

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**Resistencia del concreto F´C 210kg/cm² con cemento
sustituido en 20% y 30% por cenizas de carbón vegetal**

Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil

Autor

Javiliano Cueva, Fidel Olmedo

Asesor

Flores Reyes, Gumercindo

Chimbote – Perú

2018

PALABRAS CLAVES:

Tema	Resistencia de Compresión.
Especialidad	Tecnología de Concreto

KEY WORDS:

Theme	Concrete strength
Specialty	Concrete technology

LINEA DE INVESTIGACION

Programa	Ingeniería Civil
Línea de investigación	Construcción y gestión de la Construcción
OCDE	2. Ingeniería y Tecnología 2.1. Ingeniería Civil Ingeniería de la Construcción
Sub. Líneas o campos de la investigación	Materiales para la Construcción Tecnologías de la Construcción y procesos de Construcción

**RESISTENCIA DEL CONCRETO F'c 210kg/cm² CON
CEMENTO SUSTITUIDO EN 20% Y 30% POR CENIZAS
DE CARBON VEGETAL**

RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo determinar la resistencia a la compresión de un concreto $f'c$ 210kg/cm² al sustituir 20 y 30% del cemento por la ceniza de carbón vegetal, estudio que se realizó en la ciudad de Huaraz, con la finalidad de encontrar alternativas de materiales para ser aplicados en el campo de la ingeniería civil. Además de, evitar así la contaminación del medio ambiente.

La resistencia promedio del concreto patrón a los 28 días fue $f'c$ 226kg/cm² teniendo en cuenta las propiedades químicas, físicas y mecánicas.

La resistencia promedio del concreto experimental a los 28 días con la sustitución del 20% por ceniza de carbón vegetal fue $f'c$ 148kg/cm², disminuyendo en un 34% con respecto al concreto patrón y, La resistencia promedio del concreto experimental a los 28 días con la sustitución del 30% por ceniza de carbón vegetal fue $f'c$ 134kg/cm², disminuyendo en un 40% con respecto al concreto patrón. En el concreto patrón y en los concretos experimentales se aprecia un incremento de su resistencia a las edades de 7, 14 y 28 días respectivamente.

Se utilizaron agregados de la cantera Tallan de la Ciudad de Huaraz y las cenizas de carbón vegetal del caserío de Unchus Distrito de Independencia Provincia de Huaraz – Ancash.

ABSTRACT

The objective of the research was to determine the resistance to compression of a concrete f_c 210kg / cm² by replacing 20% and 30% of the cement with the charcoal ash, a study that was carried out in the city of Huaraz, in order to find alternative materials to be applied in the field of civil engineering. In addition to, avoid the contamination of the environment.

The average resistance of the standard concrete at 28 days was f_c 226kg / cm² taking into account the chemical, physical and mechanical properties.

The average resistance of the experimental concrete at 28 days with the substitution of 20% by charcoal ash was f_c 148kg / cm², decreasing by 34% with respect to the concrete pattern and, the average resistance of the experimental concrete at 28 days with the replacement of 30% by charcoal ash was f_c 134kg / cm², decreasing by 40% with respect to the concrete pattern. In the concrete pattern and in the experimental concretes, an increase in resistance is observed at the ages of 7, 14 and 28 days respectively.

Aggregates from the Tallan quarry of the City of Huaraz and the charcoal ashes from the hamlet of Unchus District of Independencia Province of Huaraz - Ancash were used.

Índice General

Contenido

Palabras Claves- Key Words – Línea De Investigación	i
Título	ii
Resumen	iii
Abstract	iv
Índice General.....	v
I.INTRODUCCION	1
II.METODOLOGÍA DEL TRABAJO	27
III.RESULTADOS	31
IV.ANALISIS Y DISCUSIÓN	44
V.CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	50
VI.REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	52
VII.ANEXOS Y APENDICE	53

Lista de Tablas

Tabla 1. Componentes principales del cemento Portland tipo I	10
Tabla 2. Granulometría de la arena gruesa	14
Tabla 3. Valores máximos admisibles de sustancias en el agua NTP 339.088	17
Tabla 5. Tolerancia Permisible para Tiempo de Ensayo	18
Tabla 6. Técnicas e instrumentos de investigación	27
Tabla 7. Diseño en bloque completo al azar	28
Tabla 8. Técnicas de Recolección de Información	29
Tabla 9. Composición Elemental de cenizas de carbón vegetal en% de masa	31
Tabla 10. PH del Cemento y, Cenizas de carbón vegetal	32
PH del Cemento y, Cenizas de carbón vegetal.....	32
Tabla 11. Peso Unitario Suelto Del Agregado Fino - Peso Unitario Compactado	33
Tabla 12. Peso Unitario Suelto Del Agregado Grueso - Peso Unitario Compactado.....	33
Tabla 13. Gravedad Especifica Y Absorción Agregado grueso	34
Tabla 14. Gravedad Especifica Y Absorción Agregado Fino (Según Norma ASTM C-127).....	34
Tabla 15. Analisis Granulométrico del agregado fino Tacllan.....	35
Tabla 16. Análisis Granulometrico del agregado grueso Tacllan	36
Tabla 17. Contenido de hummed de agregado fino (ASTM D -2216 -71).....	36
Tabla 18. Contenido de humedad de agregado Grueso (ASTM D -2216 -71)	37
Contenido de humedad de agregado Grueso (ASTM D -2216 -71)	37
Tabla 19. Medidas de molde para fabricación de las 27 probetas.....	37
Tabla 20. Cantidad de materiales para cada dosificación para moldeado de Patrón.....	37
Tabla 21. Medidas de molde para fabricación de las 27 probetas.....	38
Tabla 22. Cantidad de materiales para cada dosificación para moldeado de 20% por cenizas de carbón vegetal.....	38
Tabla 23. Medidas de molde para fabricación de las 27 probetas.....	39
Tabla 24. Cantidad de materiales para cada dosificación para moldeado de 30% por cenizas de carbón vegetal.....	39
Tabla 25. Resumen general de ensayo de resistencia a la compresión del concreto $f'c= 210$ kg/cm ²	40
Tabla 26. Resistencia de compresión para 07 días de curado	41

Tabla 27. Resistencia de compresión para 14 días de curado	41
Tabla 28. Resistencia de compresión para 28 días de curado	42
Tabla 29. Cuadro de las resistencias promedio de las probetas.....	42
Tabla 30. Composición elemental de ceniza de carbón vegetal en % de masa	44
Tabla 31. Resultado de las Probeta - Rotura a los 7 días.....	46
Tabla 32. Resultado de las Probeta - Rotura a los 14 días	46
Tabla 33. Resultado de las Probeta - Rotura a los 28 días	47

Lista de Figuras

Figura 1.Fuente control de calidad del concreto (prueba del Slump)	4
Figura 2.Fuente de Espécimen (probeta) sometida carga	6
Figura 3.Fuente de ensayo de Tracción por compresión longitudinal.	7
Figura 4.Agregado fino	13
Figura 5. Mezcladora de volteo o de Tambor	16
Figura 6. Carbón Vegetal de Eucalipto	19
Figura 7. Procesamiento del carbón vegetal	24
Figura 8.curva estadística de Espectro FRXDE	32
Figura 9.Gráfico estadístico de materiales de patrón.....	38
Figura 10.Gráfico estadístico de materiales de patrón	39
Figura 11.Gráfico estadístico de materiales de patrón	40
Figura 12.curva estadística de las resistencias promedio de las probetas	43
Figura 13.Composicion química del carbón vegetal	45
Figura 14.Resistencia a la Compresión (Kg/cm ²) Vs. Edad(7Días).....	46
Figura 15.Resistencia a la Compresión (Kg/cm ²) Vs. Edad(14Días)	47
Figura 16. Resistencia a la Compresión (Kg/cm ²) Vs. Edad (28días)	48

I INTRODUCCION

A través de los tiempos, la investigación ha buscado conseguir cualidades en la producción del concreto realmente novedosas que requieran y permitan cambios para aprovechar todas las posibilidades

Dentro de los antecedentes revisados para el presente estudio, se hizo una ardua revisión de los diversos estudios a nivel local y mundial, por lo que se encontró que en el estudio de Lencinas & Incahuanaco (2017), obtuvieron resultados de resistencia a la compresión superiores en 0.54% (2.5% en sustitución de ceniza de paja de trigo (CPT)) e inferiores en 0.85%(5% de sustitución), respecto a un concreto patrón a los 28 días, hay un asentamiento (slump) de 2.6” y 2.1” respectivamente que indica una disminución de la trabajabilidad.

Es así que desde la antigüedad los hormigones livianos han sido utilizados, por ejemplo; los romanos lo emplearon en el siglo II para realizar la cúpula del Panteón en Roma empleando un hormigón con piedra pómez como agregado.

El Hotel Park Plaza de St. Louis, el edificio de la Southwestern Bell Telephone, en Kansas City, y la calzada superior del puente colgante de la bahía de San Francisco Oakland, son ejemplos de los primeros usos del hormigón liviano armado, en los años veinte y treinta de este siglo

Águila y Sosa (2008). En su tesis titulada “Evaluación físico químico de cenizas de cascarilla de arroz, hojas de eucalipto y hoja de maíz y su influencia en mezclas de mortero, como materiales puzolánicos” se concluyó que:

Siendo el porcentaje de sílice en la ceniza uno de los elementos principales para una puzolana de buena calidad se pudo apreciar que en este sentido la cascarilla de arroz es el material de mayor potencialidad. En este caso se logró una ceniza con poco más de 80 % de sílice en su composición, en tanto que la ceniza de hoja de maíz presentó cerca de un 48 % de sílice, que si bien no muy alto, es un valor aceptable. La ceniza de bagazo de caña resultó menos efectiva en este sentido con un poco más del 36 % de sílice en su composición.

La difusión de este tipo de hormigón, elaborado con distintos materiales y la existencia de edificaciones construidas con el mismo, no quiere decir que las posibilidades para su innovación hayan cesado.

La reducción de la dosis de cemento en las mezclas de concreto abarata los costos del material, disminuye la contaminación asociada a la producción de cemento y ayuda a solucionar el problema de eliminación de las cenizas.

Hoy en día en nuestra región por tratar de economizar materiales recurren a agregar menos cemento de lo especificado en las construcciones, he ahí donde nuestro trabajo de investigación se fundamenta porque se sustituye parcialmente el cemento por el carbón vegetal que es una materia prima que se encuentra a un bajo costo y en abundancia en la ciudad de Huaraz además de ser un recurso renovable

Así mismo, la investigación logra generar beneficios para la sociedad economía y medio ambiente debido a que las actividades de reciclaje de residuos de construcción y demolición, para obtener agregados reciclados de la conservación del suelo y la reducción, de los costos

De igual manera, existen una serie de productos agrícolas que no son aprovechados en su totalidad, generando residuos, que pueden ser usadas como cenizas, constituyendo puzolanas, que pueden ser sustituyentes del cemento en la elaboración de concretos, así, la utilización de este material reducirá la contaminación ambiental.

Justificación. -Esta investigación parte con el diseño de un concreto para una resistencia a la compresión de 2010 kg/cm² cual el cemento ha sido sustituido parcialmente en los porcentajes de 20 y 30 % con las cenizas de carbón vegetal, verificando la densidad en conjunto y la resistencia a compresión del concreto en estado endurecido, para establecer lineamientos sobre el comportamiento de éste en relación a las propiedades mencionadas.

Este tipo de concreto constituiría una gran alternativa de construcción para obras civiles en general, y para nuestro país una respuesta al problema actual del costo de vivienda debido a que por su ligereza en peso y por el aprovechamiento de desechos de madera, sería más económico y conveniente permitiendo así el ahorro

de materiales, reducción de áreas de sección asimismo otorgaría la posibilidad de erigir estructuras en terrenos de baja capacidad de soporte y a su vez contribuir a mayores innovaciones de obras.

Por otro lado, se justifica esta investigación por determinar la resistencia a la compresión de un concreto $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ en el cual el cemento ha sido sustituido parcialmente en los porcentajes de 20 y 30 % con las cenizas de carbón vegetal, y a la vez baja los costos del cemento se puedan emplear en la construcción de viviendas del tipo económico para poblaciones de bajos recursos económicos, así como para obras que generen menos gastos de construcción,

La recolección del carbón vegetal es de un bajo costo económico además como se sabe el cemento es el material más costoso (transporte, energía eléctrica, etc.) y el más usado en la industria de la construcción y por ende uno de los más contaminantes; en esta investigación se sustituye las cenizas del carbón vegetal como en reemplazo de un porcentaje del cemento

En función de todo lo mencionado se plantea el siguiente Problema de los desechos del carbón vegetal que son agentes contaminantes ya que cumplen su ciclo de vida y se desechan ocupando un gran espacio y provocan un gran impacto al medio ambiente

La ingeniería civil y los materiales de construcción se han desarrollado considerablemente a partir de la segunda mitad del siglo XX, los países pobres y en vías de desarrollo hacen grandes esfuerzos para desarrollar tecnologías que les permitan aprovechar sus vastos recursos naturales y generar sus propios materiales de construcción, con aglomerantes puzolánicas (“la ceniza”) como sustituto en el concreto representa una alternativa de desarrollo para estos países, y nuestra región y porque no decirlo nuestra ciudad.

Por estos antecedentes encontrados se realizó un concreto utilizando la ceniza de carbón vegetal como sustitución parcial del cemento en un concreto $f'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$.

Por lo expuesto nos planteamos el siguiente problema de investigación:

¿Cuál es la resistencia a la compresión de un concreto $f'_c= 210 \text{ kg/cm}^2$ cuando se reemplaza un 20% y 30% del peso del cemento por la ceniza del carbón vegetal?

Concreto: Se denomina concreto a la mezcla de cemento, arena gruesa, piedra y agua, que se endurece conforme avanza la reacción química del agua con el cemento. La cantidad de cada material en la mezcla depende de la resistencia que se indique en los planos de estructuras. Siempre la resistencia de las columnas y de los techos debe ser superior a la resistencia de cimientos y falsos pisos. Después del vaciado, es necesario garantizar que el cemento reaccione químicamente y desarrolle su resistencia. Esto sucede principalmente durante los 7 primeros días, por lo cual es muy importante mantenerlo húmedo en ese tiempo. A este proceso se le conoce como curado del concreto (Roberto Morales Morales pag.67)

Propiedades del Concreto en Estado Fresco se le llama así a la etapa del concreto recién mezclado cuyo estado es plástico y moldeable, el cual aún no ha logrado alcanzar su fragua inicial, ni endurecimiento y adopta la forma del encofrado

Trabajabilidad: Es una propiedad importante para muchas aplicaciones del concreto. En esencia, es la facilidad con la cual pueden mezclarse los ingredientes y la mezcla resultante puede manejarse, transportarse y colocarse con poca pérdida de la homogeneidad (HUANCA, 2006).

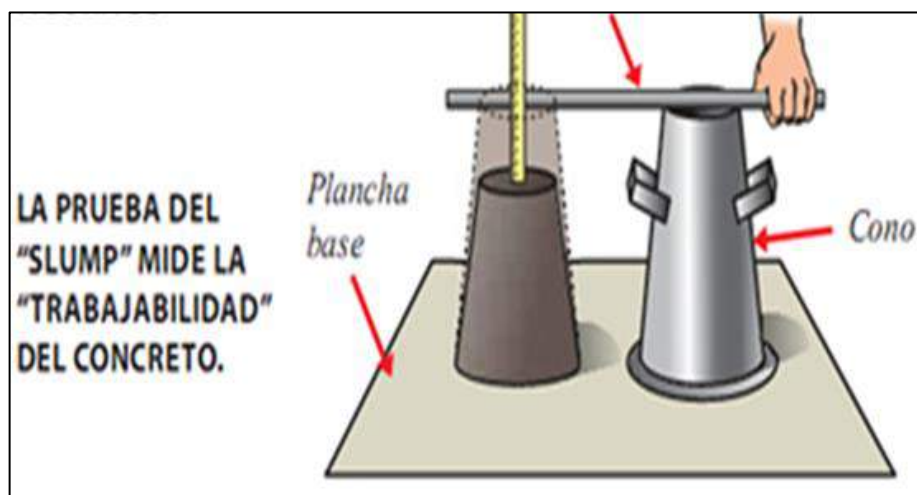


Figura 1. Fuente control de calidad del concreto (prueba del Slump)

Fuente: <https://civilgeeks.com>

El primer paso para hacer esta prueba consistió en sacar una muestra de concreto de una determinada tanda de la mezcladora. Con esta muestra se llenó el cono mediante tres capas y se chucea con la varilla 25 veces cada una inmediatamente

después se nivela el cono, se levanta verticalmente y se le coloca al lado del concreto, por último, se mide la altura entre el cono y el concreto, colocando la varilla horizontalmente sobre el cono.

Segregación: Ocurre cuando los agregados gruesos, que son más pesados, como la piedra chancada se separan de los demás materiales del concreto se controló el exceso de segregación para evitar mezclas de mala calidad esto se produce, por ejemplo, cuando se traslada el concreto en buggy por un camino accidentado y de largo recorrido, debido a eso la piedra se segrega, es decir, se asienta en el fondo del buggy.

Exudación: se origina cuando una parte del agua sale a la superficie del concreto es importante controlar la exudación para evitar que la superficie se debilite por sobre-concentración de agua esto sucede, por ejemplo, cuando se excede el tiempo de vibrado haciendo que en la superficie se acumule una cantidad de agua mayor a la que normalmente debería exudar.

Contracción: Produce cambios de volumen en el concreto debido a la pérdida de agua por evaporación, causada por las variaciones de humedad y temperatura del medio ambiente.

Las propiedades del Concreto en Estado Endurecido son importantes, ya que estas reflejan el comportamiento del concreto en el futuro, es decir, va ser en este estado, en el cual se va tener que soportarlas cargas para las cuales se ha diseñado, aunque también tienen importancia las cualidades del concreto en estado plástico anteriormente estudiado

La resistencia es considerada como una de las más importantes propiedades del concreto endurecido, siendo la que generalmente se emplea para la aceptación o rechazo del mismo.

Elasticidad: Capacidad de comportarse elásticamente dentro de ciertos límites, es decir, que una vez deformado puede regresar a su forma original. (D. Jorge Gómez pág. 87)

Durabilidad: El concreto debe ser capaz de resistir la intemperie, acción de productos químicos y desgastes, a los cuales estará sometido en el servicio (D. Jorge Gómez pág. 83)

Resistencia: Es una propiedad del concreto que, casi siempre es motivo de preocupación por lo general se determina por la resistencia final de una probeta en compresión. Como el concreto suele aumentar su resistencia en un periodo largo, la resistencia a la compresión a los 28 días es la medida más común de esta propiedad. (Silva, I.2005)

Resistencia a la compresión: Es la capacidad de soportar cargas y esfuerzos, siendo su mejor comportamiento en compresión con respecto a la tracción, debido a las propiedades adherentes de la pasta de cemento depende principalmente de la concentración de la pasta de cemento, que se acostumbra a expresar en términos de relación agua/cemento en peso, esta propiedad afectan además los mismos factores que influyen en las características resistentes de la pasta, como son la temperatura y el tiempo, unidos a un elemento adicional constituido por la calidad de los agregados, que complementan la estructura del concreto.

Un factor indirecto, pero no por eso menos importante en la resistencia lo constituyen el curado, ya que es el complemento del proceso de hidratación, sin el cual no se llega a desarrollar completamente las características resistentes del concreto.

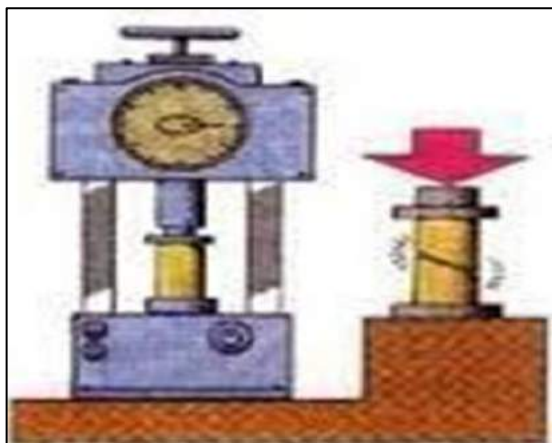


Figura 2 Espécimen (probeta) sometida carga

Fuente: <http://angelabriesingcivil.blogspot.com>

Resistencia a la tracción: La tracción por Resistencia ala tracción (UTS), a menudo abreviado como resistencia a la tracción (TS) o resistencia a la rotura es cuando un material se estira de manera que la longitud aumenta y disminuye las

secciones transversales, resistencia a la tracción es la cantidad de estrés que el material es capaz de soportar. Resistencia a la tracción es lo contrario de resistencia a la compresión y los valores pueden ser muy diferentes.

