



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Aplicación de cables de par trenzado en mezcla de concreto a emplearse en canalizaciones de fibra óptica para servicios corporativos en Operadora local - Lima 2019.**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Civil

**AUTOR:**

Carpio Guardia, Alvaro Joel (ORCID: 0000-0002-5834-4784)

**ASESOR:**

Mg. Minaya Rosario, Carlos Danilo (ORCID: 0000-0002-0655-523X)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA - PERÚ

2020

### **Dedicatoria**

Esta investigación va dedicada a mis padres Bruno Carpio y Mercedes Nancy Guardia de Carpio; y hermanos Vanessa y Alfredo por su apoyo incondicional y amor; para así poder concluir esta carrera profesional.

### **Agradecimientos**

En primer lugar, agradezco a Dios y a mis padres por el apoyo incondicional a lo largo de toda mi vida.

A mis hermanos por darme la fuerza y consejos para ser un vencedor a pesar de los obstáculos, y así cumplir con una de mis metas.

Agradezco a la Universidad y sus docentes por la sapiencia adquirida y al Mg. Ing. Carlos Minaya por sus conocimientos durante el desarrollo de esta investigación.

## Índice de contenidos

Carátula .....	i
Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas .....	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>10</b>
<b>II. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>14</b>
2.1 Cable de par trenzado .....	21
2.2 Redes subterráneas.....	23
2.3 Normativa en canalizaciones de comunicaciones .....	25
2.4 Servicios Corporativos en Operadora local de Telecomunicaciones .....	25
<b>III. METODOLOGÍA .....</b>	<b>26</b>
<b>26</b>	
3.1 Diseño de la Investigación .....	26
3.1.1 Método: Científico .....	26
3.1.2 Tipo de investigación .....	27
3.1.3 Nivel de investigación .....	27
3.1.4 Diseño de investigación.....	28
3.2 Variables, Operacionalización .....	28
3.3 Población y Muestra .....	28
3.3.1 Población .....	29
3.3.2 Muestra .....	29
3.3.3 Muestreo .....	30
3.4 Técnicas e Instrumentos de Recolección de datos, validez y confiabilidad.....	30
3.4.1 Técnica de Recolección de Datos .....	30
3.4.2 Instrumentos de Recolección de Datos .....	31
3.4.3 Validez y confiabilidad .....	31
3.5 Métodos de Análisis de Datos .....	32

3.6	Aspectos Éticos.....	32
<b>IV.</b>	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>33</b>
4.1	Ubicación Geográfica: .....	33
4.2	Trabajo de obtención de datos .....	34
4.3	Trabajo de Laboratorio .....	34
4.3.1	Resistencia a la Compresión .....	35
4.3.2	Resultados de Ensayo de Flexión del concreto .....	36
4.3.3	Trabajabilidad del concreto .....	38
4.3.4	Costo en la elaboración del concreto.....	39
<b>V.</b>	<b>DISCUSIÓN .....</b>	<b>41</b>
<b>5.1</b>	influencia del cable de par trenzado en la Resistencia a la compresión del concreto.....	<b>41</b>
<b>VI.</b>	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>46</b>
<b>VII.</b>	<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>48</b>
	REFERENCIAS .....	49
	ANEXOS.....	51

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Categorías de cable UTP</i> _____	23
Tabla 2. <i>Tabla de Ensayos</i> _____	32
Tabla 3. Resistencia a la Compresión _____	35
Tabla 4. Resistencia a la Compresión – Interpolación _____	35
Tabla 5. Resistencia a la Flexión _____	36
Tabla 6. Resistencia a la Flexión – Interpolación-----	36
Tabla 7. Slump Test _____	38
Tabla 8. Slump Test – Interpolación _____	38
Tabla 9. Costos del Concreto Patrón _____	39
Tabla 9. Costos del Concreto con % óptimo_____	40

## RESUMEN

En la presente investigación se tuvo como objetivo principal el dar a conocer la reutilización de los cables de par trenzado de comunicaciones aplicándolo como reemplazo al agregado grueso con el fin de obtener una mejora en la construcción de un pavimento rígido para canalizaciones de fibra óptica; se sabe que hoy en día esto no es muy común ni aplicado por falta de investigaciones en el país, pero esto ayudaría mucho a disminuir la contaminación al ambiente, liberar almacenes del producto y reducir costos recurrentes y no recurrentes a la operadora local propietaria del cable del par trenzado.

Esta investigación se desarrolló con el único fin de que el concreto cumpla un desempeño requerido por el Reglamento Pext de la Operadora local, sustituyendo agregado grueso por el cable de par trenzado en retazos de 10mm en 5, 11, 12 y 20% para mejorar el pavimento rígido para canalizaciones; y analizar también las condiciones que cumple el concreto patrón. Por lo tanto, se realizaron comparaciones utilizando de referencia dos investigaciones.

Ambas investigaciones utilizaron una metodología experimental donde desarrollaron ensayos como la flexión, trabajabilidad y la resistencia a la compresión en las edades de 7, 14 y 28 días respectivamente con agregados del material plástico electrónico y también al concreto patrón de diseño  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ .

Finalmente, con los ensayos realizados se vio que es factible la sustitución del agregado grueso por el cable de par trenzado, ya que tiene un costo mínimo a comparación del agregado natural y se sugirió que se emplee hasta el porcentaje óptimo de 11% y se realicen más investigaciones para que este tipo de materiales electrónicos sea reutilizado en diversas aplicaciones.

**Palabras claves:** cable de par trenzado UTP, concreto en canalizaciones.

## ABSTRACT

In the present investigation, the main objective was to publicize the reuse of communication IXase do pair cables, applying it as a replacement to the coarse aggregate in order to obtain an improvement in the construction of a rigid pavement for fiber optic pipes; It is known that today this is not very common or applied due to a lack of research in the country, but this would greatly help to reduce pollution to the environment, free up IXase don warehouses and reduce recurring and non-recurring costs to the local operator that owns the cable. Of the IXase do pair.

This investigation was carried out with the sole purpose of ensuring that the concrete complies with the performance required by the Pext Regulation of the local Carrier, substituting the coarse aggregate for the 10mm patchwork IXase do pair cable in 5, 11, 12 and 20% to improve the rigid pavement for pipes; and also analyze the conditions that the concrete standard meets. Therefore, comparisons were made using two investigations as reference.

Both investigations IXase do experimental methodology where they developed tests such as flexion, workability and resistance to compression at the ages of 7, 14 and 28 days, respectively, with additions of the electronic plastic material and also to the concrete design pattern  $f'c = 210\text{kg} / \text{cm}^2$ .

Finally, with the tests carried out, it was seen that it is feasible to substitute the coarse aggregate for the IXase do pair cable, since it has a IXase do cost compared to the natural aggregate and it was suggested that it be used up to the optimal percentage of 11% and that More research for this type of electronic materials to be reused in various applications.

**Keywords:** UTP IXase do pair cables; concrete for ductwork slab

## I. INTRODUCCIÓN

En el ámbito internacional, para el ideal desarrollo socioeconómico de una nación es necesario que su infraestructura vial y de comunicaciones se desarrolle tanto como los aspectos de alimentación, medicina y educación; porque a través de estas se garantiza el transporte de personas, insumos, mercadería e información; por lo cual se busca mejorar estas estructuras viales con diferentes agregados que se dispongan en la zona para que satisfagan las necesidades para las que fueron diseñadas; por el lado de las comunicaciones, se requiere que se tenga el medio de transmisión protegido ante posibles amenazas a su integridad, es por este motivo que en países como España, Estados Unidos y México se está utilizando con mayor recurrencia los cables de cobre como agregado al concreto de las canalizaciones de la fibra óptica. La fibra óptica ha venido reemplazando al cable UTP en trabajos de Planta Interna de telecomunicaciones, por lo que se cuenta con un stock de cable de par trenzado mayor al necesario.

En el Perú, si bien es cierto las estructuras viales son afectadas por el efecto de la napa freática presente en las sub rasante de estas, dañando las capas inferiores del pavimento como la subrasante y sub-base; también sufre una afectación la superficie de rodadura causada por agentes externos que interactúan con el mismo, debido a que es la capa que está en contacto con el ambiente y los usuarios; pero en la gran mayoría de casos aún no se han previsto alternativas de solución para este problema. Los fenómenos naturales incrementan el nivel de deterioro de las obras viales, necesitando un método de protección y resguardo de las mismas, salvaguardando de esta forma la vida útil de las carreteras, las vías de comunicación más utilizadas dentro del territorio son las terrestres, sin embargo, en la actualidad existen muchas carreteras donde se han realizado trabajos de canalizaciones para fibra óptica que presentan, justamente el área de concreto que cubre la canalización, fisuras y rajaduras al concreto. Por lo indicado para que la construcción de canalizaciones se ejecute de manera óptima, conservando el ambiente al reutilizar materiales que intervienen en el ámbito de las telecomunicaciones, se planteará una alternativa de solución nueva en el país,

logrando así que se cumplan los propósitos de todo proyecto; vale decir que sea rentable, práctico, sostenible y sustentable.

En las operadoras locales de Lima, el exceso de paquetes sobrantes de cables de cobre como por ejemplo el caso de cable UTP (Unshielded Twisted Pair) en la ejecución de trabajos de Planta Interna por parte de las contratistas de Claro Perú para conectar un equipo con otro involucra material, capital y espacio desperdiciados. Esto incentiva a que se imagine una forma en que se pueda utilizar este material en pro a las actividades cotidianas de la empresa; como por ejemplo en esta investigación, se utilizará como aditivo en la mezcla de concreto que cubrirá la canalización / microcanalización de fibra óptica para servicios fijos de transmisión de datos.

En la región Lima, se está utilizando mayoritariamente la fibra óptica en reemplazo del cable UTP debido a que permite mayor capacidad de transmisión, por lo cual aplicar este último en algún otro proceso aliviaría los costos incurridos, el espacio ocupado y el impacto en el ambiente.

Adicional a esto, se genera un impacto al ambiente debido a que este tipo de material queda almacenado o simplemente se acomoda en la Sala de equipos de transmisión por lo que esta investigación contribuye a su utilización y a su reciclaje aplicándolo en la mezcla de concreto que se empleará en la construcción de canalizaciones para fibra óptica con las propiedades físicas que requiere un pavimento, en este caso rígido; razón por la cual se ha ido diseñando a lo largo de los años métodos para poder disipar estos problemas, como por ejemplo incorporando residuos de diferentes productos relacionados o no a la construcción, los cuales en su mayoría se tienen en abundancia en la zona de estudio; como por ejemplo el cable UTP en pro al mejoramiento del concreto que se utilizará en trabajos de concreto en el ámbito de las telecomunicaciones; favoreciendo a su resistencia, flexibilidad y trabajabilidad.

## **1.1 Formulación del problema**

Como se mencionó en la Realidad Problemática, se presenta el inconveniente en el espacio que ocupa este cable de par trenzado, el cual es reemplazado mayormente por la fibra óptica, adicional a ello se tiene el problema del costo del agregado grueso que se utiliza para los trabajos que conllevan habilitar un nuevo canalizado para un cliente corporativo. Por tales motivos se presenta la siguiente cuestión.

¿De qué manera influye el cable UTP al adicionarse a la mezcla de concreto de  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> en sus propiedades para su uso en canalizaciones de fibra óptica?

### **1.1.1 Problemas Específicos**

¿De qué manera influye la aplicación de diferentes porcentajes de cable UTP en las propiedades mecánicas del concreto a emplearse en canalizaciones de fibra óptica para servicios corporativos en Operadora local – Lima 2019?

¿De qué manera influye la aplicación del porcentaje óptimo de cable UTP en los costos de la elaboración del concreto a aplicarse en canalizaciones de F.O. para servicios corporativos en Operadora local – Lima 2019?

## **1.2 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO**

### **1.2.1 Justificación Práctica**

Esta investigación se efectúa para buscar facilitar todas las soluciones posibles para los actuales problemas sobre fallas físicas en las canalizaciones de telecomunicaciones donde se emplea el concreto convencional y el excedente del material principal de esta investigación, estas posibles soluciones nos permitirán identificar las causas y mermar las pérdidas económicas, ecológicas y sociales que estas causen.

Asimismo, para lograr una mejora del material primero tenemos que realizar ensayos del concreto a priori y luego de realizar la incorporación del cable UTP a la mezcla con la finalidad de analizar los resultados de ambos tipos de mezcla de concreto para canalizaciones; una vez obtenidos los estudios se optará por la mejor solución que se le pueda brindar a las canalizaciones para fibra óptica de clientes corporativos.

Ya que el cable UTP es un material sobrante que cuenta la operadora local de telecomunicaciones se estaría contribuyendo con el medio ambiente, porque este ya no se acumularía en los almacenes y se utilizaría para la mejora del concreto para todo uso, pero en este caso se aplicará en canalizaciones para fibra óptica, en cuanto a propiedades físicas del concreto se habla.

### **1.2.2 Justificación Económica**

En esta investigación, el principal resultado desde el punto de vista económico resulta muy beneficioso en gastos para la mejora de concreto en canalizaciones con la adición de cable UTP, ya que este se encuentra en abundancia en las operadoras de telecomunicaciones, al mantenerse mayoritariamente almacenado este material, su uso en pro al mejoramiento en el concreto de canalizaciones aportaría en la reducción de costos que demanda la habilitación de servicios fijos para clientes finales corporativos.

### **1.3 Hipótesis**

La incorporación de cable UTP a la mezcla de concreto a emplearse en canalizaciones de fibra óptica para clientes corporativos influye favorablemente en sus propiedades físicas.

#### **1.3.1 Hipótesis Específicas**

La aplicación del 5% de cable UTP en la mezcla influye favorablemente en la resistencia, flexión y trabajabilidad del concreto en canalizaciones de fibra óptica para clientes corporativos.

La aplicación del 11% de cable UTP en la mezcla influye favorablemente en la resistencia, flexión y trabajabilidad del concreto en canalizaciones de fibra óptica para clientes corporativos.

La aplicación del 12% de cable UTP en la mezcla influye favorablemente en la resistencia, flexión y trabajabilidad del concreto en canalizaciones de fibra óptica para clientes corporativos.

La aplicación del 20% de cable UTP en la mezcla influye favorablemente en la resistencia, flexión y trabajabilidad del concreto en canalizaciones de fibra óptica para clientes corporativos.

#### **1.4 OBJETIVO**

Analizar si el uso de cable UTP influye en las propiedades físicas de la mezcla del concreto en canalizaciones de fibra óptica para clientes corporativos.

