



A. PROPUESTA PROYECTO DE INVESTIGACIÓN INTERNO SIN FINANCIAMIENTO

1. TIPO DE INVESTIGACIÓN:

		Aplicada	
--	--	----------	--

2. UNIDAD EJECUTORA (*Departamento, Instituto o Estructura de Investigación*):

1. Departamento de Ingeniería Civil Y Ambiental (DICA)
- 2.

3. LINEA(S) DE INVESTIGACIÓN:

1. Materiales
- 2.

4. TÍTULO DEL PROYECTO (*mínimo 10 palabras*):

Caracterización de la fibra de coco y palma africana como componente en la dosificación de hormigones.

5. RESUMEN (*máximo 200 palabras*)

El presente trabajo tiene como objetivo caracterizar física y mecánicamente hormigón reforzado con residuos de fibra de coco en torzales y palma africana. Esta alternativa de material agregado al hormigón tiene la ventaja de ser un material renovable y de alta disponibilidad, lo cual, además de producir las mejoras física y mecánicas esperadas en el material compuesto resultante tiene la ventaja de ser un residuo de bajo costo de producción. Se propone estudiar las propiedades físicas y mecánicas de diferentes tipos de mezclas de hormigón en base a ensayos de asentamiento, trabajabilidad, densidad, resistencia a la compresión, módulo de rotura en vigas entre otros.

Dada la gran variedad de fibras naturales con potencial de refuerzo utilizados en la producción de hormigones para la construcción civil, es fundamental conocer el potencial de estos materiales a través de su caracterización para su mejor aplicación.

Para su caracterización, con volúmenes de fibra de coco en torzales y de palma africana de 2 y 4% con longitudes de 1.5 pulgadas. Se presentarán los resultados obtenidos en las diferentes dosificaciones, los cuales serán probados a compresión axial, tracción indirecta y flexión, y comparar los resultados con observaciones de experimentos realizados con anterioridad.

6. PALABRAS CLAVE (*4-6*)

Fibra de coco, fibra de palma africana, dosificación, hormigones con fibra, resistencia a la compresión.



7. OBJETIVOS

7.1. OBJETIVO GENERAL

Obtener proporciones de fibra de coco en torzales y palma africana, que garanticen la mejora de propiedades físicas y mecánicas en el diseño de hormigones reforzados con fibras vegetales.

8.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a. Establecer las proporciones óptimas de fibra en la dosificación de hormigones
- b. Caracterizar físicamente hormigones reforzados con fibras vegetales, a través de las siguientes propiedades: contenido de aire, densidad, trabajabilidad.
- c. Caracterizar mecánicamente mediante ensayos a compresión, tracción indirecta y flexión, probetas estándar, fabricadas con el hormigón diseñado con fibras vegetales
- d. Establecer con un estudio comparativo las ventajas y desventajas del nuevo tipo de hormigón diseñado con fibras vegetales.

8. HIPÓTESIS (opcional)

- a. La utilización de fibras vegetales como componente del hormigón, mejora sus propiedades físicas como: (1) contenido de aire, (2) densidad, (3) trabajabilidad, y las propiedades mecánicas como: (1) resistencia a la compresión, (2) tracción indirecta y (3) flexión de las probetas analizadas
- b. ¿Cuáles son las proporciones de fibra de coco y de palma que permiten mejorar propiedades físicas del hormigón en estado fresco y endurecido como asentamiento, trabajabilidad, temperatura, contenido de aire, densidad?
- c. ¿Cuáles son las proporciones de fibra de coco y de palma que permiten mejorar propiedades mecánicas del hormigón como resistencia a la compresión, resistencia a la tracción indirecta, módulo de rotura en vigas, módulo de elasticidad en cilindros de hormigón?

9. DETALLE DE LOS RESULTADOS ESPERADOS (con relación a los objetivos)

- a. El porcentaje óptimo de fibra de coco en torzales y palma africana, para la fabricación de hormigones con fibra vegetal en porcentajes del 2% y 4%.
- b. Las propiedades mecánicas como: resistencia a la compresión, tracción indirecta y flexión, en diferentes edades de las muestras realizadas en los hormigones con fibra de coco en torzales y palma africana en porcentajes del 2% y 4%.
- c. Las propiedades físicas del hormigón en estado fresco y endurecido como: asentamiento, trabajabilidad, temperatura, contenido de aire, densidad con fibra de coco en torzales y palma africana en porcentajes del 2% y 4%.