Resistencia compresión: Consiste en aplicar una carga de compresión a una probeta cilíndrica, colocada en la prensa con su eje longitudinal en dirección horizontal. En esta posición, el contacto entre los cabezales de la prensa y la probeta se produce a lo largo de dos generatrices, que corresponden a la intersección de un plano diametral vertical, con la superficie lateral de la probeta.

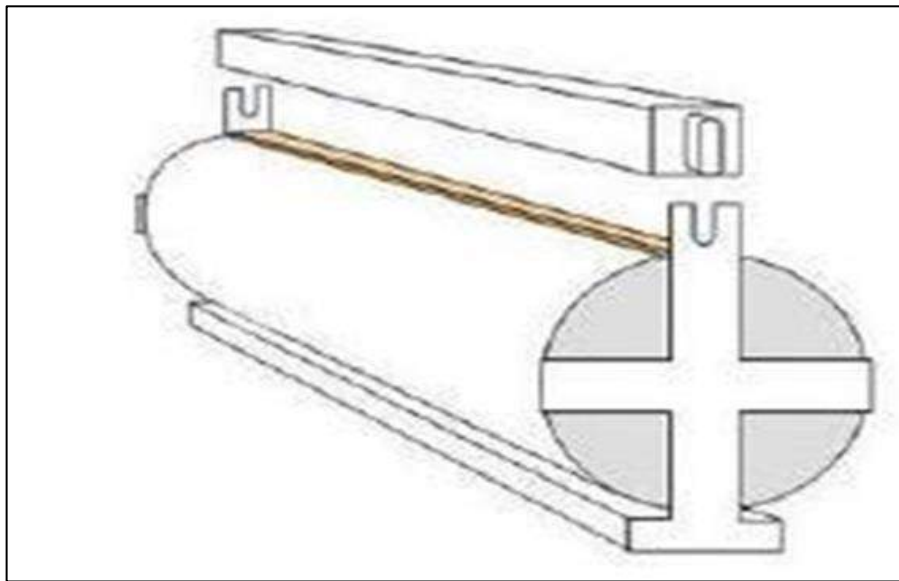


Figura 3. Ensayo de Tracción por compresión longitudinal.

Fuente: <https://www.researchgate.net>

Materiales para la elaboración del concreto con sustitución del cemento por carbón vegetal.

El concreto esta constituidos por una mezcla, en proporciones definidas de:

Cemento: El cemento Portland se define en la norma como el producto obtenido por la pulverización del Clinker Portland con la adición eventual de sulfato de calcio. Admitiendo la adición de otros productos que no excedan el 1% en peso total, siempre que la norma correspondiente establezca que su inclusión no afecta

las propiedades del cemento resultante. Todos los productos adicionales deberán ser pulverizados conjuntamente con el Clinker.

Se denomina Clinker Portland al producto constituido en su mayor parte por Silicato de Calcio, obtenido por la cocción hasta fusión parcial (clinkerización) de una mezcla conveniente, proporcionada y homogenizada de materiales debidamente seleccionados.

Propiedades generales

- Buena resistencia al ataque químico.
- Resistencia a temperaturas elevadas.
- Resistencia inicial elevada que disminuye con el tiempo.
- Se ha de evitar el uso de armaduras. Con el tiempo aumenta porosidad.
- Uso apropiado para bajas temperaturas por ser muy exotérmico.

Está prohibido el uso de cemento aluminoso en concreto pretensado. La vida útil de las estructuras de concreto armado es más corta.

El fenómeno de conversión (aumento de la porosidad y caída de la resistencia) puede tardar en aparecer en condiciones de temperatura y humedad baja.

El proyectista debe considerar como valor de cálculo, no la resistencia máxima sino, el valor residual, después de la conversión, y no será mayor de 40 N/mm².

Se recomienda relaciones $A/C \leq 0,4$, alta cantidad de cemento y aumentar los recubrimientos (debido al pH más bajo).

Propiedades físicas

Finura apreciando los porcentajes en peso que atraviesan el material. El grado de finura es la de mayor importancia, porque se ha determinado que el agua no actúa sino en una profundidad de 0.1mm de los granos, y como el agua es indispensable para la cristalización o fragua, se comprende la necesidad de que el cemento posea la finura conveniente a fin de que la película de agua que rodea cada grano lo atraviese.

Las especificaciones usuales prescriben que más del 78% en peso pase la malla N° 200.

Firmeza Llamada también deformabilidad, es la que exige al cemento de no desintegrarse después del fraguado. Generalmente esta desintegración se produce en el cemento como en cualquier otro material, por variación del volumen y en el caso especial del cemento por aumento de volumen.

Un cemento tendrá firmeza cuando durante y después de la fragua, no aumenta de volumen.

En los laboratorios se comprueba esta cualidad preparando tortas de pasta normal, que después se seca al vapor y se examinan para observar si se han presentado fracturas de contracción, distorsiones, desintegraciones, etc.

Peso Específico. -El cemento debe tener un peso específico superior a 3.10.

Fraguado. -Normal 2-3 horas. Similar al del cemento Portland.

Endurecimiento. - muy rápido. En 6-7 horas tiene el 80 % de la resistencia.

Estabilidad de volumen. - No expansivo.

Calor de hidratación: Muy exotérmico. Desprende rápidamente una gran cantidad de calor, muy resistente a sulfatos y muy buena durabilidad y resistente a compuestos ácidos

Buenas propiedades refractarias, aguanta 1500-1600 °C manteniendo resistencias y propiedades físicas.

Expuesto a condiciones de alta temperatura y alta humedad (Por ejemplo, una zona costera) sufre una alteración en su composición química:



Pierde 18 moléculas de agua y deja poros al evaporarse, en consecuencia, pierde toda resistencia (Pasa de un cristal hexagonal a uno cúbico)

El curado ha de ser muy cuidado (dura un día)

Según (Rivera, pág. 23) los componentes químicos principales de las materias primas para la fabricación del cemento Portland Tipo I y las proporciones generales en que intervienen son:

Silicato tricálcico, el cual le confiere su resistencia inicial e influye directamente en el calor de hidratación.

Silicato di cálcico, el cual define la resistencia a largo plazo y no tiene tanta incidencia en el calor de hidratación.

Aluminato tricálcico, es un catalizador en la reacción de los silicatos y ocasiona un fraguado violento. Para retrasar este fenómeno, es preciso añadirle y eso durante la fabricación del cemento.

Aluminio- ferrito tetra cálcico, influye en la velocidad de hidratación y secundariamente en el calor de hidratación.

Componentes menores: oxido de magnesio, potasio, sodio, manganeso y titanio.

Los componentes químicos principales de las materias primas para la fabricación del cemento y las proporciones generales en que intervienen son:

Tabla 1

Componentes principales del cemento Portland tipo I

ÓXIDOS	CONTENIDO
Oxido de calcio (CaO)	60-67
Oxido de Sílice SiO ₂	17-25
Oxido de Aluminio (Al ₂ O ₃)	3-8
Oxido de Fierro (Fe ₂ O ₃)	0.5-6
Oxido de Magnesio MgO	0.4-4
Álcalis	0.2-1.3
Óxido de azufre (SO ₃)	1-3

Fuente: NTP para los ensayos de laboratorio

Cemento Portland Tipo I, Se usa donde el cemento o el concreto no está sujeto al ataque de factores específicos como los sulfatos del suelo o del agua, o a elevaciones perjudiciales de temperatura, debido al calor generado por la hidratación. (ASTM C 114-16 T)

Cemento Portland Tipo II, de uso cuando se requiere moderada resistencia a los sulfatos y moderado calor de hidratación. Este tipo de cemento genera usualmente menor calor de hidratación que el tipo I.

Cemento Portland Tipo III Presenta un desarrollo rápido de resistencia con elevado calor de hidratación, especial para su uso en los casos en que se necesite adelantar el uso de las estructuras (No se fabrican en el Perú).

Cemento Portland Tipo IV: Es de bajo calor de hidratación, este cemento debe emplearse donde el grado y la cantidad de calor generado se debe reducir al mínimo recomendable para concretos masivos. Su ganancia de resistencia es más lenta que la del cemento tipo I. (ASTM C 114-16 T)

Fuente:<https://www.arqhys.com/normas-de-calidad-del-cemento-portland.html>

Cemento Portland Tipo V: Recomendables para ambientes muy agresivos por su alta resistencia a los sulfatos. Y se emplea únicamente en aquellos casos en que la concentración de sulfatos es mayor de 10000 ppm, recomendándose su empleo conjuntamente con una adición puzolánica su resistencia aumenta más lentamente que en el cemento tipo I o normal, de estos 5 tipos, en el Perú solo se fabrican los tipos I, II y V si a los cementos se le ha añadido el sufijo A significa que son cementos a los que se ha añadido incorporadores de aire en su composición, manteniendo las propiedades originales.

En la norma ASTM C175 se incluyen tres tipos de cementos con pequeñas cantidades de materiales incorporadores de aire mezclados con el Clinker durante la fabricación. Estos cementos producen concretos con mayor resistencia al efecto de las heladas y a la descamación producida por las sustancias químicas aplicadas para la fusión de la nieve y el hielo. Este concreto con tiene burbujas de aire diminutas, bien distribuidas y completamente separadas. En el Perú no se fabrica este tipo de cementos.

Normas de cemento en el Perú: especificaciones, una de muestreo e inspección, 5 sobre adiciones y 30 sobre método de ensayo.

En la actualidad, la responsabilidad de la normalización se encuentra en el Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual - INDECOPI, creado por Ley N° 25868, promulgada el 18.11.92.

La acción de normas se encuentra dentro de las atribuciones de una de las secretarías de INDECOPI, denominada Comisión de Reglamentos Técnicos y

Comerciales. El INDECOPI, como los organismos que lo antecedieron y la práctica internacional, efectúa la normalización por intermedio de comités técnicos tripartitos que congregan a especialistas de la producción, el consumo y la tecnología.

La normalización del cemento se lleva a cabo por el Comité Técnico Permanente de Normalización de Cementos y Cales, cuya gestión tiene a su cargo la Asociación de Productores de Cemento - ASOCEM quien ejerce la secretaría técnica.

Inicialmente las normas adoptadas por la industria fueron las de American Society for Testing and Materials (ASTM), consignando en el rotulado del envase la designación correspondiente.

La primera entidad de normalización fue el Instituto Nacional de Normas Técnicas Industriales y Certificación - INANTIC creado por la ley de promoción industrial, Número 13270 del 31-11-59. Entidad que aprobó una serie de normas sobre cemento. Posteriormente, este organismo fue reemplazado por el Instituto de Investigación Tecnológica Industrial y de Normas Técnicas -ITINTEC, comprendido en la Ley General de Industrial, D.L: 18350 promulgada el 27.08-70, organismo que actualizó las normas existentes y formuló otras nuevas (NTP).

Agregado fino: El agregado fino es el material proveniente de la desintegración natural o artificial de las rocas, que pasan el tamiz de 3/8" (9.51mm) y es retenido en el tamiz N°200 (74um). Norma Técnica Peruana 400.011



Figura 4. Agregado fino
Fuente: Elaboración propia

Propiedades físicas: El agregado fino a utilizarse en el concreto debe cumplir ciertos requisitos mínimos de calidad según las especificaciones técnicas de las Normas Técnicas Peruanas.

La determinación de estos requisitos denominadas propiedades físicas nos permitirá obtener valores que serán utilizados para los diseños de mezclas de concreto a estudiar. Las propiedades físicas a determinar son: Peso específico, peso unitario, granulometría, módulo de finura, porcentaje de finos que pasa la malla N°200, contenido de humedad y absorción.

El agregado fino a utilizarse en el mortero debe cumplir ciertos requisitos mínimos de calidad según las especificaciones técnicas de las normas peruanas.

Gradación: para la gradación de la arena se utilizan las mallas N° 04 el cual debe pasar en un 100% todo el material, además de las mallas N° 08, 16, 30, 50 y 200; el agrega no debe tener más de 50% de retenido en dos mallas consecutivas y a la vez debe tener como máximo 25% entre la malla N° 50 y 10

Tabla 2.

Granulometría de la arena gruesa

MALLA ASTM	% QUE PASA
Nº4 (4.75 mm)	100
Nº8 (2.36 mm)	95 - 100
Nº16(1.18 mm)	70 - 100
Nº30 (0.60 mm)	40 - 75
Nº50 (0.30 mm)	10 - 35
Nº100 (0.15 mm)	2 - 15
Nº200 (0.075 mm)	Menos de 2

Fuente NTP para los ensayos de laboratorio

Granulometría: El agregado estará graduado dentro de los límites indicados en la NTP400.012 o ASTM C136. La granulometría seleccionada será preferentemente uniforme o continua, con valores retenidos en las mallas Nº 4 a Nº 100 de la serie Tyler.

La granulometría se refiere a la distribución de las partículas de arena. El análisis granulométrico divide la muestra en fracciones de elementos del mismo tamaño, según la abertura de los tamices utilizados. La norma técnica peruana establece las especificaciones granulométricas.

Se recomiendan para el agregado los siguientes límites.

El porcentaje retenido en dos mallas sucesivas no excederá del 45%, el porcentaje indicado para las mallas Nº 50 y Nº 100 podrá ser reducido a 5% y 0% respectivamente.

El módulo de fineza no deberá ser menor de 2,3 ni mayor de 3,1 logrando mantener los límites de más o menos 0,2 del valor asumido para la selección de las proporciones de la mezcla.

Se realizaron tres ensayos granulométricos con el agregado fino obteniendo un promedio de los retenidos de cada ensayo granulométrico.

Tamaño máximo (TM). Es el que corresponde al menor tamiz por el que pasa toda la muestra de agregado, tamaño Máximo Nominal (TMN): Es el que corresponde al menor tamiz de la serie utilizada que produce el primer retenido.

Agregado grueso: El agregado grueso es el retenido en el tamiz 4.75 mm(N°4) proveniente de la desintegración natural o mecánica de la roca, que cumple con los límites establecidos en la norma técnica peruana 400.037.

El agregado grueso suele clasificarse en grava y piedra triturada o chancada. La grava es el agregado grueso, proveniente de la desintegración natural de materiales pétreos, encontrándoseles corrientemente en canteras y lechos de ríos, depositados en forma natural.

El agua: Es imprescindible en las etapas de la elaboración del mortero: mezclado fraguado y curado. El agua de mezclado ocupa normalmente entre 15% y 20% del volumen de mortero fresco y, conjuntamente con el cemento, forman un producto coherente, pastoso y manejable, que lubrica y adhiere el agregado.

Tabla 3.

Valores máximos admisibles de sustancias en el agua NTP 339.088

DESCRIPCIÓN	LIMITE PERMISIBLE
Cloruros	300 ppm
Sulfatos	300 ppm. Sales
Magnesio	150 ppm. Sales
pH	1500 ppm.
solubles totales	Mayor de 7
Sólidos en suspensión	1500 ppm.
Materia Orgánica	10ppm.

Fuente: Norma Técnica Peruana 339.088

Equipos y procedimiento para la elaboración de concreto 2010kg/cm²: ASTM C 305 – 99 Mechanical Mixing of hydraulic cement pastes and mortars of Plastic Consistency. Nos indica en Procedimiento para la mezcla de concreto:

(Tomado de Neville, A.M., Tecnología del concreto, Tomo III, IMCYC, Editorial Limusa, México D.F., 1988 El uso de la mezcladora mecánica para la fabricación de concreto proporciona un mayor grado de eficiencia en la producción del mismo, además que permite el suficiente intercambio de los materiales durante el mezclado existen varios tipos de mezcladora, según el método de descarga que éstas tenga

Se utilizó la mezcladora de volteo o de tambor, este tipo de mezcladora tiene un tambor de forma cónica o de olla, con aspas en su interior en ellas la descarga se realiza volcando el concreto; la acción de descarga será siempre adecuada cuando toda la mezcla pueda volcarse con rapidez, evitando la segregación de la masa de concreto.



Figura 5. Mezcladora de volteo o de Tambor

Fuente: Elaboración propia

Tiempo de mezclado se obtuvo un concreto de composición uniforme, y por consiguiente de resistencia adecuada, es importante saber cuál es el tiempo mínimo de mezclado. El tiempo varía según tipo de mezcladora, en realidad el tiempo no es el factor determinante de asegure un mezclado adecuado, sino el número de revoluciones de la mezcladora. Generalmente son suficientes alrededor de 20 revoluciones por minuto mas no debe dejarse de tener en cuenta, que al existir una velocidad óptima de rotación recomendable por el fabricante de la mezcladora, el número de revoluciones y el tiempo de mezclado son independientes. El valor exacto de los tiempos mínimos de mezcladora varía con el tipo y tamaño de mezcladora que se esté usando, la tabla 1 muestra valores típicos de estos tiempos.

Tabla 4.

Valor exacto de los de los tiempos mínimos de la mezcladora

CAPACIDAD DE LA MESCLADORAM3	TIEMPO DE MEZCLADO, EN MINUTOS, SEGÚN E AMERICAN CONCRETE INSTITUTE
0.8	1
1.5	11/4
2.3	11/2
3.1	13/4
3.8	2
4.6	21/4
7.6	31/4

Fuente: Neville, A.M., Tecnología del Concreto, Tomo II, IMCYC, Editorial Limusa, México D.F., 1988,

Hubo precauciones al momento de mezclar teniendo conocimiento las especificaciones técnicas porque puede ocasionar evaporación del agua de la mezcla, con la consecuente disminución de Trabajabilidad y aumento de la resistencia.

Otro efecto secundario es la trituración de los agregados, especialmente si no son duros, la granulometría se vuelve más fina y la Trabajabilidad menor, el concreto se debe colocar en los moldes a más tardar entre los 30 y 90 minutos posteriores al mezclado.

Procedimiento: Llenado del molde Limpiar y secar la plataforma de la mesa de flujo, colocar el molde en el centro, verter en el molde una capa del mortero, de unos 25 mm (1") de espesor, y apisonar con 20 golpes del compactador, uniformemente distribuidos; llenar totalmente el molde con una segunda capa de mortero y proceder igual que en la primera capa. La presión del compactador, deberá ser tal que asegure el llenado total y uniforme del molde, retirando el exceso de mortero de la capa superior y alisando la superficie por medio de una espátula.

NTP 334.051 (2013) Método de Ensayo para la Determinar la Resistencia a la Compresión de lado, nos indica el tiempo de fraguado, el procedimiento de

curado y del mismo modo como se realizarán los ensayos a compresión de la resistencia del concreto

Inmediatamente terminada la operación de llenado, colocar lo especímenes de ensayo en la cámara húmeda o cuarto de curado. Inmediatamente después del moldeo mantener todos los especímenes en sus moldes, sobre una placa de base, en la cámara húmeda o cuarto de curado de 20 h a 72 h con las caras superiores expuestas al aire húmedo, pero protegidas por la eventual caída de gotas de agua.

Si los especímenes son retirados de los moldes antes de las 24h, mantener los en los estantes del cuarto de curado o de la cámara de curado hasta que tengan 24h de edad, y luego sumérjalos, excepto aquella que serán ensayados a las 24h, en aguas saturadas con cal en tanques de almacenamientos contruidos de material no corrosivo. Mantener el agua de almacenamientos limpia y cambiarla cuando sea requerido.

Tabla 5.

