Universidad Andina del Cusco

Repositorio Digital

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

TESIS

"RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."

PRESENTADO POR:

Castillo Guevara Marco Antonio

Lucar Huamán Jorge Luis

Para optar el Título Profesional de

Ingeniero Civil

Asesor:

Ing. Soto Florez Heiner

CUSCO -PERU

AÑO 2021

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Dedicatoria

A dios por permitirme gozar de su guía por este largo camino, llenándome de la motivación para no desistir en ningún aspecto de mi vida.

A mi querido abuelo Gavino Guevara Qosqo el cual siempre me motivo e impulso a seguir adelante, por el cual me encuentro vivo ahora ismo y al que le hice la promesa de titularme y celebrarlo juntos y aunque tristemente el dejo esta vida terrenal se que observara y celebrara mis logros desde el dónde sea que se encuentre ya sea el cielo o a mi lado.

A mis padres por haberme brindado su soporte tanto económico como emocional para poder llevar a cabo esta investigación y llevarla a su culminación y no haberse rendido nunca conmigo.

A mis abuelos por brindarme los ánimos de seguir adelante con palabras de apoyo en los momentos en los cuales mas los necesitaba.

A mis hermanos por ser persistentes en el dia a dia con la insistencia en la culminación de esta etapa de mi vida.

A los que considero no solo mis mentores por mi paso a lo largo de mi vida universitaria en la universidad andina del Cusco sino mis amigos que me orientaron en mi formación no solo de conocimiento sino ética.

A mi compañero de investigación el cual me motivo a retomar el desarrollo de la tesis con el cual pasamos por diversas dificultades e incluso peleas pero que al final se comporto no solo como un compañero sino como un amigo y al cual también le debo el haber culminado esta investigación.

Marco A. CG.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Dedicatoria

A Dios por darme salud e iluminación en cada decisión, fortaleciéndome cada día y por darme puesto en el camino de personas, cuya presencia motivo y permitió la realización de este sueño.

A mis padres Alicia y David, por ser el ejemplo de lucha y perseverancia, por brindarme su apoyo incondicional.

A mi hermana Diana, por la motivación y la fuerza de lograr mis metas y no cesan mis ganas de decir que es gracias a ti que esta meta esta cumplida.

JORGE L LH.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Agradecimientos

Agradezco a la que fue la que me ayudo con el inicio de esta investigación la Mg. Simone Karim Sovero Ancheyta y me dio su máximo apoyo y me demostró su paciencia, compresión y determinación por sacar esta investigación adelante.

A la Mg. Jannette Delgado Obando la cual tubo la paciencia para resolver mis dudas en un campo de investigación en el cual yo me veía desactualizado y que siempre a pesar de su poco tiempo me brindo el mejor de sus apoyos para el desarrollo de la investigación en la parte que correspondía a su materia.

Al Ing. Heiner Soto Flórez quien fue el que tomo la posta y me brindo su apoyo para poder seguir con esta investigación, el cual siempre nos brindo su limitado tiempo para ayudarnos en el desarrollo de la investigación y resolver grandes interrogantes que surgieron en la investigación.

Al Dr. Elvis Yuri Mamani Vargas a quien considero uno de los mejores mentores que pude obtener en mi paso por la Universidad Andina del Cusco y a su ves una persona que a pesar de poseer un gran conocimiento siempre se comportó de una forma humilde y amable y el cual me brindo su amistad y su apoyo en diversos aspectos de la presente investigación además de recordarme que debo estar en constante investigación para no olvidar lo aprendido y aplicarlo en mi vida profesional.

Al Dr. Eliot Pezo Zegarra por que a pesar de no ser nuestro asesor nos brindo su apoyo en interrogantes críticas en el desarrollo de nuestra investigación, y nos apoyo para poder ser ingeniosos para poder adecuar nuestra investigación a las posibilidades que teníamos dentro de nuestro alcance y mostrar preocupación por el desarrollo y culminación de nuestra investigación.

Marco A. CG.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco

Repositorio Digital

Agradecimiento

Agradezco a mi asesor Ing. Soto Florez Heiner por la confianza, asesoría y apoyo durante todo el proceso de esta investigación.

Agradezco al Dr. Ing. Elvis Yuri Mamani Vargas por su importante guía y asesoramiento

Agradezco al Dr. Eliot Pezo Zegarra por sus conocimientos y su apoyo.

Agradezco a la Mg. Jannette Delgado Obando por su predisposición y conocimientos.

JORGE L LH.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Resumen

La presente investigación lleva por título: "RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS." En esta investigación se propuso crear una cámara que emule las condiciones climáticas de la ciudad del Cusco con la finalidad de inducir un proceso de corrosión con el uso de un agente corrosivo como es el ácido sulfúrico a una molaridad de 0.1 molar a forma de acelerante en varillas de acero de refuerzo por un periodo de tiempo de 1, 2 y 3 meses para posteriormente ser usados en los ensayos de adherencia, tracción y flexión, con la finalidad de evaluar la resistencia y capacidad de adherencia del acero con el concreto, buscando evaluar el impacto de la corrosión producida por los agentes corrosivos que componen a la lluvia acida en las propiedades mecánicas del acero de refuerzo de 6 mm y su interacción con el concreto, esta investigación fue realizada con un enfoque cuantitativo, de nivel descriptivo, se usó el método hipotético-deductivo y presentando un diseño experimental, pudiendo así verificar la comprobación y validez de las hipótesis planteadas a los problemas.

Una vez extraídas las varillas que fueron sometidas a un proceso de corrosión, estas se sometieron a ensayos de adherencia, ensayos de tracción y ensayos de flexión. Resultando de un muestreo no probabilístico por limitaciones de capacidad de la cámara de corrosión tomando como muestra a toda la población, de 126 especímenes, distribuidos en 48 especímenes usados para la fabricación de dados de dimensiones 10x10x20cm para los ensayos de adherencia, 48 varillas de 52cm para los ensayos de tracción y 72 especímenes para la fabricación de viguetas de 15x08x50cm para los ensayos de flexión; elaborándose y analizándose en 4 formas de presentación del acero dividiendo de manera equitativa los especímenes asignados para cada ensayo, la primera acero de refuerzo patrón, la segunda acero de refuerzo con un proceso de corrosión de un mes, la tercera acero de refuerzo con un proceso de corrosión de dos meses y finalmente acero de refuerzo con un proceso de corrosión de tres meses.

Luego de la recolección, análisis y evaluación de los resultados se logró demostrar que la hipótesis general quedo parcialmente demostrada, viéndose que efectivamente la corrosión si tiene un efecto directo llegando está a reducir la resistencia del acero quedando demostrado con los resultados de los ensayos de tracción y flexión, siendo la excepción que la resistencia a la tensión de adherencia no se vio incrementada sino mermada demostrado en los resultados obtenidos del ensayo de adherencia.

Palabras Claves: corrosión, lluvia acida, ácido sulfúrico (H_2SO_4), resistencia a la tensión, resistencia a la tensión de adherencia y resistencia a flexión.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Abstract

the present investigation takes for title: "RESISTANCE AND CAPACITY OF ADHERENCE WITH THE CONCRETE FROM THE REINFORCING STEEL SUBJECTED TO CORROSIVE AGENTS" in the research it was proposed to create a chamber that could emulate the climatic conditions of the city of Cusco with the purpose of induce a corrosion process with the use of a corrosive agent such as the sulfuric acid with a molarity of 0.1 molar as an accelerant in rods of reinforcement steel for a period of time of 1, 2 and 3 months, to later be used in the adhesion test, tensile and bending test, to evaluate the impact of the corrosion produced by the corrosive agents that composes the acid rain in the mechanical properties of the 6mm reinforcement steel and its interaction with the concrete, this research was realized with a quantitative approach, a descriptive level, making use of the hypothetical-deductive method and presented an experimental design, thus being able of verify the verification and validity of the hypotheses established to the problems.

Once the rods that were subjected to a corrosion process were extracted, they were subjected to adhesion test, tensile test and bending test. Resulting from a non-probabilistic chamber due to the capacity limitations of the corrosion chamber, taking as a sample the entire population of 168 specimens, distributed in 48 specimens used for the fabrication of dice with the following dimensions 10x10x20cm for the adherence tests, 48 rods of 52cm for the tensile tests and 72 specimens for the fabrication of joist with the following dimensions 15x08x50cm for the for the bending tests; being elaborated and analyzed in 4 forms of presentation of the steel dividing in equal parts the specimens assigned for each test, the first for standard reinforcing steel, the second reinforcing steel with a corrosion process of one month, the third reinforcing steel with a corrosion process of two months and finally reinforcing steel with a corrosion process of three months.

After the collection, analysis and evaluation of the results it was possible to demonstrate that the general hypothesis was partially demonstrated, seeing that indeed the corrosion does have a direct effect reducing the resistance of the steel, being demonstrated with the results of the tensile and bending test, being the exception that the resistance to adhesion tension was not increased but rather decreased demonstrated in the results obtained by the adhesion test.

Keywords: corrosion, acid rain, sulfuric acid (H_2SO_4), tensile resistance, tensile resistance of adhesion and bending resistance.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Introducción

El problema a tratar en esta investigación es el grado de corrosión en las unidades de acero estructural por efecto de las condiciones climáticas (humedad y temperatura) de la ciudad del Cusco, y cómo afecta este en la resistencia y grado de adherencia con el concreto en las unidades estructurales.

La corrosión se da generalmente por la explosión continua al intemperismo de la ciudad y a su vez por el inadecuado almacenamiento en las obras.

Se identifico el problema de la corrosión del acero en obras y estructuras de la ciudad del Cusco; y se planteó como objetivo determinar si el grado de corrosión producido por los agentes corrosivos que componen la lluvia acida presentes en la atmosfera modifican las propiedades mecánicas del acero de refuerzo o su interacción con el concreto, para esto se usarán las condiciones atmosféricas de temperatura y humedad; además de los componentes de esta y se someterán a testigos de acero a estas, para posteriormente crear nuestros testigos de concreto armado y se comparara dichos testigos con testigos estándar, para determinar el nivel de influencia del grado de corrosión en las propiedades mecánicas del acero de refuerzo o en su interacción con el concreto.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Índice general

Dedicatoria I

Agradecimientos III

Resumen V

Abstract VI

Introducción VII

Índice general VIII

Índice de Tablas XVI

Índice de Figuras XXVII

Capítulo I: Planteamiento del problema 1

1.1. Identificación del problema 1

1.1.1. Descripción del Problema 1

1.1.2. Formulación Interrogativa del problema 5

1.2. Justificación e Importancia de la investigación 5

1.2.1. Justificación Técnica 5

1.2.2. Justificación Social 7

1.2.3. Justificación por Viabilidad 7

1.2.4. Justificación por Relevancia 7

1.3. Limitaciones de la Investigación 8

1.3.1. Limitaciones geográficas 8

1.3.2. Limitaciones de objeto de estudio 8

1.3.3. Limitación de materiales 9

1.3.4. Limitaciones de ensayos en laboratorio 9

1.3.5. Limitaciones según los equipos utilizados. 10

1.4. Objetivos de la investigación 11

1.4.1. Objetivo General 11

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

1.4.2. Objetivos Específicos 11

2. Capitulo II: Marco Teórico 12

2.1. Antecedentes de la Investigación Actual 12

2.1.1. Antecedentes a Nivel Nacional 12

2.1.2. Antecedentes a Nivel Internacional 17

2.2. Aspectos teóricos pertinentes 26

2.2.1. El concreto armado 26

2.2.2. El Concreto 26

2.2.2.1. Componentes del concreto 27

2.2.2.1.1. Cemento 28

2.2.2.1.2. Agregados 30

2.2.2.1.3. Agua 37

2.2.2.1.4. Propiedades del concreto 38

2.2.2.2. Diseño de Mezclas 43

2.2.2.2.1. Pasos para el diseño de mezclas. 44

2.2.2.3. Curado del concreto. 50

2.2.3. Acero 51

2.2.3.1. Varilla corrugada y alambres 53

2.2.3.2. Tipos de Acero de Refuerzo 54

2.2.3.3. Propiedades mecánicas del Acero 55

2.2.3.3.1. Relación esfuerzo-deformación del acero 55

2.2.3.3.2. Coeficiente de dilatación térmica 55

2.2.3.3.3. Maleabilidad 56

2.2.3.4. Factores externos que afectan las propiedades del acero 56

2.2.3.5. Recubrimiento y espaciamiento mínimo del refuerzo 56

2.2.3.5.1. Recubrimiento mínimo del acero 56

2.2.3.6. La interacción entre el acero y el Hormigón 58

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

2.2.4. Corrosión 58
2.2.4.1. La corrosión de Armaduras 59
2.2.4.2. Mecanismos de Corrosión 60
2.2.4.3. Tipos de Corrosión 60
2.2.4.3.1. Corrosión Generalizada 60
2.2.4.3.2. Corrosión por Picadura (Localizada) 61
2.2.4.4. Tipos de Corrosión en el medio ambiente 62
2.2.4.5. Factores que afectan la corrosión atmosférica 63
2.2.4.6. Medición de la Corrosión 64
2.2.4.7. Lluvia Ácida 64
2.2.4.8. Escala de Ph 66
2.2.5. Adherencia entre el concreto y el acero de refuerzo 66
2.2.5.1. Ensayo de Adherencia 68
2.2.5.1.1. Ensayo de Pull-Out test 68
2.2.5.1.2. Ensayo de Beam Test 70
2.2.5.2. Influencia de la Adherencia en el comportamiento estructural 72
2.2.5.3. Mecanismos de Adherencia entre concreto y acero 72
2.2.6. Resistencia a la tensión del acero de refuerzo 74
2.2.6.1. Ensayo de Tracción en el Acero 75
2.2.6.2. Esfuerzo de Tensión en muestras de prometas de barras de acero 77
2.2.6.3. Propiedades Mecánicas 77
2.2.7. Resistencia del concreto armado a tracción por flexión 79
2.2.7.1. Resistencia a la flexión 79
2.2.7.2. Ensayo resistencia a la flexión 79
2.2.8. Base estadística 81
2.2.8.1. Teorema de Dixon: 81
2.3. Hipótesis 84

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

2.3.1. Hipótesis General 84

2.3.2. Sub-Hipótesis 84

2.4. Definición de Variables 85

2.4.1. Variables Independientes 85

2.4.2. Variables Dependientes 85

2.4.3. Cuadro de Operacionalización de Variables 87

3. Capitulo III: Metodología 88

3.1. Metodología de la Investigación 88

3.1.1. Enfoque de la Investigación 88

3.1.2. Nivel o alcance de la Investigación 88

3.1.3. Método de investigación 88

3.2. Diseño de la Investigación 88

3.2.1. Diseño Metodológico 88

3.2.2. Diseño de Ingeniería 89

3.3. Población y Muestra 90

3.3.1. Población 90

3.3.2. Muestra 91

3.3.3. Criterios de Inclusión 92

3.4. Instrumentos 93

3.4.1. Instrumentos Metodológicos o de recolección de datos 93

3.4.2. Instrumentos de Ingeniería 113

3.5. Procedimiento de Recolección de Datos 118

3.5.1. Evaluación del contenido de ácido en las precipitaciones pluviales en Cusco 118

3.5.2. Evaluación de la temperatura promedio de la ciudad del Cusco 123

3.5.3. Prueba corrida “0” baño maría emulando cámara de corrosión 128

3.5.4. Evaluación de testigos sometidos a la cámara de corrosión 144

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

3.5.5. Diseño de Mezclas 152

3.5.5.1. Muestreo de los agregados (NTP 400.010) 152

3.5.5.1.1. Muestreo del agregado fino (NTP 400.010) 152

3.5.5.1.2. Muestreo del agregado grueso (NTP 400.010) 154

3.5.5.2. Muestreo Granulometría de los agregados (NTP 400.012) 155

3.5.5.2.1. Análisis granulométrico del agregado fino (NTP 400.012) 155

3.5.5.2.2. Análisis granulométrico del agregado grueso (NTP 400.012) 160

3.5.5.3. Peso Unitario del Agregado Fino y Agregado Grueso 163

3.5.5.3.1. Peso Unitario del agregado fino (NTP 400.01.017) 163

3.5.5.3.2. Peso unitario del agregado grueso (NTP 400.01.017) 166

3.5.5.4. Peso específico y Absorción del Agregado fino y Agregado Grueso (NTP 400.021) 169

3.5.5.4.1. Peso Unitario del agregado fino (NTP 400.01.017) 169

3.5.5.4.2. Peso específico y absorción del agregado grueso (NTP 400.021) 174

3.5.5.5. Contenido de humedad del Agregado fino y Agregado Grueso (NTP 339.185) 178

3.5.5.5.1. Contenido de humedad del agregado fino (NTP 339.185) 178

3.5.5.5.2. Contenido de humedad del agregado grueso (NTP 339.185) 181

3.5.6. Contenido Ensayo de consistencia (Slump) 183

3.5.7. Resistencia a la degradación por abrasión e impacto en la máquina de los Ángeles. (NTP 400.019) 185

3.5.8. Elaboración de probetas cilíndricas para la evaluación del Diseño de Mezclas 188

3.5.9. Resistencia a la compresión (ASTM C39) (NTP 339.034) 191

3.5.10. Diseño de prismas rectangulares (Viguetas). 198

3.5.11. Diseño de prismas rectangulares para ensayo de adherencia 201

3.5.12. Elaboración de prismas rectangulares y curado 202

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

3.5.13. Elaboración de primas rectangulares para ensayo de adherencia 210

3.5.14. Elaboración de la máquina para ensayo de tracción y adherencia 214

3.5.15. Ensayo de Adherencia pull out test 218

3.5.16. Ensayo de tracción 226

3.5.17. Ensayo de resistencia a flexión (ASTM C78) (NTP 339.078). 235

3.6. Procedimiento de Análisis de datos 255

3.6.1. Evaluación del contenido de ácido en las precipitaciones pluviales en cusco 255

3.6.2. Evaluación de la temperatura promedio de la ciudad del Cusco 256

3.6.3. Prueba corrida "0" baño maría emulando cámara de corrosión 259

3.6.4. Evaluación de testigos sometidos a la cámara de corrosión 270

3.6.5. Diseño de mezclas 273

3.6.5.1. Análisis de granulometría de agregados 273

3.6.5.1.1. Análisis de granulometría del agregado fino 273

3.6.5.1.2. Análisis de granulometría del agregado grueso 278

3.6.5.2. Análisis de propiedades del agregado Fino 280

3.6.5.2.1. Análisis del Peso Específico y Absorción del Agregado Fino Combinado 280

3.6.5.2.2. Análisis del Peso Unitario del Agregado Fino Combinado 282

3.6.5.2.3. Análisis del contenido de humedad del agregado Fino Combinado 283

3.6.5.3. Análisis de propiedades del agregado grueso 284

3.6.5.3.1. Análisis del peso específico y absorción del agregado grueso 284

3.6.5.3.2. Análisis del peso unitario del agregado grueso 285

3.6.5.3.3. Análisis del contenido de humedad del agregado Grueso 287

3.6.5.4. Procesamiento del Diseño de Mezcla - Método ACI 211 288

3.6.6. Análisis de la resistencia a la degradación por abrasión e impacto en la máquina de los ángeles. (NTP 400.019) 296