10. IMPACTO DE LA INVESTIGACIÓN (científico, social, económico u otros)



A finales del 2018 la Asociación Nacional de Cultivadores de Palma Aceitera (Ancupa) busca una solución definitiva a la enfermedad conocida como pudrición del cogollo (PC), que desde 1980 ha traído problemas al sector. Gilbert Torres, presidente de Ancupa, señala que se han perdido por esa enfermedad unos \$ 150 millones de dólares de inversión correspondientes a más de 30 mil hectáreas afectadas. Según datos de Ancupa, el cultivo de palma genera unos 50.000 puestos de trabajo directos y 10.000, indirectos, en Esmeraldas, Los Ríos, Sucumbíos, Guayas, Orellana, Cotopaxi, entre otras provincias.

De acuerdo a los datos señalados la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental de la Escuela Politécnica Nacional, ve con sumo interés aportar con una alternativa y solución a los impactos ambientales que se dan en los cultivos de palma africana. La propuesta que se plantea es sobre el aprovechamiento de esta fibra vegetal.

En el diseño de mejoras en las propiedades físicas y mecánicas de materiales de construcción, en este caso del hormigón simple, material altamente demandado en el país en procesos constructivos.

En este sentido, este proceso de investigación generará un impacto positivo en términos ambientales con el uso de fibras vegetales de descarte y además contribuirá en la exploración de nuevos materiales para el sector de la construcción

11. ESTADO DEL ARTE, E INVESTIGACIONES PREVIAS DEL EQUIPO (*máximo tres carillas*)

El estudio de fibras vegetales (e.g. hojas, tallos, cáscara superficial de frutas) como material de refuerzo en materiales de construcción ha sido objeto de diversos estudios. Entre las fibras más utilizadas como refuerzo se pueden citar las siguientes:

- (1) El yute (*Corchorus capsularis*).- Crece abundantemente en Bangla Desh, China, India y Tailandia. El yute tiene una altura aproximada de 2.5m y 25mm de diámetro en la base del tallo (Aziz, 1984).
- (2) El bambú (*Bambusa vulgaris*).- Como vegetación natural el bambú crece abundantemente en regiones tropicales y subtropicales. Es también común en América Latina y llega a tener una altura de hasta 15m, su diámetro varía de 25 a 100mm. Las fibras representan del 60 al 70% de su peso y se concentran en la parte exterior del bambú, además de ser relativamente largas de 2.5 a 3.5m (Agopyan, 1988).
- (3) La caña de azúcar (*Saccharum officinarum*).- El bagazo es el residuo fibroso que se obtiene de la caña de azúcar después de la extracción del jugo. Llega a crecer más de 6m de alto dependiendo de la especie y del área de cultivo, tiene un diámetro de alrededor de 60mm. El cultivo generalmente se realiza en las regiones húmedas tropicales y subtropicales (Aziz, 1984).
- (4) El coco (*Cocos nucifera*).- El cultivo de esta planta se concentra en el cinturón tropical de Asia y el este de África, también se encuentra en América Latina en pequeña escala. La fruta está cubierta por una capa superficial, la cual tiene un gran contenido de fibra. La cáscara del coco consiste de una capa dura que contiene a las fibras, éstas son normalmente de 0.15 a 0.35m de longitud y están compuestas principalmente de lignina, taninos, celulosa, pectina además de otras sustancias solubles en agua (Agopyan, 1988).

En uno de los primeros estudios, Paramasivan, Nathan y Das Gupta, 1984, trataron de substituir total o parcialmente las fibras de asbesto por fibras de coco en Singapur. El objetivo fue producir láminas acanaladas de concreto. Se fabricaron, en laboratorio, láminas acanaladas de 10mm de espesor y se ensayaron a flexión. En este estudio se fabricaron también especímenes para evaluar sus propiedades térmicas y acústicas. En los ensayos de resistencia a flexión se encontró que una fracción de volumen de 3% y longitud de fibra de 25mm resultaran en mayores módulos de



ruptura, comparados con otras combinaciones de cantidad y longitud de fibra. Se observó que la fibra falla por extracción.

Savastano Jr., 1990, estudió el uso de fibras de coco como refuerzo en morteros base cemento portland en Brasil. Se probaron dos longitudes promedio de fibra de 38.2 y 9.7mm, otras variables fueron la condición inicial de humedad en la fibra saturada y seca, la fracción de volumen de la fibra y la relación A/C de la mezcla. Se realizaron ensayos de impacto, flexión y compresión. De los cuales los resultados obtenidos indicaron que la resistencia al impacto aumentaba con la fracción de volumen, pero disminuía la resistencia a compresión. Así también, con una fracción de volumen de 3.2% se llegó a lograr un valor máximo a flexión y tensión, y para impacto la fracción de volumen fue de 4.4 %. En comparación con el mortero sin fibra se obtuvieron incrementos a tensión e impacto en un 165% y 400% respectivamente. En lo concerniente a la condición inicial de humedad de la fibra los resultados no señalan una clara diferencia. Finalmente, el investigador encontró que las fibras más largas de 38.2mm originaron especímenes con mayor resistencia a flexión y compresión, mientras que por impacto, no parece influir el uso de fibras de 38.2 o 9.7mm.