##### **1.4.1 Objetivos Específicos**

Determinar el efecto del uso del 5% de cable UTP en la mezcla en la resistencia, flexión y trabajabilidad del concreto en canalizaciones de fibra óptica para clientes corporativos.

Determinar el efecto del uso del 11% de cable UTP en la mezcla en la resistencia, flexión y trabajabilidad del concreto en canalizaciones de fibra óptica para clientes corporativos.

Determinar el efecto del uso del 12% de cable UTP en la mezcla en la resistencia, flexión y trabajabilidad del concreto en canalizaciones de fibra óptica para clientes corporativos.

Determinar el efecto del uso del 20% de cable UTP en la mezcla en la resistencia, flexión y trabajabilidad del concreto en canalizaciones de fibra óptica para clientes corporativos.

## **II. MARCO TEÓRICO**

(Rodríguez Morales, Y. 2018) en su tesis para ser titulado en ingeniería civil titulada “*Propiedades físico mecánicas del ladrillo de concreto al sustituir el cemento por cenizas de aserrín en un 10% 15% y 20% Nuevo Chimbote – 2018*” en la Universidad Privada César Vallejo, la cual es de tipo aplicada tuvo como objetivo hallar de qué manera influye en las propiedades del concreto la adición de cenizas de aserrín; esta tesis tuvo una población total de 100 ladrillos y una muestra de la misma cantidad pero dividida en proporciones para tres edades de rotura; concluyó que en las propiedades físico mecánicas, el resultado con respecto a la propiedad de resistencia evaluada en el ladrillo modular realizando el cambio del cemento por las cenizas obtenidas del residuo de madera en un 20% resultó ser el mejor ya que comparándolo con el ladrillo modelo, fue mayor en un 102.97% con 185.34 kg/cm<sup>2</sup>, de esta manera se cumplió con los estatutos mínimos que se indica en la NTP. Para las propiedades físicas la utilización de las cenizas de aserrín como sustitución del cemento, genera poco alabeo ya que el material tiende a no expandirse ni comprimirse, generando así mínimas variaciones en las medidas. Ahora, en referencia al resultado del ensayo de absorción a su vez se encuentra en el rango permisible, pero cabe resaltar que mientras más cantidad de cenizas de aserrín TP sustituya el cemento, el ladrillo tiende a generar más absorción.<sup>1</sup>

**Armas, C. (2016, p. 141)** en su tesis de tipo aplicada titulada “*Efectos de la adición de fibra de polipropileno en las propiedades mecánicas y plásticas del concreto hidráulico en Chiclayo*” de la Universidad Señor de Sipán para optar por el título de Ingeniero Civil, cuya población fue la totalidad de probetas de concreto del laboratorio y una muestra de 144 probetas de concreto, agregó el material de polipropileno a la mezcla de concreto con el fin de verificar si aporta en las propiedades de la mezcla resultante de concreto; se buscó analizar el efecto de agregar fibra a base del polipropileno en propiedades clasificadas como mecánicas en el concreto hidráulico (flexión y compresión). Se concluyó que estas dos propiedades se incrementaron con al añadir la fibra del polipropileno, en un 3% y 14% a 28 días, respectivamente. La cantidad de 400 gr/m<sup>3</sup> ayuda a que se obtenga la resistencia a compresión a los 28 días de 187.23, 216.32 y 307.93 kg/cm<sup>2</sup> para los diseños patrones de 175, 210 y 280 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente. Ahora bien, si se habla de la segunda propiedad

estudiada, el módulo de rotura para la deflexión, se genera resistencias de 39.48, 47.54 y 48.34 kg/cm<sup>2</sup> para los patrones de 175, 210 y 280 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente. Estadísticamente hablando se concluyó que solamente el aporte a flexión es significativo. Además, que el óptimo contenido de fibra de polipropileno es de 400 gramos por m<sup>3</sup> de concreto que logra mermar el potencial de fisuración en condiciones de laboratorio hasta llegar a un 65 % y en condiciones ambientales reales logra inhibir la fisuración hasta en una 90 %. Esta cantidad dosificada de fibra redujo el asentamiento hasta en un 50 %, el contenido de aire se redujo hasta en un 25 %, no se alteró el grado de temperatura y el peso unitario de la mezcla de concreto fresco.<sup>2</sup>

**Castillo, C. (2017, p. 60)** en su tesis llamada "*Diseño de un pavimento rígido agregando elastómero termoplástico (ETM) en la provincia de Trujillo – La Libertad*" de tipo aplicada de la Universidad Privada Antenor Orrego con el objetivo de diseñar una mezcla de concreto adicionándole EP concluyó que al agregar el material nuevo a la mezcla, en este caso el ETM, las dosificaciones para llegar a la resistencia del concreto 280 kg/cm<sup>2</sup> mediante el método ACI deben ser Cemento 1, agregado grueso 3.07, agregado fino 2.95 y agua 0.43; adicional a esto concluyó que al agregar el ETM a la mezcla de concreto disminuye la propiedad física de resistencia a compresión. Tuvo una muestra de 9 probetas de concreto.

La conclusión final que tuvo fue que con los datos obtenidos se validó que con una disminución del 10% del total de agregado fino y el incremento del ETM, se obtienen resultados de menor cuantía en comparación a otras investigaciones de tipos similares elaboradas en otros países como por ejemplo Colombia, el cual realizó diferentes tipos de proporciones en el diseño de mezcla, llegando a concluir también que el ETM merma la resistencia del pavimento (p.61).<sup>3</sup>

(Rai Baboo, S. 2012) en el artículo titulado *Study of waste plastic mix concrete with plasticizer* dentro de la revista ISRN civil engineering estudia la reutilización de plástico en el concreto; desarrolla el ensayo de asentamiento, compresión y flexión, donde concluye que los valores reducidos de asentamiento de las mezclas de concreto de plástico de

desecho muestran que solo se puede usar en situaciones que requieren una trabajabilidad de bajo grado. Tales situaciones son numerosas en aplicaciones de ingeniería civil, a saber, ladrillos prefabricados, paneles de tabique, revestimientos de canales, etc. Sin embargo, la trabajabilidad aumenta en aproximadamente 10 a 15% cuando se agrega superplastificante a la mezcla de residuos de plástico. La resistencia disminuye al aumentar las relaciones de residuos plásticos en todas las edades de curado. Esto puede generarse debido al decremento de la fuerza adhesiva entre el plástico desechado y la mezcla de cemento. Al parecer la unión entre las partículas de plástico y la mezcla de cemento no es fuerte. Además, concluye que la resistencia a la compresión aumenta en aproximadamente un 5% después de la adición de superplastificante a la mezcla. Con la creciente cantidad de residuos de plástico, la tasa de reducción de la resistencia se vuelve más plana; y la reducción máxima es solo del 15% para todos los grados de concreto. La resistencia a la flexión de los residuos de mezcla de plástico disminuye con el aumento en el porcentaje de residuos plásticos. Se observó que el efecto del plastificante acerca de la propiedad de resistencia a la flexión del concreto es irrelevante (p. 5).<sup>4</sup>

(Lakshmi, R. 2011) en el artículo nombrado "*Investigations on durability characteristics of E-plastic waste incorporated concrete*" intenta reutilizar el E-plástico, denominado así porque se obtiene de los elementos electrónicos o eléctricos en desuso o desechados, en esta investigación tienen como premisa que el desecho de E-plástico no es adecuado para reemplazar el agregado fino y, por lo tanto, se usa para reemplazar el agregado grueso; por lo tanto se ejecutaron ensayos de resistencia a compresión y durabilidad. Se concluyó que cuando el 20% del agregado grueso se reemplaza por E-plástico, la resistencia a compresión se reduce en un 23,6% comparándola con la mezcla de control. También que la ganancia de resistencia del concreto E-plastic es satisfactoria y se ha concluido que se pueden incorporar 12% de partículas de E-plastic como reemplazo de agregados sin ningún efecto perjudicial a largo plazo.<sup>5</sup>

(Ramadevi, D. 2012) en el artículo titulado “*Experimental investigation on the properties of concrete with plastic PET (bottle) fibres as fine aggregates*” publicado en la revista científica *International journal of emerging technology and advanced engineering* sostiene que las botellas de plástico de desecho son la causa principal de la eliminación de desechos sólidos. El tereftalato de polietileno (PET, PETE o poliéster) se usa comúnmente en los envases para bebidas gaseosas y botellas de agua. Este es un problema ambiental ya que las botellas de plástico de desecho son difíciles de biodegradar e implica procesos para reciclar o reutilizar.

Hoy en día, la industria de la construcción necesita encontrar materiales rentables para aumentar la resistencia de las estructuras de hormigón. Este proyecto aborda la posibilidad de utilizar las botellas de PET de desecho como reemplazo parcial del agregado en el cemento Portland. Se produjeron hormigones con 1%, 2%, 4% y 6% de fibras de botellas de PET para agregado fino y se compararon con la mezcla de control sin reemplazo.

Las muestras de cubo, las muestras de cilindro y las muestras de prisma de 18 números cada una fueron fundidas, curadas y probadas para una resistencia de 7 días y 28 días. Se realizaron pruebas de compresión, pruebas de resistencia a rotura y la resistencia a flexión y los resultados se compararon con las muestras de control (p. 1).

Este artículo concluye que el hormigón (concreto) con fibras de PET redujo el peso del concreto y, por lo tanto, el mortero con fibras de plástico puede convertirse en concreto ligero en función del peso unitario.

Otra conclusión fue que la resistencia a la compresión aumentó hasta un 2% cuando se reemplazó el agregado fino con fibras de botellas de PET y disminuyó gradualmente para reemplazos de 4% y 6%. Por lo tanto, el reemplazo de agregado fino con 2% de reemplazo será razonable.

Se observó que la resistencia a la tracción dividida aumentó hasta un 2% de reemplazo del agregado fino con fibras de botellas de PET y disminuyó gradualmente para reemplazos de 4% y 6%. Por lo tanto, el reemplazo del

agregado fino con un reemplazo del 2% será razonable con una elevada resistencia a tracción dividida comparada con las otras muestras fundidas y probadas.<sup>6</sup>

(Mathew, P. 2013) en el artículo *Recycled plastics as coarse aggregate for structural concrete* publicado en la revista científica *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology* discuten la idoneidad de los plásticos reciclados reemplazando al agregado tipo grueso dentro del concreto y sus ventajas. Realizaron pruebas para hallar las propiedades mecánicas en el agregado plástico, como la densidad, la gravedad específica y el valor de trituración del agregado.

Como el reemplazo del 100% de agregado natural grueso (NCA) por el agregado grueso de plástico (PCA) no es factible, se examinó el reemplazo parcial en varios porcentajes. El porcentaje de sustitución que proporcionó un mayor grado de resistencia a compresión se utilizó para determinar las otras propiedades, como el módulo de elasticidad, la resistencia a tracción y la resistencia a flexión. Se encontró un mayor grado de resistencia referente a compresión con 20% de concreto reemplazado por NCA. El comportamiento de resistencia al calor del concreto PCA también se discute en este estudio. Se encontró que un porcentaje de reemplazo del 22% de NCA con PCA era de resistencia superior a la compresión al concreto. Con respecto a su comportamiento a la tracción, la resistencia de unión de PCA con matriz necesita más atención, ya que el concreto PCA ha mostrado una reducción sustancial en la resistencia a la tracción dividida y el módulo elástico.<sup>7</sup>

(Harivongs, M. 2012) en el artículo científico nombrado *Reciclaje de Residuo Plástico procedente de cables eléctricos* propone reutilizar la cobertura de cables eléctricos que están en desuso o deteriorados; especialmente se observa que considera el cable coaxial, y el residuo que se deriva de la parte aislante dieléctrica de los cables eléctricos. Harivongs concluye que, con la mezcla del residuo ® y el PVC, las mezclas fueron obtenidas a través de rodillos que son mezcladores, y que poseen un menor grado de mezclado que el de la extrusión, pero aseguró que no degradan al PVC. También

aseguró que las mezclas tienen propiedades mucho mejores que las del Residuo. El aumento del porcentaje de Residuo en la matriz de PVC afecta rápidamente las propiedades: con sólo 15% de R, se produce una caída de 58 % de  $\sigma_{max}$  y 69 % de  $\epsilon_{max}$  con respecto al PVC. Al aumentar el porcentaje de Residuo, las propiedades mecánicas disminuyen. Las superficies de rompimiento después de la tensión muestran que el tipo de deformación es elástica, aunque se obtiene mejores resultados que con el Residuo, las propiedades mecánicas referente a la tracción continúan siendo bajas para cualquier porcentaje aplicado en tracción (p. 78).<sup>8</sup>

(Patil, 2014) en el artículo denominado "*Innovative techniques of waste plastic used in concrete mixture*" dentro de la revista "International Journal of Research in Engineering and Technology" realiza una investigación acerca del reciclaje de plástico en la mezcla de concreto reemplazando el agregado por este nuevo material; en esta investigación concluye que la prueba realizada en materiales como cemento, arena, agregado convencional con todos los resultados dentro límite permitido según los códigos IS.

