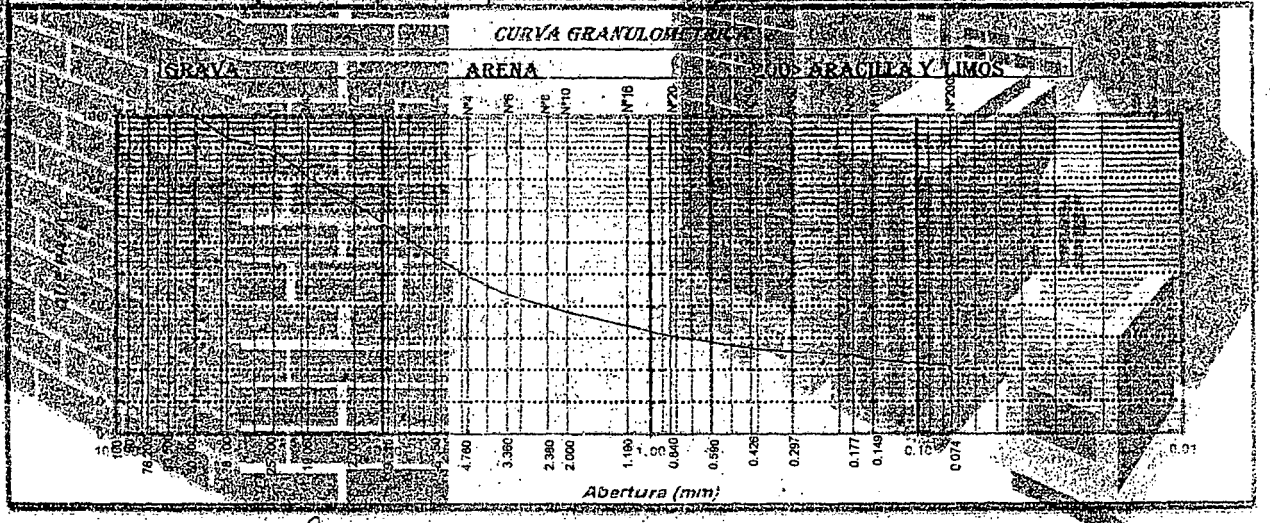
ANALISIS GRANULOMETRICO AASHTO T-89 y ASTM D-1422

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS			
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS VIAS URBANAS DEL DISTRITO DE LIRCAY.	FECHA:	14/03/2012
	PROVINCIA DE ANGARAES- HUANCAVELICA	EFECTUADO POR	**-**
SOLICITA	MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE ANGARAES	CALICTA	C - 3
PROCEDENCIA	JR LIMA	MUESTRA:	M - 1
UBICACIÓN	TERRENO DE FUNDADCION	PROF :	1.50 MTS
		PROGRESIVA:	**-**

Análisis Granulometrico por Tamizado Metodo AASHTO T-89 y ASTM D-1422

TAMICES A.S.T.M.	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	RETENIDO %	RETENIDO ACUMUL.	% QUE PASA	ESPECIFICACION MINIMO	ESPECIFICACION MAXIMO
				0			
4"	100.000	0	0	0	100		
3-1/2"	90.000	0	0	0	100		
3"	76.200	0	0	0	100		
2-1/2"	63.500	0	0	0	100		
2"	50.800	0	0	0	100		
1-1/2"	38.100	242	7	7	93		
1"	25.400	149	4	11	89		
3/4"	19.050	289	8	19	81		
1/2"	12.700	302	9	28	72		
3/8"	9.525	257	7	35	65		
1/4"	6.350	329	9	45	55		
N° 4	4.760	213	6	51	49		
N° 6	3.360	198	6	56	44		
N° 8	2.380	132	4	60	40		
N° 10	2.000	62	2	62	38		
N° 16	1.190	155	4	66	34		
N°20	0.840	109	3	69	31		
N°30	0.590	71	2	71	29		
N°40	0.426	66	2	73	27		
N°50	0.297	[illegible]	[illegible]	74	26		
N°80	0.177	[illegible]	[illegible]	75	25		
N°100	0.149	[illegible]	[illegible]	77	23		
N°200	0.074	69	[illegible]	79	21		
N°200	0.000	746	21	100.00			