3.6.7. Resistencia a la compresión (ASTM C39) (NTP 339.034) 297

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

3.6.8. Diseño de prismas rectangulares. 301

3.6.9. Ensayo de adherencia "pull out test". 308

3.6.10. Ensayo de tracción 314

3.6.11. Ensayo de resistencia a flexión 319

3.6.12. Análisis estadístico de los datos de propiedades mecánicas 341

3.6.12.1. Análisis estadístico de los datos del Ensayo de Compresión 341

3.6.12.2. Análisis estadístico de los datos del Ensayo de Adherencia. 347

3.6.12.3. Análisis estadístico de los datos del Ensayo de Tracción. 354

3.6.12.4. Análisis estadístico de los datos del Ensayo de Flexión. 359

4. Capitulo IV: Resultados 394

4.1. Resultado concentración del ácido en muestras de lluvia de la ciudad del Cusco 394

4.2. Resultado mediciones de temperatura de la ciudad del Cusco 394

4.3. Prueba corrida "0" baño maría emulando cámara de corrosión 394

4.3.1. Resultado de cálculo del volumen del soluto para baño maría "Prueba corrida0" 394

4.3.2. Resultado de porcentaje de corrosión de baño maría "Prueba corrida 0" 395

4.3.3. Resultado de velocidad de corrosión de baño maría "Prueba corrida 0" 396

4.4. Resultado de cálculo del volumen del soluto para cámara de corrosión 397

4.5. Resultados de ensayos realizados a los agregados 397

4.6. Resultados de la dosificación por la Metodología ACI 211. 397

4.7. Resultados de la resistencia a la compresión. 399

4.8. Resultados de diseño de viga 400

4.9. Resultados del ensayo de adherencia 401

4.10. Resultados del ensayo de tracción 403

4.11. Resultados del ensayo de flexión 405

4.12. Resultados de análisis estadísticos de los datos 409

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

4.12.1. Resultados de análisis estadísticos del ensayo de compresión. 409

4.12.2. Resultados de análisis estadísticos del ensayo de adherencia. 410

4.12.3. Resultados de análisis estadísticos del ensayo de tracción. 411

4.12.4. Resultados de análisis estadísticos del ensayo de flexión. 412

5. Capítulo V: Discusión 413

5.1. Contraste de resultados referentes al marco teórico 413

5.2. Interpretación de los datos encontrados en la Investigación 414

5.3. Comentario o Descripción de la Hipótesis 416

5.4. Aporte de la Investigación 417

5.5. Incorporación de Temas Nuevos 418

Glosario 420

Conclusiones: 422

Recomendaciones 425

Referencias 427

Anexos 431

Apéndices 456

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Índice de Tablas

Tabla 1 Tipos de picaduras producidas por la corrosión. 17
Tabla 2 Requisitos granulométricos para el agregado grueso. 32
Tabla 3 Limites granulométricos del agregado fino. 35
Tabla 4 Tipos de concreto según su consistencia. 40
Tabla 5 Resistencia a la compresión promedio. 44
Tabla 6 Asentamientos recomendados para varios tipos de construcción. 44
Tabla 7 Consolidación del concreto. 45
Tabla 8 Volumen Unitario De Agua, con aire o sin aire incorporado. 45
Tabla 9 Relación agua-cemento de diseño en peso. 46
Tabla 10 Volumen de agregado grueso por unidad de volumen de concreto. 47
Tabla 11 Tabla de porcentaje de aire atrapado. 48
Tabla 12 Designación de la barra corrugada, masa, dimensiones nominales y requisitos de las corrugas, en el Sistema Internacional de Unidades (SI) [Milímetro (mm); Metro (m); Kilogramo (kg) 52
Tabla 13 Designación de la barra corrugada, masa, dimensiones nominales y requisitos de las corrugas en el Sistema Ingles de Unidades [Pulgadas (pulg.)] 52
Tabla 14 Área Nominal (mm^2), Peso del acero Nominal (Kg/m) Peso del acero Mínimo (Kg/m) según su diámetro. 53
Tabla 15 Características resistentes del acero grado 40,60,75. 54
Tabla 16 Especificaciones dimensionales y peso Aceros Sider Perú 54
Tabla 17 Recubrimiento mínimo del refuerzo para concreto vaciado en obra. 57
Tabla 18 Recubrimiento mínimo del refuerzo para concreto pretensado. 57
Tabla 19 Efectos de la lluvia acida en la naturaleza. 65
Tabla 20 Prueba de Dixon de acuerdo con el tamaño del conjunto de datos 82
Tabla 21 Relaciones para aplicar la prueba de Dixon. 82
Tabla 22 Valores críticos de Dixon r10 83
Tabla 23 Valores críticos de dixon r11 83
Tabla 24 Valores críticos de dixon r21 84
Tabla 25 Valores críticos de dixon r22 84
Tabla 26 Cuadro de operacionalización de variables. 87
Tabla 27 Cuantificación de la muestra 91

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tabla 28 Hoja de recolección de datos de ensayo determinación de concentración de ácido nítrico y sulfúrico en las lluvias. 93
Tabla 29 Hoja de recolección de datos temperatura promedio de la ciudad del Cusco. 94
Tabla 30 Hoja de recolección de datos de temperatura diaria por tres meses. 95
Tabla 31 Ensayo cálculo del volumen de soluto para la solución. 96
Tabla 32 Hoja de recolección de datos de ensayo de porcentaje de corrosión. 97
Tabla 33 Hoja de recolección de datos de ensayo de velocidad de corrosión. 98
Tabla 34 Hoja de recolección de datos para granulometría de agregado fino. 99
Tabla 35 Hoja de recolección de datos para granulometría del agregado grueso. 100
Tabla 36 Hoja de recolección de datos para peso unitario del agregado fino. 101
Tabla 37 Hoja de recolección de datos para peso unitario del agregado grueso. 102
Tabla 38 Hoja de recolección de datos para peso específico y absorción del agregado fino. 103
Tabla 39 Hoja de recolección de datos para peso específico y absorción del agregado grueso. 104
Tabla 40 Hoja de recolección de datos para contenido de humedad del agregado fino. 105
Tabla 41 Hoja de recolección de datos para contenido de humedad del agregado grueso. . 105
Tabla 42 Hoja de recolección de datos para prueba de consistencia (Slump). 106
Tabla 43 Resistencia a la degradación por abrasión e impacto en la máquina de los ángeles. 106
Tabla 44 Hoja de recolección de datos ensayo compresión del concreto. 107
Tabla 45 Diseño de vigueta (prisma rectangular. 108
Tabla 46 Hoja de recolección de datos para ensayo de adherencia. 109
Tabla 47 Hoja de recolección de datos para ensayo de tracción. 110
Tabla 48 Ensayo de flexión momento último. 111
Tabla 49 Ensayo de flexión módulo de rotura. 112
Tabla 50 Resultado gravimétrico de la contaminación atmosférica de la ciudad del Cusco. 122
Tabla 51 PH principales reservorios de la ciudad del Cusco. 122
Tabla 52: Contenido de ácido nítrico y ácido sulfúrico en precipitación fluvial de la ciudad del Cusco. 123
Tabla 53 Recolección temperatura promedio de los últimos 10 años por meses. 126
Tabla 54 Recolección temperatura diaria por 3 meses. 127

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tabla 55 Volumen de soluto para la solución de y ácido sulfúrico H_2SO_4 a una concentración de 0.10M..... 136
Tabla 56 Volumen de soluto para la solución de y ácido sulfúrico H2SO4 a una concentración de 0.0001M..... 137
Tabla 57 Volumen de soluto para la solución de y ácido nítrico HNO_3 a una concentración de 0.1M. 138
Tabla 58 Volumen de soluto para la solución de y ácido nítrico HNO_3 a una concentración de 0.0001M. 139
Tabla 59 Registro de masa de los testigos de agua, agua destilada y ácido sulfúrico H2SO4 a una concentración de 0,0001M 140
Tabla 60 Registro de masa de los testigos de ácido sulfúrico H2SO4 a una concentración de 0.1m, ácido nítrico HNO_3 a una concentración de 0,0001M y ácido nítrico HNO_3a una concentración de 0.1M. 141
Tabla 61 Registro de datos para ensayo velocidad de corrosión de los testigos de agua, agua destilada y ácido sulfúrico H2SO4 a una concentración de 0,0001M. 142
Tabla 62 Registro de datos para Ensayo Velocidad de Corrosión de los Testigos de Ácido Sulfúrico H2SO4 a una concentración de 0.1M, ácido nítrico HNO_3a una concentración de 0,0001M y ácido nítrico HNO_3a una concentración de 0.1M. 143
Tabla 63 Características del soluto, para el cálculo de volumen de soluto en la solución de la cámara de corrosión. 151
Tabla 64 Muestra individual de agregado fino 154
Tabla 65 Muestra individual del Agregado Grueso 155
Tabla 66 Granulometría del agregado fino de vicho. 158
Tabla 67 Granulometría del agregado fino de Cunyac. 159
Tabla 68 Granulometría del agregado grueso de cunyac. 162
Tabla 69 Peso unitario del agregado fino combinado. 166
Tabla 70 Peso unitario del agregado grueso. 169
Tabla 71 Peso específico y absorción del agregado fino combinado. 174
Tabla 72 Cantidad mínima para el peso específico del agregado grueso. 175
Tabla 73 Peso específico y absorción del agregado grueso. 178
Tabla 74 Cantidad mínima de muestra para ensayo de contenido de humedad. 179
Tabla 75 Contenido de humedad del agregado fino. 180
Tabla 76 Cantidad mínima de muestra para ensayo de contenido de humedad. 181

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tabla 77 Contenido de humedad el agregado grueso..... 183
Tabla 78 Ensayo de Consistencia..... 185
Tabla 79 Ensayo de abrasión..... 187
Tabla 80 Registro de datos para ensayo de compresión a los 7 días..... 195
Tabla 81 Registro de datos para ensayo de compresión a los 14 días..... 196
Tabla 82 Registro de datos para ensayo de compresión a los 28 días..... 197
Tabla 83 Diseño de prismas rectangulares (Viga)..... 200
Tabla 84 Ensayo de adherencia - Dados patrón. 222
Tabla 85 Ensayo de adherencia-Dado con varilla después de un proceso de corrosión de 1 mes. 223
Tabla 86 Ensayo de adherencia-Dado con varilla después de un proceso de corrosión de 2 meses. 224
Tabla 87 Ensayo de adherencia-Dado con varilla después de un proceso de corrosión de 3 meses. 225
Tabla 88 Ensayo de tracción en varilla corrugada patrón. 231
Tabla 89 Ensayo de tracción en varilla corrugada con un proceso de corrosión de 1 mes. . 232
Tabla 90 Ensayo de tracción en varilla corrugada con un proceso de corrosión de 2 meses. 233
Tabla 91 Ensayo de tracción en varilla corrugada con un proceso de corrosión de 3 meses. 234
Tabla 92 Ensayo de flexión momento último patrón. 239
Tabla 93 Ensayo de flexión momento último primer mes. 240
Tabla 94 Ensayo de flexión momento último segundo mes..... 241
Tabla 95 Ensayo de flexión momento último tercer mes..... 242
Tabla 96 Ensayo resistencia a la flexión módulo de rotura patrón a los 7 días..... 243
Tabla 97 Ensayo resistencia a la flexión módulo de rotura patrón a los 14 días..... 244
Tabla 98 Ensayo resistencia a la flexión módulo de rotura patrón a los 28 días..... 245
Tabla 99 Ensayo resistencia a la flexión módulo de rotura primer mes a los 7 días..... 246
Tabla 100 Ensayo resistencia a la flexión módulo de rotura primer mes a los 14 días..... 247
Tabla 101 Ensayo resistencia a la flexión módulo de rotura primer mes a los 28 días..... 248
Tabla 102 Ensayo resistencia a la flexión módulo de rotura segundo mes a los 7 días..... 249
Tabla 103 Ensayo resistencia a la flexión módulo de rotura segundo mes a los 14 días..... 250
Tabla 104 Ensayo resistencia a la flexión módulo de rotura segundo mes a los 28 días..... 251

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tabla 105 Ensayo resistencia a la flexión módulo de rotura tercer mes a los 7 días. 252
Tabla 106 Ensayo resistencia a la flexión módulo de rotura tercer mes a los 14 días. 253
Tabla 107 Ensayo resistencia a la flexión módulo de rotura tercer mes a los 28 días. 254
Tabla 108 Análisis del ensayo de evaluación del contenido de ácido en las precipitaciones pluviales en Cusco. 255
Tabla 109 Análisis del ensayo de evaluación de la temperatura media anual. 257
Tabla 110 Análisis de la temperatura promedio de tres meses de medición. 258
Tabla 111 Volumen de soluto de ácido sulfúrico H_2SO_4 a una concentración de 0.1M. 262
Tabla 112 Volumen de soluto de ácido sulfúrico H_2SO_4 a una concentración de 0.0001M. 263
Tabla 113 Volumen de soluto de ácido nítrico HNO_3 a una concentración de 0.1M. 264
Tabla 114 Volumen de soluto de ácido nítrico HNO_3 a una concentración de 0.0001M. ... 265
Tabla 115 Resultados de porcentaje de corrosión de los testigos de agua, agua destilada y ácido sulfúrico H2SO4 a una concentración de 0,0001M 266
Tabla 116 Resultados de porcentaje de corrosión de los testigos de ácido sulfúrico H2SO4 a una concentración de 0.1m, ácido nítrico HNO_3 a una concentración de 0,0001M Y ácido nítrico HNO_3a una concentración de 0.1M. 267
Tabla 117 Resultados de velocidad de corrosión de los testigos de agua, agua destilada y ácido sulfúrico H2SO4 a una concentración de 0,0001M. 268
Tabla 118 Resultados de velocidad de corrosión de los testigos de ácido sulfúrico H2SO4 a una concentración de 0.1m, ácido nítrico HNO_3a una concentración de 0,0001M y ácido nítrico HNO_3a una concentración de 0.1M. 269
Tabla 119 Volumen de soluto para solución de cámara de corrosión. 272
Tabla 120 Limites granulométricos para el agregado fino 273
Tabla 121 Análisis de datos de la granulometría del agregado fino de vicho. 274
Tabla 122 Análisis de datos de la granulometría del agregado fino de Cunyac. 275
Tabla 123 Análisis de datos de la granulometría del agregado fino combinado 30% vicho – 70% Cunyac. 276
Tabla 124 Límites máximos y mínimos de la gradación utilizada para agregado grueso. ... 278
Tabla 125 Análisis de datos de la granulometría de agregado grueso de vicho. 279
Tabla 126 Datos del peso específico y absorción del agregado fino combinado. 281
Tabla 127 Análisis de datos del peso unitario del agregado fino combinado. 282
Tabla 128 Análisis de datos de contenido de humedad de agregado fino combinado 283
Tabla 129 Datos del peso específico y absorción del agregado grueso. 285

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tabla 130 Análisis de datos del peso unitario del agregado grueso. 286
Tabla 131 Análisis de datos de contenido de humedad de agregado grueso. 287
Tabla 132 Cálculo de la resistencia requerida. 288
Tabla 133 Asentamientos por tipo de estructura. 289
Tabla 134 Consistencia del concreto. 290
Tabla 135 Volumen unitario de agua. 290
Tabla 136 Relación agua cemento vs resistencia del concreto. 291
Tabla 137 Volumen del agregado grueso compactado 292
Tabla 138 Porcentaje de aire atrapado en el concreto. 293
Tabla 139 Volúmenes calculados. 293
Tabla 140 Pesos de los materiales. 294
Tabla 141 Corrección de humedad y absorción. 294
Tabla 142 Proporción final en peso y volumen. 295
Tabla 143 Dosificación del concreto para una bolsa de cemento. 295
Tabla 144 Análisis de datos del ensayo de resistencia a la degradación por abrasión e impacto en la máquina de los ángeles. 297
Tabla 145 Análisis de los resultados a compresión de las briquetas a los 7 días. 298
Tabla 146 Análisis de los resultados a compresión de las briquetas a los 14 días. 299
Tabla 147 Análisis de los resultados a compresión de las briquetas a los 28 días. 300
Tabla 148 Diseño de vigueta completo. 307
Tabla 149 Análisis de datos del ensayo de adherencia-dado patrón 309
Tabla 150 Análisis de datos del ensayo de adherencia-dado con varilla después de un proceso de corrosión de 1 mes. 310
Tabla 151 Análisis de datos del ensayo de adherencia-dado con varilla después de un proceso de corrosión de 2 meses. 311
Tabla 152 Análisis de datos del ensayo de adherencia-dado con varilla después de un proceso de corrosión de 3 meses. 312
Tabla 153 Análisis de datos del ensayo de tracción en varilla corrugada 315
Tabla 154 Análisis de datos del ensayo de tracción en varilla corrugada con un proceso de corrosión de 1 mes. 316
Tabla 155 Análisis de datos del ensayo de tracción en varilla corrugada con un proceso de corrosión de 2 meses. 317

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tabla 156 Análisis de datos del ensayo de tracción en varilla corrugada con un proceso de corrosión de 3 meses. 318
Tabla 157 Análisis de resultados de ensayo de flexión momento último patrón. 320
Tabla 158 Análisis de resultados de ensayo de flexión momento último primer mes. 321
Tabla 159 Análisis de resultados de ensayo de flexión momento último segundo mes. 322
Tabla 160 Análisis de resultados de ensayo de flexión momento último tercer mes. 323
Tabla 161 Ensayo resistencia a la flexión módulo de rotura patrón a los 7 días. 324
Tabla 162 Ensayo resistencia a la flexión módulo de rotura patrón a los 14 días. 325
Tabla 163 Ensayo resistencia a la flexión módulo de rotura patrón a los 28 días. 326
Tabla 164 Ensayo resistencia a la flexión módulo de rotura primer mes de corrosión a los 7 días. 327
Tabla 165 Ensayo resistencia a la flexión módulo de rotura primer mes de corrosión a los 14 días. 328
Tabla 166 Ensayo resistencia a la flexión módulo de rotura primer mes de corrosión a los 28 días. 329
Tabla 167 Ensayo resistencia a la flexión módulo de rotura segundo mes de corrosión a los 7 días. 330
Tabla 168 Ensayo resistencia a la flexión módulo de rotura segundo mes de corrosión a los 14 días. 331
Tabla 169 Ensayo resistencia a la flexión módulo de rotura segundo mes de corrosión a los 28 días. 332
Tabla 170 Ensayo resistencia a la flexión módulo de rotura tercer mes de corrosión a los 7 días. 333
Tabla 171 Ensayo resistencia a la flexión módulo de rotura tercer mes de corrosión a los 14 días. 334
Tabla 172 Ensayo resistencia a la flexión módulo de rotura tercer mes de corrosión a los 28 días. 335
Tabla 173 Relación entre el módulo de rotura y la resistencia a la compresión de vigueta patrón. 336
Tabla 174 Relación entre el módulo de rotura y la resistencia a la compresión de vigueta con acero con proceso de corrosión por 1 mes. 337
Tabla 175 Relación entre el módulo de rotura y la resistencia a la compresión de vigueta con acero con proceso de corrosión por 2 meses. 338

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tabla 176 Relación entre el módulo de rotura y la resistencia a la compresión de vigueta con acero con proceso de corrosión por 3 meses. 339
Tabla 177 Prueba de Dixon de acuerdo con el tamaño del conjunto de datos. 341
Tabla 178 Los valores críticos de dixon para r10 con una población de 6. 342
Tabla 179 Los valores críticos de Dixon para R10 con una población de 5. 342
Tabla 180 Análisis estadístico del ensayo de compresión- probeta de concreto a los 7 días de curado. 343
Tabla 181 Análisis estadístico del ensayo de compresión- probeta de concreto a los 14 días de curado. 344
Tabla 182 Análisis estadístico del ensayo de compresión- probeta de concreto a los 28 días de curado. 345
Tabla 183 Análisis estadístico del ensayo de compresión- probeta de concreto a los 28 días de curado segunda iteración. 346
Tabla 184 Prueba de Dixon de acuerdo con el tamaño del conjunto de datos. 347
Tabla 185 Los valores críticos de dixon para r10 con una población de 4. 348
Tabla 186 Análisis Estadístico del ensayo de adherencia- Dado Patrón. 349
Tabla 187 Análisis estadístico del ensayo de adherencia - dado con varilla después de un proceso de corrosión de 1 mes. 350
Tabla 188 Análisis estadístico del ensayo de adherencia - dado con varilla después de un proceso de corrosión de 2 meses. 351
Tabla 189 Análisis estadístico del ensayo de adherencia - dado con varilla después de un proceso de corrosión de 3 meses. 352
Tabla 190 Prueba de dixon de acuerdo con el tamaño del conjunto de datos. 354
Tabla 191 Los valores críticos de dixon para r21 con una población de 12. 354
Tabla 192 Análisis estadístico del ensayo de tracción - varilla patrón. 355
Tabla 193 Análisis estadístico del ensayo de tracción – varillas con un proceso de corrosión de 1 mes. 356
Tabla 194 Análisis estadístico del ensayo de tracción – varillas con un proceso de corrosión de 2 meses. 357
Tabla 195 Análisis estadístico del ensayo de tracción – Varillas con un proceso de corrosión de 3 meses. 358
Tabla 196 Prueba de dixon de acuerdo con el tamaño del conjunto de datos. 359
Tabla 197 Los valores críticos de dixon para r10 con una población de 6. 360

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tabla 198 Análisis estadístico del ensayo de flexión momento último vigueta patrón a los 7 días de curado. 361
Tabla 199 Análisis estadístico del ensayo de flexión momento último vigueta patrón a los 14 días de curado. 362
Tabla 200 Análisis estadístico del ensayo de flexión momento último vigueta patrón a los 14 días de curado segunda iteración. 363
Tabla 201 Análisis estadístico del ensayo de flexión momento último vigueta patrón a los 28 días de curado. 364
Tabla 202 Análisis estadístico del ensayo de flexión momento último vigueta con un proceso de corrosión de 1 mes a los 7 días de curado. 365
Tabla 203 Análisis estadístico del ensayo de flexión momento último vigueta con un proceso de corrosión de 1 mes a los 7 días de curado segunda iteración. 366
Tabla 204 Análisis estadístico del ensayo de flexión momento último vigueta con un proceso de corrosión de 1 mes a los 14 días de curado. 367
Tabla 205 Análisis estadístico del ensayo de flexión momento último vigueta con un proceso de corrosión de 1 mes a los 28 días de curado. 368
Tabla 206 Análisis estadístico del ensayo de flexión momento último vigueta con un proceso de corrosión de 2 meses a los 7 días de curado. 369
Tabla 207 Análisis estadístico del ensayo de flexión momento último vigueta con un proceso de corrosión de 2 meses a los 7 días de curado segunda iteración. 370
Tabla 208 Análisis estadístico del ensayo de flexión momento último vigueta con un proceso de corrosión de 2 meses a los 14 días de curado. 371
Tabla 209 Análisis estadístico del ensayo de flexión momento último vigueta con un proceso de corrosión de 2 meses a los 14 días de curado segunda iteración. 372
Tabla 210 Análisis estadístico del ensayo de flexión momento último vigueta con un proceso de corrosión de 2 meses a los 28 días de curado. 373
Tabla 211 Análisis estadístico del ensayo de flexión momento último vigueta con un proceso de corrosión de 3 meses a los 7 días de curado. 374
Tabla 212 Análisis estadístico del ensayo de flexión momento último vigueta con un proceso de corrosión de 3 meses a los 14 días de curado. 375
Tabla 213 Análisis estadístico del ensayo de flexión momento último vigueta con un proceso de corrosión de 3 meses a los 28 días de curado. 376

