



# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“EVALUACION DE LA PERMEABILIDAD POR EL METODO DE ION CLORURO PARA EL DISEÑO DEL CONCRETO F´C 420 kg/cm<sup>2</sup> DURABLE, CALIZA CEMENTO INCA S.A. - 2021”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

Bach. Brandon Enrique Lozano Llican

Asesor:

Mg. Ing. Manuel Jesús Salas Paulet

Lima - Perú

2021

## Tabla de contenidos

<b>ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA SUSTENTACIÓN DE TESIS .....</b>	<b>2</b>
<b>ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS .....</b>	<b>3</b>
<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>4</b>
<b>AGRADECIMIENTO.....</b>	<b>5</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>8</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>10</b>
<b>ÍNDICE DE ECUACIONES.....</b>	<b>11</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>12</b>
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>13</b>
1.1. Realidad Problematica .....	33
1.2. Formulacion del Problema .....	33
1.3. Objetivos .....	33
1.3.1. Objetivo General .....	33
1.3.2. Objetivo Especificos .....	33
1.4. Hipótesis .....	33
1.4.1. Hipótesis General.....	33
1.4.2. Hipótesis Especificas .....	33
<b>CAPÍTULO II. METODOLOGÍA .....</b>	<b>33</b>
2.1. Tipo de Investigacion .....	33
2.2. Poblacion y muestra (Materiales, instrumento y metodos) .....	33
2.2.1. Unidad de estudio .....	33
2.2.2. Población .....	33
2.2.3. Muestra .....	35
2.3. Tecnicas e instrumentos de recoleccion y análisis de datos .....	35
2.3.1. Materiales .....	44
2.3.2. Servicios .....	44
2.4. Procedimiento.....	44
2.5. Caracterización de los agregados .....	44
2.5.1. Caracterización de los agregados.....	45
2.5.2. Contenido de humedad .....	45
2.5.3 Tamiz N° 200 .....	46
2.5.4. Análisis Granulométrico Agregado Fino y Grueso .....	47
2.5.6. Método Ion Cloruro .....	48
<b>CAPÍTULO III. RESULTADOS .....</b>	<b>55</b>
3.1. Contenido de humedad de agregados.....	56
3.2. Tamiz N°200.....	57