Tolêdo Filho et al., 2003, realizaron estudios de los compuestos de mortero reforzado con fibra vegetal (VFRMC) y la durabilidad de las fibras en el ambiente de cemento. Los materiales compuestos pueden sufrir una reducción de resistencia y tenacidad como resultado del debilitamiento de las fibras por una combinación de ataque alcalino y mineralización a través de la migración de productos de hidratación a lúmenes y espacios. Este estudio presenta varios enfoques utilizados para mejorar el rendimiento de durabilidad de los VFRMC que incorporan fibras de sisal y coco. Estas incluyen la carbonatación de la matriz en un entorno rico en CO₂; la inmersión de fibras en humo de sílice en suspensión antes de su incorporación en la matriz de cemento Portland ordinario (OPC); y una combinación de inmersión de fibra en suspensión de humo de sílice y reemplazo de cemento. La durabilidad del VFRMC modificado fue estudiado determinando los efectos del envejecimiento en el agua, la exposición a ciclos de humedad y secado y la intemperie al aire libre en la microestructura y comportamiento a flexión de los compuestos. Inmersión de fibras naturales en una lechada de humo de sílice antes de su adición a los compuestos a base de cemento, se descubrió un medio eficaz para reducir la fragilización del compuesto en estudio. El curado temprano de compuestos en un ambiente rico en CO₂ y el reemplazo parcial de OPC por humo de sílice no densificado fueron también enfoques eficientes para obtener un compuesto de mayor durabilidad. El uso de escoria como reemplazo parcial del cemento no tuvo efecto sobre la reducción de la fragilización del compuesto.

Quintero, S., & González, L. (2006), para la fibra de la estopa de coco (*Cocus nucifera*), obtenida como residuo de la industria alimenticia en el Valle del Cauca, se evaluaron sus propiedades físicas, químicas y mecánicas, para su caracterización, así como propiedades físicas y mecánicas de morteros reforzados con volúmenes de fibra de estopa de coco de 0.5 y 1.5% y longitudes de 2 y 5 cm. Los resultados obtenidos en los compuestos, fueron probados a compresión axial, tracción indirecta y flexión, y en los cuales la incorporación de fibras disminuyó en todos los casos la deformación máxima; con resultados concordantes con observaciones de experimentos realizados con anterioridad y bibliografía consultada, donde se corrobora que los refuerzos de fibra mejoran de varias maneras la tenacidad de la matriz del compuesto.

Briceño D., 2016, utilizó agregados pétreos de la cantera “VILLACRÉS”, mismos que fueron llevados al Laboratorio de Ensayo de Materiales de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, en donde realizó diversos ensayos para obtener sus propiedades mecánicas. Obtenidas las propiedades de los materiales determinó la dosificación del



concreto empleando el Método de la Densidad Óptima para la resistencia de diseño de $f'c = 240$ kg/cm² con un asentamiento de 6–9 cm, que es el tipo más común en el campo de la construcción. A partir de estas dosificaciones, elaboró vigas de concreto simple sin fibra y con fibra de cabuya tratada con ácido esteárico de acuerdo a lo establecido en el ACI 544-1R. Para el análisis comparativo entre los especímenes, tomó vigas sin fibra y con fibra de cabuya (1,5 % del peso del cemento) orientada longitudinalmente, así como dispersa, mismas que fueron ensayados a flexión a los 14, 28 y 60 días. Finalmente, curó los especímenes con una membrana química SIKA–ANTISOL BLANCO, debido a que en ese momento no se encontraba disponible la cámara de curado del laboratorio, por la demanda de trabajos experimentales.

