



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD

INGENIERIA CIVIL

“EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y PERMEABILIDAD DEL CONCRETO PERMEABLE $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, USANDO EL ADITIVO SIKAMENT-290N CON AGREGADOS DE LA CANTERA DEL RIO CHONTA DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA, 2017”

Tesis para optar el título profesional de:

INGENIERO CIVIL

Autores:

FREDDY EDINSON GALLO SANCHEZ
CHRISTIAN EDINSON MURGA TIRADO

Asesor:

HERNAN ESPINOZA CHANCAFE

CAJAMARCA – Perú
2017

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Contenido

<u>ÍNDICE DE CONTENIDOS</u>	v
<u>ÍNDICE DE TABLAS</u>	viii
<u>ÍNDICE DE FIGURAS</u>	x
<u>RESUMEN</u>	xi
<u>ABSTRACT</u>	xii
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN	13
1.1. Realidad problemática	13
1.2. Formulación del Problema	14
1.3. Justificación	15
1.4. Limitaciones	16
1.5. Objetivos	16
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO	17
2.1 Antecedentes	17
2.2 Bases teóricas	22
2.2.1 Diseño de mezcla	22
2.2.2 Materiales	22
2.2.2.1 Cemento Portland	22
2.2.2.2 Agregados Gruesos	23
2.2.2.3 Agregados Finos	23
2.2.2.4 Agua	24
2.2.2.5 Aditivos	24
2.2.3 Concreto	24
2.2.3.1 Propiedades del Concreto	25
2.2.3.1.1 Trabajabilidad	25
2.2.3.1.2 Consistencia	25
2.2.3.1.3 Resistencia	25
2.2.3.1.4 Resistencia a compresión	25
2.2.3.1.5 Durabilidad	26
2.2.4 Hidratación	26
2.2.5 Curado	26
2.2.6 Concreto Permeable	27
2.2.7 Permeabilidad	27
CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA	28
3.1 Operacionalización de variables	28

3.2	Diseño de investigación	28
3.3	Unidad de estudio	29
3.4	Población	29
3.5	Muestra (muestreo o selección).....	29
3.6	Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos	31
3.6.1	Técnicas.....	31
3.6.2	Instrumentos	31
3.6.3	Procedimientos de recolección de datos	37
3.6.3.1	Ensayos de los agregados.....	37
3.6.3.1.1	Análisis granulométrico de los agregados (NTP 400.012:2013/ASTM C-136)....	37
3.6.3.1.2	Contenido de humedad (NTP 339.185:2002/ASTM C-566)	38
3.6.3.1.3	Peso unitario de los agregados (NTP 400.017:2011/ASTM C-29)	40
3.6.3.1.4	Peso específico y absorción de agregados gruesos (NTP 400.021:2013/ASTM C-127)	42
3.6.3.1.5	Gravedad específica y absorción de agregados finos (NTP 400.022:2013).....	43
3.6.3.1.6	Diseño de mezcla para el concreto permeable con 15% de porcentajes de vacíos con y sin aditivo sikament-290N.	44
3.6.3.1.7	Elaboración del concreto y ensayo de resistencia a la compresión y permeabilidad del concreto permeable.....	47
3.6.3.1.8	Prueba de asentamiento (NTP 339.035:2009/ ASTM C-143).....	48
3.6.3.1.9	Ensayo de resistencia a la compresión (NTP 339.034:2008 / ASTM C-39)	48
3.6.3.1.10	Ensayo del coeficiente de permeabilidad	49
3.7	Procedimientos de análisis de datos	49
CAPÍTULO 4. RESULTADOS		50
4.1.	Resultados de los ensayos a los agregados de la cantera del rio Chonta (Roca Fuerte). .	50
4.1.1.	Agregado Grueso	50
4.1.2.	Agregado Fino	54
4.2.	Resultados del diseño de mezcla.	58
4.3.	Resultados del concreto endurecido.....	59
4.3.1.	Resistencia a la Compresión.....	59
4.3.2.	Coficiente de Permeabilidad.....	63
CAPÍTULO 5. DISCUSIÓN.....		65
5.1	Discusión de resultados de las propiedades físicas y mecánicas de los agregados de la cantera:” Roca Fuerte”	65
5.1.1	Agregado Grueso.....	65
5.2	Discusión de resultados concreto fresco	66
5.2.1	Discusión diseño de mezcla	66
5.3	Discusión de resultados concreto endurecido	66
5.3.1	Discusión resistencia a la compresión de testigos cilíndricos	66
5.4	Discusión de resultados coeficiente de permeabilidad	67
CONCLUSIONES.....		68
RECOMENDACIONES		69