Tolerancia Permisible para Tiempo de Ensayo

EDAD DE ENSAYO	TOLERANCIA PERMISIBLE
24 horas	± 1/2 horas
3 días	± 1 horas
7 días	± 3 horas
28 días	± 12 horas

Fuente: Norma Técnica Peruana 334.051

La norma ASTM C 109 y su actual réplica NTP 334.051, establecen el procedimiento para determinar la resistencia a la compresión de morteros de cemento portland, usando especímenes cúbicos de 50 mm de lado. El esfuerzo a la compresión se expresa en Kg/cm² se calcula con la siguiente expresión:

Se produce por calentamiento de madera y residuos vegetales, hasta temperaturas que oscilan entre 400 y 700 °C, en ausencia de aire. El poder calorífico del carbón

vegetal oscila entre 29 000 y 35 000 kJ/kg, y es muy superior al de la madera, que oscila entre 12 000 y 21 000 kJ/kg (José Alberto Rodríguez Rivera 2010)



Figura 6. Carbón Vegetal de Eucalipto

Fuente: Elaboración propia

Propiedades del carbón: El carbón vegetal tiene muchas propiedades entre ellas están las propiedades mecánicas, térmicas, y físicas. El criterio de clasificación para que un carbón sea de buena calidad dependerá para que aplicación vaya destinado dicho carbón.

Propiedades físicas: Entre las propiedades físicas tenemos: Densidad, peso específico, contenido en agua, contenido de cenizas, contenido de volátiles y carbón fijo, humedad superficial, humedad residual, humedad total, tamaño. (Pepe Rivera Inga- Manual Uceda Castillo – 1983)

Densidad: La densidad del carbón no es más que la relación entre su masa y el volumen desplazado de este.

Peso específico: Es el peso contenido en la unidad de volumen de un trozo de carbón en su estado natural (poros, humedad y materia mineral incluida).

Contenido en agua: El carbón contiene agua tanto por su proceso de formación en origen como por las transformaciones sufridas. En el carbón el agua se presenta de 3 diferentes formas Agua de hidratación, agua de imbibición y agua ocluida.

Agua de Hidratación: Es la que está combinada químicamente. Forma parte de la materia mineral que acompaña al carbón (Pepe Rivera Inga- Manual Uceda Castillo – 1983)

Agua de Imbibición: Es la que contiene debido a procesos artificiales en la extracción y procesos posteriores, sobre todo procesos de lavado. Esta agua queda adsorbida en la superficie. Se elimina fácilmente calentando a 100-105°C

Agua Ocluida: La que queda retenida en los poros del carbón. Puede proceder del lugar donde se formó el carbón o de las reacciones posteriores a esa formación.

Contenido de cenizas: Es la cantidad de ceniza que queda del carbón después de pasar por el proceso de combustión y quemarse en su totalidad. (Pepe Rivera Inga- Manual Uceda Castillo – 1983)

Contenido de volátiles y carbón fijo. Esta propiedad se puede definir como la cantidad de combustible que el carbón posee, entre más alto el contenido de volátiles y carbón fijo más combustible tiene el carbón para quemar. (José Alberto Rodríguez Rivera 2010)

Humedad superficial: Es la humedad que el carbón gana gracias al medio circundante.

Humedad residual: Es la humedad que tiene el carbón después de ser secado por convección por medio de una fuente de calor.

k. Humedad total: Es la suma de la humedad superficial y la humedad residual.

Propiedades de la madera: Así como el carbón tiene sus propiedades, así también la madera tiene tantas propiedades físicas y térmicas,

Propiedades físicas: Entre las propiedades físicas tenemos: Anisotropía, humedad, Deformabilidad, contenido de volátiles, contenido de ceniza, peso específico.

Anisotropía: Sus propiedades físicas y mecánicas no son las mismas en todas las direcciones que pasan por un punto determinado, podemos definir tres direcciones principales en que se definen y miden las propiedades de la madera, que son la axial, la radial y la tangencial. La dirección, axial es paralela a la dirección de crecimiento del árbol (dirección de las fibras). La radial es perpendicular a la axial y corta al eje del árbol. La dirección tangencial es normal a las dos anteriores.

Humedad: Puede estar contenida de tres formas: Agua de constitución, que forma parte de la materia leñosa y no puede ser eliminada más que por la destrucción de la madera por el fuego (José Alberto Rodríguez Rivera 2010)

Agua de saturación, contenida en las paredes higroscópicas de las células, puede eliminarse con calentamiento hasta 100 - 110°C agua Libre, contenida en los vasos y traqueidas del tejido leñoso únicamente las dos últimas son las que constituyen la humedad de la madera. Ésta suele expresarse en % en peso referido, normalmente, a la madera seca.

En la madera recién cortada la humedad puede ser superior al 100%, no contienen toda el agua libre que pueden contener. Por inmersión en agua, puede llegar a tener una humedad de más del 200%. La madera contiene más agua en verano que en invierno como es un material higroscópico, tiende a alcanzar un equilibrio con el aire ambiente eliminando o tomando agua, según sea la humedad relativa del mismo. La humedad influye en todas las demás propiedades de la madera. (José Alberto Rodríguez Rivera 2010)

Deformabilidad: Cambia de volumen al variar su contenido de humedad, hinchamiento y contracción, como la madera es un material anisótropo, la variación en sentido de las fibras es casi inapreciable, siendo notable en sentido transversal. El fundamento de estos cambios dimensionales reside en la absorción de agua de las paredes de las fibras leñosas, el agua se aloja entre las células separándolas o acercándolas, el punto de saturación de las fibras Corresponde al contenido de humedad, para el cual las paredes de las mismas han absorbido toda el agua que pueden absorber, es el momento de máximo separación de células, y por tanto la madera ha alcanzado el mayor volumen (30% de humedad), la madera puede seguir aumentando su contenido en agua, pero no aumentará más de volumen, ya que ahora ocupará los vasos y traqueidas del tejido leñoso, se trata de agua libre. La deformación al cambiar la humedad de la madera, dependerá de la posición que la pieza ocupaba en el árbol, así nos encontramos distinta deformación radial y tangencial. (José Alberto Rodríguez Rivera 2010)

Contenido de volátiles: Es la cantidad de combustible que tiene la madera en su estructura molecular que al ser secada esta se puede utilizar como fuente de calor.

Esta propiedad varía según la especie de árbol de la cual provenga la madera

Contenido de ceniza. Es la cantidad de ceniza que queda de la madera después de ser sometida a un proceso de combustión y ser calcinada en su totalidad. Esta propiedad al igual que el contenido de volátiles varía según la especie de árbol de la cual provenga la madera. (José Alberto Rodríguez Rivera 2010)

Peso específico: El peso específico aparente de la madera es de mucho interés por la influencia que tiene sobre otras propiedades, principalmente sobre las de tipo resistente. Que una madera tenga un peso aparente alto, quiere decir que en un volumen determinado habrá pocos poros y mucha materia resistente. Es importante la toma de muestras para hacer la determinación del peso específico aparente. (Francisco Marcos Martín 1989)

El peso específico también varía con el contenido de humedad, tanto por el contenido de agua como por el incremento de volumen que supone, y con la edad. Éste varía de una especie a otra, dentro de una misma especie y en un mismo árbol

Propiedades térmicas: Entre las propiedades térmicas tenemos: Dilatación térmica, poder calorífico y conductividad térmica. (José Alberto Rodríguez Rivera 2010)

Dilatación térmica: Como todos los materiales, dilata con el calor y contrae al descender la temperatura, pero este efecto no suele notarse pues la elevación de temperatura lleva consigo una disminución de la humedad, como esto último es mayor, el otro es inapreciable. También son mayores los movimientos en la dirección perpendicular a las fibras.

Poder calorífico: El poder calorífico es la cantidad de energía que la unidad de masa de materia puede desprender al producirse una reacción química de oxidación, esta propiedad varía según la especie de madera que se analice.

Conductividad térmica: La conductividad de calor dependerá de la humedad, del peso específico y de la especie, no obstante, se efectúa mejor la transmisión en la dirección de las fibras que en las direcciones perpendiculares a ésta. (Francisco Marcos Martín 1989)

Usos del carbón vegetal: es el primer material de carbón utilizado por el hombre y su uso data probablemente desde el mismo momento en que se comienza a utilizar el fuego; dado que los trozos de madera carbonizada que quedarían en algunas hogueras pueden considerarse un carbón vegetal rudimentario. De hecho, existen pruebas de que en muchas pinturas rupestres de hace más de 15.000 años el carbón vegetal se utilizaba para marcar el contorno de las figuras, además de usarse como pigmento de color negro cuando se mezclaba con grasa, sangre o cola de pescado (Francisco Marcos Martín 1989)

El carbón vegetal se usa mayoritariamente como combustible, no solo de uso doméstico sino también industrial, especialmente en los países en vías de desarrollo. La producción de carbón vegetal tiene un importante impacto ambiental que es necesario disminuir (Pepe Rivera Inga- Manual Uceda Castillo – 1983)

En Perú, Argentina, Paraguay y otros países hispanos el carbón vegetal se ha usado durante siglos como combustible en los braseros o en hornillos o anafres. Una de las consecuencias que produce la fabricación de este es la deforestación. La minería del carbón y su combustión causan importantes problemas ambientales y tienen también consecuencias negativas para la salud humana. El monóxido de carbono (CO), producto de la combustión del carbón, es un gas altamente tóxico y venenoso al mantenerlo en ambientes cerrados, de ahí la importancia de ventilar los interiores de las viviendas y de retirar el brasero a la hora de dormir, debido al peligro de muerte por respirar dichos gases. (Francisco Marcos Martín 1989)

Obtención: Puede considerarse que la materia vegetal recién cortada contiene un 50% de agua (con notables excepciones) y que el resto es materia seca constituida en su mayor parte por celulosa, un polímero emparentado con el azúcar en largas fibras que proveen la debida resistencia para que la planta se soporte dentro de esa celulosa hay un sin número de sustancias que son necesarias para el mecanismo vital de la planta(Francisco Marcos Martín 1989)

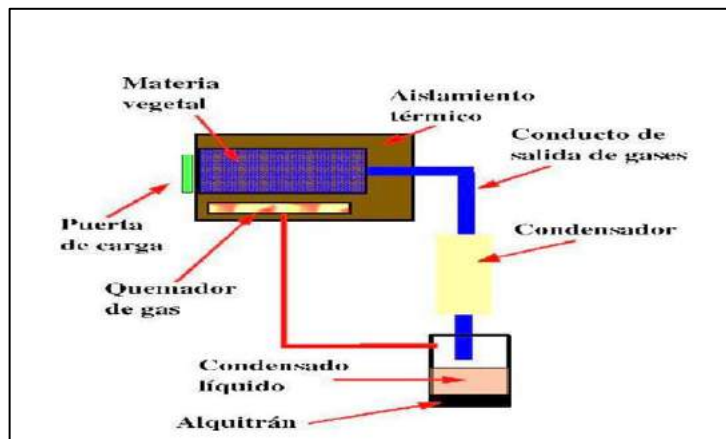


Figura 7. Procesamiento del carbón vegetal
Fuente: proceso de producción del carbón vegetal Wikipedia

Cuando esta materia vegetal se calienta sin contacto con el aire (oxígeno), primero se produce el secado (hasta los 100°C), luego a partir de los 150°C comienza la descomposición de los productos menos estables. Con el consiguiente aumento de la temperatura (hasta 400-450°C) se descompone la mayor parte de los elementos constituyentes de la madera los que escapan en forma de gases.

Este proceso de calentamiento primero es endotérmico (requiere de calentamiento exterior) y luego (alrededor de los 250-300 °C) se hace exotérmico es decir genera calor propio hasta completarse el proceso de carbonización el que se considera terminado cuando no se producen gases.

De este proceso de descomposición queda un residuo sólido negro que es lo que conocemos como carbón y está constituido por un entramado ultra fino a manera de esponja (con poros microscópicos) de los componentes residuales de la descomposición, en su mayoría carbono amorfo y los productos no volátiles que luego serán cenizas al quemar el carbón.

Así tenemos que durante la carbonización se producen dos fracciones bien definidas:

En la producción industrial de carbón la fracción de gases se recupera, porque en ella hay componentes muy útiles para la industria en general.

La figura 7, muestra un esquema de un proceso de fabricación de carbón con la recuperación de los subproductos.

Conceptualización y operacionalización de variables

Variable dependiente: Resistencia del concreto f_c 2010 kg/cm²

Definición conceptual: esfuerzo máximo que puede soportar un material bajo una carga de aplastamiento. Normalmente, se expresa en kilogramos por centímetros cuadrados (kg/cm² a una edad de 28 días. (Juárez, 2005).

Definición operacional: las resistencias a la compresión pueden variar desde 2.500 psi (17 MPa).

Indicadores:

Promedio, varianza y desviación estándar

Variable independiente: Sustitución de cenizas de carbón vegetal

Definición conceptual: proceso de selección de materiales (cemento, agregados y agua) para obtener un producto con características de Trabajabilidad y consistencia. (HUANCA, 2006).

Definición operacional: selección y mezcla de aglomerantes y agregado fino a los cuales se añadirá la máxima cantidad de agua que proporcione una mezcla trabajable, adhesiva y sin segregación del agregado. Para la elaboración del mortero destinado a obras de albañilería, se tendrá en cuenta lo indicado en las Normas NTP 399.607 (Especificación normalizada de agregados para mortero de albañilería).

Dimensiones:

Dosificación: son las cantidades de cemento (20 y 30% por cenizas de carbón vegetal, sus propiedades que se necesitan para obtener las resistencias.

Granulometría: se refiere a la distribución de las partículas de arena. El análisis granulométrico divide la muestra en fracciones de elementos del mismo tamaño, según la abertura de los tamices utilizados.

Relación agua cemento: constituye un parámetro importante de la composición del concreto o mortero. Tiene influencia sobre la resistencia, la durabilidad y la retracción del concreto Curado: aumenta la resistencia del concreto los valores a

los 28 días se toman como el 100% y los valores de todos los demás se basan en los de 28 días. (Salamanca, 2012).

Indicador: Porcentajes: 20% y 30 por cenizas de carbón vegetal

Se planteó la siguiente Hipótesis Cuando se sustituye un 20%, 30% del cemento por ceniza de carbón vegetal, se mejoraría la resistencia a la compresión de un concreto $f'c=210$

Como Objetivo General se consideró determinar la resistencia a la compresión del concreto $f'c 210 \text{ kg/cm}^2$ cuando se sustituye un 20%, 30% del cemento por ceniza de carbón vegetal.

Y como Objetivos específicos Activar mecánicamente del carbón vegetal.

Realizar el análisis químico (difracción de rayos x) de las cenizas de carbón vegetal.

Realizar el análisis de reacción química (ph) para el carbón y sus porcentajes.

Elaborar diseño de mezcla para las probetas patrón y experimental de concreto $f'c 210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución al 0%, 20%, 30% del cemento por ceniza de carbón vegetal.

Determinar y comparar la resistencia en compresión de las probetas con sustitución de 0%, 20%, 30% de cemento por ceniza de carbón vegetal a los 7, 14 y 28 días de curado.

II METODOLOGÍA DEL TRABAJO

El tipo de investigación según el proceso fue una investigación Aplicada y explicativa, porque los resultados obtenidos servirán para la solución de problemas relacionados a la construcción, y explicativa porque se evaluará la resistencia que se logra cuando se sustituye un porcentaje de cemento por ceniza de carbón vegetal.

La investigación fue EXPERIMENTAL porque se modificaron la dosificación de cemento por un porcentaje de ceniza de carbón vegetal con la intención de ver los efectos en la resistencia de un concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

La población y muestra es un conjunto de probetas de diseño de concreto según el estándar de construcción establecido $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

Para la elaboración de las unidades de estudio (probetas) se utilizaron las siguientes referencias:

La piedra de 3/4 y arena para el diseño de probetas se compró en las canteras de Tacllan Huaraz.

Todos los materiales fueron llevados en sacos de polietileno al laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad San Pedro

La muestra estuvo constituida por 27 probetas de concreto con un diseño de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$. 9 probetas para 0% de ceniza, 9 probetas para 20% de ceniza, 9 probetas para 30% ceniza de carbón.

Todos los materiales y las técnicas e instrumentos de investigación utilizados, son las que se muestra en la tabla.

Tabla 6.

Técnicas e instrumentos de investigación

TECNICA	INSTRUMENTO
	- Guía de observación Resumen.
Observación	- Fichas técnicas del laboratorio de las pruebas a realizar.

Fuente: elaboración Propia

Sobre el Diseño de Investigación, fue un diseño experimental del tipo en bloque completo al azar, porque estudiaremos el diseño del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ convencional en comparación con el nuevo diseño elaborado con la sustitución de un porcentaje de 20 y 30 % por carbón vegetal. El estudio en su mayor parte se desarrolló en el laboratorio de Mecánica de Suelos, de acuerdo a lo planeado en los objetivos. El Bloque Completo Al Azar, el diseño experimental de Bloque completo al azar, tiene la siguiente configuración

Tabla 7.

Diseño en bloque completo al azar

Días de curado	Resistencia a la compresión del concreto con la sustitución del		
	0%	20%	30%
7	P1	P1	P1
	P2	P2	P2
	P3	P3	P3
14	P1	P1	P1
	P2	P2	P2
	P3	P3	P3
28	P1	P1	P1
	P2	P2	P2
	P3	P3	P3

Fuente: Elaboración propia

Las técnicas e instrumentos de investigación se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 8.

Técnicas de Recolección de Información

Técnicas de Recolección	Instrumento	Ámbito (2 Grupos)
Observación científica	Guía de observación resumen. Ficha de observación del Laboratorio de Mecánica de suelo y ensayo de materiales	Grupo Control (Diseño de mezcla). Grupo Experimental (Diseño de mezcla de sustituyendo al cemento por 20 y 30 por cenizas de carbón vegetal

Fuente: Elaboración propia

(Guía de observación resumen como instrumento), en donde se quiere ir comparando la variación de la resistencia a medida que llegue a su fraguado final, y el comportamiento de los agregados que se utilizaran en nuestro diseño de mezcla sustituyendo al cemento 20 y 30% por cenizas de carbón vegetal la cual ha brindado una resistencia para cada tipo de muestra (experimental o patrón). Teniendo en cuenta así que el material a utilizarse en nuestro diseño de concreto requiere ser evaluados por una serie de ensayos ya que dichos ensayos son los que determinan si los materiales son buenos para nuestra mezcla de concreto a utilizar. Se presentó una solicitud al laboratorio mecánica de suelos de la Universidad San Pedro para facilitar el acceso a dicho establecimiento

Se obtuvo los materiales que sea utilizado para la elaboración de las probetas

Se aplicaron registros de apuntes, mediante fichas, filmaciones, acompañadas de registros fotográficos para ver el desarrollo de las pruebas.

Se realizaron diseños de mezcla de concreto Se elaboran muestras de concreto con diseño patrón.

Se elaboraron muestras de concreto con sustitución de cemento por el 20 y 30% por cenizas de carbón vegetal.

Se ha hecho el curado de las 27 probetas y se ha analizado los resultados del Patrón como también de la sustitución de 20 y 30% por cenizas de carbón vegetal.

La recolección del Carbón Vegetal extraída del caserío de Hunchus del Distrito de Independencia Provincia de Huaraz - Ancash según las coordenadas UTM (18L) Este 226633 Norte 8946694 con una altitud de 3313 msnm

Para realizar el análisis químico de los materiales estudiados, se activó mecánicamente tamizándolo por la malla N° 200 (74 μ m) y teniendo los materiales activados térmica y mecánicamente, se determinó el grado de alcalinidad (PH) del cemento, polvo 20 y 30% de cenizas de carbón Vegetal.

En el ensayo de pH del carbón vegetal se obtuvo un resultado de 9.61 cuando se realizó como material único, y un valor de 11.83 y 10.76 cuando el carbón vegetal fue mezclado al 20% y 30% del cemento se obtuvo los valores aceptables puesto que el PH del cemento fue de 12.14.

Se hizo el cálculo de dosificación para el Diseño de Mezcla de 2010kg/cm² Teniendo la dosificación de los materiales utilizados se buscó la relación A/C del concreto experimental de la resistencia del concreto patrón, según lo indica la NTP 334.051 (2013), dicho ensayo se hizo en el laboratorio de mecánica de suelos de la Universidad San Pedro.

III RESULTADOS

Tabla 9.