DESCRIPCION DE LA MUESTRA		
	1 1/2"	Pig
Limite Liquido	27	
Limite Plastico	24	
Indice Plastico	2.2	
Clasificacion	GM	A-1-b (0)
Indice de Grupo	0	
Humedad Natural	12	



VICTOR HUGO AROAPAZA DIAZ
ESPECIALISTA EN SUELOS,
PAVIMENTOS Y ASFALTO
"CONSULTEC"

CONSULTEC CONSULTORIA TECNICA
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES
INGENIERIA DE PRESTACION

Danilo Vega Migone
Ingeniero Civil
C. I. P. 41664

GLOSARIO DE TERMINOS

- **Acabado**

  Aspecto final que se le da a la superficie de un concreto o mortero por medio de un tratamiento adecuado.

  (Fuente: Porrero "Manual del Concreto Estructural" (2003))

- **Agregado**

  Material granular, generalmente inerte, natural o no, el cual se mezcla con cemento hidráulico y agua para producir morteros y concretos.

  (Fuente: Porrero "Manual del Concreto Estructural" (2003))

- **Asentamiento**

  Medida de la consistencia del concreto fresco, evaluada mediante el ensayo con el Cono de Abrams.

  (Fuente: Porrero "Manual del Concreto Estructural" (2003))

- **Buggies**

  Equipo de dos ruedas empleado para el transporte del concreto fresco o de sus componentes; puede ser propulsado por un motor.

  (Fuente: Porrero "Manual del Concreto Estructural" (2003))

- **Canto Rodado**

  Trozos o partes de roca natural, redondeados por el arrastre de las aguas.

  (Fuente: Porrero "Manual del Concreto Estructural" (2003))

- **Cemento**

  Material inorgánico finamente molido que al mezclarse con agua forma una pasta que endurece por reacciones y procesos de hidratación. Después del endurecimiento mantiene su resistencia y estabilidad incluso bajo el agua.

  (Fuente: Porrero "Manual del Concreto Estructural" (2003))

- **Cemento Normal**

  Cemento Portland de uso general conocido como Tipo I.

  (Fuente: Porrero "Manual del Concreto Estructural" (2003))

- **Cemento Portland**

  Cemento hidráulico producido generalmente al pulverizar Clinker de cemento portland, con sulfato de calcio.

  (Fuente: Porrero "Manual del Concreto Estructural" (2003))

- **Cilindros curados en la Obra**

  Muestras de cilindros que se dejan en la obra para ser curados en condiciones similares a las del concreto colocado en la estructura. Sus resultados pueden utilizarse para determinar el momento de desencofrado y para evaluar la efectividad del curado en sitio.

  (Fuente: Porrero "Manual del Concreto Estructural" (2003))

- **Compactación**

  Es la operación manual o mecánica, por medio de la cual se trata de densificar la masa de concreto fresco, reduciendo a un mínimo los vacíos.

  (Fuente: Porrero "Manual del Concreto Estructural" (2003))

- **Compactibilidad**

  Mayor o menor facilidad para que el concreto fresco se adapte a un encofrado, ocupando espacios dejados por las armaduras. No está representada por el asentamiento del Cono de Abrams.

  (Fuente: Porrero "Manual del Concreto Estructural" (2003))

- **Concreto**

  Mezcla de cemento portland o de cualquier otro cemento hidráulico, agregado fino, agregado grueso y agua, con o sin aditivos, que mediante la hidratación del cemento adquiere consistencia pétrea.

  (Fuente: Porrero "Manual del Concreto Estructural" (2003))

- **Concreto Endurecido**

  Concreto que ha desarrollado suficiente resistencia para poder soportar las cargas especificadas.

  (Fuente: Porrero "Manual del Concreto Estructural" (2003))

- **Concreto Fresco**

  Estado fluido del concreto, que mantiene su capacidad de colocación y consolidación; esta denominación se extiende desde el momento del mezclado hasta que se inicia el atiesamiento de la masa por el fraguado.