REFERENCIAS.....	70
ANEXOS	75
ANEXOS N° 01	75
DISEÑO DE MEZCLAS REALIZADOS.....	75
ANEXOS N° 02	80
FOTOGRAFÍAS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS.....	80
ANEXOS N° 03	98
HOJA TÉCNICA ADITIVO SIKAMENT-290N	98
ANEXOS N° 4	103
MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	103
ANEXOS N° 05	107
FORMATOS DE ENSAYOS REALIZADOS EN EL LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO DE LA UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE – CAJAMARCA 2017	107

ÍNDICE DE TABLAS Y CUADROS

Tabla N° 01: Resultados obtenidos de la investigación de Moujir y Castañeda según tipo de mezcla	16
Tabla N° 02: Resultados obtenidos de la resistencia a la compresión de la investigación de Cruz, Segovia, Del Refugio Gonzales, Lizárraga, Olgúin y Rangel.....	17
Tabla N° 03: Resultados de la permeabilidad obtenida de la investigación de Cruz, Segovia, Del Refugio Gonzales, Lizárraga, Olgúin y Rangel.....	18
Tabla N° 04: Peso específico y superficie específica de diferentes tipos de cementos.....	19
Tabla N° 05: Esfuerzo promedio requerido a compresión f'_{cr}	41
Tabla N° 06: Volumen unitario del agua en l/m^3 , para los tamaños máximos nominales de agregado grueso y consistencia indicados.....	42
Tabla N° 07: Relación agua - cemento de diseño en peso.....	42
Tabla N° 08: Relación agregado grueso – cemento.....	43
Tabla N° 09: Relación AF/AG.....	43
Tabla N° 10: Densidad del cemento portland tipo 1.....	73
Tabla N° 11: Densidad del agua.....	73
Tabla N° 12: Características del aditivo.....	73
Cuadro N° 01: Operacionalización de Variables Dependientes.....	25
Cuadro N° 02: Operacionalización de Variables Independientes.....	25
Cuadro N° 03: Testigos de concreto para la rotura a compresión.....	28
Cuadro N° 04: Testigos de concreto para ensayo de permeabilidad.....	28
Cuadro N° 05: Formato de análisis granulométrico para agregado fino.....	29
Cuadro N° 06: Formato de análisis granulométrico para agregado grueso.....	29
Cuadro N° 07: Formato de análisis de peso específico y absorción de agregado grueso.....	29
Cuadro N° 08: Formato de análisis de peso específico y absorción de agregado fino.....	30
Cuadro N° 09: Formato de análisis de peso unitario de agregado fino.....	31
Cuadro N° 10: Formato de análisis de peso unitario de agregado grueso.....	31
Cuadro N° 11: Formato de análisis del contenido de humedad de agregado grueso.....	32
Cuadro N° 12: Formato de análisis del contenido de humedad de agregado fino.....	32
Cuadro N° 13: Formato de análisis del ensayo a resistencia a la compresión.....	32
Cuadro N° 14: Formato del análisis del coeficiente de permeabilidad.....	33
Cuadro N° 15: Formato de análisis de peso y volumen de los materiales.....	44
Cuadro N° 16: Formato de corrección por humedad, cantidad y proporción en peso y volumen.....	44
Cuadro N° 17: Resultados del análisis granulométrico del agregado grueso.....	47
Cuadro N° 18: Resultado del ensayo de análisis del peso específico y absorción del agregado grueso.....	49
Cuadro N° 19: Resultado del análisis del peso unitario del agregado grueso.....	50
Cuadro N° 20: Resultado del análisis del contenido de humedad del agregado grueso.....	51
Cuadro N° 21: Resultado del análisis granulométrico del agregado fino.....	51
Cuadro N° 22: Resultado del análisis de la gravedad específica y absorción de agregados finos.....	53
Cuadro N° 23: Resultado del análisis del peso unitario de los agregados finos.....	54
Cuadro N° 24: Resultado del análisis del contenido de humedad del agregado fino.....	55
Cuadro N° 25: Resumen diseño de mezcla sin corrección por humedad.....	55