Composición Elemental de cenizas de carbón vegetal

Elemento	Concentración % masa	Método utilizado
AL	1.173	
SI	0.914	
P	0.111	
SI	0.098	
CI	0.102	
K	2.602	
Ca	1.522	Fluorescencia de
Ti	0.046	Rayos -x Dispersiva
Cr	0.001	en Energía
Mn	0.053	
Fe	0.205	
Ni	0.002	
Cu	0.003	
Zn	0.007	
Sr	0.003	
sub total	6.841	
otros	93.159	
total	100	

Fuente: Laboratorio de Ciencias físicas de la UNMSM

En la tabla 9 se muestra los resultados del análisis elemental de esta muestra las concentraciones están dadas en% de la masa total en términos de los elementos con $Z > 12$, que pueden ser identificados por FRXDE. De las concentraciones de estos elementos de $Z > 12$ es de 6.47%.

El resto de los elementos probablemente sean carbono y oxígeno en su mayor parte para mayores detalles sobre la composición estructural de la muestra se sugiere hacer el análisis por difractor de rayos -x

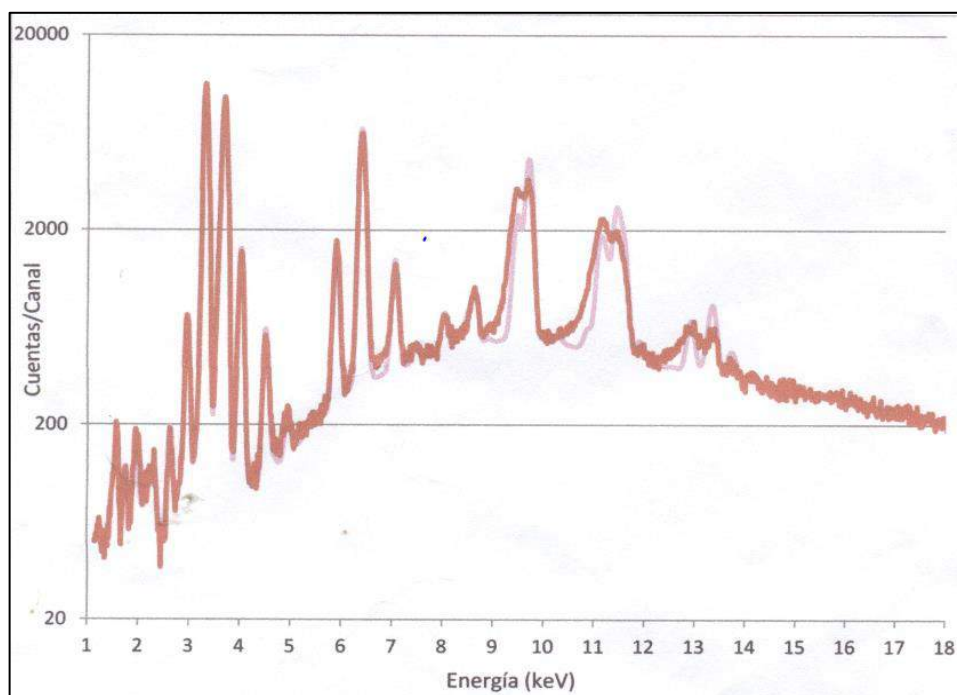


Figura 8. curva estadística de Espectro FRXDE
Fuente de Laboratorio de Ciencias físicas de la UNMSM

Espectro FRXDE de ceniza de carbón vegetal en escala semi – logarítmica incluye el pico del aire y los picos de rayos X de Au dispersados por las muestras, la curva en azul muestra el espectro simulado

Tabla 10.

PH del Cemento y, Cenizas de carbón vegetal

Muestra Utilizado	Resultados (Ph)	Método
Cemento Portland tipo I	12.14	
Ceniza de carbón vegetal	9.61	
Cemento Portland tipo I + 20% Carbón vegetal activado	11.83	Reacción Química
Cemento Portland tipo I + 30% Carbón vegetal activado	10.76	

Fuente: Laboratorio de Ciencias físicas de la UNASAM - Huaraz

Características del agregado fino.

Tabla 11.

Peso Unitario Suelto Del Agregado Fino - Peso Unitario Compactado

TIPO DE PESO UNITARIO	PESO UNITARIO SUELTO			PESO UNITARIO COMPACTADO		
	1	2	3	1	2	3
MUESTRA N°						
PESO MATERIAL + MOLDE	27190	27110	27105	28615	28616	28625
PESO DEL MOLDE	7380	7380	7380	7380	7380	7380
PESO DEL MATERIAL (1)-(2)	19810	19730	19725	21235	21235	21245
VOLUMEN DEL MOLDE	13724	13724	13724	13724	13724	13724
PESO UNITARIO	1443	1438	1437	1547	1548	1548
PESO UNITARIO PROMEDIO	1439			1548		

Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelos de USP

Tabla 12.

Peso Unitario Suelto Del Agregado Grueso - Peso Unitario Compactado

TIPO DE PESO UNITARIO	PESO UNITARIO SUELTO			PESO UNITARIO COMPACTADO		
	1	2	3	1	2	3
MUESTRA N°						
PESO MATERIAL + MOLDE	7988	1976	7985	8310	8320	8326
PESO DEL MOLDE	3420	3420	3420	3420	3420	3420
PESO DEL MATERIAL (1)-(2)	4568	4556	4565	4890	4900	4906
VOLUMEN DEL MOLDE	2776	2776	2776	2776	2776	2776
PESO UNITARIO (3)/(4)	1646	1641	1644	1772	1765	1767
PESO UNITARIO PROMEDIO	1644			1768		

Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelos de US

Tabla 13.*Gravedad Específica Y Absorción Agregado grueso*

Peso específico del agregado grueso				
A	Peso Mat. Saturado Sup. Seo (en Aire)	1193.60	1161.00	1152.00
B	Peso Mat. Saturado Sup. Seco (en Agua)	752.10	732.30	726.20
C	Vol. De Masas / Vol. De Vacios = A-B	441.50	428.70	425.80
D	Peso Mat. Seco en Estufa (105°C)	1183.40	1148.20	1142.70
E	Vol. De Masas = C-(A-D)	431.30	415.90	416.50
	Pe Bulk (Base Seca)= D/C	2.68	2.68	2.68
	Pe Bulk (Base Saturado)= A/C	2.704	2.708	2.705
	Pe Aparente (Base Seca)=D/E	2.74	2.76	2.74
	% de Absorción =((A-D)/DX100	0.86	1.11	0.81
	PROMEDIO	0.93		

Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelos de USP

Tabla 14.*Gravedad Específica Y Absorción Agregado Fino (Según Norma ASTM C-127)*

peso específico del agregado fino			
A	Peso de material saturado superficialmente seco (aire)	gr.	300
B	Peso de picnómetro + agua	gr.	679
C	Volumen de masa + volumen de vacíos (A+B)	cm ³	979
D	Peso de picnómetro + agua + material	gr.	865.4
E	Volumen de masa + volumen de vacíos (C-D)	cm ³	113.6
F	Peso de material seco en estufa	gr.	296.6
G	Volumen de masa (E-(A-F))		106.5
H	P.e. Bulk (Base Seca) F/E		1.15
I	P.e. Bulk (Base Saturada) A/E		2.64
J	P.e. Aparente (Base Seca) F/G		2.69
	Promedio		1.15

Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelos de USP

Tabla 15.*Análisis Granulométrico del agregado fino Tacllan*

TAMIZ N°	PESO RETENIDO (gr.) ABERTURA (mm)	% RETENIDO PARCIAL			% QUE PASA	
3"	75	0	0	0	100	
2 1/2"	63	0	0	0	100	
2"	50	0	0	0	100	
1 1/2"	38	0	0	0	100	
1"	25	0	0	0	100	
3/4"	19	0	0	0	100	
1/2"	12.5	0	0	0	100	
3/8"	9.5	0	0	0	100	
N° 4	4.75	21.6	0.72	0.72	99.28	TMN : N°4
N° 8	2.36	497.1	16.5	17.22	82.78	MF : 2.9
N° 16	1.18	726.7	24.13	41.35	58.65	H : 3.25%
N° 30	0.6	700.8	23.27	64.62	35.38	
N° 50	0.3	365.7	12.14	76.76	23.24	
N° 100	0.15	411.3	13.66	90.42	9.58	
N° 200	0.08	197	6.54	96.96	3.05	
PLATO		91.8	3.05	100.01	0	
TOTAL		3012	100			

Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelos de USP

Tabla 16.*Análisis Granulométrico del agregado grueso Tacllan*

TAMIZ N°	PESO RETENIDO (gr.) (mm)	ABERTURA	% RETENIDO PARCIAL		% QUE PASA	
3"	75.00	0.00	0.00	0.00	100.00	
2 1/2"	63.00	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.00	0.00	0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	38.00	0.00	0.00	0.00	100.00	
1"	25.00	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/4"	19.00	460.80	4.42	4.42	95.58	
1/2"	12.50	3022.20	29.01	33.44	66.56	
3/8"	9.50	2754.30	26.44	59.88	40.12	
N° 4	4.75	3686.00	35.39	93.27	4.73	TMN : N°3/4"
N° 8	2.36	493.00	4.73	100.00	0.00	MF : 6.60
N° 16	1.18	0.00	0.00	100.00	0.00	H : 0.77%
N° 30	0.60	0.00	0.00	100.00	0.00	
N° 50	0.30	0.00	0.00	100.00	0.00	
N° 100	0.15	0.00	0.00	100.00	0.00	
N° 200	0.08	0.00	0.00	100.00	0.00	
PLATO		0.00	0.00	100.00	0.00	
TOTAL		6933.30	100.00			

Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelos de USP

Tabla 17.*Contenido de humedad de agregado fino (ASTM D -2216 -71)*

Recipiente		50	31
Peso Recip. + Suelo Humedo	(g)	1031.90	868.20
Peso Recip. + Suelo Seco	(g)	1025.80	862.40
Peso Recipiente	(g)	6.00	5.80
Peso del Agua	(g)	168.80	163.60
Peso Suelo Seco	(g)	857.10	698.80
Contenido de Humedad	(%)	0.70	0.83
HUMEDAD PROMEDIO	(%)	0.77	

Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelos de USP

Tabla 18.*Contenido de humedad de agregado Grueso (ASTM D -2216 -71)*

Recipiente		9	7
Peso Recip. + Suelo Húmedo	(g)	1302.70	1259.50
Peso Recip. + Suelo Seco	(g)	1267.50	1224.80
Peso Recipiente	(g)	35.20	34.70
Peso del Agua	(g)	167.50	172.80
Peso Suelo Seco	(g)	1100.00	1052.00
Contenido de Humedad	(%)	3.20	3.30
HUMEDAD PROMEDIO	(%)		3.25

Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelos de USP

Tabla 19.*Medidas de molde para fabricación de las 27 probetas*

molde para Probetas	
Diámetro (m)	0,15
Altura (m)	0,30
% Desperdicio	10%
N° Probetas	12
Volumen (m3)	0,0061

Fuente: Fuente: Elaboración propio

Tabla 20.*Cantidad de materiales para cada dosificación para moldeado de Patrón*

Materiales	Peso por m ³	Para 1 testigo	para 9 probetas
Cemento	298.246 kg/m ³	1.909 kg	17.180 kg
Agua efectiva	187.064 lt/m ³	1.197 kg	10.776 kg
Agregado fino húmedo	907.347 kg/m ³	5.807 kg	52.267 kg
Agregado Grueso húmedo	950.936 kg/m ³	6.086 kg	54.778 kg
total	2343.593 kg/m ³	15.000 kg	135.000 kg

Fuente: Fuente: Elaboración propio

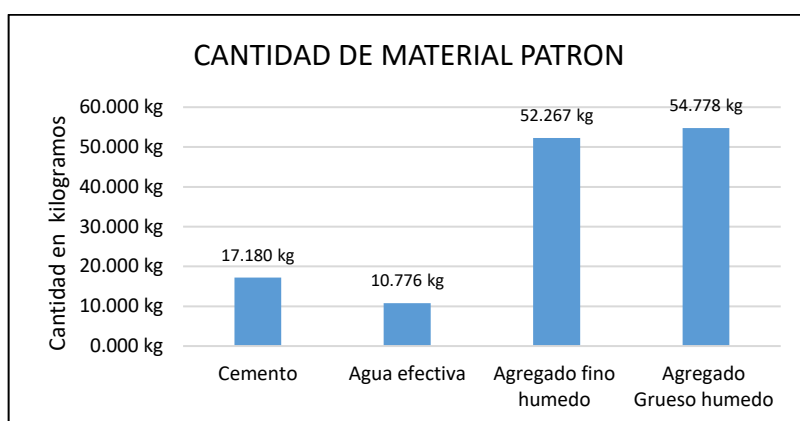


Figura 9. Gráfico estadístico de materiales de patrón
Fuente: Elaboración propia

Tabla 21.

Medidas de molde para fabricación de las 27 probetas

Molde Para Probetas	
Diámetro (m)	0,15
Altura (m)	0,30
% Desperdicio	10%
N° Probetas	12
Volumen (m3)	0,0061

Fuente: Fuente: Elaboración propio

Tabla 22.

Cantidad de materiales para cada dosificación para moldeado de 20% por cenizas de carbón vegetal

Material	Peso por m3	Para 1 testigo	para 9 testigo
Cemento	238.596 kg/m3	1.532 kg	13.786 kg
Ceniza de carbón 20%	59.649 kg/m3	0.383 kg	3.446 kg
Agua efectiva	187.211 lt/m3	1.202 kg	10.817 kg
Agregado fino húmedo	900.111 kg/m3	5.779 kg	52.007 kg
Agregado Grueso húmedo	950.936 kg/m3	6.105 kg	54.944 kg
TOTAL	2336.503 kg/m3	15.000 kg	135.000 kg

Fuente: Fuente: Elaboración propio

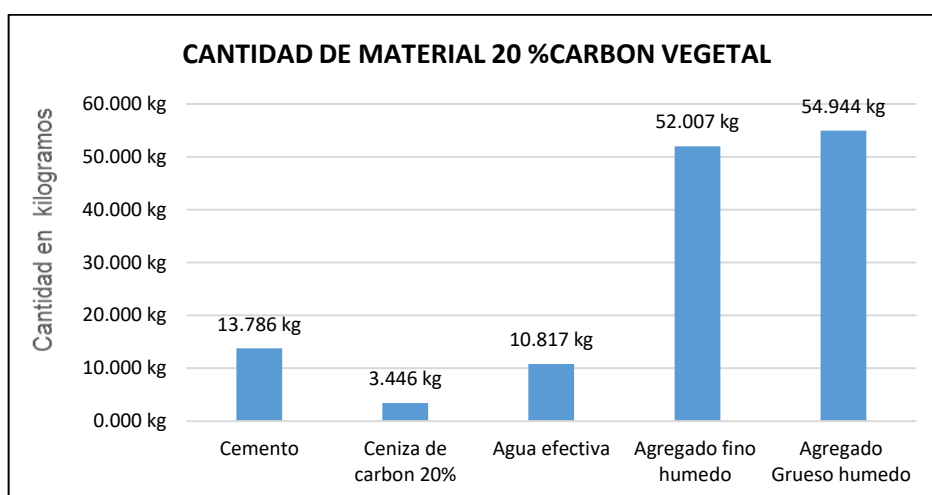


Figura 10. Gráfico estadístico de materiales de patrón
Fuente: Elaboración propia

Tabla 23.

Medidas de molde para fabricación de las 27 probetas

Molde Para Probetas	
Diámetro (m)	0,15
Altura (m)	0,30
% Desperdicio	10%
N° Probetas	12
Volumen (m3)	0,0061

Fuente: Fuente: Elaboración propio

Tabla 24.

Cantidad de materiales para cada dosificación para moldeado de 30% por cenizas de carbón vegetal

Material	peso por m3	Para 1 testigo	Para 9 testigos
Cemento	208.772 kg/m3	1.336 kg	12.026 kg
Ceniza de carbón 30 %	89.474 kg/m3	0.573 kg	5.154 kg
Agua efectiva	187.064 kg/m3	1.197 kg	10.776 kg
Agregado fino húmedo	907.347 kg/m3	5.807 kg	52.267 kg
Agregado Grueso húmedo	950.936 kg/m3	6.086 kg	54.778 kg
TOTAL	2343.593 kg/m3	15.000 kg	135.000 kg

Fuente: Elaboración propio

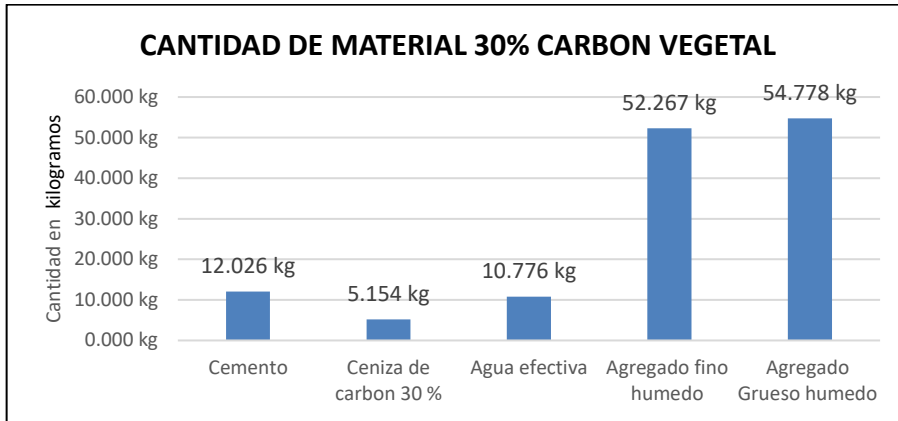


Figura 11. Gráfico de materiales con 30% de carbón vegetal

Fuente: Elaboración propia

Después de haber realizado el ensayo de resistencia al patrón, sustitución de 20% y 30% por carbón vegetal tenemos

Tabla 25.

