



ARTÍCULO ORIGINAL

# Influencia de arcilla expandida en diseño de mezcla de concreto liviano alto rendimiento en distrito de Lircay Angaraes-Huancavelica

Influence of expanded clay in the design of a high performance lightweight concrete mix in the district of Lircay Angaraes-Huancavelica

• Miguel Obregon<sup>1</sup> • Angel Osorio<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad Nacional de Huancavelica, Huancavelica, Perú.

Correo electrónico: [miguelobregon@gmail.com](mailto:miguelobregon@gmail.com)

<sup>2</sup>Universidad Nacional de Huancavelica, Huancavelica, Perú.

**Recibido:** 09 Agosto del 2021 / **Revisado:** 27 Setiembre del 2021 / **Aprobado:** 22 Noviembre del 2022 / **Publicado:** 24 Enero del 2022

## RESUMEN

La influencia al incorporar arcilla expandida en el diseño de mezcla y resistencia del concreto liviano de alto rendimiento en el Distrito de Lircay – Angaraes – Huancavelica, al efecto, la pregunta de nuestra investigación es la siguiente: ¿De qué manera influye la incorporación de arcilla expandida en la resistencia de concreto liviano de alto rendimiento en el Distrito de Lircay – Angaraes - Huancavelica?, La influencia al incorporar arcilla expandida en porcentajes 5%, 10%, 15% y 20%, en el diseño de mezcla influye significativamente en la resistencia del concreto liviano de alto rendimiento la trabajabilidad y la homogeneidad se mantienen a medida que se aumenta la arcilla expandida obteniendo un asentamiento de 6 a 2.5 cm. dentro de los límites de una consistencia balanceada. De los resultados obtenidos a los 28 días de edad de  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  y  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ , se concluye que los concretos con adición de Arcilla en sus diferentes proporciones son inferiores al concreto patrón, superando a la resistencia requerida  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  y  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ . Con respecto del peso unitario del concreto fresco para  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  y  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ , se deduce que su peso vario significativamente en una mínima cantidad. Se puede concluir que la arcilla expandida es aplicable para la elaboración de concretos debido a sus resistencia y ligereza, pudiendo reducir las cargas sobre estructuras como losas y muros. También puede ser aplicable en rellenos para instalaciones de tuberías reduciendo las proporciones y las cargas sobre las mismas.

**Palabras clave:** Arcilla expandida; Concreto; Liviano; Resistencia del concreto.

## ABSTRACT

The influence of incorporating expanded clay in the mix design and strength of high-performance lightweight concrete in the District of Lircay - Angaraes - Huancavelica, to this effect, the question of our research is the following: How does the incorporation of clay influence expanded in the resistance of high-performance lightweight concrete in the District of Lircay - Angaraes - Huancavelica?, The influence of incorporating expanded clay in percentages of 5%, 10%, 15% and 20%, in the mix design significantly influences the resistance of high-performance lightweight concrete, workability and homogeneity are maintained as the clay is increased. expanded obtaining a settlement of 6 to 2.5 cm. within the limits of a balanced consistency. From the results obtained at 28 days of age of  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  and  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ , it is concluded that the concretes with the addition of Clay in their different proportions are inferior to the standard concrete, surpassing the required resistance  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  and  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ . With respect to the unit weight of fresh concrete for  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  and  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ , it follows that its weight varied significantly in a minimal amount. It can be concluded that expanded clay is applicable for the production of concrete due to its resistance and lightness, being able to reduce the loads on structures such as slabs and walls. It can also be applied in fillings for pipe installations, reducing the proportions and the loads on them.

**Keywords:** Expanded clay, Concrete, Light, Strength of concrete.

## 1. INTRODUCCIÓN

Actualmente las construcciones se vienen desarrollando cada vez con innovaciones estructurales y arquitectónicas, teniendo como principal componente el concreto en la estructura, pero se sabe que el concreto posee un peso de 2400 kg/m<sup>3</sup> que es uno de los factores que se pone a límite cuando se realiza los diseños estructurales.