La mezcla de hormigón modificada, con adición de plástico, el cual reemplaza al agregado convencional hasta cierto 20% otorga fuerza de compresión dentro del límite permisible. El hormigón modificado fundido con agregado de plástico como parcial el reemplazo del agregado grueso en un 10 podría satisfacer los códigos IS. La densidad del hormigón se reduce después del 20% de reemplazo de agregados gruesos en un concreto.<sup>9</sup>

(Tanskanen, 2013) en el artículo "*Management and recycling of electronic waste*" publicado en la revista *Acta materialia* confirmó que los residuos de equipos eléctricos y electrónicos (RAEE) son uno de los mayores flujos de residuos en crecimiento a nivel mundial. Por lo tanto, para un medio ambiente sostenible y la recuperación económica de material valioso para su reutilización, el reciclaje eficiente de la chatarra electrónica se ha vuelto indispensable, y aún debe considerarse como un desafío importante para

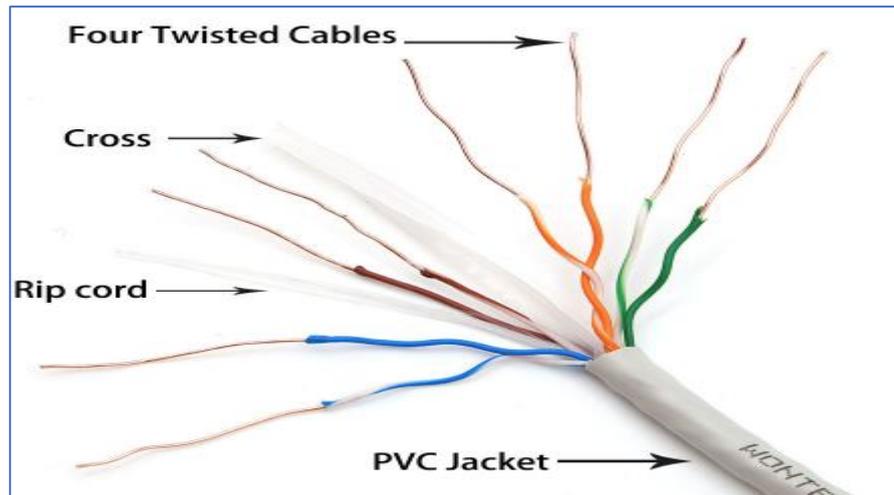
la sociedad actual. A diferencia del reciclado bien establecido de chatarra metálica, es mucho más complicado reciclar productos electrónicos que han llegado ya al fin de su vida útil debido a que contienen muchos tipos diferentes de tipos de materiales integrados entre sí. Como se ilustra principalmente para el reciclaje de teléfonos móviles, el reciclaje eficiente de RAEE no es solo un desafío para la industria del reciclaje; También es a menudo una cuestión de infraestructuras de recolección aún insuficientes y eficiencias de recolección deficientes, y una considerable falta de conciencia del consumidor sobre el potencial del reciclaje de productos electrónicos para el beneficio del medio ambiente, así como para el ahorro en energía y materias primas.<sup>10</sup>

## 2.1 Cable de par trenzado

Moncayo y Riofrio comentaron que:

“UTP o Unshielded 21ase do pair (en español “par trenzado no blindado”) es una clase de cable de cobre trenzado que no se presenta una capa de blindaje en el cobre y que principalmente se utiliza para transmisión de datos y comunicaciones. Está normalizado dentro de la norma americana TIA/EIA-568-B y a la internacional ISO/IEC 11801. Los cables UTP, al ser a base de cobre, presentan un alcance de 100 metros.” [11]

El cable UTP es el que se utiliza en la Operadora local de Telecomunicaciones en la cual se está desarrollando esta investigación con la finalidad de conectar equipos de comunicaciones de acceso con CPE's (customer personal equipment) en español es equipamiento del cliente, el cual se encuentra ubicado y en la mayoría de los casos es propiedad del cliente corporativo final. Al ser este un quipo corporativo propiedad del cliente, en la mayor parte de los casos no cuenta con un puerto óptico, sino que solo con uno eléctrico, por tal motivo es que se emplea en estos casos el cable UTP que acompañado de un conector RJ-45 permite la conexión en modo eléctrico con el cliente.



*Figura 1. Unshielded Twisted Pair - Sztaiyue*

Las categorías que actualmente se utilizan son:

Actualmente existen diversas categorías de cables de par trenzado sin apantallar, cada una tiene propiedades que la hacen ideales para diversos protocolos y tipos de redes en los que serán utilizados. Estas categorías se mencionan en la siguiente tabla, indicando para cada una su principal característica.

**Tabla 1.** *Categorías de cable UTP*

Tipo	Características
Categoría 5	Esta categoría utiliza un cable UTP que puede transmitir datos hasta 100 Mbps y su ancho de banda es de 100MHz, la aplicabilidad de este cable que es usado en estructuras de red para pymes.
Categoría 5e	Es similar que el cable categoría 5, la diferencia radica que debe cumplir especificaciones tales como una atenuación al radio crosstalk de 10 dB a 155 Mhz y 4 pares para la comprobación del Power Sum NEXT.
Categoría 6	Actualmente definido en TIA/EIA-568-B. Usado en redes gigabit ethernet (1000 Mbit/s). Diseñado para transmisión a frecuencias de hasta 250 MHz. Cumple con las siguientes especificaciones (en la norma TIA/EIA a 200 MHz) [...].
Categoría 6a	Actualmente definido en TIA/EIA-568-B. Usado en redes 10 gigabit Ethernet (10000 Mbit/s). Diseñado para transmisión a frecuencias de hasta 500 MHz.
Categoría 7	Cable aun no normalizado, alcanza un ancho de banda hasta 600 MHz. Se trata de un cable U/FTP (sin blindaje) de 4 pares, las posibles aplicaciones son para telefonía, televisión por cable y Ethernet 1000BASE-T en el mismo cable.
Categoría 7a	Caracterización para cable de 1000 MHz según la norma internacional ISO-11801 Ad-1 de 2008 Usado en redes 10 gigabit Ethernet y futuras comunicaciones de mayor velocidad de transmisión de datos.

Fuente: Elaboración Propia

## 2.2 Redes subterráneas

La canalización que se realiza entre dos cámaras se llevará a cabo de manera que sea lo más derecho posible y la pendiente en el tramo o desde el punto más alto hacia las cámaras no será menor al 0.15%. Toda excavación será practicada a cielo abierto, se dejará al descubierto los elementos correspondientes a otros servicios que se encuentren por la zona (agua, luz, gas, etc) y tomando las medidas a fin de preservarlos de daños que puedan desarrollarse.<sup>12</sup>

Con respecto al Relleno y Compactación del Reglamento de PEXT de América Móvil La compactación y relleno alrededor de los ductos se realizará en forma manual.

El relleno se habilitará con arena de calidad hasta llegar a una altura de 0.10 metros por la parte superior del conducto más alto; este relleno se

realizará en forma uniforme a lo largo de los ductos y hacia los dos lados, con el fin de evitar su desvío.

La capa de arriba de relleno se realizará con material obtenido de excavación, seleccionado previamente (sin presencia de materiales de origen orgánico ni restos de concreto endurecido), capa que cada 20 cm. De espesor se le impregnará con un contenido óptimo de humedad, para proceder a su compactación empleando planchas con vibración.

La capa final de relleno se realizará con material granulado, su procedencia será de cantera y compactado totalmente, los espesores de esta capa serán 20, ó 10 cm.; según la superficie sea pista de asfalto y/o concreto ó vereda.

Respecto a la reposición de pavimentos, se indica que La reconstrucción de los acabados de pistas, veredas, la reposición será de acuerdo a la bruña existente si el ancho de la vereda es más de un metro, jardines e ingresos a edificios deben quedar en condiciones iguales o mejores que las originales.

Las reposiciones se harán con las siguientes características:

- Concreto de pistas: resistencia a la compresión de 210 Kg/cm<sup>2</sup>, espesor = 0.20 m
- Concreto de veredas: resistencia a la compresión de 175 Kg/cm<sup>2</sup>, espesor = 0.10 m
- Asfalto de pistas: asfalto en caliente, espesor = 0.05 m

Cuando se trate de pavimentos mixtos concreto – asfalto, los espesores serán de 0.20 m y 0.05 m respectivamente.

La reposición se efectuará de acuerdo a lo indicado en las Ordenanzas Municipales, Normas ITINTEC 339.116, sobre rehabilitación de pavimentos urbano Los residuos que sobren del trabajo de excavación, relleno y reposición, se evacuarán del lugar del trabajo en cuanto se termine la actividad, terminada la reposición.<sup>13</sup>

### **2.3 Normativa en canalizaciones de comunicaciones**

“La implementación, así como el diseño de la infraestructura de comunicaciones en edificaciones que se encuentran dentro de la rama de las telecomunicaciones [...]; deben regirse a las normas específicas del sector que aprobará el Ministerio de Transportes y Comunicaciones.” [14]

Esto es muy importante ya que las operadoras de telecomunicaciones, como en este caso de estudio, cuentan con procedimientos de construcción de canalizaciones compatibles con la Norma vigente nacional; como por ejemplo la resistencia del concreto que se emplea en las canalizaciones para cables de fibra óptica.

Dentro de las Normas de Ejecución de PEXT de AMOV Perú se indica las consideraciones que se deben tomar en cuanto a la realización de canalizaciones; para comenzar cualquier actividad de obra es necesario conocer la información técnica indicada en los planos de diseño y la secuencia en que debe ejecutarse. Asimismo, mismo se debe contar con los permisos municipales respectivos para el comienzo de los trabajos y la clausura temporal de la vía pública.

### **2.4 Servicios Corporativos en Operadora local de Telecomunicaciones**

Los servicios corporativos son los que se brindan a empresas multinacionales en la mayoría de casos, las cuales requieren interconectar sus diferentes sedes a nivel nacional e internacional; por lo que requieren de una empresa operadora de telecomunicaciones para que a través de su infraestructura puedan conectarse al otro extremo del país o del mundo.

Lo que usualmente se requiere en la parte del cliente es la habilitación de la última milla; lo cual consiste en llegar desde el punto de presencia de la operadora más cercano al cliente final hacia las instalaciones de este último a través de diferentes maneras de ingreso; en este caso se aplicará la

canalización, debido a que es más seguro para el cliente final y es lo recomendable y hasta obligatorio por imposición municipal.

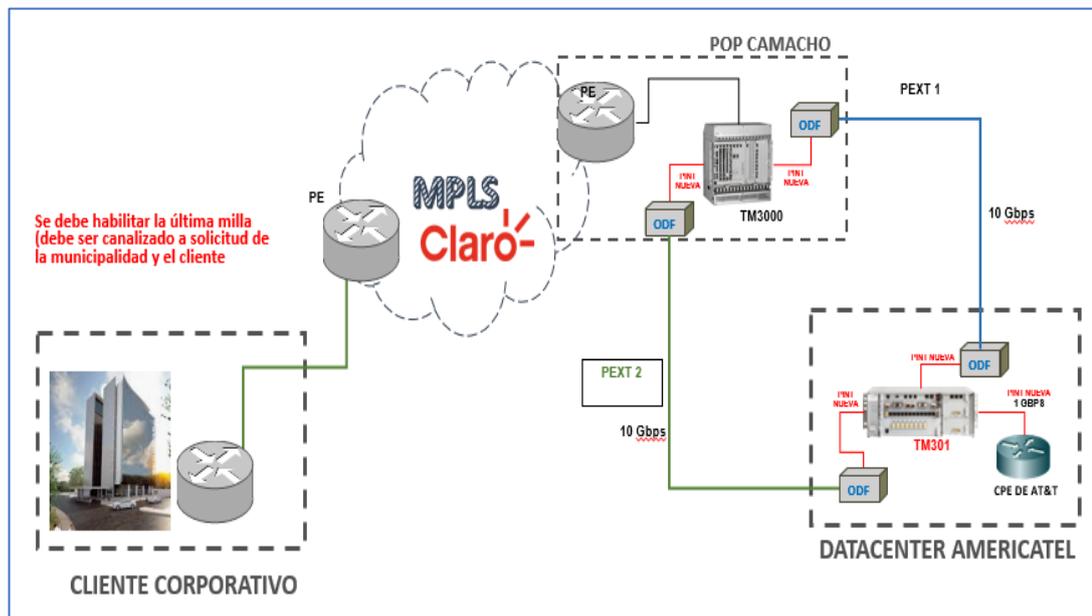


Figura 2. Solución Carrier Ethernet AT&T

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1 Diseño de la Investigación

##### 3.1.1 Método: Científico

En el Método Científico se tiene la definición de la toma de los datos considerados verídicos como un requisito básico en una investigación científica.<sup>15</sup>

El método científico consiste en la aplicación de una sucesión de pasos lógicos universales que avalan que la información obtenida sea de calidad. Los pasos consisten, en primer lugar, plantear el problema, para luego realizar la formulación de hipótesis, plantear un diseño metodológico, obtener y discutir los resultados, concluir y recomendar.

Se tomó el método científico en este proyecto de investigación, para llegar a una conclusión y recomendar sobre las hipótesis planteadas.

(Castán, 2014, p.1) Nos indica que:

“De acuerdo al Oxford English Dictionary, el método científico consiste en un procedimiento o método de secuencia de pasos que ha identificado a la ciencia natural desde el año 1800, que se trata de la observación a nivel sistemático, medida y experimentación, y la formulación, análisis y alteración de las hipótesis.” [16]

Se entiende que el método científico ayuda a organizar nuestras capacidades de pensamiento, descubrir la verdad, las leyes que factibilicen ponerlas a prueba y demostrarlas, con el fin de transformar la realidad por medio de la práctica científica.

### **3.1.2 Tipo de investigación**

(Valderrama Mendoza, 2007, p. 29) indica que: “*La investigación aplicada busca conocer para crear, para construir para proceder, para cambiar; le inquieta la aplicación inmediata sobre una realidad concreta*” <sup>17</sup>

Se establece que para el siguiente proyecto el tipo de investigación es aplicada, puesto que en este se realizaran estudios experimentales para analizar y dar conclusiones a los problemas planteados.

### **3.1.3 Nivel de investigación**

Por lo establecido al inicio de esta investigación, se determinó que el nivel de investigación de este trabajo es Descriptiva – Explicativa, porque se relacionan dos o más variables y porque muy aparte de explicar los resultados de la investigación se dará a conocer las características de los materiales y escenarios que intervienen en este proyecto.

(Hernández, Fernández y Baptista, 2003, pág.58) comenta que La principal característica los estudios explicativos es comprender por qué ocurre un fenómeno y en qué situaciones se constituye, también porqué dos o más variables, una dependiente de otra en la mayoría de casos, se relacionan entre sí. <sup>18</sup>

El nivel explicativo describe los hechos basándose en relaciones causa efecto, las cuales brindarán resultados óptimos para un nivel correcto de

conocimientos. Por estas razones es que se tomó la decisión de emplear el tipo de investigación aplicada en este proyecto de investigación.

#### **3.1.4 Diseño de investigación**

(Pino Gotuzzo, 2007, p. 187) indica que:

“El diseño de investigación experimental, es la manipulación explícita de una, dos o más variables, que actúan como causas (variable independiente) para hallar sus efectos sobre la otra u otras variables dependientes siguiendo un parámetro de control que realizará el investigador.” [19]

En este tipo de investigación, el diseño de investigación es experimental, ya que se va a manipular mi variable independiente que es el cable de par trenzado UTP en porcentajes, con el fin que modifique mi variable dependiente que viene a ser el concreto para canalizaciones.