Resumen general de ensayo de resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Diseño De Concreto	Concreto Patrón			Carbón Vegetal 20% De Sustitución De Cemento			Carbón Vegetal 30% De Sustitución De Cemento		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
7	28739	28153	29349	18650	19271	19355	16995	17983	17189
14	33652	32197	32928	22983	23430	23752	18358	18070	22987
28	39245	40456	40111	25997	26230	26089	23234	23986	23677

Fuente: Elaboración propio

Tabla 26.*Resistencia de compresión para 07 días de curado*

Descripción		Fc Diseño Kg/Cm2	Edad Días	Diamt. Cm	Area Cm2	Carga (Kg)	Fc Kg/Cm2	Resist. %	Resist. prom
Concreto Patrón	1	210	7	15	176.71	28739	163	77	163
	2	210	7	15	176.71	28153	159	76	
	3	210	7	15	176.71	29349	166	79	
Concreto Con 20% De Carbón Vegetal	4	210	7	15	176.71	18650	106	50	108
	5	210	7	15	176.71	19271	109	52	
	6	210	7	15	176.71	19355	110	52	
Concreto Con 30% De Carbón Vegetal	7	210	7	15	176.71	16995	96	46	98
	8	210	7	15	176.71	17983	102	48	
	9	210	7	15	176.71	17189	97	46	

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos de la USP

Tabla 27.*Resistencia de compresión para 14 días de curado*

Descripción		Fc diseño Kg/Cm2	Edad Días	Dmtro Cm	Área Cm2	Carga (Kg)	Fc Kg/Cm2	Rest. %	Rest. Promd
Concrt. Patrón	1	210	14	15	176.71	33652	190	91	186
	2	210	14	15	176.71	32197	182	87	
	3	210	14	15	176.71	32928	186	89	
Concrt. Con 20% De Carbón Vgtal	4	210	14	15	176.71	22983	130	62	132
	5	210	14	15	176.71	23430	133	63	
	6	210	14	15	176.71	23752	134	64	
Concrt. Con 30% De Carbón Vgtal	7	210	14	15	176.71	18358	104	49	112
	8	210	14	15	176.71	18070	102	49	
	9	210	14	15	176.71	22987	130	62	

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos de la USP

Tabla 28.*Resistencia de compresión para 28 días de curado*

Descripción	Fc diseño Kg/Cm2	Edad Días	Dmtro Cm	Área Cm2	Carga (Kg)	Fc Kg/Cm2	Rest. %	Rest. Promd
	1	210	28	15	176.71	39245	222	106
Concrt. Patrón	2	210	28	15	176.71	40456	229	109
	3	210	28	15	176.71	40111	227	108
Concrt. Con 20%	4	210	28	15	176.71	25997	147	70
De Carbón Vgtal	5	210	28	15	176.71	26230	148	71
	6	210	28	15	176.71	26089	148	70
Concrt. Con 30%	7	210	28	15	176.71	23234	131	63
De Carbón Vgtal	8	210	28	15	176.71	23986	136	65
	9	210	28	15	176.71	23677	134	64

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos de la USP

Tabla 29.*Cuadro de las resistencias promedio de las probetas*

Diseño De Conct	Cocrto. Patrón		Carbón Vgtal. 20 % De Rmplzo. Del Cemnt.		Carbon Vgtal. 30 % De Rmplzo. Del Cemnt.		
Descrip	Resist F'c (Kg/Cm2)	%	Resist F'c (Kg/Cm2))	%	Resistencia F'c (Kg/Cm2)	%	
	7	163	77	108	51%	98	47%
EDAD	14	186	89	132	63%	112	53%
	28	226	107	148	70%	133	64%

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos de la USP

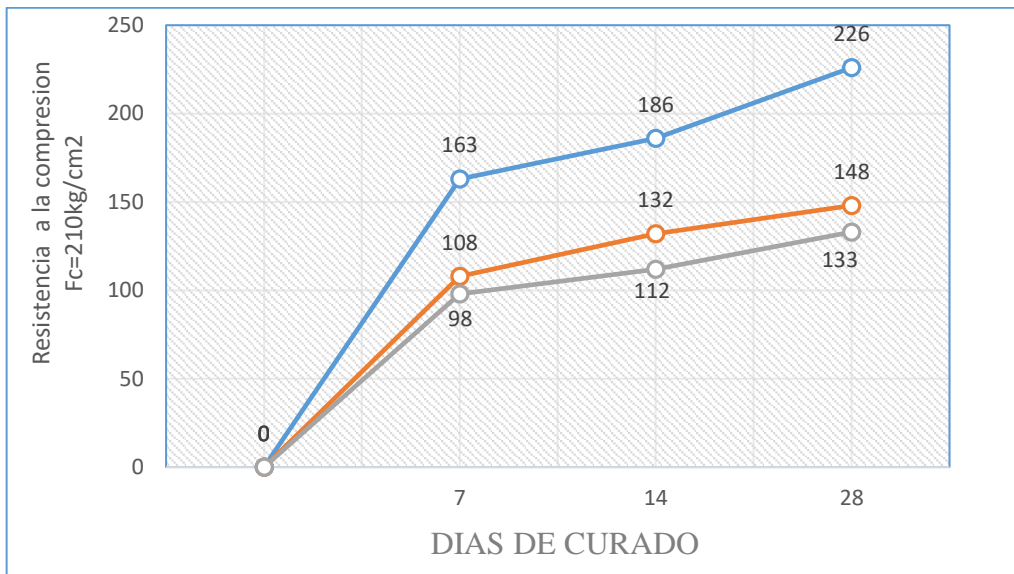


Figura 12. curva estadística de las resistencias promedio de las probetas
Fuente: Elaboración propio

I V. ANALISIS Y DISCUSIÓN

De los antecedentes encontrados se ha considerado algunos conceptos relevantes a esta investigación, Molina, Moragues, G. (2008), indica que, las puzolanas pueden contribuir a mejorar las características del concreto, Entre estas se destaca el refinamiento de la estructura porosa del material además las cenizas ofrecen un impacto positivo como sustituto parcial del cemento portland.

A lo investigado en el proyecto la reducción de dosis de cemento en las mezclas de concreto abarata los costos del material, logra disminuir la contaminación asociada a la producción de cemento y ayuda a solucionar el problema de eliminación de las cenizas de carbón vegetal.

En el ensayo de fluorescencia de rayos X, se ha realizado con el fin de conocer el contenido de porcentaje de óxidos de la muestra de cenizas de carbón vegetal en el cual se obtuvo los resultados de la tabla 9, se analizaron los datos de interés desfavorable a la mezcla para el concreto al tener un porcentaje de material orgánica de forma mayoritaria siendo un 93.159%, a causa de ello se realizó ensayos de análisis térmico calometria diferencial barrido DSC/Análisis térmico diferencial DTA, en este ensayo se muestra algunas bandas endotérmicas a baja temperatura la primera a 110 y la otra 210°C y después llega la temperatura máxima de 400 a 890°C

Según y análisis Termogavimetrico TGA se evaluó la pérdida del material hasta 270 y luego la variación de masa es continua posteriormente la pedida de material cae hasta aproximadamente 95% de su masa inicial se alcanza a una temperatura de 900°C.

La medición simultanea del AGA y DTA, por calometria diferencial y cambios de termo gravimetría en un material como de las cenizas del carbón vegetal siendo realizado en una atmosfera controlada, esta técnica ayuda simplificar la interpretación de los resultados y la información complementaria que permite diferenciar entre eventos endotérmicos y exotérmicos.

Se realizó la prueba de temperatura del horno artesanal con un equipo llamado Pirómetro termómetro laser, de precisión digital doble laser LCD con rango de medida es de 50 a 1050°C precisión de 2% de lectura y con resolución de 0.1°C

la cual se obtuvo los resultados reales de 518°C a 563°C, hay variaciones con el ensayo de Análisis Térmico Diferencial donde la temperatura máxima llega 400 a 890°C, donde el carbon vegetal no se quemó a la temperatura requerida de tal sentido en el ensayo de fluorescencia de rayos X existe mucha materia orgánica.

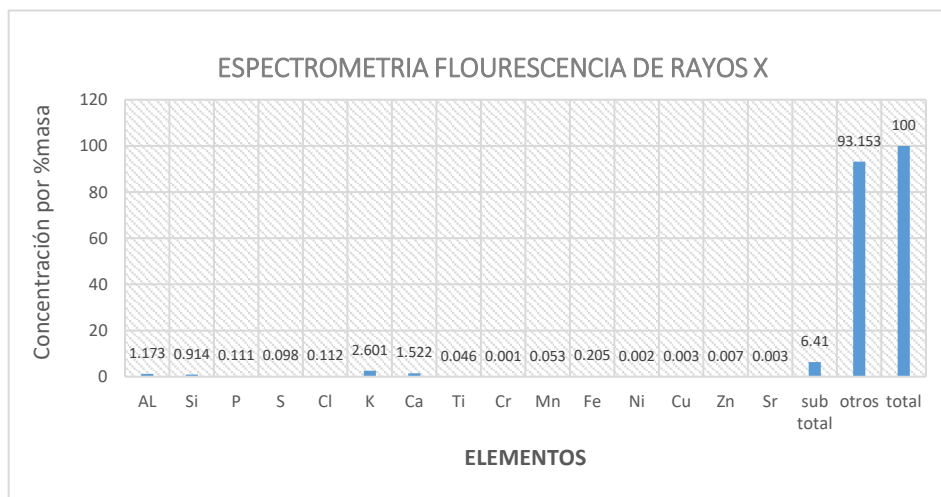


Figura 13. Composición química del carbón vegetal

Fuente: Elaboración propi

Tabla 31.

Resultado de las Probeta - Rotura a los 7 días

DÍAS DE CURADO	RESISTENCIA		
	PATRON	20%	30%
7	163	106	96
	159	109	102
	166	110	97

Fuente: Elaboración propio

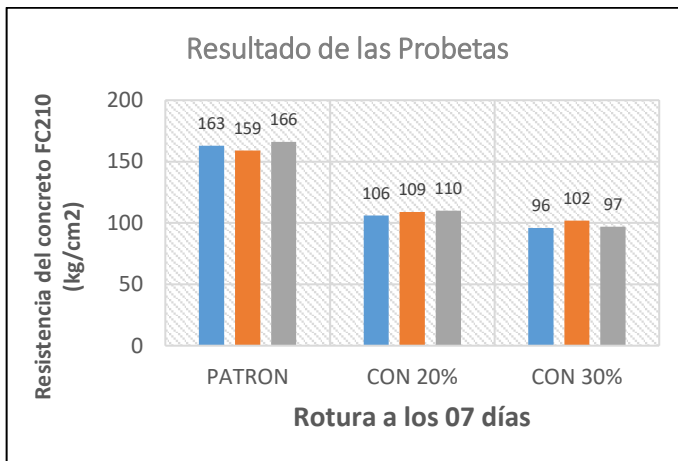


Figura 14. Resistencia a la Compresión (Kg/cm2) Vs. Edad (7Días)

Fuente: Ensayo de Compresión. Laboratorio Ensayo de Materiales – USP

La gráfica muestra las resistencias obtenidas a los 7 días de curado del patrón y sustitución de 20% y 30% por carbón vegetal, llegan a una resistencia máxima 79% del patrón 20 y 30% alcanza a 52 y 40 % de su resistencia a los primeros 7 día

Tabla 32.

Resultado de las Probeta - Rotura a los 14 días

DIAS DE CURADO	RESISTENCIA PATRON	SUST. 20%	SUST. 30%
	190	130	104
14	182	133	102
	186	134	130

Fuente: Elaboración propio

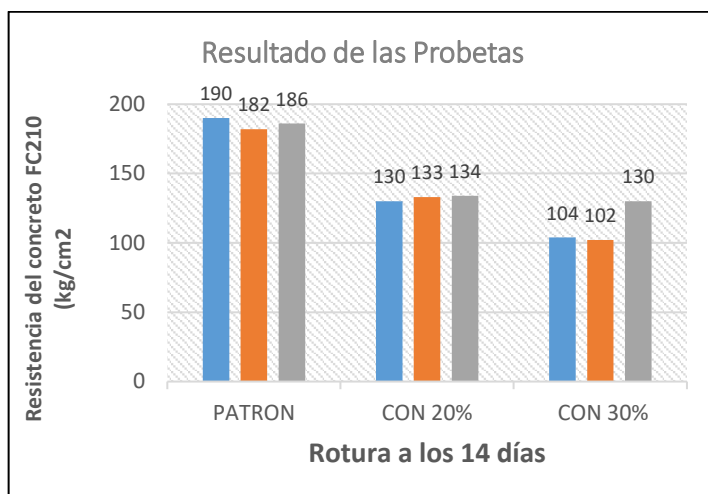


Figura 15. Resistencia a la Compresión (Kg/cm²) Vs. Edad (14Días)

Fuente: Ensayo de Compresión. Laboratorio Ensayo de Materiales – USP

Se puede visualizar que la resistencia del concreto sustituido en 20 % en 14 días de curado aproxima a la resistencia patrón.

A los 14 días el que logra mayor resistencia es la sustitución es 20% de carbón vegetal

La sustitución de 30% como se puede observar tienen una resistencia baja, pero es factible para las construcciones no estructurales

Tabla 33.

DIAS DE CURADO	RESISTENCIA		
	PATRON	S.c 20%	s.c 30%
	222	147	131
28	227	148	136
	229	148	134

Resultado de las Probeta - Rotura a los 28 días

Fuente: Elaboración propio

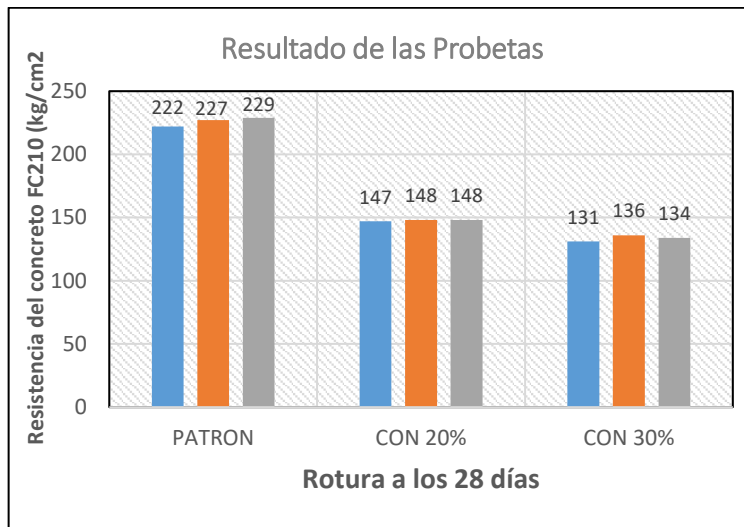


Figura 16. Resistencia a la Compresión (Kg/cm²) Vs. Edad (28días)

Fuente: Ensayo de Compresión. Laboratorio Ensayo de Materiales – USP

Se puede visualizar que la resistencia del concreto patrón de 210 kg/cm² alcanzó a los 28 días promedio de 226kg/cm² de resistencia

Con la agregación de 20 % en 28 días de curado se alcanzó promedio de 148kg/cm² se puede utilizar en construcciones no estructurales

Las sustituciones 30% se puede observar que la resistencia del concreto alcanzo un promedio de 134 kg/cm² también se puede construcciones no estructurales

Los especímenes del concreto patrón tienen mayores resistencias que los especímenes de los concretos experimentales con la sustitución del 20% y 30% por carbón vegetal.

Los especímenes con sustitución al 20% y 30% del cemento por carbón vegetal no llegaron al valor diseñado, los especímenes del concreto patrón sobrepasaron su resistencia óptima

Si comparamos lo realizado por Víctor (2016) con respecto a mi estudio se puede observar que en porcentajes de sustitución de 20 y 30% se logra resistencias de 147.73 y 133.73 Kg/cm² a los 28 días de curado, se determina que lo obtenido es levemente inferior para los mismos días de curado. La sustitución respecto al mortero patrón en ambas investigaciones no logró incrementar la resistencia en todas las edades como se muestra en la tabla N°28, se pone de manifiesto que en

mi caso las cenizas de carbón vegetal, según las proporciones utilizadas hace que pueda desarrollar resistencias a largo plazo, fraguado final, mediana liberación de calor durante los primeros días de hidratación y endurecimiento lento siendo esto posible por la presencia de silicatos y aluminatos.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las conclusiones a las que se llegó fueron los siguientes

- ✓ La resistencia de las probetas del concreto patrón obtenida a través del diseño demostró ser optima al observar la rotura de las probetas o testigos llegado a superar hasta en 4 % la resistencia de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ pese a no contar con el factor de seguridad.
- ✓ En el ensayo de fluorescencia de rayos X, el contenido mayoritario es materia orgánica de 93.159, no es factible para un concreto de 210 kg/cm^2 por lo tanto se realizó ensayo de Análisis Térmico diferencial que llega la temperatura máxima de 400 a 890°C y la medición de temperatura real del horno artesanal llega la temperatura máxima de 518 a 563°C . estos ensayos se realizaron con el fin de saber el resultado mayoritario de la materia orgánica.
- ✓ El carbon vegetal no se quemó a la temperatura requerida que indica el ensayo de análisis térmico diferencial.
- ✓ La resistencia obtenida a compresión en los testigos cilíndricos del patrón se visualizó que superó la resistencia de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, de la misma forma se visualizó la disminución de la resistencia conforme se sustituía mayor porcentaje de carbón vegetal al cemento.
- ✓ El concreto sustituido 20 % y 30 % de carbón vegetal, presenta características con mejor resultados de las 2 sustituciones de carbón vegetal, para lo cual podrían ser aprovechadas para concreto estructural, no obstante, se debe estudiar efectos a largo plazo.
- ✓ A los 28 días el concreto patrón llega a alcanzar una resistencia de 226 kg/cm^2 mientras que la resistencia a la compresión con 30% de sustitución de cemento por carbón vegetal está por debajo en un 40.83%.
- ✓ No se obtuvo una mayor resistencia a la compresión debido a que la materia orgánica superó al admisible.

- ✓ En el cuadro ANOVA se puede ver que existen diferencias **significativas** entre las resistencias a la compresión del concreto patrón y las experimentales con la sustitución de cemento en un 20% y 30% por carbón vegetal.

Se recomiendan en futuras investigaciones

- ✓ Se recomienda trabajar con otro tipo de carbón vegetal que contenga un porcentaje de óxido de calcio igual o mayor químicamente en su composición, para llegar a tener mejores resistencias.
- ✓ Los agregados utilizados para la elaboración del diseño del concreto patrón son de buena calidad ya que supera al 100% del diseño y se recomienda su uso para otros estudios de investigación.
- ✓ Se recomienda trabajar con porcentajes de reemplazo de cemento por carbón vegetal menores a 30% para así llegar a obtener resistencias altas ya que se demostró con los ensayos a la compresión que este porcentaje es el óptimo.
- ✓ Se recomienda continuar con la línea de investigación y determinar la durabilidad del concreto mezclado con carbón vegetal.
- ✓ Se propone como línea de aplicación futura estudiar el uso del carbón vegetal para incorporarlos en morteros para asentado de muros de albañilería, cimientos en general. Con esto se tendría un abanico más amplio de aplicaciones prácticas para ser usadas en nuestro país.

VI REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Abanto (2009). Libro “Tecnología del Concreto”

Recuperado de : *cemento* <https://es.scribd.com/doc/306087568/Tecnologia-Del-Concreto-Flavio-Abanto>

Águila & Sosa (2008). “Evaluación fisicoquímica de cenizas de cascarilla de arroz, bagazo de caña y hoja de maíz y su influencia en mezclas de mortero, como materiales puzolánicos” *Revista de la Facultad de Ingeniería U.C.V.* 23(4), 55–66, 2008. Recuperado de:

http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev_fiucv/article/view/5078

American Society of Testing Materials. (s/f). *Standard specification for coal fly ash and raw or calcined natural pozzolan for use in concrete.* ASTM C618-03

American Society of Testing Materials. (2007) *Specifications for Liquid Membrane Forming Compounds for Curing Concrete*, American Society for Testing Materials, West Conshohocken, PA. recuperado de:

https://infostore.saiglobal.com/en-us/Standards/ASTM-C-309-2007148264_SAIG_ASTM_ASTM_341138/

Cartago, (2012). Costa Rica: *Compendio de Material para el curso Concreto*, Instituto Tecnológico de Costa Rica. Recuperado

https://www.tec.ac.cr/sites/default/files/media/doc/catalogo_carreras_2017_paginas_internas.pdf.

Digesa – Minsa (s/f) *Estándares de calidad ambiental de agua*, Informes Técnicos Recuperado de:

http://www.digesa.minsa.gob.pe/DEPA/informes_tecnicos/GRUPO%20DE%20USO%203.pd

Gonzales (1987). “Cemento Portland”. Recuperado de:

http://biblioteca.uns.edu.pe/saladocentes/archivos/curzoz/semana_7_cemento_tecnologia_2013.2.pdf

Jiménez (2008). H. "TECNOLOGIA DEL CONCRETO". Recuperado de:

<https://es.scribd.com/doc/140847617/Tecnologia-del-Concreto-pdf>

Melvin & Jose (2010). Evaluación de la calidad de carbón vegetal producido en

en hornos de retorta y hornos metálicas portátiles en el salvado. Recuperado:

http://cef.uca.edu.sv/descargables/tesis_descargables/evaluacion_de_la_calidad_del_carbon_vegetal_producido_en_hornos_retorta_y_hornos_metalicos_portatiles_en_El_Salvador.pdf.

Neville, Adam M. (1999). Tecnología del Concreto. Instituto Mexicano del.

Cemento y del Concreto. México. Recuperado de:

http://imcyc.com/redcyc/imcyc/biblioteca_digital/TECNOLOGIA_DEL_CONCRETO.pdf

Pasquel, (1992). tópicos de tecnología del concreto en el Perú. Recuperado de:

http://es.slideshare.net/cmanuel_locky/topicos-de-tecnologia-del-concreto-en-el-peru.

Ríos (2017). *Evaluación de la resistencia del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con adición de Cáscara de huevo*. Recuperado de:

http://repositorio.usanpedro.edu.pe/bitstream/handle/USANPEDRO/1508/Tesis_52741.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Rivva (2007). *Tecnología del Concreto. Diseño de mezclas*. Ediciones Universidad

Nacional de Ingeniería. Segunda Edición. Recuperado de:

<https://es.slideshare.net/FredrafuEnrifer/diseño-demezclasenrique-rivvalpez>.