En esta investigación se realizó el estudio a la arcilla en sus diferentes etapas y analizar su influencia y sus propiedades en diferentes estados tales como: fresco, calcinada, saturada y en su incorporación en la mezcla de concreto, peso unitario, la granulometría, en el estado endurecido, en la resistencia a la compresión.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

La Observación servirá para recopilar datos de los procesos y actividades que se realicen insitu. Ubicar punto estratégico de estudio por zona. para agregados y la cantera de arcilla Recolectar la muestra de agregados y arcilla.

## 3. RESULTADOS

### 3.1 Arcilla expandida calcinada: generalidades

La cantera de la arcilla expandida, se encuentra ubicada en el lugar: Ocopilla Distrito: Huancayo Provincia: Huancayo Departamento: Junín, cuyas coordenadas utm: 479557.26 E y 8666048.54N; Altitud: 3300msnm

En la investigación se han realizado en etapas de ensayo de materiales como el análisis granulométrico de los agregados fino grueso y arcilla expandida, una vez realizado el ensayo a los materiales se al cálculo de las proporciones adecuados en diferentes porcentajes de 5%, 10%, 15% y 20% y para diferentes resistencias a la compresión de 210 kg/cm<sup>2</sup> y 280kg/cm<sup>2</sup>.

En la presente investigación se busca determinar la influencia de la arcilla expandida en el diseño del concreto liviano en el desempeño a la compresión, buscando la reducción del peso del concreto y de toda la estructura mediante el uso del concreto liviano.

Técnicas Que Se Utilizará En Este Estudio Serán La Observación servirá para recopilar datos de los procesos y actividades que se realicen insitu. Ubicar punto estratégico de estudio por zona. para agregados y la cantera de arcilla Recolectar la muestra de agregados y arcilla.

### 3.2 Disponibilidad de material en la cantera

Para determinar la cantidad de material disponible, se ha realizado el levantamiento topográfico del área donde se encuentra la arcilla expandida

**Tabla 1**

*Cuadro de cálculo de potencia de arcilla*

### **Cálculo de potencia de cantera**

<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>
Área aprox. Aprovechable de Cantera	1,200.00	m2
Profundidad promedio aprovechable	3.20	m
Profundidad de desbroce (suelo superficial que	0.15	m
Potencia bruta	3,840.00	m3
Volumen de desbroce	180.00	m3
Potencia neta aprovechable en cantera	3,660.00	m3
Potencia neta aprovechable en cantera	3 toneladas	

Pasos para realizar el calcinado de la arcilla expandida:

1. Se ha realizado el secado natural en tamaños de 3/4 semejante a piedras chancadas.
2. Se ha llevado al horno de que alcanza una temperatura aproximada de 700 °c
3. Los trozos de arcilla se han colocado junto con los ladrillos artesanales para que se calcinen.
4. Se ha recogido en recipientes para llevar al laboratorio.

### 3.3 Granulometría de la arcilla expandida

El estudio granulométrico se realizó con los tamices N° 1 1/2", N° 1", N° 3/4", N° 1/2", 3/8" y N° 4; para ver la forma y su distribución de tamaños de las partículas de la arcilla calcinada. Su granulometría

está entre 10-16 mm. Cabe indicar que la arcilla expandida no contiene materia orgánica. (Parra Henao, 2000) , pues para ello se realizó:

1. Se ha separado una cantidad adecuada para realizar el ensayo granulométrico empezando por el cuarteo.

**Figura 1**

*Cuarteo de arcilla expandida*



2. Se ha separado una cantidad de 1750 gramos para realizar la cuantificación.

**Figura 2**

*Granulometría del agregado de arcilla expandida*



- Se ha pasado por los tamices mencionados y se ha los siguientes resultados.

