UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA

(Creada por Ley Nº 25265)

FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS CIVIL AMBIENTAL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL - LIRCAY

TESIS:

"ADICIÓN DE LA FIBRA DE POLIETILENO TEREFTALATO EN PAVIMENTO RÍGIDO EN LA PROVINCIA DE ANGARAES - HUANCAVELICA"

LINEA DE INVESTIGACIÓN

INFRAESTRUCTURA VIAL

PRESENTADO POR:

BACH. QUISPE CHANCAS HECTOR

BACH. TAIPE CUYA RAFAEL

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

HUANCAVELICA, PERU

2020

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA

(Creada por Ley N ° 25265)

FACULTAD DE INGENIERIA DE MINAS CIVIL AMBIENTAL

AV. CENTENARIO N°1200 TELÉF. 952847104
LICENCIADA BAJO RESOLUCIÓN N° 086-2019-SUNEDU/CD

ACTA DE SUSTENTACIÓN VIRTUAL

EN LA CIUDAD DE LIRCAY DEL DIA 23 DE DICIEMBRE DEL 2020, SIENDO LAS 3:00 P.M; EN CUMPLIMIENTO A LA ***DIRECTIVA N° 001-VRAC-UNH****, APROBADO CON* ***RESOLUCIÓN N° 355-2020-CU-UNH (20/07/2020)****, MEDIANTE LA PLATAFORMA VIRTUAL MEET SE REUNIERON LOS MIEMBROS DEL JURADO* DESIGNADO CON **RESOLUCION DE CONSEJO DE FACULTAD N° 224 - 2019 - FIMCA - UNH (24/07/2019)** CONFORMADO EN LA SIGUIENTE MANERA

PRESIDENTE : ING. ENRIQUE RIGOBERTO CAMAC OJEDA.
SECRETARIO : ARQ. HUGO CAMILO SALAS TOCASCA.
VOCAL : ING. ANDRÉS ZOSIMO ÑAHUI GASPAR.

Y EN CUMPLIMIENTO A LA RESOLUCIÓN DE CONSEJO DE FACULTAD VIRTUAL N° 106-2020-FIMCA-UNH, DE HORA Y FECHA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS TITULADO: "**ADICION DE LA FIBRA DE POLIETILENO TEREFTALATO EN PAVIMENTO RIGIDO EN LA PROVINCIA DE ANGARAES - HUANCAVELICA**"
CUYO AUTORES (EL) (LOS) GRADUADOS (S):
BACHILLER (S):

QUISPE CHANCAS HECTOR
TAIPE CUYA RAFAEL

A FIN DE PROCEDER CON LA SUSTENTACION DE LA TESIS FINAL DE INVESTIGACION CIENTIFICA

ACTO SEGUIDO SE INVITA A LOS SUSTENTANTES Y PÚBLICO EN GENERAL ABANDONAR LA PLATAFORMA DEL MEET POR UNOS MINUTOS PARA LA **DELIBERACIÓN DE LOS RESULTADOS**; LUEGO SE INVITÓ A PASAR NUEVAMENTE AL LA PLATAFORMA DEL MEET A LOS SUSTENTANTES Y PÚBLICO EN GENERAL, EN LA QUE SE DA EL RESULTADO SIENDO **APROBADO POR MAYORÍA**, CULMINANDO A LAS 4:30 PM.

BACHILLER: QUISPE CHANCAS HECTOR

MIEMBROS:	RESULTADO FINAL:
PRESIDENTE	**APROBADO** POR MAYORÍA
SECRETARIO	
VOCAL	

BACHILLER: TAIPE CUYA RAFAEL

MIEMBROS:	RESULTADO FINAL:
PRESIDENTE	**APROBADO** POR MAYORÍA
SECRETARIO	
VOCAL	

EN CONFORMIDAD A LO ACTUADO FIRMAMOS AL PIE DEL PRESENTE.

Presidente
ING. ENRIQUE RIGOBERTO CAMAC OJEDA.

Secretario
ARQ. HUGO CAMILO SALAS TOCASCA

Vocal
ING. ANDRÉS ZOSIMO ÑAHUI GASPAR

Sustentante
QUISPE CHANCAS HECTOR

Sustentante
TAIPE CUYA RAFAEL

TITULO

“ADICIÓN DE LA FIBRA DE POLIETILENO TEREFTALATO EN PAVIMENTO RÍGIDO EN LA PROVINCIA DE ANGARAES - HUANCAVELICA”

AUTORES

BACH. QUISPE CHANCAS HECTOR

BACH. TAIPE CUYA RAFAEL

ASESOR:

Mag. FRANKLIN SURICHAQUI GUTIERREZ.

DEDICATORIA

A Dios por guiar mi camino en todo el transcurso de mi formación profesional, a mis padres Paulina y Melitón por su apoyo moral, material y estar pendiente de mí en todo momento para así poder realizar mis objetivos trazados en mi vida profesional y a mis hermanos por acompañarme y apoyarme en todo momento de mi formación profesional.

Atte.: Quispe Chancas, Héctor

A Dios, primeramente, por haberme dado las fuerzas cuando yo ya no los tenía, por su amor infinito en los tiempos difíciles.

A ellos que han sabido formarme con buenos sentimientos, hábitos y valores, lo cual me ha ayudado a salir adelante en los momentos más difíciles y oscuras, mis queridos padres Hermelinda y Alejandro y mis Hermanos.

Atte.: Taipe Cuya Rafael

AGRADECIMIENTO

Mis agradecimientos primeramente a dios por haberme permitido tener las oportunidades para poder hacer realidad todas mis metas trazadas en mi vida profesional y social.

Quiero agradecer también a mis padres Melitón y Paulina, por su apoyo incondicional en cada momento de mi vida y principalmente en el transcurso de mi formación profesional.

De igual forma mis agradecimientos sinceros a todos los catedráticos de la escuela profesional de ingeniería civil – Lircay, por haber impartido sus conocimientos y sabiduría para así formarme y ser un profesional competente.

Finalmente quiero agradecer a mi familia, especialmente a mi hijo Roderick Meyer por quien ayudo a motivar a cumplir con mis metas.

Héctor Quispe Chancas

Es un honor tener la oportunidad para expresar mis agradecimientos a Dios y a todas las personas quienes de alguna forma me ayudaron el cumplimiento de uno de mis sueños y mi formación personal y profesional.

- En primer lugar, doy gracias a Dios infinitamente, por haberme dado las fuerzas necesarias y valor para culminar con esta etapa de mi vida, y sé que seguirá haciéndolo.
- Agradezco a mis padres Hermelinda y Alejandro por el apoyo moral que me brindan al desarrollarme como persona y profesional.
- Agradezco en especial a mi hermano Sixto por su apoyo incondicional durante el tiempo de mi permanencia en la universidad, quien de manera incondicional hizo que sea posible cumplir con mis sueños de llegar a culminar mis estudios superiores de Ingeniería.
- Agradezco a mis hermanos y Hermanas: Bertha, Urbano, Josefina, Miguel y Eudocia quienes también abrieron el camino para ir con firmeza y confianza hasta llegar al objetivo.
- Agradezco a los hermanos en Cristo de la iglesia evangélica Filadelfia de Locroja, quienes de alguna forma u otra siempre estaban orando y pidiendo al Señor Dios, para que cada día de vi vida me vaya muy bendecido y que mi fe no se desvanezca.
- Agradecer a mi gran amigo Raul Ticllacuri Ramos, con quien compartimos durante la permanencia en la universidad apoyándonos hasta culminar la carrera
- Agradecer a mi gran compañero y amigo Héctor Quispe Chancas, quien puso el empeño total en la elaboración de esta tesis, para optar el Título Profesional de Ingeniero.

Taipe Cuya, Rafael

TABLA DE CONTENIDO

PORTADA 1
ACTA DE SUSTENTACION II
TITULO III
AUTORES IV
ASESOR: V
DEDICATORIA VI
AGRADECIMIENTO VII
TABLA DE CONTENIDO IX
TABLA DE CONTENIDOS DE FIGURAS XV
RESUMEN XIX
ABSTRAC XX
INTRODUCCION XXI

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1.DESCRIPCION DEL PROBLEMA. 23
1.2.FORMULACIÓN DEL PROBLEMA: 24
1.2.1.PROBLEMA GENERAL: 24
1.2.2.PROBLEMAS ESPECÍFICOS: 24
1.3.OBJETIVOS: 25
1.3.1.OBJETIVO GENERAL: 25
1.3.2.OBJETIVOS ESPECÍFICOS: 25
1.4.JUSTIFICACIÓN: 25

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1.ANTECEDENTES: 27

2.1.1.A NIVEL INTERNACIONAL: 27

2.1.2.A NIVEL NACIONAL: 28

2.2.BASES TEÓRICAS: 29

2.2.1.PAVIMENTO RÍGIDO: 29

2.2.2.DEFINICIÓN: 30

2.2.3.CARACTERÍSTICAS: 31

2.2.4.LAS FIBRAS: 32

2.2.5.HORMIGÓN FIBRO REFORZADO: 33

2.2.6.ACCIÓN DE LA FIBRA POLIETILENO TEREFTALATO ADICIONADO A LA LOSA DEL PAVIMENTO RÍGIDO: 34

2.3.BASE CONCEPTUALES: 36

2.3.1.LAS FIBRAS: 36

2.3.2.HORMIGÓN FIBRO REFORZADO: 38

2.3.3.ACCIÓN DE LA FIBRA POLIETILENO TEREFTALATO ADICIONADO A LA LOSA DEL PAVIMENTO RÍGIDO: 39

2.4.DEFINICION DE TERMINOS: 41

2.5.HIPÓTESIS: 44

2.5.1.HIPOTESIS NULA (Ho) 44

2.5.2.HIPOTESIS ALTERNATIVA (H1) 44

2.6.VARIABLES: 44

2.6.1.VARIABLE INDEPENDIENTE: 44

2.6.2.VARIABLE DEPENDIENTE: 44

2.7.DEFINICIÓN OPERATIVA DE VARIABLES E INDICADORES: 45

CAPÍTULO III

METODOLOGIA DE INVESTIGACIÓN

3.1.ÁMBITO DE ESTUDIO: 46
3.2.TIPO DE INVESTIGACIÓN: 46
3.3.NIVEL DE INVESTIGACIÓN: 47
3.4.POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO: 47
3.4.1.POBLACIÓN: 47
3.4.2.MUESTRA: 47
3.4.3.MUESTREO: 48
3.5.TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS: 48
3.5.1.TÉCNICA: 48
3.5.2.INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS: 48
3.6.PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS: 48
3.7.TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS: 49
3.7.1.TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO: 49
3.7.2.ANÁLISIS DE LOS DATOS: 49

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1.ANALISIS DE LA INFORMACION: 50
4.2.CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS: 51
4.2.1.AGREGADO FINO: 51
4.2.2.AGREGADO GRUESO 52
4.2.3.CEMENTO 53
4.2.4.AGUA 53
4.2.5.FIBRA DE POLIETILENO TEREFTALATO 53

4.2.6.ACCIÓN DE LA FIBRA SINTÉTICA ESTRUCTURAL ADICIONADA A LA LOSA DEL PAVIMENTO RÍGIDO. 54
4.3.ETAPAS Y ENSAYOS PARA LA ELABORACION DEL CONCRETO: 56
4.3.1.ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD: 56
4.3.2.DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE ABSORCION DE LOS AGREGADOS: 59
4.3.3.ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADOS. ... 63
4.3.4.PESO UNITARIO SECO SUELTO DE LOS AGREGADOS 69
4.3.5.PESO UNITARIO SECO COMPACTADO DE AGREGADOS 72
4.3.6.PESO ESPECIFICO DE LOS AGREGADOS 75
4.4.ETAPAS Y ENSAYOS PARA LA ELABORACION DEL CONCRETO 77
4.4.1.DESARROLLO DE DISEÑO DE MEZCLA PARA UNA RESISTENCIA DE F'C = 350 KG/CM3, PARA PAVIMENTOS RIGIDOS. 78
4.5.INTRODUCCION DE FIBRAS DE POLIETILENO TEREFTALATO (PET) . 84
4.6.DISEÑO DE MEZCLA DEL CONCRETO CON 1.5 KG/M3 DE FIBRA DE POLIETILENO TEREFTALATO CON CEMENTO ANDINO PORTLAND TIPO I. 85
4.7.DISEÑO DE MEZCLA DEL CONCRETO CON 2.0 KG/M3 DE FIBRA DE POLIETILENO TEREFTALATO CON CEMENTO ANDINO PORTLAND TIPO I. 86
4.8.DISEÑO DE MEZCLA DEL CONCRETO CON 2.5 KG/M3 DE FIBRA DE POLIETILENO TEREFTALATO CON CEMENTO ANDINO PORTLAND TIPO I. 88
4.9.RESULTADOS DE LA PRUEBA DE ASENTAMIENTO, RESISTENCIA A LA COMPRESION Y RESISTENCIA A FLEXION. 89
4.10.PROBETAS PARA ENSAYO DE COMPRESION Y FLEXION. 90
4.11.ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION (NTP 339.034) 92

4.11.1.ANALISIS COMPARATIVO REFENTE A LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO EN PROBETAS CILINDRICAS. .. 95

4.11.2.DISCUCION. 96

4.12.ENSAYO DE RESISTENCIA A FLEXION (NTP 339.078) 97

4.12.1.ANALISIS COMPARATIVO REFENTE A LA RESISTENCIA A FLEXION DEL CONCRETO EN PROBETAS PRISMATICAS. 100

4.12.2.DISCUCION. 101

4.13.ANÁLISIS ESTADÍSTICO PARA LA PRUEBA DE HIPOTESIS 102

4.13.1.ANALISIS ESTADISTICO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION – CONCRETO SIN FIBRA Y CON FIBRA (1.5 KG/M3) CANTERA DE OCOPA f'c= 350 kg/cm2: 102

4.13.2.ANALISIS ESTADISTICO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION – CONCRETO CON SIN FIBRA Y CON FIBRA (2 KG/M3) CANTERA DE OCOPA f'c= 350 kg/cm2: 105

4.13.3.ANALISIS ESTADISTICO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION – CONCRETO SIN FIBRA Y CON FIBRA (2.5 KG/M3) CANTERA DE OCOPA f'c= 350 kg/cm2: 107

4.13.4. ANALISIS ESTADISTICO DE LA RESISTENCIA A LA FLEXION – CONCRETO CON SIN FIBRA Y CON FIBRA (1.5 KG/M3) CANTERA DE OCOPA f'c= 350 kg/cm2: 110

4.13.5. ANALISIS ESTADISTICO DE LA RESISTENCIA A LA FLEXION – CONCRETO CON SIN FIBRA Y CON FIBRA (2 KG/M3) CANTERA DE OCOPA f'c= 350 kg/cm2: 113

4.13.6. ANALISIS ESTADISTICO DE LA RESISTENCIA A LA FLEXION – CONCRETO CON SIN FIBRA Y CON FIBRA (2.5 KG/M3) CANTERA DE OCOPA f'c= 350 kg/cm2: 116

4.14. PRUEBA DE HIPOTESIS 118

4.14.1.PRUEBA DE HIPÓTESIS A LOS 28 DÍAS DEL CONCRETO F´C = 350 KG/CM2, A COMPRESION SIN FIBRAS RESPECTO AL CONCRETO CON FIBRAS (2 KG/M3) 118

4.14.2.PRUEBA DE HIPÓTESIS A LOS 28 DÍAS DEL CONCRETO F´C = 350 KG/CM2, A FLEXION SIN FIBRAS RESPECTO AL CONCRETO CON FIBRAS (2 KG/M3) 121

4.15.DISCUSIÓN DE RESULTADOS. 124

4.15.1.ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LOS ESTUDIOS DE LOS AGREGADOS. 124

4.15.2.ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL ENSAYO DE MANEJABILIDAD DEL CONCRETO..... 124

4.15.3.ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL ENSAYO DE COMPRESION DE LAS PROBETAS. 126

4.15.4.ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL ENSAYO DE FLEXION DE LAS PROBETAS. 127

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

APENDICE

TABLA DE CONTENIDOS DE FIGURAS

Figura 1. Típica de los pavimentos rígidos en el Perú 29
Figura 2. Fisuras de un pavimento rígido por distintos problemas, sea 29
Figura 3. Estructura de un pavimento rígido. 31
Figura 4. Hormigón con fibra RXF54, elaborado para la investigación 33
Figura 5.Hormigón con fibra RXF54, elaborado para la investigación 38
Figura 6. Curva granulométrica del agregado fino 65
Figura 7. Curva granulométrica de agregado grueso 68
Figura 8. Rotura de probetas cilíndricas a compresión. 94
Figura 9. Resistencia a la compresión de concreto sin fibra y con fibra de PET. . 96
Figura 10. Rotura de probetas prismáticas a flexión. 99
Figura 11. Resistencia a la flexión de concreto sin fibra y con fibra de PET 101
Figura 12.Resistencia a la compresión de concreto sin fibra y con fibra de PET 128
Figura 13.Resistencia a la flexión de concreto sin fibra y con fibra de PET 129

TABLA DE CONTENIDOS DE CUADROS

Tabla1 Características mecánicas de las fibras. 54
Tabla 2 Contenido de Humedad del Agregado Fino. 57
Tabla 3 Contenido de humedad del agregado grueso. 59
Tabla 4 Porcentaje de absorción de agregado fino. 61
Tabla 5 Porcentaje de absorción de agregado grueso 62
Tabla 6 Porcentajes de granulometría de agregado fino 63
Tabla 7 Análisis granulométrico de agregado fino 64
Tabla 8 Porcentajes Ideales de granulométrica de agregado 66
Tabla 9 Análisis granulométrico de agregado grueso 67
Tabla 10 P.U.Suelto Seco del agregado fino 70
Tabla 11 P.U.Suelto Seco del agregado grueso. 71
Tabla 12 P.U. Compactado Seco del agregado fino 73
Tabla 13 P.U.Compactado Seco del agregado grueso 74
Tabla 14 Peso específico del agregado fino 76
Tabla 15 Peso específico del agregado grueso 77
Tabla 16 Resumen del ensayo y características del agregado 78
Tabla 17 Resistencia a la compresión promedio. 78
Tabla 18 Asentamientos recomendados para varios tipos de construcción 79
Tabla 19 Contenido de aire atrapado 79
Tabla 20 Volumen Unitario de agua 79
Tabla 21 Relación agua/cemento en peso 80
Tabla 22 Peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto 81
Tabla 23 Calculo de volúmenes absolutos 81
Tabla 24 Diseño de mezcla en peso seco 82
Tabla 25 Diseño de mezcla en volumen seco 82
Tabla 26 Diseño de mezcla en peso húmedo en obra 83
Tabla 27 Diseño de mezcla en volumen, en obra 83
Tabla 28 Dosificación de materiales en seco y en obra. 83
Tabla 29 Dosificación para una probeta cilíndrica 84
Tabla 30 Dosificación para una probeta prismática 84

Tabla 31 Peso en obra de materiales para 1.5 kg de fibra PET 85
Tabla 32 Dosificación en obra para 1.5kg de fibra de PET 86
Tabla 33 Dosificación para una probeta cilíndrica con 1.5 kg de fibra en obra... 86
Tabla 34 Dosificación para una probeta prismática con 1.5kg de fibra en obra .. 86
Tabla 35 Peso en obra de materiales para 2.0 kg de fibra PET 87
Tabla 36 Dosificación en obra para 2.0 kg de fibra de PET 87
Tabla 37 Dosificación para una probeta cilíndrica con 2.0 kg de fibra en obra... 87
Tabla 38 Dosificación para una probeta prismática con 2.0 kg de fibra en obra . 88
Tabla 39 Peso en obra de materiales para 2.5 kg de fibra PET 88
Tabla 40 Dosificación en obra para 2.5 kg de fibra de PET 89
Tabla 41 Dosificación para una probeta cilíndrica con 2.5 kg de fibra en obra... 89
Tabla 42 Dosificación para una probeta prismática con 2.5 kg de fibra en obra . 89
Tabla 43 Asentamiento de muestras 90
Tabla 44 Características de probetas cilíndricas y prismáticas 91
Tabla 45 Ensayo de resistencia a la compresión simple 94
Tabla 46 Resumen de Ensayos de Resistencia a la Compresión del Concreto 95
Tabla 47 Resumen de resistencia a la compresión simple 97
Tabla 48 Ensayo de resistencia a la flexión 99
Tabla 49 Resumen de Ensayos de Resistencia a la Flexión del Concreto 100
Tabla 50 Resumen de resistencia de probetas prismáticas a flexión..... 102
Tabla 51 Análisis Estadístico – Resistencia a la Compresión a los 28 días..... 102
Tabla 52 Coeficiente de variación y Desviación Estándar. 103
Tabla 53 Análisis Estadístico F – Resistencia a la Compresión a los 28 días.... 105
Tabla 54 Coeficiente de variación y Desviación Estándar. 106
Tabla 55 Análisis Estadístico – Resistencia a la Compresión a los 28 días..... 107
Tabla 56 Coeficiente de variación y Desviación Estándar. 109
Tabla 57 Análisis Estadístico – Resistencia a la Flexión a los 28 días 110
Tabla 58 Coeficiente de variación y Desviación Estándar. 112
Tabla 59 Análisis Estadístico – Resistencia a la Flexión a los 28 días 113
Tabla 60 Coeficiente de variación y Desviación Estándar. 114
Tabla 61 Análisis Estadístico – Resistencia a la Flexión a los 28 días 116
Tabla 62 Coeficiente de variación y Desviación Estándar. 117

Tabla 63 Parámetros de Interés para la Prueba de Hipótesis. 118
Tabla 64 Parámetros de Interés para la Prueba de Hipótesis. 121
Tabla 65 Resumen del ensayo y características del agregado 124
Tabla 66 Asentamiento de muestras 125
Tabla 67 Peso en obra de materiales para 1.5 kg de fibra PET 125
Tabla 68 Peso en obra de materiales para 2.0 kg de fibra PET 126
Tabla 69 Peso en obra de materiales para 2.5 kg de fibra PET 126
Tabla 70 Resumen de Ensayos de Resistencia a la Compresión del Concreto .. 127
Tabla 71 Resumen de Ensayos de Resistencia a la Flexión del Concreto 128

RESUMEN

Se presenta el estudio de la adición de fibras de polietileno tereftalato (PET) en pavimentos rígidos con resistencias de 350 kg/cm2 empleados en la provincia de Angaraes de la Región de Huancavelica, así como la influencia de las cuantías de fibras en la resistencia a la compresión y a la tracción; y el análisis estadístico de los resultados obtenidos. Los ensayos con métodos y procedimientos de la Norma ASTM, muestran que la cuantía de fibras más apta es la de 2.00 kg/m3 y se observa un incremento en un 7.15% en el módulo de rotura. Por otro lado, se comprobó estadísticamente que el incremento en la resistencia a la compresión de hormigones (pavimentos rígidos) reforzados con fibra es significativa., por lo que la adición de fibras afecta la resistencia a la compresión del hormigón. Comparando los espesores calculados, se puede afirmar que la introducción de una cuantía media de 2,0 kg/m3 de fibras de PET reduce la resistencia a compresión en 10,67 %, con respecto al hormigón sin fibras. También se realice un estudio de análisis de costo de producción de una losa de pavimento de concreto con adición de fibra de PET es mucho más económico y menos riesgoso que un pavimento de concreto con adición de fibra de acero y con malla de temperatura.

Palabras claves: Fibra de PET, adición, cuantías de fibras, resistencia a la compresión, resistencia a la tracción, análisis de costo.

ABSTRAC

The study of the addition of polyethylene terephthalate (PET) fibers in rigid pavements with resistances of 350 kg / cm2 used in the province of Angaraes of the department of Huancavelica is presented, as well as the influence of the amounts of fibers in the resistance to compression and tensile; and the statistical analysis of the results obtained. The tests with methods and procedures of the ASTM Standard, show that the most suitable amount of fibers is 2.00 kg / m3 and there is a 7.15% increase in the modulus of rupture. On the other hand, it was statistically proven that the increase in the compressive strength of concrete (rigid pavements) reinforced with fiber is significant. Therefore, the addition of fibers does affect the compressive strength of concrete. Comparing the calculated thicknesses, it can be stated that the introduction of an average amount of 2.0 kg / m3 of PET fibers reduces the thickness of the slab by 10.67 %, with respect to concrete without fibers. A production cost analysis study of a concrete pavement slab with PET fiber addition is also much cheaper and less risky than a concrete pavement with steel fiber addition and temperature mesh.

Keywords: pet fiber, addition, amounts of fibers, compressive strength, tensile strength, cost analysis.

INTRODUCCION

En los últimos años, la utilización de concreto reforzados con fibras (HRF) ha ido creciendo en la construcción de pavimentos rígidos, pisos industriales, contención de túneles, etc. La incorporación de fibras de Polietileno Tereftalato (PET) al concreto mejora las propiedades mecánicas del mismo, aumentando su ductilidad, lo cual mejora la calidad de la obra aumentando su vida útil controlando la figuración, (Hope, 2003).

La incorporación de fibras metálicas, polietilenos en el concreto, ha demostrado ser un medio útil para mejorar su capacidad de controlar la propagación de fisuras aumentar su resistencia a la tracción y su capacidad de deformación.

Desafortunadamente, a pesar del uso cada vez más creciente del concreto con fibras no existe, a nivel normativo, una instrucción que permita establecer un marco de referencia para la adición apropiada de fibras en el concreto para poder evitar contratiempos durante la preparación, manejo y colado.

Las fibras ofrecen muchos beneficios al concreto. A pocos años de utilización de las fibras en el país, un gran número de constructores, diseñadores, ingenieros y arquitectos ya están incorporando en sus especificaciones este tipo de refuerzo debido a que siguen existiendo fisuras en los pavimentos rígidos de las distintas regiones de nuestro país.

En el capítulo I, se describe el planteamiento del problema, los objetivos generales y específicos del trabajo, justificación, alcances y limitaciones.

En el capítulo II, se desarrolla el marco teórico que se sustenta con los antecedentes descritos.

En el capítulo III, se desarrolla el marco metodológico el cual indica el nivel de la investigación, diseño de la investigación, técnicas de recolección de datos, los instrumentos de recolección de datos desarrollo experimental o procedimiento.

En el capítulo IV, muestra y explica los resultados obtenidos, analizando los ensayos de laboratorio, mostrando así como estos influyen en los planteamientos expuestos en los capítulos anteriores.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. DESCRIPCION DEL PROBLEMA.

En las últimas décadas, el empleo de concreto reforzado con fibras se está generalizando en el mundo de la construcción a escala internacional. Ya es habitual ejecutar con este material obras de soleras y pavimentaciones industriales, concretos proyectados para el sostenimiento de túneles, taludes y ejecución de piscinas, concretos prefabricados, etc.

Actualmente en el Perú, en los últimos años, el uso de fibras en el concreto recién se está dando a conocer y por ende se ha vuelto una nueva tecnología de aplicación, empresas del sector aditivos y concretos premezclados están tomando la iniciativa para la promoción de su uso para su aplicación en el campo de las construcciones industriales, y minería, respetando detalladamente las aplicaciones de su uso.

Las ventajas del concreto con fibras de polietileno tereftalato 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 de polietileno tereftalato están adaptados para hacer posible un buen anclaje y una figuración controlada; (3) Alta

resistencia a tracción - Compresión, se fabrican con plásticos reciclados, a fin de garantizar elevada resistencia a la tracción - Compresión.

Los usos de dicha fibra son:

• Edificaciones.

• Pisos Industriales/Comerciales.

• Pavimentos.

• Entre otros.

Con el presente tema de investigación se pretende dar una visión global de las ventajas y aplicaciones de los concretos reforzados con fibras de polietileno tereftalato presente en el mercado nacional, así como los métodos de ensayo y fórmulas de cálculo, con el objetivo de contribuir a estandarizar su empleo.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA:

1.2.1. PROBLEMA GENERAL:

¿Cómo influye la adición de fibras de polietileno tereftalato en pavimento rígido de la Provincia de Angaraes - Huancavelica?

1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS:

a) ¿Cómo influye la adición de fibras de polietileno tereftalato en las propiedades físicas, mecánicas y en su durabilidad del pavimento rígido de la Provincia de Angaraes - Huancavelica?

b) ¿Cuál será la Resistencia del pavimento rígido en compresión y flexión con adición de fibras de polietileno tereftalato de la Provincia de Angaraes - Huancavelica?

1.3. OBJETIVOS:

1.3.1. OBJETIVO GENERAL:

Determinar la Influencia de la fibra de polietileno tereftalato en pavimento rígido de la Provincia de Angaraes - Huancavelica.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

a) Determinar la Influencia de la fibra de polietileno tereftalato en las propiedades físicas, mecánicas y en su durabilidad del pavimento rígido de la Provincia de Angaraes - Huancavelica.

b) Determinar la resistencia máxima del pavimento rígido en compresión y flexión con la adición de fibra de polietileno tereftalato de la Provincia de Angaraes – Huancavelica.

1.4. JUSTIFICACIÓN:

El concreto con refuerzo de fibra de polietileno tereftalato ha venido revolucionando en el mercado, actúa de manera estructural. Debido a la adición de fibra, así mejorando sus características de tenacidad, control de figuración, resistencia a Compresión y resistencia a flexión.

Además, son especialmente adecuados para sobrellevar acciones dinámicas y prevenir situaciones donde se requiere el control de los procesos de figuración, ya que cosen las fisuras del concreto formando un "puente" entre los agregados gruesos, llevando al concreto a un comportamiento dúctil luego de la figuración inicial evitando así la fractura frágil. El aumento de la tenacidad es una de las características más apreciadas del concreto reforzado con fibra.

Si en conjunto se plantea una posible solución de qué hacer con los grandes volúmenes de basura y residuos de plásticos generados en la cuidad de Lircay y demás ciudades del Perú y del mundo, se hace evidente la importancia de este proyecto.

Esta tarea queda en manos de los centros de estudios superiores, siendo uno de ellos la Universidad Nacional de Huancavelica, donde a través de los alumnos como catedráticos buscan desarrollar mediante sus propuestas de tesis, soluciones a los problemas que afectan a la sociedad, como lo es el ámbito del presente proyecto.

Con este proyecto de investigación se pretende resolver problemas estructurales en condiciones ambientales agresivas, y al mismo tiempo encontrar una aplicación para los productos obtenidos a partir del reciclaje, empleándolos para el mejoramiento de resistencia a compresión y flexión, también las propiedades físicas, mecánicas y de durabilidad de materiales clásicos como el concreto en pavimentos rígidos.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. ANTECEDENTES:

Dentro de los antecedentes para la elaboración de este trabajo de investigación de grado, se tomaron en cuenta algunas tesis procedentes de reconocidas universidades.

2.1.1. A NIVEL INTERNACIONAL:

Se tiene la siguiente investigación:

a) **Moraño Rodríguez, A. J., & Guillén Viñas, J. L. (2010).** ***"Enfibrado de los materiales de construcción".***

Sus conclusiones fueron las siguientes:

todas las fibras mejoran las propiedades mecánicas de los materiales a las que se les añade, fundamentalmente a la resistencia a tracción y por tanto todas las características relacionadas con esta propiedad, elasticidad, absorción de energía, ductilidad.

b) **Barros Fierro, V. P., & Ramírez Cueva, H. C. (2012).** ***"Diseño de hormigones con fibras de polipropileno para resistencias a la compresión de 21 y 28 MPa con agregados de la cantera de Pifo"***

Sus conclusiones fueron las siguientes:

determinar la cantidad adecuada de fibra de polipropileno a adicionarse a un hormigón, para su diseño, con agregados

procedentes de la cantera de Pifo y Cemento Selva legre para resistencias a la compresión de 21 y 28 MPa.