ANEXOS Y APENDICE

**PESO ESPECIFICO Y ABSORCION
DEL AGREGADO GRUESO**

SOLICITA : **Bach. JAVILIANO CUEVA, Fidel Olmedo.**
 TESIS : "Resistencia del Concreto F'c = 210 Kg/Cm2 con Cemento Sustituido
 en 20% y 30% por Cenizas de Carbon Vegetal"
 LUGAR : HUARAZ
 CANTERA : TACLLAN
 MATERIAL : AGREGADO GRUESO
 FECHA : 10/08/2018

A : Peso de material saturado superficialmente seco (aire)
 B : Peso de material saturado superficialmente seco (agua)
 C = A - B : Volumen de masa + volumen de vacios
 D : Peso de material seco en el horno
 E = C - (A - D) : Volumen de masa

ABSORCION (%) : $((A-D)/D) \times 100$
 ABS. PROM. (%) :

1193,6	1161,0	1152,0
752,1	732,3	726,2
441,5	428,7	425,8
1183,4	1148,2	1142,7
431,3	415,9	416,5
0,86	1,11	0,81
0,93		

P.e. Bulk (Base Seca) = D/C
 P.e. Bulk (Base Saturada) = A/C
 P.e. Aparente (Base Seca) = D/E

PROMEDIO

2,68	2,68	2,68
2,70	2,71	2,71
2,74	2,76	2,74

PROMEDIO

P.e. Bulk (Base Seca)
 P.e. Bulk (Base Saturada)
 P.e. Aparente (Base Seca)

2,68
2,71
2,75



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FIELAL - HUARAZ
 FACULTAD DE INGENIERIA
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y
 CIENICIA DE MATERIALES
 Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
 CIP: 116544
 JEFE

**PESO ESPECIFICO Y ABSORCION
DEL AGREGADO FINO**

SOLICITA : Bach. JAVILIANO CUEVA, Fidel Olmedo.
 TESIS : "Resistencia del Concreto $f'c = 210 \text{ Kg/Cm}^2$ con Cemento Sustituido
 en 20% y 30% por Cenizas de Carbon Vegetal"
 LUGAR : HUARAZ
 CANTERA : TACLLAN
 MATERIAL : AGREGADO FINO
 FECHA : 10/08/2018

A : Peso de material saturado superficialmente seco (aire)
 B : Peso de frasco+ agua
 C = A + B : Peso frasco + agua +material
 D : Peso de material+agua en el frasco
 E = C - D : Volumen de masa+volumen de vacio
 F : Peso Material seco en horno
 G= E- (A - F) : Volumen de masa

ABSORCION (%) : $((A-F/F) \times 100)$
 ABS. PROM. (%) :

P.e. Bulk (Base Seca) = F/E
 P.e. Bulk (Base Saturada) = A/E
 P.e. Aparente (Base Seca) = F/G

300,0		
679,0		
979,0		
865,4		
113,6		
296,6		
110,2		
1,15		
	1,15	

PROMEDIO

2,61		
2,64		
2,69		

PROMEDIO

P.e. Bulk (Base Seca)
 P.e. Bulk (Base Saturada)
 P.e. Aparente (Base Seca)

2,61
2,64
2,69



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FILIAL - HUARAZ
 ESCUELA DE INGENIERIA
 EN GRADUADO DE INGENIERIA DE SUELOS Y
 ESPALDAS DE MATERIALES
 Ing. Elizabeth Maza Ambrasa
 CIP: 116544
 JEFE

PESOS UNITARIOS

SOLICITA : Bach. JAVILIANO CUEVA, Fidel Olmedo.
TESIS : "Resistencia del Concreto $f'c = 210 \text{ Kg/Cm}^2$ con Cemento Sustituido en 20% y 30% por Cenizas de Carbon Vegetal"
LUGAR : HUARAZ
CANtera : TACLLAN
MATERIAL : AGREGADO FINO
FECHA : 10/08/2018

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	7988	7976	7985
Peso de molde	3420	3420	3420
Peso de muestra	4568	4556	4565
Volumen de molde	2776	2776	2776
Peso unitario	1646	1641	1644
Peso unitario prom.	1644 Kg/m3		

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	8310	8320	8326
Peso de molde	3420	3420	3420
Peso de muestra	4890	4900	4906
Volumen de molde	2776	2776	2776
Peso unitario	1762	1765	1767
Peso unitario prom.	1765 Kg/m3		



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FILIAL - HUARAZ
 FACULTAD DE INGENIERIA
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELO Y
 SUBSTRATOS
 Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
 CIP: 116544
 JEFE

PESOS UNITARIOS

SOLICITA : Bach. JAVILIANO CUEVA, Fidel Olmedo.
TESIS : "Resistencia del Concreto $F'c = 210 \text{ Kg/Cm}^2$ con Cemento Sustituído en 20% y 30% por Cenizas de Carbon Vegetal"
LUGAR : HUARAZ
CANTERA : TACLLAN
MATERIAL : AGREGADO GRUESO
FECHA : 10/08/2018

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	27190	27110	27105
Peso de molde	7380	7380	7380
Peso de muestra	19810	19730	19725
Volumen de molde	13724	13724	13724
Peso unitario	1443	1438	1437
Peso unitario prom.	1439 Kg/m3		

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	28615	28615	28625
Peso de molde	7380	7380	7380
Peso de muestra	21235	21235	21245
Volumen de molde	13724	13724	13724
Peso unitario	1547	1547	1548
Peso unitario prom.	1548 Kg/m3		



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FILIAL - HUARAZ
 FACULTAD DE INGENIERIA
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS E
 ENSAYO DE MATERIALES
 Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
 CIP: 116544
 JEFE

PESOS UNITARIOS

SOLICITA : Bach. JAVILIANO CUEVA, Fidel Olmedo.
TESIS : "Resistencia del Concreto FC = 210 Kg/Cm2 con Cemento Sustituido en 20% y 30% por Cenizas de Carbon Vegetal"
LUGAR : HUARAZ
CANTERA : TACLLAN
MATERIAL : AGREGADO FINO
FECHA : 10/08/2018

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	7988	7976	7985
Peso de molde	3420	3420	3420
Peso de muestra	4568	4556	4565
Volumen de molde	2776	2776	2776
Peso unitario	1646	1641	1644
Peso unitario prom.	1644 Kg/m3		

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	8310	8320	8326
Peso de molde	3420	3420	3420
Peso de muestra	4890	4900	4906
Volumen de molde	2776	2776	2776
Peso unitario	1762	1765	1767
Peso unitario prom.	1765 Kg/m3		



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FILIAL - HUARAZ
 FACULTAD DE INGENIERIA
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y
 ENSAYO DE MATERIALES

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
 CIP: 116544
 JEFE



ANALISIS GRANULOMETRICO ARENA

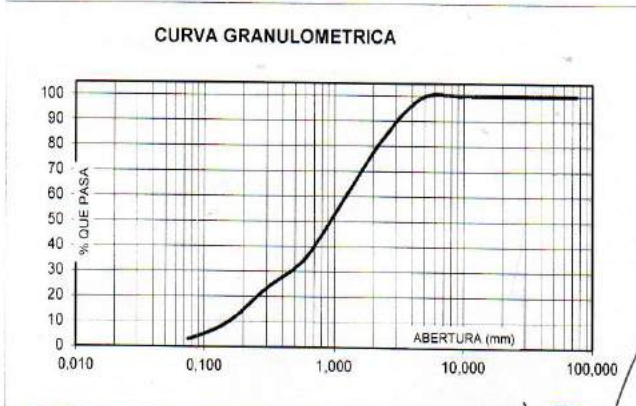
SOLICITA : Bach. JAVILIANO CUEVA, Fidel Olmedo.
TESIS : "Resistencia del Concreto F'C = 210 Kg/Cm2 con Cemento Sustituido en 20% y 30% por Cenizas de Carbon Vegetal"
LUGAR : HUARAZ
FECHA : 10/08/2018 **CANTERA :** TACLAN **MATERIAL :** AGREGADO FINO

PESO SECO INICIAL	3012
PESO SECO LAVADO	2920,20
PESO PERDIDO POR LAVADO	91,80

TAMIZ	ABERT. (mm.)	PESO RETEN (gr)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3"	75,000	0,00	0,00	0,00	100,00
2 1/2"	63,000	0,00	0,00	0,00	100,00
2"	50,000	0,00	0,00	0,00	100,00
1 1/2"	38,100	0,00	0,00	0,00	100,00
1"	25,000	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,000	0,00	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,500	0,00	0,00	0,00	100,00
3/8"	9,500	0,00	0,00	0,00	100,00
N° 4	4,750	21,60	0,72	0,72	99,28
N° 8	2,360	497,10	16,50	17,22	82,78
N° 16	1,180	726,70	24,13	41,35	58,65
N° 30	0,600	700,80	23,27	64,61	35,39
N° 50	0,300	365,70	12,14	76,76	23,24
N° 100	0,150	411,30	13,66	90,41	9,59
N° 200	0,075	197,00	6,54	96,95	3,05
PLATO		91,80	3,05	100,00	0,00
TOTAL		3012,00	100,00		

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL : n° 4
 MODULO DE FINEZA : 2,9
 HUMEDAD : 3,25%

CURVA GRANULOMETRICA



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FILIAL - HUARAZ
 FACULTAD DE INGENIERIA
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y
 SIGUIMIENTO DE OBRAS
 Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
 CIP: 116544
 JEFE

ANALISIS GRANULOMETRICO GRAVA

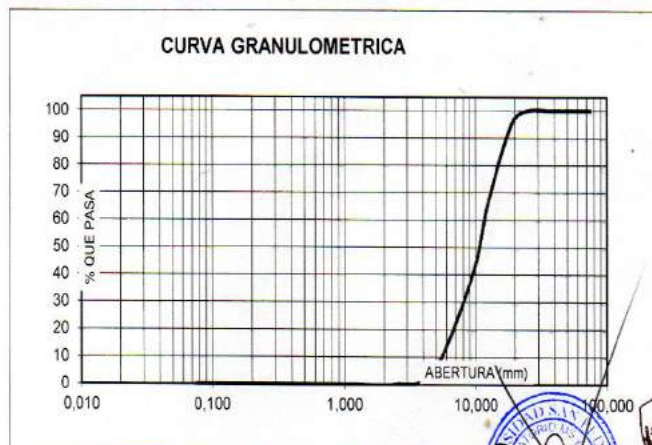
SOLICITA : Bach. JAVILIANO CUEVA, Fidel Olmedo.
TESIS : "Resistencia del Concreto $F'c = 210 \text{ Kg/Cm}^2$ con Cemento Sustituido en 20% y 30% por Cenizas de Carbon Vegetal"
LUGAR : HUARAZ
FECHA : 10/08/2018 **CANTERA :** TACLLAN **MATERIAL :** AGREGADO GRUESO

PESO SECO INICIAL	10417
PESO SECO LAVADO	10417,00
PESO PERDIDO POR LAVADO	0,00

TAMIZ No	ABERT. (mm.)	PESO RETEN (gr)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3"	75,000				
2 1/2"	63,000				
2"	50,000				
1 1/2"	38,100	0,00	0,00	0,00	100,00
1"	25,000	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,000	460,80	4,42	4,42	95,58
1/2"	12,500	3022,20	29,01	33,44	66,56
3/8"	9,500	2754,30	26,44	59,88	40,12
N° 4	4,750	3686,70	35,39	95,27	4,73
N° 8	2,360	493,00	4,73	100,00	0,00
N° 16	1,180	0,00	0,00	100,00	0,00
N° 30	0,600	0,00	0,00	100,00	0,00
N° 50	0,300	0,00	0,00	100,00	0,00
N° 100	0,150	0,00	0,00	100,00	0,00
N° 200	0,075	0,00	0,00	100,00	0,00
PLATO		0,00	0,00	100,00	0,00
TOTAL		10417,00	100,00		

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL : 3/4"
 MODULO DE FINEZA : 6,60
 HUMEDAD : 0,77%

CURVA GRANULOMETRICA



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FILIAL - HUARAZ
 FACULTAD DE INGENIERIA
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y
 ESTUDIOS GEOTECNICOS
 Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
 CIP: 116544
 JEFE

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D-2216-71

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS					
TESIS	: "Resistencia del Concreto F'c = 210 Kg/Cm2 con Cemento Sustituido en 20% y 30% por Cenizas de Carbon Vegetal"				
SOLICITA	: Bach. JAVILIANO CUEVA, Fidel Olmedo.				
DISTRITO	: HUARAZ	HECHO EN : USP -HUARAZ			
PROVINCIA	: HUARAZ	FECHA 10/08/2018			
PROG (KM.)	:	ASESOR			
DATOS DE LA MUESTRA					
CALICATA	:				
MUESTRA	: AGREGADO GRUESO, AGREGADO FINO				
PROF. (m)	:				
AGREGADO GRUESO					
Nº TARRO		50	31		
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	1031,9	868,2		
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	1025,9	862,4		
PESO DE AGUA	(g)	6,00	5,80		
PESO DEL TARRO	(g)	166,80	163,6		
PESO DEL SUELO SECO	(g)	857,10	698,8		
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	0,70	0,83		
HUMEDAD PROMEDIO	(%)	0,77			
AGREGADO FINO					
Nº TARRO		9	7		
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	1302,7	1259,5		
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	1267,5	1224,8		
PESO DE AGUA	(g)	35,20	34,70		
PESO DEL TARRO	(g)	167,50	172,8		
PESO DEL SUELO SECO	(g)	1100,00	1052,0		
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	3,20	3,3		
HUMEDAD PROMEDIO	(%)	3,25			



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FILIAL - HUARAZ
FACULTAD DE INGENIERIA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y
ENSAJO DE MATERIALES
Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
CIP: 116544
JEFE

ANEXO N° 2



UNIVERSIDAD NACIONAL
“Santiago Antúnez de Mayolo”
“Una Nueva Universidad para el Desarrollo”
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÁRIAS
CIUDAD UNIVERSITARIA – SHANCAYAN
Telefax. 043-426588 - 106
HUARAZ – REGIÓN ANCASH



RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE pH

TITULO DE TESIS: “Resistencia de un Concreto $F'_{c} = 210 \text{ kg/cm}^2$ con Cemento sustituido en 20 %, y 30 % por Cenizas de Carbón Vegetal”

TESISTA : Javiliano Cueva, Fidel Olmedo - Tesista

MUESTRA : Cemento

LUGAR DE MUESTREO: Huaraz - Ancash

FECHA DE RECEPCIÓN: 31-07-18

FECHA DE INICIO DE ANALISIS: 01-08-18

FECHA DE TÉRMINO DEL ANALISIS: 01-08-18

Muestra	pH
Cemento	12.14

ENSAYOS

1.- Determinación de pH

OBSERVACIONES:


- La muestra es tomado por el cliente
- Lugar y condiciones de muestreo es indicado por el cliente

CONCLUSIONES

- El pH es calificado como extremadamente alcalina

Huaraz, 01 de Agosto del 2018.




Ing. M.Sc. Guillermo Castillo Romero
JEFE DEL LABORATORIO DE ANÁLISIS
DE SUELOS Y AGUAS



UNIVERSIDAD NACIONAL
“Santiago Antúnez de Mayolo”
“Una Nueva Universidad para el Desarrollo”
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CIUDAD UNIVERSITARIA – SHANCAYAN
Telefax. 043-426588 - 106
HUARAZ – REGIÓN ANCASH



RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE pH

TITULO DE TESIS: Resistencia de un Concreto $F''C = 210 \text{ kg/cm}^2$ con Cemento sustituido en 20 %, y 30 % por Cenizas de Carbón Vegetal”

TESISTA : Javiliano Cueva, Fidel Olmedo - Tesista

MUESTRA : Ceniza de carbón vegetal

LUGAR DE MUESTREO: Unchus – Independencia - Huaraz - Ancash

FECHA DE RECEPCIÓN: 31-07-18

FECHA DE INICIO DE ANALISIS: 01- 08-18

FECHA DE TÉRMINO DEL ANALISIS: 01-08-18

Muestra	pH
Ceniza de carbón vegetal	9.61

ENSAYOS

1.- Determinación de pH

OBSERVACIONES:

- La muestra es tomado por el cliente
- Lugar y condiciones de muestreo es indicado por el cliente

CONCLUSIONES

- El pH es calificado como extremadamente alcalina

Huaraz, 01 de Agosto del 2018.

Ing. *[Signature]* Cuñetiro Castillo Romero
JEFE DEL LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS Y AGUAS



UNIVERSIDAD NACIONAL
“Santiago Antúnez de Mayolo”
“Una Nueva Universidad para el Desarrollo”
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÁRIAS
CIUDAD UNIVERSITARIA – SHANCAYAN
 Telefax. 043-426588 - 106
HUARAZ – REGIÓN ANCASH



RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE pH

TITULO DE TESIS: Resistencia de un Concreto F[”]C =210 kg/cm² con Cemento sustituido en 20 %, y 30 % por Cenizas de Carbón Vegetal”

TESISTA : Javilano Cueva, Fidel Olmedo - Tesista

MUESTRA : Cemento + 20 % Ceniza de carbón vegetal

LUGAR DE MUESTREO: Unchus – Independencia - Huaraz - Ancash

FECHA DE RECEPCIÓN: 31-07-18

FECHA DE INICIO DE ANALISIS: 01- 08-18

FECHA DE TÉRMINO DEL ANALISIS: 01-08-18

Muestra	pH
Cemento + 20 % Ceniza de carbón vegetal	11.83

ENSAYOS

1.- Determinación de pH

OBSERVACIONES:

- La muestra es tomado por el cliente
- Lugar y condiciones de muestreo es indicado por el cliente

CONCLUSIONES

- El pH es calificado como extremadamente alcalina

Huaraz, 01 de Agosto del 2018



[Signature]
 Ing. M.Sc. Guillermo Castillo Romero
 JEFE DEL LABORATORIO DE ANALISIS
 DE SUELOS Y AGUAS



UNIVERSIDAD NACIONAL
“Santiago Antúnez de Mayolo”
“Una Nueva Universidad para el Desarrollo”
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CIUDAD UNIVERSITARIA – SHANCAYAN
 Telefax. 043-426588 - 106
HUARAZ – REGIÓN ANCASH



RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE pH

TITULO DE TESIS: Resistencia de un Concreto F^oC =210 kg/cm² con Cemento sustituido en 20 %, y 30 % por Cenizas de Carbón Vegetal”

TESISTA : Javilano Cueva, Fidel Olmedo - Tesista

MUESTRA : Cemento + 30 % Ceniza de carbón vegetal

LUGAR DE MUESTREO: Unchus – Independencia - Huaraz - Ancash

FECHA DE RECEPCIÓN: 31-07-18

FECHA DE INICIO DE ANALISIS: 01- 08-18

FECHA DE TÉRMINO DEL ANALISIS: 01-08-18

Muestra	pH
Cemento + 30 % Ceniza de carbón vegetal	10.76

ENSAYOS

1.- Determinación de pH

OBSERVACIONES:

- La muestra es tomado por el cliente
- Lugar y condiciones de muestreo es indicado por el cliente

CONCLUSIONES

- El pH es calificado como extremadamente alcalina

Huaraz, 01 de Agosto del 2018

F.C. Ang. J. SANTIAGO CASTILLO ROMERO

 JEFE DEL LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS Y AGUAS

ANEXO N°3



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO
Departamento de Ingeniería de Materiales

FACULTAD DE INGENIERÍA
Laboratorio de Polímeros

Trujillo, 04 de Febrero del 2019

INFORME N° 01 - FEB-19

Solicitante: Javilano Cueva Fidel Olmedo – Universidad San Pedro

RUC/DNI: 70221851

Supervisor:

1. MUESTRA: Carbón vegetal (1. gr)

N° de Muestras	Código de Muestra	Cantidad de muestra ensayada	Procedencia
1	CV-01F	14 mg

2. ENSAYOS A APLICAR

- Análisis térmico por calorimetría diferencial de barrido DSC/ Análisis térmico Diferencial DTA.
- Análisis Termogravimétrico TGA.

3. EQUIPO EMPLEADO Y CONDICIONES

- Analizador Térmico simultáneo TG_DTA_DSC Cap. Máx.: 1600°C SetSys_Evolution, cumple con normas ASTM ISO 11357, ASTM E967, ASTM E968, ASTM E793, ASTM D3895, ASTM D3417, ASTM D3418, DIN 51004, DIN 51007, DIN 53765.
- Tasa de calentamiento: 20 °C/min
- Gas de Trabajo - Flujo: Nitrógeno, 10 ml/min
- Rango de Trabajo: 25 – 900 °C.
- Masa de muestra analizada: 14 mg.