**Tabla 2**

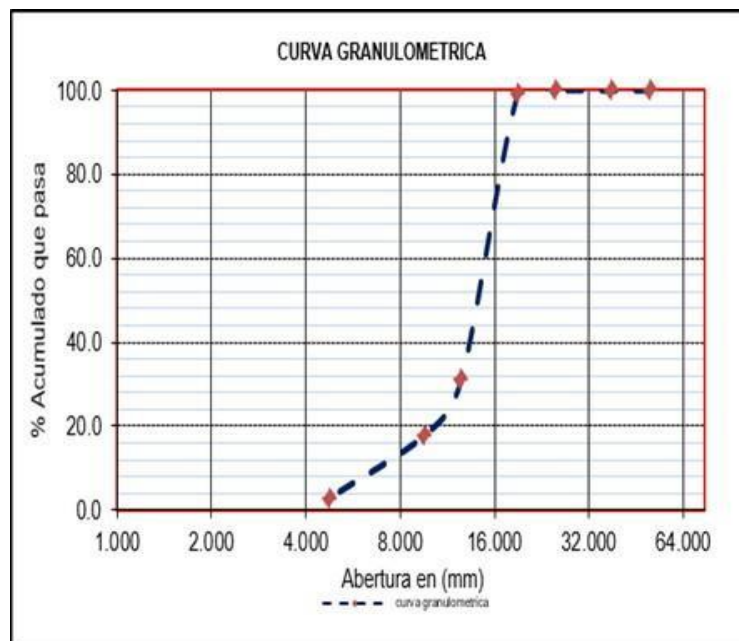
*Cuadro de análisis granulométrico de la arcilla expandida*

Tamiz	Abertura	m-1	Peso retenido	% Retenido	% Acumulado retenido	% que pasa
2"	50.000	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25.000	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.000	11.7	11.7	0.7	0.7	99.3
1/2"	12.500	1195.7	1195.7	68.3	69.0	31.0
3/8"	9.500	231.7	231.7	13.2	82.2	17.8
N°4	4.750	259.3	259.3	14.8	97.0	3.0
Fondo		52.1	52.1	3.0	100.0	0.0
	Total	1750.5	1750.5	100.0		

- Con los datos obtenidos se ha realizado la curva granulométrica.

**Figura 3**

*Curva granulométrica*



### 3.4 Agregado grueso

La cantera del agregado Grueso, se encuentra ubicada en Ocopa del Distrito de Lircay Provincia: Angaraes en el Departamento: Huancavelica, con Coordenadas UTM: 530933.35E y 8568960.15 y Altitud: 3200msnm.

### 3.5 Granulometría del agregado grueso

El estudio granulométrico se realizó tamizando con los tamices N° 1 1/2", N° 1", N° 3/4", N° 1/2", 3/8" y N° 4; para ver la forma y su distribución de tamaños de las partículas del agregado grueso para ello realizamos:

- Se ha separado una cantidad adecuada para realizar el ensayo granulométrico empezando por el cuarteo.

**Figura 4**

*Cuarteo de Agregado grueso*



2. Se ha separado una cantidad de 1750 gramos para realizar la cuantificación de tamaños.

**Figura 5**

*Granulometría del agregado grueso*



3. Se ha pasado por los tamices mencionados y se ha obtenido los siguientes resultados.

**Tabla 3**

*Cuadro de análisis granulométrico del agregado grueso*

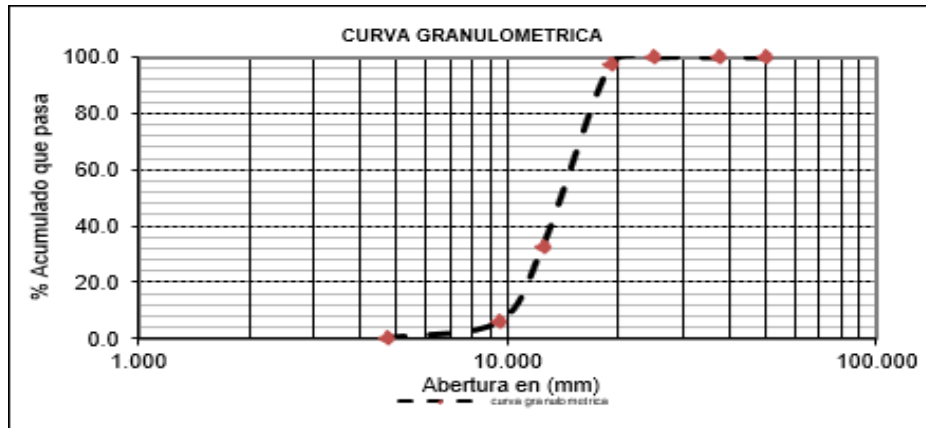
Tamiz	Abertura	M-1	Peso retenido	% Retenido	% Acumulado retenido	% Que pasa
2"	50.000	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25.000	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.000	121.7	121.7	2.6	2.6	97.4