2.1.2. A NIVEL NACIONAL:

Se tiene las siguientes investigaciones:

a. **Pino, M. C., Rodríguez, J. R., & Torrico, F. A. (2006).** *"Comportamiento de hormigones reforzados con y sin fibras". Revista Investigación & Desarrollo, 1(5).*

   El objetivo de este trabajo de investigación fue comparar el comportamiento del concreto reforzado, para determinar el esfuerzo de Tracción del concreto reforzado con fibras y sin fibras.

   Así se ve la necesidad de conocer en nuestro país las dosificaciones adecuadas de fibra, para cada tipo distinto de árido y así optimizar económica y técnicamente el uso de recursos y conseguir satisfacer las especificaciones que en obra se requieran.

b. **De La Cruz Mercado, W. R., Ccahuin, Q., & Reynan, W. (2014).** *"Influencia de la adición de fibras de acero en el concreto empleado para pavimentos en la construcción de pistas en la Provincia de Huamanga-Ayacucho".*

   (Experimentación en Huamanga)

   EL objetivo de este trabajo es Determinar la influencia de las Fibras de acero como adición en el Control de Fisuras por Retracción Plástica en los Pavimentos Rígidos.

Figura 1. Típica de los pavimentos rígidos en el Perú

Figura 2. Fisuras de un pavimento rígido por distintos problemas, sea suelo, carga o diseño de mezcla.

La falta de algún material que amarre el concreto produce estas fisuras, lo que creemos lo que falta son las fibras que ayudan a tener mayor resistencia a la tensión.

2.2. BASES TEÓRICAS:

2.2.1. PAVIMENTO RÍGIDO:

Reseña Histórica

El primer pavimento rígido de cemento portland que se uso fue en el año de 1891, en la ciudad Bellefontaine, Ohio, EEUU, por el Ing. George Bartholomew, donde se construyó sin previos diseños. Los primeros pavimentos se construyeron sin previos diseños, solamente con el buen

criterio del ingeniero, debido a la falta total de algún método de análisis racional, para el diseño de la estructura vial.

En el año 1920, debido a la necesidad de obtener un método de análisis teórico, se inició con el estudio de un camino experimental en el estado de Illinois, EEUU, y empezaron a aparecer algunos métodos, y el primero fue: “El método de la fórmula de la esquina", con el que posteriormente comenzaron a perfeccionar técnicamente algunos métodos de diseño.

Desde entonces se comenzó a expandir esta nueva tecnología de construcción y diseño de pavimentos tanto en Estados Unidos, Europa y en América Latina.

Los Estados Unidos ha sido el pionero en este tipo de construcciones a más de ser el país con mayor experiencia, es también quien tiene el mayor número de kilómetros construidos en pavimento rígido, ya que las tres cuartas partes de sus autopistas y las dos terceras partes de sus carreteras son de pavimento rígido.

2.2.2. DEFINICIÓN:

El pavimento rígido es una estructura compuesta por una losa de concreto, la cual se apoya sobre una capa de material granular seleccionado y compactado llamado sub-base, lo importante es que la losa de concreto tenga un apoyo suficientemente uniforme y estable. El pavimento rígido tiene como característica principal absorber en un gran porcentaje los esfuerzos compresión y medianamente los esfuerzos de flexión, producidas por las cargas de tráfico, transmitiendo así, solo un pequeño porcentaje de este esfuerzo hacia el suelo.

De igual forma el pavimento rígido disimula algunas pequeñas irregularidades en la subrasante, ya que estas no se reflejan en la superficie del pavimento.

Figura 3. Estructura de un pavimento rígido.

2.2.3. CARACTERÍSTICAS:

Un pavimento rígido debe reunir un gran número características para su buen funcionamiento. Mencionaremos las características principales que le interesan al usuario.

- Para el constructor, estas características deben obtenerse de la forma más económica posible de manera que se conserven por el mayor tiempo sin necesidad de reparaciones.
- La seguridad está garantizada, si el conductor puede frenar en cualquier momento con el máximo de adherencia al contacto de los neumáticos y la calzada, incluso en tiempo de lluvia.
- La comodidad será perfecta, si el perfil de la calzada está desprovisto de irregularidades, haciendo así que disminuyan las oscilaciones verticales incómodas de la carrocería de los automóviles.
- La carretera será durable, si bajo el efecto del tráfico, frenadas y giros, permanece en idénticas condiciones a las iníciales durante

varios, y si, bajo el efecto de las reparticiones de cargas el perfil de la calzada no sufre cambios, si no muy lentamente.

2.2.4. LAS FIBRAS:

Desde la antigüedad las fibras fueron usadas en la construcción para disminuir la fragilidad de los materiales. Los antiguos egipcios así, los romanos usaban las cerdas de los caballos para hacer enlucidos y morteros. Recientemente, en 1898, se introdujo el uso de las fibras de asbesto que se han empleado de manera generalizada hasta nuestros días. Sin embargo, debido a su peligrosidad se han estudiado nuevas fibras que han sido introducidas en el sector de la construcción a partir de los años sesenta.

Las fibras que comúnmente se emplean son:

a. Fibras naturales: estas fibras se usan por su bajo costo. Pero, por motivo de protección del medio ambiente, puesto que estas fibras derivan de vegetales, su uso a nivel industrial es muy limitado.

b. Fibras metálicas: este tipo de fibra ha sido introducida en los materiales para la construcción desde los años cincuenta. Estas fibras presentan buenas características mecánicas en el hormigón, su uso se está limitando ya que, a través de las macro y micro fisuras, muchas sustancias contaminantes, como anhídrido carbónico, lluvias acidas, aguas con sulfatos, productos químicos, etc., penetran al hormigón provocando la corrosión de estas fibras y a su vez propagándose a todas las fibras. Además, como las fibras se encuentran esparcidas por todo el hormigón, estas se corroen fácil y rápidamente. Su baja resistencia a la corrosión, implica una baja durabilidad del hormigón.

c. Fibras sintéticas: son el resultado de investigaciones tecnológicas de varios campos, petroquímicas y textiles. Las fibras que más se utilizan tienen longitudes de 0,5 a 6 cm. y son: acrílicas, de carbono, nylon, poliéster, polietileno Tereftalato y polipropileno.

Las propiedades mecánicas y de durabilidad de las fibras sintéticas se modifican en función del polímero que se utiliza. Es así que se pueden emplear diferentes tipos de fibras para obtener hormigones con prestaciones específicas, siendo la fibra una de las innovaciones más relevantes en el campo de los hormigones especiales.

Las fibras sintéticas estructurales a diferencia de las fibras metálicas, son químicamente inertes, esto nos dice que las fibras no se deterioran, por muy agresiva que sea la sustancia o ambiente químico. Las prestaciones mecánicas y de durabilidad de un hormigón con fibra sintética estructural son superiores a la de los hormigones tradicionales con fibras de acero.

2.2.5. HORMIGÓN FIBRO REFORZADO:

El hormigón está formado por una adecuada mezcla de diferentes proporciones de agregados pétreos, cemento y agua, llegando a formar un elemento macizo de propiedades físicas y mecánicas altamente resistentes. El hormigón es un material que tiene buena resistencia a la compresión, pero una baja resistencia a la tracción y una limitada resistencia a la figuración, con lo cual, bajo la acción de una fuerza, las micro fisuras se propagan rápidamente dando como resultado la baja resistencia a la tracción del hormigón.

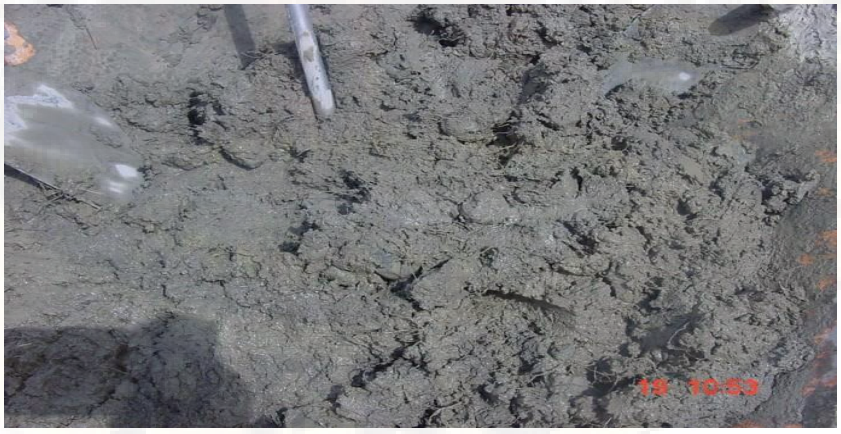


Figura 4. Hormigón con fibra RXF54, elaborado para la investigación

Estas características se obtienen utilizando las fibras polietileno tereftalato estructurales que, si se distribuyen homogéneamente en la mezcla del hormigón, de manera que se forme un refuerzo tridimensional, estas fibras son capaces de aliviar eficazmente las tensiones internas que se desarrollan en la deshidratación y tensiones externas debidas a cargas.

Vale indicar que las fibras polietileno tereftalato, pueden realzar significativamente las características del hormigón, de entre las principales, podemos mencionar:

- Reducir la figuración y agrietamiento que se produce en la retracción plástica
- Aumento del índice de tenacidad y disminución de la permeabilidad
- Refuerzo secundario cuando existe una presencia importante de grietas por retracción
- Evitar el desarrollo de micro fisuras

A pesar de que la fibra presenta una gran cantidad de beneficios para el hormigón y su comportamiento, la fibra no puede ser utilizada en los siguientes casos:

- Para controlar el agrietamiento de la losa generado por tensiones externas muy altas
- Remplazar cualquier tipo de armadura primaria de acero.

2.2.6. ACCIÓN DE LA FIBRA POLIETILENO TEREFTALATO ADICIONADO A LA LOSA DEL PAVIMENTO RÍGIDO:

En el pavimento rígido, la losa de hormigón, es una estructura rígida capaz de absorber aproximadamente un 90% de las solicitaciones de carga por su buena resistencia a la compresión. Sin embargo, durante la elaboración y vida útil del pavimento rígido, este puede estar expuesto a

solicitaciones de tracción que produzcan macro y micro fisuras que pueden ser dañinas para la estructura del pavimento.

Como ya se mencionó antes, adicionando la fibra polietileno tereftalato en el hormigón de la losa del pavimento rígido se puede mejorar la resistencia a compresión, tracción y durabilidad, permitiendo realizar diseños de pavimentos rígidos donde se puede reducir el peralte. Las fibras polietileno tereftalato, utilizadas para reducir la figuración por contracción del hormigón, ofrecen otros beneficios.

Las fibras polietileno tereftalato, no sustituyen el refuerzo estructural principal en el hormigón porque adicionan poca o ninguna resistencia. Pero el refuerzo estructural principal no suministra sus beneficios hasta que el hormigón se haya endurecido.

Es así que la adición de fibras polietileno tereftalato en el hormigón puede respaldar y hasta remplazar el refuerzo secundario, las fibras polietileno tereftalato proporcionan beneficios mientras el hormigón está aún en estado plástico; de igual forma, vale indicar que las fibras aumentan algunas de las propiedades del hormigón endurecido.

La contracción del hormigón genera pequeñas fisuras irregulares que pueden desarrollarse durante las primeras 24 horas después de su colocación, no deben confundirse con las fisuras superficiales, dado que las fisuras por contracción usualmente pasan a través de todo el espesor de la losa; las fisuras son generalmente causadas por cualquier contracción plástica o por secado.

La contracción plástica del hormigón, se produce durante el fraguado, es decir ocurre antes de alcanzar su endurecimiento inicial; la contracción por secado ocurre durante el endurecimiento del hormigón.

Todo hormigón se contrae después de ser colocado debido a un cambio de volumen causado por pérdida de humedad. Si la contracción se produjo sin ninguna restricción, el hormigón pudo o no agrietarse. Pero

los elementos de hormigón están siempre sujetos a alguna restricción por la fundación, otra parte de la estructura, o por acero de refuerzo. Para controlar este proceso de contracción, se debe realizar un buen curado.

El confinamiento además desarrolla retracción diferencial, cuando el hormigón de la superficie se retrae más rápido que el hormigón subyacente, si las tensiones de tracción causadas por confinamiento exceden la resistencia a tracción del hormigón, el hormigón se fisura.

Los fabricantes de fibras polietileno tereftalato afirman que sus productos pueden ser usados para minimizar la figuración por contracción plástica o por secado prematuro.

Mezclando las fibras en el hormigón en dosificaciones recomendadas; se obtiene una mezcla en la que hay millones de fibras dispersas uniformemente en la matriz del hormigón. Este refuerzo multidimensional ayuda al hormigón a tener mayor capacidad de resistencia a tracción. Si se forman las fisuras por retracción, las fibras unen estas fisuras, ayudando a reducir su desarrollo en cuanto a longitud y anchura se refiere. Los efectos de las fibras sobre el comportamiento del hormigón plástico y endurecido varían dependiendo de los materiales del hormigón, proporciones de la mezcla, tipo y longitud de la fibra, y cantidad de fibra agregada.

2.3. BASE CONCEPTUALES:

2.3.1. LAS FIBRAS:

Desde la antigüedad las fibras fueron usadas en la construcción para disminuir la fragilidad de los materiales. Los antiguos egipcios así, los romanos usaban las cerdas de los caballos para hacer enlucidos y morteros. Recientemente, en 1898, se introdujo el uso de las fibras de asbesto que se han empleado de manera generalizada hasta nuestros días. Sin embargo, debido a su peligrosidad se han estudiado nuevas fibras que

han sido introducidas en el sector de la construcción a partir de los años sesenta.

Las fibras que comúnmente se emplean son:

a. Fibras naturales: estas fibras se usan por su bajo costo. Pero, por motivo de protección del medio ambiente, puesto que estas fibras derivan de vegetales, su uso a nivel industrial es muy limitado.

b. Fibras metálicas: este tipo de fibra ha sido introducida en los materiales para la construcción desde los años cincuenta. Estas fibras presentan buenas características mecánicas en el hormigón, su uso se está limitando ya que, a través de las macro y micro fisuras, muchas sustancias contaminantes, como anhídrido carbónico, lluvias acidas, aguas con sulfatos, productos químicos, etc., penetran al hormigón provocando la corrosión de estas fibras y a su vez propagándose a todas las fibras. Además, como las fibras se encuentran esparcidas por todo el hormigón, estas se corroen fácil y rápidamente. Su baja resistencia a la corrosión, implica una baja durabilidad del hormigón.

c. Fibras sintéticas: son el resultado de investigaciones tecnológicas de varios campos, petroquímicas y textiles. Las fibras que más se utilizan tienen longitudes de 0,5 a 6 cm. y son: acrílicas, de carbono, nylon, poliéster, polietileno Tereftalato y polipropileno.

Las propiedades mecánicas y de durabilidad de las fibras sintéticas se modifican en función del polímero que se utiliza. Es así que se pueden emplear diferentes tipos de fibras para obtener hormigones con prestaciones específicas, siendo la fibra una de las innovaciones más relevantes en el campo de los hormigones especiales.

Las fibras sintéticas estructurales a diferencia de las fibras metálicas, son químicamente inertes, esto nos dice que las fibras no se deterioran, por muy agresiva que sea la sustancia o ambiente químico. Las prestaciones mecánicas y de durabilidad de un hormigón con fibra

sintética estructural son superiores a la de los hormigones tradicionales con fibras de acero.

2.3.2. HORMIGÓN FIBRO REFORZADO:

El hormigón está formado por una adecuada mezcla de diferentes proporciones de agregados pétreos, cemento y agua, llegando a formar un elemento macizo de propiedades físicas y mecánicas altamente resistentes. El hormigón es un material que tiene buena resistencia a la compresión, pero una baja resistencia a la tracción y una limitada resistencia a la figuración, con lo cual, bajo la acción de una fuerza, las micro fisuras se propagan rápidamente dando como resultado la baja resistencia a la tracción del hormigón.

Figura 5.Hormigón con fibra RXF54, elaborado para la investigación

Estas características se obtienen utilizando las fibras polietileno tereftalato estructurales que, si se distribuyen homogéneamente en la mezcla del hormigón, de manera que se forme un refuerzo tridimensional, estas fibras son capaces de aliviar eficazmente las tensiones internas que se desarrollan en la deshidratación y tensiones externas debidas a cargas.

Vale indicar que las fibras polietileno tereftalato, pueden realzar significativamente las características del hormigón, de entre las principales, podemos mencionar:

- Reducir la figuración y agrietamiento que se produce en la retracción plástica
- Aumento del índice de tenacidad y disminución de la permeabilidad
- Refuerzo secundario cuando existe una presencia importante de grietas por retracción
- Evitar el desarrollo de micro fisuras

A pesar de que la fibra presenta una gran cantidad de beneficios para el hormigón y su comportamiento, la fibra no puede ser utilizada en los siguientes casos:

- Para controlar el agrietamiento de la losa generado por tensiones externas muy altas
- Remplazar cualquier tipo de armadura primaria de acero.

2.3.3. ACCIÓN DE LA FIBRA POLIETILENO TEREFTALATO ADICIONADO A LA LOSA DEL PAVIMENTO RÍGIDO:

En el pavimento rígido, la losa de hormigón, es una estructura rígida capaz de absorber aproximadamente un 90% de las solicitaciones de carga por su buena resistencia a la compresión. Sin embargo, durante la elaboración y vida útil del pavimento rígido, este puede estar expuesto a solicitaciones de tracción que produzcan macro y micro fisuras que pueden ser dañinas para la estructura del pavimento.

Como ya se mencionó antes, adicionando la fibra polietileno tereftalato en el hormigón de la losa del pavimento rígido se puede mejorar la resistencia a compresión, tracción y durabilidad, permitiendo realizar diseños de pavimentos rígidos donde se puede reducir el peralte. Las

fibras polietileno tereftalato, utilizadas para reducir la figuración por contracción del hormigón, ofrecen otros beneficios.

Las fibras polietileno tereftalato, no sustituyen el refuerzo estructural principal en el hormigón porque adicionan poca o ninguna resistencia. Pero el refuerzo estructural principal no suministra sus beneficios hasta que el hormigón se haya endurecido.

Es así que la adición de fibras polietileno tereftalato en el hormigón puede respaldar y hasta remplazar el refuerzo secundario, las fibras polietileno tereftalato proporcionan beneficios mientras el hormigón está aún en estado plástico; de igual forma, vale indicar que las fibras aumentan algunas de las propiedades del hormigón endurecido.

La contracción del hormigón genera pequeñas fisuras irregulares que pueden desarrollarse durante las primeras 24 horas después de su colocación, no deben confundirse con las fisuras superficiales, dado que las fisuras por contracción usualmente pasan a través de todo el espesor de la losa; las fisuras son generalmente causadas por cualquier contracción plástica o por secado.

La contracción plástica del hormigón, se produce durante el fraguado, es decir ocurre antes de alcanzar su endurecimiento inicial; la contracción por secado ocurre durante el endurecimiento del hormigón.

Todo hormigón se contrae después de ser colocado debido a un cambio de volumen causado por pérdida de humedad. Si la contracción se produjo sin ninguna restricción, el hormigón pudo o no agrietarse. Pero los elementos de hormigón están siempre sujetos a alguna restricción por la fundación, otra parte de la estructura, o por acero de refuerzo. Para controlar este proceso de contracción, se debe realizar un buen curado.

El confinamiento además desarrolla retracción diferencial, cuando el hormigón de la superficie se retrae más rápido que el hormigón

subyacente, si las tensiones de tracción causadas por confinamiento exceden la resistencia a tracción del hormigón, el hormigón se fisura.

Los fabricantes de fibras polietileno tereftalato afirman que sus productos pueden ser usados para minimizar la figuración por contracción plástica o por secado prematuro.

Mezclando las fibras en el hormigón en dosificaciones recomendadas; se obtiene una mezcla en la que hay millones de fibras dispersas uniformemente en la matriz del hormigón. Este refuerzo multidimensional ayuda al hormigón a tener mayor capacidad de resistencia a tracción. Si se forman las fisuras por retracción, las fibras unen estas fisuras, ayudando a reducir su desarrollo en cuanto a longitud y anchura se refiere. Los efectos de las fibras sobre el comportamiento del hormigón plástico y endurecido varían dependiendo de los materiales del hormigón, proporciones de la mezcla, tipo y longitud de la fibra, y cantidad de fibra agregada.

2.4. DEFINICION DE TERMINOS:

Fibras de polietileno tereftalato: Es un polímero termoplástico lineal, con un alto grado de cristalinidad. Como todos los termoplásticos puede ser procesado mediante extrusión, inyección, inyección y soplado, soplado de preformas y termo conformado. Para evitar el crecimiento excesivo de las esferulitos y lamelas de cristales, este material debe ser rápidamente enfriado, con lo que se logra una mayor transparencia. La razón de su transparencia al enfriarse rápidamente consiste en que los cristales no alcanzan a desarrollarse completamente y su tamaño no interfiere con la trayectoria de la longitud de onda de la luz visible, de acuerdo con la teoría cuántica.

Presenta como características más relevantes:

- Alta resistencia al desgaste y corrosión
- Muy buen coeficiente de deslizamiento

- Buena resistencia química y térmica
- Muy buena barrera a CO2, aceptable barrera a O2 y humedad
- Compatible con otros materiales barrera que mejoran en su conjunto la calidad barrera de los envases y por lo tanto permiten su uso en mercados específicos
- Reciclable, aunque tiende a disminuir su viscosidad con la historia térmica
- Aprobado para su uso en productos que deban estar en contacto con productos alimentarios

Fibra: Filamento de origen natural, artificial o sintético, apto para ser hilado y tejido, que generalmente presenta gran finura y buena flexibilidad.

Mezcla: Una mezcla es una materia constituida por diversas moléculas. Las materias formadas por moléculas que son todas iguales, en cambio, reciben el nombre de sustancia químicamente pura o compuesto químico.

Ensayo: El ensayo es una redacción en la que se plantea una tesis (idea primaria), que se desarrollará a lo largo del escrito, afirmándola, refutándola o moderándola.

Influencia: La influencia es la calidad que otorga capacidad para ejercer determinado control sobre el poder por alguien o algo

Resistencia: Acción de resistir o resistirse.

Compresión: Compresión, del latín compressĭo, es la acción y efecto de comprimir. Este verbo refiere a estrechar, apretar, oprimir o reducir a menor volumen.

Patrón: En términos generales, por patrón se refiere a aquel objeto o sustancia que se usará como muestra para medir alguna magnitud.

Agregado grueso: Se define como agregado grueso a aquel proveniente de la desintegración natural o artificial de las rocas, retenida en el tamiz 4,75 mm (Nro. 4) y que cumple con los límites establecidos en la norma N.T.P. 400.037 O ASTM C - 33.

Concreto: Es un material compuesto empleado en construcción, formado esencialmente por un aglomerante al que se añade partículas o fragmentos de un agregado, agua y aditivos específicos.

Oquedad: Espacio vacío dentro del concreto. También se le llama ratonera.

Granulometría: Graduación del tamaño de las piedras o granos que constituyen los agregados fino y grueso. Método para determinar dicha graduación.

Segregación: Separación en mortero y agregado grueso, causada por el asentamiento de dicho agregado.

Exudación: Flujo espontaneo 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.

Proceso: Actividades o fases que se realizan de manera sucesiva, para finalmente entregar el producto. Por lo tanto, unos conjuntos de procesos conforman un proyecto.

Procedimiento: Es la expresión, mediante el uso de distintas herramientas (como, por ejemplo, diagrama de procesos) del conocimiento y experiencia acumulados en un proceso.

Técnica: Es el procedimiento o método establecido para conseguir un objetivo. Por lo tanto, responde a la pregunta "cómo se hace". Se puede definir también como la pericia o habilidad para usar los procedimientos o recursos.

Aditivos. Un aditivo es definido, como un material que, no siendo agua, agregado, cemento hidráulico, o fibra de refuerzo, es empleado como un

ingrediente del mortero o concreto, y es añadido a la tanda inmediatamente antes o durante su mezclado.

Nuestra Norma técnica peruana NTP 339.086 define a los aditivos como sustancias añadidas a los componentes fundamentales del concreto con el propósito de modificar alguna de sus propiedades.

Espécimen. Porción de concreto que se considera para mostrar las cualidades de la mezcla.

2.5. HIPÓTESIS:

2.5.1. HIPOTESIS NULA (Ho)

La incorporación de fibras de Polietileno Tereftalato, no influye favorablemente en las propiedades físicas, mecánicas y durabilidad que posee el concreto diseñado para pavimentos rígido de la Provincia de Angaraes – Huancavelica.

2.5.2. HIPOTESIS ALTERNATIVA (H1)

La incorporación de fibras de Polietileno Tereftalato, si influye favorablemente en las propiedades físicas, mecánicas y durabilidad que posee el concreto diseñado para pavimentos rígido de la Provincia de Angaraes – Huancavelica.

2.6. VARIABLES:

2.6.1.VARIABLE INDEPENDIENTE:

Fibras de polietileno tereftalato (x).

2.6.2.VARIABLE DEPENDIENTE:

Pavimento Rígido (y).

2.7. DEFINICIÓN OPERATIVA DE VARIABLES E INDICADORES:

VARIABLES	OPERACIONALIZACION DE VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
VARIABLE INDEPENDIENTE Fibras de polietileno tereftalato (x)	Las fibras de PET son un tipo de plástico muy usados en envases de bebidas, con ello se hará un Diseño de mezcla de concreto del pavimento rígido en compresión y flexión con adición de fibra de polietileno tereftalato, analizando la influencia en las Propiedades físicas, mecánicas y en su durabilidad del pavimento rígido.	kg/cm3	Diseño de Mezcla sin adicion de Fibras de polietileno tereftalato
		kg/cm3	Diseño de Mezcla con adicion de 1.5. kg/m3 de Fibras de polietileno tereftalato
		kg/cm3	Diseño de Mezcla con adicion de 2.00 kg/m3 de Fibras de polietileno tereftalato
		kg/cm3	Diseño de Mezcla con adicion de 2.5 kg/m3 de Fibras de polietileno tereftalato
VARIABLE DEPENDIENTE pavimento rígido (y)	El pavimento rígido es una estructura compuesta por una losa de concreto, la cual se apoya sobre una capa de material granular seleccionado y compactado llamado sub-base, lo importante es que la losa de concreto tenga un apoyo suficientemente uniforme y estable.	kg/cm2	Resistencia máxima a la compresión
		kg-f/cm2	Resistencia máxima a la flexión

Fuente: Los Tesistas

CAPÍTULO III

METODOLOGIA DE INVESTIGACIÓN

3.1. ÁMBITO DE ESTUDIO:

La presente investigación se desarrolla en el:

Distrito : Anchonga

Provincia : Angaraes

Departamento : Huancavelica

3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN:

De acuerdo al fin que persigue: APLICADA; porque ya existe enfoques teóricos a cerca de las variables.

Así como también se utiliza el tipo sustantivo: Descriptivo-explicativo, que nos permitirá describir las variables y por ende nos ayudará a la explicación de dichas variables, para el mejor entendimiento del problema de investigación.

El presente estudio de investigación arribo hasta un nivel Tecnológico, porque los estudios correlaciónales tienden a explicar el comportamiento de los fenómenos, así mismo siempre tienden a llegar a una explicación o sustentación.

3.3. NIVEL DE INVESTIGACIÓN:

El nivel de investigación a ejecutarse es explicativo. Según Restituto, S. (2002) *"las investigaciones explicativas buscan especificar las propiedades importantes de los hechos y fenómenos que son sometidos a una experimentación de laboratorio o de campo"*

3.4. POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO:

3.4.1.POBLACIÓN:

Según Oseda, D. (2008) *"La población es el conjunto de individuos que comparten por lo menos una característica, sea una ciudadanía común, la calidad de ser miembros de una asociación voluntaria o de una raza, la matrícula en una misma universidad, o similares"*

En el caso de nuestra investigación, la población estará conformada por muestras de 12 probetas cilíndricas y 12 rectangulares llamados viguetas con y sin adición de fibras de polietileno tereftalato.

3.4.2.MUESTRA:

Según el mismo Oseda, D. (2008), menciona que "la muestra es una parte pequeña de la población o un subconjunto de esta, que sin embargo posee las principales características de aquella. Esta es la principal propiedad de la muestra (poseer las principales características de la población) la que hace posible que el investigador, que trabaja con la muestra, generalice sus resultados a la población".

Para nuestra investigación La Muestra es de 06 probetas cilíndricas y 06 rectangulares llamados viguetas con y sin adición de fibras de polietileno tereftalato.

3.4.3.MUESTREO:

No probabilístico.

3.5. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS:

3.5.1.TÉCNICA:

Las principales técnicas que se utilizará en este estudio serán por observación directa, análisis de documentos, ensayo de compresión y flexión (rotura de probetas).

3.5.2.INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS:

- Datos de campo (insitu)
- Laboratorio de Mecánica de Suelos y de Tecnología de Concreto de la Dirección Regional de Transportes y Comunicaciones - Huancavelica
- Bolsas de conservación de muestra.
- balanza
- Papel
- Movilidad adecuada

3.6. PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS:

Los procedimientos de Recolección de datos estarán en función al cronograma establecido del proyecto de tesis.

- Extracción de Agregados de la cantera de Ocopa.
- Diseño de mezcla
- Obtención de las Probetas Cilíndricas y Rectangulares
- Ensayo de Compresión y flexión de probetas cilíndricas y rectangulares.

3.7. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS:

3.7.1. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO:

Normas técnicas ASTM, ACI y Formatos de Laboratorio de Tecnología de Concreto de la Dirección Regional de Transportes y Comunicaciones - Huancavelica

3.7.2. ANÁLISIS DE LOS DATOS:

Comparación y análisis porcentual (representado en gráfico de barras).

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. ANALISIS DE LA INFORMACION:

Debido al gran problema de fatiga y agrietamiento que presenta hasta la actualidad los pavimentos rígidos. La investigación comprende una serie de ensayos y estudios sobre los materiales que componen al concreto y sobre los factores que hacen que el concreto pueda mejorar su resistencia a la compresión y principalmente a la flexión de dicho material.

También desarrollaremos los diseños de mezclas para el concreto con una incorporación de fibras de polietileno tereftalato (PET) de 1.50 kg/m3, 2.00 kg/m3 y 2.50 kg/m3, para una muestra de concreto f'c=350 kg/cm2 con cemento Andino portland tipo I, previo a ello determinaremos la cantidad de agua para el diseño final.

El procedimiento consistió en realizar ensayos de slump hasta obtener la cantidad de agua necesaria para lograr un asentamiento de 1" a 3" según el comité 211 del ACI para losas y pavimentos rígidos, con la cantidad de agua que logre este asentamiento se realizará el diseño de mezcla, para cada uno de los pesos de fibra indicados.

Teniendo el diseño de mezcla del concreto sin fibra, además de haber obtenido la consistencia requerida, con un asentamiento de 1" a 3", y que alcanza

la resistencia a la compresión fc= 350 Kg/cm^2 a los 28 días para el concreto con cemento Andino portland tipo I, se procedió a dosificar incorporando la fibra de polietileno tereftalato (PET) en 1.50 kg/m3, 2.00 kg/m3 y 2.50 kg/m3, de acuerdo a los resultados que deseamos obtener.