3.3.	Análisis granulométrico de los agregados .....	58
3.4.	Ensayo Absorción de la Arena .....	60
3.5.	Ensayo Absorción de la Piedra.....	60
3.6.	Ensayo Abrasión de la Piedra .....	61
3.7.	Diseño de Concreto.....	62
3.8.	Resistencia a la Compresión .....	68
3.9.	Método Ion Cloruro .....	78
<b>CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES .....</b>		<b>91</b>
4.1.	Discusión .....	91
4.2.	Conclusiones .....	93
<b>REFERENCIAS.....</b>		<b>94</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Resistencia a la Compresión: Material cementante 408kg y Aditivo Denka Shaguard 8kg.....	33
Tabla 2 Resistencia a la Compresión: Material cementante 380kg y Aditivo Denka Shaguard 8kg.....	34
Tabla 3 Método Ion Cloruro: Material cementante 408kg y Aditivo Denka Shaguard 8kg.....	34
Tabla 4 Método Ion Cloruro: Material cementante 380kg y Aditivo Denka Shaguard 8kg.....	35
Tabla 5 Cemento Portland Tipo HS .....	55
Tabla 6 Cemento Portland Tipo 1.....	55
Tabla 7 Contenido de humedad del agregado fino (Hf) .....	56
Tabla 8 Contenido de humedad del agregado grueso (Hg) .....	56
Tabla 9 Tamiz N° 200 del agregado fino (Tf) .....	57
Tabla 10 Tamiz N° 200 del agregado grueso (Tg) .....	57
Tabla 11 Análisis granulométrico del agregado fino.....	58
Tabla 12 Análisis granulométrico del agregado grueso.....	59
Tabla 13 Absorción de la Arena (Aa).....	60
Tabla 14 Absorción de la Piedra (Ap).....	60
Tabla 15 Abrasión de la Piedra (Ap).....	61
Tabla 16 Tipos de Cementos .....	62
Tabla 17 Caracterización de los Agregados .....	62
Tabla 18 Cálculo de diseño de concreto $f_c = 420$ kg/cm <sup>2</sup> con 408 Kg CEMENTO PORTLAND TIPO HS ..	63
Tabla 19 Dosificación Mezcla Patrón con 408 Cemento Portland Tipo HS.....	63
Tabla 20 Cálculo de diseño de concreto $f_c = 420$ kg/cm <sup>2</sup> con 380 Kg CEMENTO PORTLAND TIPO HS ..	64
Tabla 21 Dosificación Mezcla Patrón con 380 Cemento Portland Tipo HS .....	64
Tabla 22 Cálculo de diseño de concreto $f_c = 420$ kg/cm <sup>2</sup> con 408 Kg CEMENTO PORTLAND TIPO 1 .....	65
Tabla 23 Dosificación Mezcla Patrón con 408 Cemento Portland Tipo 1.....	65
Tabla 24 Cálculo de diseño de concreto $f_c = 420$ kg/cm <sup>2</sup> con 380 Kg CEMENTO PORTLAND TIPO 1 .....	66
Tabla 25 Dosificación Mezcla Patrón con 380 Cemento Portland Tipo 1.....	66
Tabla 26 Cálculo de diseño de concreto $f_c = 420$ kg/cm <sup>2</sup> con 408 Kg CEMENTO PORTLAND TIPO 1MAS ADITIVO DENKA SHAGUARD .....	67
Tabla 27 Dosificación Mezcla Patrón con 408 Cemento Portland Tipo 1+ Aditivo Denka Shaguard.....	67
Tabla 28 Cálculo de diseño de concreto $f_c = 420$ kg/cm <sup>2</sup> con 380 Kg CEMENTO PORTLAND TIPO 1MAS ADITIVO DENKA SHAGUARD .....	68
Tabla 29 Dosificación Mezcla Patrón con 380 Cemento Portland Tipo 1+ Aditivo Denka Shaguard.....	68
Tabla 30 Resultados del ensayo a la compresión de la muestra patrón con 408kg Cemento Portland Tipo HS a los 3días, 7días, 14días, 28 días, 56 días y 90 días. ....	69
Tabla 31 Resultados de ensayo a la compresión de la muestra patrón con 380 kg Cemento Portland Tipo HS a los 3días, 7días, 14días ,28 días, 56 días y 90 días. ....	70
Tabla 32 Resultados de ensayo a la compresión de la muestra patrón Cemento Portland Tipo I con 408 kg a los 3días, 7días, 14 días, 28 días, 56 días y 90 días. ....	71
Tabla 33 Resultados de ensayo a la compresión de la muestra patrón Cemento Portland Tipo 1 con 380kg a los 3días, 7 días, 14 días, 28 días, 56 días y 90 días. ....	72
Tabla 34 Resultados de ensayo a la compresión de la muestra patrón Cemento Portland Tipo I con 408kg más aditivo Denka Shaguard a los 3días, 7 días, 14 días, 28 días, 56 días y 90 días. ....	73
Tabla 35 Resultados de ensayo a la compresión de la muestra patrón Cemento Portland Tipo I con 380 kg más aditivo Denka Shaguard a los 3días, 7 días, 14 días, 28 días, 56 días y 90 días.....	74
Tabla 36 Resumen del comportamiento de los diseños con 408kg de material cementante .....	75
Tabla 37 Resumen del comportamiento de los diseños con 380kg de material cementante .....	76
Tabla 38 Comparaciones de Cemento Portland Tipo HS y Cemento Portland Tipo 1 en Resistencia .....	77
Tabla 39 Comparaciones a 3 días con Cemento Portland Tipo HS y Cemento Portland Tipo 1.....	77
Tabla 40 Comparaciones a 90 días con Cemento Portland Tipo HS y Cemento Portland Tipo 1 .....	77
Tabla 41 <i>Medición de la permeabilidad del concreto a 3días, 7días, 14días, 28días, 56días y 90días con 408kg de Cemento Portland Tipo HS</i> .....	78
Tabla 42 <i>Medición de la permeabilidad del concreto a 3días, 7días, 14días, 28días, 56días y 90días con 380 kg de Cemento Portland Tipo HS</i> .....	79
Tabla 43 <i>Medición de la permeabilidad del concreto a 3días, 7días, 14días, 28días, 56días y 90días con 408kg de Cemento Portland Tipo I</i> .....	80