1/2"	12.500	3021.1	3021.1	64.5	67.1	32.9
3/8"	9.500	1266.1	1266.1	27.0	94.1	5.9
N°4	4.750	270.6	270.6	5.8	99.9	0.1
Fondo		3.8	3.8	0.1	100.0	0.0
Total		4683.3	4683.3	100.0		

4. Con los datos obtenidos se ha realizado la curva granulométrica.

**Figura 6**

*Curva granulométrica*



**Tabla 4**

*Densidades del hormigón*

Tipos de hormigón		Densidades
Concretos ligeros		De 200 a 1500 kg/m <sup>3</sup>
Concreto	Apisonados	De 2000 a 2200 kg/m <sup>3</sup>
	Vibrados	De 2300 a 2400 kg/m <sup>3</sup>
Ordinario	Centrifugados	De 2400 a 2500 kg/m <sup>3</sup>
	Proyectados	De 2500 a 2600 kg/m <sup>3</sup>
Concreto pesados		Hasta 4000 kg/m <sup>3</sup>

**Tabla 5**

*Granulometría del agregado grueso*

Tamaño de Malla	Limites ASTM que pasa	
N° de tamiz	mm	%
2"	50.80	100
1 1/2"	38.10	95 -100
1"	25.40	-
3/4"	19.10	35-70
1/2"	12.70	-
3/8"	9.52	10-30
#4	4.76	0-5
Bandeja	-	-

**Tabla 6***Límites de porcentaje que pasa el agregado fino*

<b>N° de tamiz</b>	<b>Tamaño de Malla mm</b>	<b>Limites ASTM que pasa %</b>
3/8"	9.50	100
#4	4.76	95 -100
#8	2.36	80-100
#16	1.18	50-85
#30	0.60	25-60
#50	0.30	10-30
#100	0.15	2-10
#200	0.074	-
Bandeja	-	-

**Tabla 7***Análisis estadístico – resistencia a la compresión a los 28 días*

<b>Muestra</b>	<b>X</b>	<b>Xn-</b>	<b>(Xn- )^2</b>
M - SA – 01	492.80	-134.10	17982.81
M - CA – 01	224.60	134.10	17982.81

**Tabla 8***Porcentaje de resistencia alcanzada respecto al F'cr de diseño – F'c= 210 kg/cm2.*

<b>Cod. De Diseño de Mezcla</b>	<b>Edad (días)</b>		
	<b>7</b>	<b>14</b>	<b>28</b>
Patrón=210	70.61%	101.80%	112.45%
210 + 5% Arc	72.79%	116.39%	107.89%
210 + 10% Arc	69.05%	108.23%	100.34%
210 + 15% Arc	71.67%	87.59%	96.97%
210 + 20% Arc	54.18%	85.37%	88.44%

**Tabla 9***Resistencia a la Compresión vs Edades- F'c= 280 kg/cm2.*

<b>COD. DE DISEÑO MEZCLA</b>	<b>Edad (días)</b>		
	<b>7</b>	<b>14</b>	<b>28</b>
Patrón -280	271.60	498.00	492.80
280 + 5% Arc	329.50	428.60	396.90
280 +10% Arc	331.40	328.00	343.60
280 +15% Arc	274.90	339.70	224.60
280 +20% Arc	247.10	254.90	271.40