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tabla 214 Análisis estadístico del ensayo de flexión módulo de rotura vigueta patrón a los 7 días de curado. 377
Tabla 215 Análisis estadístico del ensayo de flexión módulo de rotura vigueta patrón a los 14 días de curado. 378
Tabla 216 Análisis estadístico del ensayo de flexión módulo de rotura vigueta patrón a los 14 días de curado segunda iteración. 379
Tabla 217 Análisis estadístico del ensayo de flexión módulo de rotura vigueta patrón a los 28 días de curado. 380
Tabla 218 Análisis estadístico del ensayo de flexión módulo de rotura vigueta con un proceso de corrosión de 1 mes a los 7 días de curado. 381
Tabla 219 Análisis estadístico del ensayo de flexión módulo de rotura vigueta con un proceso de corrosión de 1 mes a los 7 días de curado segunda iteración. 382
Tabla 220 Análisis estadístico del ensayo de flexión módulo de rotura vigueta con un proceso de corrosión de 1 mes a los 14 días de curado. 383
Tabla 221 Análisis estadístico del ensayo de flexión módulo de rotura vigueta con un proceso de corrosión de 1 mes a los 28 días de curado. 384
Tabla 222 Análisis estadístico del ensayo de flexión módulo de rotura vigueta con un proceso de corrosión de 2 meses a los 7 días de curado. 385
Tabla 223 Análisis estadístico del ensayo de flexión módulo de rotura vigueta con un proceso de corrosión de 2 meses a los 7 días de curado segunda iteración. 386
Tabla 224 Análisis estadístico del ensayo de flexión módulo de rotura vigueta con un proceso de corrosión de 2 meses a los 14 días de curado. 387
Tabla 225 Análisis estadístico del ensayo de flexión módulo de rotura vigueta con un proceso de corrosión de 2 meses a los 14 días de curado segunda iteración. 388
Tabla 226 Análisis estadístico del ensayo de flexión módulo de rotura vigueta con un proceso de corrosión de 2 meses a los 28 días de curado. 389
Tabla 227 Análisis estadístico del ensayo de flexión módulo de rotura vigueta con un proceso de corrosión de 3 meses a los 7 días de curado. 390
Tabla 228 Análisis estadístico del ensayo de flexión módulo de rotura vigueta con un proceso de corrosión de 3 meses a los 14 días de curado. 391
Tabla 229 Análisis estadístico del ensayo de flexión módulo de rotura vigueta con un proceso de corrosión de 3 meses a los 28 días de curado. 392
Tabla 230 Resumen de la concentración de ácido en lluvia acida 394

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tabla 231 Temperatura promedio de la ciudad del Cusco. 394
Tabla 232 Resultados volúmenes del soluto para la solución. 394
Tabla 233 Resultados de porcentaje de corrosión. 395
Tabla 234 Resultados de velocidad de Corrosión. 396
Tabla 235 Resultado volumen del soluto para la cámara de corrosión. 397
Tabla 236 Resumen de las propiedades de los agregados. 397
Tabla 237 Dosificación final de los materiales por peso. 398
Tabla 238 Dosificación final de los materiales por volumen. 398
Tabla 239 Dosificación final para una bolsa de cemento. 398
Tabla 240 Resultados de ensayo de Compresión. 399
Tabla 241 Dimensiones resultantes, momento último resistente y área de acero resultantes del diseño de la viga. 401
Tabla 242 Resumen comparativo de los resultados obtenidos en el ensayo de adherencia. 401
Tabla 243 Resumen comparativo de los resultados obtenidos del ensayo de tracción. 403
Tabla 244 Resumen comparativo de los ensayos de flexión momento último. 405
Tabla 245 Resumen comparativo de los ensayos de flexión módulo de ruptura. 406
Tabla 246 Resumen comparativo de los resultados obtenidos del ensayo de resistencia a la flexión. 407
Tabla 247 Resumen de análisis estadístico de ensayo de compresión. 409
Tabla 248 Resumen de análisis estadístico de ensayo de adherencia. 410
Tabla 249 Resumen de análisis estadístico de ensayo de tracción. 411
Tabla 250 Resumen de análisis estadístico de ensayo de flexión. 412

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Índice de Figuras

Figura 1 Acero de refuerzo expuesto a la intemperie en edificaciones de concreto armado de la ciudad de Cusco observándose que existe una demora en el proceso constructivo, verificando una misma edificación retomando su construcción cinco años después. 2
Figura 2 Acero de refuerzo expuesto a la intemperie en edificaciones de concreto armado de la ciudad de Cusco Distrito de San Jerónimo. 2
Figura 3 Acero de refuerzo expuesto a la intemperie en edificaciones de concreto armado de la ciudad de Cusco Distrito de Wanchaq. 3
Figura 4 Acero de refuerzo expuesto a la intemperie en edificaciones de concreto armado de la ciudad de Cusco Distrito de San Sebastián. 3
Figura 5 Acero de refuerzo expuesto a la intemperie en edificaciones de concreto armado de la ciudad de Cusco Distrito de Santiago. 4
Figura 6 Ubicación geográfica (Cusco-Perú). 4
Figura 7 Concreto Convencional 27
Figura 8 Componentes del concreto. 27
Figura 9 Cemento Ip-Yura. 29
Figura 10 Reacción química del cemento tipo 1p. 29
Figura 11 Ensayo de resistencia a la compresión 42
Figura 12 Curva esfuerzo-deformación y módulo de elasticidad del acero. 55
Figura 13 Estado natural de las armaduras en el hormigón. 58
Figura 14 Celda de Corrosión 59
Figura 15 Tipos de corrosión de armaduras en el concreto. 60
Figura 16 Corrosión generalizada en varillas corrugadas. 61
Figura 17 Corrosión por picadura localizada en una varilla corrugada. 62
Figura 18 Causa y consecuencias de la lluvia acida. 65
Figura 19 La escala del PH. 66
Figura 20 Agrietamiento y aparición de las primeras micro fisuras radiales y límite de adherencia perfecta. 67
Figura 21 Aparición de grietas de cortante y se propagan las fisuras radiales e interacción acero concreto. 67
Figura 22 Formación de microgrietas por la fricción entre las superficies de contacto. 68
Figura 23 Esquema del ensayo Pull-out test. 69
Figura 24 Ensayo de adherencia (Pull out test) con la maquina Instron. 70

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Figura 25 Esquema del ensayo Beam test. 71
Figura 26 Ensayo de adherencia por el método Beam test. 71
Figura 27 Relación tensión de adherencia local – deslizamiento esquemático. 73
Figura 28 Tensión media 75
Figura 29 Diagrama esfuerzo – deformación. 76
Figura 30 Maquina de ensayo universal- ensayo de tracción en muestras de varilla corrugada. 77
Figura 31 Efecto de la carga Tensionante. 78
Figura 32 Vista de diagrama de un aparato apropiado para el ensayo a flexión de concreto por el método de carga en los tercios de la luz. 80
Figura 33 Diagrama de flujo de investigación parte 1 89
Figura 34 Diagrama de flujo de investigación parte 2 90
Figura 35 Concentración de NO_2 en la atmosfera de la Ciudad del Cusco, Plaza de Armas San Sebastián. 119
Figura 36 Concentración de SO_2 en la atmosfera de la Ciudad del Cusco, Plaza de Armas San Sebastián. 119
Figura 37 Muestras de precipitación pluvial recolectadas en San Sebastián. 120
Figura 38 Laboratorio MC QUIMICALAB ubicado en Coviduc A-4. 120
Figura 39 Recojo de Resultados de concentración de ácido en las muestras. 121
Figura 40 Dominio web del senamhi-estación meteorológica granja Kcayra. 124
Figura 41 Descargar datos de variaciones de temperatura Estación Meteorológica granja Kcayra. 124
Figura 42 Calculo en gabinete de temperatura promedio de la ciudad del Cusco. 125
Figura 43 Preparación de la solución que emula la lluvia acida en función al ácido nítrico (HNO_3). 129
Figura 44 Preparación de la solución que emula la lluvia acida en función al ácido sulfúrico (H_2SO_4). 129
Figura 45 Muestreo del peso inicial de los testigos sin corrosión. 130
Figura 46 Introducción de los testigos sumergidos en los frascos de ensayo 130
Figura 47 Introducción de la solución que emula la lluvia acida en los frascos de ensayo . 131
Figura 48 Se procedió a colocar los testigos de acero de 10 cm de longitud suspendidos con nylon. 131

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Figura 49 Se adecuo el baño maría al tamaño requerido por los frascos colectores y se puso en marcha el ensayo con la temperatura. 132
Figura 50 Verificación de la temperatura y el nivel de agua en las muestras ensayadas. 132
Figura 51 Extracción de las muestras del baño maría al cabo de 1,2,3 y 4 semanas. 133
Figura 52 Secado de la muestra de la 1, 2, 3 y 4 semana extraída de los frascos de ensayo. 133
Figura 53 Registro de peso de muestra sumergida de 1era, 2da, 3ra y 4ta semana. 134
Figura 54 Registro de peso de muestra suspendida de 1era, 2da, 3ra y 4ta semana. 134
Figura 55 Se retiro la capa de corrosión con ayuda del cepillo metálico. 135
Figura 56 Registro de peso un ves se quitó la capa de corrosión. 135
Figura 57 Forrado del recipiente rectangular con planchas de tecnopor. 145
Figura 58 Comprobando impermeabilidad y nivel de agua requerido para evitar la flotabilidad. 145
Figura 59 Elaboración del sistema de regulación térmica. 146
Figura 60 Cortado del acero 146
Figura 61 Se vierte el agua destilada al recipiente rectangular plástico. 147
Figura 62 Extracción el ácido sulfúrico de su envase. 147
Figura 63 Colocación del ácido sulfúrico en el recipiente de agua destilada. 148
Figura 64 Colocación de primera fila de testigos y fila superior con todas las filas. 148
Figura 65 Colocación de la cámara de corrosión en ambiente aislado. 149
Figura 66 Comprobación de temperatura constante inter diaria. 149
Figura 67 Muestra extraída al culminar el periodo de corrosión. 150
Figura 68 Muestreo de la arena gruesa de la cantera de vicho. 153
Figura 69 Muestreo de la arena fina de la cantera de cunyac. 153
Figura 70 Muestreo de agregado grueso fina de la cantera de vicho. 155
Figura 71 Ensayo granulométrico del agregado fino vicho. 157
Figura 72 Ensayo granulométrico del agregado fino cunyaq. 157
Figura 73 Ensayo granulométrico del agregado grueso de la cantera de vicho. 161
Figura 74 Pesado de molde del agregado fino vacío. 164
Figura 75 Compactación del agregado fino en el molde metálico con la varilla metálica. . 164
Figura 76 Pesado de molde del agregado fino compactado. 165
Figura 77 Compactado del agregado grueso en el molde metálico con la varilla de 5/8”. .. 168
Figura 78 Registro de peso compactado de molde metálico agregado grueso. 168

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Figura 79 Prueba de humedad mediante el cono metálico. 171
Figura 80 Prueba de humedad luego de haberse usado el cono metálico. 171
Figura 81 Pesado del agregado fino antes de ser agregado a la fiola. 172
Figura 82 Introducción de fino para pesaje de fiola con agua y agregado fino. 172
Figura 83 Extracción de vacíos de la fiola que contiene agua y el fino con ayuda de la bomba de vacío. 173
Figura 84 (a) Muestra de agregado grueso sumergida para su saturación, (b) Secado superficial de la muestra. 176
Figura 85 Pesaje de la muestra en la cesta metálica. 176
Figura 86 Secado de la muestra en el horno. 177
Figura 87 Pesaje de agregado grueso posterior al secado en horno por 24 horas. 177
Figura 88 Pesado de la muestra de agregado fino para ser colocado en el horno. 179
Figura 89 Extracción de las muestras del horno. 180
Figura 90 Pesado de la muestra de agregado grueso para ser colocado en el horno. 182
Figura 91 Extracción de las muestras del horno. 182
Figura 92 Procedo de desmoldado y medición de asentamiento. 184
Figura 93 (a) Muestra de agregado grueso en la máquina de los Ángeles. (b) Retiro del material de la máquina de los Ángeles. 186
Figura 94 Registro del peso posterior a la maquina de los Ángeles. 187
Figura 95 Mezclado de concreto. 189
Figura 96 Calculo del slump con el cono de abrams. 189
Figura 97 Vaciado de briquetas de concreto. 190
Figura 98 Desmoldado y limpieza de briquetas de las briqueteras. 191
Figura 99 Curado de briquetas. 191
Figura 100 Registro de las mediciones de diámetro de las briquetas a ensayar. 192
Figura 101 Registro de las mediciones de altura de las briquetas a ensayar. 192
Figura 102 Encendido y calibración de la máquina de compresión axial. 193
Figura 103 Alineación de la probeta al eje vertical de la máquina de compresión. 193
Figura 104 Briqueta colocada en la máquina de compresión axial e inicio del ensayo. 194
Figura 105 Finalización del ensayo con la rotura de la briqueta. 194
Figura 106 recolección de datos obtenidos. 194
Figura 107 Diseño de testigos a flexión. 199
Figura 108 Resultado final de diseño de viga. 199

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Figura 109 Ensayo de PULL OUT..... 201
Figura 110 Medidas de la muestra recomendada para ensayo de adherencia..... 202
Figura 111 Medidas de la muestra final para ensayo de adherencia..... 202
Figura 112 Diseño de vigueta para ensayo de flexión. 203
Figura 113 Diseño de encofrado de prisma rectangular..... 203
Figura 114 Habilitado de piezas para encofrado..... 204
Figura 115 Trazado y perforaciones necesarias para poder armar el encofrado..... 204
Figura 116 Encofrado de primas rectangulares..... 205
Figura 117 Extracción de testigos de la cámara de corrosión..... 205
Figura 118 Aplicación de gasolina en los moldes para facilitar el desmoldado de viguetas. 206
Figura 119 Colocado de acero en encofrado de prismas rectangulares. 206
Figura 120 Separación y preparación de las cantidades de muestra halladas en el diseño de Mezclas..... 207
Figura 121 Mezcla y vibrado para primas rectangulares. 207
Figura 122 Desencofrado de primas rectangulares. 208
Figura 123 Curado de primas rectangulares..... 208
Figura 124 Dimensiones de las viguetas..... 209
Figura 125 Diseño de encofrado y encofrado de viguetas. 209
Figura 126 Desencofrado y curado de viguetas. 210
Figura 127 Diseño de dado para ensayo de adherencia. 211
Figura 128 Diseño de encofrado de prisma rectangular..... 211
Figura 129 Habilidad de piezas para encofrado..... 211
Figura 130 Encofrado de dados para ensayo de adherencia. 212
Figura 131 Vaciado de concreto en moldes para ensayo de adherencia. 212
Figura 132 Desencofrado de dados. 213
Figura 133 Curado de dados. 213
Figura 134 Diseño de dado para el ensayo de adherencia. 214
Figura 135 Conector de tornillo (ZAP SCREWLOK)..... 215
Figura 136 Accesorio superior para sujetar varillas para ensayo de adherencia y tracción. 215
Figura 137 Accesorio inferior para sujetar varillas para ensayo de tracción. 216
Figura 138 Perno de presión. 216
Figura 139 Diseño de la estructura metálica para ensayo de tracción y adherencia. 217

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Figura 140 Diseño de la estructura metálica para ensayo de adherencia. 217
Figura 141 Diseño de la estructura metálica para ensayo de tracción. 218
Figura 142 Colocación del dado para el ensayo de adherencia. 219
Figura 143 Deslizamiento final registrado de la varilla. 220
Figura 144 Final del ensayo después del deslizamiento o rotura. 220
Figura 145 Ensayo finalizado de dados con deslizamiento. 221
Figura 146 Ensayo finalizado de dados con Rotura. 221
Figura 147 Colocación del accesorio inferior en la varilla corrugada de 6 mm para ensayo de tracción. 226
Figura 148 Colocación del accesorio superior en la varilla corrugada de 6 mm para ensayo de tracción. 227
Figura 149 Instalación de gata hidráulica invertida en soporte de prensa hidráulico. 227
Figura 150 Instalación de gata hidráulica y deformímetros en el soporte de la prensa hidráulica. 228
Figura 151 Colocación de testigos de acero normal y corroídos en los soportes de sujeción adecuado a la gata hidráulica invertida. 228
Figura 152 Calibración del equipo e inicio del ensayo. 229
Figura 153 Supervisión de los ensayos de tracción. 229
Figura 154 Varillas de acero después de ser ensayadas. 230
Figura 155 Desencofrado de prismas rectangulares para ensayo de flexión. 235
Figura 156 Trazado a dos tercios para la colocación en los soportes. 236
Figura 157 Colocación de las probetas cilíndricas en la máquina de flexión para ser ensayada. 236
Figura 158 Inicio del ensayo de flexión. 237
Figura 159 Ruptura de vigueta ensaya en máquina de flexión. 237
Figura 160 Vista lateral de vigueta ensayada falla a flexión. 238
Figura 161 Finalización del ensayo todas las viguetas fallaron a flexión. 238
Figura 162 Curva granulométrica del agregado fino de vicho. 274
Figura 163 Curva granulométrica del agregado fino de Cunyac. 275
Figura 164 Curva granulométrica del Agregado Fino 30% Vicho - 70% Cunyac. 277
Figura 165 Curva granulométrica del agregado grueso de la cantera de vicho. 279
Figura 166 La dosificación del concreto para una bolsa de cemento. 296
Figura 167 Diagrama de dosificación para una bolsa de cemento. 399

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Figura 168 Grafica comparativa de resistencia a la compresión. 400
Figura 169 Dimensiones resultantes del diseño de viga. 400
Figura 170 Grafica comparativa de fuerzas de unión normalizada producidas en el ensayo de adherencia. 402
Figura 171 Grafica comparativa de formaciones producidas en el ensayo de adherencia... 403
Figura 172 Grafica comparativa de deformación unitaria del ensayo de tracción. 404
Figura 173 Comparativa de esfuerzos de tracción. 404
Figura 174 Comparativa momentos últimos ensayos de flexión. 405
Figura 175 Comparativa módulos de ruptura ensayos de flexión. 406
Figura 176 Grafica comparativa del ensayo resistencia a flexión posterior a 7 días de curado. 407
Figura 177 Grafica comparativa del ensayo resistencia a flexión posterior a 14 días de curado. 408
Figura 178 Grafica comparativa del ensayo resistencia a flexión posterior a 28 días de curado. 408

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Capítulo I: Planteamiento del problema

1.1. Identificación del problema

1.1.1. Descripción del Problema

a) Descripción de la problemática

En la ciudad de Cusco, el material predominante en las edificaciones es el concreto armado, que se caracteriza por ser un material compuesto por concreto y varillas de acero de refuerzo.

Debido al crecimiento de la población, la necesidad de vivienda y a la topografía accidentada de la ciudad de Cusco, las edificaciones han tenido que crecer en altura, en muchos casos este crecimiento vertical trajo consigo malas prácticas en la construcción pues para incrementar niveles, se deja el acero de refuerzo expuesto a la intemperie del clima y atmósfera de la ciudad. (Ver Fig2.) Sumado a ello, está el deficiente almacenaje del acero de refuerzo en obra el cual muchas veces se hace sin criterio técnico exponiéndolo a la humedad.

Otro factor que juega un papel importante en la corrosión de las varillas de acero de refuerzo es el agua potable que es usado en el proceso de elaboración de la mezcla del concreto para su uso en la elaboración del elemento estructural, este también se encuentra presente en el proceso de exudación del concreto armado y también en su posterior curado, en estos procesos al entrar el agua potable en contacto con el acero de refuerzo por un periodo prolongado se genera el proceso de corrosión, pero no de forma acelerada gracias a la capa de corrosión generada en la superficie del acero de refuerzo gracias al concreto debido a su alta alcalinidad de un pH mayor a 12, con lo que controla el proceso de corrosión del acero, el acero sufre una reacción de oxidación creando iones de hierro y una reacción de reducción formando iones de hidróxido debido a la alta alcalinidad del concreto el acero de refuerzo, se encuentra en un estado pasivo debido a una capa de óxido de hierro formado por la oxidación de hidróxido de hierro en presencia de oxígeno y agua reduciendo así la velocidad de la corrosión.

Según Warthon (2017) en su libro titulado “Energía Limpia” demostró la presencia de dióxido de azufre (SO_2) y dióxido de nitrógeno (NO_2) en la atmósfera de la ciudad de Cusco. Estos óxidos al entrar en contacto con el hidrógeno de la atmósfera (al inicio de la lluvia) forman ácido sulfúrico (H_2SO_4) y ácido nítrico (HNO_3), que son los principales componentes de la lluvia ácida estos ácidos presentes en la atmósfera de la ciudad actúan como agentes corrosivos en el acero de refuerzo de las edificaciones de concreto armado.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

La corrosión tendría un efecto en la resistencia del acero de refuerzo y en la capacidad de adherencia acero-concreto, que podría poner en riesgo la seguridad de las edificaciones y por lo tanto la vida de las personas que habitan en ellas.

Por otro lado, la corrosión en el acero de refuerzo expuesto en las edificaciones incrementaran los costos de limpieza y mantenimiento cuando se retome el proceso constructivo, lo que significaría un gasto adicional para los usuarios.

Figura 1

Acero de refuerzo expuesto a la intemperie en edificaciones de concreto armado de la ciudad de Cusco observándose que existe una demora en el proceso constructivo, verificando una misma edificación retomando su construcción cinco años después.