Tabla 44 <i>Medición de la permeabilidad del concreto a 3días, 7días, 14días, 28días, 56días y 90días con 380kg de Cemento Portland Tipo I</i> .....	81
Tabla 45 <i>Medición de la permeabilidad del concreto a 3días, 7días, 14días, 28días, 56días y 90días con 408kg de Cemento Portland Tipo I más Aditivo Denka Shaguard</i> .....	82
Tabla 46 <i>Medición de la permeabilidad del concreto a 3días, 7días, 14días, 28días, 56días y 90días con 380kg de Cemento Portland Tipo I más Aditivo Denka Shaguard</i> .....	83
Tabla 47 <i>Comparativo de la disminución de porosidad por tipo de cemento hasta 90 días con 408kg de material cementante</i> .....	84
Tabla 48 <i>Comparativo de la disminución de porosidad por tipo de cemento hasta 90 días con 380kg de material cementante</i> .....	85
Tabla 49 <i>Resumen de Permeabilidad al Concreto</i> .....	86
Tabla 50 <i>Permeabilidad a 3 Días promedio total</i> .....	87
Tabla 51 <i>Permeabilidad a 90 Días promedio total</i> .....	87
Tabla 52 <i>Promedio de la Disminución a la Penetración del Ion Cloruro</i> .....	87
Tabla 53 <i>Costo con Cemento Portland Tipo HS con 380 kg</i> .....	88
Tabla 54 <i>Costo con Cemento Portland Tipo I con 380kg</i> .....	88
Tabla 55 <i>Costo con Cemento Portland Tipo I más aditivo Denka Shaguard con 380 kg</i> .....	88
Tabla 56 <i>Costo con Cemento Portland Tipo HS con 408 kg</i> .....	89
Tabla 57 <i>Costo con Cemento Portland Tipo I con 408kg</i> .....	89
Tabla 58 <i>Costo con Cemento Portland Tipo I más aditivo Denka Shaguard con 408 kg</i> .....	89
Tabla 59 <i>Resumen de costo con 380 kg con cemento portland</i> .....	90
Tabla 60 <i>Resumen de costo con 408 kg con cemento portland</i> .....	90
Tabla 61 <i>Ahorro en el resumen de costo</i> .....	90

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Análisis granulométrico de los agregado grueso.....	36
Figura 2: Análisis granulométrico de los agregado fino.....	37
Figura 3: Diseño de concreto con 408kg Cemento Portland Tipo HS.....	38
Figura 4: Diseño de concreto con 380kg Cemento Portland Tipo HS.....	39
Figura 5: Diseño de concreto con 408kg Cemento Portland Tipo1.....	40
Figura 6: Diseño de concreto con 380kg Cemento Portland Tipo1.....	41
Figura 7: Diseño de concreto con 408kg Cemento Portland Tipo1 mas Aditivo Denka Shaguard.....	42
Figura 8: Diseño de concreto con 380kg Cemento Portland Tipo1 mas Aditivo Denka Shaguard.....	43
Figura 9: Máquina Saturadora de Concreto.....	48
Figura 10: Espécimen listo para el ensayo de permeabilidad.....	53
Figura 11: Análisis granulométrico del agregado fino.....	58
Figura 12: Análisis granulométrico del agregado grueso.....	59
Figura 13: Diseño $f'c= 420$ kg/cm <sup>2</sup> con 408 kg de Cemento Portland Tipo HS.....	69
Figura 14: Diseño $f'c= 420$ kg/cm <sup>2</sup> con 380kg de Cemento Portland Tipo HS.....	70
Figura 15 :Diseño $f'c= 420$ kg/cm <sup>2</sup> con 408kg Cemento Portland Tipo I.....	71
Figura 16: Diseño $f'c= 420$ kg/cm <sup>2</sup> con 380kg Cemento Portland Tipo I.....	72
Figura 17: Diseño $f'c= 420$ kg/cm <sup>2</sup> con Cemento Portland Tipo I con 408kg más Aditivo Denka Shaguard.....	73
Figura 18: Diseño $f'c= 420$ kg/cm <sup>2</sup> con cemento Tipo I con 408 más Aditivo Denka Shaguard.....	74
Figura 19: Diseño $f'c= 420$ kg/cm <sup>2</sup> , 408 kg cemento.....	75
Figura 20: Diseño $f'c= 420$ kg/cm <sup>2</sup> , 380 kg cemento.....	76
Figura 21: Permeabilidad con 408kg de Cemento Portland Tipo HS.....	78
Figura 22: Permeabilidad con 380kg de Cemento Portland Tipo HS.....	79
Figura 23: Permeabilidad con 408kg de Cemento Portland Tipo I.....	80
Figura 24 :Permeabilidad con 380kg de Cemento Portland Tipo I.....	81
Figura 25 :Permeabilidad con 408kg de Cemento Portland Tipo I más Aditivo Denka Shaguard.....	82
Figura 26: Permeabilidad con 380kg de Cemento Portland Tipo I más Aditivo Denka Shaguard.....	83
Figura 27: Resumen del grafico a 90 días con 408kg de material cementante.....	84
Figura 28: Resumen del grafico a 90 días con 380kg de material cementante.....	85

## ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1	Contenido de humedad .....	46
Ecuación 2	Tamiz N°200 .....	46
Ecuación 3	Análisis Granulométrico de Agregado Fino y Grueso.....	47
Ecuación 4	Contenido de humedad agregado fino .....	56
Ecuación 5	Contenido de humedad agregado grueso .....	56
Ecuación 6	Tamiz N°200 agregado fino.....	57
Ecuación 7	Tamiz N°200 agregado grueso .....	57
Ecuación 8	Absorción de la Arena .....	60
Ecuación 9	Absorción de la Piedra.....	60
Ecuación 9	Abrasión de la Piedra.....	61

## RESUMEN

Las estructuras de concreto armado deben ser no solo resistentes, sino también durables, la porosidad del hormigón condiciona el comportamiento de las obras de construcción a lo largo del tiempo ya que la red porosa es el medio para el ingreso de sustancias más o menos agresivas al interior de la matriz del concreto generando las diferentes patologías, la sustitución del material cementante en los diseños es vital para la durabilidad del concreto, utilizando cemento portland tipo HS que contiene escoria de alto horno y que es altamente resistente al ataque de sulfatos, prolonga la vida útil de las estructuras.

El auge de los cementos adicionados es una alternativa para su aplicación en los diferentes diseños de concreto para disminuir la porosidad del concreto, por lo tanto, con el desarrollo de la presente tesis de investigación se estudia la influencia de los tipos cemento en la durabilidad del concreto sometidos a ambientes agresivos de humedad y en contacto con el agua de mar, usando cemento portland con escoria tipo HS, relación agua/cemento menor a 0.50. El diseño planteado de 420 kg/cm<sup>2</sup>, la resistencia a la compresión más alta obtenida a 28 días es 437.58 kg/cm<sup>2</sup> y a 90 días es 594.66 kg/cm<sup>2</sup> con 380 kg de cemento tipo HS y con 408 kg de cemento a 28 días es 439.96 kg/cm<sup>2</sup> y a 90 días es 630.02 kg/cm<sup>2</sup> comparado con los diseños con cemento OPC y OPC más 0.34% peso de aditivo Denka Shaguard es 18 % de mayor resistencia a edades mayores contrario a edades tempranas 28% menor, concluimos que el concreto diseñado con cemento tipo HS con escoria de alto horno a 28 días y 90 días presenta una penetrabilidad del ion cloruro BAJA, mejorando a edades mayores.