Finalmente, se procedió a desarrollar una serie de ensayos a compresión y flexión, las cuales serán ejecutadas en concreto con fibras y sin fibras de polietileno tereftalato. Traen consigo ventajas técnicas y económicas en comparación a los pavimentos rígidos convencionales.

4.2. CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS:

4.2.1. AGREGADO FINO:

Se define como Agregado Fino a aquel proveniente de la desintegración natural o artificial de las rocas, el cual pasa el tamiz 9.4 mm (3/8") y cumple con los límites establecidos en las Normas NTP 400.037 ó ASTM C 33.

Requisitos:

El agregado podrá consistir de arena natural o manufacturada, o una combinación de ambas. Sus partículas serán limpias; de perfil preferentemente angular; duro; compacto y resistente; libre de polvo, terrones, partículas escamosas o blandas, esquistos, pizarras, álcalis, materia orgánica, sales u otras sustancias dañinas para el concreto.

Características y Propiedades Físicas:

El agregado fino utilizado en el diseño del concreto patrón es Arena Gruesa cuya procedencia es de la Cantera de Ocopa. El agregado estará graduado dentro de los límites indicados en la Norma NTP 400.012 o ASTM C33. La granulometría seleccionada será preferentemente uniforme o continua, con valores retenidos en las mallas N° 4 a N° 100 de la serie Tyler.

El porcentaje retenido en dos mallas sucesivas no excederá del 45%; el módulo de fineza no deberá ser menor de 2,3 ni mayor de 3,1 obteniendo ser mantenido dentro de los límites de más o menos 0,2 del valor asumido para la selección de las proporciones de la mezcla.

4.2.2. AGREGADO GRUESO

Se define como Agregado Grueso al material proveniente de la desintegración natural o artificial, retenido en el tamiz 4,75 mm (No 4) y que cumple con los límites establecidos en la Norma N.T.P.400.012 ó ASTM C 33. Para la siguiente investigación se trabajó con agregado grueso cuya procedencia es de la cantera de Ocopa.

Requisitos:

Varias Propiedades Físicas comunes del agregado, son relevantes para el comportamiento del agregado en el concreto. A continuación, se tratan estas Propiedades Físicas.

Características y Propiedades Físicas:

El tamaño máximo del Agregado Grueso que se utiliza en el concreto, tiene su fundamento en la economía. Comúnmente se necesita más agua y cemento para agregados de tamaño pequeño que para tamaños mayores. El tamaño máximo nominal de un agregado, es el menor tamaño de la malla por el cual debe pasar la mayor parte del agregado donde se produce el primer retenido y el tamaño máximo corresponde a la malla más pequeña por la que pasa todo el agregado.

Una vez definida la Granulometría, para la producción de un concreto de calidad, es necesario que el aprovisionamiento del Agregado Grueso presente la menor variación posible, manteniéndose la regularidad de su Granulometría.

4.2.3. CEMENTO

El cemento utilizado para los ensayos fue el Cemento Andino T-I (bolsa de 3 pliegos), posee las siguientes características:

Un peso específico de 3.11
Tiene alto calor de hidratación
No es resistente a los sulfatos

4.2.4. AGUA

El agua es uno de los componentes en la elaboración del concreto, pues la presencia de ella reacciona químicamente permitiendo la formación de gel.

El agua no presenta inconveniente alguno para la elaboración del concreto ya que se usó el agua potable apta para el consumo humano de la red que alimenta los laboratorios empleados.

4.2.5. FIBRA DE POLIETILENO TEREFTALATO

El polietileno ha encontrado amplia aceptación en virtud de su buena resistencia química, falta de olor, no toxicidad, prácticamente nula permeabilidad frente al agua, excelentes propiedades eléctricas y ligereza de peso. Se emplea en tuberías, fibras, películas, aislamiento eléctrico, revestimientos, envases, utensilios caseros, aparatos quirúrgicos, juguetes y artículos de fantasía

Sus características técnicas pueden mejorarse con fibras reforzantes, que aumentan la rigidez y dureza, y disminuyen el coeficiente de dilatación térmica, entre otros efectos.

Tabla1

Características mecánicas de las fibras.

Fibra	Módulo de elasticidad (KN/mm2)	Resistencia a la traccion	Alargamiento en la ruptura (%)
Acero	200	0.5 - 2	0.5 - 3.5
Vidrio	70-80	2 - 4	2 - 3.5
Polipropileno	5-7	0.5 - 0.75	8
Nylon	4	0.90	13 - 15
Polietileno	0.3	0.0007	10
Carbono	230	2.60	1
Kevlar	65-133	3.60	2.1 - 4
Acrilico	14-19.5	0.4-1	3

Fuente: Fibras Wirand y Fibromac - Maccaferri 2007.

Las fibras que más se utilizan tienen longitudes de 0,5 a 6 cm. y son: acrílicas, de carbono, nylon, poliéster, polietileno y polipropileno.

4.2.6. ACCIÓN DE LA FIBRA SINTÉTICA ESTRUCTURAL ADICIONADA A LA LOSA DEL PAVIMENTO RÍGIDO.

En el pavimento rígido, la losa de hormigón, es una estructura rígida capaz de absorber aproximadamente un 90% de las solicitaciones de carga por su buena resistencia a la compresión. Sin embargo, durante la elaboración y vida útil del pavimento rígido, este puede estar expuesto a solicitaciones de tracción que produzcan macro y micro fisuras que pueden ser dañinas para la estructura del pavimento.

Como ya se mencionó antes, adicionando la fibra de polietileno tereftalato en el hormigón de la losa del pavimento rígido se puede mejorar la resistencia a compresión, tracción y durabilidad, permitiendo realizar diseños de pavimentos rígidos donde se puede reducir el peralte.

Las fibras de polietileno tereftalato, utilizadas para reducir la figuración por contracción del hormigón, ofrecen otros beneficios.

Las fibras de polietileno tereftalato, no sustituyen el refuerzo estructural principal en el hormigón porque adicionan poca o ninguna resistencia.

Es así que la adición de fibras sintéticas estructurales en el hormigón puede respaldar y hasta remplazar el refuerzo secundario, las fibras sintéticas proporcionan beneficios mientras el hormigón está aún en estado plástico; de igual forma, vale indicar que las fibras aumentan algunas de las propiedades del hormigón endurecido.

La contracción del hormigón genera pequeñas fisuras irregulares que pueden desarrollarse durante las primeras 24 horas después de su colocación, no deben confundirse con las fisuras superficiales, dado que las fisuras por contracción usualmente pasan a través de todo el espesor de la losa; las fisuras son generalmente causadas por cualquier contracción plástica o por secado.

La contracción plástica del hormigón, se produce durante el fraguado, es decir ocurre antes de alcanzar su endurecimiento inicial; la contracción por secado ocurre durante el endurecimiento del hormigón.

Todo hormigón se contrae después de ser colocado debido a un cambio de volumen causado por pérdida de humedad. Si la contracción se produjo sin ninguna restricción, el hormigón pudo o no agrietarse. Pero los elementos de hormigón están siempre sujetos a alguna restricción por la fundación, otra parte de la estructura, o por acero de refuerzo. Para controlar este proceso de contracción, se debe realizar un buen curado.

El confinamiento además desarrolla retracción diferencial, cuando el hormigón de la superficie se retrae más rápido que el hormigón subyacente, si las tensiones de tracción causadas por confinamiento exceden la resistencia a tracción del hormigón, el hormigón se fisura.

Los fabricantes de fibras sintéticas afirman que sus productos pueden ser usados para minimizar la figuración por contracción plástica o por secado prematuro.

Mezclando las fibras en el hormigón en dosificaciones recomendadas; se obtiene una mezcla en la que hay millones de fibras dispersas uniformemente en la matriz del hormigón. Este refuerzo multidimensional ayuda al hormigón a tener mayor capacidad de resistencia a tracción. Si se forman las fisuras por retracción, las fibras unen estas fisuras, ayudando a reducir su desarrollo en cuanto a longitud y anchura se refiere.

Los efectos de las fibras sobre el comportamiento del hormigón plástico y endurecido varían dependiendo de los materiales del hormigón, proporciones de la mezcla, tipo y longitud de la fibra, y cantidad de fibra agregada.

4.3. ETAPAS Y ENSAYOS PARA LA ELABORACION DEL CONCRETO:

4.3.1. ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD:

1) ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO:

A) REFERENCIA:

La norma ASTM C566 – 84 y la NTP 339.185 indican el procedimiento para determinar el contenido de humedad del agregado fino.

B) OBJETIVOS:

Determinar la cantidad de agua que se encuentra en el agregado fino expresado en porcentaje (%).

$$\%\ humedad = \frac{w\ de\ muestra\ humeda - w\ de\ muestra\ seca}{w\ de\ muestra\ seca} \times 100$$

C) EQUIPOS:

- Balanza de 0.1 gramo de sensibilidad
- Horno que mantenga una temperatura constante de 110 ± 5 °C.
- Recipientes volumétricos (taras) resistentes al calor y de volumen suficiente para contener la muestra.
- Espátulas de tamaños convenientes para el ensayo.

D) PROCEDIMIENTOS:

- Seleccione una muestra representativa.
- Tome un recipiente (tara), anote su identificación y determínele su peso.
- Pese la muestra húmeda más el recipiente que la contiene.
- Coloque la tara con la muestra en el horno a una temperatura constante de 110° C, por un periodo de 24 horas (20 horas es suficiente).
- Retire la muestra del horno y déjela enfriar hasta que se alcance la temperatura ambiente.
- Pese la muestra seca más el recipiente y anote su peso.

E) RESULTADO DEL ENSAYO

Tabla 2
Contenido de Humedad del Agregado Fino.

N° DE PRUEBA		**1**	**2**	**3**
N.º TARRO	UND.	**J-1**	**J-2**	**J-3**
Peso Del Tarro	Gr.	29.00	30.00	29.00
Tarro + Muestra Húmedo	Gr.	232.00	216.75	230.50
Tarro + Muestra S.	Gr.	220.00	206.02	219.00
Peso del Agua Contenida	Gr.	**12.00**	**10.73**	**11.50**
Peso De la Muestra Seca	Gr.	**191.00**	**176.02**	**190.00**
% De Humedad	Gr.	**6.283**	**6.096**	**6.053**
HUMEDAD PROM. (%)			**6.144**	

Fuente: Fuente propia.

2) ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO

A) REFERENCIA:

La norma ASTM C566 – 84 y la NTP 339.185 indican el procedimiento para determinar el contenido de humedad del agregado Grueso.

B) OBJETIVOS:

Determinar la cantidad de agua que se encuentra en el agregado grueso expresado en porcentaje (%).

$$\%\ humedad = \frac{w\ de\ muestra\ humeda - w\ de\ muestra\ seca}{w\ de\ muestra\ seca} \times 100$$

C) EQUIPOS:

- Balanza de 0.1 gramo de sensibilidad
- Horno que mantenga una temperatura constante de 110 ± 5 °C.
- Recipientes volumétricos (taras) resistentes al calor y de volumen suficiente para contener la muestra.
- Espátulas de tamaños convenientes para el ensayo.

D) PROCEDIMIENTOS:

- Seleccione una muestra representativa.
- Tome un recipiente (tara), anote su identificación y determínele su peso.
- Pese la muestra húmeda más el recipiente que la contiene.
- Coloque la tara con la muestra en el horno a una temperatura constante de 110° C, por un periodo de 24 horas (20 horas es suficiente).

- Retire la muestra del horno y déjela enfriar hasta que se alcance la temperatura ambiente.
- Pese la muestra seca más el recipiente y anote su peso.

E) RESULTADO DEL ENSAYO:

Tabla 3
Contenido de humedad del agregado grueso.

N° DE PRUEBA		**1**	**2**	**3**
N.º TARRO	*UND.*	***J-1***	***J-2***	***J-3***
Peso Del Tarro	Gr.	31.00	30.00	29.00
Tarro + Muestra Húmedo	Gr.	174.00	176.00	170.00
Tarro + Muestra Seco	Gr.	169.00	171.00	165.00
Peso del Agua Contenida	Gr.	**5.00**	**5.00**	**5.00**
Peso De la Muestra Seca	Gr.	**138.00**	**141.00**	**136.00**
% De Humedad	Gr.	**3.623**	**3.546**	**3.676**
HUMEDAD PROM. (%)			**3.615**	

Fuente: Elaboración propia.

4.3.2. DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE ABSORCION DE LOS AGREGADOS:

CONCEPTO: Se denomina a la cantidad de agua(humedad) que puede absorber el agregado fino y grueso después de ser sumergido 24 horas, expresado en porcentaje.

$$a\% = \frac{w\ saturado\ superf.seco - w\ secado\ al\ horno}{w\ secedo\ al\ horno} \times 100$$

1) PORCENTAJE DE ABSORCION DEL AGREGADO FINO

A) REFERENCIAS:

La Norma ASTM C 128 o NTP 400.022 Indica el procedimiento para determinar el porcentaje de absorción del agregado fino.

B) EQUIPO I/O MATERIALES

- ✓ Balanza de 0.1 gramo de sensibilidad
- ✓ Molde cónico.
- ✓ Pisón metálico
- ✓ Horno que mantenga una temperatura constante de 110 ± 5 °C.
- ✓ Recipientes volumétricos (tara y charolas) resistentes al calor y de volumen suficiente para contener la muestra.
- ✓ Barra de metal y espátula de tamaño conveniente.

C) PROCEDIMIENTO

- ✓ Seleccione una muestra representativa, que luego será colocado en una bandeja y llevado al horno por 24 horas, enseguida se retira la muestra y se deja enfriar y reposar.
- ✓ Saturar el agregado en un recipiente por 24 horas, seguidamente extendemos la muestra para el secado al aire libre y obtener parcialmente seco (secado uniforme)
- ✓ A continuación, echamos el agregado en el molde cónico, seguidamente con una barra de metal se le aplica suavemente 25 golpes.
- ✓ Enrasamos la superficie con ayuda de la barra de metal.

- ✓ Luego se procede a retirar el molde en forma vertical, observamos que el agredo se desmorona, esto significa 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 pesar nuevamente y así obtener el porcentaje de absorción de agregado.

D) RESULTADO DEL ENSAYO:

Tabla 4
Porcentaje de absorción de agregado fino.

N° DE PRUEBA		1	2	3
Nº TARRO	UND.	J-1	J-2	J-3
Peso Del Tarro	Gr.	29.00	30.00	29.00
Tarro +Psss	Gr.	90.00	90.00	90.00
Tarro + Muestra seca	Gr.	87.57	87.55	87.57
Peso Del Agregado SSS	Gr.	**61.00**	**60.00**	**61.00**
Peso De Muestra Seca	Gr.	**58.57**	**57.55**	**58.57**
% Absorción	Gr.	**4.149**	**4.257**	**4.149**
Absorción PROM. (%)			**4.185**	

Fuente: Elaboración propia.

2) PORCENTAJE DE ABSORCION DE AGREGADO GRUESO.

A) REFERENCIAS:

La Norma ASTM C 127 o NTP 400.021 Indica el procedimiento para determinar el porcentaje de absorción del agregado Grueso.

B) EQUIPO I/O MATERIALES:

- ✓ Balanza de 0.1 gramo de sensibilidad
- ✓ Horno que mantenga una temperatura constante de 110 ± 5 °C.
- ✓ Recipientes volumétricos (tara y charolas) resistentes al calor y de volumen suficiente para contener la muestra.

C) PROCEDIMIENTO:

- ✓ Tomamos una cantidad necesaria de agregado grueso y lo sumergimos en un recipiente con agua durante 24 horas.
- ✓ secar el agregado superficialmente con un paño y lo colocamos en una bandeja, pesamos y lo llevamos al horno por 24 horas.
- ✓ Se retira el agregado del horno y después de un tiempo prudente lo pesamos y tomamos nota del peso.
- ✓ Finalmente hacemos el cálculo y determinamos el porcentaje de absorción del agregado grueso.

D) RESULTADO DEL ENSAYO

Tabla *5*

Porcentaje de absorción de agregado grueso

N° DE PRUEBA		**1**	**2**	**3**
Nº TARRO	UND.	**J-1**	**J-2**	**J-3**
Peso Del Tarro	Gr.	30.00	30.00	31.00
Tarro +Psss	Gr.	155.00	166.10	160.60
Tarro + Muestra seca	Gr.	152.52	163.48	158.20
Peso Del Agregado SSS	Gr.	**125.00**	**136.10**	**129.60**
Peso De Muestra Seca	Gr.	**122.52**	**133.48**	**127.20**
% Absorción	Gr.	**2.024**	**1.963**	**1.887**
Absorción PROM. (%)			**1.958**	

Fuente: Elaboración propia.

4.3.3. ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADOS.

Se conoce como análisis granulométrico a la acción de pasar al agregado fino o grueso por medio de unas mallas (también conocidas como cribas) y pesar la cantidad de partículas de agregado que quedan retenidas en cada una de las mallas y sacando el porcentaje retenido en cada una de estas con respecto de la muestra original.

1. ANALISIS GRANULOMETRICO DEL AGREGADO FINO:

El agregado fino deberá estar graduado dentro de los limites indicados en la NTP 400.012.

Tabla 6
Porcentajes de granulometría de agregado fino

TAMAÑO DE LA MALLA	% QUE PASA EN PESO
9.52 mm (3/8")	100
4.75 mm (N° 4)	95 a 100
2.36 mm (N° 8)	80 a 100
1.18 mm (N° 16)	50 a 85
0.60 mm (N° 30)	25 a 60
0.30 mm (N° 50)	5 a 30
0.15 mm (N° 100)	0 a 10

Fuente: Elaboración propia

A) REFERENCIAS

- ✓ ASTM D 421
- ✓ ASTM D 422
- ✓ ASTM D 422 – 63
- ✓ AASHTO T87 – 70

B) EQUIPOS I/O MATERIALES

- ✓ balanza para pesar los materiales retenidos
- ✓ tamices para poder clasificar los agregados

- ✓ envases para el manejo y secado de las muestras
- ✓ cepillo y brocha para limpias los tamices.
- ✓ bandejas para el vaciado de agregados contenidas en cada tamiz.
- ✓ tamizador para cribar de una manera adecuada y rápida.

C) PROCEDIMIENTOS

- ✓ la muestra extraída de la cantera se hace secar en horno o al aire libre.
- ✓ se separa con el tamiz N° 4, clasificando así el agregado fino y agregado grueso.
- ✓ la muestra clasificada se procede a cuartear, hasta obtener un aproximado de 2 a 3 kg de muestra.
- ✓ se arman las mallas según NTP 400.012 para luego introducir nuestro espécimen.
- ✓ se comienza a agitar con el tamizador, para que quede solo el material que en verdad es retenido.
- ✓ terminado el tamizado, se procede a pesar los pesos retenidos en cada malla y el fondo.

D) RESULTADOS

Los resultados que se ha obtenido, según los cálculos es como sigue:

$$\%\ \boldsymbol{Retenido} = \frac{\boldsymbol{W(de\ material\ retenido\ por\ tamiz)}}{\boldsymbol{W\ (total\ de\ la\ muestra)}}\ \boldsymbol{x\ 100}$$

$$\boldsymbol{MF} = \frac{(\sum \%\ \boldsymbol{Retenido\ Acumulado\ hasta\ el\ tamiz\ N°\ 100})}{\boldsymbol{100}}$$

Tabla 7
Análisis granulométrico de agregado fino

Tamiz	Peso retenido (KG)	% Retenido	% Ret. acumulado	% que pasa
2"	**0**	**0**	**0**	**100**
1 1/2"	**0**	**0**	**0.000**	**100**
3/4"	**0**	**0.000**	**0.000**	**100**
3/8"	**0**	**0.000**	0.000	**100**
# 4	**0**	**0.000**	0.000	**100.000**
# 8	**0.10435**	**5.218**	5.218	**94.783**
# 16	**0.52026**	**26.013**	31.231	**68.770**
# 30	**0.6062**	**30.310**	61.541	**38.460**
# 50	**0.47759**	**23.880**	85.420	**14.580**
# 100	**0.20716**	**10.358**	95.778	**4.222**
# 200	**0.04718**	**2.359**	98.137	**1.863**
FONDO	**0.037**	**1.863**	100.000	**0**
∑ =	2	100		

Fuente: Elaboración propia.

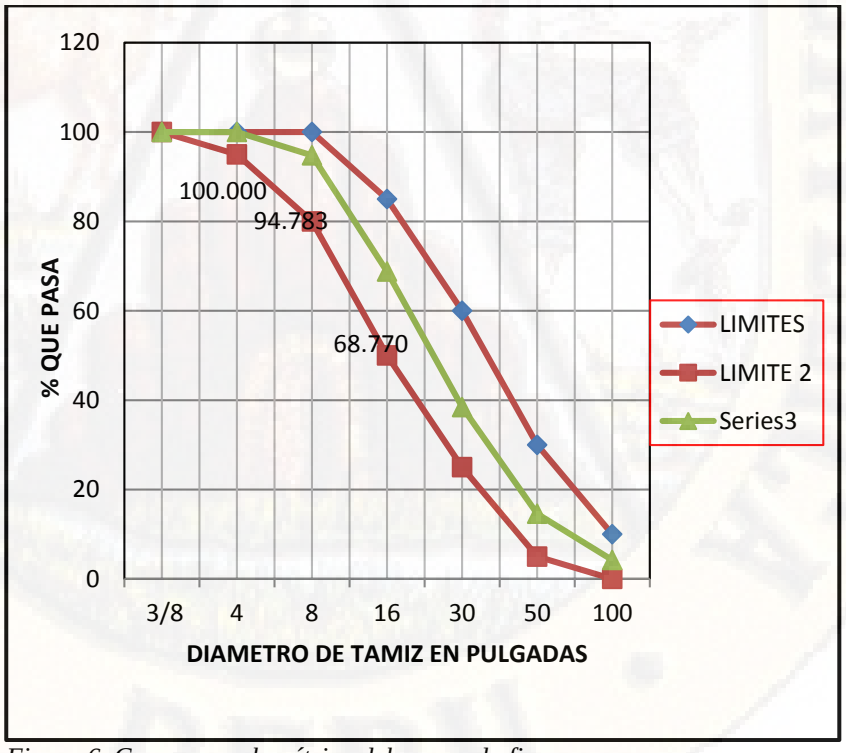


Figura 6. Curva granulométrica del agregado fino

MODULO DE FINURA PARA AGREGADO FINO
2.792

2. ANALISIS GRANULOMETRICO DEL AGREGADO GRUESO

El agregado grueso estará graduado dentro de los limites especificados en la NTP 400.012

Tabla 8
Porcentajes Ideales de granulométrica de agregado

TAMAÑO DE LA MALLA	% QUE PASA EN PESO
9.52 mm (2")	100
4.75 mm (1 1/2")	95 a 100
1.18 mm (3/4")	35 a 70
0.30 mm (3/8")	10 a 30
0.15 mm (N° 4)	0 a 5

Fuente: Elaboración propia.

A) REFERENCIAS

- ✓ NTP 400.012
- ✓ ASTM D 421
- ✓ ASTM D 422
- ✓ ASTM D 422 – 63
- ✓ AASHTO T87 – 70

B) EQUIPOS Y/O MATERIALES

- ✓ balanza para pesar los materiales retenidos
- ✓ tamices para poder clasificar los agregados
- ✓ envases para el manejo y secado de las muestras
- ✓ cepillo y brocha para limpias los tamices.
- ✓ bandejas para el vaciado de agregados contenidas en cada tamiz.
- ✓ tamizador para cribar de una manera adecuada y rápida.

C) PROCEDIMIENTOS

- ✓ la muestra extraída de la cantera se hace secar en horno o al aire libre.
- ✓ se separa con el tamiz N° 4, clasificando así el agregado fino y agregado grueso.
- ✓ la muestra clasificada se procede a cuartear, hasta obtener un aproximado de 2 a 3 kg de muestra.
- ✓ se arman las mallas según NTP 400.012 para luego introducir nuestro espécimen.
- ✓ se comienza a agitar con el tamizador, para que quede solo el material que en verdad es retenido.
- ✓ terminado el tamizado, se procede a pesar los peso retenidos en cada malla y el fondo.

D) RESULTADOS

Los resultados que se ha obtenido, según los cálculos es como sigue:

$$\%\ \boldsymbol{Retenido} = \frac{\boldsymbol{W(de\ material\ retenido\ por\ tamiz)}}{\boldsymbol{W\ (total\ de\ la\ muestra)}}\ \boldsymbol{x\ 100}$$

$$\boldsymbol{MF} = \frac{(\sum \%\ \boldsymbol{Retenido\ Acumulado\ hasta\ el\ tamiz\ N°\ 100})}{\boldsymbol{100}}$$

Tabla 9
Análisis granulométrico de agregado grueso

tamiz	peso retenido (kg)	% retenido	% ret. acumulado	% que pasa
2"	0	0	0	100
1 1/2"	0.050	2.522	2.522	97.478
3/4"	0.930	46.513	49.035	50.965
3/8"	0.583	29.180	78.215	21.785
# 4	0.435	21.785	100.000	0

# 8	0	0.000	100.000	0
# 16	0	0.000	100.000	0
# 30	0	0.000	100.000	0
# 50	0	0.000	100.000	0
# 100	0	0.000	100.000	0
∑ =	2.00	100		

Fuente: Elaboración propia.

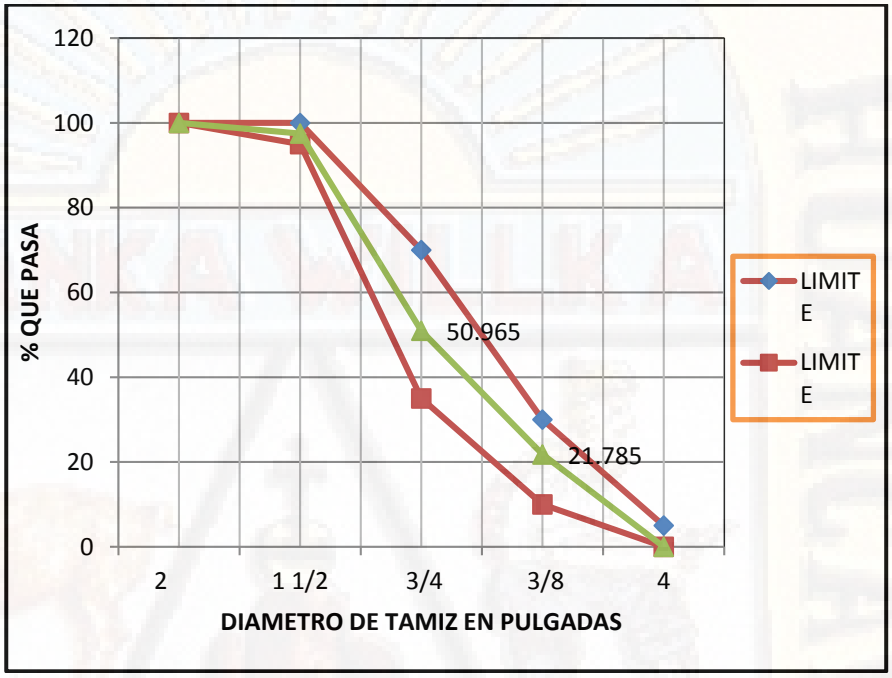


Figura 7. Curva granulométrica de agregado grueso

MODULO DE FINURA PARA AGREGADO GRUESO
7.298

3. TAMAÑO MAXIMO Y TAMAÑO MAXIMO NOMINAL:

De acuerdo a la 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 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 ½”

4.3.4. PESO UNITARIO SECO SUELTO DE LOS AGREGADOS

Es el resultado de dividir el peso de las partículas entre el volumen total incluyendo los vacíos. AI 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.

1. PESO UNITARIO SECO SUELTO DEL AGREGADO FINO.

$$\boldsymbol{PUSS} = \frac{\boldsymbol{Wm(peso\ de\ material)}}{\boldsymbol{Vr(volumen\ de\ recipiente)}}\ ; \quad \left(\frac{\boldsymbol{kg}}{\boldsymbol{m3}}\right)$$

A) REFERENCIAS:

- ✓ ASTM C —29
- ✓ AASHTO T 19
- ✓ NTP 400.017

B) OBJETIVOS

Esta prueba tiene como objetivo obtener la cantidad de arena en kilogramos que se puede lograr por metro cúbico, al vaciar material a un recipiente de volumen conocido, sin darle acomodo a las partículas.

C) EQUIPOS

- ✓ Cucharon
- ✓ Recipiente de volumen conocido
- ✓ Regla de 30 cm

- ✓ Balanza de 20 kg de capacidad y 5 gr de aproximación

D) PROCEDIMIENTO

- ✓ la arena se seca al sol y se cura
- ✓ se pesa el recipiente vacío
- ✓ empleando el cucharon se toma el material y se deja caer dentro del recipiente desde una altura de 5 cm, hasta que se llene, evitando que el material se reacomode, después se procede a enrasar utilizando la regla.

E) RESULTADOS

Tabla 10
P.U.Suelto Seco del agregado fino

N° DE PRUEBA	UND.	**1**	**2**	**3**
VOLUMEN DEL MOLDE	m3	**0.00554**	**0.00554**	**0.00554**
Peso Del Molde	Gr.	**9995.00**	**9995.00**	**9995.00**
Peso del Agregado +Peso Molde	Gr.	19175.00	19175.00	19175.00
Peso del Agregado	Gr.	9180.00	9180.00	9180.00
Peso Unitario suelto seco	Kg/m3	1657.040	1657.040	1657.040
PESO UNITARIO SUELTO SECO. (%)			**1657.040**	

Fuente: Elaboración propia.

2. PESO UNITARIO SECO SUELTO DEL AGREGADO GRUESO.

$$\boldsymbol{PUSS} = \frac{\boldsymbol{Wm(peso\ de\ material)}}{\boldsymbol{Vr(volumen\ de\ recipiente)}}\ ; \quad \left(\frac{\boldsymbol{kg}}{\boldsymbol{m3}}\right)$$

A) REFERENCIAS

- ✓ ASTM C —29
- ✓ AASHTO T 19
- ✓ NTP 400.017

B) OBJETIVOS

Esta prueba tiene como objetivo obtener la cantidad de arena en kilogramos que se puede lograr por metro cúbico, al vaciar material a un recipiente de volumen conocido, sin darle acomodo a las partículas.

C) EQUIPOS

- ✓ Cucharon
- ✓ Recipiente de volumen conocido
- ✓ Regla de 30 cm
- ✓ Balanza de 20 kg de capacidad y 5 gr de aproximación

D) PROCEDIMIENTO

- ✓ la arena se seca al sol y se cura
- ✓ se pesa el recipiente vacío
- ✓ empleando el cucharon se toma el material y se deja caer dentro del recipiente desde una altura de 5 cm, hasta que se llene, evitando que el material se reacomode, después se procede a enrasar utilizando la regla.

E) RESULTADOS

Tabla 11
P.U.Suelto Seco del agregado grueso.

N° DE PRUEBA	UND.	**1**	**2**	**3**
VOLUMEN DEL MOLDE	m3	0.00554	0.00554	0.00554
Peso Del Molde	Gr.	9995.00	9995.00	9995.00
Peso del Agregado +Peso Molde	Gr.	18700.00	18721.00	18715.00
Peso del Agregado	Gr.	8705.00	8726.00	8720.00
Peso Unitario suelto seco	Kg/m3	1571.300	1575.090	1574.007
PESO UNITARIO SUELTO SECO. (%)			**1573.466**	

Fuente: Elaboración propia.