Momoh E., 2019, realiza estudios con las nervaduras de los foliolos de la palma de aceite, estas tienen una longitud promedio, área de sección transversal, densidad y resistencia a la tracción de 900 mm, 1.837 mm², 0.84g / cm³ y 389MPa respectivamente, lo que hace que las fibras sean superiores al acero en términos de relación resistencia-peso. Se realizó un estudio sobre el efecto de las fibras sobre algunas propiedades mecánicas de la mezcla de concreto de 1: 1.5: 3 de cemento, arena y grava respectivamente. Se incorporaron fibras cortas de 50 mm de longitud en la mezcla de concreto fresco al 0.5%, 1%, 1.5%, 2%, 3% y 4% del volumen total del agregado. Se moldearon un total de doscientas setenta y seis (276) muestras de 150 cúbicos, 63 cilíndricos y 63 prismáticos para evaluar la resistencia a la compresión del hormigón con fibras de foliolos de palma de aceite a los 7, 14, 28, 56 y 112 días, como también a la flexión y tracción indirecta a los 28, 56 y 112 días. La fuerza de unión entre la fibra de palma de aceite y la matriz de hormigón también se investigó mediante pruebas de extracción. La resistencia a la flexión y la resistencia a la tracción del hormigón mejoraron ligeramente con la inclusión de fibra de foliolos de palma de aceite entre 0,5 a 1% a los 28 días, pero no muestran mejoras marcadas a los 112 días. La falla del hormigón con fibras se caracterizó por más desprendimientos de fibras que fracturas de fibras, pero con una ductilidad mejorada del compuesto en caso de rotura. El comportamiento posterior a la fluencia del hormigón con fibras muestra una mayor capacidad de absorción de energía de entre el 70 y el 320% a los 112 días, por lo que posee una aplicación potencial en viviendas de bajo costo resistentes a terremotos.

Mazlan D. & Awal A., 2014, analiza las propiedades y el uso de la fibra del tallo de la palma aceitera como material de refuerzo discreto en la matriz de cemento. Se hicieron mezclas de mortero de cemento que contenían entre 1 y 4% de fibra para investigar la trabajabilidad, la absorción de agua y la resistencia de la matriz. La muestra de prueba que consta de cubo, cilindro y viga se moldeó y se ensayó para resistencia a la compresión, tracción y flexión, respectivamente, siguiendo las normas ASTM. Los resultados de las pruebas de laboratorio revelan que la trabajabilidad del mortero de cemento disminuye con el aumento de la fibra del tallo de la palma aceitera. Por otro lado, se encontró que la capacidad de absorción de agua aumentaba con la cantidad creciente de contenido de fibra. Con respecto a la resistencia, se ha encontrado que la resistencia a la compresión aumenta hasta cierto límite del 3% de contenido de fibra, más allá del cual la resistencia disminuyó gradualmente. La resistencia a tracción y flexión de la matriz de mortero, sin embargo, mostró una respuesta positiva en términos de contenido de fibra. Los resultados obtenidos y las observaciones realizadas en el estudio sugieren que la fibra del tallo de la palma de aceite se puede utilizar eficazmente en la producción de materiales de construcción ligeros. Se ha descubierto que la resistencia a la compresión aumenta hasta cierto límite del 3% de contenido de fibra, más allá del cual la resistencia disminuyó gradualmente. La resistencia a tracción y flexión de la matriz de mortero, sin embargo, mostró una respuesta positiva en términos de contenido de fibra. Los resultados obtenidos y las observaciones realizadas en el estudio sugieren que la fibra del tallo de la palma de aceite se puede utilizar eficazmente en la producción



de materiales de construcción ligeros. Se ha descubierto que la resistencia a la compresión aumenta hasta cierto límite del 3% de contenido de fibra, más allá del cual la resistencia disminuyó gradualmente. La resistencia a tracción y flexión de la matriz de mortero, sin embargo, mostró una respuesta positiva en términos de contenido de fibra. Los resultados obtenidos y las observaciones realizadas en el estudio sugieren que la fibra del tallo de la palma de aceite se puede utilizar eficazmente en la producción de materiales de construcción ligeros.

De acuerdo a la bibliografía revisada, no se encuentran estudios referentes al aprovechamiento de la fibra del fruto de palma africana en la fabricación de hormigón con fibras naturales. Esto da pie, para que el proyecto de investigación planteado, sea un aporte al estado del arte, respecto a la utilización de la palma africana.

De igual manera, y posterior a la revisión de investigaciones realizadas con la fibra de coco, se evidencia la utilización de la misma, en diversos porcentajes y medidas. El aporte significativo de este estudio es en relación con la utilización de varias fibras en una disposición de torzales (trenza), teniendo en cuenta que, al aumentar la sección transversal de una fibra a varias, esto ayudaría a la ductilidad en las fallas de los elementos de hormigón con fibras.

12. DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROYECTO, INCLUIDO METODOLOGÍA *(máximo tres carillas)*

Para iniciar el proyecto se acudirá a la empresa ALCOPALMA ubicada en el km 34 Vía Santo Domingo-Quinindé la Concordia, donde se obtendrá por donación los racimos vacíos de la palma africana de aceite después de la extracción de los frutos. Mientras que para la obtención de la estopa de coco se la adquirirá de las cortezas del coco a vendedores en la ciudad de Quito.

Una vez recolectada la materia prima, se cortará las espigas de la palma africana de aceite con ayuda de una sierra manual, al igual que las cortezas de coco se someterán a un secado natural por dos días para evitar la descomposición de esta materia orgánica; tanto a la corteza de coco como a las espigas del racimo de palma africana de aceite se las separará para obtener una estructura de hilos longitudinales formada de fibras para poder extraerlas.

Las fibras al ser naturales son biodegradables y en condiciones inapropiadas este proceso se acelera debido a la proliferación de hongos y bacterias. Existen procesos químicos para mejorar esta condición en las fibras naturales. Para la investigación a las fibras naturales del raquis de la palma africana y la estopa de coco se sumergirán por 48 horas en una solución acuosa de hidróxido de calcio, debido a su alto pH que inhibe el crecimiento de microorganismos y hongos que producen el deterioro de la fibra con el pasar del tiempo, además brinda resistencia a la acción del cemento en el hormigón. Pasado las 48 horas se lavará las fibras con abundante agua para eliminar residuos de materia orgánica.

Para las fibras de la estopa de coco se realizará un estudio diferente del mostrado en investigaciones anteriores. A los hilos procedentes de la corteza se los entorchará (hacer trenzas) y se cortará de un tamaño de 1.5 pulgadas, tanto a las fibras entorchadas de la estopa de coco como a las de la palma africana, el porcentaje de fibra a agregar en el hormigón es del 2% y del 4%.

En la investigación se utilizará agregado fino y grueso provenientes de la donación de la Planta de Agregados de HOLCIM ubicado en la parroquia de Pifo en el Nororiente de Quito.



En la caracterización de estos agregados se realizará los ensayos como establecen las Normas vigentes en el Ecuador, Normas Técnicas Ecuatorianas INEN referentes a los áridos. El cemento que se utilizará en la investigación será Tipo IP. Se realizará los ensayos correspondientes según las Normas INEN para caracterizarlo.

Los ensayos del agregado fino, grueso, cemento, pruebas preliminares de diseño de hormigones, realización de probetas finales y ensayos del hormigón se realizarán en las instalaciones del Instituto Ecuatoriano del Cemento y del Hormigón INECYC.

Una vez obtenida la dosificación del hormigón con los datos de la caracterización de agregados y cemento según el ACI, se realizarán ensayos preliminares de estos diseños de hormigón simple y con fibras de coco y de palma con el fin de obtener la resistencia correspondiente para cada diseño, y así proceder a realizar las mezclas definitivas.

En los diseños de hormigón se prevé utilizar aditivo para generar mayor trabajabilidad, reducir el asentamiento y mantener constante la relación agua-cemento, para obtener la resistencia requerida.

Para las mezclas finales se realizarán ensayos del hormigón fresco como asentamiento, contenido de aire, temperatura, densidad, se elaborarán cilindros de 100x200 mm para ensayos de compresión simple, tracción indirecta del hormigón endurecido a 7 y 28 días, vigas de 100x100x400 mm para flexión de vigas a 28 días, cilindros de 100x200 mm para compresión simple y módulo de elasticidad a 56 días, todos estos ensayos se ejecutarán en base a las Normas INEN así como la elaboración de probetas, tiempo y condiciones de curado.

El número de ensayos a realizar se detalla a continuación; para compresión simple de 210 kg/cm² se realizarán: 105 muestras de hormigón simple, 39 muestra de hormigón con fibra de coco, 51 muestras de hormigón con palma africana. Para ensayos de compresión simple de 240 kg/cm² se realizarán: 124 muestras de hormigón simple, 15 muestra de hormigón con fibra de coco, 31 muestras de hormigón con palma africana. Para ensayos de tracción indirecta de 210 kg/cm² se realizarán: 6 muestras de hormigón simple, 6 muestra de hormigón con fibra de coco, 6 muestras de hormigón con palma africana. Para ensayos de tracción indirecta de 240 kg/cm² se realizarán: 6 muestras de hormigón simple, 6 muestra de hormigón con fibra de coco, 6 muestras de hormigón con palma africana. Para ensayos de determinación de Módulo de Elasticidad de hormigones de 210 kg/cm² se realizarán: 3 muestras de hormigón simple, 3 muestra de hormigón con fibra de coco, 3 muestras de hormigón con palma africana. Para ensayos de determinación de Módulo de Elasticidad de hormigones de 240 kg/cm² se realizarán: 3 muestras de hormigón simple, 3 muestra de hormigón con fibra de coco, 3 muestras de hormigón con palma africana. Para ensayos de flexión de vigas de hormigones de 210 kg/cm² se realizarán: 3 muestras de hormigón simple, 3 muestra de hormigón con fibra de coco, 3 muestras de hormigón con palma africana. Para ensayos de flexión de vigas de hormigones de 240 kg/cm² se realizarán: 3 muestras de hormigón simple, 3 muestra de hormigón con fibra de coco, 3 muestras de hormigón con palma africana.