Fuente: Propia

Figura 2

Acero de refuerzo expuesto a la intemperie en edificaciones de concreto armado de la ciudad de Cusco Distrito de San Jerónimo.

Fuente: Propia

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Figura 3

Acero de refuerzo expuesto a la intemperie en edificaciones de concreto armado de la ciudad de Cusco Distrito de Wanchaq.

Fuente: Propia

Figura 4

Acero de refuerzo expuesto a la intemperie en edificaciones de concreto armado de la ciudad de Cusco Distrito de San Sebastián.

Fuente: Propia

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Figura 5

Acero de refuerzo expuesto a la intemperie en edificaciones de concreto armado de la ciudad de Cusco Distrito de Santiago.

Fuente: Propia

b) Ubicación geográfica

Esta investigación fue realizada en la ciudad del Cusco, ubicada en la región sur oriental del Perú, provincia y departamento de Cusco ubicada a una altitud de 3399 m.s.n.m. y cuyas coordenadas geográficas son 13° 30' 45" latitud Sur y a 71° 58' 33" longitud Oeste y posee una superficie de 71 891 km2.

Figura 6

Ubicación geográfica (Cusco-Perú).

Fuente: Adaptado del geo portal del instituto geográfico nacional.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

1.1.2. Formulación Interrogativa del problema

1.1.2.1. Formulación Interrogativa del problema general

¿Cuál es el grado de influencia de la resistencia y capacidad de adherencia con el concreto del acero de refuerzo por un proceso de corrosión provocado por su interacción con los agentes corrosivos para un periodo de exposición de 1,2 y 3 meses?

1.1.2.2. Formulación Interrogativa de los problemas específicos

Problema específico N°1: ¿Que tipos de agentes corrosivos se encuentran presentes en el medio ambiente del Cusco y cuál de ellos afectara en mayor medida al proceso de corrosión del acero de refuerzo para un periodo de exposición de 1 mes?

Problema específico N°2: ¿En qué concentración los agentes corrosivos afectan en mayor medida al acero de refuerzo para un periodo de exposición de 1 mes?

Problema específico N°3: ¿Cómo se desarrollará el proceso de corrosión en el acero de refuerzo en función a su interacción con los agentes corrosivos para un periodo de exposición de 1, 2 y 3 meses?

Problema específico N°4: ¿Cómo será la influencia de un proceso de corrosión en función a su interacción con los agentes corrosivos en la resistencia a la tensión del acero de refuerzo para un periodo de exposición de 1, 2 y 3 meses?

Problema específico N°5: ¿Cuál será la influencia de un proceso de corrosión en función a su interacción con los agentes corrosivos en la adherencia del concreto con el acero de refuerzo para un periodo de exposición de 1, 2 y 3 meses?

Problema específico N°6: ¿Cuál será la influencia de un proceso de corrosión en función a su interacción con los agentes corrosivos en la resistencia a tracción por flexión del concreto armado para un periodo de exposición de 1, 2 y 3 meses?

1.2. Justificación e Importancia de la investigación

1.2.1. Justificación Técnica

La presente investigación se desarrolló dentro del campo de la Ingeniería Civil, en las ramas de las áreas de estudio de Construcciones y Estructuras, obteniéndose la parte teórica de las

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

especialidades de Tecnología del Concreto, Concreto Armando y Resistencia de Materiales, específicamente sobre las propiedades mecánicas de los materiales.

La investigación cumplió con las normativas vigentes del ACI, ASTM y NTP, tanto para las propiedades de los agregados; la dosificación se basó por el método ACI 211.

Esta investigación se partió de la medición del impacto de la corrosión en el acero de refuerzo y cuantificación, para la cual se fue tomado como referencia por el método de pérdida de masa, mediante el cual fue determinado el porcentaje y velocidad de corrosión, fue limitada la pérdida del diámetro nominal de las varillas de refuerzo mediante la normativa (ACI318-14) el cual debía tener un 94% de su diámetro nominal original para que sus propiedades mecánicas no fueran alteradas de manera significativa.

En la presente investigación se determinó el impacto de la corrosión en las propiedades mecánicas, estas propiedades fueron indispensables para el diseño de estructuras, por su influencia en la interacción entre el concreto y acero de refuerzo. Se determino la influencia de los agentes corrosivos en las propiedades mecánicas, tales como la adherencia en el concreto armado (ASTM C234-91,1991), resistencia a la tracción (ASTM E8/E8M,2021) y resistencia a la flexión (NTP 339.078, 2012); se determinó el grado de influencia en las propiedades mecánicas, se verifico si producto de la corrosión generada por los agentes corrosivos de la lluvia acida fueron incrementadas o reducidas.

A partir de la investigación se determinó de qué manera afecta la corrosión a la resistencia del acero de refuerzo y capacidad de adherencia entre el concreto y el acero de refuerzo sometido a agentes corrosivos.

Con esta investigación se determinó si las condiciones hidrológicas y climáticas de la ciudad de Cusco afectan el proceso de corrosión del acero de refuerzo que queda expuesto.

Para ello se hizo uso del valor numérico del pH de la lluvia acida, para determinar un grado de concentración en una solución que emulo la lluvia acida y someter a las varillas de acero de refuerzo a esta.

Con lo cual posteriormente se determinó que las características de la varilla de acero de refuerzo corroída comparada respecto a una varilla de acero de refuerzo estándar y de esta forma se determinó la relevancia de dejar una capa de corrosión al momento de decidir retomar el proyecto de construcción.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

1.2.2.Justificación Social

A partir de esta investigación se determinó, en que forma la influencia de la corrosión afecto a la resistencia de la varilla de acero de refuerzo y a la adherencia entre concreto y acero de refuerzo, con la finalidad de que la población adopte estrategias para que pueda tomar medidas para poder continuar con el proceso constructivo de las edificaciones o tomar otras alternativas, puesto que esta podría poner en riesgo la vida de los habitantes de dichas edificaciones y en caso de colapso también pondrá en peligro la seguridad de las construcciones aledañas y la vida de los transeúntes.

Este problema se verá magnificado al ser el concreto armado el material predominante en las construcciones de la ciudad lo que incrementaría el posible número de afectados en la población de la ciudad del Cusco.

1.2.3. Justificación por Viabilidad

Se verifico la viabilidad de la investigación puesto que se cuenta con los equipos necesarios para el ensayo de corrosión y adherencia también se cuenta con la factibilidad económica para el desarrollo de esta investigación.

1.2.4. Justificación por Relevancia

Esta investigación es relevante porque con los resultados se determinó hasta qué punto los agentes corrosivos de la lluvia acida y del agua usados en el proceso constructivo afectan el proceso de corrosión de las varillas de acero de refuerzo. Por otro lado, se podrá verificar el tiempo que tarda una varilla en corroerse bajo la influencia del clima y la composición atmosférica de la ciudad de Cusco.

Se obtuvo de los ensayos qué componente de la atmósfera generaba un mayor nivel de corrosión en el acero de refuerzo, con estos resultados, los profesionales podrán plantear técnicas adecuadas para la limpieza de la corrosión y la protección del acero de refuerzo en las edificaciones en las que son dejados en exposición a la intemperie.

Se verifico también si la hipótesis de que una mínima capa de corrosión no fuera perjudicial para la adherencia, sino que esta pudo ser beneficiosa.

Se brindo un aporte respecto a la resistencia ultima a la tensión, obtenida en función de la interacción entre el concreto y el acero de refuerzo con un proceso de corrosión generado por agentes corrosivos presentes en la lluvia acida de la ciudad Cusco.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

1.3. Limitaciones de la Investigación

1.3.1. Limitaciones geográficas

- Esta investigación se limitó a las condiciones climáticas (humedad y temperatura) de la ciudad del Cusco.
- Se limito a realizar los ensayos de concentración de agentes corrosivos en muestras de lluvia en el laboratorio particular de química "M&C QUIMICALAB" del Distrito de San Sebastián, departamento del Cusco.
- Se limito a realizar los ensayos de prueba corrida "0" en el laboratorio de química de la Universidad Andina del Cusco del Distrito de San Jerónimo, departamento del Cusco.
- Se limito a realizar los ensayos de diseño de mezclas, compresión, tracción, adherencia y flexión en el laboratorio particular de concreto "INGEOMAT - LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES" del Distrito de San Sebastián. Departamento Cusco.

1.3.2. Limitaciones de objeto de estudio

- Se limito al uso de un volumen de 22,4 litros de solución de ácido sulfúrico.
- Se limito a una temperatura entre 17° y 19°C para la cámara de corrosión.
- Se limito a la medición porcentaje de corrosión por pérdida de masa y velocidad de corrosión.
- Se limito a realizar el diseño de mezcla según el método del ACI 211.
- Se limito a realizar un curado de las probetas a los 7, 14 y 28 días.
- Se limito a la obtención de la resistencia a la compresión a las 7, 14 y 28 días.
- Se limito a la obtención del momento ultimo de prismas rectangulares patrón y prismas rectangulares con acero de refuerzo después de un proceso de corrosión de 1, 2, 3 meses, estos ensayos fueron realizados en un periodo de tiempo de 7, 14, 28 días.
- Se limito a la obtención de probetas de acero de refuerzo después de ser sometidos a un proceso de corrosión por un periodo de exposición de 1, 2 y 3 meses.
- Se limito a la obtención de la resistencia de adherencia en dados patrón y dados con varillas después de un proceso de corrosión de 1, 2 y 3 meses; estos ensayos serán realizados en un periodo de tiempo de 7, 14 y 28 días.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

1.3.3. Limitación de materiales

1. Se limito a trabajar con agregado grueso de la cantera de Vicho, con un tamaño máximo nominal de 3/4", distrito de San Salvador, provincia de Calca, departamento del Cusco.
2. Se limito a trabajar agregado fino combinado de las canteras de Vicho y Cunyac, proveyendo confitillo y arena fina respectivamente en una dosificación de 30% y 70%.
3. Se limito al uso de agua potable de la empresa Seda Cusco para la elaboración y curado de las muestras.
4. Se limito al uso de varillas de acero de Ø 6mm (1/4") de la marca Sider Perú.
5. Se limito al uso del cemento Portland Puzolánico Tipo IP marca YURA.
6. Se limito a un slump de 3".
7. Se limito a trabajar con ácido nítrico (HNO3) y ácido sulfúrico(H2SO4) con la molaridad de 0.1 y 0.0001 molar para la prueba cero.
8. Se limito al uso de agua potable de la empresa Seda Cusco y agua destilada para la prueba cero.
9. Se limito a trabajar con ácido sulfúrico(H2SO4) con molaridad de 0.1 molar para la cámara de corrosión.

1.3.4. Limitaciones de ensayos en laboratorio

- Se limito a trabajar con ácido sulfúrico(H2SO4) con una molaridad de 0.1 molar, ya que una cantidad mayor seria toxica para el ser humano.
- Se limito el método de exposición para la prueba corrida "0" al estado suspendido y sumergido.
- Se limito al uso de la NTP 400.010:2011para la preparación y obtención de las muestras de agregado fino y grueso.
- Se limito al uso de la NTP 400.012:2013 para el análisis granulométrico del agregado fino y grueso.
- Se limito al uso de la NTP 400.017:2011 para determinar el peso unitario de los agregados.
- Se limito al uso de la NTP 400.022:2013 para determinar el peso específico y absorción del agregado fino.
- Se limito al uso de la NTP 400.021:2013 para determinar el peso específico y absorción del agregado grueso.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

- Se limito al uso de la NTP 339.185:2013 para determinar el contenido de humedad total evaporable de agregados.
- Se limito a la NTP 400.019 2014 para determinar la resistencia a la degradación por abrasión e impacto en la máquina de los Ángeles
- Se limito a la NTP 339.035:2013 para determinar la medición del asentamiento del concreto con el cono de Abrams.
- Se limito al uso de la NTP 339.183:2013, para el curado de los testigos de concreto por sumersión.
- Se limito al uso de probetas de concreto con dimensiones de 15cm de diámetro y 30cm de altura para el ensayo de compresión.
- Se limito a viguetas de concreto con dimensiones de 15 cm de ancho y 8 cm alto y 50 cm de largo y con un acero de refuerzo de 6mm (1/4") para el ensayo de Flexión.
- Se limito a dados de concreto con dimensiones de 10 cm de acho y 10 cm de largo y 20 cm de altura para el ensayo de adherencia.
- Se limito al uso de la NTP 339.034:2015, para definir el método que determine la resistencia a la compresión del concreto.
- Se limito al uso ASTM C234-91a - Método de prueba estándar para comparar hormigones sobre la base de la adherencia desarrollada con acero de refuerzo- Pull- Out test.
- Se limito al uso ASTM E8 - Métodos de prueba estándar para pruebas de tensión de materiales metálicos.
- Se limito a la NTP 339.078, 2012, para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.

1.3.5. Limitaciones según los equipos utilizados.

- Se limito al uso de la máquina de compresión para el ensayo de resistencia a la compresión de testigos.
- Se limito al uso de la máquina de compresión por flexión para el ensayo de resistencia a la flexión de probetas rectangulares.
- Se limito a la creación de un equipo que emule las funciones de la máquina de ensayos universal, este compuesto de un soporte de prensa hidráulica, una gata invertida para generar una fuerza de tracción además de accesorios de sujeción para las varillas a

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

ensayar, manómetro para medir la fuerza de tensión y deformímetros para medir desplazamientos, estos con la finalidad de realizar los ensayos de adherencia y tracción. Comprobándose que este equipo logro cumplir con los estándares y funciones de la máquina de ensayos universal.

1.4. Objetivos de la investigación

1.4.1. Objetivo General

Determinar el grado de influencia de la resistencia y capacidad de adherencia con el concreto del acero de refuerzo por un proceso de corrosión provocado por su interacción con los agentes corrosivos para un periodo de exposición de 1,2 y 3 meses.

1.4.2. Objetivos Específicos

Objetivo específico N°1: Determinar que tipos de agentes corrosivos se encuentran presentes en el medio ambiente del Cusco y cuál de ellos afectara en mayor medida al proceso de corrosión del acero de refuerzo para un periodo de exposición de 1 mes

Objetivo específico N°2: Determinar en qué concentración los agentes corrosivos afectarán en mayor medida al acero de refuerzo para un periodo de exposición de 1 mes.

Objetivo específico N°3: Determinar cómo se desarrollará el proceso corrosión en el acero de refuerzo en función a su interacción con los agentes corrosivos para un periodo de exposición de 1, 2 y 3 meses.

Objetivo específico N°4: Determinar la influencia de un proceso de corrosión en función a su interacción con los agentes corrosivos en la resistencia a la tensión del acero corroído para un periodo de exposición de 1, 2 y 3 meses.

Objetivo específico N°5: Evaluar la influencia de un proceso de corrosión en función a su interacción con los agentes corrosivos en la adherencia de la varilla de acero de refuerzo con el concreto para un periodo de exposición de 1, 2 y 3 meses.

Objetivo específico N°6: Determinar la influencia de un proceso de corrosión en función a su interacción con los agentes corrosivos del acero en la resistencia de tracción por flexión del concreto armado para un periodo de exposición de 1, 2 y 3 meses.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

2. Capitulo II: Marco Teórico

2.1. Antecedentes de la Investigación Actual

2.1.1. Antecedentes a Nivel Nacional

- **ANTECEDENTE 01:**

Título: Corrosión: inexorabilidad vs Duración.

Autor: Isabel Diaz Tang (2016)

Universidad: Pontífice Universidad Católica del Perú

Ciudad-País: Lima-Perú.

Tipo de investigación: Articulo Científico.

Resumen:

En el presente artículo científico se hace referencia a la Corrosión y al papel que esta juega en la inexorabilidad y la duración de diversos materiales, con dicho fin la autora del articulo científico se dispuso a la recolección de resultados de investigaciones de las cuales se sacaron las siguientes conclusiones:

En esta investigación primero se hace referencia al por que se produce la corrosión tomando primero como ejemplo a los materiales más conocidos que son la familia de los metales, argumentando que estos al verse involucrados en un estado de oxidación en el cual al entrar el metal en un determinado medio puede producirse la corrosión en una búsqueda de estabilidad de los reactantes, los cuales ella subclasifico en metales preciosos y los comunes, haciendo referencia a que los primeros como son el oro ,la plata, el platino , etc., ya que estos aparecen de manera natural mientras que los otros son encontrados en un estado de oxidación, de esto se vio que se les denominaba incólumes a los primeros mencionados, pero a su vez esta afirmación se desmintió ya que se verifico por los datos de las investigaciones revisadas que todos los metales de cualquier tipo son susceptibles a la corrosión, bajo las condiciones adecuadas.

Se demostró que otros materiales pueden corroerse a través de distintos mecanismos tales como plásticos, vidrios y cerámicos, y cuando es el caso de dichos materiales este proceso tiende a usar términos como deterioro degradación o descomposición.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

El presente artículo se dispuso a mencionar aspectos de prevención protección o convivencia con los procesos de corrosión que afectan diversos materiales siendo que no existe una que evite que ocurra pero si que reduzca la velocidad a la que esta actúa, haciendo énfasis de que para poder prevenir y proteger a los materiales de la corrosión es principalmente mediante la evaluación del diseño, la importancia, el nivel de exposición y la evaluación de la vida útil de dichos materiales, ya que en muchos otros dependiendo del nivel de importancia o el nivel de exposición de la estructura en los procesos de protección contra la corrosión los costos resultan ser muy altos y en estructuras que no son importantes no amerita la inversión, por ejemplo los casos en los que esta investigación asevera que si amerita ser evaluada desde todos los aspectos es cuando las consecuencias son graves para la salud van desde instrumental médico quirúrgico, distintos tipos de implantes procesamiento de alimentos, o estas puedan poner en riesgo la vida de una persona estas van desde fugas de sustancias toxicas y colapso de estructuras.

Finalmente, hace referencia a un proceso de evaluación de la vida útil mediante la evaluación del deterioro o la perdida de espesor en los materiales, generadas por el medio o la función que estas cumplen.

Conclusiones del articulo científico:

Del articulo científico se concluyó que la corrosión se encuentra presentes en diversos materiales y que uno de ellos o un derivado de estos que comparten su susceptibilidad a la corrosión es el acero de construcción que en sus diversas presentaciones forma parte de la mayoría de estructuras diseñadas en nuestra carrera por lo que se debería tomar precaución del nivel de influencia que esta pueda tener en la duración y resistencia de las estructuras esta con la finalidad de salvaguardar la integridad de los posibles usuarios de dichas estructuras y como aspecto secundario una mala evaluación de la corrosión puede conllevar un incremento en los costos de mantenimiento, renovación y/o reconstrucción de una estructura, por lo que la corrosión tiene un papel importante en el proceso de diseño de las estructuras en lo que respecta durabilidad y vida útil de la estructura.

Aporte:

De esta investigación lo más relevante fue las principales causas de inicio del proceso de corrosión en los metales además del impacto de estos en cuan agresivo se desarrollará el proceso de corrosión y el impacto en las propiedades de los metales debido a la pérdida de su espesor.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

- **ANTECEDENTE 02:**

Título: "Estudio de la corrosión atmosférica sobre dos tipos de acero de bajo carbono en instalaciones industriales petroleras cercanas al mar en el noroeste del Perú"

Autor: Claver Hugo Guerra Carvallo

Universidad: Universidad Nacional Mayor De San Marcos

Ciudad-País: Lima-Perú.

Año: 2014

Tipo de investigación: Tesis de Pregrado.

Resumen:

Este estudio de tesis relaciona la corrosión atmosférica sobre aceros de bajo carbono en instalaciones industriales petroleras, fue realizado en el área del lote x operado por PETROBRAS ENERGIA PERU S.A. en el noroeste de Perú, el objetivo consistió en determinar la velocidad de corrosión atmosférica sobre dos aceros de bajo carbono, en diferentes ubicaciones del lote x, categorizarla de acuerdo a la norma ISO 9223 y mapearla. Se han utilizado probetas de acero, AISI/SAE 1020 y ASTM A 36 ya que estos materiales son usados en la construcción de facilidades de producción, transporte y recolección de petróleo, siendo de mayor uso el acero ASTM A36.

Las probetas fueron instaladas en 10 estaciones y expuestas al ambiente atmosférico en el periodo de septiembre del 2010 a noviembre del 2012. La ubicación de las estaciones fue seleccionada en función de la distancia al mar, altitud, topografía del terreno e impactos industriales, entre otros aspectos.

La velocidad de corrosión y el grado de corrosividad atmosférica fueron determinadas por la pérdida de peso de probetas construidas en acero AISI/SAE 1020, durante un año de exposición.

Conclusiones:

Como resultado de este estudio de tesis, podemos afirmar que en el lote x la corrosión atmosférica es causada por la acción del oxígeno atmosférico e influenciado por la humedad, salinidad ambiental, por la capacidad del viento para transportar la brisa del mar al continente

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

y polución sólida. Los productos de corrosión encontrados son: oxihidróxidos de hierro, akaganeita, lepidocrocita y goethita. La corrosión es influenciada por los cloruros de una manera polinómicas para los dos tipos de metal evaluados. Asimismo, se concluye que los gases contaminantes como SO2, H2S, NO2, no influyen en los fenómenos de corrosión. Las áreas próximas al mar y de libre circulación del viento favorecen la corrosión atmosférica y son categorizadas como ambientes de corrosión alta, categoría C4, para acero AISI/SAE 1020 y corrosión media, categoría C3, para acero ASTM A36. Para el resto de áreas, la corrosión de ambos materiales es baja, con una categoría C2.