  (Fuente: Porrero "Manual del Concreto Estructural" (2003))

- **Concreto Normal**

  Concreto de densidad 2.400 kgf/m^3, elaborado con agregados naturales de densidad normal.

  (Fuente: Porrero "Manual del Concreto Estructural" (2003)

- **Concreto Reforzado**

  Concreto estructural reforzado con cables de pretensado o barras de refuerzo en cantidades no inferiores a las establecidas en la Norma COVENIN 1753.

  (Fuente: Porrero "Manual del Concreto Estructural" (2003))

- **Consistencia**

  Es la movilidad o habilidad relativa que posee una mezcla de concreto en estado fresco para fluir. Usualmente se mide mediante el asentamiento en el caso del concreto, flujo en los morteros y resistencia a la penetración para la pasta de cemento.

  (Fuente: Porrero "Manual del Concreto Estructural" (2003))

- **Corrosión del Concreto**

  Efecto del ataque externo al concreto para una gente agresor, que destruye la pasta de cemento.

  (Fuente: Porrero "Manual del Concreto Estructural" (2003))

- **Cuantil**

  Equivalente a Fractil; vocablo preferido según COVENIN 2004.

  (Fuente: Porrero "Manual del Concreto Estructural" (2003))

- **Curado**

  Proceso de modificar mediante riego, inmersión, suministro de calor o vapor, las condiciones ambientales que rodea la pieza o bien aislarla del exterior mediante recubrimientos que impiden que emigre el agua libre. (Fuente: Porrero "Manual del Concreto Estructural" (2003))

- **Curva Granulométrica**

  Representación gráfica de la granulometría. (Fuente: Porrero "Manual del Concreto Estructural" (2003))

- **Dosificación**

  Procedimiento mediante el cual se calculan las cantidades de todos los componentes de una mezcla de concreto, para alcanzar el comportamiento deseado.

  (Fuente: Porrero "Manual del Concreto Estructural" (2003))

- **Ductilidad**

  Es la capacidad que poseen los componentes de un sistema estructural de hacer incursiones alternantes en el dominio inelástico, sin pérdida apreciable de su capacidad resistente.

  (Fuente: Porrero "Manual del Concreto Estructural" (2003))

- **Durabilidad**

  Habilidad del concreto para resistir la acción continua de agentes destructivos ambientales, ataques químicos, abrasión y otras condiciones de servicio.

  (Fuente: Porrero "Manual del Concreto Estructural" (2003))

- **Endurecedores**

  Químicos tales como fluosilicatos o silicatos de sodio que se aplican a la superficie del concreto con el objeto de reducir el desgaste y el polvo.

(Fuente: Porrero "Manual del Concreto Estructural" (2003))

- **Envejecimiento del Cemento**

  Pérdida de calidad del cemento por almacenamiento prolongado.

  (Fuente: Porrero "Manual del Concreto Estructural" (2003))

- **Estado Límite**

  Situación más allá de la cual una estructura, miembro o componente estructural, queda inútil para su uso previsto, sea por: su falla resistente, deformaciones o vibraciones excesivas, inestabilidad, deterioro, ruina u otra causa cualquiera.

  (Fuente: Porrero "Manual del Concreto Estructural" (2003))

- **Exudación**

  Flujo espontáneo hacia la superficie debido a la compactación, de agua de la mezcla de concreto fresco recién vaciado, debido al asentamiento de parte de los sólidos.

  (Fuente: Porrero "Manual del Concreto Estructural" (2003))

- **Fatiga**

  Debilitamiento del material como consecuencia de la aplicación de cargas repetidas o alternadas.

  (Fuente: Porrero "Manual del Concreto Estructural" (2003).

- **Fluencia**

  De formación es función del tiempo debidas a la acción de cargas permanentes.

  (Fuente: Porrero "Manual del Concreto Estructural" (2003))

- **Fluidez**

  Grado de movilidad o calidad de fluido que puede tener la mezcla de concreto.

  (Fuente: Porrero "Manual del Concreto Estructural" (2003))

- **Fractil**

  Porcentaje de resultados de resistencia a compresión del concreto que pueden ser inferiores al valor de la resistencia especificada del concreto.