4.3.5. PESO UNITARIO SECO COMPACTADO DE AGREGADOS

1.PESO UNITARIO SECO SUELTO DEL AGREGADO FINO.

$$\boldsymbol{PUSC = \frac{Wm(peso\ de\ material)}{Vr(volumen\ de\ recipiente)}\ ;\quad (\frac{kg}{m3})}$$

A) REFERENCIAS

- ✓ ASTM C —29
- ✓ AASHTO T 19
- ✓ NTP 400.017

B) OBJETIVOS

obtener la cantidad de arena en kilogramos que se puede lograr por metro cúbico, al vaciar material a un recipiente de volumen conocido y dándole acomodo a las partículas por medio de golpes de varilla punta bala.

C) EQUIPOS

- ✓ Cucharon
- ✓ Recipiente de volumen conocido
- ✓ Regla de 30 cm
- ✓ Balanza de 20 kg de capacidad y 5 gr de aproximación.
- ✓ Varilla punta de bala

D) PROCEDIMIENTO

- ✓ la arena se seca al sol y se cura
- ✓ se pesa el recipiente vacío

- ✓ empleando el cucharon se toma el material y se deja caer dentro del recipiente desde una altura de 5 cm, llenando el recipiente en 3 capas, dándole 25 golpes de varilla a cada capa, enseguida se procede a enrazar con la regla de 30 cm.

E) RESULTADOS

Tabla 12
P.U. Compactado Seco del agregado fino

N° DE PRUEBA	UND.	**1**	**2**	**3**
VOLUMEN DEL MOLDE	m3	0.00554	0.00554	0.00554
Peso Del Molde	Gr.	**9995.00**	**9995.00**	**9995.00**
Peso del Agregado Peso Molde	Gr.	**19590.00**	**19589.50**	**19590.15**
Peso del Agregado	Gr.	9595.00	9594.50	9595.15
Peso Unitario compactado seco	Kg/m3	1731.949	1731.859	1731.977
PESO UNITARIO COMPACTADO SECO. (%)			**1731.928**	

Fuente: Elaboración propia.

2.PESO UNITARIO SECO SUELTO DEL AGREGADO GRUESO.

$$\boldsymbol{PUSC = \frac{Wm(peso\ de\ material)}{Vr(volumen\ de\ recipiente)}\ ;\quad (\frac{kg}{m3})}$$

A) REFERENCIAS

- ✓ ASTM C —29
- ✓ AASHTO T 19
- ✓ NTP 400.017

B) OBJETIVO

Obtener la cantidad de arena en kilogramos que se puede lograr por metro cúbico, al vaciar material a un recipiente de volumen conocido y dándole acomodo a las partículas por medio de golpes de varilla punta bala.

C) EQUIPOS

- ✓ Cucharon
- ✓ Recipiente de volumen conocido
- ✓ Regla de 30 cm
- ✓ Balanza de 20 kg de capacidad y 5 gr de aproximación.
- ✓ Varilla punta de bala

D) PROCEDIMIENTO

- ✓ la arena se seca al sol y se cúrate
- ✓ se pesa el recipiente vacío
- ✓ empleando el cucharon se toma el material y se deja caer dentro del recipiente desde una altura de 5 cm, llenando el recipiente en 3 capas, dándole 25 golpes de varilla a cada capa, enseguida se procede a enrazar con la regla de 30 cm.

E) RESULTADOS

Tabla 13
P.U.Compactado Seco del agregado grueso

N° DE PRUEBA	UND.	**1**	**2**	**3**
VOLUMEN DEL MOLDE	m3	0.00554	0.00554	0.00554
Peso Del Molde	Gr.	**9995.00**	**9995.00**	**9995.00**
Peso del Agregado Peso Molde	Gr.	**19805.00**	**19806.00**	**19820.00**
Peso del Agregado	Gr.	9810.00	9811.00	9825.00
Peso Unitario compactado seco	Kg/m3	1770.758	1770.939	1773.466
PESO UNITARIO COMPACTADO SECO. (%)			**1771.721**	

Fuente: Elaboración propia.

4.3.6. PESO ESPECIFICO DE LOS AGREGADOS

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.

1.PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO FINO

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

A) EQUIPOS Y/O MATERIALES

- ✓ balanza electrónica
- ✓ estufa
- ✓ Picnómetros
- ✓ gotero

B) PROCEDIMIENTO

- ✓ pesamos los dos picnómetros llenos de agua hasta la línea de aforo uno a uno y tomamos apunte de los pesos.
- ✓ pesamos una cantidad determinado de arena 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.

C) RESULTADOS

Tabla 14
Peso específico del agregado fino

N° DE PRUEBA		**1**	**2**	**3**
Nº TARRO	UND.	**L-8**	**L-9**	**L-10**
Peso Del Tarro	Gr.	**63.00**	**63.00**	**63.00**
Tarro + Muestra Seco	Gr.	**163.00**	**163.00**	**163.00**
Peso De la Muestra Seca	Gr.	100.00	100.00	100.00
Volumen Inicial de la probeta Msss	ml	**200.00**	**200.00**	**200.00**
Volumen Final de la Probeta	ml	**242.00**	**241.00**	**241.00**
Volumen de la muestra	ml	42.00	41.00	41.00
Peso Específico seco	Gr.	2380.952	2439.024	2439.024
PESO ESPICIFICO PROM. (%)			**2419.667**	

Fuente: Elaboración propia.

2. PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO GRUESO

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

A) EQUIPOS I/O MATERIALES

- ✓ balanza electrónica
- ✓ horno
- ✓ canastilla de alambre
- ✓ balde

- ✓ bandejas

B) PROCEDIMIENTO

- ✓ pesamos una cantidad necesaria de agregado, 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.

C) RESULTADOS

Tabla 15

Peso específico del agregado grueso

N° DE PRUEBA		1	2	3
Nº TARRO	UND.	L-4	L-5	L-7
Peso Del Tarro	Gr.	63.00	63.00	63.00
Tarro + Muestra Seco	Gr.	168.00	168.00	168.00
Peso De la Muestra Seca	Gr.	105.00	105.00	105.00
Volumen Inicial de la probeta Msss	ml	200.00	200.00	200.00
Volumen Final de la Probeta	ml	242.00	243.00	243.00
Volumen de la muestra	ml	42.00	43.00	43.00
Peso Específico seco	Gr.	2500	2441.86	2441.86
PESO ESPICIFICO PROM. (%)			2461.240	

Fuente: Elaboración propia.

4.4. ETAPAS Y ENSAYOS PARA LA ELABORACION DEL CONCRETO

Para el diseño del concreto después de haber concluido los ensayos para determinar todas las características físicas de los materiales, se procede al diseño de mezcla. Independientemente que las características finales del concreto que se indican en las especificaciones técnicas o dejadas al criterio del profesional responsable del diseño de mezcla, las cantidades de materiales por metro cúbico de concreto pueden ser determinadas, cuando se emplea el método del comité 211 del ACI.

4.4.1. DESARROLLO DE DISEÑO DE MEZCLA PARA UNA RESISTENCIA DE F'C = 350 KG/CM3, PARA PAVIMENTOS RIGIDOS.

Teniendo los ensayos de características físicas de los agregados se procede a desarrollar el diseño de mezcla para f'c= 350 kg/m3.

Tabla 16
Resumen del ensayo y características del agregado

CARACTERISTICAS DEL AGREGADO		
AGREGADO FINO	UND.	**RESULTADO**
HUMEDAD NATURAL DEL AGREGADO FINO	%	6.144
PORCENTAJE DE ABSORCION AGREGADO FINO	%	4.185
MODULO DE FINURA		2.792
DETERMINACION DEL PESO UNITARIO SUELTO SECO DE AGREGADO FINO	Kg/m3	1657.040
DETERMINACION DEL PESO UNITARIO COMPACTADO SECO DE AGREGADO FINO	Kg/m3	1731.928
PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO FINO	Kg/m3	2419.667
AGREGADO GRUESO	UND.	**RESULTADO**
HUMEDAD NATURAL DEL AGREGADO GRUESO	%	3.615
PORCENTAJE DE ABSORCION AGREGADO GRUESO	%	1.958
MODULO DE FINURA		7.298
DETERMINACION DEL PESO UNITARIO SUELTO SECO DE AGREGADO GRUESO	Kg-m3	1573.466
DETERMINACION DEL PESO UNITARIO COMPACTADO SECO DE AGREGADO GRUESO	Kg-m3	1771.721
PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO GRUESO	Kg-m3	2461.240

Fuente: Elaboración propia.

1)DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA PROMEDIO F'CR.

Según la tabla del caso N° 3 se obtendrá la resistencia promedio.

Tabla 17
Resistencia a la compresión promedio.

f'c especificado	F'cr (kg/cm2)
< 210	f'c + 70
210 a 350	f'c + 84
> 350	f'c + 94

Fuente: Diseño de mezcla Enrique Rivva López

De la tabla: f'cr= f'c + 84 = 350 +84 = 434

2)SELECCION DE TMN = 1 ½’

3)SELECCIÓN DE ASENTAMIENTO

Tabla 18
Asentamientos recomendados para varios tipos de construcción

TIPO DE ESTRUCTURA	SLUMP MÁXIMO	SLUMP MÍNIMO
Zapatas y muros de cimentación reforzados	3"	1"
Cimentación simples y calzaduras	3"	1"
Vigas y muros armados	4"	1"
Columnas	4"	2"
Muros y pavimentos	3"	1"
Concreto ciclópeo	2"	1"

Fuente: Diseño de mezcla, Enrique Rivva López

El asentamiento será de 1” a 3”

4)SELECCION DE CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO:

Tabla 19
Contenido de aire atrapado

TMN del agregado Grueso	Aire Atrapado %
3/8"	3.0
1/2"	2.5
3/4"	2.0
1"	1.5
1 1/2"	1.0
2"	0.5
3"	0.3
4"	0.2

Fuente: Diseño de mezcla Enrique Rivva López

El contenido de aire atrapado es = 1.0 %

5) SELECCION DE CONTENIDO DE AGUA:

Tabla 20
Volumen Unitario de agua

Asentamiento	Agua en Lt/m3 , para TMN agregados y consistencia indicada							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concreto sin aire incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113

3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	-
Concreto con aire incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	187	184	174	166	154	-

Fuente: Diseño de mezcla, Enrique Rivva López

Agua por m3 = 166 Lts

6) SELECCION DE RELACION AGUA/CEMENTO SEA POR RESISTENCIA A COMPRESION

Tabla 21
Relación agua/cemento en peso

	Relación a/c en peso	
f'cr Kg/cm2	**concreto sin aire incorporado**	**concreto 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	0.40
400	0.43	
450	0.38	

Fuente: Diseño de mezcla, Enrique Rivva López

De la tabla interpolando para f'cr = 434 (Kg/cm2), tenemos a/c =

400 ---------- 0.43

434 ---------- x x = 0.396

450 ---------- 0.38

7) CALCULO DE FACTOR CEMENTO.

$$FC = \frac{Volumen\ de\ agua\ (\ Lts/m3)}{a/c} = \frac{166}{0.396} = 419.192\,\frac{kg}{m3} = 9.87\,\frac{Bolsas}{m3}$$

8) CALCULO DE CANTIDAD DEL AGREGADO GRUESO:

Tabla 22
Peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto

TMN del agregado Grueso	Volumen del agregado grueso seco y compactado por unidad de volumen de concreto para diverso Módulos de Fineza del fino (b/bo)			
	2.40	**2.60**	**2.80**	**3.00**
3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.81	0.79	0.77	0.75
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Fuente: Diseño de mezcla, Enrique Rivva López

Interpolando para TMN = 1 ½" y MF = 2.792 se obtiene $x = \frac{b}{bo} = 0.7208$

b: PUV del agregado grueso suelto seco

b_o = PUV del agregado grueso seco compactado

$b = bo \times 0.7208 = 0.7208\ x\ 1771.721 = 1277.0565$

9) CÁLCULO DE VOLUMENES ABSOLUTOS (CEMENTO, AGUA , AIRE Y AGREGADO GRUESO) , SIN CONSIDERER EL AGREGADO FINO. $1\frac{kg}{m3} = 1277.0565\frac{kg}{m3}$

Tabla 23
Calculo de volúmenes absolutos

MATERIAL	PESO (KG)	P.E. (kg/m3)	VOL. ABS. (PESO/P. E)
Cemento	419.192	3110	0.1348
Agua	166	1000	0.1660
Aire	1%		0.0100
Ag. Grueso	1277.0565	2461.24	0.5189
TOTAL			0.8297

Fuente: Elaboracion propia.

10) CALCULO DE PESO DEL AGREGADO FINO.

Vol. A.F = 1- 0.8297 = 0.1703 m3

$$Peso\ de\ A.F = 0.1703\ m3 * 2419.667 \frac{kg}{m3} = 412.070 \frac{kg}{m3}$$

11) DISEÑO DE MEZCLA EN PESO SECO

Tabla 24
Diseño de mezcla en peso seco

MATERIAL	PESO SECO	UND
Cemento	419.192	Kg
Agua	166	*Lts*
Ag. Grueso	1277.057	Kg
Ag. Fino	412.177	Kg
Aire	1.000	%

Fuente: Elaboración propia.

12) DISEÑO DE MEZCLA EN VOLUMEN SECO

Tabla 25
Diseño de mezcla en volumen seco

MATERIAL	VOLUMEN	UND
Cemento	0.135	m3
Agua	0.166	*m3*
Ag. Grueso	0.519	m3
Ag. Fino	0.170	m3
Aire	0.010	m3

Fuente: Elaboración propia.

13) CORRECCION POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

$$P.H.A.F = P.seco\ A.F.(1 + \%C.H) = 412.070\left(1 + \frac{6.144}{100}\right) = 437.39\ kg$$

$$P.H\ A.G = P.seco\ A.G.(1 + \%C.H) = 1277.057\left(1 + \frac{3.615}{100}\right) = 1323.23\ kg$$

14) CALCULO DE APORTE DE AGUA DE LOS AGREGADOS

$$AA\ A.F = Ps\ A.F.\left(\frac{\%C.H - \%Abs}{100}\right) = 412.070\left(\frac{6.144 - 4.185}{100}\right) = 8.08\ Lts$$

$$AA\ A.G = Ps\ A.G.\left(\frac{\%C.H - \%Abs}{100}\right) = 1277.057\left(\frac{3.615 - 1.958}{100}\right) = 21.16\ kg$$

$$Aporte\ Humedad = A\ Agua\ A.F. + A\ Agua\ A.G = 8.08 + 21.16 = 29.24\ Lts$$

15) CALCULO DE AGUA EFECTIVA.

$$A.Efectiva = Agua\ Diseño - Aporte\ humeda = 166 - 29.24 = 136.76\ Lts$$

16) RESUMEN DE PESOS Y VOLUMEN DE MATERIALES EN OBRA.

Tabla 26
Diseño de mezcla en peso húmedo en obra

PESO EN OBRA DE MATERIALES POR M3		
MATERIAL	PESO	UND
Cemento	419.192	Kg
Agua	136.76	*Lts*
Ag. Grueso	1323.230	Kg
Ag. Fino	437.390	Kg
Aire	1.000	%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 27
Diseño de mezcla en volumen, en obra

VOLUMEN EN OBRA DE MATERIALES POR M3		
MATERIAL	VOLUMEN	UND
Cemento	0.135	m3
Agua	0.137	*m3*
Ag. Grueso	0.538	m3
Ag. Fino	0.181	m3
Aire	0.010	m3

Fuente: Elaboración propia.

17) RESUMEN DE PROPORCIONES DE MATERIALES EN SECO Y EN OBRA.

Tabla 28
Dosificación de materiales en seco y en obra.

DOSIFICACION EN SECO				
DOSIFICACION EN PESO	**C**	**AG**	**AF**	**AGUA D.**
	1	3.05	0.98	0.40
DOSIFICACION EN VOLUMEN	**C**	**AG**	**AF**	**AGUA D.**
	1	3.85	1.26	1.23
DOSIFICACION EN OBRA				
DOSIFICACION EN PESO	**C**	**AG**	**AF**	**AGUA D.**
	1	3.16	1.04	0.33
DOSIFICACION EN VOLUMEN	**C**	**AG**	**AF**	**AGUA D.**
	1	3.99	1.34	1.01

Fuente: Elaboración propia.

18) DOSIFICACION PARA UNA PROBETA CILINDRICA Y UNA PROBETA PRISMATICA (EN OBRA).

Tabla 29
Dosificación para una probeta cilíndrica

PARA PROBETAS CILINDRICAS		
DOSIFICACION PARA 0.0053015 M3 EN OBRA		
C	2.22	Kg
AG	7.02	Kg
AF	2.32	Kg
AGUA D.	0.73	Lts

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 30
Dosificación para una probeta prismática

PARA PROBETAS PRISMATICAS		
DOSIFICACION PARA 0.01125 M3 EN OBRA		
C	4.72	Kg
AG	14.89	Kg
AF	4.92	Kg
AGUA D.	1.54	Lts

Fuente: Elaboración propia.

4.5. INTRODUCCION DE FIBRAS DE POLIETILENO TEREFTALATO (PET)

DOSIFICACION

La dosificación mínima que recomienda el fabricante de fibras sintéticas es de 1,5 Kg. RXF 54 por cada m3 de hormigón y se puede variar la dosificación en 0.5 kg, debido a que las fibras de polietileno tereftalato son filamentos de polímeros termoplásticos al igual que las fibras sintéticas.

De acuerdo al resultado de investigaciones tecnológicas de varios campos como petroquímicas y textiles. Las fibras que más se utilizan tienen longitudes de 0.5 a 6 cm y son: acrílicas, carbono, nylon, polyester, polietileno y polipropileno. Por lo tanto, por condiciones de trabajabilidad usaremos fibras de polietileno tereftalato de 5 cm de longitud.

RECOMENDACIONES PARA SU APLICACION

Las fibras se agregan directamente en el aparato mezclador, sea mezcladora o camión mezclador (mixe) de preferencia en último lugar.

Una vez que las fibras han sido agregadas, es necesario mezclar por lo menos 5 minutos a velocidad máxima hasta que la fibra quede esparcida uniformemente en toda la masa del hormigón.

4.6. DISEÑO DE MEZCLA DEL CONCRETO CON 1.5 KG/M3 DE FIBRA DE POLIETILENO TEREFTALATO CON CEMENTO ANDINO PORTLAND TIPO I.

Las dosificaciones se realizaron con materiales en obra, extraídos directamente de la cantera de Ocopa.

A continuación, se presenta los valores calculados para la dosificación de mezcla con fibras de polietileno tereftalato, para lo cual primero tomamos como referencia la cantidad de materiales obtenidos para producir un metro cubico de concreto sin fibra.

1)PRESENTACION DEL PESO EN OBRA DE LOS MATERIALES

Tabla 31
Peso en obra de materiales para 1.5 kg de fibra PET

PESO EN OBRA DE MATERIALES POR M3		
MATERIAL	PESO	UND
Cemento	419.192	Kg
Agua	136.76	*Lts*
Ag. Grueso	1323.23	Kg
Ag. Fino	437.39	Kg
Aire	1.00	%
Fibra de PET	1.50	Kg

Fuente: Elaboración propia

Tabla 32
Dosificación en obra para 1.5kg de fibra de PET

DOSIFICACION EN OBRA					
DOSIFICACION EN PESO	**C**	**AG**	**AF**	**AGUA D.**	**FIBRA PET**
	1	3.16	1.04	0.33	0.0036

Fuente: Elaboración propia.

2)PRESENTACION DE DOSIFICACION PARA UNA PROBETA CILINDRICA Y PRISMATICA.

Tabla 33
Dosificación para una probeta cilíndrica con 1.5 kg de fibra en obra

PARA PROBETAS CILINDRICAS (1.5)		
DOSIFICACION PARA 0.0053015 M3 EN OBRA		
C	2.22	Kg
AG	7.02	Kg
AF	2.32	Kg
AGUA D.	0.73	Lts
FIBRA PET	0.0080	Kg

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 34
Dosificación para una probeta prismática con 1.5kg de fibra en obra

PARA PROBETAS PRISMATICAS (1.5)		
DOSIFICACION PARA 0.01125 M3 EN OBRA		
C	4.72	Kg
AG	14.89	Kg
AF	4.92	Kg
AGUA D.	1.54	Lts
FIBRA PET	0.0169	Kg

Fuente: Elaboración propia.

4.7. DISEÑO DE MEZCLA DEL CONCRETO CON 2.0 KG/M3 DE FIBRA DE POLIETILENO TEREFTALATO CON CEMENTO ANDINO PORTLAND TIPO I.

Las dosificaciones se realizaron con materiales en obra, extraídos directamente de la cantera de Ocopa.

A continuación, se presenta los valores calculados para la dosificación de mezcla con fibras de polietileno tereftalato, para lo cual primero tomamos como referencia la cantidad de materiales obtenidos para producir un metro cubico de concreto sin fibra.

1)PRESENTACION DEL PESO EN OBRA DE LOS MATERIALES

Tabla 35
Peso en obra de materiales para 2.0 kg de fibra PET

PESO EN OBRA DE MATERIALES POR M3		
MATERIAL	PESO	UND
Cemento	419.192	Kg
Agua	136.76	*Lts*
Ag. Grueso	1323.23	Kg
Ag. Fino	437.39	Kg
Aire	1.00	%
Fibra de PET	2.00	Kg

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 36
Dosificación en obra para 2.0 kg de fibra de PET

DOSIFICACION EN OBRA					
DOSIFICACION EN PESO	**C**	**AG**	**AF**	**AGUA D.**	**FIBRA PET**
	1	3.16	1.04	0.33	0.0048

Fuente: Elaboración propia.

2)PRESENTACION DE DOSIFICACION PARA UNA PROBETA CILINDRICA Y PRISMATICA.

Tabla 37
Dosificación para una probeta cilíndrica con 2.0 kg de fibra en obra

PARA PROBETAS CILINDRICAS (2)		
DOSIFICACION PARA 0.0053015 M3 EN OBRA		
C	2.22	Kg
AG	7.02	Kg
AF	2.32	Kg
AGUA D.	0.73	Lts
FIBRA PET	0.0106	Kg

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 38
Dosificación para una probeta prismática con 2.0 kg de fibra en obra

PARA PROBETAS PRISMATICAS (2)		
DOSIFICACION PARA 0.01125 M3 EN OBRA		
C	4.72	Kg
AG	14.89	Kg
AF	4.92	Kg
AGUA D.	1.54	Lts
FIBRA PET	0.0225	Kg

Fuente: Elaboración propia.

4.8. DISEÑO DE MEZCLA DEL CONCRETO CON 2.5 KG/M3 DE FIBRA DE POLIETILENO TEREFTALATO CON CEMENTO ANDINO PORTLAND TIPO I.

diseño de mezcla del concreto con 2.5 kg/m3 de fibra de polietileno tereftalato

Las dosificaciones se realizaron con materiales en obra, extraídos directamente de la cantera de Ocopa.

A continuación, se presenta los valores calculados para la dosificación de mezcla con fibras de polietileno tereftalato, para lo cual primero tomamos como referencia la cantidad de materiales obtenidos para producir un metro cubico de concreto sin fibra.

1) PRESENTACION DEL PESO EN OBRA DE LOS MATERIALES

Tabla 39
Peso en obra de materiales para 2.5 kg de fibra PET

PESO EN OBRA DE MATERIALES POR M3		
MATERIAL	PESO	UND
Cemento	419.192	Kg
Agua	136.76	*Lts*
Ag. Grueso	1323.23	Kg
Ag. Fino	437.39	Kg
Aire	1.00	%
Fibra de PET	2.50	Kg

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 40
Dosificación en obra para 2.5 kg de fibra de PET

DOSIFICACION EN OBRA					
DOSIFICACION EN PESO	**C**	**AG**	**AF**	**AGUA D.**	**FIBRA PET**
	1	3.16	1.04	0.33	0.0060

Fuente: Elaboración propia.

2)PRESENTACION DE DOSIFICACION PARA UNA PROBETA CILINDRICA Y PRISMATICA.

Tabla 41
Dosificación para una probeta cilíndrica con 2.5 kg de fibra en obra

PARA PROBETAS CILINDRICAS (2.5) DOSIFICACION PARA 0.0053015 M3 EN OBRA		
C	2.22	Kg
AG	7.02	Kg
AF	2.32	Kg
AGUA D.	0.73	Lts
FIBRA PET	0.0133	Kg

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 42
Dosificación para una probeta prismática con 2.5 kg de fibra en obra

PARA PROBETAS PRISMATICAS (2.5) DOSIFICACION PARA 0.01125 M3 EN OBRA		
C	4.72	Kg
AG	14.89	Kg
AF	4.92	Kg
AGUA D.	1.54	Lts
FIBRA PET	0.0281	Kg

Fuente: Elaboración propia.

4.9. RESULTADOS DE LA PRUEBA DE ASENTAMIENTO, RESISTENCIA A LA COMPRESION Y RESISTENCIA A FLEXION.

ENSAYO DE CONO DE ABRAMS – ASENTAMIENTO

Concluido el proceso de elaboración de cada mescla se realizó el ensayo de asentamiento, para obtener las características físicas de cada una de las mezclas.

El ensayo se efectuó de acuerdo a la norma ASTM C-143. El concreto sin fibra y/o patrón cumplió con el requisito de tener un tamaño máximo del agregado. Su trabajabilidad o asentamiento fue de 5.5 cm por lo que está dentro de los límites establecidos para la aplicabilidad del método, esto es entre 1" y 3" (pavimentos).

Sin embargo, en las mesclas a las cuales se le adicionaron las fibras de polipropileno se detectó que la trabajabilidad se reduce en relación con la muestra patrón. Se observó la medida del asentamiento del cono para la mezcla con fibra de PET de 1.5 kg/m3, la cual fue de 5cm, que también se encuentra dentro de los límites.

Conforme a la cantidad de fibras se incrementa en la mescla la trabajabilidad de la misma se reduce, esto se aprecia en la mescla con 2 kg/m3 de fibra de PET, donde la trabajabilidad fue de 4 cm. De igual manera para la mezcla de 2.5 kg/m3 de fibra de PET, continua la reducción en la trabajabilidad donde el asentamiento fue de 2.5 cm, finalmente todos los asentamientos se encuentran dentro de los límites establecidos de 1" a 3".

Tabla 43
Asentamiento de muestras

TIPO DE MEZCLA	FIBRA Kg/m3	ASENTAMIENTO (cm)
CP - 350	0.00	2.5
CF 1	1.50	2.00
CF 2	2.00	1.90
CF 3	2.50	1.50

Fuente: Elaboración propia.

4.10. PROBETAS PARA ENSAYO DE COMPRESION Y FLEXION.

OBJETIVO:

Establecer los procedimientos para el colado y curar las probetas de concreto fresco que se destinan a ensayos de compresión, y flexión.

EQUIPO QUE SE UTILIZA:

Aparatos de compactación: varilla punta de bala.

Moldes para confeccionar probetas destinadas a ensayos serán las que indican en la tabla siguiente, deben ser metálicos, estancos y de superficie lisas.

La dimensión básica interior, deberá ser igual o mayor a 3 veces el tamaño máximo de la grava. La superficie de los moldes que entran en contacto con el concreto, se debe aplicar una delgada capa de aceite u otro material que prevenga la adherencia y no reaccione con los componentes del concreto.

Tabla 44
Características de probetas cilíndricas y prismáticas

PROBETA	MOLDE	ENSAYO	DIM. BASICA (mm)
Cilindro	Cilíndrico	Compresión	150
Viga	Prismático	Flexión	150

Fuente: Elaboración propia.

PROCEDIMIENTO:

1. El lugar elegido para el moldeado, debe estar nivelado y protegido, ya que será el mismo para el curado inicial.

2. La compactación será por apisonado: Se coloca el concreto en tres capas para los moldes cilíndricos, de igual espesor. Se apisona con la varilla pisón cada capa, a razón de 25 golpes cada una.

La capa inferior se apisona en toda su altura sin golpear el fondo y la o las capas superiores, se apisonan de modo que la varilla pisón penetre aproximadamente 2 cm en la capa subyacente. Después de apisonar se recomienda golpear suavemente los costados de los moldes para cerrar los vacíos dejados por la varilla punta de bala.

3. Terminación superficial: El concreto se enrasa superficialmente con la varilla pisón con un movimiento de aserrado, evitando separar el mortero del

árido grueso. No se permite golpear la superficie del concreto. Finalmente, se alisa.

4. Las probetas se deben marcarse indeleblemente de modo que puedan ser perfectamente identificadas.

5. desmolde y curado de las probetas: Inmediatamente después de moldeadas, las probetas se cubren con algún material impermeable, además de proteger el conjunto.

Tiempos mínimos para desmoldar las probetas, son 20 horas para cilindros y vigas.

6. Para su curado, las probetas deben ser sumergidas en agua saturada con cal o colocadas en cámara húmeda con una humedad relativa igual o superior al 90%. Se recomienda que las vigas sean sumergidas en agua saturada con cal 24 horas antes del ensayo

4.11. ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION (NTP 339.034)

OBJETIVO:

- ✓ Determinar la resistencia a la compresión de probetas cilíndricas de concreto.

EQUIPO QUE SE UTILIZA:

- ✓ Prensa de ensaye
- ✓ Flexómetro
- ✓ Balanza de capacidad igual o superior a 25 kg.

PROCEDIMIENTO:

- ✓ Las probetas fueron ensayadas a las edades de 7,14 y 28 días.
- ✓ Se realizó la medición de probetas.

- ✓ Las probetas se retiran del curado inmediatamente antes del ensayo.
- ✓ Se realizó la medición del diámetro (15 cm) y la altura de la probeta (30 cm)
- ✓ Se limpió las superficies de contacto de las placas de carga y de la probeta y colocar la probeta en la máquina de ensayo alineada y centrada.
- ✓ Se procedió a acercar la placa superior de la máquina de ensayo y asentarla sobre la probeta de modo de obtener un apoyo lo más uniforme posible.
- ✓ Se procedió a aplicar carga en forma continua y sin choques de velocidad uniforme y constante desde el inicio hasta producir la rotura de la probeta.
- ✓ Luego se registró la carga máxima (P) expresada en kg.
- ✓ Finalmente se aplica la formula y nos da la resistencia del espécimen en kg/cm2.

$$f'c = \frac{4P}{\pi D^2}$$

Donde:

F'c: es la Resistencia de la rotura a la compresión (kg/cm2)
P: La carga máxima de rotura (kg)
D: Diámetro promedio de la probeta cilíndrica (cm)

Figura 8. Rotura de probetas cilíndricas a compresión.

Tabla 45

Ensayo de resistencia a la compresión simple

PROBETAS			EDAD	CARGA	TENSION	
N°	FECHA DE VACEADO	FECHA DE ROTURA	(días)	MAXIMA (Kg)	MAXIMA (Kg/cm2)	ESTRUCTURA
1	18/11/2019	25/11/2019	7	39140	217	(Sin fibra)
2	18/11/2019	25/11/2019	7	46080	255	1.5 kg/m3 de fibra
3	18/11/2019	25/11/2019	7	43560	242	2.0 kg/m3 de fibra
4	18/11/2019	25/11/2019	7	46220	257	2.5 kg/m3 de fibra
5	18/11/2019	2/12/2019	14	55000	305	(Sin fibra)
6	18/11/2019	2/12/2019	14	38460	213	1.5 kg/m3 de fibra
7	18/11/2019	2/12/2019	14	45850	255	2.0 kg/m3 de fibra
8	18/11/2019	2/12/2019	14	47420	262	2.5 kg/m3 de fibra
9	22/11/2019	20/12/2019	28	64140	356	(Sin fibra)

10	22/11/2019	20/12/2019	28	52500	291	1.5 kg/m3 de fibra
11	22/11/2019	20/12/2019	28	57300	318	2.0 kg/m3 de fibra
12	22/11/2019	20/12/2019	28	56510	313	2.5 kg/m3 de fibra

Fuente: Elaboración propia.