Con los resultados de los ensayos se compararán los hormigones simples con los hormigones con fibras, para determinar la variación de las diferentes propiedades descritas para su caracterización.

Bibliografía (Normas APA)

- Agopyan, V., (1988) "Vegetables Fibre Reinforced Building Materials - Developments in Brazil and other Latin American Countries", Concrete Technology and Design, Vol. 5: Natural Fibre Reinforced Cement and Concrete, London.



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y VINCULACIÓN



- Aziz, M. A., Paramasivam, P., Lee, S. L., (1981) "Prospects of Natural Fiber Reinforced Concretes in Construction", Int. J. Cement Composites and Lightweight Concrete, Vol. 3, No. 2.
- Briseño D., (2016), "Análisis del Comportamiento a Flexión de Vigas Reforzadas con Fibra de Cabuya". Universidad Técnica de Ambato.
- Gómez, E., & Guzmán, M. (2019). Comparación entre las propiedades físicas y mecánicas de los bloques fabricados con viruta de plástico PET y los bloques tradicionales de acuerdo a la norma NTE INEN 3066. Quito: Universidad Central del Ecuador.
- Hussin, M. W., Zakaria, F., (1990) "Prospects for Coconut-Fibre-Reinforced Thin Cement Sheets in the Malaysian Construction Industry", Second International RILEM Symposium Proceedings, Salvador Bahia Brazil, Chapman and Hall, edited by H. S. Sobral.
- Kumar D. & Eluru A., (2020) Durability Studies On Lightweight Fiber Reinforced Concrete by Incorporating Palm Oil Shells, Journal of Mechanics of continuous and Mathematical sciences, Vol.-15, No.-15.
- Machaka M. et al, (2014) Alkali Treatment of Fan Palm Natural Fibers for Use in Fiber Reinforced Concrete, European Scientific Journal vol 10, No 12.
- Mazlan D. & Awal A., (2014) Mechanical Properties of Cement Composites Incorporating Oil Palm Stem Fiber.
- Mohamend A., (2008) Palm oil fiber concrete, The 3rd ACF International Conference –ACF/VCA 2008.
- Momoh E., (2019) Behaviour of Oil Palm Broom Fibres (OPBF) Reinforced Concrete, Construction and Building Materials, Elsevier Ltd.
- Paramasivan, P., Nathan, G. K., (1984) Das Gupta, N. C , "Coconut Fiber Reinforced Corrugated Slabs", Int. J. Cement Composites and Lightweight Concrete.
- Pordesari A. et al, (2016) Toward Sustainability in Concrete Industry by Using Of Solid Wastes from Palm Oil Industry, MATEC Web of Conferences 66.
- Quintero, S., & González, L. (2006). Uso de fibra de coco para mejorar las propiedades mecánicas del concreto. Valle del Cauca: Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira.
- Ramli M. & Dawood E., Effects of Palm Fiber on the Mechanical Properties of Lightweight Concrete Crushed Brick.
- Ramón Rodríguez, A. G. (2017). Influencia de la fibra de yute en el diseño de hormigones para la resistencia a la compresión de 21 a 35 MPa con agregado de la cantera de Pifo. Quito: Universidad Politécnica Salesiana.
- Sangucho, W., & Rodríguez, A. (2018). Evaluación de la viabilidad del uso del raquis como lecho filtrante de agua residual proveniente de la extracción de aceite de palma. Quito: Escuela Politécnica Nacional.
- Savastano Jr., H., (1990) "The Use of Coir Fibres as Reinforcement to Portland Cement Mortars", Second International RILEM Symposium Proceedings, Salvador Bahia Brazil, Chapman and Hall, edited by H. S. Sobral.
- [Tolêdo Filho et al., 2003] R.D. Tolêdo Filho, K. Ghavami, G.L. England, K. Scrivener., (2003). Development of vegetable fibre-mortar composites of improved durability, Cement and Concrete Composites, 25:185-196.