Cuadro N°26: Resumen diseño de mezcla con corrección por humedad	55
Cuadro N° 27: Resumen diseño de mezcla con corrección por humedad y % de desperdicio.....	56
Cuadro N° 28: Resultado del análisis de la resistencia a la compresión de testigos cilíndricos.....	57
Cuadro N° 29: Resultado del análisis del coeficiente de permeabilidad (mm/s)	60
Cuadro N° 30: Resultado del análisis del coeficiente de permeabilidad (l/s/m ²).....	60
Cuadro N° 31: Datos de los agregados para el diseño de mezcla.....	73
Cuadro N° 32: Asentamiento.....	74

ÍNDICE DE FIGURAS

Gráfico N° 01: Curva Granulométrica de Agregado Grueso.....	48
Gráfico N° 02: Curva Granulométrica de Agregado Fino.....	52
Gráfico N° 03: Resistencia a la compresión 7 días.....	58
Gráfico N°04: Resistencia a la compresión 14 días.....	58
Gráfico N°05: Resistencia a la compresión 28 días.....	59
Gráfico N°06: Resistencia a la compresión promedio en 7, 14 y 28 días.....	59
Gráfico N° 07: Coeficiente de permeabilidad.....	61

RESUMEN

La investigación tiene como objetivo principal estimar la resistencia a la compresión y permeabilidad del concreto permeable $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, usando el aditivo sikament – 290N con agregados de la cantera del rio Chonta de la Ciudad de Cajamarca, la técnica que se utilizó para la recolección de datos en esta investigación es la observación directa, los instrumentos utilizados en la recolección de datos, fueron los formatos de ensayos brindados por la Universidad Privada del Norte, basadas en las Normas Técnicas Peruanas: NTP 400:012:2013/ASTM C-136, NTP: 339.185:2002/ASTM C-566, NTP 400.017:2011/ASTM C-29, NTP 400.021:2013/ASTM C-127, NTP 400.022:2013, NTP 339.035:2009/ASTM C-143, NTP 339.034:2008/ASTM C-39. El tipo de investigación presentada es del tipo experimental cuyos resultados obtenidos son fuente directa de la manipulación, calculo y rotura de probetas en el Laboratorio de la Universidad Privada del Norte. Obteniendo como resultado una resistencia a la compresión promedio máxima de 107.3 kg/cm^2 , a los 28 días con aditivo sikament-290N y un coeficiente de permeabilidad promedio de 22 mm/s teniendo como muestra 24 probetas ensayadas; llegando a la conclusión de que con 5% de agregado fino la mezcla no posee una cohesión entre dichos materiales motivo por el cual no se logró llegar a la resistencia deseada, finalmente a modo de seguir fomentado la investigación del concreto permeable, se realizó una probeta de ensayo con 12% de agregado fino, la cual fue ensayada a los 3 días llegando a obtener una resistencia a la compresión de 81.92 kg/cm^2 ; es decir un 39% de la resistencia deseada en función del tiempo, logrando así el valor deseado a los 3 días que es del 35% al 40%.