### **3.2 Variables, Operacionalización**

#### **3.2.1 Variable 1:**

- Cables de par trenzado = Variable Independiente

#### **3.2.2 Variable 2:**

- Concreto a emplearse en canalizaciones de fibra óptica = Variable Dependiente

### **3.3 Población y Muestra**

La unidad de análisis en esta investigación está representada por el concreto que se emplea en las canalizaciones de fibra óptica para clientes corporativos; el cual se elabora siempre que se realiza una nueva conexión a un cliente corporativo final. Últimamente este tipo de entrega de servicio canalizada es la que más se solicita, ya que se tiene protección del cable de fibra y es estético ya que todo va canalizado bajo suelo.

### 3.3.1 Población

(Ventura León, 2017) Define que: “La población es la unión de elementos de características similares que contienen características que se requieren investigar. Por tal motivo, entre la población y muestra la relación se da de tal manera que sea de lo particular a lo general, por lo tanto, estableciéndose que la parte observada (en este caso la muestra) sea obtenida y que represente a la realidad, en este caso la población; para de esa forma garantizar conclusiones correctas extraídas en el estudio.” [20]

La población está constituida por todos los cables de par trenzado existentes en las operadoras locales de telecomunicaciones de Lima; para esta investigación el material nuevo será el cable UTP, del cual se utilizará toda su composición.

### 3.3.2 Muestra

(Ñaupas et al, 2014, p. 246) sostienen que:” *La muestra es el subconjunto, o parte de la población seleccionada, esta representa al universo*” [21]

La muestra es una parte de la población, la cual consiste en las mejores probetas cilíndricas y prismáticas obtenidas de la totalidad de muestras elaboradas con el cable UTP añadido; esta está establecida por los objetivos que se plantean en la presente investigación, que estos vienen a ser la determinación de 3 ensayos los cuales son:

- Ensayo de Resistencia para determinar la resistencia a la compresión de las probetas elaboradas a base del concreto con el elemento adicional, en este caso el cable de par trenzado UTP.
- Ensayo de Abrams para determinar la trabajabilidad de la mezcla del concreto con el elemento adicional, en este caso el cable de par trenzado UTP.
- Ensayo de Flexión para determinar el nivel de resistencia a la flexión de la mezcla del concreto con el elemento adicional, en este caso el cable de par trenzado UTP.

La muestra para el ensayo de compresión será la elaboración de 48 probetas en total, las cuales se desarrollarán de la siguiente manera.

Dos probetas para cada porcentaje que se añadirá de cable UTP a la mezcla de concreto y para cada tiempo de rotura, los cuales serán a los 7, 14 y 28 días. Esto hace un total de 24 probetas para compresión y la misma cantidad para el ensayo de flexión. En total conformando la totalidad de 48 probetas.

### **3.3.3 Muestreo**

#### **Tipo de Muestreo**

(Alperin, 2014) afirma que: “El muestreo es el método que se utiliza para seleccionar los mecanismos de la muestra total de la población” [22]

El tipo de muestreo es no probabilístico porque en esta investigación se estableció el número de muestras para hacer ensayadas y las que se escogieron para probarlas y determinar sus características.

### **3.4 Técnicas e Instrumentos de Recolección de datos, validez y confiabilidad**

#### **3.4.1 Técnica de Recolección de Datos**

Torres comentó que en la recolección de los datos en una investigación de carácter científico se procede particularmente por observación, encuestas o entrevistas a los sujetos de estudio y por experimentación.<sup>23</sup>

Para obtener los resultados obtenidos en el campo se analizarán los estudios de los agregados y del aditivo, en este caso es el cable UTP; una vez realizada la aplicación se podrá efectuar el análisis obtenido de la mezcla conjunta y obtener resultados concretos. La técnica de la investigación a realizar será el análisis documental; este análisis será de las tesis de investigación y expedientes técnicos de obra, vale

decir que se interpolarán los resultados de los ensayos en laboratorio válidos en pro a la obtención de nuevos resultados.

### **3.4.2 Instrumentos de Recolección de Datos**

- o Formatos de Laboratorio
- o Fichas técnicas
- o Tesis e investigaciones precedentes.

Para esta investigación los instrumentos para recolectar o conseguir de manera adecuada los datos serán primordialmente los ensayos de laboratorio, los cuales brindarán información acerca de la compresión, la flexión y el asentamiento del concreto que se está estudiando, es decir, con el cable UTP incorporado. Adicional a ello se tiene como instrumento las fichas técnicas, los formatos, la maquinaria de laboratorio, las balanzas, los moldes, computadoras, hojas de cálculo, etc.

### **3.4.3 Validez y confiabilidad**

La confiabilidad de esta investigación será demostrada mediante los certificados de calibración de los instrumentos a utilizar en los ensayos de laboratorio; estos certificados serán vigentes y validados por personal calificado y mediante la firma del Jefe de Laboratorio, quien es una persona, técnico o ingeniero conocedor del tema de investigación.

Al mismo tiempo la validez será demostrada mediante la firma de expertos en la materia de los formatos de ensayos que se utilizarán en todo el proceso de la investigación. Estos expertos deberán ser ingenieros conocedores del tema y debidamente formalizados por el Colegio de Ingenieros del Perú.

Esta validez será demostrada mediante la certificación del equipamiento de laboratorio acompañada de la firma del ingeniero a cargo del Laboratorio.

### 3.5 Métodos de Análisis de Datos

Con respecto al Análisis de Datos en esta investigación se tomarán en consideración los resultados y conclusiones a base de estos que se obtienen en las investigaciones que se han considerado como referencias; esto para que cuando se obtenga los resultados propios se comparen con los resultados de la referencia; de esta manera se debate si hay discrepancias entre estos y se analizan los factores involucrados a lo largo de todo el proceso.

De esta manera se analiza de manera correcta la información que se obtiene de esta investigación, teniendo como base la información de investigaciones anteriores.

**Tabla 2.** *Tabla de Ensayos*

N° de Ensayo	Nombre del Ensayo	Duración (días)	Proceso	Cantidad de ensayos
1	Granulométrico	2	Se analizará la muestra de agregados. El objetivo de este	1
2	De compresión	40	Se elaborarán probetas y se dejará fraguar hasta 28 días para luego romperlas. El objetivo es conocer la resistencia a la compresión de las muestras elaboradas.	24
3	De Viga - Flexión	40	Se elaborarán probetas prismáticas y se dejará fraguar hasta 28 días para luego romperlas. El objetivo es conocer la resistencia a la flexión de las muestras elaboradas.	24
4	De consistencia	3	Se desarrollará el ensayo de Slump con el cono de Abrams. El objetivo del ensayo es calcular la trabajabilidad de la mezcla patrón y la que contiene el material agregado.	5

Fuente: Propia

### 3.6 Aspectos Éticos

El aspecto ético se toma en consideración a fondo en esta investigación, debido a que se respeta cada resultado obtenido y cada proporción que

se indica se realizará; por esta razón es que los resultados que arroje esta investigación serán válidos y obtenidos conforme a lo indicado en el ingreso de información.

De igual manera se tiene el compromiso ético por parte del laboratorio donde se llevarán a cabo los ensayos mencionados; garantizando la validez de los resultados.

En referencia al ámbito de trabajo, se comenta de ética profesional y que puede aparecer mencionada y largamente estudiada en los códigos deontológicos que controlan toda actividad y conjunto de procedimientos que se dan a nivel profesional a lo largo de la carrera de los profesionales. La deontología es parte de lo que conocemos como ética normativa y tiene ciertos principios y reglas de obligatorio cumplimiento. Se considera en esta investigación la normativa ISO 690 – 2010.

#### IV. RESULTADOS

##### 4.1 Ubicación Geográfica:

Esta investigación se llevó a cabo en una operadora local de telecomunicaciones ubicada en Av. Nicolás Arriola N° 480 – La Victoria – Lima, como se muestra en la figura siguiente de Google Maps.

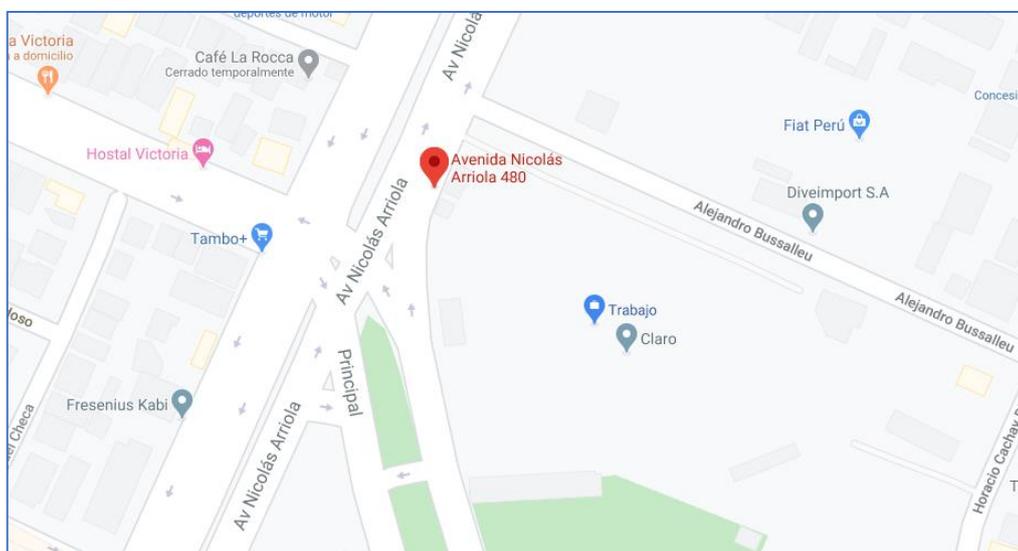


Figura N° 3: Ubicación de la zona en Google Maps



Figura N° 4: Ubicación de la zona en Google Earth

#### 4.2 Trabajo de obtención de datos

En la época de emergencia sanitaria de Febrero 2020 a Julio 2020 que nos tocó vivir, donde el Sars Cov 2 ocasionó una pandemia a nivel global, no se podía salir de los domicilios porque se decretó la inmovilización domiciliaria, estaba prohibido el transporte en bus local e interprovincial y los laboratorios de Suelos y Concreto se mantuvieron cerrados; el mejor método de recolección de la información de los datos para elaborar el Desarrollo del Proyecto de Investigación fue mediante la técnica del Análisis Documental.

Método que dio la oportunidad de obtener datos mediante el acceso a la información de los ensayos realizados de las tesis presentes en los repositorios de las Universidades que contaban con la carrera de Ingeniería Civil a nivel nacional e internacional, así como también obtener teoría y resultados de los Artículos Científicos los cuales se encontraban en las páginas web de las revistas de investigación científica digitales.

#### 4.3 Trabajo de Laboratorio

Las Tablas y Figuras Bases de los ensayos de resistencia a la compresión, flexión y trabajabilidad de concreto que se muestran a continuación fueron obtenidas por medio del análisis documental a los ensayos practicados y presentes en la Investigación de Manatkar, Pravin (2015)<sup>24</sup> en su artículo titulado *Use of non-metallic e-waste as a coarse aggregate in a concrete* y Ashwini, Manjunath (2016) en su artículo titulado *Partial replacement of e-plastic waste as coarse-aggregate in concrete*<sup>25</sup> con la finalidad de obtener nuevos resultados técnico – ambientales en Ingeniería Civil de la International Journal of Research in Engineering and Technology realizado en la ciudad de Maharashtra – India.

### 4.3.1 Resistencia a la Compresión

Los datos de la resistencia a la compresión fueron obtenidos mediante el Compressive Testing Machine, de tal manera que se obtuvo la característica de resistencia del concreto patrón al obtenerse el punto de quiebre de la probeta con 0% de agregado externo, según la Tabla 3.

Tabla N° 3: Resistencia a la Compresión

% de reemplazo	Resistencia a la compresión (N/mm <sup>2</sup> ) a 7 días	Resistencia a la compresión (Kg/cm <sup>2</sup> ) a 7 días	Resistencia a la compresión (N/mm <sup>2</sup> ) a 14 días	Resistencia a la compresión (Kg/cm <sup>2</sup> ) a 14 días	Resistencia a la compresión (N/mm <sup>2</sup> ) a 28 días	Resistencia a la compresión (Kg/cm <sup>2</sup> ) a 28 días
0%	16.96	172.96	22.1	225.37	24.98	254.74
5%	16.11	164.29	21	214.16	23.26	237.20
10%	13.88	141.55	19.86	202.53	21.73	221.60
15%	11.54	117.68	15.22	155.21	17.78	181.32
20%	10.24	104.43	14.08	143.59	15.22	155.21

Interpolando

La interpolación se define como un método de obtención de nuevos datos de acuerdo a datos conocidos, de esta manera se puede completar puntos en una ecuación lineal. Ante ello, insertamos nuestros datos dentro del intervalo donde conocemos los valores ya experimentados, para obtener los nuevos resultados, toda vez que, se asemejan en tipo de material, aditivos y porcentajes de la presente investigación.<sup>26</sup>

$$y = y_0 + (x - x_0) \frac{y_1 - y_0}{x_1 - x_0} = \frac{y_0(x_1 - x) + y_1(x - x_0)}{x_1 - x_0}$$

Tabla N° 4: Resistencia a la Compresión – Interpolación

% de reemplazo	Resistencia a la compresión (N/mm <sup>2</sup> ) a 7 días	Resistencia a la compresión (Kg/cm <sup>2</sup> ) a 7 días	Resistencia a la compresión (N/mm <sup>2</sup> ) a 14 días	Resistencia a la compresión (Kg/cm <sup>2</sup> ) a 14 días	Resistencia a la compresión (N/mm <sup>2</sup> ) a 28 días	Resistencia a la compresión (Kg/cm <sup>2</sup> ) a 28 días
0%	16.96	172.96	22.1	225.37	24.98	254.74
5%	16.11	164.29	21	214.16	23.26	237.20
10%	13.88	141.55	19.86	202.53	21.73	221.60
11%	13.412	136.77	18.932	193.07	20.94	<b>213.54</b>
12%	12.944	132.00	18.004	183.60	20.15	<b>205.49</b>
15%	11.54	117.68	15.22	155.21	17.78	181.32
20%	10.24	104.43	14.08	143.59	15.22	155.21

Se obtuvo como resultado una nueva ficha de registro de datos para la presente tesis de investigación, en base a los distintos porcentajes del cable de par trenzado, considerado plástico electrónico, que al sustituirse en diversos porcentajes por el agregado grueso dieron nuevos resultados dentro de los valores proyectados.