13. INFRAESTRUCTURA Y EQUIPOS

- Indicar la infraestructura y equipos **disponibles** para la ejecución del proyecto, con la ubicación actual de los mismos

Infraestructura	Equipos	
	Nombre del Equipo	Ubicación del Equipo
Laboratorio ZZ		
INECYC	Cuarteador de agregado grueso	INECYC – Área de agregados
INECYC	Cuarteador de agregado fino	INECYC – Área de agregados
INECYC	Horno, a temperatura 110±5°C	INECYC – Área de agregados – Área de cementos
INECYC	Torre de tamices para agregado grueso	INECYC – Área de agregados



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y
VINCULACIÓN



INECYC	Torre de tamices para agregado fino	INECYC – Área de agregados
INECYC	Tamizadora eléctrica	INECYC – Área de agregados
INECYC	Balanza (gramos)	INECYC – Área de agregados
INECYC	Bandejas para muestras	INECYC – Área de agregados
INECYC	Bandejas para secado	INECYC – Área de agregados
INECYC	Telas absorbentes	INECYC – Área de agregados
INECYC	Cono y compactador	INECYC – Área de agregados
INECYC	Picnómetro 500 ml	INECYC – Área de agregados
INECYC	Balanza con canasta	INECYC – Área de agregados
INECYC	Tina grande llena de agua a $23\pm 2^{\circ}\text{C}$	INECYC – Área de agregados
INECYC	Varilla compactadora de 600 mm	INECYC – Área de agregados
INECYC	Varilla Compactadora de 300 mm.	INECYC – Área de agregados
INECYC	Recipiente para densidad suelta y compactada (grueso)	INECYC – Área de agregados
INECYC	Recipiente para densidad suelta y compactada (fino)	INECYC – Área de agregados
INECYC	Balanza (kilogramos)	INECYC – Área de mezclas
INECYC	Palas	INECYC – Bodega
INECYC	Cucharones	INECYC – Área de agregados
INECYC	Regleta de enrasado	INECYC – Bodega
INECYC	Máquina de los Ángeles	INECYC – Área de agregados
INECYC	Carga abrasiva (esferas de acero)	INECYC – Área de agregados
INECYC	Agua destilada	INECYC – Bodega
INECYC	Recipiente graduado de vidrio de 200 ml	INECYC – Área de cementos
INECYC	Solución de Hidróxido de sodio	INECYC – Área de cementos
INECYC	Comparador de color	INECYC – Área de cementos
INECYC	Probeta graduada	INECYC – Área de cementos
INECYC	Termómetro digital	INECYC – Área de cementos
INECYC	Frasco de Le Chatelier.	INECYC – Área de cementos
INECYC	Jarra de 2 litros	INECYC – Área de cementos
INECYC	Calentador	INECYC – Área de cementos – Área de agregados – Área de curado
INECYC	Espátula y embudo	INECYC – Área de cementos
INECYC	Recipiente cúbico de vidrio (pecera)	INECYC – Área de cementos
INECYC	Baldes de 20 litros	INECYC – Garita
INECYC	Probetas de 100x200 mm	INECYC – Bodega
INECYC	Probetas de 100x100x400 mm	Prestadas por LEMSUR
INECYC	Concreteira eléctrica de 1/2 saco de cemento	INECYC – Bodega
INECYC	Cono de Abrams y placa	INECYC – Área de agregados
INECYC	Equipo para densidad	INECYC – Bodega
INECYC	Equipo toma de aire	INECYC – Bodega
INECYC	Piscina de curado	INECYC – Área de curado
INECYC	Calibrador, flexómetro y retenedores	INECYC – Área de resistencia
INECYC	Máquina para ensayo a compresión	INECYC – Área de resistencia
INECYC	Placas para ensayo a tracción	INECYC – Área de resistencia



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y
VINCULACIÓN



INECYC	Máquina para flexión de vigas	INECYC – Área de resistencia
INECYC	Galgas y calzas de cuero	INECYC – Bodega
INECYC	Equipo de refrentado (Olla de fundición de azufre, cucharón, nivel, mesón nivelado y placa para refrentado)	INECYC – Área de refrentado
	Compresómetro	INECYC – Bodega

B. DATOS INFORMATIVOS

1. INFORMACIÓN DEL DIRECTOR, COLABORADOR (EPN o EXTERNO) Y COLABORADORES TÉCNICOS

Apellidos y nombres	No. de Cédula	HSS*	Departamento	Rol	Título de mayor nivel y mención.
EDGAR DAVID MORA MARTINEZ	1715204952	6	Ingeniería Civil y Ambiental	DIRECTOR	M.Sc. Ingeniería Civil
YANCHAPANTA GÓMEZ NICOLAY BERNARDO	1803004132	6	Ingeniería Civil y Ambiental	COLABORADOR	M.Sc. Ingeniería Civil

* HSS =Horas Semana Semestre: Es el número de horas que se dedica por semana a la investigación. Este número de horas se mantiene para todo el semestre



**C. DECLARACIÓN FINAL
DECLARACIÓN DEL DIRECTOR DEL PROYECTO**

El equipo de investigadores, representado por el Director del Proyecto declara lo siguiente:

- Que el presente proyecto es una creación original de mi autoría y del equipo de investigadores, y por tanto asumimos la completa responsabilidad legal en caso de que un tercero alegue la titularidad de los derechos intelectuales del proyecto, exonerando a la EPN de cualquier acción legal que se derive por esta causa.
- Que el presente proyecto no ha sido presentado en ninguna convocatoria de otra institución pública o privada. El incumplimiento será causal para que el proyecto no sea tomado en consideración.
- Que si el proyecto genera algún producto o procedimiento susceptible de obtener derechos de propiedad intelectual, de los cuales se deriven beneficios, aceptamos que éstos serán compartidos entre los investigadores y la institución o las instituciones participantes en el proyecto, conforme a lo establecido en el COESC.
- Que el equipo de investigadores y/o instituciones participantes se comprometen a mantener la confidencialidad de la información si ésta podría ser susceptible de protección por patentes, y solicitar la valoración de propiedad intelectual respectiva previa a cualquier publicación o difusión.
- Que para el caso de derechos de autor otorgamos una licencia de uso exclusivo con fines académicos para la o las instituciones participantes en el proyecto.
- Que aceptamos conocer y cumplir con la normativa vigente para la gestión de proyectos.

Firma del Director del Proyecto
Nombre: Edgar David Mora Martínez
C.I.: 171520495-2



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y VINCULACIÓN
Proyecto de Investigación Interno sin Financiamiento
CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROYECTO



Título del Proyecto:

Caracterización de la fibra de coco y palma africana como componente en la dosificación de hormigones.

		AÑO 1																																															
N°	Actividad	Mes 1				Mes 2				Mes 3				Mes 4				Mes 5				Mes 6				Mes 7				Mes 8				Mes 9				Mes 10				Mes 11				Mes 12			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
1	Establecer las proporciones óptimas de fibra en la dosificación de hormigones	■	■	■	■																																												
1.1	Ejecución de propuestas de dosificaciones para fibra en el 5%	■	■	■																																													
1.2	Ejecución de propuestas de dosificaciones para fibra en el 10%				■	■	■	■	■																																								
2	Caracterizar físicamente hormigones reforzados con fibras vegetales, a través de las siguientes propiedades: contenido de aire, densidad, trabajabilidad.									■	■	■	■	■	■	■	■																																
2.1	Ensayos de contenido de aire en las muestras de hormigón con fibra									■	■	■	■																																				
2.2	Ensayos de densidad en las muestras de hormigón con fibra											■	■	■	■	■																																	
2.3	Ensayos de trabajabilidad en las muestras de hormigón con fibra															■	■	■	■	■																													
3	Caracterizar mecánicamente mediante ensayos a compresión, tracción indirecta y flexión, probetas estándar, fabricadas con el hormigón diseñado con fibras vegetales																	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■																				
3.1	Caracterización del hormigón con fibras por ensayos de compresión																	■	■	■	■																												
3.2	Caracterización del hormigón con fibras por ensayos de tracción indirecta																			■	■	■	■	■																									
3.3	Caracterización del hormigón con fibras por ensayos de flexión																							■	■	■	■	■																					
4	Establecer con un estudio comparativo las ventajas y desventajas del nuevo tipo de hormigón diseñado con fibras vegetales.																											■	■	■	■	■	■																
4.1	Ventajas del Hormigón con fibras																											■	■	■	■	■																	
4.2	Desventajas del Hormigón con fibras																												■	■	■	■																	
5	El porcentaje óptimo de fibra de coco en torzales y palma africana, para la fabricación de hormigones con fibra vegetal.																																			■	■												
6	Las propiedades mecánicas como: resistencia a la compresión, tracción indirecta y flexión, en diferentes edades de las muestras realizadas en los hormigones con fibra de coco en torzales y palma africana.																																				■	■											
7	Las propiedades físicas del hormigón en estado fresco y endurecido como: asentamiento, trabajabilidad, temperatura, contenido de aire, densidad.																																				■	■											
8	Difusión de Resultados Obtenidos																																				■	■											