4.11.1. ANALISIS COMPARATIVO REFENTE A LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO EN PROBETAS CILINDRICAS.

A continuación, se compararán y analizarán los resultados obtenidos de los ensayos y las relacionen que guardan entre ellos. Como se sabe en el presente estudio se ha empleado el cemento Andino Portland Tipo I, en la fibra de Polietileno Tereftalato en pesos de fibra (kg) por metro cubico de concreto de 1.5 kg/m3, 2 kg/m3 y 2.5 kg/m3, con agregados provenientes de la cantera de Ocopa.

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 con la incorporación de fibras de plastic (fibras de PET), 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 practicados al concreto con y sin fibra de PET, a las edades de 7, 14 y 28 días.

Tabla 46
Resumen de Ensayos de Resistencia a la Compresión del Concreto

Característica del Diseño	Cantidad Fibra de PET (Kg/m3)	Relación a/c Efectiva	Prom. Resistencia Comp. (Kg/cm2) (Dias) 7	14	28
Concreto SIN PET	0	0.33	217.00	305.00	356.0

Con fibra de PET	1.50	0.33	255.00	213.00	291.0
Con fibra de PET	2.00	0.33	242.00	255.00	318.0
Con fibra de PET	2.50	0.33	257.00	262.00	313.0

Fuente: Elaboración propia.

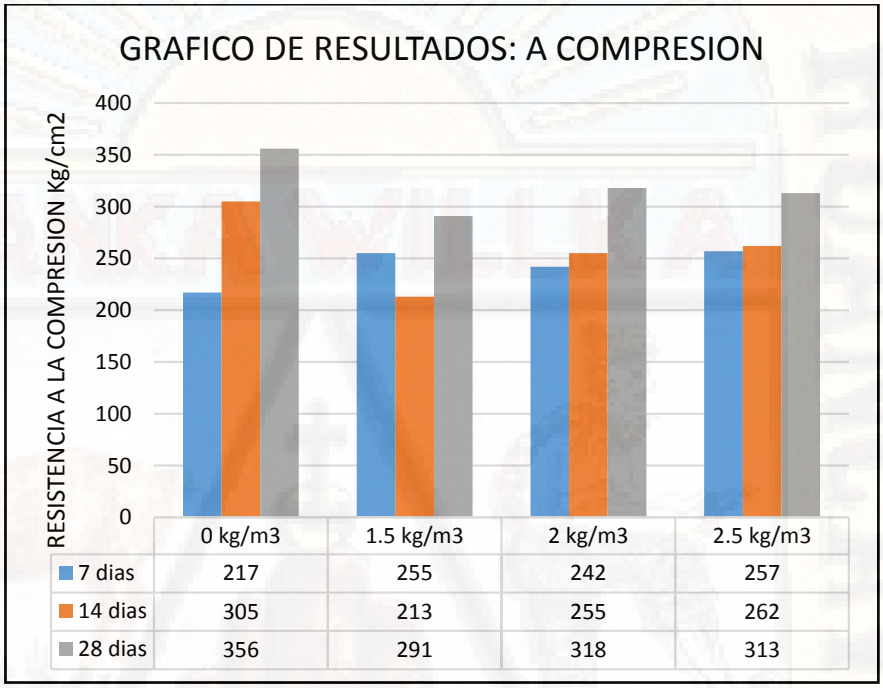


Figura 9. Resistencia a la compresión de concreto sin fibra y con fibra de PET.

4.11.2. DISCUCION.

El presente estudio tuvo por finalidad evaluar las influencias de fibra de polietileno tereftalato en la consistencia y en la resistencia a la compresión del concreto.

Tuvo gran importancia evaluar la consistencia que alcanzó el concreto, así como el tiempo que perduró el efecto de la fibra de polietileno tereftalato sobre la mezcla, ya que es justamente una característica que se obtiene al usar la fibra y es lo que se deseaba demostrar.

En tal sentido se realizará un análisis evaluativo y comparativo a las edades de 7, 14 y 28 días en el concreto sin fibra y en el concreto con fibra de polietileno tereftalato.

Tabla 47
Resumen de resistencia a la compresión simple

CARACTERISTICA DE DISEÑO	FIBRA (kg/m3)	RELACION a/c EFECTIVA	RESISTENCIA PROMEDIO A COMPRESION (Kg/cm) (DIAS) 7	14	28
CONCRETO SIN FIBRA	0	0.33	217	305	356
CON FIBRA DE PT	1.5	0.33	255	213	291
CON FIBRA DE PT	2	0.33	242	255	318
CON FIBRA DE PT	2.5	0.33	257	262	313

Fuente: Elaboración propia.

De los resultados que se pueden apreciar debo indicar que el concreto elaborado con el 10 % de fibra de polietileno tereftalato tiene un mejor comportamiento por cuanto se nota un incremento en la resistencia a la compresión diferenciado en los concretos preparados con dicha fibra de polietileno tereftalato para el diseño respecto al concreto normal sin fibra.

4.12. ENSAYO DE RESISTENCIA A FLEXION (NTP 339.078)

OBJETIVO:

- ✓ Determinar la resistencia por flexión de probetas prismáticas de concreto, simplemente apoyadas; ensayo que se realiza comúnmente para llevar el control de calidad en los concretos para pavimentos rígidos.

EQUIPO QUE SE REQUIERE:

- ✓ Prensa de ensayo
- ✓ Dispositivo de tensión por flexión con piezas de apoyo de la probeta y piezas para aplicar la carga.
- ✓ Regla rectificada de una longitud mínima de 500 mm.

PROCEDIMIENTO:

- ✓ Marcado y medición de las probetas
- ✓ La distancia entre las líneas de apoyo y los extremos de la probeta debe ser igual o mayor a 2,5 cm.
- ✓ Con líneas rectas, finas e indelebles se marcan sobre las cuatro caras mayores, las secciones de apoyo y de carga, que servirán para colocar y alinear la probeta en la máquina de ensayo.
- ✓ Se limpian las superficies de contacto de la probeta y máquina de ensayo y se coloca la probeta alineada y centrada con las líneas marcadas de apoyo y de carga.
- ✓ Se aplica la carga en forma continua y sin choques de velocidad uniforme hasta producir la rotura de la viga.
- ✓ Registrar la carga máxima (P) expresada en kg
- ✓ Ensayo con P/2 en los tercios: Si la fractura se produce en el tercio central de la luz d ensayo, calcular la resistencia a tensión por flexión del concreto, por la fórmula:

$$Rf = \frac{P \cdot L}{b \cdot h^2} \ [kgf/cm^2]$$

Donde:

Mr.(Rf**):** Es el módulo de rotura (kg/cm2)

P : Es la carga máxima de rotura (kg)

L : Es la luz libre entre apoyos (cm)

b : Es el ancho promedio de la probeta en la sección de falla (cm).

h : Es la altura promedio de la probeta en la sección de falla (cm)

- ✓ **Ensayo con P en el centro del claro libre:** Calcular la resistencia a tensión por flexión del concreto por la fórmula siguiente:

$$Rf = \frac{3 \cdot P \cdot L}{2 \cdot b \cdot h^2} \ [kgf/cm^2]$$

Figura 10. Rotura de probetas prismáticas a flexión.

Tabla 48
Ensayo de resistencia a la flexión

N°	MUESTRAS FECHA DE VACEADO	MUESTRAS FECHA DE ROTURA	EDAD (dias)	CARGA ROTURA (Kgf)	MODULO ROTURA (Kgf/cm2)	ESTRUCTURA
1	18/11/2019	25/11/2019	7	2358.277	31.444	(Sin fibra)
2	18/11/2019	25/11/2019	7	2630.385	35.072	1.5 kg/m3 de fibra
3	18/11/2019	25/11/2019	7	2018.141	26.909	2.0 kg/m3 de fibra
4	18/11/2019	25/11/2019	7	2086.168	27.816	2.5 kg/m3 de fibra
5	18/11/2019	2/12/2019	14	2312.925	30.839	(Sin fibra)
6	18/11/2019	2/12/2019	14	2335.601	31.141	1.5 kg/m3 de fibra
7	18/11/2019	2/12/2019	14	1882.086	25.094	2.0 kg/m3 de fibra
8	18/11/2019	2/12/2019	14	2131.519	28.42	2.5 kg/m3 de fibra
9	22/11/2019	20/12/2019	28	2857.143	38.095	(Sin fibra)
10	22/11/2019	20/12/2019	28	2675.737	35.676	1.5 kg/m3 de fibra
11	22/11/2019	20/12/2019	28	3061.224	40.816	2.0 kg/m3 de fibra
12	22/11/2019	20/12/2019	28	2653.061	35.374	2.5 kg/m3 de fibra

Fuente: Elaboración propia.

4.12.1. ANALISIS COMPARATIVO REFENTE A LA RESISTENCIA A FLEXION DEL CONCRETO EN PROBETAS PRISMATICAS.

A continuación, se compararán y analizarán los resultados obtenidos de los ensayos y las relacionen que guardan entre ellos. Como se sabe en el presente estudio se ha empleado el cemento Andino Portland Tipo I, en la fibra de Polietileno Tereftalato en pesos de fibra (kg) por metro cubico de concreto de 1.5 kg/m3, 2 kg/m3 y 2.5 kg/m3 , con agregados provenientes de la cantera de Ocopa.

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 con la incorporación de fibras de plástico (fibras de PET), puesto que es el fin de este tema de investigación.

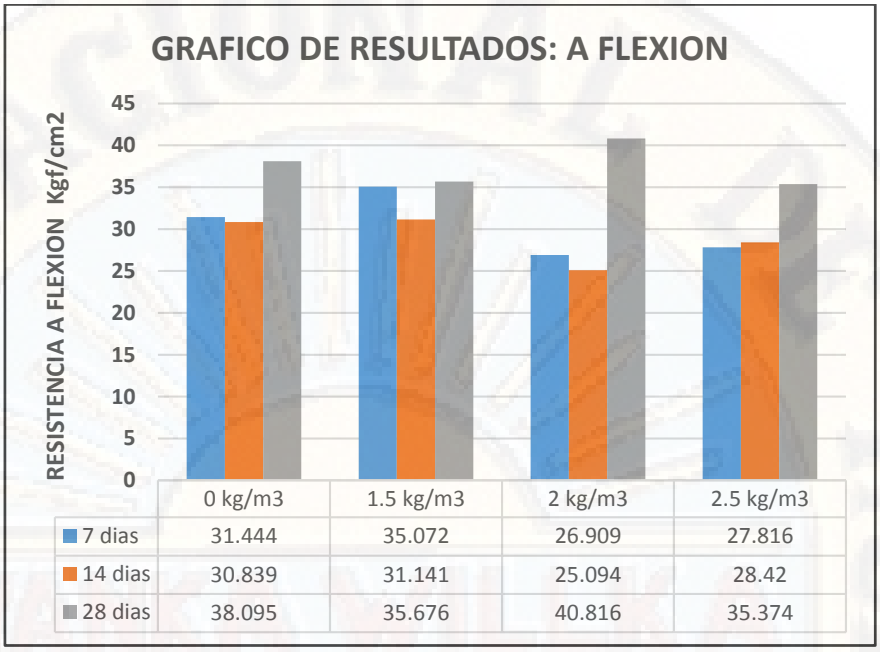
A continuación, se muestran los cuadros y el gráfico que representan el estudio de los resultados de los ensayos de resistencia practicados al concreto con y sin fibra de PET, a las edades de 7, 14 y 28 días.

Tabla 49

Resumen de Ensayos de Resistencia a la Flexión del Concreto

CARACTERISTICA DE DISEÑO	FIBRA (kg/m3)	RELACION a/c EFECTIVA	RESISTENCIA PROMEDIO A FLEXION(Kgf/cm) (DIAS) 7	14	28
CONCRETO SIN FIBRA	0	0.33	31.444	30.839	38.095
CON FIBRA DE PT	1.5	0.33	35.072	31.141	35.676
CON FIBRA DE PT	2	0.33	26.909	25.094	40.816
CON FIBRA DE PT	2.5	0.33	27.816	28.42	35.374

Fuente: Elaboración propia.



	0 kg/m3	1.5 kg/m3	2 kg/m3	2.5 kg/m3
7 dias	31.444	35.072	26.909	27.816
14 dias	30.839	31.141	25.094	28.42
28 dias	38.095	35.676	40.816	35.374

Figura 11. Resistencia a la flexión de concreto sin fibra y con fibra de PET

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 de Polietileno Tereftalato aumentan la resistencia a flexión del concreto.

4.12.2. DISCUCION.

El presente estudio tuvo por finalidad evaluar las influencias de fibra de polietileno tereftalato en la consistencia y en la resistencia a la flexión del concreto.

Tuvo gran importancia evaluar la consistencia que alcanzó el concreto, así como el tiempo que perduró el efecto de la fibra de polietileno tereftalato sobre la mezcla, ya que es justamente una característica que se obtiene al usar la fibra y es lo que se deseaba demostrar.

En tal sentido se realizará un análisis evaluativo y comparativo a las edades de 7, 14 y 28 días en el concreto sin fibra y en el concreto con fibra de polietileno tereftalato.

Tabla 50
Resumen de resistencia de probetas prismáticas a flexión

CARACTERISTICA DE DISEÑO	FIBRA (kg/m3)	RELACION a/c EFECTIVA	RESISTENCIA PROMEDIO A FLEXION(Kgf/cm) (DIAS) 7	14	28
CONCRETO SIN FIBRA	0	0.33	31.444	30.839	38.095
CON FIBRA DE PT	1.5	0.33	35.072	31.141	35.676
CON FIBRA DE PT	2	0.33	26.909	25.094	40.816
CON FIBRA DE PT	2.5	0.33	27.816	28.42	35.374

Fuente: Elaboración propia.

De los resultados que se pueden apreciar debo indicar que el concreto elaborado con el 2 kg/m3 de fibra de polietileno tereftalato tiene un mejor comportamiento por cuanto se nota un incremento en la resistencia a la flexión en los concretos preparados con fibra de polietileno tereftalato para el diseño respecto al concreto normal sin fibra.

4.13. ANÁLISIS ESTADÍSTICO PARA LA PRUEBA DE HIPOTESIS

4.13.1. ANALISIS ESTADISTICO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION – CONCRETO SIN FIBRA Y CON FIBRA (1.5 KG/M3) CANTERA DE OCOPA f'c= 350 kg/cm2:

Tabla 51
Análisis Estadístico – Resistencia a la Compresión a los 28 días

MUESTRA	X	Xn-$\overline{X}$	(Xn-$\overline{X}$)^2
M - SF – 01-O	356	-32.50	1056.25
M - CF – 01-O	291	32.50	1056.25

Fuente: Los Tesistas.

Datos Estadísticos:

Numero de muestras **(n) = 2**

Sumatoria de los valores de las muestras ∑**X = 647**

Media **(u) = 323.50**

∑(Xn-$\overline{X}$) ^2 = 2112.50

Desviación Estándar (σ)

Calculo de la desviación estándar, se realiza mediante la siguiente formula:

$$\sigma = \sqrt{\frac{(X_1 - \bar{X})^2 + (X_2 - \bar{X})^2 + \cdots + (X_2 - \bar{X})^2}{n-1}}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{32.50^2 \ + 32.50^2}{2-1}}$$

$$\sigma = \sqrt{2112.50}$$

Por tanto: $\boldsymbol{\sigma = 45.96}$

Coeficiente de Variación (v)

Calculo de la Coeficiente de variación, se realiza mediante la siguiente formula:

$$\mathbf{V = \frac{\sigma}{\bar{X}} x100}$$

$$V = \frac{45.96}{323.50} * 100$$

Por tanto: $\mathbf{V = 14.20}$ %

Para la calificación de la Desviación Estándar y Coeficiente de Variación de las muestras se desarrollará mediante la:

Tabla 52
Coeficiente de variación y Desviación Estándar.

DISPERSIÓN TOTAL	
Clase de operación	**Desviación estándar para diferentes grados de control (kg/cm2)**

	Excelente	Muy bueno	Bueno	Suficiente	Deficiente
Concreto en Obra	< a 28.1	28.1 a 35.2	35.2 a 42.2	42.2 a 49.2	> a 49.2
Concreto en Laboratorio	< a 14.1	14.1 a 17.6	17.6 a 21.1	21.1 a 24.6	> a 24.6

DISPERSIÓN ENTRE TESTIGOS					
CLASE DE OPERACIÓN	COEFICIENTE DE VARIACION PARA DIFERENTES GRADOS DE CONTROL (%)				
	Excelente	Muy bueno	Bueno	Suficiente	Deficiente
Concreto en Obra	< a 3.0	3.0 a 4.0	4.0 a 5.0	5.0 a 6.0	> a 6.0
Concreto en Laboratorio	< a 2.0	2.0 a 3.0	3.0 a 4.0	4.0 a 5.0	> a 5.0

Fuente: Tópicos de Tecnología del Concreto, Ing. Enrique Pasquel Carvajal

Por lo tanto, Según la tabla COEFICIENTE DE VARIACION y DESVIACION ESTANDAR, para el concreto f´c=350 kg/cm2:

La desviación estándar se califica como:

$$\boldsymbol{\sigma = 45.96} \ (\boldsymbol{deficiente})$$

ya que:

$$\mathbf{45.96 > 24.6}$$

$$\boldsymbol{\sigma > 24.6}$$

y el **coeficiente de variación** se considera:

$$\mathbf{V = 14.20\%} \ (\boldsymbol{no\ cumple},$$

ya que: $\mathbf{V > 5\%}$

4.13.2. ANALISIS ESTADISTICO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION – CONCRETO CON SIN FIBRA Y CON FIBRA (2 KG/M3) CANTERA DE OCOPA f'c= 350 kg/cm2:

Tabla 53
Análisis Estadístico F – Resistencia a la Compresión a los 28 días

MUESTRA	X	Xn-$\overline{X}$	(Xn-$\overline{X}$)^2
M - SF – 01-O	356	-19	361
M - CF – 01-O	318	19	361

Fuente: Los Tesistas.

Datos Estadísticos:

Numero de muestras (n) = 2

Sumatoria de los valores de las muestras ∑X = 674.00

Media **(u) = 337**

∑(Xn-$\overline{X}$) ^2 = 722

Desviación Estándar (σ)

Calculo de la desviación estándar, se realiza mediante la siguiente formula:

$$\sigma = \sqrt{\frac{(X_1 - \bar{X})^2 + (X_2 - \bar{X})^2 + \cdots + (X_2 - \bar{X})^2}{n-1}}$$

$\sigma = \sqrt{722}$

Por tanto: $\boldsymbol{\sigma = 26.87}$

Coeficiente de variación (v)

Calculo de la Coeficiente de variación, se realiza mediante la siguiente formula:

$$\mathbf{V = \frac{\sigma}{\bar{X}} x100}$$

$$V = \frac{26.87}{337} * 100$$

Por tanto:

$$\mathbf{V = 7.97\%}$$

Para la calificación de la Desviación Estándar y Coeficiente de Variación de las muestras se desarrollará mediante la:

Tabla 54
Coeficiente de variación y Desviación Estándar.

DISPERSIÓN TOTAL					
CLASE DE OPERACION	**DESVIACION ESTÁNDAR PAEA DIFERENTES GRADOS DE CONTROL (kg/cm2)**				
	Excelente	**Muy bueno**	**Bueno**	**Suficiente**	**Deficiente**
Concreto en Obra	< a 28.1	28.1 a 35.2	35.2 a 42.2	42.2 a 49.2	> a 49.2
Concreto en Laboratorio	< a 14.1	14.1 a 17.6	17.6 a 21.1	21.1 a 24.6	> a 24.6
DISPERSIÓN ENTRE TESTIGOS					
CLASE DE OPERACION	**COEFICIENTE DE VARIACION PARA DIFERENTES GRADOS DE CONTROL (%)**				
	Excelente	**Muy bueno**	**Bueno**	**Suficiente**	**Deficiente**

Concreto en Obra	< a 3.0	3.0 a 4.0	4.0 a 5.0	5.0 a 6.0	> a 6.0
Concreto en Laboratorio	< a 2.0	2.0 a 3.0	3.0 a 4.0	4.0 a 5.0	> a 5.0

Fuente: Tópicos de Tecnología del Concreto, Ing. Enrique Pasquel Carvajal

Por lo tanto, Según la tabla COEFICIENTE DE VARIACION y DESVIACION ESTANDAR, para el concreto f´c=350 kg/cm2:

La desviación estándar se califica como:

$$\boldsymbol{\sigma = 26.87\ (deficiente)}$$

ya que:

$$\boldsymbol{\sigma > 24.6}$$

y el coeficiente de variación se considera:

$$\boldsymbol{V = 7.97\%\ (no\ cumple)}$$, ya que:

$$\boldsymbol{V > 5\ \%}$$

4.13.3. ANALISIS ESTADISTICO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION – CONCRETO SIN FIBRA Y CON FIBRA (2.5 KG/M3) CANTERA DE OCOPA f'c= 350 kg/cm2:

Tabla 55
Análisis Estadístico – Resistencia a la Compresión a los 28 días

MUESTRA	X	Xn-$\overline{X}$	(Xn-$\overline{X}$)^2
M - SF – 01-O	356	-21.50	462.25
M - CF – 01-O	313	21.50	462.25

Fuente: Los Tesistas.

Datos Estadísticos:

Numero de muestras **(n) = 2**

Sumatoria de los valores de las muestras ∑**X = 669**

Media **(u) = 334.50**

∑**(Xn-$\overline{X}$) ^2 = 924.50**

Desviación Estándar (σ)

Calculo de la desviación estándar, se realiza mediante la siguiente formula:

$$\sigma = \sqrt{\frac{(X_1 - \bar{X})^2 + (X_2 - \bar{X})^2 + \cdots + (X_2 - \bar{X})^2}{n-1}}$$

$$\sigma = \sqrt{924.50}$$

Por tanto:

$$\boldsymbol{\sigma = 30.40}$$

$$\mathbf{V = \frac{\sigma}{\bar{X}} x100}$$

Coeficiente de variación (v)

Calculo de la Coeficiente de variación, se realiza mediante la siguiente formula:

$$V = \frac{30.40}{334.50} * 100$$

Por tanto:

$$\mathbf{V = 9.08\%}$$

Para la calificación de la Desviación Estándar y Coeficiente de Variación de las muestras se desarrollará mediante la:

Tabla 56
Coeficiente de variación y Desviación Estándar.

DISPERSIÓN TOTAL					
CLASE DE OPERACIÓN	**DESVIACION ESTÁNDAR PAEA DIFERENTES GRADOS DE CONTROL (kg/cm2)**				
	Excelente	**Muy bueno**	**Bueno**	**Suficiente**	**Deficiente**
Concreto en Obra	< a 28.1	28.1 a 35.2	35.2 a 42.2	42.2 a 49.2	> a 49.2
Concreto en Laboratorio	< a 14.1	14.1 a 17.6	17.6 a 21.1	21.1 a 24.6	> a 24.6
DISPERSIÓN ENTRE TESTIGOS					
CLASE DE OPERACIÓN	**COEFICIENTE DE VARIACION PARA DIFERENTES GRADOS DE CONTROL (%)**				
	Excelente	**Muy bueno**	**Bueno**	**Suficiente**	**Deficiente**
Concreto en Obra	< a 3.0	3.0 a 4.0	4.0 a 5.0	5.0 a 6.0	> a 6.0

Concreto en Laboratorio	< a 2.0	2.0 a 3.0	3.0 a 4.0	4.0 a 5.0	> a 5.0

Fuente: Tópicos de Tecnología del Concreto, Ing. Enrique Pasquel Carvajal

Por lo tanto, Según la tabla COEFICIENTE DE VARIACION y DESVIACION ESTANDAR, para el concreto f´c=350 kg/cm2:

La desviación estándar se califica como:

$$\boldsymbol{\sigma = 30.40\ (deficiente)}$$

ya que:

$$\boldsymbol{\sigma > 24.60}$$

y el coeficiente de variación se considera:

$$\boldsymbol{V = 9.08\ \%\ (no\ cumple)}$$

ya que:

$$\boldsymbol{V > 5\%}$$

4.13.4. ANALISIS ESTADISTICO DE LA RESISTENCIA A LA FLEXION – CONCRETO CON SIN FIBRA Y CON FIBRA (1.5 KG/M3) CANTERA DE OCOPA f'c= 350 kg/cm2:

Tabla 57
Análisis Estadístico – Resistencia a la Flexión a los 28 días

MUESTRA	X	Xn-$\overline{X}$	(Xn-$\overline{X}$)^2
M - SF – 01-O	38.095	-1.209	1.461
M - CF – 01-O	35.676	1.209	1.461

Fuente: los tesistas

Datos Estadísticos:

Numero de muestras (n) = 2

Sumatoria de los valores de las muestras ∑X = 73.771

Media **(u) = 36.886**

∑(Xn-$\overline{X}$) ^2 = 2.922

Desviación Estándar (σ)

Calculo de la desviación estándar, se realiza mediante la siguiente formula:

$$\sigma = \sqrt{\frac{(X_1 - \bar{X})^2 + (X_2 - \bar{X})^2 + \cdots + (X_2 - \bar{X})^2}{n-1}}$$

$$\sigma = \sqrt{2.922}$$

Por tanto:

$$\boldsymbol{\sigma = 1.709}$$

$$\mathbf{V = \frac{\sigma}{\overline{X}} x100}$$

Coeficiente de variación

Calculo de la Coeficiente de variación, se realiza mediante la siguiente formula:

$$V = \frac{1.709}{36.886} * 100$$

Por tanto:

$$\mathbf{V = 4.63\%}$$

Para la calificación de la Desviación Estándar y Coeficiente de Variación de las muestras se desarrollará mediante la:

Tabla 58
Coeficiente de variación y Desviación Estándar.

DISPERSIÓN TOTAL					
CLASE DE OPERACIÓN	**DESVIACION ESTÁNDAR PAEA DIFERENTES GRADOS DE CONTROL (kg/cm2)**				
	Excelente	**Muy bueno**	**Bueno**	**Suficiente**	**Deficiente**
Concreto en Obra	< a 28.1	28.1 a 35.2	35.2 a 42.2	42.2 a 49.2	> a 49.2
Concreto en Laboratorio	< a 14.1	14.1 a 17.6	17.6 a 21.1	21.1 a 24.6	> a 24.6
DISPERSIÓN ENTRE TESTIGOS					
CLASE DE OPERACIÓN	**COEFICIENTE DE VARIACION PARA DIFERENTES GRADOS DE CONTROL (%)**				
	Excelente	**Muy bueno**	**Bueno**	**Suficiente**	**Deficiente**
Concreto en Obra	< a 3.0	3.0 a 4.0	4.0 a 5.0	5.0 a 6.0	> a 6.0
Concreto en Laboratorio	< a 2.0	2.0 a 3.0	3.0 a 4.0	4.0 a 5.0	> a 5.0

Fuente: Tópicos de Tecnología del Concreto, Ing. Enrique Pasquel Carvajal

Por lo tanto, Según la tabla COEFICIENTE DE VARIACION y DESVIACION ESTANDAR, para el concreto f´c=350 kg/cm2:

La desviación estándar se califica como:

$$\boldsymbol{\sigma = 1.709(excelente)}$$

ya que:

$$\boldsymbol{\sigma < 14.01}$$

y el coeficiente de variación se considera:

$$\boldsymbol{V = 4.63\%\ (suficiente)},$$

ya que:

$$\boldsymbol{V < 5\%}$$

4.13.5. ANALISIS ESTADISTICO DE LA RESISTENCIA A LA FLEXION – CONCRETO CON SIN FIBRA Y CON FIBRA (2 KG/M3) CANTERA DE OCOPA f'c= 350 kg/cm2:

Tabla 59
Análisis Estadístico – Resistencia a la Flexión a los 28 días

MUESTRA	X	Xn-$\overline{X}$	(Xn-$\overline{X}$)^2
M - SF – 01-O	38.095	1.36	1.849
M - CF – 01-O	40.816	-1.36	1.849

Fuente: Los Tesistas.

Datos Estadísticos:

Numero de muestras **(n) = 2**

Sumatoria de los valores de las muestras **∑X = 78.911**

Media **(u) = 39.455**

∑(Xn-$\overline{X}$) ^2 = 3.698

Desviación Estándar (σ)

Calculo de la desviación estándar, se realiza mediante la siguiente formula:

$$\sigma = \sqrt{\frac{(X_1 - \bar{X})^2 + (X_2 - \bar{X})^2 + \cdots + (X_2 - \bar{X})^2}{n-1}}$$

$$\sigma = \sqrt{3.698}$$

Por tanto:

$$\boldsymbol{\sigma = 1.923}$$

Coeficiente de variación (v)

Calculo de la Coeficiente de variación, se realiza mediante la siguiente formula:

$$\mathbf{V = \frac{\sigma}{\bar{X}} x100}$$

$$V = \frac{1.923}{39.455} * 100$$

Por tanto: $\mathbf{V = 4.87\%}$

Para la calificación de la Desviación Estándar y Coeficiente de Variación de las muestras se desarrollará mediante la:

Tabla 60
Coeficiente de variación y Desviación Estándar.

DISPERSIÓN TOTAL	
CLASE DE OPERACIÓN	**DESVIACION ESTÁNDAR PAEA DIFERENTES GRADOS DE CONTROL (kg/cm2)**

	Excelente	Muy bueno	Bueno	Suficiente	Deficiente
Concreto en Obra	< a 28.1	28.1 a 35.2	35.2 a 42.2	42.2 a 49.2	> a 49.2
Concreto en Laboratorio	< a 14.1	14.1 a 17.6	17.6 a 21.1	21.1 a 24.6	> a 24.6

DISPERSIÓN ENTRE TESTIGOS					
CLASE DE OPERACIÓN	COEFICIENTE DE VARIACION PARA DIFERENTES GRADOS DE CONTROL (%)				
	Excelente	Muy bueno	Bueno	Suficiente	Deficiente
Concreto en Obra	< a 3.0	3.0 a 4.0	4.0 a 5.0	5.0 a 6.0	> a 6.0
Concreto en Laboratorio	< a 2.0	2.0 a 3.0	3.0 a 4.0	4.0 a 5.0	> a 5.0

Fuente: Tópicos de Tecnología del Concreto, Ing. Enrique Pasquel Carvajal

Por lo tanto, Según la tabla COEFICIENTE DE VARIACION y DESVIACION ESTANDAR, para el concreto f´c=350 kg/cm2:

La desviación estándar se califica como:

$\boldsymbol{\sigma = 1.923}(\boldsymbol{excelente})$, ya que:

$\boldsymbol{\sigma < 14.01}$

y el coeficiente de variación se considera:

$\boldsymbol{V = 4.87\%}$ $(\boldsymbol{suficiente})$,

ya que:

$\boldsymbol{V < 5\%}$

4.13.6. ANALISIS ESTADISTICO DE LA RESISTENCIA A LA FLEXION – CONCRETO CON SIN FIBRA Y CON FIBRA (2.5 KG/M3) CANTERA DE OCOPA f'c= 350 kg/cm2:

Tabla 61
Análisis Estadístico – Resistencia a la Flexión a los 28 días

MUESTRA	X	Xn-$\overline{X}$	(Xn-$\overline{X}$)^2
M - SF – 01-O	38.095	-1.36	1.849
M - CF – 02-T	35.374	1.36	1.849

Fuente: Los Tesistas.