#### 4.3.2 Resultados de Ensayo de Flexión del concreto

Tabla N° 5: Resistencia a la Flexión

% de reemplazo	Resistencia a la compresión (N/mm <sup>2</sup> ) a 7 días	Resistencia a la compresión (Kg/cm <sup>2</sup> ) a 7 días	Resistencia a la compresión (N/mm <sup>2</sup> ) a 14 días	Resistencia a la compresión (Kg/cm <sup>2</sup> ) a 14 días	Resistencia a la compresión (N/mm <sup>2</sup> ) a 28 días	Resistencia a la compresión (Kg/cm <sup>2</sup> ) a 28 días
Plástico electrónico						
0%	1.5	15.30	3	30.59	4.35	44.36
10%	1.2	12.24	2.9	29.57	4.4	44.87
20%	1	10.20	2	20.40	4.3	43.85
30%	0.75	7.65	1.25	12.75	2.5	25.49

De igual manera a la interpolación realizada para el ensayo de compresión del concreto, se realiza el análisis de datos para el ensayo de flexión al concreto con los porcentajes de esta investigación, los cuales son 5%, 11%, 12% y 20%. De tal manera que se obtienen los siguientes valores.

Tabla N° 6: Resistencia a la Flexión – Interpolación

% de reemplazo	Resistencia a la Flexión (N/mm <sup>2</sup> ) a 7 días	Resistencia a la Flexión (Kg/cm <sup>2</sup> ) a 7 días	Resistencia a la Flexión (N/mm <sup>2</sup> ) a 14 días	Resistencia a la Flexión (Kg/cm <sup>2</sup> ) a 14 días	Resistencia a la Flexión (N/mm <sup>2</sup> ) a 28 días	Resistencia a la Flexión (Kg/cm <sup>2</sup> ) a 28 días
Plástico electrónico						
0%	1.5	15.30	3	30.59	4.35	44.36
5%	1.35	13.77	2.95	30.08	4.375	44.62
10%	1.2	12.24	2.9	29.57	4.4	44.87
11%	1.18	12.03	2.81	28.66	4.39	44.77
12%	1.16	11.83	2.72	27.74	4.38	44.67
20%	1	10.20	2	20.40	4.3	43.85
25%	0.875	8.92	1.625	16.57	3.4	34.67
30%	0.75	7.65	1.25	12.75	2.5	25.49

Tomando en consideración las tablas mostradas, se procedió a realizar un gráfico de barras donde se aprecia la variación que se obtuvo sustituyendo en porcentajes de cables de par trenzado (plástico electrónico) con respecto a la

resistencia a la compresión del concreto: A continuación, la siguiente figura muestra las resistencias con los porcentajes 0%, 5%, 11%, 12% y 20%. Donde Serie 1 corresponde a 0%, Serie 2 a 5% y así respectivamente.

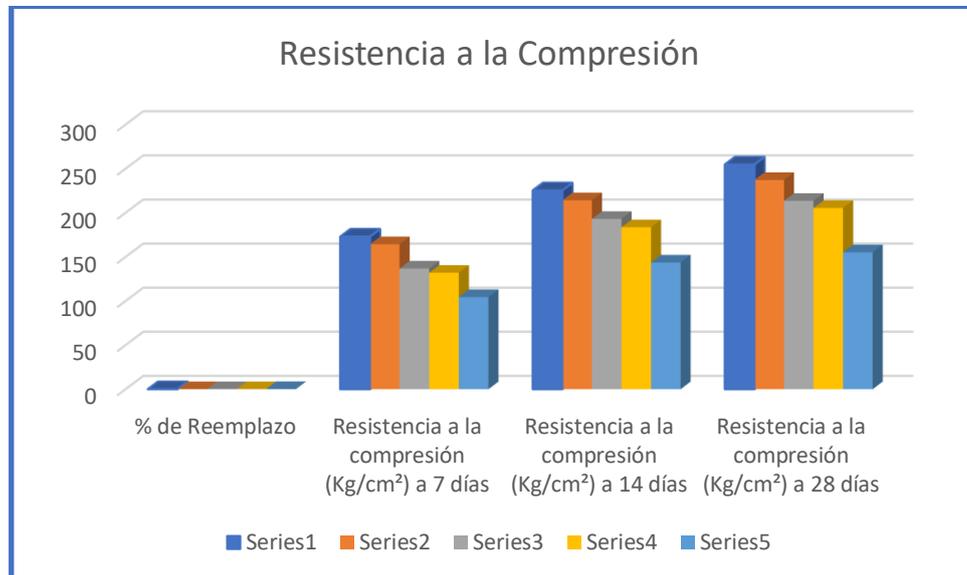


Figura N° 5: Resumen de la variación de la Resistencia a la Compresión

Con respecto al ensayo de Resistencia a la flexión en el concreto trabajado, se procedió a realizar un gráfico de barras donde se aprecia la variación que se obtuvo sustituyendo en porcentajes de cables de par trenzado (plástico electrónico) con respecto a la resistencia a la flexión del concreto: A continuación, la siguiente figura muestra las resistencias con los porcentajes 0%, 5%, 11%, 12% y 20%. Donde Serie 1 corresponde a 0%, Serie 2 a 5% y así respectivamente.

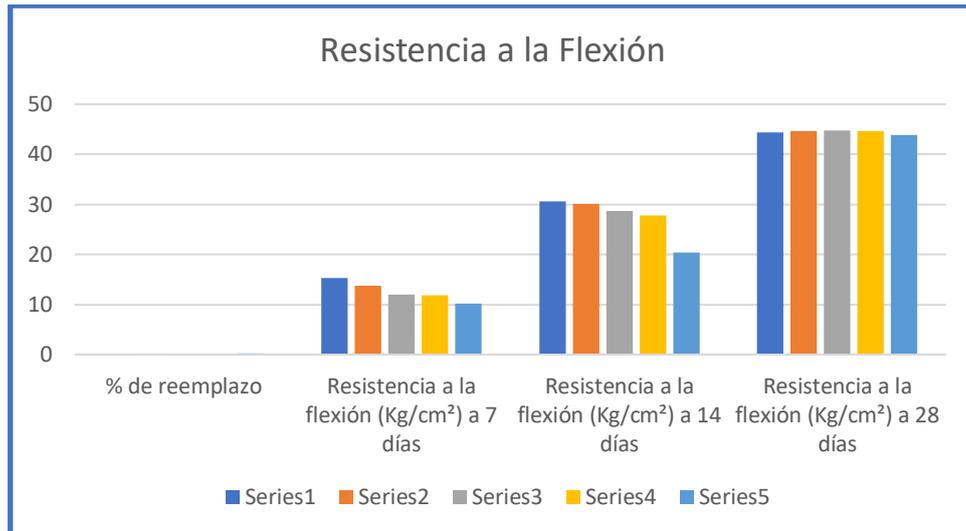


Figura N° 6: Resumen de la variación de la Resistencia a la Flexión

### 4.3.3 Trabajabilidad del concreto

Con respecto al Slump se tiene que, según argumenta Ashwini, M. la trabajabilidad del concreto es alta hasta un 10% de reemplazo del plástico electrónico por el agregado grueso.

Tabla N° 7: Slump Test

% de reemplazo	Slump en mm	Trabajabilidad
Plástico electrónico		
0%	128	Alta
10%	114	Alta
20%	90	Intermedia
30%	75	Intermedia

En la siguiente tabla se detallan los valores obtenidos a través del Slump – test con los porcentajes de esta investigación mediante el método de la interpolación, por lo que se obtuvieron valores dentro del rango de porcentajes ya experimentados e indicados en la tabla precedente.

Tabla N° 8: Slump Test – Interpolación

% de Reemplazo	0%	5%	11%	12%	20%
Slump en mm	128	121	111.60	109.20	90

De acuerdo a la tabla de valores de trabajabilidad del concreto con el aditivo sustituido en diferentes porcentajes se obtuvo el siguiente gráfico.

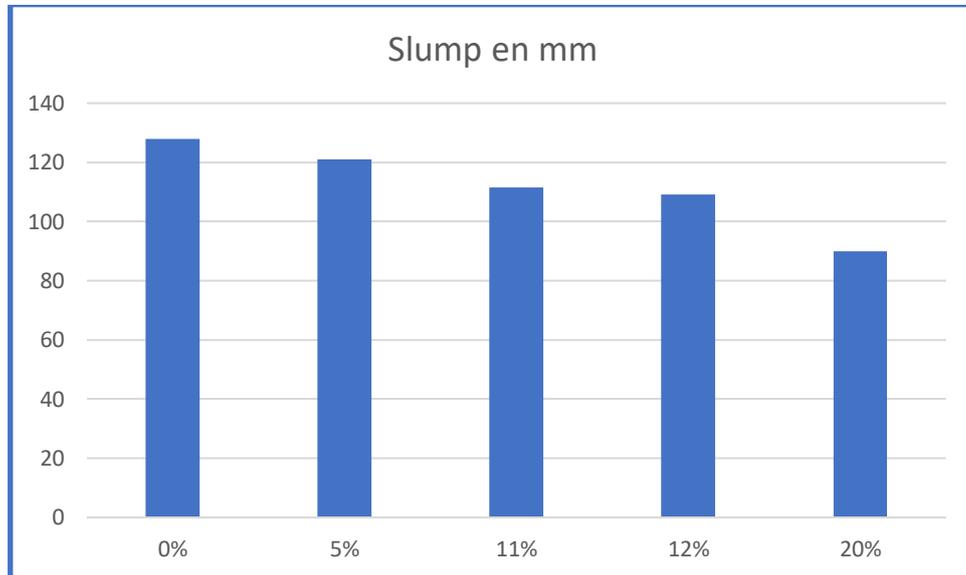


Figura N° 7: Resumen de la variación de la Trabajabilidad

#### 4.3.4 Costo en la elaboración del concreto

##### 4.3.4.1 Concreto Patrón

El costo de la elaboración del concreto patrón, según el APU que maneja el área de Planta Externa de Amov Perú para canalizaciones de fibra óptica, es de S/ 329.50 soles por metro cúbico; el cual, después de 28 días, resulta una resistencia de 254.74 kg/cm<sup>2</sup>. Cabe resaltar que el diseño de este concreto es un diseño convencional f'c 210 kg/cm<sup>2</sup> según el dimensionamiento de los materiales.

Tabla N° 9: Costos del Concreto Patrón

17.07.20 Concreto Diseño F'c =210 kg/cm <sup>2</sup> – Resistencia Compresión 28 Días: 254.74 kg/cm <sup>2</sup>						
m3/DIA	MO.	25.0000	EQ.	25.0000	Costo unitario directo por: m3 329.50	
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
<b>Mano de Obra</b>						
CAPATAZ	hh	1.0000	0.3200	22.95	7.35	
OPERARIO	hh	1.0000	0.3200	20.99	6.72	
OFICIAL	hh	2.0000	0.6400	17.49	11.19	
PEON	hh	8.0000	2.5600	15.79	40.42	

					<b>65.67</b>
<b>Materiales</b>					
CEMENTO TIPO I 42.5 Kg	bls	9.4353	20.00	188.71	
ARENA GRUESA	m3	0.5323	40.00	21.29	
PIEDRA 3/4"	m3	0.5901	50.00	29.50	
AGUA POTABLE	Lt	232.0000	0.03	5.80	
					<b>245.30</b>
<b>Equipos</b>					
MEZCLADORA 11 P3		0.8000	8.75	7.00	
VIBRADORA 5.5 HP		0.8000	6.25	5.00	
HERRAMIENTAS MANUALES		5.0000	130.43	6.52	
					<b>18.52</b>

#### 4.3.4.2 Concreto con el porcentaje óptimo de reemplazo

Respecto al concreto que cuenta con el porcentaje óptimo de cable de par trenzado, reemplazando al agregado grueso, se obtuvo que al disminuir la cantidad de agregado grueso resultó un costo de S/ 326.25 soles por metro cúbico de concreto

17.07.20 <b>Concreto Diseño f'c 210 kg/cm<sup>2</sup> - Resistencia Compresión 213.54 kg/cm<sup>2</sup></b>						
m3/DIA	MO.	25.0000	EQ.	25.0000	Costo unitario directo por : m3 <b>326.25</b>	
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
<b>Mano de Obra</b>						
CAPATAZ	hh	1.0000	0.3200	22.95	7.35	
OPERARIO	hh	1.0000	0.3200	20.99	6.72	
OFICIAL	hh	2.0000	0.6400	17.49	11.19	
PEON	hh	8.0000	2.5600	15.79	40.42	
					<b>65.67</b>	
<b>Materiales</b>						
CEMENTO TIPO I 42.5 Kg	bls	9.4353	20.00	188.71		
ARENA GRUESA	m3	0.5323	40.00	21.29		
PIEDRA 3/4"	m3	0.5252	50.00	26.26		
AGUA POTABLE	Lt	232.0000	0.03	5.80		
CABLE UTP	kg	91.5200	0.00	0.00		
					<b>242.06</b>	
<b>Equipos</b>						
MEZCLADORA 11 P3		0.8000	8.75	7.00		
VIBRADORA 5.5 HP		0.8000	6.25	5.00		
HERRAMIENTAS MANUALES, GRIMPER		5.0000	130.43	6.52		
					<b>18.52</b>	

## V. DISCUSIÓN

### 5.1 influencia del cable de par trenzado en la Resistencia a la compresión del concreto.

Como antecedente se tiene a Lakshmi, R. quien en el año 2011 desarrolló una investigación en la cual sustituyó parte del agregado grueso por E-waste plastic, lo que en español viene a ser residuos sólidos procedentes de componentes electrónicos, tal cual es el cable de par trenzado de comunicaciones; de esta forma Lakshmi obtuvo resistencias a la compresión en el concreto menores cuando el porcentaje de sustitución del e-waste plastic por el agregado grueso aumentaba, siendo el óptimo porcentaje reemplazo el 12%. De esta forma, en la presente investigación se analizaron porcentajes relacionados a los del antecedente, corroborando sus resultados.

La hipótesis inicial fue la incorporación de cable UTP a la mezcla de concreto a emplearse en canalizaciones de fibra óptica para clientes corporativos influye favorablemente en sus propiedades físicas, vale decir resistencia a la compresión, flexión y trabajabilidad. Por medio del ensayo de Resistencia a la compresión se afirmó la influencia del material electrónico en reemplazo del agregado grueso dentro del concreto, con la característica de que al aumentar el porcentaje de reemplazo la resistencia a la compresión tendió a disminuir y nunca fue mayor a la del concreto patrón, sino que con un 5% de reemplazo se obtuvo una resistencia similar a la del concreto patrón a los 28 días de fraguado, de tal manera que se afirmó que el empleo del cable de par trenzado en la mezcla de concreto no influyó favorablemente debido a que no superó la resistencia a la compresión del concreto patrón de diseño 210 kg/cm<sup>2</sup>.