También podemos concluir que, en ambiente marino el acero ASTM A36 es de mayor resistencia a la corrosión atmosférica del Lote X que el acero especificado bajo norma AISI/SAE 1020.

Aporte:

De esta investigación lo más relevante vendría a hacer el inicio del proceso de la corrosión bajo los efectos de las condiciones atmosféricas y geográficas, además de la influencia de los óxidos presentes en la atmosfera en el desarrollo del proceso de corrosión.

- **ANTECEDENTE 03:**

Título: "Corrosión en metales expuestos a la atmósfera en la zona industrial de la ciudad de talara**"**

Autor: Franklin Uber Oyola Sánchez

Universidad: Universidad De Piura

Ciudad-País: Piura-Perú.

Año: 2006

Tipo de investigación: Tesis de Pregrado.

Resumen:

La presente investigación se realizó con el fin de cuantificar la velocidad de corrosión atmosférica de algunos metales, así como la velocidad de depósitos de cloruros y SO2 (dióxido de azufre) en la zona industrial de Talara, el impacto de la corrosión de metales expuestos a la atmósfera en nuestras vidas es importante, probablemente más de lo que pensamos, afecta a

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

muchos aspectos de nuestra sociedad: edificaciones, puentes, líneas de transmisión de energía eléctrica, etc., y, en general, a todo tipo de estructuras, equipos e instrumentos, mecánicos, eléctricos o electrónicos, expuestos a la atmósfera, dada la importancia de estudiar el comportamiento de los metales en diferentes atmósferas, a nivel mundial se han efectuado programas conjuntos de diferentes nacionalidades para reunir esfuerzos y resolver los problemas derivados de la corrosión atmosférica. Tal es así que, en Estados Unidos, la American Society for Testing and Materials (ASTM) ha venido realizando desde 1996, a través de sus diferentes comités, estudios sobre acero, cobre y otros metales, con períodos de duración de hasta 20 años de exposición atmosférica

A si mismo comprende la categorización de corrosividad atmosférica en la zona industrial de la ciudad de Talara, así como, la determinación de velocidades de corrosión en probetas de Fe, Cu, Al y Zn. Estas probetas estuvieron doce meses de exposición libre en dicha atmósfera

Conclusiones:

Según los datos registrados de velocidad de corrosión de las muestras metálicas en formas de placas que estuvieron doce meses de exposición libre en dicha atmósfera en la Refinería Talara (Petróleos del Perú S.A.), la categoría de corrosión atmosférica de éstas es: C4 para el fierro y >C5 para el cobre, aluminio y zinc. Para las muestras expuestas en Parcela 25(Petrotech Peruana S.A.), es: C3 para el fierro, C5 para el aluminio y >C5 para el cobre y zinc; representando las categorías. C1: Corrosividad muy baja, C2: Corrosividad baja, C3: Corrosividad Media, C4: Corrosividad alta, C5: Corrosividad muy alta

En la estación de ensayo de Refinería Talara, el análisis estadístico de los datos de pérdida de masa y tiempo de exposición indica que la ecuación exponencial C = A tn (es la ecuación general que correlaciona la velocidad de corrosión con el tiempo, medida por pérdida de peso) (esta expresión es convertida en lineal al aplicarle logaritmos), representa satisfactoriamente la corrosión atmosférica en función del tiempo de exposición para el Cu, Fe y Zn. Esto podría explicarse con los valores de coeficientes de correlación hallados muy próximos a la unidad (> 0,93).

Las velocidades de corrosión experimentales, encontradas por medio de la pérdida de masa en el cobre, fierro y zinc, son parecidas en magnitud a las velocidades de corrosión calculadas por medio de las expresiones bilogarítmicas ($C = A\, t^{n}$), halladas para cada metal. En el aluminio, los valores de velocidad de corrosión experimentales, difieren mucho de los valores de

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

velocidad de corrosión calculadas con las mismas expresiones bilogarítmicas halladas para este metal.

Al analizar las formas de las picaduras encontradas en los diferentes metales ensayados para ambas estaciones, según la norma ASTM G 46, podemos darnos cuenta que, los cuatro metales, poseen picaduras del tipo AMPLIAS, siendo esta forma de picaduras la más común. Además, según norma ASTM G 46, para cada material, tenemos los siguientes tipos de picaduras encontrados:

Tabla 1

Tipos de picaduras producidas por la corrosión.

Material	Categoría de corrosividad (ISO9223)
Aluminio	Amplias y elípticas
Cobre	Con dirección vertical, amplias y de bajo corte
Fierro	Amplias y bajo superficies
Zinc	Elípticas, amplias y de bajo superficie

Fuente: (ASTM G46 - 94, 2018)

Aporte:

De la presente investigación se pudo determinar cómo se desarrollará el proceso de corrosión acorde a distintos metales clasificando de qué forma impacta el tipo de metal en el desarrollo del proceso de corrosión y en el uso de un método para determinar la velocidad de corrosión.

2.1.2. Antecedentes a Nivel Internacional

- **ANTECEDENTE 01:**

Título: "Corrosión del acero inoxidable 304 como refuerzo en concreto expuesto a cloruros y sulfatos"

Autor: Miguel Baltazar

Institución: Universidad Tecnológica de Pereira

Ciudad-País: Pereira-Colombia.

Año: 2007.

Tipo de investigación: Tesis de Pregrado.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Resumen:

Se evaluó la corrosión del acero inoxidable 304 y el acero 1018, cubiertos por muestras de concreto elaborados en base a las normas ASTM C470-87 y C192-81, esto se explica ya que el refuerzo cubierto por concreto está naturalmente protegido de la corrosión por la alta alcalinidad del medio que lo rodea, pH=12.2 o mayor, sin embargo, debido al comportamiento como una membrana semipermeable del concreto se da el ingreso de sustancias o iones agresivos (cloruros, sulfatos).

En esta investigación se elaboraron concretos de relación a/c, 0.45 y 0.65. Las muestras estuvieron expuestas 66 semanas en dos medios agresivos, soluciones al 3.5 % de NaCl (Cloruro de Sodio) y 3.5% de Na2SO4(Sulfato de Sodio). La evaluación fue mediante la técnica de Resistencia a la Polarización Lineal (Rp), medición del potencial de corrosión (Ecorr), norma ASTM C-876-91, el valor de resistencia obtenido por esta técnica se define como la resistencia de un espécimen a la oxidación durante la aplicación de un potencial externo. Es así que la corrosión del acero de refuerzo es la causa más importante del deterioro prematuro de las estructuras de concreto reforzado, el utilizar el acero inoxidable como refuerzo se considera una acción preventiva, para estructuras que estén expuestas a medios agresivos, como muelles, puentes, edificios, lo que traería como resultado un periodo de vida útil o de servicio mayor y con ello una reducción en los costos de mantenimiento preventivo y correctivo.

Conclusión:

Los potenciales de corrosión de las muestras de relación a/c=0.65 con acero 1018 y expuestos a cloruros presentan 90% de probabilidad de corrosión.

En las muestras con acero 1018 se observó una influencia determinante de la relación agua/cemento, tanto en los potenciales de corrosión como en las curvas de Rp, presentando un mejor comportamiento contra la corrosión de las muestras de relación agua/cemento = 0.45.

La velocidad de corrosión en las muestras con acero 1018 y expuestos a cloruros presentaron valores de cinética de corrosión en los de relación a/c = 0.65 de hasta 150 veces mayores que los de las muestras con acero 304, y de 30 veces en los de relación 0.45.

La velocidad de corrosión en las muestras con acero 1018 y expuestos a sulfatos presentaron valores de cinética de corrosión tanto en los de relación a/c = 0.65 y 0.45 de hasta 25 veces mayores que los de las muestras con acero 304.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

El acero inoxidable 304 como acero de refuerzo en concreto expuesto a cloruros y sulfatos como medios agresivos presenta una resistencia a la corrosión muy superior al acero 1018 comúnmente utilizado en las estructuras de concreto.

Aporte:

Lo más relevante usado como aporte de esta investigación fue el sustento de que el concreto trabajaba como aislante natural de la corrosión debido a su alta alcalinidad, pero que debido a su comportamiento como una membrana semipermeable da acceso a distintas sustancias o iones agresivos como cloruros o sulfatos que provocan que el acero sea más proclive a iniciar un proceso de corrosión.

- **ANTECEDENTE 02:**

Título: "Estudio experimental de los efectos de la corrosión de las armaduras en vigas continuas de hormigón armado**"**

Autor: Gonzalo Filipe, Simões Ventura

Institución: Universidad Politécnica de Catalunya

Ciudad-País: Barcelona-España.

Año: 2013.

Tipo de investigación: Tesis de Pregrado.

Resumen:

A fin de estudiar los efectos estructurales de la corrosión, se están realizando ensayos en el Laboratorio de Tecnología de Estructuras de la UPC, sobre vigas continuas de hormigón armado sometidas a corrosión forzada, bajo diversos niveles de carga. Se trata de estudiar la evolución de las tensiones, flechas, reacciones, esfuerzos y de la fisuración, en función del grado de corrosión de las armaduras, así como su influencia en la capacidad final de carga, se hicieron los ensayos en 16 vigas, 3 vigas sin grado de corrosión, 3 con 10% de grado de corrosión, 3 con 20% de grado de corrosión y 3 con 30% de porcentaje esperada de perdida de área por el proceso de corrosión con varillas de diámetro 16mm.

Por otra parte, es de destacar la realización de ensayos para caracterizar los materiales, hormigón y acero, que componen las vigas, en la fase no corroída y en la corroída, y también

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

los ensayos de adherencia tipo pull – out entre estos dos materiales en las mismas fases, es así que se ensayaron 12 probetas prismáticas de 200x200x200 mm con diámetro 12 mm de las cuales 4 probetas sin grado corrosión , 4 con 10% de grado de corrosión, 4 con 15% de grado de corrosión y el otro grupo de 12 probetas prismáticas de 200x200x200 mm con diámetro 16 mm de las cuales 4 probetas sin grado corrosión , 4 con 10% de grado de corrosión, 4 con 15% de grado de corrosión, todas estas probetas fueron ensayadas a los 28 días.

Conclusión:

El ensayo de caracterización de los aceros corroídos arrojó datos interesantes sobre su comportamiento, el primero de ellos es que se produce una variación importante de la curva tensión-deformación del material, la curva tan característica del acero se ve modificada principalmente en tres puntos; segundo de ellos es una pérdida de capacidad última de la barra. Se reduce de manera importante la carga última de las probetas y además como dato curioso, se pierde más capacidad de la probeta que no presenta una sección corroída. Esto se puede explicar por dos vías principalmente, la primera de ellas es la presencia de picaduras. Estas picaduras presentan una concentración de tensiones que provocan la rotura localmente de la probeta aun y cuando la tensión no ha llegado a su máximo. Otra explicación al respecto podría ser la modificación de las propiedades de los materiales.

En los ensayos de adherencia tipo pull – out se comprueba una pérdida de capacidad última, deformación última y de plasticidad en relación al acero corroído, sobre todo la disminución del valor máximo de la tensión de adherencia entre las probetas no corroídas y las corroídas para cada diámetro.

Se observa una pérdida de plasticidad de la barra. La zona perfectamente plástica queda prácticamente anulada y se confunde o mezcla con la fase de endurecimiento

El comportamiento obtenido en los ensayos fue lo esperado inicialmente, o sea, la grande diferencia de adherencia entre probetas corroídas y no corroídas es que los valores de adherencia máximos y de carga máximos de las últimas son menores que los del acero sano.

Aporte:

Lo más relevante usado de esta investigación fue el de métodos alternativos de medición de la corrosión como el de la resistencia electroquímica usado para determinar el impacto de corrosión en la adherencia mediante el ensayo de beam out test.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

- **ANTECEDENTE 03:**

Título: "Adherencia entre barras de acero y concretos autocompactantes y convencionales sometidos a cargamentos cíclicos y monotónicos.**"**

Autor: Fredy E. Garzón Reyes, Fernando M. de Almeida Filho, Mounir Khalil El Debs, e Ana Lúcia H. de C. El Debs

Institución: Universidad de Sao Paulo-Brasil.

Ciudad-País: Sao Paulo-Brasil.

Año: 2008.

Tipo de investigación: Articulo Científico.

Resumen:

El presente artículo Científico presenta los resultados de una investigación experimental de una comparación del comportamiento de adherencia entre concretos convencionales y concretos autocompactantes, con barras de acero, cuando estas son sometidas a cargas estáticas o monotónicas y dinámicas o cíclicas alternadas.

En el presente ensayo se realizaron las siguientes dosificaciones del concreto autocompactante y convencional, verificación de la mezcla mediante los ensayos de Slump Flow y V-Funnel y ensayo de arrancamiento mediante el ensayo de pull-out test.

Para esta investigación fueron fabricados testigos con varillas de acero de refuerzo de 10 y 16 mm y se le sometió a la prueba de pull-out mediante el uso de la maquina universal de ensayos mecánicos, servo-hidráulica.

Conclusión:

Se determino que para ambos modelos de mezclas una de prueba y otra definitiva así se llegó a obtener propiedades mecánicas similares (compresión, tracción y módulo) y una resistencia esperada dentro del margen de los 30 MPA, para ambos concretos.

Los ensayos de tracción del concreto fueron realizados en tres cilindros de prueba de 10*20 cm para cada uno de los dos tipos de concreto teniendo como resultado que los realizados con concreto convencional alcanzaron una mayor fuerza máxima y una mayor resistencia a la tracción.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

En los ensayos de arrancamiento respecto al comportamiento de los concretos con el acero de 16mm el comportamiento fue similar mientras que en la de 10 mm el concreto autocompactante resulto poseer una mayor resistencia de adherencia comparado al concreto convencional.

De determino también que las barras de mayor diámetro presentaron u alcanzaron una mayor resistencia a la adherencia.

Aporte:

De la investigación se obtuvo como aporte el desarrollo del ensayo de pull out test par determinar la fuerza de unión normalizada o fuerza de adherencia, además de tener una apreciación del impacto del tipo de concreto y las cargas a las que es sometido en sus propiedades tales como adherencia y tracción.

- **ANTECEDENTE 04:**

Título: "La adherencia en el concreto reforzado: breve revisión histórica de la investigación del fenómeno."

Autor: Norberto Domínguez Ramírez

Institución: Universidad Autónoma de Aguas Calientes-México.

Ciudad-País: Aguas Calientes-México.

Año: 2013.

Tipo de investigación: Articulo Científico.

Resumen:

Esta investigación tuvo como objetivo exponer de manera breve diversas investigaciones, sobre el fenómeno de adherencia y como este es tomado en cuenta en el diseño y análisis de elementos estructurales de concreto armado.

La adherencia es definida como la interacción en la transferencia y continuidad de esfuerzos entre las varillas de acero y el concreto que las rodea, y no como antes se conocía como si fuese una propiedad intrínseca a las varillas de acero.

Para esta investigación, se recolectaron diversos trabajos realizados a lo largo de la historia desde sus inicios, evolución y ensayos que trataron de demostrar que la adherencia también

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

conocida como rigidez de tensión juega un papel importante en el diseño y análisis de las unidades estructurales.

Conclusión:

Hasta el año 1971 ACI-1963 se consideraba el termino de longitud imbuida, lo que implicaba el uso del esfuerzo máximo permisible de adherencia el cual estaría dado en función al diámetro de la varilla y a la resistencia a compresión del concreto, esto fue utilizado hasta la introducción del término longitud de desarrollo el cual tendría por objetivo facilitar el cálculo de los esfuerzos cortantes en las caras del acero, además de cubrir deficiencias del criterio basado en esfuerzos, ya que este no considera la variabilidad de esfuerzos a lo largo de la barra, si bien este concepto ayuda a facilitar el diseño este provoco la desaparición del concepto de interacción acero concreto del código ACI, dificultando además la introducción de modelos no lineales para la adherencia, que son esenciales para la revisión de estructuras existentes, dañadas o que requieran algún tipo de refuerzo.

Tal como lo demuestran las últimas investigaciones de finales de siglo, la interacción del acero y el concreto es la hipótesis fundamental del diseño de concreto armado.

El análisis histórico científico de la investigación de la interacción entre el acero y el concreto permite subdividirlo en tres grandes líneas de investigación la primera la del desarrollo de pruebas experimentales a nivel local y global, la formulación matemática de la adherencia y su uso en modelos numéricos.

De este trabajo se concluyó que de acuerdo al marco teórico recolectado quedaba comprobada que su hipótesis que decía que la interacción concreto-acero era fundamental tanto en el diseño, el comportamiento y reglamentación del concreto reforzado.

Aporte:

De esta investigación se obtuvo como aporte desde antiguos métodos y ensayos para determinar una buena adherencia, hasta los más recientes como posibles usos de fórmulas experimentales a usar en un futuro cercano y del impacto de la adherencia en un diseño estructural.

- **ANTECEDENTE 05:**

Título: “Corrosión del Acero en elementos de hormigón armado vigas y columnas.”

Autor: Josué Paredes, Juan Prieto, Ing. Eduardo Santos.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Institución: Escuela Superior Politécnica del Litoral – Ecuador.

Ciudad-País: Guayaquil-Ecuador.

Año: 2013.

Tipo de investigación: Articulo Científico.

Resumen:

El siguiente articulo científico tuvo como fin determinar las principales causas de la corrosión enfocándose en la carbonatación del hormigón, la corrosión por cloruros y los factores acelerantes de la corrosión.

El propósito era brindar posibles soluciones a este fenómeno de corrosión, para ello se realizó la recolección de data para identificar las zonas más vulnerables y como estas se ven afectadas por los distintos factores que provocan la corrosión.

Conclusión:

Como resultado se planteó métodos de protección tales como eliminación de aire atrapado, espesor de recubrimiento suficiente, temperatura, humedad y libre de cloruros; segundo la curación y como retirar zona de concreto afectada y colocar un sellante o pintura; y finalmente rehabilitación usando corriente continua y protección catódica.

Aporte:

De la investigación el aporte más relevante fue determinar las principales causas del inicio del proceso de corrosión y de estos se planteó medidas para evitar que se desarrollara un proceso de corrosión agresiva.

- **ANTECEDENTE 06:**

Título: “Corrosión de estructuras de hormigón armado emplazadas en ambiente marino”.

Autor: María Beatriz Valcarce y Marcela Vázquez

Institución: Universidad Nacional de Mar del Plata – Argentina.

Ciudad-País: Mar del Plata – Argentina.

Año: 2016.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tipo de investigación: Articulo Científico.

Resumen:

Esta investigación tuvo como objetivo evaluar el grado de avance de la corrosión, para lo cual se realizaron estudios en las estructuras viales(puentes) y edificios cercanos al litoral marino en la ciudad Mar de la Plata para ello se realizó una inspección visual de las zonas más afectadas para posteriormente realizar en estas pruebas como conductividad eléctrica, extracción de hormigón con broca diamante, medición de los potenciales electroquímicos estas indican si alguna parte de la estructura se encuentra la corrosión de manera activa o pasiva y la resistencia a la polarización, de este trabajo se concluyó que los factores que determinan la velocidad de corrosión serían los defectos constructivos, filtraciones, acumulación de agua y empleo de dosificaciones y materiales inapropiadamente almacenados, asimismo la durabilidad de las estructuras con el fin de identificar estructuras afectadas y brindar recomendaciones para su tratado y reparación

Conclusión:

Como resultado de la investigación se identificó y se han realizado estudios en varias estructuras de hormigón armado afectados por la corrosión siendo en su mayoría puentes y estructuras viales y los restantes en edificios teniendo en común las más afectadas encontrarse cercanas al litoral marino.

Las patologías más comunes que se pudieron observar fueron agrietamientos paralelos en la dirección del refuerzo, manchas de oxido, delaminación y desprendimiento del recubrimiento de hormigón, así como armaduras expuestas en avanzado estado de corrosión

Estos resultados revelaron que el proceso de corrosión de las armaduras está ligado fuertemente al tipo de ambiente al que está expuesta la estructura.

Finalmente se determinó que la corrosión resulta verse producida por la suma de distintos factores tales como, defectos constructivos (escaso o inexistente recubrimiento de hormigón), filtraciones y acumulación de agua, empleo de materiales y dosificaciones de mezcla inapropiadas.

Conociendo las causas y el grado de avance del deterioro es posible identificar los sectores más afectados y recomendar métodos de reparación adecuados a la severidad del problema tratado y que contribuyan a implementar soluciones efectivas.

Aporte:

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

De la presente investigación el aporte más relevante vendría a ser el desarrollo del proceso de corrosión de manera agresiva en ambientes más cálidos y a la humedad ambiental producida por la propia temperatura del ambiente marino, otras causas del proceso de corrosión desde el punto de vista de la ingeniería tales como defectos constructivos, filtraciones y acumulación del agua, además del empleo de materiales y dosificaciones de mezcla inapropiadas.

2.2. Aspectos teóricos pertinentes

2.2.1. El concreto armado

(Cachay Chavez, 2003) define al concreto armado como: "el concreto simple reforzado con armaduras metálicas que absorben generalmente los esfuerzos de tracción que el concreto sólo no podría resistir y también para incrementar en algunos casos los esfuerzos de compresión del concreto." Por lo que podemos definir al concreto armado como un elemento de la construcción formado a partir de la interacción del concreto con el acero de refuerzo, con la finalidad de cubrir las falencias un material del otro haciendo que de la interacción de ambas obtengamos un material capaz de resistir tanto fuerzas a compresión como a tracción, a su vez el concreto armado resulta de la unión de concreto y acero.