#### 4. DISCUSIÓN

Se realizaron pruebas de asentamiento (slump), a cada diseño de mezcla, los datos obtenidos se resumen en la siguiente figura:

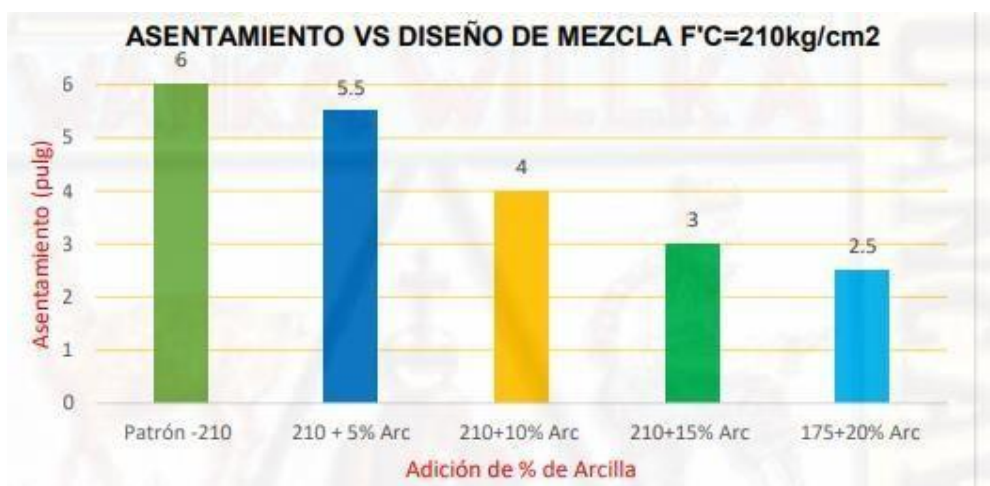
**Figura 6**

*Pruebas de asentamiento (slump), a cada diseño de mezcla*

COD. DE DISEÑO MEZCLA	SLUMP (pulg.)
<b>F'c= 210 kg/cm2</b>	
Patrón -210	6"
210 + 5% Arc	5 1/2"
210+10% Arc	4"
210+15% Arc	3"
175+20% Arc	2 1/2"
<b>F'c= 210 kg/cm2</b>	
Patrón -280	6"
280+5% Arc	5 3/8"
280+10% Arc	4 1/4"
280+15% Arc	3"
280+20% Arc	2 3/8"

**Figura 7**

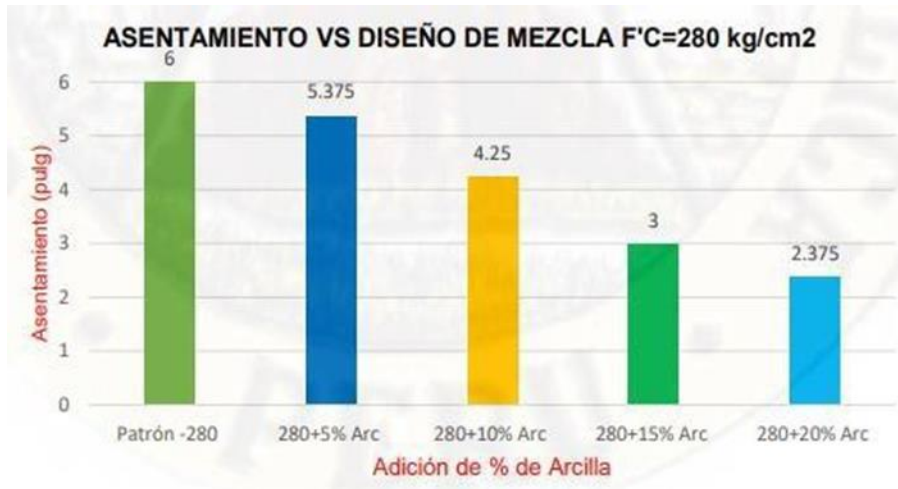
*Asentamiento vs Diseño de Mezcla F'c= 210 kg/cm2.*