La problemática consistió en poder responder ¿De qué manera influye la aplicación de diferentes porcentajes de cable UTP en las propiedades mecánicas del concreto a emplearse en canalizaciones de fibra óptica para servicios corporativos en Operadora local – Lima 2019? La cual se puede analizar con los datos del concreto patrón y con los obtenidos al utilizar el cable UTP (41ase don41c 41ase do pair) en el concreto. El concreto patrón tiene un diseño M25, lo que significa que al momento de romper una probeta de ese concreto a los 28 días de fraguado se obtiene una resistencia a la compresión

de aproximadamente 250 kg/cm<sup>2</sup>, en este caso se tiene que la resistencia a la compresión del concreto patrón a los 28 días fue de 254.74 kg/cm<sup>2</sup>. En la medida en que se incorporó el cable UTP en retazos de 10 mm de diámetro a la mezcla de concreto en porcentajes de 5%, 11%, 12% y 20% de reemplazo por el agregado grueso se obtuvieron resistencias a la compresión menores a la del concreto patrón, obteniéndose con un 11% de reemplazo la resistencia dentro del rango de la deseada para la losa de canalizaciones de fibra óptica. Con este 11% de reemplazo se obtuvo una resistencia a la compresión de 213.54 kg/cm<sup>2</sup> con la cual estamos aún dentro de la resistencia solicitada en el Reglamento de Construcción de Planta Externa en referencia a las canalizaciones de fibra óptica, el cual solicita una resistencia a la compresión de 210 kg/cm<sup>2</sup> para las losas de concreto de las canalizaciones. En el caso del reemplazo del 12% del agregado grueso por el cable UTP se obtuvo una resistencia a la compresión de 205.49 kg/cm<sup>2</sup>, la cual es menor a la solicitada en el Reglamento PEXT del lugar de estudio de esta investigación.

Como consideración se toma en cuenta que la zona donde se desarrolló la investigación de Lakshmi es similar a la limeña en clima y accesibilidad del material principal debido a su abundancia. También considerar que en la investigación de referencia solo se tomó en cuenta la resistencia a la compresión, mas no la resistencia a la flexión, la cual se analizó con otra investigación procurando que se mantengan los mismos parámetros de material, clima e hipótesis de investigación.

## **5.2 Influencia del cable de par trenzado en la Resistencia a la flexión del concreto**

Como antecedente se tiene a Ashwini, M. quien en el año 2016 desarrolló una investigación publicada en el *Department of Civil Engineering, Atria Institute of Technology* ubicado en Bangalore, Karnataka, India; la cual tuvo como nombre Partial replacement of E-plastic Waste as Coarse-aggregate in Concret, en la cual reemplazó el agregado grueso por plástico de cables electrónicos en 10, 20 y 30%, sostuvo que los valores de resistencia a la flexión de todos los porcentajes de reemplazo utilizados de residuos de plásticos electrónicos en la mezcla de concreto tienden a disminuir por debajo de los valores del concreto

patrón en todas las etapas de curado. Esto lo atribuye a la disminución de la fuerza adhesiva entre los materiales por lo que el plástico electrónico residual es un material hidrófobo. En la presente investigación se corroboró que los resultados son coherentes a los de la referencia.

De igual manera a la compresión, la hipótesis fue identificar si este material influye favorablemente en la resistencia a la flexión, esto debido a que este concreto se empleará en losas para canalizaciones de fibra óptica, por lo que también debe analizarse esta propiedad del concreto. Se identificó que, en lo que corresponde a la resistencia a la flexión, el cable de par trenzado UTP sí influye favorablemente al concreto; vale mencionar que hasta un cierto porcentaje de sustitución por el agregado grueso.

Al responder ¿De qué manera influye la aplicación de diferentes porcentajes de cable UTP en las propiedades mecánicas del concreto a emplearse en canalizaciones de fibra óptica para servicios corporativos en Operadora local – Lima 2019? En referencia a la resistencia a la flexión del concreto se debe considerar al concreto patrón, el cual presentó una resistencia a la flexión a los 28 días de fraguado de 44.36 kg/cm<sup>2</sup>. Al momento de sustituir el agregado grueso por el cable UTP (plástico electrónico) en los porcentajes indicados en esta investigación se observó que la resistencia a la flexión aumenta hasta un 11% de porcentaje sustituido; sin embargo, al analizar con un 12% de reemplazo nos percatamos que el valor de la resistencia a la flexión empieza a atenuarse. Con el 11% de reemplazo se obtuvo una resistencia a la flexión de 44.77 kg/cm<sup>2</sup> y con el 12% de reemplazo a los 28 días se obtuvo un valor de 44.67% en resistencia a la flexión. De igual manera con el 20% de reemplazo, se obtuvo un valor menor al de 12%, 43.85 kg/cm<sup>2</sup>.

Como consideración se toma en cuenta que la zona donde se desarrolló la investigación es similar a la investigación que se consideró para el análisis de la resistencia a la compresión. También considerar que la investigación de Ashwini solo se tomó en cuenta la resistencia a la flexión, mas no la resistencia a la compresión, debido a que para la compresión analizaron concretos de mayor resistencia a la requerida en esta investigación. Se debe considerar también que el Reglamento de Construcción de Planta Externa de AMOV Perú, el cual es el

lugar donde se llevó a cabo esta investigación, no especifican que se requiera un valor de resistencia a la flexión en el concreto a utilizarse en canalizaciones de fibra óptica, solo contempla el requerimiento de resistencia a la compresión.

### **5.3 Influencia del cable de par trenzado en la Trabajabilidad del concreto**

Como antecedente se tiene a Ashwini, M. quien en el año 2016 desarrolló una investigación publicada en el *Department of Civil Engineering, Atria Institute of Technology* ubicado en Bangalore, Karnataka, India; la cual tuvo como nombre *Partial replacement of E-plastic Waste as Coarse-aggregate in Concret*, en la cual reemplazó el agregado grueso por plástico de cables electrónicos en 10, 20 y 30%, sostiene que la trabajabilidad del concreto al sustituir el plástico electrónico por el agregado grueso tiende a disminuir, esto debido a que al tratarse de un aditivo sólido tiende a espesar la mezcla de concreto. Se corroboró que se obtienen resultados similares en la presente investigación.

De igual manera a la compresión y la flexión, la hipótesis fue identificar si este material influye favorablemente en la trabajabilidad del concreto, esto debido a que este concreto se empleará en losas para canalizaciones de fibra óptica, por lo que debe contar con una trabajabilidad que permita realizar el trabajo de llenado de losa de forma eficiente por el personal de obra. Se identificó que el Slump del concreto tiende a disminuir cuando se el porcentaje de sustitución aumenta, por lo que si se requiere agregar un alto porcentaje de plástico electrónico se debe agregar aditivos plastificantes al concreto. Por lo tanto, este material sustituyente no influye favorablemente en la trabajabilidad del concreto.

Al responder ¿De qué manera influye la aplicación de diferentes porcentajes de cable UTP en las propiedades mecánicas del concreto a emplearse en canalizaciones de fibra óptica para servicios corporativos en Operadora local – Lima 2019? En referencia a la trabajabilidad del concreto, se obtuvo que el concreto patrón tuvo un Slump de 128 milímetros y que al aumentar el porcentaje de reemplazo este valor tiene tendencia de disminución. Con un 5% de reemplazo se obtuvo un Slump de 121 milímetros, con un 11% de reemplazo se obtuvo un Slump de 111.60 milímetros y con un 12% de reemplazo se obtuvo

109.20 milímetros de Slump, lo que demuestra que, a mayor porcentaje de este aditivo sólido, menor es la trabajabilidad del concreto.

Se debe tener como consideración que al tratarse de una losa de 20 cm de espesor en la que se empleará este concreto, se puede manejar un concreto de trabajabilidad media. Considerar también que en el Reglamento PEXT de la zona de estudio no especifica valor alguno de Slump del concreto que se utiliza en canalizaciones de fibra óptica.

#### **5.4 Influencia del porcentaje óptimo del cable de par trenzado en el costo de elaboración de concreto para canalizaciones de fibra óptica**

Como antecedente se tiene los costos que se manejan en la zona de estudio, al ser una empresa de telecomunicaciones, se realizan APUs (análisis de precios unitarios) de la construcción de canalizaciones, reparaciones, tendido de cables aéreos, construcción de estaciones base, etc. En ese caso se considera un APU de elaboración de concreto para la construcción de Canalizaciones de fibra óptica. También como antecedente se considera el costo de operación y mantenimiento de este cable de par trenzado, el cual se encuentra almacenado ocupando espacio, ocasionando un costo de operación recurrente y sobre todo causando un impacto elevado al ambiente.

La hipótesis fue identificar si los porcentajes de reemplazo del cable de par trenzado por el agregado grueso beneficiaban a las propiedades del concreto, lo cual se determinó con el análisis de los resultados de cada porcentaje brindando de esta manera el porcentaje óptimo de reemplazo, que en este caso es el 11% de reemplazo. Con lo que se afirmó que sí se genera un ahorro al utilizar este porcentaje de cables de par trenzado en el concreto.

Ahora, al momento de responder ¿De qué manera influye la aplicación del porcentaje óptimo de cable UTP en los costos de la elaboración del concreto a aplicarse en canalizaciones de F.O. para servicios corporativos en Operadora local – Lima 2019? Se consideró el porcentaje óptimo indicando en el párrafo precedente, el cual es el 11%, por lo que se realizó un APU para el concreto patrón y un APU para el concreto con el porcentaje óptimo de reemplazo. Este porcentaje óptimo influye en el costo debido a que el costo del cable de par

trenzado se tiene a disposición en el lugar de estudio con costo nulo, lo que favorece a la investigación porque se tiene el material al alcance del personal de obra y porque se está disminuyendo el impacto ambiental al utilizar este material almacenado ocasionando un opex recurrente a la empresa. Por lo que se corroboró que se tuvo un ahorro de S/ 3.25 soles por m<sup>3</sup> de concreto utilizando el cable de par trenzado almacenado.

Se debe tener en consideración que el diseño de concreto de 245 kg/cm<sup>2</sup> para obtener una resistencia de aproximadamente 213 kg/cm<sup>2</sup> con un 11% de reemplazo del cable de par trenzado por el agregado grueso es muy similar al concreto de diseño de 210 kg/cm<sup>2</sup>, por lo que los costos del primer y segundo diseño no varía considerablemente. Se calculó también que con un 11% de reemplazo de este material, en 1 m<sup>3</sup> de concreto se utilizan 10 rollos de cable de par trenzado (9.07 kg c/u), por lo que con 30 m<sup>3</sup> de concreto permitió liberar un almacén de este producto; de esta manera poder reducir costos de operación y mantenimiento, y disminuir al impacto ambiental y huella de carbono, un aspecto tan necesario en el tiempo en el que vivimos.

## **VI. CONCLUSIONES**

Se resolvió que el uso de cable UTP como reemplazo del agregado grueso en diferentes porcentajes para formar concreto, aumentó el valor de la resistencia a la flexión utilizando hasta un determinado porcentaje; disminuyó el valor de resistencia a la compresión del concreto sin superar en ningún caso la resistencia a la compresión del concreto patrón, así como también el de trabajabilidad del mismo.

Respecto al ensayo de resistencia a la compresión, el uso del cable de par trenzado UTP en un 5% tuvo un efecto negativo en referencia al valor que se obtuvo en el ensayo de resistencia a la compresión del concreto patrón, el cual fue 254.74 kg/cm<sup>2</sup>; esto debido a que al utilizar este porcentaje se obtuvo una resistencia a la compresión de 237.20. Se corroboró que aún estamos por encima del valor requerido por la Norma del Reglamento Pext Amov Perú, pero no es el porcentaje óptimo de reemplazo.

Respecto al ensayo de resistencia a la flexión, el uso del cable de par trenzado UTP en un 5% tuvo un efecto positivo en referencia al valor que se obtuvo en el

ensayo de resistencia a la flexión del concreto patrón, el cual fue de 44.36 kg/cm<sup>2</sup>; esto debido a que al utilizar este porcentaje se obtuvo una resistencia a la flexión de 44.62 kg/cm<sup>2</sup>.

En referencia a la trabajabilidad se corroboró que al aplicar el 5% de cable de par trenzado en reemplazo del agregado grueso, el concreto perdía plasticidad, resultando un valor de 121 mm. En cuanto al concreto patrón, su Slump fue de 128 mm. Esto sucede debido a que el plástico es un material hidrófobo, el cual inhibe al cemento a aglomerarse con los demás materiales.

Respecto a la resistencia a la compresión se corroboró que se pudo obtener, con un 11% de reemplazo del cable electrónico de par trenzado, un valor de resistencia a la compresión dentro de lo requerido por la Norma del Reglamento Pext del lugar de estudio (Amov Perú), el cual fue de 213.54 kg/cm<sup>2</sup>, con lo que garantiza este parámetro en el concreto en el tiempo.

Respecto al ensayo de resistencia a la flexión, el uso del cable de par trenzado UTP en un 11% tuvo un efecto positivo en referencia al valor que se obtuvo en el ensayo de resistencia a la flexión del concreto patrón, el cual fue de 44.36 kg/cm<sup>2</sup>; esto debido a que al utilizar este porcentaje se obtuvo una resistencia a la flexión de 44.77 kg/cm<sup>2</sup>.

En referencia a la trabajabilidad se corroboró que al aplicar el 11% de cable de par trenzado en reemplazo del agregado grueso, el concreto perdía plasticidad, resultando un valor de Slump de 111.60 mm, el cual representa un 87.19% del valor de trabajabilidad del concreto patrón.

Por estos motivos se concluyó que la aplicación de 11% de cables de par trenzado en sustitución del agregado grueso corresponde al porcentaje óptimo. En cuanto al costo, con el porcentaje óptimo de reemplazo de 11% se pudo obtener un ahorro de S/ 3.25 soles por cada metro cúbico de concreto; y que al utilizar este concreto se pudo liberar un almacén de 300 rollos de cable de par trenzado, de 9.07 kg cada uno, en 500 metros lineales de losa de concreto para canalizaciones de fibra óptica.