Datos Estadísticos:

Numero de muestras **(n) = 2**

Sumatoria de los valores de las muestras **∑X = 73.469**

Media **(u) = 36.735**

∑(Xn-$\overline{X}$) ^2 = 3.698

Desviación Estándar (σ)

Calculo de la desviación estándar, se realiza mediante la siguiente formula:

$$\sigma = \sqrt{\frac{(X_1 - \bar{X})^2 + (X_2 - \bar{X})^2 + \cdots + (X_2 - \bar{X})^2}{n-1}}$$

$$\sigma = \sqrt{3.698}$$

Por tanto: $\boldsymbol{\sigma = 1.923}$

Coeficiente de variación (v)

Calculo de la Coeficiente de variación, se realiza mediante la siguiente formula:

$$\mathbf{V = \frac{\sigma}{\bar{X}} x100}$$

$$V = \frac{1.923}{36.735} * 100$$

Por tanto:

$$\mathbf{V = 5.23\%}$$

Para la calificación de la Desviación Estándar y Coeficiente de Variación de las muestras se desarrollará mediante la:

Tabla 62
Coeficiente de variación y Desviación Estándar.

DISPERSIÓN TOTAL					
CLASE DE OPERACIÓN	**DESVIACION ESTÁNDAR PAEA DIFERENTES GRADOS DE CONTROL (kg/cm2)**				
	Excelente	**Muy bueno**	**Bueno**	**Suficiente**	**Deficiente**
Concreto en Obra	< a 28.1	28.1 a 35.2	35.2 a 42.2	42.2 a 49.2	> a 49.2
Concreto en Laboratorio	< a 14.1	14.1 a 17.6	17.6 a 21.1	21.1 a 24.6	> a 24.6
DISPERSIÓN ENTRE TESTIGOS					
CLASE DE OPERACIÓN	**COEFICIENTE DE VARIACION PARA DIFERENTES GRADOS DE CONTROL (%)**				

	Excelente	Muy bueno	Bueno	Suficiente	Deficiente
Concreto en Obra	< a 3.0	3.0 a 4.0	4.0 a 5.0	5.0 a 6.0	> a 6.0
Concreto en Laboratorio	< a 2.0	2.0 a 3.0	3.0 a 4.0	4.0 a 5.0	> a 5.0

Fuente: Tópicos de Tecnología del Concreto, Ing. Enrique Pasquel Carvajal

Por lo tanto, Según la tabla COEFICIENTE DE VARIACION y DESVIACION ESTANDAR, para el concreto f´c=350 kg/cm2:

La desviación estándar se califica como:

$$\boldsymbol{\sigma = 1.923}(\boldsymbol{excelente}),$$

ya que: $\boldsymbol{\sigma < 14.01}$

y el coeficiente de variación se considera:

$$\mathbf{V = 5.23\%}\ (\boldsymbol{deficiente}),$$

ya que: $\mathbf{V > 5\%}$

4.14. PRUEBA DE HIPOTESIS

4.14.1. PRUEBA DE HIPÓTESIS A LOS 28 DÍAS DEL CONCRETO F´C = 350 KG/CM2, A COMPRESION SIN FIBRAS RESPECTO AL CONCRETO CON FIBRAS (2 KG/M3)

a) Parámetros de Interés.

Tabla 63
Parámetros de Interés para la Prueba de Hipótesis.

Descripción	Grupo 1 Concreto con fibras f´c= 350 kg/cm2	Grupo 2 Concreto sin fibras f´c= 350 kg/cm2

Numero de Muestras (n)	2	2
media (u)	323.50	337.00
desviación estándar (σ)	45.96	26.87

Fuente: Los Tesistas.

a) Hipótesis

Hipótesis Nula H_0 : $u2 \leq u1$

Hipótesis Alternativa H_1 : $u2 > u1$

b) Nivel de significancia

Para el proyecto de investigación se tomó un riesgo de $\alpha = 5\% = 0.05$ (o un nivel de confianza de 95%) y de acuerdo a la tabla de la distribución T-STUDEN, utilizamos $\alpha/2$, para dejar el mismo espacio correspondiente a la región de rechazo de ambos colas, y se obtiene médiate la fórmula:

$$t\left(\frac{\alpha}{2}, n-1\right) = t\left(\frac{0.05}{2}, 2-1\right) = t\,(0.025,1)$$

Obteniéndose $t = +1.782$ y $t = -1.782$

c) Regla de Decisión

Por lo que se plantea:

Rechazar **H_0 : u2 ≤ u1 , si $t_p \geq t$**

No se rechaza **H_0 : u2 > u1 , si $t_p < t$**

d) Calculo estadístico de Prueba T-STUDENT con n1+n2-2 grados de libertad.

Mediante la siguiente fórmula se calcula el S_p:

$$\boldsymbol{S\rho = \sqrt{\frac{(n1-1)\sigma 1^2 + (n2-1)\sigma 2^2}{n1+n2-2}}}$$

Remplazando los datos:

$$S\rho = \sqrt{\frac{(2-1)45.96^2 + (2-1)26.87^2}{2+2-2}}$$

$$S\rho = \sqrt{\frac{2112.32 + 721.99}{2}}$$

$$\boldsymbol{S\rho = 37.64}$$

Y Mediante la siguiente fórmula se calcula el t_p:

$$\boldsymbol{t\rho = \frac{u2-u1}{S\rho\sqrt{\frac{1}{n1}+\frac{1}{n2}}}}$$

Remplazando los datos:

$$t\rho = \frac{323.50 - 337.00}{37.64\sqrt{\frac{1}{2}+\frac{1}{2}}}$$

$$t\rho = \frac{13.50}{37.64\sqrt{1}}$$

$$\boldsymbol{t\rho = 0.35}$$

e) Conclusión.

Puesto que: $t < t\rho$, se rechaza la Hipótesis Nula Ho, ya que:

$1.782 > 0.35, \text{y } (\text{u2} \leq \text{u1}), \text{No Cumple.}$

Se concluye que la resistencia de concreto a compresión f´c= 350 kg/cm2 sin fibras obtiene mayor resistencia que el concreto f´c= 350 kg/cm2 con fibras.

Por lo tanto:

La incorporación de fibras de Polietileno Tereftalato no mejora la resistencia máxima a compresión del concreto diseñado para pavimentos rígidos de la Provincia de Angaraes – Huancavelica.

Se produce una reducción de la resistencia a compresión de 356 kg/cm2 sin fibra a 318 kg/cm2 con fibra de 2 kg por metro cubico.

4.14.2. PRUEBA DE HIPÓTESIS A LOS 28 DÍAS DEL CONCRETO F´C = 350 KG/CM2, A FLEXION SIN FIBRAS RESPECTO AL CONCRETO CON FIBRAS (2 KG/M3)

a) Parámetros de Interés.

Tabla 64
Parámetros de Interés para la Prueba de Hipótesis.

Descripción	Grupo 1 Concreto sin fibras f´c= 350 kg/cm2	Grupo 2 Concreto con fibras f´c= 350 kg/cm2
Numero de Muestras (n)	2	2
media (u)	36.886	39.455
desviación estándar (σ)	1.709	1.923

Fuente: Los Tesistas.

b) Hipótesis

Hipótesis Nula $H_0: u2 \leq u1$

Hipótesis Alternativa $H_1: u2 > u1$

c) Nivel de significancia

Para el proyecto de investigación se tomó un riesgo de $\alpha = 5\% = 0.05$ (o un nivel de confianza de 95%) y de acuerdo a la tabla de la distribución T-STUDEN, utilizamos $\alpha/2$, para dejar el mismo espacio correspondiente a la región de rechazo de ambos colas, y se obtiene médiate la fórmula:

$$t\left(\frac{\alpha}{2}, n-1\right) = t\left(\frac{0.05}{2}, 2-1\right) = t\,(0.025,1)$$

Obteniéndose $t = +1.782$ y $t = -1.782$

d) Regla de Decisión

Por lo que se plantea:

Rechazar **H_0 : u2 ≤ u1 , si $t_p \geq t$**

No se rechaza **H_0 : u2 > u1 , si $t_p < t$**

e) Calculo estadístico de Prueba T-STUDENT con n1+n2-2 grados de libertad.

Mediante la siguiente fórmula se calcula el S_p:

$$\boldsymbol{S\rho = \sqrt{\frac{(n1-1)\sigma 1^2 + (n2-1)\sigma 2^2}{n1+n2-2}}}$$

Remplazando los datos:

$$S\rho = \sqrt{\frac{(2-1)1.709^2 + (2-1)1.923^2}{2+2-2}}$$

$$S\rho = \sqrt{\frac{2.92 + 3.697}{2}}$$

$$\boldsymbol{S\rho = 1.81}$$

Y Mediante la siguiente fórmula se calcula el t_p:

$$\boldsymbol{t\rho = \frac{u2 - u1}{S\rho\sqrt{\frac{1}{n1} + \frac{1}{n2}}}}$$

Remplazando los datos:

$$t\rho = \frac{39.455 - 36.886}{1.81\sqrt{\frac{1}{2} + \frac{1}{2}}}$$

$$t\rho = \frac{2.57}{1.81\sqrt{1}}$$

$$\boldsymbol{t\rho = 1.41}$$

f) Conclusión.

Puesto que: $t < t\rho$, se acepta la Hipótesis alternativa H_1, ya que:

$1.41 < 1.782$

Se concluye que la resistencia de concreto a la flexión de f´c=350 kg/cm2 con fibras obtiene mayor resistencia que el concreto f´c= 350 kg/cm2 sin fibras.

Por lo tanto:

La incorporación de fibras de Polietileno Tereftalato, si influye favorablemente en las propiedades físicas, mecánicas y durabilidad que posee el concreto diseñado para pavimentos rígido de la Provincia de Angaraes – Huancavelica.

Se produce un incremento a la resistencia a la flexión en comparación a un concreto sin fibras de polietileno tereftalato, al probar que con una dosificación de 2.00 kg de fibra de polietileno tereftalato por metro cubico de concreto, se logra incrementar la resistencia de 38.095 kg/cm2 sin fibra a 40.816 kg/cm2 con 2 kg de fibra por metro cubico.

4.15. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

4.15.1. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LOS ESTUDIOS DE LOS AGREGADOS.

Los agregados de la cantera de ocopa de acuerdo al ensayo y resultados que se realizó, poseen partículas compactas y duras, con textura, forma y granulometrías adecuadas. También se verifico con los diferentes ensayos realizados que se encuentras libres de partículas como arcilla, limo y otras materias orgánicas

Tabla 65
Resumen del ensayo y características del agregado

CARACTERISTICAS DEL AGREGADO		
AGREGADO FINO	UND.	**RESULTADO**
HUMEDAD NATURAL DEL AGREGADO FINO	%	6.144
PORCENTAJE DE ABSORCION AGREGADO FINO	%	4.185
MODULO DE FINURA		2.792
DETERMINACION DEL PESO UNITARIO SUELTO SECO DE AGREGADO FINO	Kg/m3	1657.040
DETERMINACION DEL PESO UNITARIO COMPACTADO SECO DE AGREGADO FINO	Kg/m3	1731.928
PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO FINO	Kg/m3	2419.667
AGREGADO GRUESO	UND.	**RESULTADO**
HUMEDAD NATURAL DEL AGREGADO GRUESO	%	3.615
PORCENTAJE DE ABSORCION AGREGADO GRUESO	%	1.958
MODULO DE FINURA		7.298
DETERMINACION DEL PESO UNITARIO SUELTO SECO DE AGREGADO GRUESO	Kg-m3	1573.466
DETERMINACION DEL PESO UNITARIO COMPACTADO SECO DE AGREGADO GRUESO	Kg-m3	1771.721
PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO GRUESO	Kg-m3	2461.240

Fuente: Elaboración propia.

4.15.2. ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL ENSAYO DE MANEJABILIDAD DEL CONCRETO.

El ensayo de asentamiento para la manejabilidad del concreto se efectuó de acuerdo a la norma ASTM C-143. El concreto sin fibra y/o patrón cumplió con el requisito de tener un tamaño máximo del agregado. Su

trabajabilidad o asentamiento fue de 5.5 cm por lo que está dentro de los límites establecidos para la aplicabilidad del método, esto es entre 1" y 3" (pavimentos).

Sin embargo, en las mezclas a las cuales se le adicionaron las fibras de polipropileno se detectó que la trabajabilidad se reduce en relación con la muestra patrón. Se observó la medida del asentamiento del cono para la mezcla con fibra de PET de 1.5 kg/m3, la cual fue de 5cm, que también se encuentra dentro de los límites

Conforme a la cantidad de fibras se incrementa en la mezcla la trabajabilidad de la misma se reduce, esto se aprecia en la mezcla con 2 kg/m3 de fibra de PET, donde la trabajabilidad fue de 4 cm. De igual manera para la mezcla de 2.5 kg/m3 de fibra de PET, continua la reducción en la trabajabilidad donde el asentamiento fue de 2.5 cm, finalmente todos los asentamientos se encuentran dentro de los límites establecidos de 1" a 3".

Tabla 66
Asentamiento de muestras

TIPO DE MEZCLA	FIBRA Kg/m3	ASENTAMIENTO (cm)
CP - 350	0.00	2.5
CF 1	1.50	2.00
CF 2	2.00	1.90
CF 3	2.50	1.50

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 67
Peso en obra de materiales para 1.5 kg de fibra PET

PESO EN OBRA DE MATERIALES POR M3		
MATERIAL	PESO	UND
Cemento	419.192	Kg
Agua	136.76	*Lts*
Ag. Grueso	1323.23	Kg
Ag. Fino	437.39	Kg
Aire	1.00	%
Fibra de PET	1.50	Kg

Fuente: Elaboración propia

Tabla 68

Peso en obra de materiales para 2.0 kg de fibra PET

PESO EN OBRA DE MATERIALES POR M3		
MATERIAL	PESO	UND
Cemento	419.192	Kg
Agua	136.76	*Lts*
Ag. Grueso	1323.23	Kg
Ag. Fino	437.39	Kg
Aire	1.00	%
Fibra de PET	2.00	Kg

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 69

Peso en obra de materiales para 2.5 kg de fibra PET

PESO EN OBRA DE MATERIALES POR M3		
MATERIAL	PESO	UND
Cemento	419.192	Kg
Agua	136.76	*Lts*
Ag. Grueso	1323.23	Kg
Ag. Fino	437.39	Kg
Aire	1.00	%
Fibra de PET	2.50	Kg

Fuente: Elaboración propia.

4.15.3. ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL ENSAYO DE COMPRESION DE LAS PROBETAS.

De los resultados que se pueden apreciar en el cuadro de resultados de ensayo a compresión se observa claramente que las probetas con 1.5, 2.0 y 2.5 kg/m3 de fibra por metro cubico de concreto dieron por resultado a una resistencia máxima de 291, 318 y 313 kg/cm2 respectivamente, los cuales son menos que la resistencia de la probeta patrón sin fibra que tiene por resultado una resistencia a compresión de 356 kg/cm2. Por lo tanto, la incorporación de fibras de polietileno tereftalato en pavimentos rígidos no mejora la resistencia a compresión.

4.15.4. ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL ENSAYO DE FLEXION DE LAS PROBETAS.

De los resultados que se pueden apreciar en el cuadro de resultados de ensayo a flexión se observa claramente que las probetas con 1.5, 2.0 y 2.5 kg/m3 de fibra por metro cubico de concreto dieron por resultado a una resistencia a flexión de 35.67, 40.81 y 35.37 kgf/cm2,respectivamente, de los cuales podemos observar la resistencia a flexión de la probeta con fibra de 2 kg/m3 de concreto es mayor a la resistencia a flexión de la probeta patrón sin fibra que tiene por resultado una resistencia a compresión de 38.09 kgf/cm2. Por lo tanto, la incorporación de fibras de polietileno tereftalato en pavimentos rígidos si mejora la resistencia a flexión en pavimentos rígidos, tanto en sus propiedades físicas, mecánicas y de durabilidad.

Tabla 70
Resumen de Ensayos de Resistencia a la Compresión del Concreto

Característica del Diseño	Cantidad Fibra de PET (Kg/m3)	Relación a/c Efectiva	Prom. Resistencia Comp. (Kg/cm2) (Dias) 7	14	28
Concreto SIN PET	0	0.33	217.00	305.00	356.0
Con fibra de PET	1.50	0.33	255.00	213.00	291.0
Con fibra de PET	2.00	0.33	242.00	255.00	318.0
Con fibra de PET	2.50	0.33	257.00	262.00	313.0

Fuente: Elaboración propia.

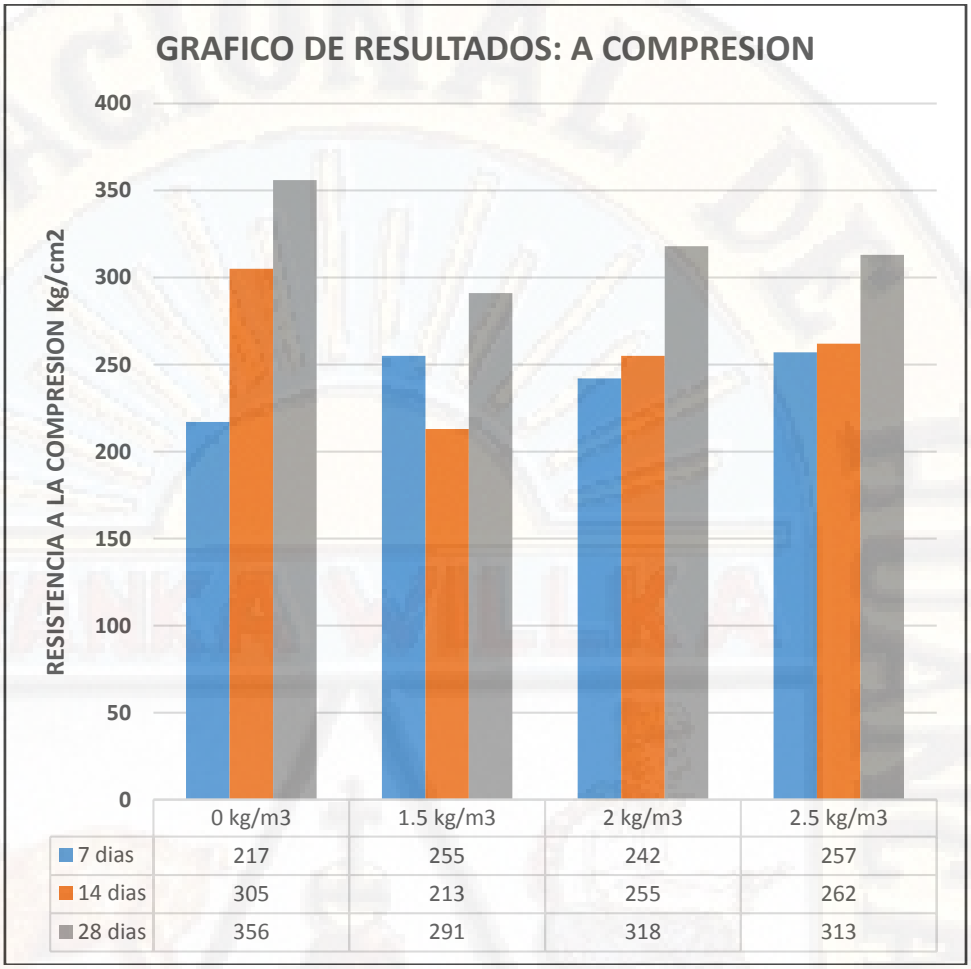


Figura 12.Resistencia a la compresión de concreto sin fibra y con fibra de PET

Tabla 71

Resumen de Ensayos de Resistencia a la Flexión del Concreto

CARACTERISTICA DE DISEÑO	FIBRA (kg/m3)	RELACION a/c EFECTIVA	RESISTENCIA PROMEDIO A FLEXION(Kgf/cm) (DIAS) 7	14	28
CONCRETO SIN FIBRA	0	0.33	31.444	30.839	38.095
CON FIBRA DE PT	1.5	0.33	35.072	31.141	35.676
CON FIBRA DE PT	2	0.33	26.909	25.094	40.816
CON FIBRA DE PT	2.5	0.33	27.816	28.42	35.374

Fuente: Elaboración propia.

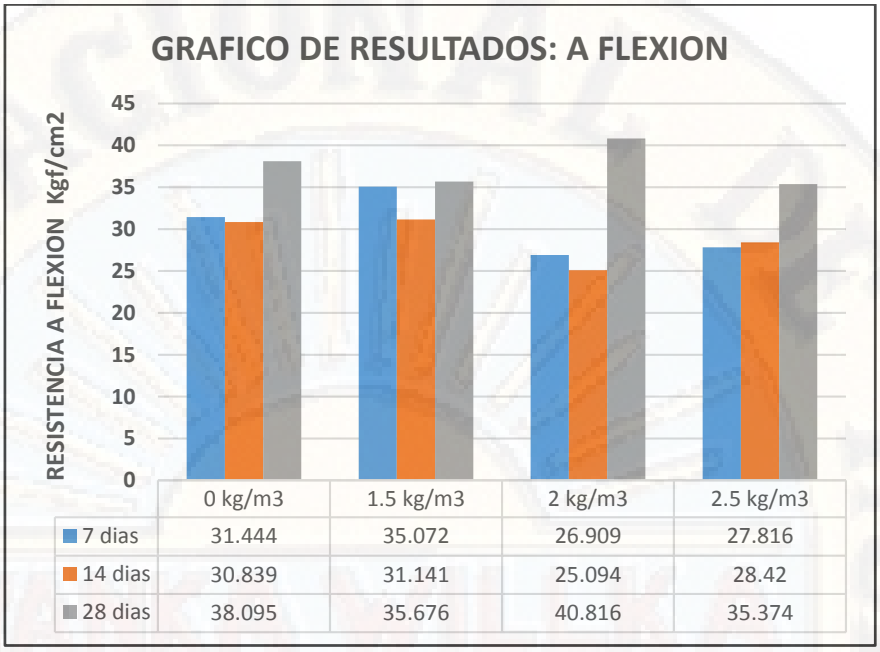


Figura 13.Resistencia a la flexión de concreto sin fibra y con fibra de PET

CONCLUSIONES

- Se concluye que las fibras de Polietileno Tereftalato si influye favorablemente en pavimentos rígidos en la provincia de Angaraes - Huancavelica, debido que incrementa la resistencia a la Flexión, esto se produce al incorporar 2.00 kg de fibra de polietileno tereftalato por un metro cubico de concreto, siendo menor la resistencia a la compresión con 2.00 kg de fibra por metro cubico, siendo la óptima de entre todas, con esta dosificación se obtiene una resistencia a flexión a los 28 días de 38.095 kg/cm2 (sin fibra) a comparación con 40.816 kg/cm2 (con fibras) y a compresión de 356 kg/cm2 (sin fibra) a comparación con 318 kg/cm2 (con fibra).

- Se concluye que las fibras de polietileno tereftalato si influye favorablemente en las propiedades físicas, mecánicas y en su durabilidad, pero a excepción a la resistencia a compresión del pavimento rígido en la provincia de Angaraes – Huancavelica, se puede determinar que un concreto reforzado con fibras de PET a una dosificación de 2 kg de fibra respecto a su volumen, resiste más a los esfuerzos por flexión que uno sin fibras de PET. luego de la prueba a los 28 días en ambas muestras, se obtuvo que la resistencia a flexión incrementa de 38.095 kg/cm2 a 40.816 kg/cm2, aumentando en un 7,15%. De igual forma se tiene reducción a la resistencia a compresión de 356 kg/cm2 a 318 kg/cm2, reduciéndose en 10.67%.

  Luego de la prueba a la compresión y flexión se obtuvo la resistencia máxima a compresión de 318 kg/cm2 (con fibra de 2kg/m3) reduciéndose su resistencia en 10.67% y una resistencia máxima a flexión 40.816 kg/cm2 (con fibra de 2kg/m3) incrementándose su resistencia en 7.15%.

  Al tener una mayor resistencia a la flexión, incrementa la capacidad de resistencia residual y aportar ductilidad al concreto, las fibras de polietileno tereftalato mejoran las propiedades que tiene el concreto, permitiendo que el concreto siga resistiendo incluso luego de la aparición de la falla, de esta manera se tiene una mayor resistencia respecto a los eventos que dependen

enteramente de la estructura del concreto, siendo más puntual, en su uso en pavimentos rígidos.

RECOMENDACIONES

Cuando se realice el vaciado de probetas tener en consideración realizar un vaciado total de muestra según la dosificación o vaciar por tanda una probeta con cada una de las dosificaciones de fibra, dado que, de cumplirse el día de curado y no tener disponibilidad para ensayar las muestras de cada tipo se tendría un problema de cálculo con los días de rotura (7, 14 y 28 días) o los días que fuesen según lo previsto.

Cuando se realice el molde en donde ira la viga a ensayar, tener cautela con las dimensiones, ya que están normadas y deben respetarse para no tener alteraciones en los resultados, de igual manera proyectar el día de rotura y prevenir que se tenga disponibilidad en el laboratorio a ensayar, al momento de transportar las muestras a ensayar, tener cuidado con no dañarlas, la cual alteraría los resultados.

Para hacer la prueba a la flexión, tener en consideración los requisitos establecidos en la norma, ya que, estas dos normas se complementan para poder dar resultados, seria a nuestras normas como la NTP 339.033 y la NTP 339.078, se necesita de ambas normas para poder hacer el ensayo a la flexión.

Es recomendable el uso de la norma ACI 211 para el diseño de mezclas, y hacer reajustes en la cantidad de agregado fino mediante el cálculo de volúmenes absolutos, al momento de realizar el diseño de mezcla, el empleo de agregados gruesos con un máximo de 1/2'' de tamaño nominal, ya que con este tipo de material se pudo obtener los resultados óptimos del concreto en estado endurecido, en caso se use una mezcladora de concreto, agregar las fibras una vez se haya incorporado los demás materiales , el tiempo puede varias por unos segundos más, dependerá si ya se tiene la distribución homogénea y uniforme requerida., tener presente que las dimensiones de las fibras son variadas y que en existen restricciones en cuanto a estas medidas, se debe usar el tipo de fibra según el contexto demande.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Carvajal, L. (1998). "*Metodología de la investigación científica"*. *Curso general y Aplicado. 12º-Ed. Cali: FAID.*
2. Cobo Bejarano, H. (1998). *"Glosario de Metodología"*. 8ª. *Cali: Impretec*, *50*, 9.
3. CARRERA, I. (1982). *"PENAL. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA"* (Doctoral dissertation, UNIVERSIDAD PRIVADA SAN JUAN BAUTISTA).
4. Pino, M. C., Rodríguez, J. R., & Torrico, F. A. (2006). "*Comportamiento de hormigones reforzados con y sin fibras". Revista Investigación & Desarrollo, 1*(5).
5. Pardinas, F. (1989). *"Metodología y técnicas de investigación en ciencias sociales"*. Siglo XXI.
6. Anger-Egg, E. (2003). *"Métodos y técnicas de investigación social. Técnicas para la recogida de datos e información"*.
7. Moraño Rodríguez, A. J., & Guillén Viñas, J. L. (2010). "*Enfibrado de los materiales de construcción*".
8. Barros Fierro, V. P., & Ramírez Cueva, H. C. (2012). *"Diseño de hormigones con fibras de polipropileno para resistencias a la compresión de 21 y 28 MPa con agregados de la cantera de Pifo".*
9. Gutiérrez de López, L. (1989). Teoría y práctica en la elaboración de mezclas de concreto. *Ingeniería Civil*.
10. Díaz, A. B., Mateus, E. G. G., & Beltrán, C. P. (2013). Evaluación del comportamiento mecánico de un concreto reforzado con fibras textiles de vidrio sometido a cargas de flexión para su uso en la elaboración de elementos urbanísticos prefabricados. *Tekhnê*, *10*(1), 5-18.
11. García Torres, M. (2013). Diseño de concreto de alta resistencia fc= 480 kg/cm usando agregados del río Huallaga para la ciudad de Tarapoto.
12. Borralleras, P., Jurado, J. J., Parra, S., & Caballero, J. (2018). Aditivos superplastificantes de última generación basados en polímeros PAE para el

control de la viscosidad plástica del hormigón. In *HAC 2018. V Congreso Iberoamericano de hormigón autocompactable y hormigones especiales* (pp. 157-166). Editorial Universitat Politècnica de València.

13. Jimenez Montero, H. F., & Eguez Alava, H. (2009). Obtención de concreto de alta resistencia mediante adición en el diseño de un superplastificante y ceniza de cascarilla de arroz.
14. Santos Cortés, L. D. C. (2006). Contribución de fibras PP provenientes de plásticos reciclados en el agrietamiento y resistencia del concreto en pavimentos portuarios de Veracruz.
15. Barreda, M., Iaiani, C., & Sota, J. D. (2000). Hormigón reforzado con fibras de polipropileno: tramo experimental de un pavimento de hormigón. *IV Coloquio Latinoamericano de Fractura y Fatiga*, 1145-1150.
16. Abanto Castillo, F. (2009). Tecnología del Concreto: Teoria y Problemas. *Lima: San Marcos, 9*.
17. NTP, N. T. P. (2013). 339.185. 1ra edición, Lima, Perú: AGREGADOS. *Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado*.
18. DE BAJOV. & DE TRÁNSIT, U. M. E. N. (2018). MANUAL DE DISEÑO DE CARRETERAS NO PAVIMENTADAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO.
19. Huanca, S. L. (2006). Diseño de mezclas de concreto. *Puno: Universidad Nacional Altipano*.
20. López, E. R. (1992). Diseño de mezclas. *Editorial Hozlo SCRL*.
21. Apaza Illanes, K. W., Rojas, Y., & Marlene, J. (2016). Análisis comparativo de las propiedades mecánicas y características físicas del concreto patrón y concreto reciclado, evaluando su comportamiento en estado fresco y endurecido.
22. Villanueva Campos, E. O., & Yaranga Huatorongo, H. (2015). Estudio de la influencia de fibras de polipropileno provenientes de plásticos reciclados en concretos de f'c= 210 kg/cm2 en el Distrito de Lircay, Provincia de Angaraes, Región Huancavelica.

23. Cando Lara, L. F. (2016). *Análisis de las propiedades físicas y mecánicas del hormigón elaborado con fibras de acero reciclado* (Bachelor's thesis, Quito: UCE).
24. RINCON CARRASCAL, M. A., & SANTIAGO MANZANO, C. A. R. O. L. I. N. A. (2019). *EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO A COMPRESIÓN, FLEXIÓN Y CORTE INDIRECTO AL ADICIONARLE FIBRAS DE CABELLO HUMANO* (Doctoral dissertation).
25. Altamirano, L. (2007). DETERIORO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS. Metodología de medición, posibles causas de deterioro y reparaciones. *base de datos en Internet] Universidad Nacional de Ingeniería [seriada en línea]*.