ABSTRACT

The objective for this research was to estimate the compression resistance and permeability of the permeable concrete $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, using the additive Sikament 290N with quarry stone aggregates from the Chonta River of Cajamarca, during the year 2017, the data-collection technique used in this research was the direct observation and the data collection instruments included a group of study forms, which were obtained from "Universidad Privada del Norte"; based on the following technical peruvian normativity: NTP 400.012:2013/ASTM C-136, NTP 339.185:2002/ASTM C-566, NTP 400.017:2011/ASTM C-29, NTP 400.021:2013/ASTM C-127, NTP 400.022:2013, NTP 339.035:2009/ASTM C-143, NTP 339.034:2008 / ASTM C-39. The research was experimental typed, whose results were obtained by the direct manipulation, calculation and crushing of test specimens in the laboratory at "Universidad Privada del Norte"; establishing a maximum compression resistance of 107.31 kg/cm^2 and a permeability coefficient of 22 mm/s from 24 test specimens after 28 days with the additive sikamente-290N; concluding that a mix with 5% of thin aggregates does not have a high adhesion level so it was not possible to reach the expected resistance, finally, in order to continue promoting the research on permeable concrete, a last test with 12% of thin aggregates was made, which was tested after 3 days to obtain a compression resistance of 81.92 kg/cm^2 that means 39% of the expected resistance and meets the expected requirements within the parameters of 35 to 40% in three days.