Respecto a la resistencia a la compresión, con 12% de reemplazo, se obtuvo un valor de resistencia de 205.49 kg/cm<sup>2</sup>, el cual está por debajo del 210 kg/cm<sup>2</sup> requerido.

En referencia a la resistencia a la flexión se obtuvo un valor de 44.67 kg/cm<sup>2</sup>, el cual representa un 100.7% del obtenido del concreto patrón. Si bien es cierto que es mayor al del concreto patrón, se visualiza que está por debajo del porcentaje óptimo de reemplazo.

En cuanto a la trabajabilidad, el Slump disminuyó en 14.69% en referencia al concreto patrón, obteniéndose un Slump de 109.20 mm. Con este resultado el concreto aún presenta trabajabilidad media, y dado que se aplicará en losas de 20 cm de profundidad no representa inconveniente en su aplicación.

Respecto a la resistencia a la compresión, con 20% de reemplazo, se obtuvo un valor de resistencia de 155.21 kg/cm<sup>2</sup>, el cual está muy por debajo del 210 kg/cm<sup>2</sup> requerido. Por lo que se corroboró que este porcentaje de reemplazo no brinda mejoras en las propiedades físicas del concreto.

En referencia a la resistencia a la flexión se obtuvo un valor de 43.85 kg/cm<sup>2</sup>, el cual representa un 98.85% del obtenido del concreto patrón; manteniendo un valor menor al del patrón, pero aceptable técnicamente.

En cuanto a la trabajabilidad, el Slump disminuyó en 29.69% respecto al concreto patrón, obteniéndose un valor de 90 mm. Con este resultado el concreto presenta trabajabilidad baja por lo que será necesario el uso de aditivos plastificantes.

## **VII. RECOMENDACIONES**

Se recomienda que los parámetros de las referencias, tales como clima, tipo de material a emplearse y proporciones coincidan con los de la presente investigación; de esta forma se llega a obtener valores técnicamente correctos.

Se recomienda utilizar un porcentaje mayor que el 5% del cable de par trenzado en reemplazo del agregado grueso debido a que se obtienen resultados similares al del concreto patrón, pero no en una proporción óptima de uso del material excedente y ahorro en agregado grueso.

Respecto al 11% de reemplazo, se recomienda utilizar este porcentaje debido a que nos brinda óptimos resultados en cuanto a las propiedades indicadas y en cuanto a la liberación de espacios y ahorro de gestión del traslado del material excedente.

Es recomendable también que el personal de la contratista encargada de las canalizaciones de concreto, con ayuda del crimper, se obtengan los retazos del cable de par trenzado del tamaño correcto, no mayor a los 10 mm de largo para poder obtener el resultado previsto.

En relación al reemplazo del 12%, se recomienda utilizar este porcentaje agregando también un material cementante como cenizas volantes para incrementar su resistencia a la compresión; ya que, con solo el material plástico, se obtienen valores menores al requerido respecto a la resistencia a la compresión. Por lo que es recomendable utilizar hasta un máximo de 11% de reemplazo para obtener resultados dentro de lo solicitado.

## REFERENCIAS

- <sup>1</sup> Rodríguez, A. Propiedades físico mecánicas del ladrillo de concreto al sustituir el cemento por cenizas de aserrín en un 10% 15% y 20% Nuevo Chimbote – 2018: Universidad Privada César Vallejo, 2018.
- <sup>2</sup> Armas, C. Efectos de la adición de fibra de polipropileno en las propiedades mecánicas y plásticas del concreto hidráulico en Chiclayo: Universidad Señor de Sipán, 2016.
- <sup>3</sup> Castillo, C. Diseño de un pavimento rígido agregando elastómero termoplástico (ETM) en la provincia de Trujillo – La Libertad: Universidad Antenor Orrego, 2017.
- <sup>4</sup> RAI, Baboo, et al. Study of waste plastic mix concrete with plasticizer. ISRN civil engineering, 2012, vol. 2012.
- <sup>5</sup> LAKSHMI, R.; NAGAN, S. Investigations on durability characteristics of E-plastic waste incorporated concrete. 2011.
- <sup>6</sup> RAMADEVI, K.; MANJU, R. Experimental investigation on the properties of concrete with plastic PET (bottle) fibres as fine aggregates. International journal of emerging technology and advanced engineering, 2012, vol. 2, no 6, p. 42-46.
- <sup>7</sup> MATHEW, Praveen, et al. Recycled plastics as coarse aggregate for structural concrete. International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology, 2013, vol. 2, no 3, p. 687-690.
- <sup>8</sup> HARIVONGS, Mélodie. Reciclaje del residuo plástico procedente de cables eléctricos. 2012.
- <sup>9</sup> PATIL, Pramod S., et al. Innovative techniques of waste plastic used in concrete mixture. International Journal of Research in Engineering and Technology, 2014, vol. 3, no 9, p. 29-32.
- <sup>10</sup> TANSKANEN, Pia. Management and recycling of electronic waste. Acta materialia, 2013, vol. 61, no 3, p. 1001-1011.
- <sup>11</sup> MONCAYO ROA, Gabriel Alexander; TERRAZAS, Riofrío; PATRICIO, Stalin. Análisis y rediseño del cableado estructurado de la Universidad Nacional de Loja. 2017. Tesis de Licenciatura. Pp 22 – 23.
- <sup>12</sup> URBANO-LÓPEZ, Manuel-A. Estudio de pavimentos empleados en vías urbanas, en núcleos de pequeño y medio formato. Idoneidad de uso respecto a los costes de implantación, ya los costes de conservación y mantenimiento. 2016.
- <sup>13</sup> Reglamento de PEXT América Móvil Perú. Recuperado de <https://www.claro.com.pe/empresas/>
- <sup>14</sup> Norma RNE E020. Recuperado de <http://www3.vivienda.gob.pe/dgprvu/docs/RNE/T%C3%ADtulo%20III%20Edificaciones/62%20OEM.020%20INSTALACIONES%20DE%20COMUNICACIONES.pdf>
- <sup>15</sup> Badii, M. H., Pazhakh, A. R., Quintero, J. L. A., & Foroughbakhch, R. (2017). Fundamentos del método científico. Innovaciones de negocios, 1(1).
- <sup>16</sup> Castán, Y. (2014). Introducción al método científico y sus etapas. Castán, Yolanda (2014):«Introducción al Método Científico y sus etapas», <http://www.ics-aragon.com/cursos/salud-publica/2014/pdf/M2T00.Pdf>>(2017-03-16). Pag. 1.
- <sup>17</sup> VALDERRAMA, Santiago. Pasos para elaborar proyectos y tesis de investigación científica. Lima: Editorial San Marcos E.I.R.L., 2007.
- <sup>18</sup> HERNÁNDEZ SAMPIERI, Roberto, et al. Metodología de la investigación. 2010.
- <sup>19</sup> PINO GOTUZZO, Raúl. Metodología de la Investigación. Editorial San Marcos EIRL Primera edición Lima-Perú, 2007.
- <sup>20</sup> VENTURA-LEÓN, José Luis. ¿ Población o muestra?: Una diferencia necesaria. Revista Cubana de Salud Pública, 2017, vol. 43, no 4, p. 0-0.
- <sup>21</sup> PAITÁN, Humberto Ñaupas, et al. Metodología de la investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis. Ediciones de la U, 2014.
- <sup>22</sup> ALPERIN, Marta; SKORUPKA, C. Métodos de muestreo. Cátedra estadística. Recuperado de [http://www.fcnyu.edu.ar/catedras/50ase don50ca/Procedimientos% 20de% 20muestreo](http://www.fcnyu.edu.ar/catedras/50ase%20don50ca/Procedimientos%20de%20muestreo), 2014, vol. 20.
- <sup>23</sup> TORRES, Mariela; PAZ, Karim; SALAZAR, Federico. Métodos de recolección de datos para una investigación. Rev. Electrónica Ingeniería Boletín, 2006, vol. 3, p. 12.

- <sup>24</sup> MANATKAR, Pravin A.; DESHMUKH, Ganesh P. Use of Non-Metallic e-waste as a coarse aggregate in a concrete. *Int. J. Res. Eng. Technol*, 2015, vol. 4, no 3, p. 242-246.
- <sup>25</sup> BT, Ashwini Manjunath. Partial replacement of e-plastic waste as coarse-aggregate in concrete. *Procedia Environmental Sciences*, 2016, vol. 35, p. 731-739.
- <sup>26</sup> CIULLA, C.; DEEK, F. P. On the approximate nature of the bivariate linear interpolation function: A novel scheme base on intensity-curvature. *ICGST-International Journal on Graphics, Vision and Image Processing*, 2005, vol. 5, no 7, p. 9-19.

## ANEXOS

### ANEXO 1: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO
CABLE UTP	Himoshita (1997) sostiene que el cable de par trenzado sin blindaje contiene un número predeterminado de pares que están torcidos por una longitud de tendido predeterminada están cubiertos por una funda protectora. Para comunicaciones hasta 100 Mbps.	Para analizar el cable de par trenzado UTP se tendrá en cuenta los porcentajes de adición que se le haga al concreto para canalizaciones, los cuales están en relación de 5%, 11%, 12% y 20%	Porcentaje	0 % del peso del agregado grueso	Balanza calibrada
				5% del peso del agregado grueso	
				11 % del peso del agregado grueso	
				12 % del peso del agregado grueso	
				20 % del peso del agregado grueso	
CONCRETO EN CANALIZACIONES	(Alcalde Paredes, 2015, p. 17) define que: "El concreto empleado en pavimentos rígidos es de $f'c$ 210 Kg/cm <sup>2</sup> " El cual también se emplea en canalizaciones por norma del RNE.	Para mejorar el concreto en canalizaciones se hará combinaciones con el cable UTP, y se analizará las variaciones que tendrá en cuanto su resistencia, flexión y trabajabilidad	Resistencia a la compresión	Ensayo de Resistencia del Concreto $f'c$ 210 kg/cm <sup>2</sup>	Equipamiento de Laboratorio
			Flexión	Ensayo de Flexión	
			Trabajabilidad	Slump Test	

## ANEXO 4: MATRIZ DE CONSISTENCIA

ANEXO 2: MATRIZ DE CONSISTENCIA						
TÍTULO: “Aplicación de cables de par trenzado en mezcla de concreto a emplearse en canalizaciones de fibra óptica para servicios corporativos en Operadora local - Lima 2019.”						
AUTOR: ALVARO JOEL CARPIO GUARDIA						
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLE, INDICADORES E INSTRUMENTOS		TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	
<p><b>PROBLEMA GENERAL:</b> ¿De qué manera influye el cable UTP al adicionarse a la mezcla de concreto en sus propiedades para su uso en canalizaciones de fibra óptica?</p> <p><b>PROBLEMAS ESPECIFICOS:</b> ¿De qué manera influye la aplicación de diferentes porcentajes de cable UTP en las propiedades mecánicas del concreto a emplearse en canalizaciones de fibra óptica para servicios corporativos en Operadora local - Lima 2019?  ¿De qué manera influye la aplicación del porcentaje óptimo de cable UTP en los costos de la elaboración del concreto a aplicarse en canalizaciones de F.O. para servicios corporativos en Operadora local - Lima 2019?</p>	<p><b>OBJETIVO GENERAL:</b> Analizar si el uso de cable UTP influye positivamente en las propiedades físicas de la mezcla del concreto en canalizaciones de fibra óptica para clientes corporativos.</p> <p><b>OBJETIVOS ESPECIFICOS:</b> Determinar el efecto del uso del 5% de cable UTP en la mezcla en la resistencia, flexión y trabajabilidad del concreto en canalizaciones de fibra óptica para clientes corporativos. Determinar el efecto del uso del 11% de cable UTP en la mezcla en la resistencia, flexión y trabajabilidad del concreto en canalizaciones de fibra óptica para clientes corporativos. Determinar el efecto del uso del 12% de cable UTP en la mezcla en la resistencia, flexión y trabajabilidad del concreto en canalizaciones de fibra óptica para clientes corporativos. Determinar el efecto del uso del 20% de cable UTP en la mezcla en la resistencia, flexión y trabajabilidad del concreto en canalizaciones de fibra óptica para clientes corporativos.</p>	<p><b>HIPÓTESIS GENERAL</b> La incorporación de cable UTP a la mezcla de concreto a emplearse en canalizaciones de fibra óptica para clientes corporativos influye favorablemente en sus propiedades físicas.</p> <p><b>HIPÓTESIS ESPECIFICAS:</b> -La aplicación del 5% de cable UTP en la mezcla influye favorablemente en la resistencia, flexión y trabajabilidad del concreto en canalizaciones de fibra óptica. -La aplicación del 11% de cable UTP en la mezcla influye favorablemente en la resistencia, flexión y trabajabilidad del concreto en canalizaciones de fibra óptica. -La aplicación del 12% de cable UTP en la mezcla influye favorablemente en la resistencia, flexión y trabajabilidad del concreto en canalizaciones de fibra óptica. -La aplicación del 20% de cable UTP en la mezcla influye favorablemente en la resistencia, flexión y trabajabilidad del concreto en canalizaciones de fibra óptica.</p>	<p><b>VARIABLE INDEPENDIENTE:</b> CABLE DE PAR TRENZADO UTP</p>		<p><b>MÉTODO:</b> El método empleado es científico.</p> <p><b>TIPO:</b> El tipo de investigación es aplicada.</p> <p><b>NIVEL:</b> El nivel de investigación es descriptivo explicativo.</p> <p><b>DISEÑO:</b> El diseño de la investigación es experimental.</p> <p><b>POBLACIÓN:</b> La población es todos los ensayos a la mezcla de concreto.</p> <p><b>MUESTRA:</b> 48 probetas</p> <p><b>TECNICA:</b> La técnica utilizada fue la de observación directa.</p> <p><b>INSTRUMENTO:</b> El instrumento utilizado es la ficha de recopilación de datos y ensayos.</p>	
			DIMENSIONES	INDICADORES		INSTRUMENTOS
			Porcentajes (%)	0 % del peso del agregado grueso		BALANZA CALIBRADA
				5 % del peso del agregado grueso		
				11 % del peso del agregado grueso		
				12 % del peso del agregado grueso		
			20 % del peso del agregado grueso			
<p><b>VARIABLE DEPENDIENTE:</b> CONCRETO EN CANALIZACIONES</p>			DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	
Resistencia	Ensayo de Resistencia del Concreto 210 kg/cm <sup>2</sup>	Compresora e implementos				
Flexión	Ensayo de Flexión	Máquina de rotura de probetas prismáticas por flexión				
Trabajabilidad	Slump Test	Cono de Abrams				

## ANEXO 5: REVISIÓN DE INSTRUMENTOS

ENSAYO	NORMA Y/O REGLAMENTO
Compresión del concreto	Norma ASTM C 39 – Reglamento Planta Externa Amov Perú. ASTM – C31.
Flexión del Concreto	Norma ASTM C 78-02
Trabajabilidad	Norma ASTM C 143. Norma NTP 339.035

# ANEXO 6: INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS – ENSAYO A LA COMPRESIÓN

## 4. TESTING ON CONCRETE

### 4.1. Workability of Fresh Concrete

For calculating of workability of fresh concrete slump cone test was used result are shown below table 6.