2.2.2. El Concreto

Según (Lopez Rivva, 2005) El concreto es un producto artificial que consiste en un medio ligante denominado pasta, dentro del cual se encuentran embebidas partículas de un medio ligado denominado agregado. Las propiedades del concreto están determinadas fundamentalmente por las características físicas y químicas de sus materiales que lo componen. (Pasquel Carbajal, 1998) define que: "el concreto es el material constituido por la mezcla en ciertas proporciones, de cemento, agua, agregados y opcionalmente aditivos, que inicialmente denota una estructura plástica y moldeable y que posteriormente adquiere una consistencia rígida con propiedades aislantes y resistentes lo que lo hace un material ideal para la construcción". Por lo tanto, el concreto viene a ser una mezcla que inicialmente se encuentra en un estado semilíquido, que se adapta al recipiente que lo contiene para luego pasar a un estado sólido y monolítico haciéndolo un material perfecto para la construcción.

Este autor también menciona que el concreto: "como cualquier material, se contrae al bajar la temperatura, se dilata si ésta aumenta, se ve afectado por sustancias agresivas y se rompe si es sometido a esfuerzos que superan sus posibilidades, por lo que responde perfectamente a las leyes físicas y químicas". Esto supone que, el concreto es susceptible a factores externos ya sean factores físicos como variación de temperatura o químicos como sustancias agresivas que afecten al concreto o a sus componentes.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Según (Kumar Mehta, 1998), el concreto es un material de construcción que es el más utilizado por varias razones, primero porque posee una gran resistencia a la acción del agua sin sufrir un notable deterioro, además puede ser moldeado para dar una gran variedad de formas y tamaños gracias a la trabajabilidad de la mezcla.

Figura 7

Concreto Convencional

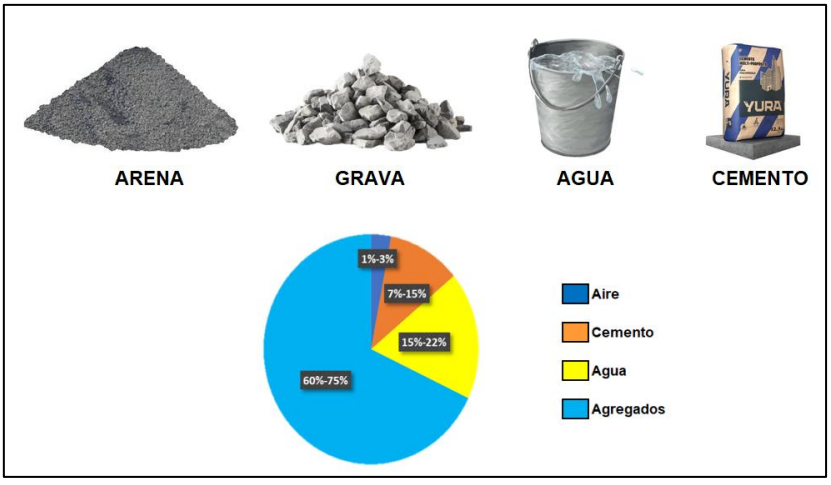
Fuente: https://www.nortmix.com.pe/concreto-convencional/

2.2.2.1. Componentes del concreto

El concreto está compuesto de cemento, agua y agregados como elementos principales, como elementos secundarios pueden estar presentes aire, aditivos y fibras. Las propiedades y características; así como las especificaciones requeridas de los materiales empleados en la producción de concreto, deben ceñirse a la normatividad NTP vigente en el país, en caso de no existir ésta se ceñirán a la Norma ASTM. (Lopez Rivva, 2005)

Figura 8

Componentes del concreto.



Fuente: Adaptado de (Pasquel Carbajal, 1998)

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

2.2.2.1.1. Cemento

a) Definición

Según (Harmsen, 2002). El cemento se obtiene del proceso de pulverización del clinker el cual es producido por la calcinación hasta la fusión incipiente de materiales calcáreos y arcillosos.

Según (Abanto Castillo, 2009), el cemento es uno de los componentes más importantes para la producción del concreto, el cemento más usado es el portland. En esencia, es un material aglomerante con la capacidad de unir a los demás agregados del concreto y formar la pasta.

b) Tipos de Cemento

- Tipo I: Es de uso general y sin propiedades especiales.
- Tipo II: De moderado calor de hidratación y con una resistencia al ataque de los sulfatos.
- Tipo III: De resistencia temprana y elevado calor de hidratación. Para uso en clima frio o en los casos que se necesite adelantar la puesta en servicios de las estructuras.
- Tipo IV: De bajo calor de hidratación.
- Tipo V: De alta resistencia al ataque de sulfatos, para ambientes muy agresivos.
- Tipo IS: Cementos al que se le ha añadido entre 25% y 70% en peso de escoria de alto horno, se puede emplear en construcciones en general.
- Tipo S: El contenido mínimo de escoria es del 70% en peso del cemento de escoria, se usa comúnmente en donde se requieran resistencias inferiores.
- Tipo IP, cemento al que se ha añadido entre 15% y 40% en peso de puzolana.
- Tipo 1(PM), cemento al que se le ha añadido menos del 15% en peso de puzolana, se emplea en todo tipo de construcciones de concreto.

Las puzolanas son materiales que, al reaccionar con los productores de hidratación del cemento, como los hidróxidos de calcio y el agua adquieren propiedades aglomerantes que no presentan individualmente.

Las características principales del cemento Ip de acuerdo con la ficha técnica de la marca (Yura, 2014) son:

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Figura 9

Cemento Ip-Yura.

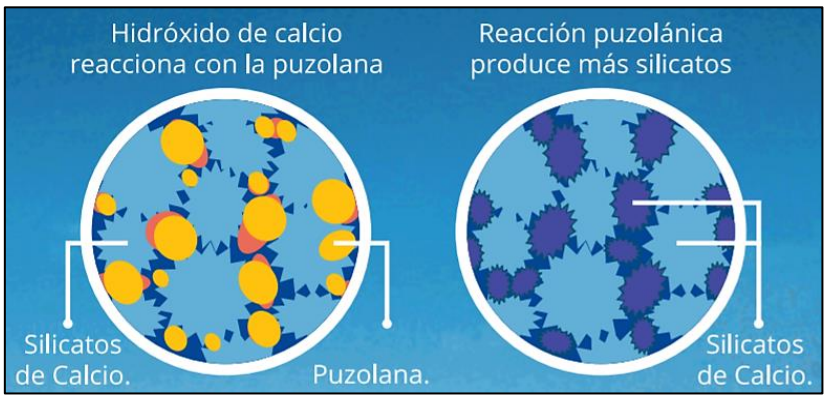
Fuente: (Yura, 2014)

a) Buena resistencia a la acción de los sulfatos reduciendo la eflorescencia del salitre por lo tanto la corrosión del acero de refuerzo en los elementos estructurales.

b) Mayor resistencia a la compresión debido a que los aluminosilicatos de la puzolana entran en reacción con el hidróxido de calcio que es liberado en la reacción de hidratación del cemento formando silicatos cálcicos que son compuestos hidráulicos que dan una resistencia adicional a este tipo de cemento comparado con otros que no contienen puzolana.

Figura 10

Reacción química del cemento tipo 1p.



Fuente: (Yura, 2014)

c) Mayor Impermeabilidad debido a la gran generación de silicatos cálcicos producidos en la hidratación del cemento los cuales permiten que el concreto sea menos permeable y protegiendo así a los elementos de acero de la corrosión.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

d) Menor calor de hidratación ya que la puzolana al reaccionar con el hidróxido de calcio inhibe la gran generación de calor de hidratación producida por la reacción del hidróxido de calcio con el aluminato tricálcico evitando así fuertes contracciones y fisuraciones importantes que afectan la calidad del concreto, principalmente en obras de gran tamaño.

2.2.2.1.2. Agregados

a) Definición

Agregado es un conjunto de partículas de origen natural o artificial, que pueden ser tratados o elaborados, y cuyas dimensiones están comprendidas entre los límites fijados por la (NTP 400.011, 2008). Se les llama también áridos.

(Rivera, 2006). Los agregados también llamados áridos son aquellos de forma granular, naturales o artificiales que aglomerados por el cemento Portland en presencia de agua forman un todo compacto (piedra artificial), conocido como mortero o concreto.

(Cachay Chavez, 2003). Para concretos estructurales comunes, los agregados ocupan aproximadamente entre el 70% y 75% del volumen de la masa endurecida, el resto está conformado por la pasta de cemento endurecida, agua no combinada (es decir, agua no utilizada en la hidratación del cemento) y vacíos de aire.

b) Clasificación de los agregados

I. Por su Origen

- **Agregados naturales:**

Son los formados por los procesos reológicos naturales y que son extraídos de arrastres fluviales (arenas y gravas de rio) y de canteras de diversas rocas y piedras naturales, después son seleccionados y procesados para optimizar su empelo en la producción de concreto. Se pueden aprovechar en su granulometría natural o triturándolos mecánicamente, según sea las especificaciones requeridas.

- **Agregados artificiales:**

Provienen de un proceso de transformación de materiales naturales, que proveen productos secundarios que con un tratamiento adicional se habilitan para emplearse en la producción de concreto.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

II. Por su tamaño

•Agregado grueso o piedra:

El agregado grueso es el que se retiene en el tamiz N° 4. Está constituido por rocas graníticas, dioríticas, y sieníticas.

•Agregado fino o arena:

Es aquella que proviene de la desintegración natural o artificial y que pasa el Tamiz N° 4, es decir un Tamiz con cuatro aberturas por pulgada lineal.

c) Características Resistentes de los agregados

Constituidas por aquellas propiedades que le confieren la capacidad de soportar esfuerzos o tensiones producidas por agentes externos, así tenemos los principales.

- Resistencia: Capacidad de asimilar la aplicación de fuerzas de compresión, corte, tracción y flexión, normalmente se mide por medio de la resistencia a la compresión, para lo cual se necesita ensayar testigos cilíndricos o cúbicos de tamaño adecuado al equipo de ensayo, que se perforan o cortan de una muestra lo suficientemente grande. (Pasquel Carbajal, 1998)
- Tenacidad: Se denomina así en general a la resistencia al impacto, tiene transcendencia en las propiedades del concreto ante impactos, que son importantes en términos prácticos, al momento de evaluar las dificultades en el procesamiento por chancado del material. Su estimación es más cualitativa que cuantitativa. (Pasquel Carbajal, 1998)
- Dureza: Es la resistencia al desgaste por la acción de unas partículas sobre otras o por agentes externos, en los agregados para concreto se cuantifica por medio de la resistencia a la abrasión en la Maquina de Los Ángeles. (Pasquel Carbajal, 1998)

d) Agregado Grueso

En general son primordiales en los agregados las características de densidad, resistencia, porosidad, y la distribución volumétrica de las partículas, que se acostumbra a denominar granulometría o gradación. Asociadas a estas características se encuentran una serie de ensayos o pruebas standard que miden estas propiedades para compararlas con valores de referencia establecidos o para emplearlas en el diseño de mezclas (Pasquel Carbajal, 1998)

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Es importante para evaluar estos requerimientos el tener claros los conceptos relativos a las siguientes características físicas de los agregados y sus expresiones numéricas:

I. Granulometría

La medición del tamaño de los volúmenes de diferentes tamaños de partículas sería muy difícil su realización, es por ello que se realiza la medición de esta en forma indirecta, el cual es tamizándolas por medio de una serie de mallas de aberturas conocidas y pesando los materiales retenidos refiriéndolos en % con respecto al peso total. (Pasquel Carbajal, 1998)

A esto es lo que se le denomina análisis granulométrico o granulometría, que es la representación numérica de la distribución volumétrica de las partículas por tamaños.

El agregado grueso deberá estar graduado dentro de los límites establecidos en la Norma (NTP 400.037, 2014) o en la norma ASTM C 33, los cuales están indicados en la siguiente tabla. (Lopez Rivva, 2005)

Tabla 2

Requisitos granulométricos para el agregado grueso.

Tamaño Nominal	% Pasa por los tamices normalizados												
	100mm (4")	90mm (3½")	75mm (3")	63mm (2½")	50mm (2")	37.5mm (1½")	25mm (1")	19mm (¾")	12.5mm (½")	9.5mm (3/8")	4.75mm (N°4)	2.36mm (N°8)	1.18mm (N°16)
90 mm a 37.5 mm (3½" a 1½")	100	90 a 100	--	25 a 60	--	0 a 15	--	0 a 5	--	--	--	--	--
63 mm a 37.5 mm (2½" a 1½")	--	--	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	--	0 a 5	--	--	--	--	--
50 mm a 25 mm (2" a 1")	--	--	--	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	--	0 a 5	--	--	--	--
50 mm a 4.75 mm (2" a N°4)	--	--	--	100	95 a 100	--	35 a 70	--	10 a 30	--	0 a 5	--	--
37.5 mm a 19 mm (1½" a ¾")	--	--	--	--	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	--	0 a 5	--	--	--
37.5mm a 4.75mm (1½" a N°4)	--	--	--	--	100	95 a 100	--	35 a 70	--	10 a 30	0 a 5	--	--
25 mm a 12.5 mm (1" a ½")	--	--	--	--	--	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	--	--	--
25 mm a 9.5 mm (1" a 3/8")	--	--	--	--	--	100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5	--	--
25 mm a 4.75 mm (1" a N°4)	--	--	--	--	--	100	95 a 100	--	25 a 65	--	0 a 10	0 a 5	--
19 mm a 9.5 mm (¾" a 3/8")	--	--	--	--	--	--	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5	--	--
19 mm a 4.75 mm (¾" a N°4)	--	--	--	--	--	--	100	90 a 100	--	20 a 55	0 a 10	0 a 5	--
12.5mm a 4.75mm (½" a N°4)	--	--	--	--	--	--	--	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	--
9.5mm a 2.38mm (3/8" a N°8)	--	--	--	--	--	--	--	--	100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5

Fuente: (NTP 400.037, 2014)

II. Tamaño máximo

El Tamaño Máximo del agregado grueso es el que corresponde al menor tamiz por el que pasa toda la muestra de agregado grueso.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

(NTP 400.011, 2008) El tamaño máximo del agregado es otro factor que se deriva del análisis granulométrico y está definido como la abertura del menor tamiz de la serie que permite el paso del 100% del material.

En la práctica, lo que indica el tamaño máximo de un agregado es el tamaño de la partícula más grande que hay dentro de la masa de agregados, el cual debe ser compatible con las dimensiones y especificaciones de la estructura. (Sánchez de Guzmán, 2001)

III. Tamaño máximo nominal

El tamaño máximo nominal del agregado grueso es el que corresponde al menor tamiz de la serie utilizada que produce el primer retenido, esto lo podemos encontrar en la (NTP 400.011, 2008) Es el que corresponde al menor tamiz de la serie utilizada que produce el primer retenido entre 5 % y 10 %. (NTP 400.037, 2014)
El tamaño máximo nominal del agregado no deberá ser mayor de.

- 1/5 de la menor separación entre los lados del encofrado.
- 1/3 de la altura de la losa, de ser el caso.
- ¾ del espaciamiento mínimo libre entre las barras o alambres individuales de refuerzo, paquetes de barras, tendones individuales, paquetes de tendones o ductos.

IV. Absorción del agregado grueso

Es la cantidad de agua absorbida por el agregado después de ser sumergido 24 horas en esta, se expresa como porcentaje del peso seco. El agregado se considera "seco" cuando este ha sido mantenido a una temperatura de 110 ºC +- 5ºC por tiempo suficiente para remover toda el agua sin combinar. (NTP 400.021, 2002)
Absorción (Ab)

$$Ab(\%) = \frac{B - A}{A} * 100$$

A= Peso de la muestra seca en el aire, gramos.

B= Peso de la muestra saturada superficialmente seca en el aire, gramos.

V. Peso específico del agregado grueso

Es el cociente de dividir el peso de las partículas entre el volumen de estas sin considerar los vacíos entre ellas. Los valores son adimensionales. (NTP 400.021, 2002)

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Peso específico de masa (Pem) Es la relación, a una temperatura estable, de la masa en el aire de un volumen unitario de agregado (incluyendo los poros permeables e impermeables en las partículas, pero no incluyendo los poros entre partículas); a la masa en el aire de igual volumen de agua destilada libre de gas. (NTP 400.021, 2002)

$$Pem = \frac{A}{(B - C)}$$

Donde:

A = Peso de la muestra seca en el aire, gramos.

B = Peso de la muestra saturada superficialmente seca en el aire, gramos.

C = Peso en el agua de la muestra saturada.

Peso Específico de masa saturada con superficie seca (PeSSS).

$$PeSSS = \frac{B}{(B - C)}$$

Peso específico aparente (Pea). Es la relación a una temperatura estable, de la masa en el aire de un volumen unitario de la porción impermeable del agregado y la masa en el aire de igual volumen de agua destilada libre de gas. (NTP 400.021, 2002)

$$\mathrm{P}ea = \frac{A}{(A-C)} * 100$$

VI. Humedad

Es la cantidad de agua superficial retenida en un momento determinado por las partículas de agregado.

(Pasquel Carbajal, 1998) Es una característica importante pues contribuye a incrementar el agua de mezcla en el concreto, razón por la que se debe tomar en cuenta juntamente con la absorción para efectuar las correcciones adecuadas con la proporción de las mezclas. La humedad se expresa de la siguiente manera según ASTM C-566 (Método estándar de ensayo para medir el contenido total de humedad en agregados mediante secado)

El contenido de humedad (P)

$$P = 100 * \frac{(Wi - Wf)}{Wf}$$

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Donde:

P = contenido total de humedad total evaporable de muestra en porcentaje

Wi = Peso inicial de la muestra (gramos)

Wf = Peso final de la muestra secada en el horno (gramos)

VII. Peso Unitario

(Pasquel Carbajal, 1998) Defino que el cociente de dividir el peso de las partículas entre el volumen total incluyendo los vacíos. Al incluir los espacios entre las partículas, está influenciado por la manera en que se acomodan estas lo convierten en un parámetro hasta cierto punto relativo.

Peso Unitario: Calcular el peso unitario compactado o suelto, como sigue:

$$PU = \frac{(PT - PM)}{VM}$$

Donde:

PU = Peso Unitario del agregado en kg/m3 (lb/p3).

PT = Peso del recipiente de medida más el agregado en kg (lb).

PM = Peso del recipiente de medida en kg (lb).

VM = Volumen de la medida en m3 (p3).

e) Agregado Fino

I. Granulometría.

Según (Abanto Castillo, 2009) se considera como agregado fino a la arena o piedra natural finalmente triturada, de dimensiones reducidas y que pasan el tamiz 9.5 mm (3/8") y que cumple con los límites establecidos en la norma NTP 400.037. La distribución del tamaño de partículas se determina por separación con una serie de mallas normalizadas. Las mallas normalizadas utilizadas para el agregado fino son N°s 4, 8, 16, 30, 50 y 100. El Reglamento Nacional de Edificaciones especifica la granulometría de la arena en concordancia con las normas del ASTM.

Tabla 3

Limites granulométricos del agregado fino.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

TAMIZ	PORCENTAJE QUE PASA
9.5mm(3/8pulg)	100
4.75 mm (N° 4)	95 a 100
2.36 mm(N°8)	80 a 100
1.18 mm(N°16)	50 a 85
600 µm(N°30)	25 a 60
300 µm(N°50)	5 a 30
150 µm(N°100)	0 a 10

Fuente: (NTP 400.037, 2014)

Calculo

$$Peso\ pon.Ac = \frac{Peso\ Acum.1x\%Agregado}{100} + \frac{Peso\ Acum.2x\%Agregado}{100}$$

$$\%Retenido = \frac{Peso\ del\ material\ retenido\ en\ el\ tamiz}{Peso\ total\ de\ la\ meustra} * 100$$

$$\%Pasa = 100 - \%Retenido\ Acumulado$$

El agregado fino deberá cumplir con lo siguiente:

El agregado no deberá retener más del 45% en dos tamices consecutivos cualesquiera. (Rivera, 2006)

En general es recomendable que la granulometría se encuentre dentro de los límites de la. (NTP 400.037, 2014)

II. Módulo de fineza

Según (Lopez Rivva, 2005) el módulo de fineza es un índice de mayor o menor grosor del conjunto de partículas de un agregado. Los agregados que presentan un módulo de fineza bajo indican una preponderancia de las partículas más finas con área superficial total muy alta lo que será necesario cubrir con pasta. El módulo de fineza sirve como una medida del valor lubricante de un agregado dado que cuanto mayor es el valor menor será el valor lubricante y la demanda de agua por su área superficial.

El módulo de fineza se calcula sumando los porcentajes retenidos en la serie de mallas

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

estándar: 3", 1½", ¾", 3/8", N°4, N°8, N° 16, N°30, N°50 y N°100. (Abanto Castillo, 2009)

$$F = \frac{\Sigma\%\ Retenido\ Acumulados}{100}$$

III. Peso específico seco (gravedad especifica) del agregado fino

Según la norma (ASTM C 128). Este método cubre la determinación de la densidad media de una cantidad de partículas de agregado fino (no incluye el volumen de vacíos entre partículas), la densidad relativa, (gravedad especifica), y la absorción del agregado fino.