NOTA DE ACCESO

No se puede acceder al texto completo pues contiene datos confidenciales

REFERENCIAS

- Abanto Castillo, F. (1996). *Tecnología del concreto (teoría y problemas)*. Lima: Perú. Recuperado de <https://es.scribd.com/doc/161103318/Flavio-Abanto-Castillo-Tecnologia-del-Concreto-Teoria-y-Problemas>
- American Concrete Insitute 522R-10 (2010). *Report on pervious concrete*. Estados Unidos. Recuperado de <https://es.scribd.com/book/33508728/ACI-522R-10-Report-on-Pervious-Concrete>
- American Concrete Insitute 211.1 (Reaprov.2002). *Standar Practice for selecting proportions for normal, heavyweight, and mass concrete*. Estados Unidos. Recuperado de http://bpesol.com/bachphuong/media/images/book/2111_91.pdf
- Antay, A. & Secca, F. (2014), *Evaluación del concreto poroso elaborado con agregados Pisac y Cunyac con microsílíce (bióxido de silicio)*. (Tesis de pregrado). Universidad Andina del Cusco. Cusco. Perú. Recuperado de <http://documents.mx/download/link/tesis-cp-561c488b8c23f>
- Alcalde, S. (2015), *Evaluación del agregado proveniente de la cantera rio cajamarquino para la elaboración de concreto permeable para pavimento rígido, Cajamarca 2015*. (Tesis pregrado). Universidad Privada del Norte. Cajamarca. Perú Recuperado de [http://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/7333/Alcalde%20Paredes%20Susan%20Grettel%20%20\(Tesis%20Parcial\).pdf?sequence=1](http://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/7333/Alcalde%20Paredes%20Susan%20Grettel%20%20(Tesis%20Parcial).pdf?sequence=1)
- Asociación Colombiana de Productores de Concreto - Asocreto (2010), *Tecnología del concreto tomo I materiales, propiedades y diseño de mezcla*. Colombia. Recuperado de <https://es.scribd.com/doc/234779446/Tecnologia-Del-Concreto-Tomo-1>
- Barahona Aguiluz, R. A.; Martínez Guerrero, M. V. & Zelaya Zelaya, S. E. (2013), *Comportamiento del concreto permeable utilizando agregado grueso de las canteras, El Carmen, Aramuaca y La Pedrera, de la zona oriental de el Salvador*. (Tesis pregrado). Universidad de el Salvador. San Miguel. El Salvador. Recuperado de <http://ri.ues.edu.sv/6259/1/50107992.pdf>
- Benites Bustamante, J. C. (2014), *Características físicas y mecánicas del concreto permeable usando agregados de la cantera del rio Jequetepeque y aditivo Chemaplast*, (Tesis pregrado). Universidad Nacional de Cajamarca. Cajamarca. Perú. Recuperado de <http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/522/T%20620.19%20B467%202014.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Blas Cano, J. (2013). *Materiales de construcción - permeabilidad del concreto*. Ancash: Perú. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/284688692/Permeabilidad-Del-Concreto>
- Cabello, S., Campuzano, L., Espinoza, J., & Sánchez, C. (2015). Concreto Poroso: Constitución, variables influyentes y protocolos para su caracterización. *En Revista Científica Cumbres*. Recuperado de <http://investigacion.utmachala.edu.ec/revistas/index.php/Cumbres/article/download/4/5>
- Campos Sánchez, E. (2011). *Tecnología del concreto – aditivos en el Perú*. Lima: Perú. Recuperado de <https://es.scribd.com/doc/97942194/Aditivos-Tecnologia-Del-Concreto>
- Cerdán Pérez, L. A. (2015), *Comportamiento del concreto permeable, utilizando agregado de las canteras la Victoria y Roca Fuerte, aumentando diferentes porcentajes de vacíos, Cajamarca 2015*, (Tesis pregrado). Universidad Privada del Norte. Cajamarca. Perú. Recuperado de <http://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/11017/Cerd%c3%a1n%20P%c3%a9rez%20%20Luis%20Antonio.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Choque Ccaritayña, H. & Ccana Sicos, J. C. (2016), *Evaluación de la resistencia a compresión y permeabilidad del concreto poroso elaborado con agregados de las canteras Vicho y Zurite, adicionando aditivo superplastificante de densidad 1.2 kg/l para una resistencia 210 kg/cm²*, (Tesis pregrado). Universidad Andina del Cusco. Cusco. Perú. Recuperado de http://repositorio.uandina.edu.pe/bitstream/UAC/710/3/Juan_Hubert_Tesis_bachiller_2016_P_1.pdf
http://repositorio.uandina.edu.pe/bitstream/UAC/710/4/Juan_Hubert_Tesis_bachiller_2016_P_2.pdf
http://repositorio.uandina.edu.pe/bitstream/UAC/710/5/Juan_Hubert_Tesis_bachiller_2016_P_3.pdf
- Cruz Palafox, C. J. C.; Segovia López, A.; Del Refugio Gonzales Sandoval, M.; Lizárraga Mendiola, L. G.; Olgúin Coca, F. J. & Rangel Martínez, Y. (2014); *Diseño de un concreto permeable para la recuperación de agua*. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/322845217/diseño-de-un-concreto-permeable-para-la-recuperacion-de-agua-pdf>

- Felipe Moujir, Y. F. & Castañeda, L. F. (2014), *Diseño y aplicación de concreto poroso para pavimentos*. (Tesis de Licenciatura). Pontificia Universidad Javeriana. Cali. Colombia. Recuperado de http://vitela.javerianacali.edu.co/bitstream/handle/11522/3082/Dise%C3%B1o_aplicacion_concreto.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Fernández, R., Vitola, L., & Salminci, P., (1998). *Estado del arte en el uso de hormigones porosos*. En Revista de la Asociación Argentina de Carreteras, 1(154) pp.50-60. Recuperado de http://www.aacarreteras.org.ar/uploads/pdf/pdf_Revts/154.pdf
- Hernández Barra, J. (2016), *Reducción de escurrimiento de agua pluvial urbano mediante el uso de pavimentos permeables en el centro de la ciudad de Hermosillo sonora*. (Tesis de Licenciatura). Universidad de Sonora. Hermosillo. México Distrito Federal. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/326758052/Concreto-Permeable-En-Vias>
- Instituto Tecnológico de Zacatepec (2010). *Taller de investigación II*. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/262223436/concreto-permeable>
- Mulligan, A. M, (2005), *Attainable compressive strength of pervious concrete paving systems*. Orlando – Florida - Estados Unidos. Recuperado de www.stormwater.ucf.edu/research/chopra_publications/mulligan_ann_m_200508_ms.pdf
- National Ready Mixed Concrete Association (2003). *Informe técnico prueba de resistencia a la compresión del concreto*. Maryland – Estados Unidos: NRMCA Cip 35. Recuperado de https://www.nrmca.org/aboutconcrete/cips/CIP_35_ES_p.pdf
- Norma Técnica Peruana 339.034 (2008). *HORMIGÓN (CONCRETO) método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en nuestras cilíndricas*. Lima – Perú. Recuperado de <https://es.slideshare.net/ERICKSA2/ntp-339034-2008>
- Norma Técnica Peruana 339.035 (2009). *HORMIGÓN (CONCRETO) método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland*. Lima – Perú. Recuperado de Biblioteca Universidad Privada del Norte – Sede Cajamarca.
- Norma Técnica Peruana 339.185 (2002). *AGREGADOS método de ensayo normalizado para*