**Palabras clave:** Durabilidad, Permeabilidad, Resistencia a la compresión, Método ion cloruro



## **NOTA DE ACCESO**

**No se puede acceder al texto completo pues contiene datos confidenciales**

## REFERENCIAS

- Gong, W., Yu, H., Ma, H., Qiao, H., & Chen, G. (2019). Study on corrosion and anticorrosion of rebar in magnesium oxychloride cement concrete. *Emerging Materials Research*, págs. 94-104.
- Xu, A., & Shayan, A. (2016). Relationship between reinforcing bar corrosion and concrete cracking. págs. 3-12.
- Medina, Á. M. (2010). Evaluación del desempeño del cemento portland tipo III adicionado con nanopartículas de hierro (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Colombia). <http://www.bdigital.unal.edu.co/2022/>
- SALARDI, I. E. P. (2015). Concreto (hormigón) con cemento sol tipo-i de resistencias tempranas con la tecnología “sika viscocrete 20he” (doctoral dissertation, universidad ricardo palma). <https://core.ac.uk/download/pdf/132423033.pdf>
- Cabrera Huamaní, L. G. (2017). Evaluación del comportamiento del Concreto, elaborados con cementos: Tipo I y Tipo HS, modificados con aditivos Naftalenos y Policarboxilatos. [http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/19938/Cabrera\\_HLG.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/19938/Cabrera_HLG.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Fernández López, L. (2017). Evaluación del diseño del concreto elaborado con cemento portland tipo I adicionando el aditivo sikament-290N, en la ciudad de Lima-2016. <http://181.224.246.201/handle/UCV/1434>
- Núñez Aranguri, O. A., y Villanueva Paredes, J. A. (2018). Evaluación de la mejora en las propiedades físicas y mecánicas del concreto de resistencia acelerada incorporando el aditivo sikaplast 700. <http://www.repositorioacademico.usmp.edu.pe/handle/usmp/4329>
- Cuellar Loaiza, J. C., y Sequeiros Arone, W. (2017). Influencia del curado en la resistencia a la compresión del concreto preparado con cemento portland tipo I y cemento puzolánico tipo IP en la ciudad de Abancay-Apurímac. <http://repositorio.utea.edu.pe/handle/utea/106>
- Niño Parra, P. A. (2014). Influencia del régimen de curado sobre la resistencia a compresión de concretos de ultra alto desempeño (CUAD) (Bachelor's thesis, Facultad de Ingeniería). [https://www.researchgate.net/profile/Yezid\\_Alvarado/publication/307575039\\_INFLUENCIA\\_DEL\\_REGIMEN\\_DE\\_CURADO SOBRE\\_LA\\_RESISTENCIA\\_A\\_COMPRESION\\_DE\\_CONCRETOS\\_DE\\_ULTRA\\_ALTO\\_DESEMPENO\\_CUAD/links/57c9775708ae3ac722af8015.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Yezid_Alvarado/publication/307575039_INFLUENCIA_DEL_REGIMEN_DE_CURADO SOBRE_LA_RESISTENCIA_A_COMPRESION_DE_CONCRETOS_DE_ULTRA_ALTO_DESEMPENO_CUAD/links/57c9775708ae3ac722af8015.pdf)
- Castellano, C. C., Bonavetti, V. L., y Irassar, E. F. (2013). Cementos mezclas: influencia del tamaño de las partículas de escoria. *Concreto y cemento. Investigación y desarrollo*, 4(2), 2-14. <http://www.scielo.org.mx/pdf/ccid/v4n2/v4n2a1.pdf>
- Valdez-Tamez, P. L., Durán-Herrera, A., Miguel, F. S., y Juárez-Alvarado, C. A. (2014). Influencia de la carbonatación en morteros de cemento Portland y ceniza volante. *Ingeniería, investigación y tecnología*, 10(1), 39-49. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-77432009000100005](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-77432009000100005)
- Niño Sandoval, W. A. L. N. (2013). Caracterización mecánica y de durabilidad de concretos de alto desempeño. <https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/15569>

- Ponce Portocarrero, C. P. (2014). Estudio del concreto reciclado de mediana a baja resistencia, utilizando cemento Portland tipo I. <http://repositorio.uni.edu.pe/handle/uni/3643>
- Cabrera Huamaní, L. G. (2017). Evaluación del comportamiento del Concreto, elaborados con cementos: Tipo I y Tipo HS, modificados con aditivos Naftalenos y Policarboxilatos. [http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/19938/Cabrera\\_HLG.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/19938/Cabrera_HLG.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Bernable Fernández, P. E. (2015). Características y comportamiento del concreto utilizando cemento Portland con microfiller calizo. <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/3410>
- Duran Mendoza, J. M. (2018). Estudio de las propiedades del concreto  $F'C= 210$  KG/CM<sup>2</sup> aplicado a condiciones simuladas de curado en obra, en la ciudad de Arequipa, con Cemento Portland tipo IP. <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/6120>
- Rojas, M. A. Y. T. A., y Wilson, J. (2014). Influencia del aditivo superplastificante en el tiempo de fraguado, trabajabilidad y resistencia mecánica del concreto, en la ciudad de Huancayo. <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/403>
- Goicochea, C., y del Pilar, V. (2018). Influencia del aditivo chemaplast impermeabilizante en las propiedades físico mecánicas del concreto, usando cemento Pacasmayo tipo I y tipo V (ASTM C-150). <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/2535>
- Baca Pinelo, J. F., y Boy Sanchez, J. R. (2016). influencia del porcentaje y tipo de acelerante, sobre la resistencia a la compresión en la fabricacion de un concreto de rapido fraguado. <http://www.dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/2549>
- Cabellos, A., y Enet, T. (2016). Permeabilidad de un concreto  $F'C= 210$  KG/CM<sup>2</sup> utilizando diferentes porcentajes de aditivo plastificante, Cajamarca, 2016. <http://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/10351>