  (Fuente: Porrero "Manual del Concreto Estructural" (2003))

- **Fraguado**

  Proceso de hidratación de los distintos componentes de un aglomerante hidráulico, mediante el cual éste adquiere mayor consistencia, la cual se pone de manifiesto en los ensayos tipificados.

  (Fuente: Porrero "Manual del Concreto Estructural" (2003))

- **Granulometría**

  Distribución de los tamaños de los granos que constituyen un agregado.

  (Fuente: Porrero "Manual del Concreto Estructural" (2003))

- **Grieta**

  Separación total o parcial en dos o más partes de un elemento de concreto producida por rotura o fractura.

  (Fuente: Porrero "Manual del Concreto Estructural" (2003))

- **Incidencia**

  Grado de influencia o suceso que ocurre en el curso de una acción, repercusión de uno o varios casos en algo.

  (Fuente: Porrero "Manual del Concreto Estructural" (2003))

- **Mezcla**

  Es la cantidad de concreto o mortero que se prepara de una sola vez.

  (Fuente: Porrero "Manual del Concreto Estructural" (2003))

- **Módulo de Elasticidad**

  Es la relación entre la tensión normal y la correspondiente deformación unitaria, para tensiones de tracción y compresión inferiores al límite de proporcionalidad del material.

  (Fuente: Porrero "Manual del Concreto Estructural" (2003))

- **Módulo de Rigidez**

  Relación entre el esfuerzo unitario de corte y la correspondiente deformación unitaria de corte.

  (Fuente: Porrero "Manual del Concreto Estructural" (2003))

- **Muestra**

  Es una porción representativa de un material.

  (Fuente: Porrero "Manual del Concreto Estructural" (2003))

- **Peso Especifico**

  Peso por unidad de volumen de concreto, excluido el volumen de poros. Equivalente a gravedad específica.

  (Fuente: Porrero "Manual del Concreto Estructural" (2003))

- **Plasticidad**

  Es la propiedad del concreto fresco que evalúa su resistencia a la deformación o su facilidad para ser moldeado.

  (Fuente: Porrero "Manual del Concreto Estructural" (2003))

- **Reología**

  Conjunto de características de la mezcla de concreto, antes de su fraguado, que posibilitan su manejo y posterior compactación. También se designa así al estudio de las deformaciones lentas del concreto endurecido.

  (Fuente: Porrero "Manual del Concreto Estructural" (2003))

- **Resistencia a la Tracción por Flexión**

  Es el valor aparente de la tensión máxima de tracción de una viga de concreto, debido a una carga que produce su rotura en flexión, suponiendo condiciones de homogeneidad y elasticidad del material.

  (Fuente: Porrero "Manual del Concreto Estructural" (2003))

- **Segregación**

  Separación de los distintos componentes de una mezcla de concreto o de mortero fresco durante el transporte o colocación.

  (Fuente: Porrero "Manual del Concreto Estructural" (2003))

- **Tamaño Máximo del Agregado**

  Menor abertura del tamiz de malla cuadrada que deja pasar al menos 95% en peso de una muestra de agregado, ensayada de acuerdo con la norma COVENIN 255.

  (Fuente: Porrero "Manual del Concreto Estructural" (2003))

- **Tiempo de Fraguado**

  Lapso de tiempo desde el mezclado hasta el momento de aparición del atiesamiento o pérdida de plasticidad de la pasta.

  (Fuente: Porrero "Manual del Concreto Estructural" (2003))

- **Tixotropia**

  Propiedad reversible de ciertos materiales de atiesarse, en un corto período de tiempo al estar en reposo; por agitación mecánica recupera su condición de baja viscosidad inicial.

  (Fuente: Porrero "Manual del Concreto Estructural" (2003))

- **Trabajabilidad**

  Conjunto de propiedades del concreto fresco que permitan manejarlo, colocarlo en los moldes y compactarlo, sin que se produzca segregación. En forma no siempre representativa de esas propiedades. Se evalúa con el asentamiento del Cono de Abrams.

  (Fuente: Porrero "Manual del Concreto Estructural" (2003))