**Figura 8**

Asentamiento vs diseño de mezcla  $f'c=280\text{kg/cm}^2$



Se observa que el slump de las mezclas con adiciones de Arcilla Calcinada disminuye (es menor al concreto patrón); es decir la mezcla pierde trabajabilidad conforme se le adiciona el Porcentaje

de Arcilla. Para conocer en qué porcentaje varían los resultados del asentamiento (slump) de las mezclas con adición de Arcilla, respecto del concreto patrón.

**Tabla 10**

% de Variación del Asentamiento Respecto al Concreto Patrón –  $F'c=210$

Cod. de diseño mezcla	Slump (pulg.)	% Variación respecto al concreto patrón	Obs.
Patrón -210	6"	-	-
210+ 5% Arc	5 1/2"	8.33%	Menor al patrón
210 + 10% Arc	4"	33.33%	Menor al patrón
210 + 15% Arc	3"	50.00%	Menor al patrón
210 + 20% Arc	2 1/2"	58.33%	Menor al patrón

**Tabla 10**

% de Variación del Asentamiento Respecto al Concreto Patrón –  $F'c=280\text{ kg/cm}^2$

Cod. de diseño mezcla	Slump (pulg.)	% Variación respecto al concreto patrón	Obs.
Patrón -280	6"	-	-
280+ 5% Arc	5 3/8"	10.42%	Menor al patrón
280 + 10% Arc	4 1/4"	29.17%	Menor al patrón
280 + 15% Arc	3"	50.00%	Menor al patrón
280 + 20% Arc	2 3/8"	60.42%	Menor al patrón

## 5. CONCLUSIÓN

Como conclusión del trabajo se identificó que la influencia al incorporar arcilla expandida en porcentajes 5,10,25y 20%, en el diseño de mezcla  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$  y  $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ , no influye significativamente en la resistencia del concreto

## 6. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- J. T. García Pérez, Diseño de Hormigones Dirigido a la Aplicación, Catalunya, Universitat Politècnica de Catalunya, 2004.
- J. C. CUBAUD and M. MURAT, "Fabricación industrial de arcilla expandida," in *Materiales de Construcción* Vol. 19, España, 1969, p. 5.
- F. B. N. Vandenbussche, Procedimiento para fabricar gránulos de arcilla expandida y gránulos obtenidos mediante la puesta, Madrid, 2005.
- D. E. Hou Huang, J. L. Caicedo Chica and A. A. Falconi Pincay, "www.dspace.espol.edu.ec," 30 Octubre 2009. [Online]. [Accessed 7 Julio 2016].
- N. Arnoldo, A. Gabriel, B. Verónica, C. Maria and F. Fabricio, "Hormigones con agregados livianos," Argentina, 2003, pp. 3-6.
- American Concrete Institute (ACI 318), Requisitos de reglamento para concreto estructural.
- D. G. Y. VERA and D. W. V. APOLINARIO, Hormigón Liviano de Alto Desempeño con Arcilla Expandida, Universidad Estatal Peninsula de Santa Elena, 2015.
- Arqhys, "<http://www.arqhys.com/>," Diciembre 2012. [Online]. [Accessed 20 Agosto 2016].
- J. C. MacCormac, Diseño de Concreto Reforzado, 5ta ed, México, D. F: Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C.V., 2005.
- ASTM C 136, Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates.
- ACI 318-14, Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural.
- ASTM C31/C31M, Práctica Normalizada para Preparación y Curado de Especímenes de Ensayo de Concreto en la Obra, CrossRef.
- ASTM C39, "Determinación del esfuerzo de compresión en especímenes cilíndricos de concreto.," ASTM International CrossRef.
- Standard Practice for Agencies Testing Concrete ASTM C 1077, "Concrete Aggregates for Use in Construction and Criteria for Testing Agency Evaluation," CrossRef.