Una muestra de agregado es retirada en agua por 24 h ± 4 h para esencialmente llenar los poros. Luego es retirada del agua, el agua superficial de las partículas es secada y se determina la masa. Posteriormente, la muestra (o una parte de ella) se coloca en un recipiente graduado y el volumen de la muestra se determina por el método gravimétrico o volumétrico.

Finalmente, la muestra es secada en horno y la masa se determina de nuevo.

Cálculo

Peso específico de masa (Pem)

$$Pem = \frac{A}{(B - C)}$$

Donde:

A=Peso de la muestra seca en el aire, gramos

B= Peso de la muestra saturada superficialmente seca en el aire, gramos

C= Peso en el agua de la muestra saturada.

Peso específico de masa saturada con superficie seca (PeSSS)

$$PeSSS = \frac{B}{(B - C)}$$

Peso específico aparente (Pea)

$$Pea = \frac{A}{(A - C)} * 100$$

2.2.2.1.3. Agua

(Rivera, 2006) Nos indica que el agua de mezcla cumple dos funciones muy importantes, permitir la hidratación del cemento y hacer la mezcla manejable. De toda el agua que se emplea en la preparación de un mortero o un concreto, parte hidrata el cemento, el resto no presenta

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

ninguna alteración y con el tiempo se evapora; como ocupaba un espacio dentro de la mezcla, al evaporarse deja vacíos los cuales disminuyen la resistencia y la durabilidad del mortero o del hormigón.

I. Agua de mezcla

Según (Pasquel Carbajal, 1998) el agua de mezcla en el concreto tiene tres funciones principales:

a) Reaccionar con el cemento para hidratarlo,

b) Actuar como lubricante para contribuir a la trabajabilidad del conjunto

c) Procurar la estructura de vacíos necesaria en la pasta para que los productos de hidratación tengan espacio para desarrollarse.

Por lo tanto, la cantidad de agua que interviene en la mezcla de concreto es normalmente por razones de trabajabilidad, mayor de la necesaria para la hidratación del cemento.

El problema principal del agua de mezcla reside en las impurezas y la cantidad de éstas, que ocasionan reacciones químicas que alteran el comportamiento normal de la pasta de cemento.

II. Agua de curado

En general, los mismos requisitos que se exigen para el agua de mezcla deben ser cumplidos por las aguas para curado, y por otro lado en las obras es usual emplear la misma fuente de suministro de agua tanto para la preparación como para el curado del concreto. (Pasquel Carbajal, 1998)

a) Inmersión: Es el método más completo de curado. se usa cuando se trata de losas para pisos, puentes o pavimentos, techos planos (azoteas), es decir, en cualquier lugar donde sea posible almacenar agua con una altura pequeña.

2.2.2.1.4. Propiedades del concreto

Al seleccionar las propiedades de la mezcla debe tenerse en consideración las condiciones de colocación, la calidad y experiencia del personal profesional y técnico, así como la consideración de que el concreto debe ser económico no solo en su primer costo sino también en sus futuros servicios.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

a) Propiedades del concreto fresco

(Torre Castillo, 2004) El Concreto en estado fresco es desde que se mezcla el concreto hasta que fragua el cemento.

El comportamiento reológico del concreto fresco depende de:

- Relación agua / cemento.
- Grado de hidratación.
- Tamaño de partículas.
- Mezclado.
- Temperatura

I. Trabajabilidad

(Torre Castillo, 2004) Es la facilidad que tiene el concreto para ser mezclado, manipulado y puesto en obra, con los medios de compactación del que se disponga, la trabajabilidad depende de:

- Dimensiones del elemento.
- Secciones armadas.
- Medios de puesta en obra.

Según (Abanto Castillo, 2009) es la facilidad que presenta el concreto freso para ser mezclado, colocado, compactado y acabado sin segregación y exudación durante estas operaciones.

No existe prueba alguna hasta el momento que permita cuantificar esta propiedad generalmente se aprecia en los ensayos de consistencia.

II. Consistencia

Denominamos consistencia a la mayor o menor facilidad que tiene el hormigón fresco para deformarse o adaptarse a una forma específica. (Abanto Castillo, 2009)

La consistencia depende:

- Agua de amasado.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

- Tamaño máximo del agregado.
- Granulometría.
- Forma de los agregados influye mucho el método de compactación.

Tabla 4

Tipos de concreto según su consistencia.

CONSISTENCIA	SLUMP	TRABAJABILIDAD	MÉTODO DE COMPACTACIÓN
Seca	0" a 2"	Poco trabajable	Vibración Normal
Plástica	3" a 2"	Trabajable	Vibración Ligera
Fluida	>5"	Muy Trabajable	Chuseado

Fuente: (Abanto Castillo, 2009)

III. Contracción

Es una de las propiedades más importantes en función de los problemas de fisuración que acarrea con frecuencia.

Pero además existe otro tipo de contracción inherente también a la pasta de cemento y es la llamada contracción por secado, que es la responsable de la mayor parte de los problemas de Fisuración, dado que ocurre tanto en el estado plástico como en el endurecido si se permite la pérdida de agua en la mezcla.

(Pasquel Carbajal, 1998) Nos informa que este proceso no es irreversible ya que, si se repone el agua perdida por secado, se recupera gran parte de la contracción acaecida. Esta propiedad se tratará con mucha amplitud al tocar el tema de los cambios volumétricos en el concreto.

b) Propiedades del concreto endurecido

I. Elasticidad

Es la capacidad del concreto de deformarse bajo carga, sin tener deformación permanente. (Pasquel Carbajal, 1998)

El concreto no es un material elástico estrictamente hablando, ya que no tiene un comportamiento lineal en ningún tramo de su diagrama carga vs deformación en compresión, sin embargo, convencionalmente se acostumbra a definir un "Módulo de elasticidad estático" del concreto mediante una recta tangente a la parte inicial del diagrama,

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

o una recta secante que une el origen del diagrama con un punto establecido que normalmente es un % de la tensión última.

Según (Pasquel Carbajal, 1998) Los módulos de elasticidad normales oscilan entre 250,000 a 350,000 kg/cm2, y están en relación directa con la resistencia en compresión del concreto, y en relación inversa con la relación agua/cemento.

II. Resistencia

Es la capacidad de soportar cargas y esfuerzos, siendo su mejor comportamiento en compresión en comparación con 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 la relación Agua/Cemento en peso. La afectan además los mismos factores que influyen en las características resistentes de la pasta, como son la temperatura y el tiempo, aunados a otros elementos adicionales constituidos por el tipo y características resistentes del cemento en particular que se use y de la calidad de los agregados, que complementan la estructura del concreto. (Pasquel Carbajal, 1998)

- **Resistencia a la compresión**

  La resistencia a la compresión del concreto normalmente se la cuantifica a los 28 días de vaciado el concreto, aunque en estructuras especiales como túneles, presas o cuando se emplean cementos especiales, pueden especificarse tiempos menores o mayores a 28 días. (Torre Castillo, 2004)

  La resistencia a los 7 días normalmente se estima como un 75% de la resistencia a los 28 días. La resistencia a la compresión especificada se designa con el símbolo de f`c.

  La resistencia del concreto se determina en muestras cilíndricas estandarizadas de 15 cm de diámetro y 30 cm. de altura, llevadas hasta la rotura mediante cargas incrementales relativamente rápidas. (Torre Castillo, 2004)

- **Ensayo Resistencia a la compresión(NTP 339.034., 2008)**

  El método de ensayo consiste en aplicar una carga axial en compresión a los moldes cilíndricos en una velocidad tal que este dentro del rango especificado antes que la falla ocurra. El esfuerzo a la compresión de la muestra está calculado por el cociente de la

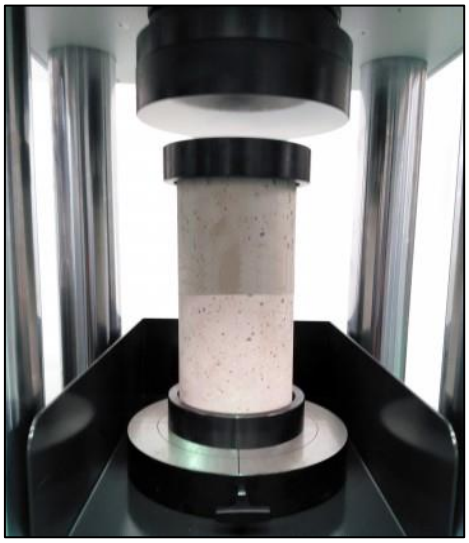
DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

máxima carga obtenida durante el ensayo entre el área de la sección transversal de la muestra.

Figura 11

Ensayo de resistencia a la compresión



Fuente: http://www.imcyc.com/revistacyt/index.php/ingenieria/19-ensayo-a-la-compresion-medida-del-desempeno-real-del-concreto

La resistencia a la compresión de la probeta se calcula con la siguiente formula:

$$F´c = \frac{4P}{\pi * D^2}$$

Donde:

F´c= Es la resistencia a la compresión, en kg/cm2.

P= La carga máxima de ruptura en kilogramos.

D= Es el diámetro de la probeta cilíndrica, en centímetros.

Los ensayos a compresión de probetas del curado húmedo serán hechos tan pronto como sea práctico luego de retirarlos del almacenaje de humedad.

Colocación: Colocar el bloque de rotura inferior, sobre el cabezal de la máquina de ensayo. El bloque de rotura superior directamente bajo la rótula del cabezal. Limpiar las caras de contacto de los bloques superior e inferior y las de la probeta de ensayo y colocar el cilindro sobre el bloque inferior de rotura. Cuidadosamente alinear los ejes de la probeta con el centro de empuje de la rótula del bloque asentado.

Velocidad de carga: Aplicar la carga continuamente y sin detenimiento, calcular la resistencia a la compresión del espécimen por dividir la carga máxima alcanzada por el

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

espécimen durante el ensayo entre el área promedio de la sección recta y expresar el resultado con aproximación a 0,1 MPa.

III. Extensibilidad

Es la propiedad del concreto de deformarse sin agrietarse, se define en función de la deformación unitaria máxima que puede asumir el concreto sin que ocurran fisuraciones.

Depende de la elasticidad y del denominado flujo plástico, constituido por la deformación que tiene el concreto bajo carga constante en el tiempo. El flujo plástico tiene la particularidad de ser parcialmente recuperable, estando relacionado también con la contracción, pese a ser dos fenómenos nominalmente independientes.

Según (Pasquel Carbajal, 1998) La micro fisuración aparece normalmente alrededor del 60% del esfuerzo último.

2.2.2.2. Diseño de Mezclas

(Lopez Rivva, 2005) El diseño de mezclas es un proceso que consiste en calcular las proporciones de los elementos que forman el concreto, con el fin de obtener los mejores resultados.

El procedimiento descrito en ACI 211 detalla dos métodos de proporcionar mezclas de concreto de peso normal y denso, que son:

- Basado en un peso estimado del concreto por volumen unitario.
- Basado en el cálculo del volumen absoluto ocupado por los componentes del concreto.

El comité 211 del ACI ha desarrollado un procedimiento de diseño de mezclas, basándose en cuadros, permite obtener valores de los diferentes materiales que integran la unidad cubica de concreto.

Requerimientos para el diseño de mezclas.

Será útil la siguiente información de materiales disponibles:

- Análisis granulométrico del agregado fino y grueso.
- Peso unitario del agregado grueso.
- Peso específico en masa, porcentaje de absorción y humedad de los agregados a utilizarse.
- Peso específico del cemento.
- Requerimientos de agua de mezclado, en base a experiencias con los agregados disponibles.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

2.2.2.2.1. Pasos para el diseño de mezclas.

Paso N.º 1 Cálculo de la resistencia promedio requerida.

Si se desconoce el valor de la desviación estándar, se utilizará la tabla 05 para la determinación de la resistencia promedio requerida.

Tabla 5

Resistencia a la compresión promedio.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO.	
f´cr (kg / cm2)	f´c (kg / cm2)
f´c +70	Menor de 210
f´c + 85	210 a 350
f´c + 98	Mayor de 350

Fuente: (Lopez Rivva, Diseño de Mezclas, 2005)

Paso N.º 2: Selección del asentamiento.

(Lopez Rivva, 2005) Si las especificaciones de obra no dan el asentamiento de la mezcla a ser diseñada, utilizando la tabla 06, podemos seleccionar un valor adecuado para el determinado trabajo que se va a utilizar.

Tabla 6

Asentamientos recomendados para varios tipos de construcción.

TIPO DE ESTRUCTURA	SLUMP MÁXIMO	SLUMP MÍNIMO
Zapatas y Muros de Cimentación Reforzados	3 "	1 "
Cimentación Simples y Calzaduras	3 "	1 "
Vigas y Muros Armados	4 "	1 "
Columnas	4 "	2 "
Losas y Pavimentos	3 "	1 "
Concreto Ciclópeo	2 "	1 "

Fuente: (Lopez Rivva, Diseño de Mezclas, 2005)

Estos valores de asentamiento mostrado se aplicarán cuando el método de consolidación utilizado sea vibración.

Cuando se utilizan métodos de consolidación del concreto diferentes de vibración, estos valores pueden ser incrementados en 1”.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tabla 7

Consolidación del concreto.

CONSISTENCIA REQUERIDA DEL CONCRETO.		
CONSISTENCIA	ASENTAMIENTO	
Seca	0 "	2 "
Plástica	3 "	4 "
Fluida	>=5 "	

Fuente: (Lopez Rivva, Diseño de Mezclas, 2005)

Pasó N.º 3: Selección del tamaño máximo del agregado.

La norma NTP 400.037 define al tamaño máximo: es el que corresponde al menor tamiz por el que pasa toda la muestra de agregado grueso.

La norma NTP 400.037 define al tamaño máximo nominal: es el que corresponde al menor tamiz de la serie utilizada que produce el primer retenido.

Pasó N.º 4: Selección de volumen unitario del agua de diseño.

La selección del volumen unitario de agua se refiere a la determinación de la cantidad de agua que se debe incorporar a la mezcladora por unidad cúbica de concreto, para obtener una consistencia determinada cuando el agregado está en estado seco.

La tabla N°8, preparada en base a las recomendaciones del Comité 211 del ACI, nos proporciona una primera estimación del agua de mezclado para concretos hechos con diferentes tamaños máximos de agregado con o sin aire incorporado.

Tabla 8

Volumen Unitario De Agua, con aire o sin aire incorporado.

SLUMP	TAMAÑO MÁXIMO DE AGREGADO							
	3/8 "	1/2 "	3/4 "	1 "	1 1/2 "	2 "	3 "	4 "
Concreto sin aire incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	---
Concreto con aire incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	---

Fuente: (Lopez Rivva, Diseño de Mezclas, 2005)

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Paso N.º 5: Selección de la relación agua cemento (a/c).

La relación agua/cemento de diseño se refiere a la cantidad de agua que interviene en la mezcla cuando el agregado está en condición de saturado superficialmente seco, es decir; no toma ni aporta agua. La relación agua/cemento efectivo se refiere a la cantidad de agua de la mezcla cuando se tienen consideración la condición real de humedad del agregado.

Tabla 9

Relación agua-cemento de diseño en peso.

f'c a 28 días (kg/cm2)	RELACIÓN AGUA/CEMENTO EN PESO	
	CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO	CONCRETO CON AIRE INCORPORADO
450	0.38	---
400	0.42	---
350	0.47	0.39
300	0.54	0.45
250	0.61	0.52
200	0.69	0.6
150	0.79	0.7

Fuente: (Lopez Rivva, Diseño de Mezclas, 2005)

Paso N.º 6: Determinación del factor cemento.

Una vez que la cantidad de agua y la relación a/c han sido estimadas, la cantidad de cemento por unidad de volumen del concreto es determinada dividiendo la cantidad de agua por la relación a/c.

$$FC = \frac{Vua}{Relación\ A/C}$$

Donde:

FC: Factor cemento.

Vua: Volumen unitario del agua (kg/m3).

Relación A/C: relación agua – cemento.

El volumen de cemento absoluto será calculado:

$$Vc = \frac{FC}{Pec}$$

Donde:

Vc: Volumen del cemento (m3).

Fc: Factor cemento(kg/m3).

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Pec: Peso específico del concreto (kg/m3).

Paso N.º 7: Determinación del contenido de agregado grueso.

La selección de las proporciones de los agregados fino y grueso en la unidad cúbica de concreto tiene por finalidad obtener una mezcla en la que, con un mínimo contenido de pasta (cemento + agua), se puedan obtener las propiedades deseadas en el concreto.

Se determina el contenido de agregado grueso mediante la tabla N°10, elaborada por el comité 211 del ACI, en función del tamaño máximo nominal del agregado grueso y del módulo de finura del agregado fino.

Tabla 10

Volumen de agregado grueso por unidad de volumen de concreto.

VOLUMEN DE A°G° COMPACTADO EN SECO				
TAMAÑO MÁXIMO DE AGREGADO	MÓDULO DE FINEZA DE LA ARENA			
	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8 "	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2 "	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4 "	0.66	0.64	0.62	0.60
1 "	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2 "	0.75	0.73	0.71	0.69
2 "	0.78	0.76	0.74	0.72
3 "	0.82	0.79	0.78	0.75
4 "	0.87	0.85	0.83	0.81

Fuente: (Lopez Rivva, Diseño de Mezclas, 2005)

Se calculó el volumen absoluto de Agregado Grueso:

$$Voluemn\ de\ agregado\ grueso = \frac{Volumen\ A°G°\ Compactado\ \times Peso\ unitario\ Compactado}{Peso\ específico\ seco}$$

Paso N.º 8: Determinación del aire atrapado.

La tabla 11 nos muestra, además, la cantidad aproximada de aire atrapado a ser esperado en un concreto sin aire incorporado y el promedio recomendado del contenido total de aire para concretos en los cuales el aire es incorporado intencionalmente por razones de durabilidad.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tabla 11

Tabla de porcentaje de aire atrapado.

Concreto sin aire incorporado								
T. Máximo de A°G° (")	3/8 "	1/2 "	3/4 "	1 "	1 1/2 "	2 "	3 "	4 "
Aire atrapado (%)	3.00	2.50	2.00	1.50	1.00	0.50	0.30	0.20
Concreto con aire incorporado								
T. Máximo de A°G° (")	3/8 "	1/2 "	3/4 "	1 "	1 1/2 "	2 "	3 "	4 "
Grado de Exposición								
Normal	4.50	4.00	3.50	3.00	2.50	2.00	1.50	1.00
Moderada	8.00	5.50	5.00	4.50	4.50	4.00	3.50	3.00
Extrema	7.50	7.00	6.00	6.00	5.50	5.00	4.50	4.00

Fuente: (Lopez Rivva, Diseño de Mezclas, 2005)

Paso N.º 9: Determinación de la suma de volúmenes absolutos de cemento, agua de diseño, aire, y agregado grueso.

Se hará la suma de los volúmenes absolutos de cemento, agua de diseño, aire, agregado grueso, para luego obtener el volumen del agregado fino.

$$Suma\ de\ volúmenes = (Vol.agua + Vol.aire + Vol.Cemento + Vol\ agregado\ grueso)$$

Paso N.º 10: Determinación del volumen absoluto de agregado fino.

El volumen absoluto de agregado fino será igual a la diferencia entre la unidad y la suma de los volúmenes absolutos conocidos. El peso del agregado fino será igual a su volumen absoluto multiplicado por su peso específico.

$$Vol.agregado\ fino(m^3) = 1 - (Vol.agua + Vol.aire + Vol.Cemento + Vol\ agregado\ grueso)$$

Paso N.º 11: Determinación del peso seco del agregado fino.

El peso seco del agregado fino se realizará después de obtener el volumen del agregado fino el cual es la multiplicación del volumen por el peso específico.

$$Peso\ agregado\ fino(kg/m^3) = (Vol.agregado\ fino)(Peso\ específico\ del\ agregado\ fino)$$

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Paso N.º 12: Determinación de los valores de diseño del cemento, agua, aire, agregado fino y agregado grueso.

Teniendo ya todos los datos anteriores se realiza un cuadro resumen de la determinación los valores de diseño, con los pesos kg por metro cubico.

Paso N.º 13: Corrección de los valores de diseño por humedad del agregado.

Según (Lopez Rivva, Diseño de mezclas, 2005)Generalmente los agregados utilizados en la preparación de un concreto se encuentran húmedos por lo cual sus pesos secos se incrementan en el porcentaje de agua que contengan, tanto agua absorbida como superficial. Así el agua de mezclado añadida a la colada debe ser reducida en una cantidad igual a la humedad libre aportada por los agregados, considerándose como tal el contenido total de humedad del agregado menos su porcentaje de absorción.

El agua de mezclado incorporada a la mezcladora deberá ser algebraicamente reducida en un volumen igual a la humedad superficial o humedad libre aportada por los agregados, considerándose como tal al contenido de humedad del agregado menos su porcentaje de absorción. Los conceptos de absorción, contenido de humedad y humedad superficial deben ser igualmente definidos:

a) La capacidad de absorción de un agregado está dada por la cantidad de agua que él necesita para pasar del estado seco al estado saturado superficialmente seco. Normalmente se expresa en porcentaje.

$$\%\ Absorción = \frac{100\ (SSS - S)}{S}$$

Donde:

% absorción= porcentaje de absorción.