APENDICE

MATRÍZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO: "ADICIÓN DE LA FIBRA DE POLIETILENO TEREFTALATO EN PAVIMENTO RÍGIDO EN LA PROVINCIA DE ANGARAES HUANCAVELICA"

FORMULACION DE PROBLEMA	FORMULACION DEL OBJETIVO	FORMULACION DE LA HIPOTESIS	VARIABLES	METODOLOGIA
PROBLEMA ¿Cómo influye la adición de fibras de polietileno tereftalato en pavimento rígido de la Provincia de Angaraes - Huancavelica? **PROBLEMA ESPECÍFICO** ¿Cómo influye la adición de fibras de polietileno tereftalato en las propiedades físicas, mecánicas y en su durabilidad del pavimento rígido de la Provincia de Angaraes - Huancavelica? ¿Cuál será la Resistencia del pavimento rígido en compresión y flexión con adición de fibras de polietileno tereftalato de la Provincia de Angaraes - Huancavelica?	**OBJETIVO GENERAL** Determinar la Influencia de la fibra de polietileno tereftalato en pavimento rígido de la Provincia de Angaraes - Huancavelica. **OBJETIVO ESPECÍFICO** Determinar la Influencia de la fibra de polietileno tereftalato en las propiedades físicas, mecánicas y en su durabilidad del pavimento rígido de la Provincia de Angaraes - Huancavelica. Determinar la resistencia máxima del pavimento rígido en compresión y flexión con la adición de fibra de polietileno tereftalato de la Provincia de Angaraes – Huancavelica.	**HIPOTESIS NULA (Ho)** La incorporación de fibras de Polietileno Tereftalato, no influye favorablemente en las propiedades físicas, mecánicas y durabilidad que posee el concreto diseñado para pavimentos rígido de la Provincia de Angaraes – Huancavelica. **HIPOTESIS ALTERNATIVA (H_1)** La incorporación de fibras de Polietileno Tereftalato, si influye favorablemente en las propiedades físicas, mecánicas y durabilidad que posee el concreto diseñado para pavimentos rígido de la Provincia de Angaraes – Huancavelica.	**VARIABLE INDEPENDIENTE** Fibras de polietileno tereftalato (x) **VARIABLE DEPENDIENTE** Pavimento Rígido (y)	**TIPO** Tipo de investigación aplicada. **NIVEL** Nivel de investigación explicativo. **METODOS** Científica. Experimental. **POBLACION Y MUESTRA** 06 Probetas Cilíndricas y 06 Rectangulares. **INSTRUMENTOS** Formato de laboratorio Y de elaboración propia.

CRONOGRAMA

ACTIVIDADES	CRONOGRAMA								
	2019					2020			
	MAYO	JUNIO	JULIO - DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	EMERGENCIA SANITARIA	JULIO - SETIEMBRE	OCTUBRE - NOVIEMBRE	DICIEMBRE
Elaboración y presentación de plan de tesis	X								
Aprobación de plan de tesis		X							
Estudio de Agregados y Elaboración de probetas.			X						
Análisis de datos				X					
Elaboración de informe final					X				
Revisión de informe final							X		
Aprobación de informe Final								X	
Sustentación de Tesis									X

PRESUPUESTO

CUADRO DE PRESUPUESTO DE PROYECTO DE TESIS			
RUBROS I/O ACTIVIDAD	**UNIDAD**	**COSTO S/.**	**FINACIAMIENTO**
			LOS AUTORES
BIENES Y MATERIALES			
Material de Escritorio	GLB	**200.00**	
Material de Impresión	GLB	**200.00**	
Laptop	GLB	**3000.00**	
Material de Construcción	GLB	**200.00**	
Herramientas Manuales	GLB	**50.00**	
Cámara Fotografico	GLB	**300.00**	
Calculadora	GLB	**80.00**	
SUB TOTAL		**4030.00**	
SERVICIOS			
Digitación e impresión	GLB	**100.00**	
Servicio de trasporte	GLB	**300.00**	
Revelado de fotografías	GLB	**50.00**	
Moldes para Probetas Rectangulares	GLB	**600.00**	
Laboratorio de Concreto	GLB	**240.00**	
SUB TOTAL		**1290.00**	
TOTAL		**5320.00**	

ENSAYOS DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - LIRCAY

ÁREA DE PRODUCCIÓN Y SERVICIOS

PROYECTO : "ADICIÓN DE LA FIBRA DE POLIETILENO TEREFTALATO EN PAVIMENTO RÍGIDO EN LA PROVINCIA DE ANGARAES - HUANCAVELICA".

TESISTAS : Bach. QUISPE CHANCAS, Héctor

: Bach. TAIPE CUYA, Rafael

ALTITUD : 3158 msnm

ENSAYO : HUMEDAD NATURAL DEL AGREGADO FINO

NORMA : N.T.P: 400.010

Procedencia : Cantera de Ocopa

Fecha : 04/11/2019

Muestreo por : Q.C.H / T.C.R

Revisado por : Laboratorio de Mecánica de Suelos, Tecnologia de Concreto y Asfalto - UNH

HUMEDAD NATURAL DEL AGREGADO FINO(N.T.P:-400.01)		*Muestra N°*: 1 *Potencia:* 0.0 m		
N° DE PRUEBA		1	2	3
Nº TARRO	UND.	J-1	J-2	J-3
Peso Del Tarro	Gr.	29.00	30.00	29.00
Tarro + Muestra Humedo	Gr.	232.00	216.75	230.50
Tarro + Muestra Seco	Gr.	220.00	206.02	219.00
Peso del Agua Contenida	Gr.	12.00	10.73	11.50
Peso De la Muestra Seca	Gr.	191.00	176.02	190.00
% De Humedad	%	6.283	6.096	6.053
HUMEDAD PROM. (%)		6.144		

OBSERVACIONES:

Enrique Rigoberto Camac Ojeda
INGENIERO CIVIL
CIP. Nº 75675
JEFE DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL DIRECCIÓN LIRCAY

Ing. Dedicación M. Medina Champe
DIRECTOR E.A.P. -CIVIL

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - LIRCAY

ÁREA DE PRODUCCIÓN Y SERVICIOS

PROYECTO	:	"ADICIÓN DE LA FIBRA DE POLIETILENO TEREFTALATO EN PAVIMENTO RÍGIDO EN LA PROVINCIA DE ANGARAES - HUANCAVELICA".
SOLICITADO	:	Bach. QUISPE CHANCAS, Héctor
	:	Bach. TAIPE CUYA, Rafael
ALTITUD	:	3158 msnm
ENSAYO	:	HUMEDAD NATURAL DEL AGREGADO GRUESO
NORMA	:	N.T.P: 400.010
Procedencia	:	Cantera de Ocopa
Fecha	:	04/11/2019
Muestreo por	:	Q.C.H / T.C.R
Revisado por	:	Laboratorio de Mecánica de Suelos, Tecnologia de Concreto y Asfalto - UNH

HUMEDAD NATURAL DEL AGREGADO GRUESO(NTP 400.010)		*Muestra N°:* 1 *Potencia:* 0.0 m		
N° DE PRUEBA		1	2	3
Nº TARRO	UND.	J-1	J-2	J-3
Peso Del Tarro	Gr.	31.00	30.00	29.00
Tarro + Muestra Humedo	Gr.	174.00	176.00	170.00
Tarro + Muestra Seco	Gr.	169.00	171.00	165.00
Peso del Agua Contenida	Gr.	5.00	5.00	5.00
Peso De la Muestra Seca	Gr.	138.00	141.00	136.00
% De Humedad	%	3.623	3.546	3.676
HUMEDAD PROM. (%)		3.615		

OBSERVACIONES:

Enrique Rigoberto Camac Ojeda
INGENIERO CIVIL
CIP. Nº 75675
JEFE DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS - CIVIL - AMBIENTAL
Mg. Dedicación M. Medina Champe
DIRECTOR E.A.P. -CIVIL

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - LIRCAY

ÁREA DE PRODUCCIÓN Y SERVICIOS

PROYECTO : "ADICIÓN DE LA FIBRA DE POLIETILENO TEREFTALATO EN PAVIMENTO RÍGIDO EN LA PROVINCIA DE ANGARAES - HUANCAVELICA".

SOLICITADO : Bach. QUISPE CHANCAS, Héctor

: Bach. TAIPE CUYA, Rafael

ALTITUD : 3158 msnm

ENSAYO : PORCENTAJE DE ABSORCION AGREGADO FINO

NORMA : ASTM: 127 Y 128

Procedencia : Cantera de Ocopa

Fecha : 04/11/2019

Muestreo por : Q.C.H / T.C.R

Revisado por : Laboratorio de Mecánica de Suelos, Tecnologia de Concreto y Asfalto - UNH

PORCENTAJE DE ABSORCION AGREGADO FINO(ASTM:-127 Y 128)		*Muestra N°:* 1 *Potencia:* 0.0 m		
N° DE PRUEBA		1	2	3
Nº TARRO	UND.	J-1	J-2	J-3
Peso Del Tarro	Gr.	29.00	30.00	29.00
Tarro +Psss	Gr.	90.00	90.00	90.00
Tarro + Muestra seca	Gr.	87.57	87.55	87.57
Peso Del Agregado SSS	Gr.	61.00	60.00	61.00
Peso De Muestra Seca	Gr.	58.57	57.55	58.57
% Absorcion	%	4.149	4.257	4.149
Absorcion PROM. (%)			4.185	

OBSERVACIONES:

Enrique Rigoberto Camac Ojeda
INGENIERO CIVIL
JEFE DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA
Ing. Dedicación M. Medina Champe
DIRECTOR E.A.P. -CIVIL

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - LIRCAY

ÁREA DE PRODUCCIÓN Y SERVICIOS

PROYECTO	:	"ADICIÓN DE LA FIBRA DE POLIETILENO TEREFTALATO EN PAVIMENTO RÍGIDO EN LA PROVINCIA DE ANGARAES - HUANCAVELICA".
SOLICITADO	: Bach.	QUISPE CHANCAS, Héctor
	: Bach.	TAIPE CUYA, Rafael
ALTITUD	: 3158 msnm	

ENSAYO	: PORCENTAJE DE ABSORCION AGREGADO GRUESO
NORMA	: ASTM: 127 Y 128

Procedencia	: Cantera de Ocopa
Fecha	: 04/11/2019
Muestreo por	: Q.C.H / T.C.R
Revisado por	: Laboratorio de Mecánica de Suelos, Tecnologia de Concreto y Asfalto - UNH

PORCENTAJE DE ABSORCION AGREGADO GRUESO(ASTM:-127 Y 128)	*Muestra N°:* 1 *Potencia:* 0.0 m

N° DE PRUEBA		1	2	3
Nº TARRO	UND.	J-1	J-2	J-3
Peso Del Tarro	Gr.	30.00	30.00	31.00
Tarro +Psss	Gr.	155.00	166.10	160.60
Tarro + Muestra seca	Gr.	152.52	163.48	158.20
Peso Del Agregado SSS	Gr.	125.00	136.10	129.60
Peso De Muestra Seca	Gr.	122.52	133.48	127.20
% Absorcion	%	2.024	1.963	1.887
Absorcion PROM. (%)		1.958		

OBSERVACIONES:

Enrique Rigoberto Camac Ojeda
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 79675
JEFE DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA
FACULTAD DE INGENIERIA DE MINAS - CIVIL - AFINES
Ing. Dedicación M. Medina Chanpe
DIRECTOR E.A.P. -CIVIL

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - LIRCAY

ÁREA DE PRODUCCIÓN Y SERVICIOS

PROYECTO	:	"ADICIÓN DE LA FIBRA DE POLIETILENO TEREFTALATO EN PAVIMENTO RÍGIDO EN LA PROVINCIA DE ANGARAES - HUANCAVELICA".
SOLICITADO	: Bach.	QUISPE CHANCAS, Héctor
	: Bach.	TAIPE CUYA, Rafael
ALTITUD	:	3158 msnm
ENSAYO	:	ANALISIS GRANULOMETRICO DEL AGREGADO FINO
NORMA	: NTP:	339.128 ASTM: D422
Procedencia	:	Cantera de Ocopa
Fecha	:	04/11/2019
Muestreo por	:	Q.C.H / T.C.R
Revisado por	:	Laboratorio de Mecánica de Suelos, Tecnologia de Concreto y Asfalto - UNH

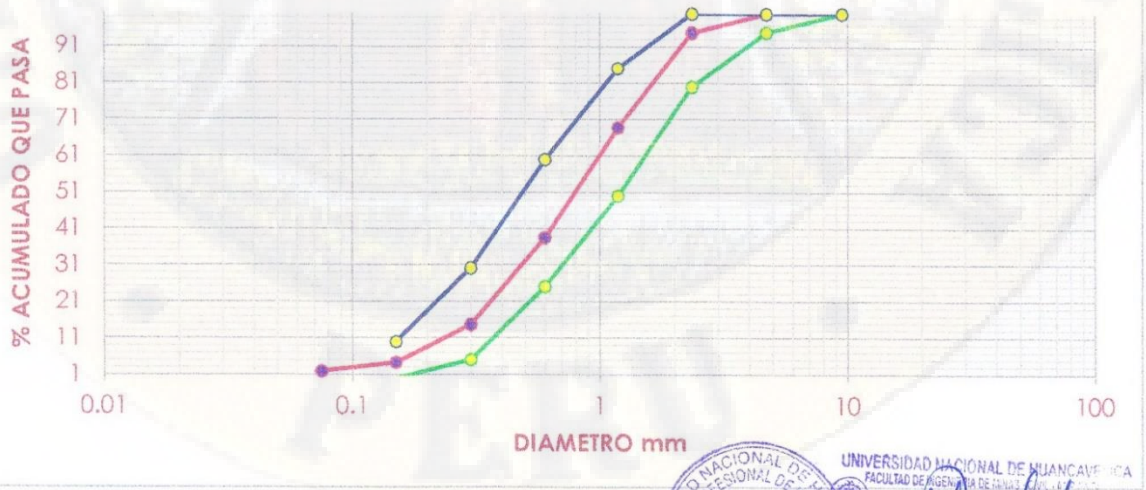
ANALISIS GRANULOMETRICO (NTP 339.128 ASTM-D422)

Cantera: C-1

Potencia: 0.0 m

ASTM	malla mm	Peso retenido (gr.)	% parcial retenido	% Retenido	% que Pasa	NORMA % PASA	
3/8"	9.525	0	-	-	100.00	100	100
#4	4.76	0	-	-	100.00	95	100
#8	2.3	104.35	5.22	5.22	94.78	80	100
#16	1.19	520.26	26.01	31.23	68.77	50	85
#30	0.59	606.2	30.31	61.54	38.46	25	60
#50	0.297	477.59	23.88	85.42	14.58	5	30
#100	0.149	207.16	10.36	95.78	4.22	0	10
#200	0.074	47.18	2.36	98.14	1.86	0	0
Fondo		37.26	1.86	100.00	-		

CURVA GRANULOMETRICO DEL AGREGADO FINO



Enrique Rigoberto Camac Ojeda
INGENIERO CIVIL
CIP. Nº 75675

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA
FACULTAD DE INGENIERIA DE MINAS, CIVIL Y AMBIENTAL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
DIRECCIÓN

Ing. Dedicación M. Medina Champe
DIRECTOR E.A.P -CIVIL

RESULTADOS	
MODULO DE FINURA	2.79

OBSERVACIONES:

Enrique Rigoberto Camac Ojeda
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 79675
JEFE DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS - CIVIL - AMBIENTAL
Ing. Dedicación M. Medina Champe
DIRECTOR E.A.P. -CIVIL

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - LIRCAY

ÁREA DE PRODUCCIÓN Y SERVICIOS

PROYECTO	:	"ADICIÓN DE LA FIBRA DE POLIETILENO TEREFTALATO EN PAVIMENTO RÍGIDO EN LA PROVINCIA DE ANGARAES - HUANCAVELICA".
SOLICITADO	: Bach.	QUISPE CHANCAS, Héctor
	: Bach.	TAIPE CUYA, Rafael
ALTITUD	: 3158 msnm	
ENSAYO	: ANALISIS GRANULOMETRICO	
NORMA	: NTP: 339.128	ASTM: D422
Procedencia	: Cantera de Ocopa	
Fecha	: 04/11/2019	
Muestreo por	: Q.C.H / T.C.R	
Revisado por	: Laboratorio de Mecánica de Suelos, Tecnologia de Concreto y Asfalto - UNH	

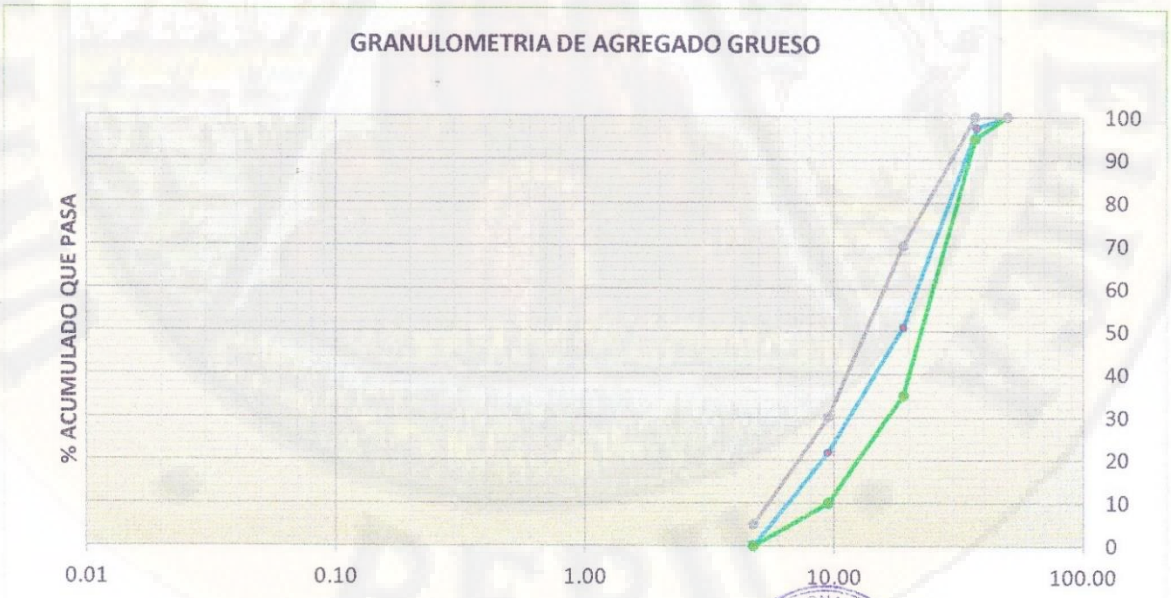
ANALISIS GRANULOMETRICO (NTP 339.128 ASTM-D422)

Cantera: C-1

Potencia: 0.0 m

ASTM	malla mm	Peso retenido (gr.)	% parcial retenido	% Retenido	% que Pasa
2"	50	0	-	-	100.00
1 1/2"	37.5	50.4	2.52	2.52	97.48
3/4"	19	929.65	46.51	49.04	50.96
3/8'	9.5	583.21	29.18	78.22	21.78
Nº 4	4.75	435.41	21.78	100.00	-
		1998.67			

NORMA	% PASA
100	100
95	100
35	70
10	30
0	5



Enrique Rigoberto Cerrac Ojeda
INGENIERO CIVIL
CIP. Nº 79675

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA
FACULTAD DE INGENIERIA DE MINAS - CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
DIRECCION
LIRCAY
Ing. Dedicación M. Medina Champe
DIRECTOR E.A.P. -CIVIL

RESULTADOS	
MODULO DE FINURA	7.30

OBSERVACIONES:

Enrique Rigoberto Camac Ojeda
INGENIERO CIVIL
CIP. Nº 75675
JEFE DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA
FACULTAD DE INGENIERIA DE MINAS - CIVIL Y AMBIENTAL
Ing. Dedicación M. Medina Champi
DIRECTOR E.A.P. -CIVIL

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - LIRCAY

ÁREA DE PRODUCCIÓN Y SERVICIOS

PROYECTO : "ADICIÓN DE LA FIBRA DE POLIETILENO TEREFTALATO EN PAVIMENTO RÍGIDO EN LA PROVINCIA DE ANGARAES - HUANCAVELICA".

SOLICITADO : Bach. QUISPE CHANCAS, Héctor

: Bach. TAIPE CUYA, Rafael

ALTITUD : 3158 msnm

ENSAYO : DETERMINACION DEL PESO UNITARIO SUELTO SECO DE AGREGADO FINO

NORMA : N.T.P: 400.017

Procedencia : Cantera de Ocopa

Fecha : 04/11/2019

Muestreo por : Q.C.H / T.C.R

Revisado por : Laboratorio de Mecánica de Suelos, Tecnologia de Concreto y Asfalto - UNH

DETERMINACION DEL PESO UNITARIO SUELTO SECO DE AGREGADO FINO(N.T.P:-)

Muestra N°: 1

Potencia: 0.0 m

N° DE PRUEBA	UND.	1	2	3
VOLUMEN DEL MOLDE	m3	0.00554	0.00554	0.00554
Peso Del Molde	Gr.	9995.00	9995.00	9995.00
Peso del Agregado+Peso Molde	Gr.	19175.00	19175.00	19175.00
Peso del Agregado	Gr.	9180.00	9180.00	9180.00
Peso Unitario suelto seco volumetrico	Kg/m3	1657.040	1657.040	1657.040
PESO UNITARIO SUELTO SECO VOLUMETRICO (Kg/m3)		**1657.040**		

OBSERVACIONES:

Enrique Rigoberto Camac Ojeda
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 78675
JEFE DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA
FACULTAD DE INGENIERIA DE MINAS - CIVIL Y AMBIENTAL
Mag. Dedicación M. Mella [illegible]ampe
DIRECTOR E.A.P. -CIVIL

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - LIRCAY

ÁREA DE PRODUCCIÓN Y SERVICIOS

PROYECTO	:	"ADICIÓN DE LA FIBRA DE POLIETILENO TEREFTALATO EN PAVIMENTO RÍGIDO EN LA PROVINCIA DE ANGARAES - HUANCAVELICA".
SOLICITADO	: Bach.	QUISPE CHANCAS, Héctor
	: Bach.	TAIPE CUYA, Rafael
ALTITUD	:	3158 msnm

ENSAYO : DETERMINACION DEL PESO UNITARIO SUELTO SECO DE AGREGADO GRUESO

NORMA : N.T.P: **400.017**

Procedencia : Cantera de Ocopa
Fecha : 04/11/2019
Muestreo por : Q.C.H / T.C.R
Revisado por : Laboratorio de Mecánica de Suelos, Tecnologia de Concreto y Asfalto - UNH

DETERMINACION DEL PESO UNITARIO SUELTO SECO DE AGREGADO GRUESO(N.T.P:-)

Muestra N°: 1

Potencia: 0.0 m

N° DE PRUEBA	UND.	1	2	3
VOLUMEN DEL MOLDE	m3	0.00554	0.00554	0.00554
Peso Del Molde	Gr.	9995.00	9995.00	9995.00
Peso del Agregado+Peso Molde	Gr.	18700.00	18721.00	18715.00
Peso del Agregado	Gr.	8705.00	8726.00	8720.00
Peso Unitario suelto seco volumetrico	Kg/m3	1571.300	1575.090	1574.007
PESO UNITARIO SUELTO SECO VOLUMETRICO. (Kg/m3)		**1573.466**		

OBSERVACIONES:

Enrique Rigoberto Camac Ojeda
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 78575
JEFE DE LABORATORIO

Ing. Dedicación M. Medina Champe
DIRECTOR E.A.P. -CIVIL

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - LIRCAY

ÁREA DE PRODUCCIÓN Y SERVICIOS

PROYECTO : "ADICIÓN DE LA FIBRA DE POLIETILENO TEREFTALATO EN PAVIMENTO RÍGIDO EN LA PROVINCIA DE ANGARAES - HUANCAVELICA".

SOLICITADO : Bach. QUISPE CHANCAS, Héctor

: Bach. TAIPE CUYA, Rafael

ALTITUD : 3158 msnm

ENSAYO : DETERMINACION DEL PESO UNITARIO COMPACTADO SECO DE AGREGADO FINO

NORMA : N.T.P: 400.017

Procedencia : Cantera de Ocopa

Fecha : 04/11/2019

Muestreo por : Q.C.H / T.C.R

Revisado por : Laboratorio de Mecánica de Suelos, Tecnologia de Concreto y Asfalto - UNH

DETERMINACION DEL PESO UNITARIO COMPACTADO SECO DE AGREGADO FINO(N.T.P:-)

Muestra N°: 1

Potencia: 0.0 m

N° DE PRUEBA	UND.	1	2	3
VOLUMEN DEL MOLDE	m3	0.00554	0.00554	0.00554
Peso Del Molde	Gr.	9995.00	9995.00	9995.00
Peso del Agregado+Peso Molde	Gr.	19590.00	19589.50	19590.15
Peso del Agregado	Gr.	9595.00	9594.50	9595.15
Peso Unitario compactado seco volumetrico	Kg/m3	1731.949	1731.859	1731.977
PESO UNITARIO COMPACTADO SECO VOLUMETRICO. (Kg/m3)			**1731.928**	

OBSERVACIONES:

Enrique Rigoberto Camac Ojeda
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 79675
JEFE DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS - CIVIL - AMBIENTAL
Ing. Dedicación M. Medina Champe
DIRECTOR E.A.P. -CIVIL

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - LIRCAY

ÁREA DE PRODUCCIÓN Y SERVICIOS

PROYECTO : "ADICIÓN DE LA FIBRA DE POLIETILENO TEREFTALATO EN PAVIMENTO RÍGIDO EN LA PROVINCIA DE ANGARAES - HUANCAVELICA".

SOLICITADO : Bach. QUISPE CHANCAS, Héctor

: Bach. TAIPE CUYA, Rafael

ALTITUD : 3158 msnm

ENSAYO : DETERMINACION DEL PESO UNITARIO COMPACTADO SECO DE AGREGADO GRUESO

NORMA : N.T.P: 400.017

Procedencia : Cantera de Ocopa

Fecha : 04/11/2019

Muestreo por : Q.C.H / T.C.R

Revisado por : Laboratorio de Mecánica de Suelos, Tecnologia de Concreto y Asfalto - UNH

DETERMINACION DEL PESO UNITARIO COMPACTADO SECO DE AGREGADO GRUESO(N.T.P:-400.017)		*Muestra N°:* 1 *Potencia:* 0.0 m		
N° DE PRUEBA	UND.	**1**	**2**	**3**
VOLUMEN DEL MOLDE	m3	0.00554	0.00554	0.00554
Peso Del Molde	Gr.	9995.00	9995.00	9995.00
Peso del Agregado+Peso Molde	Gr.	19805.00	19806.00	19820.00
Peso del Agregado	Gr.	9810.00	9811.00	9825.00
Peso Unitario compactado seco volumetrico	Kg/m3	1770.758	1770.939	1773.466
PESO UNITARIO COMPACTADO SECO VOLUMETRICO. (Kg/m3)			**1771.721**	

OBSERVACIONES:

Enrique Rigoberto Camac Ojeda
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 79675
JEFE DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
DIRECCIÓN
LIRCAY

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA
FACULTAD DE INGENIERIA DE MINAS, CIVIL Y AMBIENTAL
Ing. Dedicación M. Medina Champe
DIRECTOR E.A.P. -CIVIL

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - LIRCAY

ÁREA DE PRODUCCIÓN Y SERVICIOS

PROYECTO	:	"ADICIÓN DE LA FIBRA DE POLIETILENO TEREFTALATO EN PAVIMENTO RÍGIDO EN LA PROVINCIA DE ANGARAES - HUANCAVELICA".
SOLICITADO	:	Bach. QUISPE CHANCAS, Héctor
	:	Bach. TAIPE CUYA, Rafael
ALTITUD	:	3158 msnm
ENSAYO	:	PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO FINO
NORMA	:	N.T.P: 400.021
Procedencia	:	Cantera de Ocopa
Fecha	:	04/11/2019
Muestreo por	:	Q.C.H / T.C.R
Revisado por	:	Laboratorio de Mecánica de Suelos, Tecnologia de Concreto y Asfalto - UNH

PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO FINO(N.T.P:-400.021)		*Muestra N°:* 1 *Potencia:* 0.0 m		
N° DE PRUEBA		**1**	**2**	**3**
Nº TARRO	UND.	**L-8**	**L-9**	**L-10**
Peso Del Tarro	Gr.	63.00	63.00	63.00
Tarro + Muestra Seco	Gr.	163.00	163.00	163.00
Peso De la Muestra Seca	Gr.	100.00	100.00	100.00
Volumen Inicial de la probeta Msss	ml	200.00	200.00	200.00
Volumen Final de la Probeta	ml	242.00	241.00	241.00
Volumen de la muestra	ml	42.00	41.00	41.00
Peso Especifico seco volumetrico	Kg/m3	2380.952	2439.024	2439.024
PESO ESPICIFICO PROM. (Kg/m3)		**2419.667**		

OBSERVACIONES:

Enrique Rigoberto Camac Ojeda
INGENIERO CIVIL
CIP. Nº 78573
JEFE DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS - CIVIL Y AMBIENTAL
DIRECCIÓN
Ing. Dedicación M. Medina Champe
DIRECTOR E.A.P. -CIVIL

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - LIRCAY

ÁREA DE PRODUCCIÓN Y SERVICIOS

PROYECTO : "ADICIÓN DE LA FIBRA DE POLIETILENO TEREFTALATO EN PAVIMENTO RÍGIDO EN LA PROVINCIA DE ANGARAES - HUANCAVELICA".