contenido de humedad total evaporable de agregados por secado. Lima – Perú.
Recuperado de <https://es.scribd.com/document/276112689/NTP-339-185-2002>

Norma Técnica Peruana 400.012 (2013). *AGREGADOS análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global.* Lima – Perú. Recuperado de Biblioteca Universidad Privada del Norte – Sede Cajamarca.

Norma Técnica Peruana 400.017 (2011). *AGREGADOS método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (“Peso Unitario”) y los vacíos en los agregados.* Lima – Perú. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/343664826/NTP-400-017-2011-Agregados-Metodo-de-Ensayo-Para-Determinar-El-Peso-Unitario-Del-Agregado>

Norma Técnica Peruana 400.021 (2013). *AGREGADOS método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso.* Lima – Perú. Recuperado de Biblioteca Universidad Privada del Norte – Sede Cajamarca.

Norma Técnica Peruana 400.022 (2013). *AGREGADOS método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino.* Lima – Perú. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/348322764/NTP-400-022-2013-AGREGADOS-Metodo-Peso-Especifico-y-Absorcion-Del-Agregado-Fino>

Rivva López, E. (1992). *Tecnología del concreto – diseño de mezclas.* Lima: Perú. Recuperado de <https://es.scribd.com/doc/223658078/Diseno-de-Mezclas-Enrique-Rivva-Lopez>

Sánchez Zevallos, P. (noviembre, 2004). *La cosecha del agua en las erosionadas laderas de Cajamarca-Perú, como fuente de agua permanente y producción de alimentos.* Seminario Internacional Experiencia y Métodos de Manejo de Cuencas y su Contribución al Desarrollo Rural en los Andes: Desafíos y Oportunidades para Lograr Mayores Impactos. Bogotá, Colombia. Recuperado de <https://core.ac.uk/download/pdf/48034590.pdf>

Salis Valverde, B. (2016), *Influencia del contenido de aire en concretos porosos con agregados de la cantera Yanag-Huánuco, 2016.* (Tesis pregrado). Universidad Nacional Hermilio Valdizán. Huánuco. Perú. Recuperado de

<http://repositorio.unheval.edu.pe/bitstream/handle/UNHEVAL/1532/TIC%2000116%20S17.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción – SENCICO, (2014). *Manual de preparación, colocación y cuidados del concreto*. Lima – Perú. Recuperado de https://issuu.com/engcaos/docs/preparacion_colocacion_y_cuidados_d

Torre Carrillo, A. (2004). *Curso básico de tecnología del concreto*. Lima: Perú. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/45897173/curso-basico-concreto-1>

Unión de Concreteras (2011). *Ficha técnica concreto permeable Unicon*. Lima, Perú. Recuperado de http://www.unicon.com.pe/repositorioaps/0/0/jer/concre_perme/files/FichaTecnicaConcretoPermeableUNICON.pdf