Jefe de Laboratorio:

Ing. Danny Chávez Novoa

Analista responsable:

Ing. Danny Chávez Novoa

Tel.: 44-2035109/49760880/958369003 dannchavez@hotmail.com / Av. Juan Pablo II s/n – Ciudad Universitaria / Trujillo - Perú



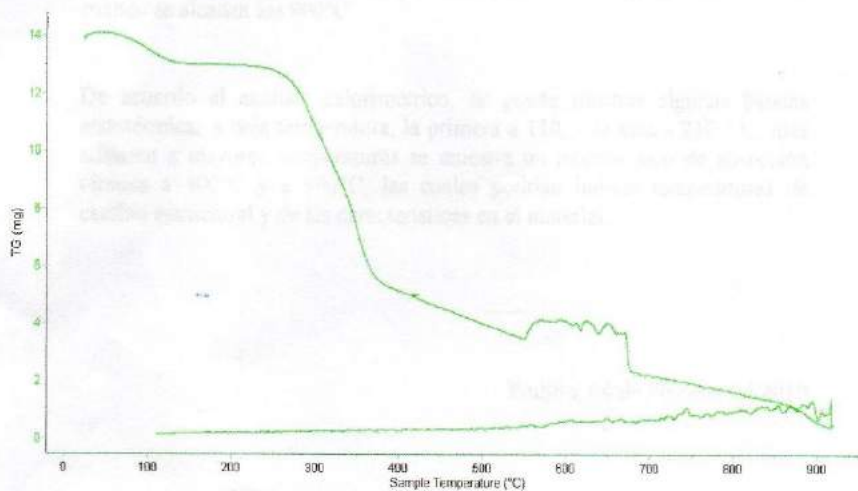


Trujillo, 04 de Febrero del 2019

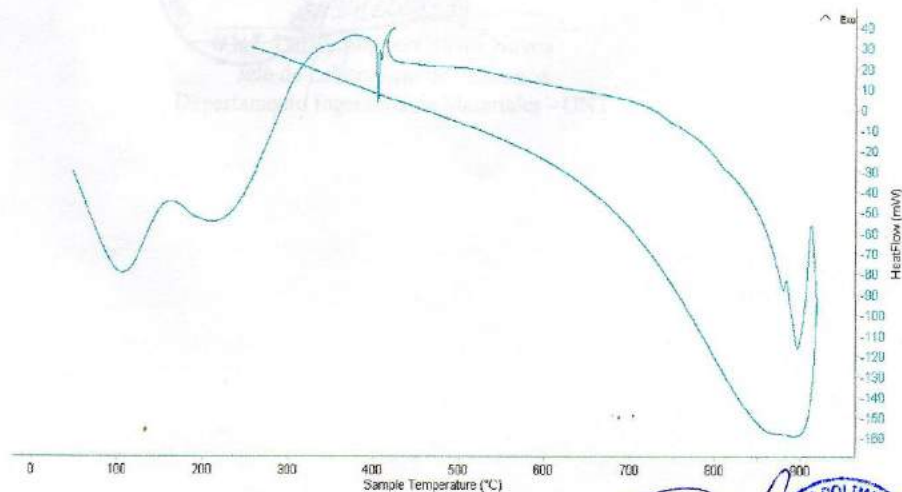
INFORME N° 01 - FEB-19

4. Resultados:

I- Curva de pérdida de masa - Análisis Termo gravimétrico.



II- Curva Calorimétrica DSC



Trujillo, 04 de Febrero del 2019





INFORME N° 01 - FEB-19

5. CONCLUSION:

1. Según el análisis Termo gravimétrico se muestra una muy leve caída del material hasta 270, luego la variación de masa es continua; posteriormente la pérdida de material cae hasta aproximadamente 95% de su masa inicial cuando se alcanza los 900°C.
2. De acuerdo al análisis calorimétrico, se puede mostrar algunas bandas endotérmicas a baja temperatura, la primera a 110, y la otra a 210 ° C; más adelante a mayores temperaturas se muestra un intenso pico de absorción térmica a 400°C y a 890°C, las cuales podrían indicar temperaturas de cambio estructural y de las características en el material.

Trujillo, 04 de Febrero del 2019



[Firma]
UNTS Danny Mesías Chávez Novoa
Jefe de Laboratorio de Polímeros

Departamento Ingeniería de Materiales - UNT

AENEXO N°4



PESO ESPECIFICO
CARBON VEGETAL

SOLICITA : Javiliano Cueva Fidel Olmedo
TESIS : Resistencia del Concreto fc 210kg/cm2 con Cemento Sustituido en 20% y 30% por Cenizas de Carbón Vegetal
LUGAR : Huaraz
MUESTRA : Caserio de unchus Distrito de Independencia Huaraz
MATERIAL : Cenizas de Carbon Vegetal

MATERIAL 1: 80% DE CEMENTO + 20% DE CARBON VEGETAL

Prueba N°		1	2
Frasco N°			
Lectura inicial	ml	500	500
Lectura final	ml	174	173
Peso de muestra	gr	500	500
Volumen desplazado	ml	162	160
Peso específico	gr/cm3	2,874	2,890
Peso específico promedio (gr/cm3)		2,882	

PESO DE MATERIAL	500	gramos
VOL. DEZPLAZAMIENTO	174	gramos Cm3

PESO ESPECIFICO	$D = P/V = 500/174$	
-----------------	---------------------	--

PESO ESPECIFICO CARBON VEGETAL	2,882
--------------------------------	--------------

OBSERVACIONES: Material Carbon vegetal utilizado pasó por la malla N° 200



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 PUNO - HUARAZ
 FACULTAD DE INGENIERIA
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y
 MATERIALES

 Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
 CIP: 118544
 JEFE



PESO ESPECIFICO

CARBON VEGETAL

SOLICITA : Javiliano Cueva Fidel Olmedo
TESIS : Resistencia del Concreto fc 210kg/cm2 con Cemento Sustituido en 20% y 30% por Cenizas de Carbón Vegetal
LUGAR : Huaraz
MUESTRA : Caserio de unchus Distrito de Independencia Huaraz
MATERIAL : Cenizas de Carbon Vegetal

MATERIAL : 70% DE CEMENTO + 30% DE CARBON VEGETAL

Prueba N°		1	2
Frasco N°			
Lectura inicial	ml	500	500
Lectura final	ml	175	174
Peso de muestra	gr	500	500
Volumen desplazado	ml	162	160
Peso especifico	gr/cm3	2,857	2,874
Peso especifico promedio (gr/cm3)		2,865	

PESO DE MATERIAL	500	gramos
VOL. DEZPLAZAMIENTO	175	gramos Cm3

PESO ESPECIFICO	$D = P/V = 500/175$
-----------------	---------------------

PESO ESPECIFICO CARBON VEGETAL	2,865
--------------------------------	-------

OBSERVACIONES: Material Carbon vegetal utilizado pasó por la malla N° 200



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FILIAL - HUARAZ
FACULTAD DE INGENIERIA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y
ENSAYOS DE MATERIALES

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
CIP: 116544
JEFE

ANEXO N°5



DISEÑO DE MEZCLA (PATRON)

SOLICITA : Javiliano Cueva Fidel Olmedo
TESIS : Resistencia del Concreto fc 210kg/cm² con Cemento Sustituido en
20% y 30% por Cenizas de Carbón Vegetal
CANTERA : Tacllan del Distrito de Huaraz de la Provincia de Huaraz
FECHA : 24/07/2018

ESPECIFICACIONES

- La selección de las proporciones se hará empleando el método del ACI
- La resistencia en compresión de diseño especificada es de 210 kg/cm², a los 28 días.

MATERIALES

A.- Cemento :

-Pórtland ASTM_C-150 TIPO I
-Peso específico 3,15gr/cm³

B.- Agua :

-Potable, de la zona.

C.- Agregado Fino :

CANTERA : TACLLAN-HUARAZ-HUARAZ

-Peso específico de masa 2,64
-Peso unitario suelto 1644 kg/m³
-Peso unitario compactado 1765 kg/m³
-Contenido de humedad 3,30 %
-Absorción 1,20 %
-Módulo de fineza 2,90

D.- Agregado grueso:

CANTERA : TACLLAN-HUARAZ-HUARAZ

-Piedra, perfil angular
-Tamaño Máximo Nominal 3/4"
-Peso específico de masa 2,71
-Peso unitario suelto 1440 kg/m³
-Peso unitario compactado 1547 kg/m³
-Contenido de humedad 0,77 %
-Absorción 0,93 %



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
HUARAZ - HUARAZ
FACULTAD DE INGENIERIA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y
ENSAYO DE MATERIALES

Ing. Elizabeth Méza Ambrosio
CIP: 116544
JEFE

SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO

De acuerdo a las especificaciones, las condiciones que la mezcla tengan una consistencia plástica, a la que corresponde un asentamiento de 3" a 4".

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 3" a 4", sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de 3/4", el volumen unitario de agua es de 204 lt/m³.

RELACIÓN AGUA - CEMENTO

Se obtiene una relación agua - cemento de 0,684

RELACIÓN AGUA - CEMENTO EFECTIVO

Se obtiene una relación agua - cemento efectivo de 0,627

FACTOR DE CEMENTO

F.C.: $204 / 0,684 = 298,246 \text{ kg/m}^3 = 7,02 \text{ bolsas / m}^3$

VALORES DE DISEÑO SECOS

Cemento.....	298,246	Kg/m3
Agua efectiva.....	204,000	lts/m3
Agregado fino.....	878,361	Kg/m3
Agregado grueso.....	943,670	Kg/m3

VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS

Cemento.....	298,246	kg/m3
Agua efectiva.....	187,064	lts/m3
Agregado fino.....	907,347	kg/m3
Agregado grueso.....	950,936	kg/m3

PROPORCIONES EN PESO

$$\frac{298,25}{298,25} : \frac{878,361}{298,25} : \frac{943,67}{298,25}$$

$$1 : 2,95 : 3,16 : 29,07 \text{ lts / bolsa}$$

PROPORCIONES EN PESO CORREJIDOS

$$1 : 3,04 : 3,19 : 26,65 \text{ lts / bolsa}$$



DISEÑO DE MEZCLA
(20% SUSTITUCION DEL CEMENTO)

SOLICITA : Javiliano Cueva Fidel Olmedo
 TESIS : Resistencia del Concreto fc 210kg/cm² con Cemento Sustituido en
 20% y 30% por Cenizas de Carbón Vegetal
 CANTERA : Tacllan Del Distrito De Huaraz Provincia De Huaraz
 CENIZA : Caserio de unchus Distrito de Independencia Huaraz
 FECHA : 24/07/2018

ESPECIFICACIONES

- La selección de las proporciones se hará empleando el metodo del ACI
- La resistencia en compresión de diseño promedio 210 kg/cm², a los 28 días.

MATERIALES

A.- Cemento :

- Pórtland ASTM_C-150 TIPO I
- Peso específico 3,15gr/cm³

B.- Agua :

- Potable, de la zona.

C.-Agregado Fino :

CANTERA : TACLLAN-HUARAZ-HUARAZ

- Peso específico de masa 2,64
- Peso unitario suelto 1644 kg/m³
- Peso unitario compactado 1765 kg/m³
- Contenido de humedad 3,30 %
- Absorción 1,20 %
- Módulo de fineza 2,90

D.- Agregado grueso

CANTERA : TACLLAN -HUARAZ-HUARAZ

- Piedra, perfil angular
- Tamaño Máximo Nominal 3/4"
- Peso específico de masa 2,71
- Peso unitario suelto 1440 kg/m³
- Peso unitario compactado 1547 kg/m³
- Contenido de humedad 0,77 %
- Absorción 0,93 %

SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO

De acuerdo a las especificaciones, las condiciones que la mezcla tenga una consistencia plástica, a la que corresponde un asentamiento de 3" a 4" .



VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 3" a 4", sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de 3/4", el volumen unitario de agua es de 204 lt/m³.

RELACIÓN AGUA - CEMENTO

Se obtiene una relación agua - cemento de 0,684
La relación agua - cemento + ceniza de carbon 0,785

VOLUMENES ABSOLUTOS

Cemento.....	0,076	(m³)
20 % de ceniza de carbon.....	0,022	(m³)
Agua efectiva.....	0,204	(m³)
Agregado fino.....	0,330	(m³)
Agregado grueso.....	0,349	(m³)
Aire.....	0,020	(m³)
	1,000	m³

PESOS SECOS

Cemento.....	238,596	kg/m3
20 % de ceniza de carbon.....	59,649	kg/m3
Agua efectiva.....	204,000	lts/m3
Agregado fino.....	871,356	kg/m3
Agregado grueso.....	943,670	kg/m3

PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD

Cemento.....	238,596	kg/m3
20 % de ceniza de carbon.....	59,649	kg/m3
Agua efectiva.....	187,211	lts/m3
Agregado fino.....	900,111	kg/m3
Agregado grueso.....	950,936	kg/m3

PROPORCIONES EN PESO CORREJIDO

$$\frac{238,60}{238,60} : \frac{59,649}{238,60} : \frac{900,11}{238,60} : \frac{950,94}{238,60}$$

$$1 : 0,25 : 3,77 : 3,99 \quad 33,363 \text{ lts / bolsa}$$



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FILIAL - HUARAZ
FACULTAD DE INGENIERIA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y
ENSAYOS DE MATERIALES
Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
CIP: 116544
JEFE

DISEÑO DE MEZCLA
(30% SUSTITUCION DEL CEMENTO)

SOLICITA : Javiliano Cueva Fidel Olmedo
 TESIS : Resistencia del Concreto f_c 210kg/cm² con Cemento Sustituido en 20% y 30% por Cenizas de Carbón Vegetal
 CANTERA : Tacllan Del Distrito De Huaraz Provincia De Huaraz
 CENIZA : Caserio de unchus Distrito de Independencia Huaraz
 FECHA : 24/07/2018

ESPECIFICACIONES

- La selección de las proporciones se hará empleando el metodo del ACI
- La resistencia en compresión de diseño promedio 210 kg/cm², a los 28 días.

MATERIALES

A.- Cemento :

- Pórtland ASTM_C-150 TIPO I
- Peso específico 3,15gr/cm³

B.- Agua :

- Potable, de la zona.

C.-Agregado Fino :

CANTERA : TACLLAN-HUARAZ-HUARAZ

- Peso específico de masa 2,64
- Peso unitario suelto 1644 kg/m³
- Peso unitario compactado 1765 kg/m³
- Contenido de humedad 3,30 %
- Absorción 1,20 %
- Módulo de fineza 2,90

D.- Agregado grueso

CANTERA : TACLLAN -HUARAZ-HUARAZ

- Piedra, perfil angular
- Tamaño Máximo Nominal 3/4"
- Peso específico de masa 2,71
- Peso unitario suelto 1440 kg/m³
- Peso unitario compactado 1547 kg/m³
- Contenido de humedad 0,77 %
- Absorción 0,93 %

SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO

De acuerdo a las especificaciones, las condiciones que la mezcla tenga una consistencia plástica, a la que corresponde un asentamiento de 3" a 4" .



VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 3" a 4", sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de 3/4", el volumen unitario de agua es de 204 lt/m³.

RELACIÓN AGUA - CEMENTO

Se obtiene una relación agua - cemento de 0,684
La relación agua - cemento + ceniza de carbon 0,896

VOLUMENES ABSOLUTOS

Cemento.....	0,066	(m ³)
30 % de ceniza de carbon.....	0,028	(m ³)
Agua efectiva.....	0,204	(m ³)
Agregado fino.....	0,333	(m ³)
Agregado grueso.....	0,349	(m ³)
Aire.....	0,020	(m ³)
	1,000	m³

PESOS SECOS

Cemento.....	208,772	kg/m ³
30 % de ceniza de carbon.....	89,474	kg/m ³
Agua efectiva.....	204,000	lts/m ³
Agregado fino.....	878,361	kg/m ³
Agregado grueso.....	943,670	kg/m ³

PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD

Cemento.....	208,772	kg/m ³
30 % de ceniza de carbon.....	89,474	kg/m ³
Agua efectiva.....	187,064	lts/m ³
Agregado fino.....	907,347	kg/m ³
Agregado grueso.....	950,936	kg/m ³

PROPORCIONES EN PESO CORREJIDO

$$\frac{208,77}{208,77} : \frac{89,474}{208,77} : \frac{907,35}{208,77} : \frac{950,94}{208,77}$$

$$1 : 0,43 : 4,35 : 4,55 \quad 38,08 \text{ lts / bolsa}$$



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FILIAL - HUARAZ
FACULTAD DE INGENIERIA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y
ENSAYOS DE MATERIALES

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
CIP: 116544
JEFE

ANEXO N°6



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

Laboratorio de Archeometría

[Firma manuscrita]
17-

Informe N°125-LAQ/2018

Análisis de cenizas de carbón vegetal por FRXDE

Introducción.

Se analizó por fluorescencia de rayos-X dispersiva en energía (FRXDE) de esta muestra de cenizas de carbón vegetal a pedido del Sr. Javiliano Cueva, Fidel Olmedo, alumno de la Universidad San Pedro, sede Chimbote, y como parte de su proyecto de tesis titulada:

“Resistencia del Concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con Cemento Sustituido en 20% y 30% por Cenizas de Carbón Vegetal.”

La muestra proviene del caserío de Unchus, Huaraz, y está en forma de grano fino de color negro.

Arreglo experimental.

Se utilizó un espectrómetro de FRXDE marca Amptek con ánodo de oro que operó a un voltaje de 30 kV y una corriente de 15 μA . Los espectros se acumularon durante un intervalo neto de 300 s utilizando 2048 canales, con ángulos de incidencia y salida de alrededor de 45°; distancia muestra a fuente de rayos-X de 4 cm y distancia de muestra a detector de 2 cm aprox. La tasa de conteo, la cual depende de la geometría del arreglo experimental y de la composición elemental de la muestra, fue de alrededor de 3210 cts/s.

Esta técnica de FRXDE permite detectar la presencia de elementos químicos de número atómico Z igual y mayor que 13 mediante la detección de los rayos-X característicos que emiten los átomos. Las energías de estos rayos-X característicos aumentan con el valor de Z y pueden ser detectados siempre y cuando posean suficiente energía para poder penetrar la ventana del detector. Por esta limitación los picos de Mg (Z=12) no pueden ser registrados en el espectro.

La fuente de rayos-X utilizada emite rayos-X en dos componentes: un espectro con una distribución continua de 0 a 30 keV, y la otra que contiene los rayos-X característicos del tipo L y M de oro que se producen por el bombardeo del ánodo por electrones energéticos. Como



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

Laboratorio de Arqueometría

consecuencia de esto, los espectros de FRXDE poseen tres componentes principales: una componente continua que es consecuencia de la dispersión por la muestra de los rayos-X de la componente continua de la fuente, un espectro discreto producido por la dispersión en la muestra de los rayos-X característicos de oro de la fuente, y el espectro discreto de los rayos-X característicos emitidos por la muestra de acuerdo a los elementos que contiene..

La presencia en el espectro de los rayos-X de oro dispersados por la muestra interfiere con la detección de los rayos-X característicos de elementos como germanio y selenio, a menos que se encuentren en altas concentraciones.

El análisis elemental de la muestra se hace primero de manera cualitativa para identificar la presencia de elementos en la muestra. Para el análisis cuantitativo se utiliza un programa que se basa en el método de parámetros fundamentales y simula todo el arreglo experimental incluyendo: composición elemental de la muestra, geometría experimental, distribución espectral de los rayos-X que emite la fuente y su interacción con la muestra y el proceso de detección. En esta etapa se puede identificar la presencia de picos de rayos-X característicos que pudieron haber pasado inadvertidos en la parte cualitativa por superponerse a picos más intensos. Este programa se calibra usando una muestra de referencia certificada denominada "Suelo de San Joaquín" adquirida de la NIST.

Resultados.

En la Figura 1 se muestra el espectro de FRXDE de esta muestra de ceniza de carbón vegetal. La línea roja representa el espectro experimental y la línea azul el espectro calculado. Cubre el rango de energías de 1 a 18 keV que es el rango de interés en este estudio. En el espectro se puede observar la presencia del pico de argón, que es un gas inerte presente en el aire que respiramos. En general, cada pico identifica un elemento químico, comenzando por la izquierda con el pico de Al, seguido del pico de Si y así sucesivamente a medida que aumentan el número atómico del elemento y la energía del rayo-X.