SOLICITADO : Bach. QUISPE CHANCAS, Héctor

: Bach. TAIPE CUYA, Rafael

ALTITUD : 3158 msnm

ENSAYO : PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO GRUESO

NORMA : N.T.P: 400.021

Procedencia : Cantera de Ocopa

Fecha : 04/11/2019

Muestreo por : Q.C.H / T.C.R

Revisado por : Laboratorio de Mecánica de Suelos, Tecnologia de Concreto y Asfalto - UNH

PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO GRUESO(N.T.P:-400.021)

Muestra N°: 1

Potencia: 0.0 m

N° DE PRUEBA		1	2	3
Nº TARRO	UND.	L-4	L-5	L-7
Peso Del Tarro	Gr.	63.00	63.00	63.00
Tarro + Muestra Seco	Gr.	168.00	168.00	168.00
Peso De la Muestra Seca	Gr.	105.00	105.00	105.00
Volumen Inicial de la probeta Msss	ml	200.00	200.00	200.00
Volumen Final de la Probeta	ml	242.00	243.00	243.00
Volumen de la muestra	ml	42.00	43.00	43.00
Peso Especifico seco volumetrico	Kg/m3	2500	2441.86	2441.86
PESO ESPICIFICO PROM. (Kg/m3)		2461.240		

OBSERVACIONES:

Enrique Rigoberto Cenac Ojeda
INGENIERO CIVIL
CIP. Nº 72675
JEFE DE LABORATORIO

DIRECCION
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LIRCAY

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA
FACULTAD DE INGENIERIA DE MINAS - CIVIL
Ing. Dedicación Exclusiva
DIRECTOR E.A.P. -CIVIL

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - LIRCAY

ÁREA DE PRODUCCIÓN Y SERVICIOS

PROYECTO	:	"ADICIÓN DE LA FIBRA DE POLIETILENO TEREFTALATO EN PAVIMENTO RÍGIDO EN LA PROVINCIA DE ANGARAES - HUANCAVELICA".
SOLICITADO	:	Bach. QUISPE CHANCAS, Héctor
	:	Bach. TAIPE CUYA, Rafael
ALTITUD	:	3158 msnm
ENSAYO	:	RESUMEN DE ENSAYO DE AGREGADOS
NORMA	:	ACI
Procedencia	:	Cantera de Ocopa
Fecha	:	04/11/2019
Muestreo por	:	Q.C.H / T.C.R
Revisado por	:	Laboratorio de Mecánica de Suelos, Tecnologia de Concreto y Asfalto - UNH

RESUMEN DE ENSAYO DE AGREGADOS(ACI)	*Muestra N°:* 1 *Potencia:* 0.0 m

CARACTERISTICAS DEL AGREGADO

AGREGADO FINO	UND.	RESULTADO
HUMEDAD NATURAL DEL AGREGADO FINO	%	6.144
PORCENTAJE DE ABSORCION AGREGADO FINO	%	4.185
MODULO DE FINURA		2.792
DETERMINACION DEL PESO UNITARIO SUELTO SECO DE AGREGADO FINO	Kg/m3	1657.040
DETERMINACION DEL PESO UNITARIO COMPACTADO SECO DE AGREGADO FINO	Kg/m3	1731.928
PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO FINO	Kg/m3	2419.667

AGREGADO GRUESO	UND.	RESULTADO
HUMEDAD NATURAL DEL AGREGADO GRUESO	%	3.615
PORCENTAJE DE ABSORCION AGREGADO GRUESO	%	1.958
MODULO DE FINURA		7.298
DETERMINACION DEL PESO UNITARIO SUELTO SECO DE AGREGADO GRUESO	Kg/m3	1573.466
DETERMINACION DEL PESO UNITARIO COMPACTADO SECO DE AGREGADO GRUESO	Kg/m3	1771.721
PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO GRUESO	Kg/m3	2461.240

Enrique Rigoberto Camac Ojeda
INGENIERO CIVIL
CIP. Nº 79675
JEFE DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA
FACULTAD DE INGENIERIA DE MINAS - CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
DIRECCION
LIRCAY
Ing. Dedicación [illegible]
DIRECTOR E.A.P. -CIVIL

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA
FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - HUANCAVELICA
Ciudad Universitaria Paturpampa - Telf. 452639 – 368639

"AÑO DE LA LUCHA CONTRA LA CORRUPCIÓN Y LA IMPUNIDAD"

Huancavelica, 11 de febrero de 2020

CARTA N° 001-2020-EPICH-UNH

SEÑOR(A):
HÉCTOR QUISPE CHANCAS
Tesista de la EPIC-Huancavelica

Presente.-

De mi especial consideración:

Es un Honor dirigirme a usted, con el propósito de hacerle llegar el saludo cordial a nombre de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil-Huancavelica; Facultad de Ciencias de Ingeniería de la Universidad Nacional de Huancavelica.

La presente es para hacerle la entrega del resultado de los ensayos de resistencia a la flexión en vigas prismáticas (12 muestras) y a comprensión simple en probetas estándar de concreto (12 muestras), correspondiente a la tesis: "ADICIÓN DE LA FIBRA DE POLIETILENO TEREFTALATO EN PAVIMENTO RÍGIDO EN LA PROVINCIA DE ANGARAES-HUANCAVELICA", solicitado por su representada. Adjunto informe N° 001-2020-SE-AP—EPICH-FCI-UNH.

.
Sin otro particular, reitero a usted mis consideraciones más distinguidas.

Cordialmente;

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA
FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE ING. CIVIL - HVCA.
DIRECCIÓN
Ing. Carlos GASPAR PACO
DIRECTOR

Adjunto 16 folios
Cc.
Archivo
CGP/jvr

"Año de la Universalización de la Salud"

INFORME N° 001-2020-LGYTC-AP-EPICH-FCI

A : **ING. M.Sc MARCO ANTONIO LOPEZ BARRANTES**
Jefe del Área de Producción de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil – Hvca.

DE : **TEC. ALFREDO MENDOZA SOTO**
Laboratorista de Geotecnia I, II y Tecnología del concreto.

ASUNTO : **REMITO INFORME DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN EN VIGAS Y COMPRESION EN PROBETAS SIMPLES DE CONCRETO.**

****

Por medio del presente me dirijo a Ud. Para saludarle cordialmente, y la vez hacerle entrega el informe de los ensayos de resistencia a la flexión en vigas prismáticas (12 muestras) y compresión de probetas simples de concreto (12 muestras), de la Tesis: **"ADICIÓN DE LA FIBRA DE POLIETILENO TEREFTALATO EN PAVIMENTO RÍGIDO EN LA PROVINCIA DE ANGARAES – HUANCAVELICA",** por lo cual adjunto los resultados de dichos ensayos referente a solicitudes que fueron presentadas:

20 de Noviembre de 2019
02 de Diciembre de 2019
20 de Diciembre de 2019

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA
E.A.P. DE INGENIERÍA CIVIL
ÁREA DE PRODUCCIÓN
RECIBIDO
FECHA 23-01-20 11:43
N°Reg. F.

Solicita: QUISPE CHANCAS, HÉCTOR
TAIPE CUYA, RAFAEL

Es todo cuanto se informa para su conocimiento y trámite respectivo

Atentamente

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA
ESCUELA ACADÉMICA DE INGENIERÍA CIVIL - HVCA
ÁREA DE PRODUCCIÓN DE LA EAPICH

Tec. Lab. Alfredo Mendoza Soto

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN EN VIGAS PRISMÁTICAS DE CONCRETO (ASTM C –78)

OBRA : **"ADICIÓN DE LA FIBRA DE POLIETILENO TEREFTALATO EN PAVIMENTO RÍGIDO EN LA PROVINCIA DE ANGARAES – HUANCAVELICA".**

SOLICITA : QUISPE CHANCAS, HÉCTOR
TAIPE CUYA, RAFAEL

MUESTREADO Y CURADO: Por el solicitante

EFECTUADO: Tec.

FECHA DE EMISION: 20/01/2020

FECHA DE ROTURA: 25/11/2019

RESUMEN DE RESULTADO

MUESTRA N°	1	2	3	4
FECHA DE VACEADO	18-11-19	18-11-19	18-11-19	18-11-19
FECHA DE ENSAYO	25-11-19	25-11-19	25-11-19	25-11-19
EDAD DE MUESTRA	7 DIAS	7 DIAS	7 DIAS	7 DIAS
DISTANCIA ENTRE LOS APOYOS DEL ESPECIMEN	45 cm	45 cm	45 cm	45 cm
ANCHO DE VIGA	15 cm	15 cm	15 cm	15 cm
PERALTE DE LA VIGA	15 cm	15 cm	15 cm	15 cm
CARGA DE ROTURA	2358.277 kgf	2630.385 kgf	2018.141 kgf	2086.168 kgf
MODULO DE ROTURA	***31.444 kgf/cm²***	***35.072 kgf/cm²***	***26.909 kgf/cm²***	***27.816 kgf/cm²***
TIPO DE FALLA	EN MEDIO a 1/3	EN MEDIO a 1/3	EN MEDIO a 1/3	EN MEDIO a 1/3

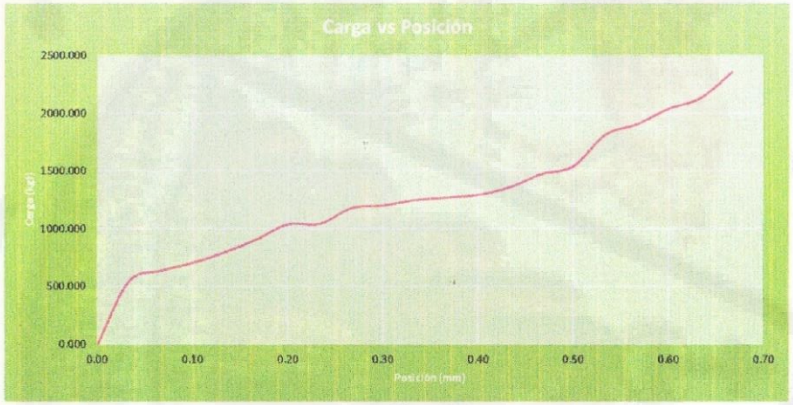
UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA
ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL - HVCA
AREA DE PRODUCCION DE LA EAPICH
Tec. Lab. Alfredo Mendoza Soto

ÁREA DE PRODUCCIÓN DE LA E.A.P. DE INGENIERÍA CIVIL - HVCA
JEFE

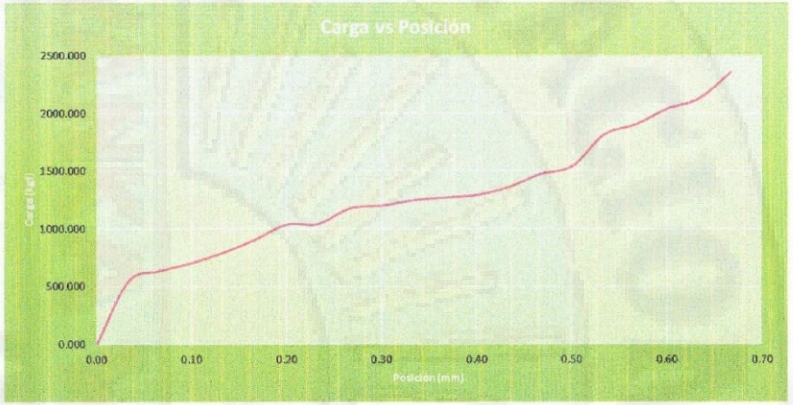
UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL - HVCA
AREA DE PRODUCCION
Msc. Marco Antonio Lopez Barrantes
JEFE

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA
FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - HVCA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y TECNOLOGÍA DEL CONCRETO

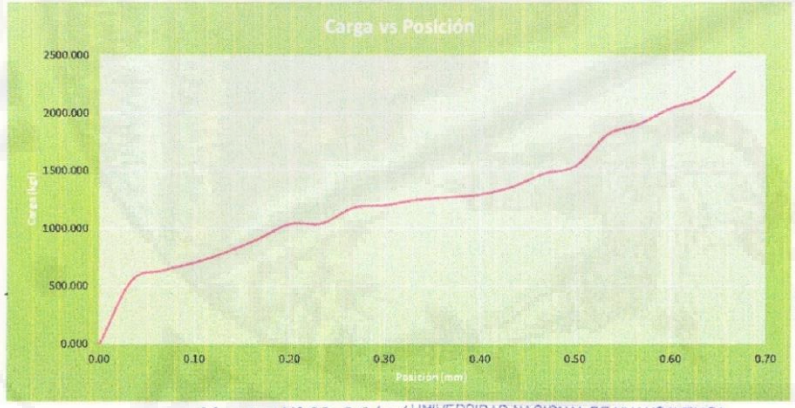
GRAFICOS DE FLEXION EN VIGAS "7 DIAS"



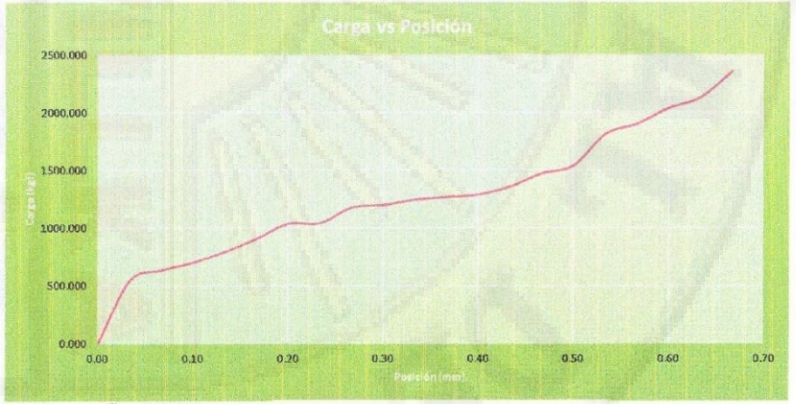
Muestra N° 01: sin fibra



Muestra N° 02: 1.5kg/m3 de fibra



Muestra N° 03: 2.0 kg/m3



Muestra N° 04: 2.5 kg/m3

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA
ESCUELA ACADEMICO DE INGENIERIA CIVIL - HVCA
AREA DE PRODUCCION DE LA EAPICH

Tec. Lab. Alfredo Mendoza Soto

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL - HVCA
AREA DE PRODUCCIÓN

Msc. Marco Antonio López Barrantes
JEFE

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA
FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - HVCA
LABORATORIO DE GEOTECNIA I, II Y TECNOLOGÍA DEL CONCRETO

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS ESTÁNDAR DE CONCRETO (ASTM C –39)

OBRA : **"ADICIÓN DE LA FIBRA DE POLIETILENO TEREFTALATO EN PAVIMENTO RÍGIDO EN LA PROVINCIA DE ANGARAES – HUANCAVELICA".**

SOLICITA : QUISPE CHANCAS, HÉCTOR
TAIPE CUYA, RAFAEL

MUESTREADO Y CURADO: *Por el solicitante*
FECHA DE EMISION: *20/01/2020*

EFECTUADO: *Tec.*
FECHA DE ROTURA: *25/11/2019*

PROBETAS			DIAM. PROM.	AREA	EDAD	CARGA	TENSIÓN	ESTRUCTURA
N°	FECHA DE VACEADO	FECHA DE ROTURA	(cm)	(cm2)	(Dias)	MAXIMA (Kg)	MÁXIMA (Kg/cm2)	
1	18-11-19	25-11-19	15.14	180.12	7	39140	**217**	con 0% de fibra; (sin fibra)
2	18-11-19	25-11-19	15.16	180.38	7	46080	**255**	con 1.5 kg/m3 de fibra
3	18-11-19	25-11-19	15.12	179.65	7	43560	**242**	con 2.0 kg/m3 de fibra
4	18-11-19	25-11-19	15.14	180.06	7	46220	**257**	con 2.5 kg/m3 de fibra

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA
ESCUELA ACADEMICA DE INGENIERIA CIVIL - HVCA
AREA DE PRODUCCIÓN DE LA EAPICH
Tec. Luis Alfredo Mendoza Soto

AREA DE PRODUCCION DE LA E.A.P. DE ING. CIVIL
JEFE
HVCA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL - HVCA
AREA DE PRODUCCION
Msc. Marco Antonio López Barrantes
JEFE

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA
FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - HVCA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y TECNOLOGÍA DEL CONCRETO

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN EN VIGAS PRISMÁTICAS DE CONCRETO (ASTM C –78)

OBRA : **"ADICIÓN DE LA FIBRA DE POLIETILENO TEREFTALATO EN PAVIMENTO RÍGIDO EN LA PROVINCIA DE ANGARAES – HUANCAVELICA".**

SOLICITA : QUISPE CHANCAS, HÉCTOR
TAIPE CUYA, RAFAEL

MUESTREADO Y CURADO: Por el solicitante

EFECTUADO: Tec.

FECHA DE EMISION: 20/01/2020

FECHA DE ROTURA: 02/12/2019

RESUMEN DE RESULTADO

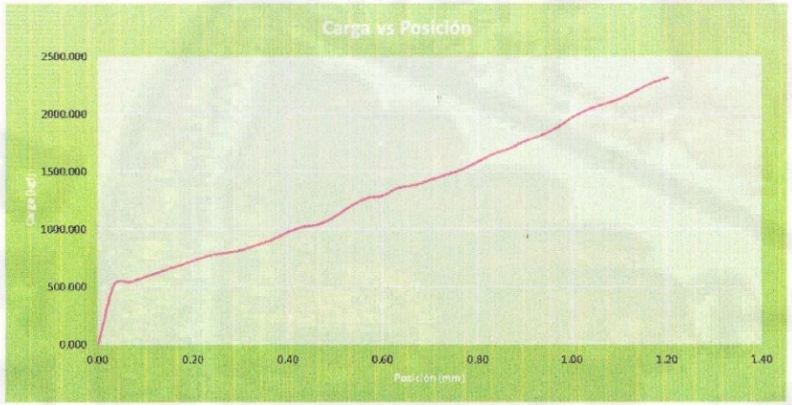
MUESTRA N°	1	2	3	4
FECHA DE VACEADO	18-11-19	18-11-19	18-11-19	18-11-19
FECHA DE ENSAYO	02-12-19	02-12-19	02-12-19	02-12-19
EDAD DE MUESTRA	14 DIAS	14 DIAS	14 DIAS	14 DIAS
DISTANCIA ENTRE LOS APOYOS DEL ESPECIMEN	45 cm	45 cm	45 cm	45 cm
ANCHO DE VIGA	15 cm	15 cm	15 cm	15 cm
PERALTE DE LA VIGA	15 cm	15 cm	15 cm	15 cm
CARGA DE ROTURA	2312.925 kgf	2335.601 kgf	1882.086 kgf	2131.519 kgf
MODULO DE ROTURA	***30.839 kgf/cm²***	***31.141 kgf/cm²***	***25.094 kgf/cm²***	***28.420 kgf/cm²***
TIPO DE FALLA	EN MEDIO a 1/3	EN MEDIO a 1/3	EN MEDIO a 1/3	EN MEDIO a 1/3

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA
ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL - HVCA
AREA DE PRODUCCION DE LA EAPICH
Tec. Lab. Alfredo Mendoza Soto

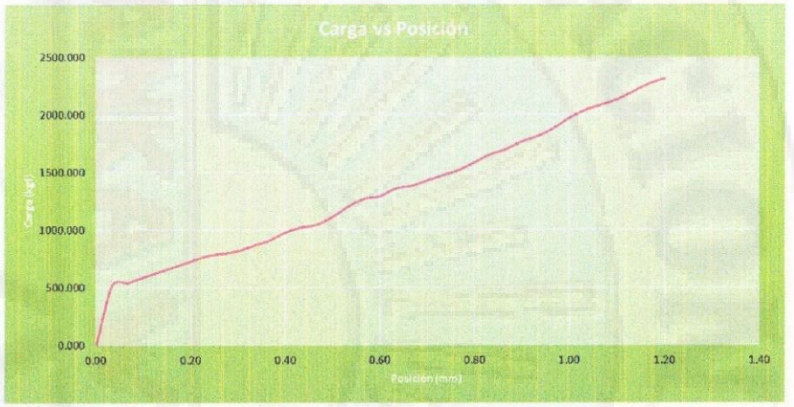
AREA DE PRODUCCION DE LA E.A.P. DE ING. CIVIL - HVCA
JEFE

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL - HVCA
AREA DE PRODUCCION
Msc. Marco Antonio López Barrantes
JEFE

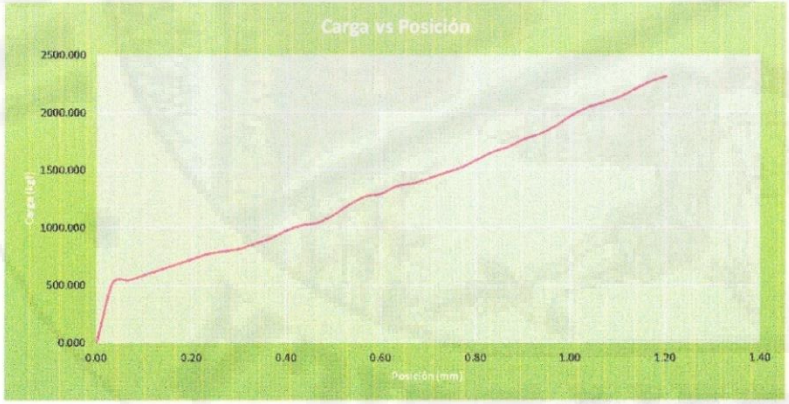
GRAFICOS DE FLEXION EN VIGAS "14 DIAS"



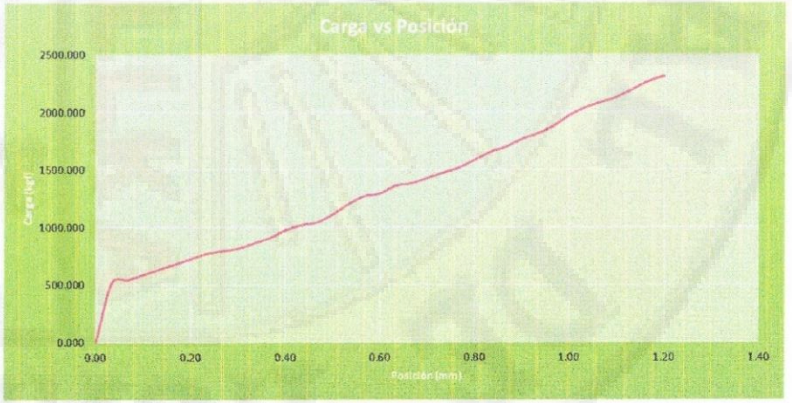
Muestra N° 01: sin fibra



Muestra N° 02: 1.5kg/m3 de fibra



Muestra N° 03: 2.0 kg/m3 de fibra



Muestra N° 04: 2.5 kg/m3 de fibra

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA
ESCUELA ACADEMICA DE INGENIERIA CIVIL - HVCA
AREA DE PRODUCCION DE LA EAPICH

Tec. Lab. Alfredo Mendoza Soto

AREA DE PRODUCCION DE LA E.A.P. DE ING. CIVIL-HVCA
JEFE

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL - HVCA
AREA DE PRODUCCION

Msc. Marco Antonio López Barrantes
JEFE

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA
FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - HVCA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y TECNOLOGÍA DEL CONCRETO

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS ESTÁNDAR DE CONCRETO (ASTM C –39)

OBRA : **"ADICIÓN DE LA FIBRA DE POLIETILENO TEREFTALATO EN PAVIMENTO RÍGIDO EN LA PROVINCIA DE ANGARAES – HUANCAVELICA".**

SOLICITA : QUISPE CHANCAS, HÉCTOR
TAIPE CUYA, RAFAEL

MUESTREADO Y CURADO: Por el solicitante
FECHA DE EMISION: 20/01/2020

EFECTUADO: Tec.
FECHA DE ROTURA: 02/12/2019

PROBETAS			DIAM. PROM.	AREA	EDAD	CARGA	TENSIÓN	ESTRUCTURA
N°	FECHA DE VACEADO	FECHA DE ROTURA	(cm)	(cm2)	(Dias)	MAXIMA (Kg)	MÁXIMA (Kg/cm2)	
1	18-11-19	02-12-19	15.16	180.44	14	55000	**305**	con 0% de fibra; (sin fibra)
2	18-11-19	02-12-19	15.15	180.18	14	38460	**213**	con 1.5 kg/m3 de fibra
3	18-11-19	02-12-19	15.12	179.48	14	45850	**255**	con 2.5 kg/m3 de fibra
4	18-11-19	02-12-19	15.17	180.67	14	47420	**262**	con 2.0 kg/m3 de fibra

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA
ESCUELA ACADEMICA DE INGENIERIA CIVIL - HVCA
AREA DE PRODUCCION DE LA EAPICH
Tec. Lic. Alfredo Mendoza Soto

JEFE
HVCA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL - HVCA
AREA DE PRODUCCION
Msc. Marco Antonio Lopez Barrantes
JEFE

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA
FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - HVCA
LABORATORIO DE GEOTECNIA I, II Y TECNOLOGÍA DEL CONCRETO

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA DEFLEXIÓN EN VIGAS PRISMÁTICAS DE CONCRETO (ASTM C –78)

OBRA : **"ADICIÓN DE LA FIBRA DE POLIETILENO TEREFTALATO EN PAVIMENTO RÍGIDO EN LA PROVINCIA DE ANGARAES – HUANCAVELICA".**

SOLICITA : QUISPE CHANCAS, HÉCTOR
TAIPE CUYA, RAFAEL

MUESTREADO Y CURADO: Por el solicitante

EFECTUADO: Tec.

FECHA DE EMISIÓN: 27/12/2019

FECHA DE ROTURA: 20/12/2019

RESUMEN DE RESULTADO

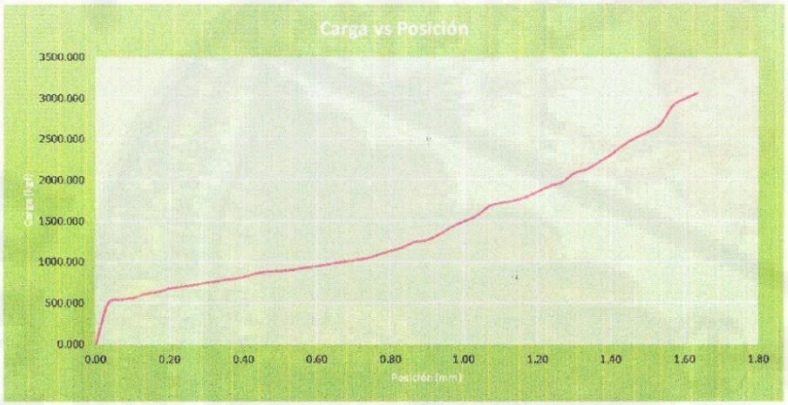
MUESTRA N°	1	2	3	4
FECHA DE VACEADO	22-11-19	22-11-19	22-11-19	22-11-19
FECHA DE ENSAYO	20-12-19	20-12-19	20-12-19	20-12-19
EDAD DE MUESTRA	28 DÍAS	28 DÍAS	28 DÍAS	28 DÍAS
DISTANCIA ENTRE LOS APOYOS DEL ESPECIMEN	45 cm	45 cm	45 cm	45 cm
ANCHO DE VIGA	15 cm	15 cm	15 cm	15 cm
PERALTE DE LA VIGA	15 cm	15 cm	15 cm	15 cm
CARGA DE ROTURA	2857.143 kgf	2675.737 kgf	3061.224 kgf	2653.061 kgf
MODULO DE ROTURA	38.095 kgf/cm2	35.676 kgf/cm2	40.816 kgf/cm2	35.374 kgf/cm2
TIPO DE FALLA	EN MEDIO 1/3	EN MEDIO 1/3	EN MEDIO 1/3	EN MEDIO 1/3

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA
ESCUELA ACADEMICA DE INGENIERIA CIVIL - HVCA.
AREA DE PRODUCCION DE LA EAPICH
Tec. Lab. Alfredo Mendoza Soto

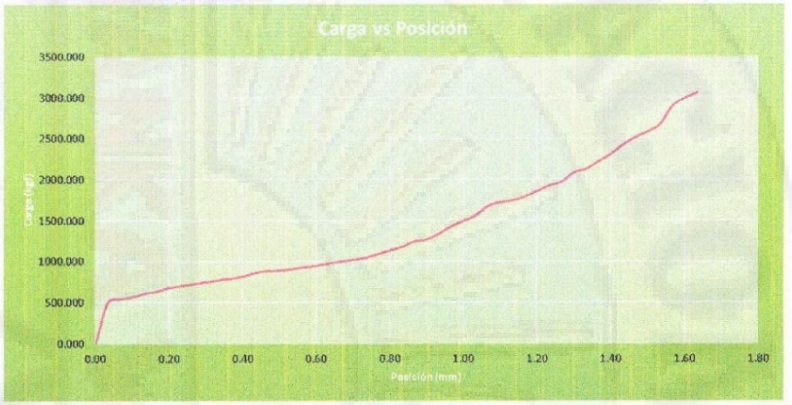
AREA DE PRODUCCIÓN DE LA E.A.P. DE ING. CIVIL - HVCA
JEFE

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL - HVCA.
ÁREA DE PRODUCCION
Msc. Marco Antonio López Barrantes
JEFE

GRAFICOS DE FLEXION EN VIGAS "28 DIAS"

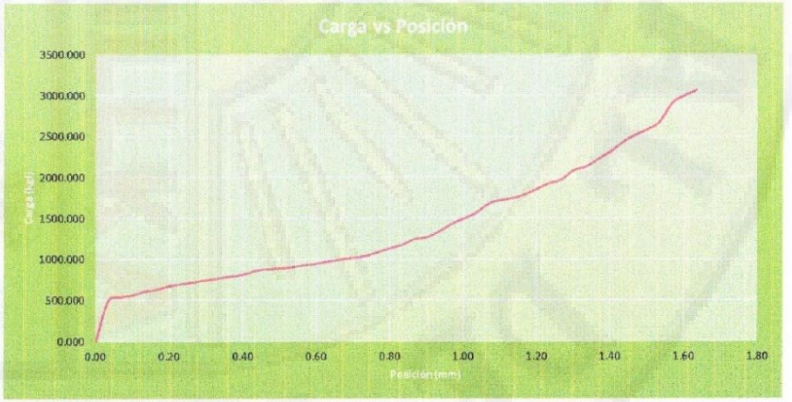


Muestra N° 01: sin fibra



Muestra N° 02: 1.5kg/m3 de fibra

Muestra N° 03: 2.0 kg/m3 de fibra



Muestra N°04: 2.5 kg/m3 de fibra

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA
ESCUELA ACADEMICA DE INGENIERIA CIVIL - HVCA
AREA DE PRODUCCION DE LA EAPICH
Tec. Lab. Alfredo [illegible] Soto

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL - HVCA
AREA DE PRODUCCIÓN
Msc. Marco Antonio López Barrantes
JEFE

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS ESTÁNDAR DE CONCRETO (ASTM C –39)

OBRA : **"ADICIÓN DE LA FIBRA DE POLIETILENO TEREFTALATO EN PAVIMENTO RÍGIDO EN LA PROVINCIA DE ANGARAES – HUANCAVELICA".**

SOLICITA : QUISPE CHANCAS, HÉCTOR
TAIPE CUYA, RAFAEL

MUESTREADO Y CURADO: Por el solicitante

FECHA DE EMISIÓN: 20/01/2020

EFECTUADO: Tec.

FECHA DE ROTURA: *20/12/2019*

PROBETAS			DIAM. PROM.	AREA	EDAD	CARGA	TENSIÓN	ESTRUCTURA
N°	FECHA DE VACEADO	FECHA DE ROTURA	(cm)	(cm2)	(Dias)	MAXIMA (Kg)	MÁXIMA (Kg/cm2)	
1	22-11-19	20-12-19	15.14	180.04	28	64140	**356**	con 0% de fibra; (sin fibra)
2	22-11-19	20-12-19	15.16	180.56	28	52500	**291**	con 1.5 kg/m3 de fibra
3	22-11-19	20-12-19	15.16	180.39	28	57300	**318**	con 2.0 kg/m3 de fibra
4	22-11-19	20-12-19	15.17	180.63	28	56510	**313**	con 2.5 kg/m3 de fibra

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA
ESCUELA ACADEMICA DE INGENIERÍA CIVIL - HVCA.
AREA DE PRODUCCION DE LA EAPICH

Tec. Lab. Alfredo Mendoza Soto

AREA DE PRODUCCIÓN DE LA E.A.P. DE ING. CIVIL - HVCA. JEFE

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - HVCA.
AREA DE PRODUCCION

Msc. Mario Antonio López Barrantes
JEFE

PANEL FOTOGRAFICO

Extracción de agregado de la cantera de Ocopa.

Clasificación de los agregados de la cantera de Ocopa

Dosificación por peso de los agregados

Adición de fibra de polietileno Tereftalato en Hormigón

Preparación de probetas cilíndricas y prismáticas

Curado de las probetas cilíndricas y prismáticas

Identificación y marcado de probetas

Peso de las probetas prismática

Ensayo de resistencia a flexión de las vigas prismáticas

Ensayo a compresión de probetas cilíndricas.

Resultados de probetas después del ensayo a compresión.

Resultados de vigas después del ensayo a flexión