Table 6: Result of slump cone test

Grade of Concrete	Slump in mm	Workability
M20	139	High
M25	122	High

### 4.2. Compressive Strength Test

Compressive strength test was conducted to calculate compressive strength developed in concrete containing e-waste at the age of 7, 14, 21 days respectively. Square mould having size 150X150X150 mm casted for testing. Tests was done on compressive testing machine (CTM) having loading capacity 2000KN. Result is shown in below table7.



Fig-3: E-Waste block before testing and after testing

Table 7: Compressive strength test results in N/mm<sup>2</sup>

For M20 grade

Mix proportion of e-waste	0%	5%	10%	15%	20%
7 Days	13.12	12.96	10.22	9.52	8.00
14 Days	18.33	18.00	16.65	12.86	11.16
28 Days	20.11	19.85	18.34	15.76	12.50

For M25 grad

Mix proportion of e-waste	0%	5%	10%	15%	20%
7 Days	16.96	16.11	13.88	11.54	10.24
14 Days	22.10	21.00	19.86	15.22	14.08
28 Days	24.98	23.26	21.73	17.78	15.22

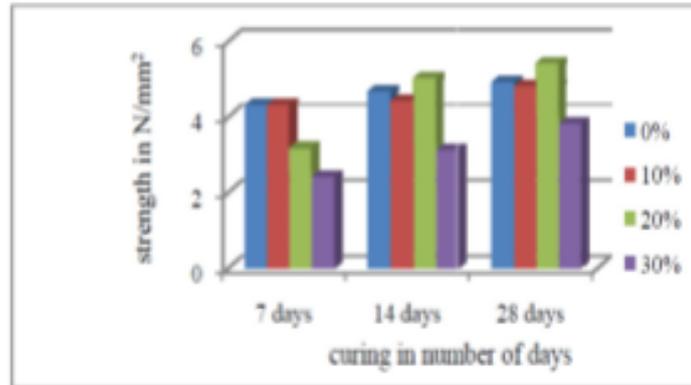
## 5. DISCUSSION

An analysis made on strength characteristic by conducting test on non-metallic e-waste concrete. The 3days ,7days and 28days compressive strength result of M20 and M25 grade concrete shown in table 7 and analysis by graphically shown in chart 1 and chart 2 .It is observed that compressive strength decrease with increasing e- waste percentage for both grade. Up to 5%, it is nearly same to normal concrete but after 15%, it reduces maximally. Strength reduce because of bending of e-waste reduces. Volume of e-waste

increase then bending problem occurred in concrete that affect the on strength of concrete

Manatkar, P. (2015). Información de su investigación titulada Use of Non-Metallic e-waste as a coarse aggregate in a concrete en la revista científica International Journal of Research in Engineering and Technology. Maharashtra, India.

## ANEXO 7: INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS – ENSAYO A LA FLEXIÓN



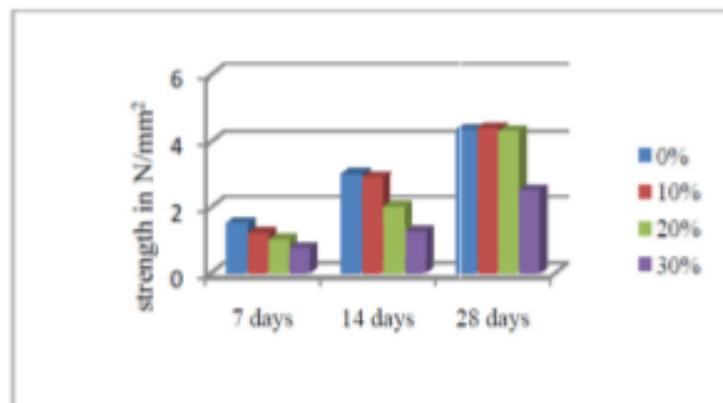
Graph 3: Split tensile strength gained in number of days

### Flexural Strength Test Results:

Table.8 presents flexural strength of all concrete mixes where the flexural strength of the specimen is expressed as the modulus of rupture  $f_b$ , and for testing purpose beams of size  $150 \times 150 \times 700$  mm were casted in cured in clean water for 28 days and tested in Universal testing machine and Graph 4 shows the graphical representations of split tensile strength of all mixes S1, S2, S3 And S4 for 7, 14 and 28 days as given below.

Table 8: Flexural strength results at varying % of E-plastic waste after curing of 7, 14 and 28 Days of curing

Mix Specification	Conventional Mix S1	S2	S3	S4
Proportion of E-plastic Waste	0%	10%	20%	30%
7 Days	1.5	1.2	1.0	0.75
14 Days	3	2.9	2	1.25
28 Days	4.35	4.4	4.3	2.5



Graph 4: Flexural strength gained in number of days

Ashwini, M. (2016). Información de su investigación titulada Partial replacement of e-plastic waste as coarse-aggregate in concrete publicada en la revista *Procedia Environmental Sciences*. Presentada en el foro International Conference on Solid Waste Management. Karnataka, India.

## ANEXO 8: INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS – ENSAYO DE SLUMP - TRABAJABILIDAD

Admixture No admixture added.

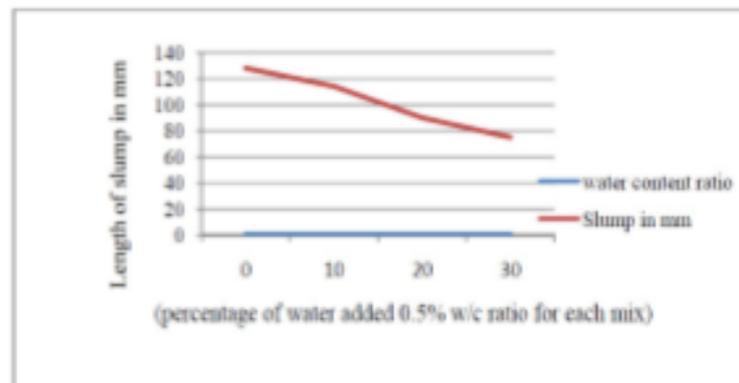
The technique adopted for this study was Hand mixing and by using concrete mixer for the mix proportion of 1:1.4:2.4:0.5 with w/c ratio 0.5. The E-plastic aggregates are added in amount of 0%, 10%, 20% and 30% by the weight of cement in mixed. The mould was assembled prior to mixing and properly lubricated for easy removal of hardened concrete. The cubes of standard mould size of 150x150x150 mm, 150 X 300 mm cylinders and beams of 150 X 150 X 300 mm are used to prepare the specimen. The mixture was properly turned with shovel until it reached a plastic state and slump test was carried to find the W/C ratio of mix and then it was fed into the lubricated cast iron mould, water curing method was adopted. The moulded concrete cubes were given 24 hrs to set before demoulding. They were then immerse into a curing tank in order to increase the strength of the concrete, promote hydration, eliminate shrinkage, and absorb heat of hydration until the age of test. The cubes and cylinders were cured for 7, 28 and 56 days. The cubes and cylinders were then weighted before testing, while densities of the cubes at different times of testing were measured. Prior to testing, the specimen were brought out of the curing tank, left outside in an open air for about 3hrs before crushing. The compressive strength of the cubes were tested in accordance with BS 1881, using universal crushing machine Mix Design (IS 10292:1982)

### Results and Discussions

A concrete mix grade of M20 is aimed; the design mix proportion is obtained by Indian Standard method of mix design. The mix proportion obtained is 1:1.4:2.4:0.5 with w/c ratio 0.5. E-plastic was added in amount of 0%, 10%, 20% and 30% by the weight of cement in mix.

### Workability test results:

Slump Cone Test was conducted on fresh concrete with varying percentage of E-plastic to know the workability of concrete as the amount of E-plastic waste increases. where 0% is S1 is Conventional Mix or normal concrete mix, S2 with E plastic of 0% of, S3 with 20% of E plastic and S4 with 30% of E plastic and Graph 1 shows the graphical representations of Slump values of S1, S2, S3 and S4 and the test results are tabulated below in Table 5.



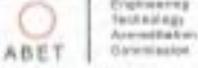
Graph 1: showing slump values

Table 5: Result of slump of concrete for various % of E plastic waste

% of E-plastic in mix	Slump in mm	Workability
0	128	High
10	114	High
20	90	Medium
30	75	Medium

Ashwini, M. (2016). Información de su investigación titulada Partial replacement of e-plastic waste as coarse-aggregate in concrete publicada en la revista *Procedia Environmental Sciences*. Presentada en el foro International Conference on Solid Waste Management. Karnataka, India.

# ANEXO 9: INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS – DISEÑO DE CONCRETO F' C 210 KG/CM<sup>2</sup>

	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA</b> <b>Facultad de Ingeniería Civil</b> LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"	<small>Centro de Ingeniería del Knowledge</small> 
<b>INFORME</b>		Pag. 1 de 3
<b>Del</b>	: Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales	
<b>A</b>	: ALVARO JOEL CARPIO GUARDIA	
<b>Obra</b>	: TESIS: APLICACIÓN DE CABLES DE PAR TRENZADO EN MEZCLA DE CONCRETO A EMPLEARSE EN CANALIZACIONES DE FIBRA ÓPTICA PARA SERVICIOS CORPORATIVOS EN LA OPERADORA LOCAL - LIMA 2019	
<b>Ubicación</b>	: UCV LIMA NORTE - AV. ALFREDO MENDIOLA 6232	
<b>Asunto</b>	: Diseño de mezcla f'c = 210 Kg/cm <sup>2</sup>	
<b>Expediente N°</b>	: 20-0568	
<b>Recibo N°</b>	: 88917	
<b>Fecha de emisión</b>	: 26/02/2020	

---

**1.0 DE LOS MATERIALES**

**1.1 Cemento:**

Se utilizó cemento SOL Tipo I, proporcionado por el solicitante.

**1.2 Agregado Fino:**

Consistente en una Muestra de ARENA GRUESA procedente de la cantera JICAMARCA (UNICON).  
Las características se indican en el ANEXO 1.

**1.3 Agregado Grueso:**

Consistente en una Muestra de PIEDRA CHANCADA procedente de la cantera JICAMARCA (UNICON).  
Las características se indican en el ANEXO 2.

**1.4 Combinación de Agregados:**

La granulometría del Agregado Global obtenido por la combinación del agregado fino y grueso, se muestra en el ANEXO 3.

**1.5 Agua:**

Se uso agua potable procedente de la red UNI.



  
MSc. Ing. Isabel Moroni Nakata  
Jefe (a) del laboratorio

**NOTAS:**

1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.  
2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

---

<b>UNI-LEM</b> <small>La Calidad es nuestro compromiso. Laboratorio Certificado ISO 9001</small>	 Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25 apartado 1301 - Perú  (511) 381-3343  (511) 481-1870 Anexo: 4056 / 4046	 <a href="http://www.lem.unl.edu.pe">www.lem.unl.edu.pe</a>  <a href="mailto:lem@uni.edu.pe">lem@uni.edu.pe</a>  Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI	
---	--	---	---

# ANEXO 10: INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS – DISEÑO DE CONCRETO F'c 210 KG/CM<sup>2</sup> - DOSIFICACIÓN



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**Facultad de Ingeniería Civil**  
 LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

Centro de Ingeniería Civil Autorizado por  
 Engineering Technology Accreditation Commission

---

Expediente N° : 20-0568

Fig. 7 de 8

---

**2.0 DISEÑO DE MEZCLA FINAL ( f'c = 210 Kg/cm<sup>2</sup> ) CEMENTO SOL Tipo I**

**2.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES**

Denominación	F <sub>c</sub> = 210 Kg/cm <sup>2</sup>
Acabamiento	3" - 4"
Relación alc de diseño	0.58
Relación alc de obra	0.58
Proporciones de diseño	1 : 2.03 : 2.08
Proporciones de obra	1 : 2.08 : 2.08

**2.2 CANTIDAD DE MATERIAL DE DISEÑO POR m<sup>3</sup> DE CONCRETO**

Cemento	401 Kg
Arena	815 Kg
Piedra	832 Kg
Agua	232 L

**2.3 CANTIDAD DE MATERIAL POR m<sup>3</sup> DE CONCRETO EN OBRA**

Cemento	401 Kg
Arena	833 Kg
Piedra	838 Kg
Agua	225 L

**2.4 CANTIDAD DE MATERIAL POR BOLSA DE CEMENTO EN OBRA**

Cemento	42.80 Kg
Arena	88.30 Kg
Piedra	88.02 Kg
Agua	23.85 L

**2.5 PROPORCIONES APROXIMADAS EN VOLUMEN**

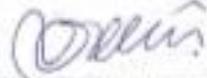
	CEMENTO	ARENA	PIEDRA
Proporciones	1	: 2.04	: 2.23
Agua	23.85	L/bolsa	

**3.0 OBSERVACIONES:**

- 1) La información referente al mixteo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.
- 2) Hacer tandas de prueba por condiciones técnicas del lugar de obra, controlar las características de los materiales, personal técnico y equipos utilizados en obra.

Hecho por : Ing. R. Cachay H.  
 Técnico : Sr. G.P.L.



MSc. Ing. Isabel Morón Nakata  
 Jefe (a) del laboratorio

NOTAS:  
 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.  
 2) Los resultados de los ensayos sólo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

---

**UNI-LEM**  
*La Calidad es nuestra compromiso*  
 Laboratorio Certificado ISO 9001

Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25  
 apartado 1201 - Perú  
 (511) 381-3343  
 (511) 481-1870 Anexo: 4058 / 4046

www.lan.uni.edu.pe  
 lem@uni.edu.pe  
 Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI