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

La Tabla 1 muestra los resultados del análisis elemental de esta muestra. Las concentraciones están dadas en % de la masa total en términos de los elementos con $Z > 12$, que pueden ser identificados por FRXDE. La suma de las concentraciones de estos elementos de $Z > 12$ es de 6.47%. El resto de los elementos probablemente sean carbono y oxígeno en su mayor parte. Para mayores detalles sobre la composición estructural de la muestra se sugiere hacer un análisis por difracción de rayos-X.

Tabla 1. Composición elemental de ceniza de carbón vegetal en % de masa.

Elemento	Concentración % masa
Al	1.173
Si	0.914
P	0.111
S	0.098
Cl	0.102
K	2.601
Ca	1.522
Ti	0.046
Cr	0.001
Mn	0.053
Fe	0.205
Ni	0.002
Cu	0,003
Zn	0.007
Sr	0.003
Sub-Total	6.841
Otros	93.159
Total	100.00



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Archeometría

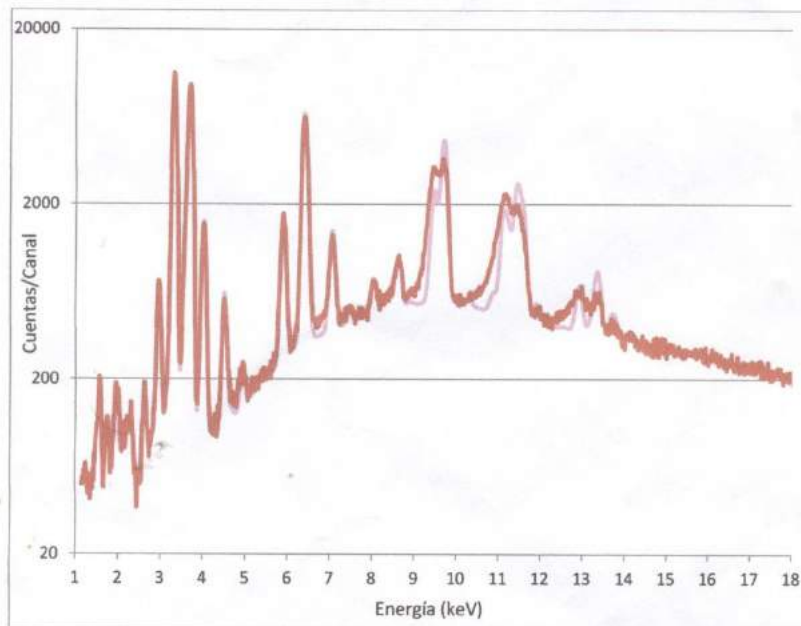


Figura 1. Espectro de FRXDE de ceniza de carbón vegetal en escala semi-logarítmica. Incluye el pico de Ar del aire y los picos de rayos-X de Au dispersados por la muestra. La curva en azul muestra el espectro simulado

Investigador Responsable:

Dr. Jorge A. Bravo Cabrejos
Laboratorio de Archeometría

Lima, 14 de setiembre del 2018



ANEXO 7



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

SOLICITA : Bach. Javilano Cueva Fidel

TESIS : "Resistencia del Concreto FC = 210 Kg/Cm2 con Cemento Sustituido en 20 y 30% por Cenizas de Carbono Vegetal"

FECHA: 03/08/2018

FC : 210 kg/cm2

Nº	TESTIGO ELEMENTO	PROGRESIVA KM.	SLUMP (")	FECHA MOLDEO	EDAD ROTURA	FC DIAS	FC/F' C Kg/cm2	FC/F' C (%)
1	CONCRETO PATRON	-	-	03/08/2018	10/08/2018	7	162,6	77,4
2	CONCRETO PATRON	-	-	03/08/2018	10/08/2018	7	159,3	75,9
3	CONCRETO PATRON	-	-	03/08/2018	10/08/2018	7	166,1	79,1
4	CONCRETO PATRON	-	-	03/08/2018	17/08/2018	14	190,4	90,7
5	CONCRETO PATRON	-	-	03/08/2018	17/08/2018	14	182,2	86,8
6	CONCRETO PATRON	-	-	03/08/2018	17/08/2018	14	186,3	88,7
7	CONCRETO PATRON	-	-	03/08/2018	31/08/2018	28	222,1	105,8
8	CONCRETO PATRON	-	-	03/08/2018	31/08/2018	28	229,0	109,0
9	CONCRETO PATRON	-	-	03/08/2018	31/08/2018	28	227,0	108,1

ESPECIFICACIONES : El ensayo responde a la norma ASTM C-39

OBSERVACIONES : Los testigos fueron elaborados y traídos a este laboratorio por el interesado.



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FILIAL - HUARAZ
FACULTAD DE INGENIERIA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y
ENSAYO DE MATERIALES

Ing. Elizabeth Maiza Ambrosio
CIP: 416544
JEFE

RECTORADO: Av. José Pardo 194 Chimbote / Perú - Telf.: (043) 483320
CAMPUS UNIVERSITARIA: Urb. Los Pinos Telf.: (043) 483222 / 483617 / 483201 - Av. Bolognesi 421 Telf.: (043) 483810
Nuevo Chimbote Av. Pacifico y Anchoqueta Telf.: (043) 483802 / San Luis Telf.: (043) 483826
OFICINA DE ADMISIÓN: Esq. Aguirre y Espinar - Teléfono.: 043 345899 - www.usanpedro.edu.pe - facebook/ Universidad San Pedro

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

SOLICITA : Bach. Javilano Cueva Fidel

TESIS : "Resistencia del Concreto F'c = 210 Kg/Cm2 con Cemento Sustituido en 20 y 30% por Cenizas de Carbon Vegetal"

FECHA: 03/08/2018

F'c: 210 kg/cm2

Nº	TESTIGO ELEMENTO	PROGRESIVA KM.	SLUMP (")	FECHA MOLDEO	ROTURA	EDAD DIAS	FC Kg/cm2	FC/F'c (%)
1	CONCRETO CON CARBON VEGETAL 20% DE SUSTITUCION DE CEMENTO	-	-	03/08/2018	10/08/2018	7	105,5	50,3
2	CONCRETO CON CARBON VEGETAL 20% DE SUSTITUCION DE CEMENTO	-	-	03/08/2018	10/08/2018	7	109,1	51,9
3	CONCRETO CON CARBON VEGETAL 20% DE SUSTITUCION DE CEMENTO	-	-	03/08/2018	10/08/2018	7	109,5	52,2
4	CONCRETO CON CARBON VEGETAL 20% DE SUSTITUCION DE CEMENTO	-	-	03/08/2018	17/08/2018	14	130,1	61,9
5	CONCRETO CON CARBON VEGETAL 20% DE SUSTITUCION DE CEMENTO	-	-	03/08/2018	17/08/2018	14	132,6	63,1
6	CONCRETO CON CARBON VEGETAL 20% DE SUSTITUCION DE CEMENTO	-	-	03/08/2018	17/08/2018	14	134,4	64,0
7	CONCRETO CON CARBON VEGETAL 20% DE SUSTITUCION DE CEMENTO	-	-	03/08/2018	31/08/2018	28	147,1	70,1
8	CONCRETO CON CARBON VEGETAL 20% DE SUSTITUCION DE CEMENTO	-	-	03/08/2018	31/08/2018	28	148,4	70,7
9	CONCRETO CON CARBON VEGETAL 20% DE SUSTITUCION DE CEMENTO	-	-	03/08/2018	31/08/2018	28	147,6	70,3

ESPECIFICACIONES : El ensayo responde a la norma ASTM C-39

OBSERVACIONES : Los testigos fueron elaborados y traídos a este laboratorio por el interesado.



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FILIAL - HUARAZ
FACULTAD DE INGENIERIA
LABORATORIO DE MECANICA DE MATERIALES
Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
CIP: 116544
JEFE

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

SOLICITA: Bach. Javilano Cueva Fidel

TESIS : "Resistencia del Concreto FC = 210 Kg/Cm2 con Cemento Sustituido en 20 y 30% por Cenizas de Carbon Vegetal"

FECHA: 04/09/2018

FC : **210 kg/cm2**

Nº	TESTIGO	PROGRESIVA	SLUMP	FECHA		EDAD	FC	FC/F'C
	ELEMENTO	KM.	(")	MOLDEO	ROTURA	DIAS	Kg/cm2	(%)
1	CONCRETO CON CARBON VEGETAL 30% DE SUSTITUCION DE CEMENTO	-	-	03/08/2018	10/08/2018	7	96,2	45,8
2	CONCRETO CON CARBON VEGETAL 30% DE SUSTITUCION DE CEMENTO	-	-	03/08/2018	10/08/2018	7	101,8	48,5
3	CONCRETO CON CARBON VEGETAL 30% DE SUSTITUCION DE CEMENTO	-	-	03/08/2018	10/08/2018	7	97,3	46,3
4	CONCRETO CON CARBON VEGETAL 30% DE SUSTITUCION DE CEMENTO	-	-	03/08/2018	17/08/2018	14	103,9	49,5
5	CONCRETO CON CARBON VEGETAL 30% DE SUSTITUCION DE CEMENTO	-	-	03/08/2018	17/08/2018	14	102,3	48,7
6	CONCRETO CON CARBON VEGETAL 30% DE SUSTITUCION DE CEMENTO	-	-	03/08/2018	17/08/2018	14	130,1	61,9
7	CONCRETO CON CARBON VEGETAL 30% DE SUSTITUCION DE CEMENTO	-	-	03/08/2018	31/08/2018	28	131,5	62,6
8	CONCRETO CON CARBON VEGETAL 30% DE SUSTITUCION DE CEMENTO	-	-	03/08/2018	31/08/2018	28	135,7	64,6
9	CONCRETO CON CARBON VEGETAL 30% DE SUSTITUCION DE CEMENTO	-	-	03/08/2018	31/08/2018	28	134,0	63,8

ESPECIFICACIONES : El ensayo responde a la norma ASTM C-39

OBSERVACIONES : Los testigos fueron elaborados y traídos a este laboratorio por el interesado.



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FILIAL - HUARAZ
FACULTAD DE INGENIERIA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y
ENSAYO DE MATERIALES
Elizabeth Maza Ambrosio
Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
CIP: 116544
JEFE

ANEXO N°8
PRUEBAS ESTADÍSTICOS (SPSS)

DESCRIPTIVOS

		Estadístico	Error estándar
RESISTENCIA	Media	166,1658	9,05529
	91% de intervalo de confianza para la media		
	Límite inferior	146,2353	
	Límite superior	186,0964	
	Media recortada al 20%	165,3748	
	Mediana	163,3050	
	Varianza	983,979	
	Desviación estándar	31,36843	
	Mínimo	125,83	
	Máximo	220,74	
	Rango	94,91	
	Rango intercuartil	47,77	
	Asimetría	,442	,637
	Curtosis	-,852	1,232

PRUEBAS DE NORMALIDAD

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
RESISTENCIA	,139	12	,200*	,944	12	,546

PRUEBA DE IGUALDAD DE LEVENE DE VARIANZAS DE ERROR

Variable dependiente: RESISTENCIA

F	df1	df2	Sig.
,096	3	9	,8.89

PRUEBAS DE EFECTOS INTER-SUJETOS

Variable dependiente: RESISTENCIA

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	10528,778 ^a	20	2107,756	56,859	,000
Intersección	331338,010	1	331383,010	6758,2458	,000
TRATAMIENTO	3885,274	3	1258,425	48,233	,002
DIAS_CURADO	6673,504	2	3356,752	76,873	,000
Error	284,987	6	84,164		
Total	342556,775	12			
Total corregido	10883,765	11			

PRUEBAS POST HOC

RESISTENCIA

TRATAMIENTO			N	Subconjunto		
				1	2	3
HSD Tukey ^{a,b}	CARBÓN	VEGETAL	3	245,8458		
	30%					
	CARBÓN	VEGETAL	3	278,851	156,7967	
	20%					
	SIN CARBÓN	VEGETAL	3			198,085
	Sig.			,196	,0982	,196
Duncan ^{a,b}	CARBÓN	VEGETAL	3	245,843		
	30%					
	CARBÓN	VEGETAL	3	156,7967		
	20%					
	SIN CARBÓN	VEGETAL	3			190,0700
	Sig.			,071	1,152	1,152

ANEXO 6: PANEL FOTOGRAFICO

GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO FINO

Tomamos la muestra del agregado fino, aproximadamente unos 8 kg. Luego se procede cuartear la muestra, hasta obtener el espécimen de laboratorio de 2.315 kg.



Foto N°01

Fuente Elaboración propia

Se arma las mallas en según la NTP 400.012, para luego introducir, nuestro espécimen de ensayo y se comienza a agitar los tamices, para que así en estos solo quede el material que en verdad es retenido.



Foto N°02
Fuente Elaboración propia

- ✓ Una vez concluido el tamizado, se procede a pesas los pesos retenidos en cada malla y el fondo.



Foto N°03
Fuente Elaboración propia

GRANULOMETRIA DEL AGREGADO GRUESO (PIEDRA)

Tomamos la muestra de agregado grueso de $\frac{1}{2}$ " , $\frac{3}{4}$ " y grava de $\frac{3}{8}$ " , tomando aproximadamente 10 kg de cada una, enseguida se mezclan. Se procede a cuartear la muestra, hasta obtener el espécimen.



Foto N°04

Fuente Elaboración propia

Se arma las mallas $\frac{3}{4}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{8}$, #4 en según la NTP 400.012, para luego introducir, nuestro espécimen de ensayo y se comienza a agitar los tamices para que así en estos solo quede el material que en verdad es retenido y pesamos.



Foto N°05
Fuente Elaboración propia

Una vez concluido el tamizado, se procede a pesar los pesos retenidos en cada malla y el fondo.



Foto N°06
Fuente Elaboración propia

GRAVEDADA ESPECÍFICA Y ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO

Se realiza el cuarteo del agregado grueso, y eliminamos toda la materia que pasa por el tamiz #4 luego sumergimos la muestra en un balde por unas 24 horas de ahí lo secamos con un trapo absorbente y llevamos las muestras al horno a una temperatura de 110^aC y lo dejamos por 24 horas, así hallamos el peso saturado superficial.



Foto N°07

Fuente Elaboración propia

Colocamos la muestra de agregado saturado superficialmente en la canasta metálica para determinar el peso saturado.



Foto N°08
Fuente Elaboración propia

Hallamos el peso saturado y llevamos la muestra al horno por 24 horas. Sacamos la muestra del horno y dejamos enfriar de 1 a 3 horas. Pesamos la muestra para hallar el peso seco final.



Foto N°09 y10
Fuente Elaboración propia

GRAVEDADA ESPECÍFICA Y ABSORCION DEL AGREGADO FINO

Se selecciona por cuarteo una cantidad aproximada de 1kg que se seca en el horno a una temperatura 100°C- 110°C. Se sujeta firmemente el molde cónico, echando en su interior una cantidad de muestra insuficiente que se apisona ligeramente con 25 golpes de la varilla levantando a continuación con cuidado verticalmente el molde.



Foto N°11
Fuente Elaboración propia

Inmediatamente se introduce en el picnómetro aforado 300 gramos del agregado fino y se le añade agua hasta aproximadamente 90% de su capacidad. Para eliminar el aire atrapado se rueda el picnómetro sobre una superficie plana e incluso agitando, manual, mecánica o invirtiendo si es preciso. Se determina su peso total del picnómetro, muestra, agua y así determinamos su peso seco.

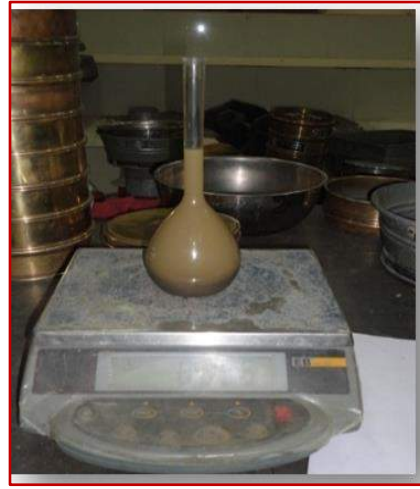


Foto N°12 y 13
Fuente Elaboración propia

PESO UNITARIO SUELTO Y VARILLADO

PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO - SUELTO

Soltamos el agregado grueso al molde hasta el límite de la Olla desde una altura de 15 cm, enrazamos con la varilla y los excedentes de los bordes los limpiamos con una brocha y pesamos la muestra y ese acto lo repetimos 3 veces.



Foto N°14
Fuente Elaboración propia

VARILLADO

Echamos el agregado grueso a 1/3 de la altura total de la Olla a una altura 15 cm formando 3 capas y en cada capa se va compactar con 25 golpes con la varilla, enrazamos y los excedentes de los bordes los limpiamos con una brocha y pesamos la muestra y ese acto lo repetimos 3 veces.



Foto N°15
Fuente Elaboración propia

Equipo Pirómetro termómetro laser 50 a 1050°C



Foto N°16 y 17
Fuente Elaboración propia

Midiendo la Temperatura del Horno artesanal



Foto N°18 y 19
Fuente Elaboración propia



Foto N° 20 y 21
Fuente Elaboración propia

Fotografía del carbón vegetal el cual serán molidas y tamizadas.



Foto N°22 y 23
Fuente Elaboración propia



Foto N°24 y 25
Fuente Elaboración propia

ELABORACION DE LAS PROBETAS DE CONCRETO FC 2010kg/Cm2

Se hace el pasado de materiales según el diseño de mezcla por método de ACI



Foto N° 26, 27, 28, y 29
Fuente Elaboración propia

Elaborando la mezcla en el trompo, en el laboratorio de la USP.



Y se procede a llenar los testigos en tres capas chusear 25 veces y enrazar la superficie.



Foto N° 30, 31, 32 y33
Fuente Elaboración propia



Foto N° 34 y35
Fuente Elaboración propia

ENSAYO DE SLUMP

Se llena en cono de abrams en 3 capas, se chusea y se enraza, para luego levantar el molde y con la ayuda de la varilla se verifica que el asentamiento se encuentre dentro del margen.

Se obtuvo un Slump de 3"- 4

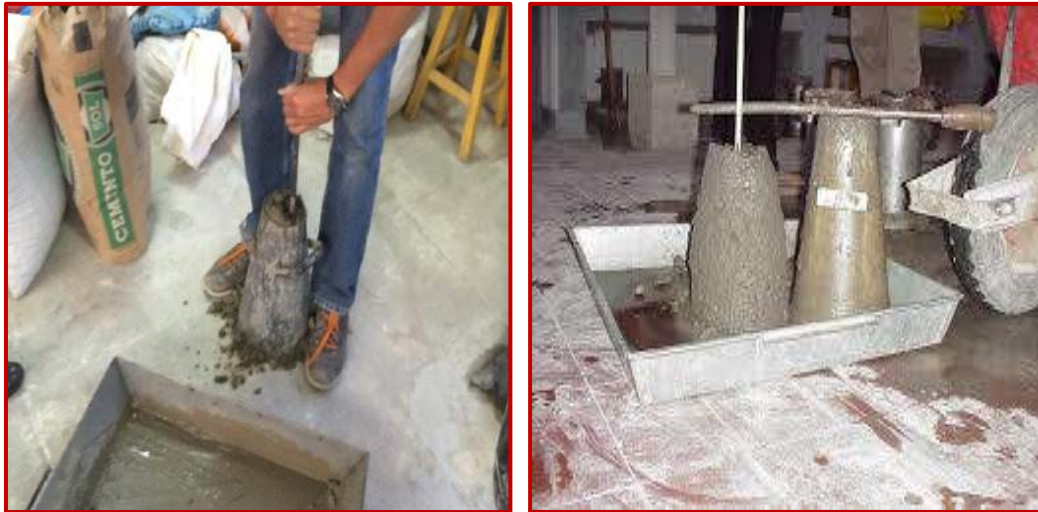


Foto N° 36 y37
Fuente Elaboración propia

RESISTENCIA A LA COMPRESION

Se realizó el ensayo de la rotura de las probetas por compresión a los 7, 14 y 28 días de curado, de todas las adiciones con relave minero y del concreto patrón.

20% Y 30% DE CARBON VEGETAL:



Foto N°38 y39
Fuente Elaboración propia



Foto N°40 y 41
Fuente Elaboración propia