SSS = Peso del agregado al estado saturado superficialmente seco

S = Peso del agregado al estado seco

b) El contenido de humedad de un agregado es la cantidad total de agua que él tiene y se determina por la diferencia entre su peso y su peso seco.

$$Contenido\ de\ humedad\ (\%\ Humedad) = \frac{100\ (H - S)}{S}$$

Donde:

H = Peso del agregado

S = Peso del agregado al estado seco

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

El contenido de agua añadida para formar la pasta será afectado por el contenido de humedad de los agregados. Si ellos están secos al aire absorberán agua y disminuirán la relación a / c y la trabajabilidad. Por otro lado, si ellos tienen humedad libre en su superficie (agregados mojados) aportarán algo de agua a la pasta aumentando la relación a / c, la trabajabilidad y disminuyendo la resistencia a compresión. Por lo tanto, estos efectos deben ser tomados estimados y la mezcla debe ser ajustada tomándolos en cuenta, por lo tanto:

- Agregado grueso
  Humedad =% Wg
  % absorción = % ag
- Agregado fino
  Humedad =% Wf
  % absorción = % af

Los pesos húmedos de los agregados fino y grueso serán igual al respectivo peso seco multiplicado por la unidad más el contenido de humedad expresado en forma decimal.

$$Peso\ A.grueso\ húmedo\ (kg)\ =\ (Peso\ A.grueso\ seco)(1+\frac{\%Wg}{100})$$

$$Peso\ A.fino\ húmedo\ (kg)\ =\ (Peso\ A.fin\ seco)(1+\frac{\%Wf}{100})$$

AGUA EFECTIVA:

El agua de absorción no es parte del agua de mezclado, por lo que deberá ser excluida de las correcciones por humedad del agregado, para ello se debe calcular la humedad superficial que será igual al porcentaje de humedad menos el porcentaje de absorción ($\%Wg - \%ag$).

$$Agua\ en\ agregado\ grueso\ =\ (Peso\ A.grueso\ seco)(\frac{\%Wg-\%ag}{100})\ =\ X$$

$$Agua\ en\ agregado\ fino\ =\ (Peso\ A.fino\ seco)(\frac{\%Wf-\%af}{100})\ =\ Y$$

$$Agua\ efectiva\ (Lts)\ =\ Agua\ de\ diseño\ -\ (X+Y)$$

2.2.2.3. Curado del concreto.

Según (Abanto Castillo, 2009), el curado es un proceso que consiste en mantener húmedo al concreto por varios días después de su colocación, con el fin de permitir la reacción química entre el cemento y el agua (hidratación del cemento).

Eventualmente será permitido el curado de la probeta en ambientes de 95% a 100% de humedad relativa a temperaturas de 23ºC + 2ºC. Los valores de la temperatura y humedad serán

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

observados y registrados durante el periodo de curado, para evaluar el proceso. Se recomienda el empleo de termómetros de máxima y mínima. Cuando no se cumplen los términos del curado húmedo, se reduce la resistencia. Una reducción de siete días podrá afectar en un 10% la resistencia, aun en climas suaves.

Las muestras prismáticas rectangulares se deben curar de la misma forma que los cilindros. Debe evitarse el secado de las superficies de los prismas rectangulares durante el lapso que se tiene entre el retiro del almacenamiento en agua y el término del ensayo.

2.2.3. Acero

En las secciones precedentes se han mostrado algunas de las características del concreto entre ellas su limitada resistencia a la tracción. Para que este material pueda ser utilizado eficientemente en la construcción de obras de ingeniería se requiere de elementos que le permitan salvar esta limitación. En el caso del concreto armado, el acero es el encargado de esta función.

(Harmsen, 2002) Nos indica que el acero es la aleación de diversos elementos entre ellos: carbono, manganeso, silicio, cromo, níquel y vanadio. El carbono es el más importante y el que determina sus propiedades mecánicas. A mayor contenido de carbono, la dureza, la resistencia a la tracción y el límite elástico aumentan. Por el contrario, disminuye la ductilidad y la tenacidad. El manganeso es adicionado en forma de ferro-manganeso. Aumenta la forjabilidad del acero, su templabilidad y resistencia al impacto. Así mismo, disminuye su ductilidad. El silicio se adiciona en proporciones que varían de 0.05% a 0.50%. Se le incluye en la aleación para propósitos de desoxidación pues se combina con el oxígeno disuelto en la mezcla. El cromo incrementa la resistencia a la abrasión y la templabilidad; el níquel, por su parte, mejora la resistencia al impacto y la calidad superficial. Finalmente, el vanadio mejora la temperabilidad.

(Barreiro, 2005)define que: “el acero es una aleación o combinación de hierro y carbono (alrededor de 0,05% hasta menos de un 2%). Algunas veces otros elementos de aleación específicos tales como el Cr (Cromo) o Ni (Níquel) se agregan con propósitos determinados.” Por lo tanto, el acero es una combinación de distintos materiales y en distintas formas para crear una unidad adecuada para el uso estructural al que está destinado.

Según (NTP 341.031, 2018) “para que se considere que un acero pueda mantener sus propiedades deberá de mantener sus propiedades mecánicas de masa nominal, dimensiones nominales y requisitos de las corrugas o resaltes (Ver tabla 12 y 13).

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tabla 12

Designación de la barra corrugada, masa, dimensiones nominales y requisitos de las corrugas, en el Sistema Internacional de Unidades (SI) [Milímetro (mm); Metro (m); Kilogramo (kg)

Designacion de la barra de acero corrugada	Masa nominal(Kg/m)	Dimensiones Nominales			Requisito de las corrugas o resaltes en mm		
		Diametro(d),mm	Area(An) mm2	Perimetro(mm)	Esapaciamiento promedio(cs),Maximo, mm	Altura promedio(H) Minima, mm	Separacion(GAP) Maxima (12,5% del perimetro nominal),mm
6 mm	0,222	6	28	18,8	4,2	0,24	2,35
8 mm	0,395	8	50	25,1	5,6	0,32	3,14
10 mm	0,617	10	79	31,4	7	0,4	3,93
12 mm	0,888	12	113	37,7	8,4	0,48	4,71

Fuente:(NTP 341.031, 2018)

Tabla 13

Designación de la barra corrugada, masa, dimensiones nominales y requisitos de las corrugas en el Sistema Ingles de Unidades [Pulgadas (pulg.)]

DESIGNACIÓN DE LA BARRA DE ACERO CORRUGADA (pulg.)	MASA NOMINAL kg/m	DIMENSIONES NOMINALES			REQUISITOS DE LAS CORRUGAS O RESALTES EN MM		
		DIÁMETRO(d), pulg(mm)	ÁREA(An),pulg (mm2)	PERÍMETRO, pulg(mm)	ESPACIAMIENTO PROMEDIO (cs), MÁXIMO, pulg(mm)	ALTURA PROMEDIO(H)MÍNIMA, pulg(mm)	SEPARACIÓN (GAP) MÁXIMA (12.5% DEL PERÍMETRO NOMINAL), pulg(mm)
3/8	0.56	0.375 (9.5)	0.11 (71)	1.178 (29.9)	0.262 (6.7)	0.015 (0.38)	0.143 (3.6)
1/2	0.994	0.50 (12.7)	0.20 (129)	1.571 (39.9)	0.350 (8.9)	0.020 (0.51)	0.191 (4.9)
5/8	1.552	0.625 (15.9)	0.31 (199)	1.963 (49.9)	0.437 (11.1)	0.028 (0.71)	0.239 (6.1)
3/4	2.235	0.750 (19.1)	0.44 (284)	2.356 (59.8)	0.525 (13.3)	0.038 (0.97)	0.286 (7.3)
7/8	3.042	0.875 (22.2)	0.6 (387)	2.749 (69.8)	0.612 (15.5)	0.044 (1.12)	0.334 (8.5)
1	3.973	1.000 (25.4)	0.79 (510)	3.142 (79.8)	0.700 (17.8)	0.050 (1.27)	0.383 (9.7)
1 1/8	5.06	1.128 (28.7)	1.00 (645)	3.544 (90.0)	0.790 (20.1)	0.56 (1.42)	0.431 (10.9)
1 1/4	6.404	1.271 (32.3)	1.27 (819)	3.999 (101.3)	0.889 (22.6)	0.064 (1.63)	0.487 (12.4)
1 3/8	7.907	1.410 (35.8)	1.56 (1006)	4.43 (112.5)	0.987 (25.1)	0.071 (1.80)	0.540 (13.7)
1 3/4	11.38	1.693 (43.0)	2.25 (1452)	5.32 (135.1)	1.185 (30.1)	0.085 (2.16)	0.648 (16.5)
2 1/4	20.24	2.257 (57.3)	4.00 (2581)	7.09 (180.1)	1.58 (40.1)	0.0102 (2.59)	0.864 (21.9)
2 1/2	24.84	2.5 (63.5)	4.91 (3167)	7.85 (199.5)	1.75 (44.5)	0.0113 (2.86)	0.957 (24.3)

Fuente:(NTP 341.031, 2018)

La (NTP 341.031, 2018) define que las barras de acero corrugadas para concreto armado serán evaluadas sobre la base de la masa nominal. La masa determinada usando la masa de una probeta de ensayo redondeada de acuerdo con ASTM E 29, debe ser por lo menos 94 % de la masa aplicable por unidad de por unidad de longitud.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tabla 14

Área Nominal (mm^2), Peso del acero Nominal (Kg/m) Peso del acero Mínimo (Kg/m) según su diámetro.

DESIGNACION DE LA BARRA DE ACERO CORRUGADA	AREA NOMINAL, mm2	MASA NOMINAL, KG/M	PESO MINIMO, KG/M
6 mm	28	0,222	0,209
8 mm	50	0,395	0,371
10 mm	79	0,617	0,58
12 mm	113	0,888	0,835
3/8	71	0,560	0,526
1/2	129	0,994	0,934
5/8	199	1,552	1,459
3/4	284	2,235	2,101
7/8	387	3,042	2,859
1	510	3,973	3,735
1 1/8	645	5,060	4,756
1 1/4	819	6,404	6,02
1 3/8	1006	7,907	7,433
1 3/4	1452	11,380	10,697
2 1/4	2581	20,240	19,026
2 1/2	3167	24,840	23,35

Fuente: Adaptado de(NTP 341.031, 2018)

Los principales factores que afectan el desempeño del acero de refuerzo incluyen la composición química del concreto, la concentración de cloruro, la resistencia de la unión entre la barra de refuerzo y el concreto, factores ambientales y, lo más importante, el tipo de barra utilizada (Constructivo, 2018)

Los factores más importantes para la presente investigación son los factores ambientales, dado que de estos dependerá la durabilidad de la estructura y al estar directamente en contacto con su entorno son los que presentan mayor influencia en la interacción del concreto con el acero (Constructivo, 2018).

2.2.3.1. Varilla corrugada y alambres

(Harmsen, 2002) Las varillas corrugadas son de sección circular y como su nombre lo indica presentan corrugaciones en su superficie para favorecer la adherencia con el concreto. Estas corrugaciones deben satisfacer requisitos mínimos para ser tomadas en cuenta en el diseño.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Existen tres calidades distintas de acero corrugado: grado 40, grado 60 y grado 75 aunque en nuestro medio sólo se usa el segundo.

Las características de estos tres tipos de acero se muestran en la Tabla 15.

Tabla 15

Características resistentes del acero grado 40,60,75.

	Fy(kgf/cm2)	**Fs(kgf/cm2)**
Grado 40	2800	4900
Grado 60	4200	6300
Grado 75	5300	7000

Fuente: (Harmsen, 2002)

fy = Esfuerzo de fluencia del acero.

fs = Resistencia mínima a la tracción a la rotura

Las varillas se denominan por números y sus características geométricas se presentan en la Tabla 16.

Tabla 16

Especificaciones dimensionales y peso Aceros Sider Perú

DESIGNACION DE LA BARRA DE ACERO CORRUGADA	PESO MÉTRICO NOMINAL Kg/m	DIMENSIONES NOMINALES			DIMENSIONES RESALTES (mm)		
		DIÁMETRO mm	ÁREA SECCION NOMINAL	PERIMETRO NOMINAL mm	ESPACIAMIENTO PROMEDIO MÁXIMO	ALTURA PROMEDIO MINIMO	SEPARACIÓN(GAP) 12" DEL PERIMETRO NOMINAL MAXIMA
6 mm	0,22	6	28	18,8	4,2	0,24	2,35
8 mm	0,395	8	50	25,1	5,6	0,32	3,14
3/8"	0,56	9,5	71	29,9	6,7	0,38	3,6
12 mm	0,888	12	113	37,7	8,4	0,48	4,71
1/2"	0,994	12,7	129	39,9	8,8	0,51	4,9
5/8"	1,552	15,9	199	49,9	11,1	0,71	6,1
3/4"	2,235	19,1	284	59,8	13,3	0,97	7,3
1"	3,973	25,4	510	79,8	17,8	1,27	9,7
1 3/8"	7,907	35,8	1006	112,5	25,1	1,8	13,7

Fuente:

https://www.siderperu.com.pe/sites/pe_gerdau/files/PDF/FIERRO%20SIDERPERU%20NTP%20341%20031%20v2.pdf

2.2.3.2. Tipos de Acero de Refuerzo

Según (Cachay Chavez, 2003)Existen aceros de refuerzo que presentan protección contra la corrosión, se trata de los aceros con recubrimiento epoxico y aceros con cubierta de zinc o

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

galvanizados, los cuales están sujetos a las normas ASTM-A-7751775M-00 y ASTM-A-7671767-00b. Este tipo de refuerzo aún no se utiliza en el Perú. Se emplea en puentes, estacionamientos, plantas de tratamiento de aguas servidas, pistas y estructuras expuestas al agua, agua de mar, intemperie o ambientes corrosivos o sales para deshielo.

2.2.3.3. Propiedades mecánicas del Acero

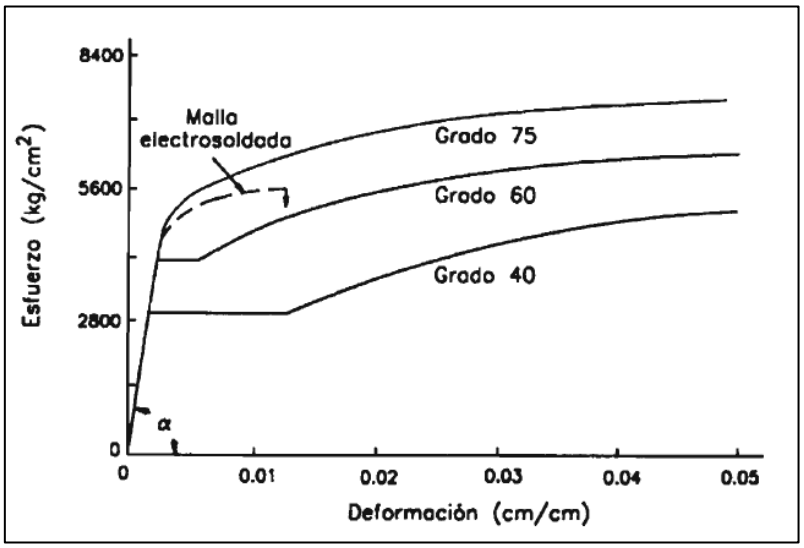
2.2.3.3.1. Relación esfuerzo-deformación del acero

En la figura 12 se puede apreciar una porción de la curva esfuerzo-deformación para aceros de diversos grados. Como se observa en la fase elástica, los aceros de distintas calidades tienen un comportamiento idéntico y las curvas se confunden. El módulo de elasticidad es definido como la tangente del ángulo a. Por lo tanto, este parámetro es independiente del grado del acero y se considera igual a:

$$E_s = 2039.000\ kg/cm^2$$

Figura 12

Curva esfuerzo-deformación y módulo de elasticidad del acero.



Fuente: (Harmsen, 2002)

2.2.3.3.2. Coeficiente de dilatación térmica

Su valor es muy similar al del concreto: $11 \times 10^{-6}/c^0$. Esto es una gran ventaja pues no se presentan tensiones internas entre refuerzo y concreto por los cambios de temperatura del medio. Ambos tienden a dilatarse y contraerse de modo similar.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

2.2.3.3.3. Maleabilidad

Esta propiedad se garantiza a través de una prueba que consiste en doblar en frío una varilla de acero alrededor de un pin sin que ésta se astille en su parte exterior. El doblez debe ser de 180" para las varillas de todas las denominaciones excepto para las #14 y #18 cuyo doblez es de 90" para A-615.

2.2.3.4. Factores externos que afectan las propiedades del acero

En todos los casos, la corrosión de los metales y aleaciones en condiciones de humedad producen una reacción electroquímica (Iminox, 2016) que altera las propiedades del acero. Otro factor ambiental que altera las propiedades del acero es la contaminación ambiental.

El ambiente de algunas ciudades contiene contaminantes provenientes de emisiones generadas por el tráfico vehicular y por la industria, por ejemplo, óxidos de azufre y nitrógeno de la combustión del carbón; partículas suspendidas en el aire tales como hollín de la combustión incompleta de los combustibles u óxidos de hierro, los cuales ocasionan un ambiente corrosivo. Los niveles urbanos de contaminación varían dependiendo de la actividad de cada ciudad (Iminox, 2016)

Los óxidos de azufre y nitrógeno al entrar en contacto con el hidrógeno, presente en las precipitaciones, forman los ácidos nítrico y sulfúrico que son los principales componentes de la lluvia ácida.

2.2.3.5. Recubrimiento y espaciamiento mínimo del refuerzo

(Harmsen, 2002)El recubrimiento y espaciamiento del refuerzo deben ser controlados para evitar las fallas por adherencia descritas en la sección precedente y para garantizar una distribución del acero que facilite el procedimiento constructivo. Además, es necesario asegurar un recubrimiento mínimo de concreto para proteger el refuerzo contra la corrosión, el fuego, la abrasión, etc. Las varillas colocadas muy cerca de los bordes del elemento pueden ser atacadas por agentes externos pues el concreto es un material poroso y siempre presenta fisuras debidas a la contracción de fragua. Sin embargo, el recubrimiento no debe ser demasiado grueso pues esto puede ocasionar rajaduras en el concreto por falta de refuerzo.

2.2.3.5.1. Recubrimiento mínimo del acero

El (E.0.60, 2009) sugiere algunos valores para el recubrimiento mínimo los cuales se indican en las Tabla 17 y Tabla 18.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tabla 17

Recubrimiento mínimo del refuerzo para concreto vaciado en obra.

CONCRETO VACIADO EN OBRA	RECUBRIMIENTO MÍNIMO (cm)
1. Concreto vaciado directamente sobre el terreno sin encofrado	7
2. Concreto en contacto con el terreno o expuesto a la intemperie	
Barras de 3/4" y mayores	5
Barros de 5/8" y menores, mallas electrosoldadas	4
3. Concreto no expuesto a la intemperie ni en contacto en el suelo	
Losas, muros y viguetas	
Barra de 1 11/16" y 2 1/4"	4
Barra de 1 3/8" y menores	2
Vigas y columnas: refuerzo longitudinal y estribos.	4
Barras de 3/4" y mayores	2
Barras de 5/8" y menores	1.5

Fuente: (E.0.60, 2009)

Tabla 18

Recubrimiento mínimo del refuerzo para concreto pretensado.

CONCRETO EN ELEMENTOS PRETENSADOS	RECUBRIMIENTO MÍNIMO (cm)
1. Concreto vaciado directamente sobre el terreno sin encofrado	7
2. Concreto expuesto al terreno o a la intemperie	
Muros, losas y viguetas	2.5
Otros elementos	4
3. Concreto no expuesto al terreno o a la intemperie	
Vigas y columnas: refuerzo longitudinal y estribos.	
Refuerzo longitudinal	4
Estribos y espirales	2.5
Losas, muros y viguetas	2
Bóvedas y elementos laminares	
Barras de 5/8" y menores	1
Varillas # 5 y menores	1

Fuente: (E.0.60, 2009)

El refuerzo puede ser protegido contra la intemperie por medios, alternativos al recubrimiento de concreto, siempre que se demuestre que son equivalentes a éste. En cualquier caso, el recubrimiento no será menor que el requerido por el acero no expuesto a la intemperie.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

En ambientes corrosivos o para exposiciones severas se recomienda un recubrimiento 5% mayor que los especificados anteriormente

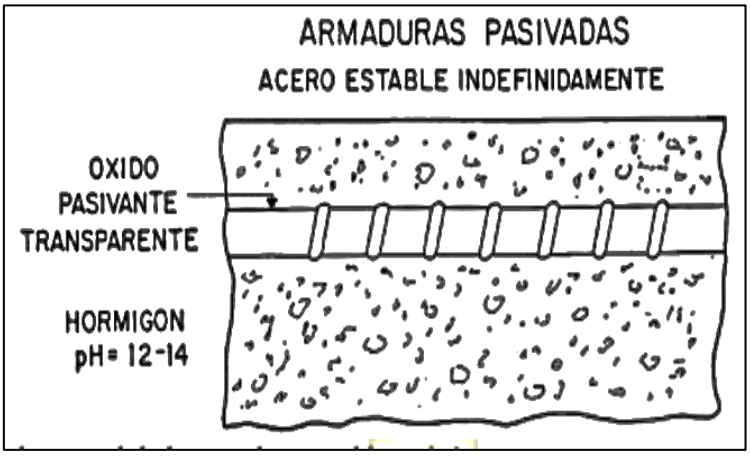
2.2.3.6. La interacción entre el acero y el Hormigón

(Zornoza Gómez, 2008)La mezcla resultante de la combinación entre el hormigón y el acero no presenta solamente buenas características mecánicas. Las propiedades químicas que el hormigón armado posee hacen que su empleo tenga una durabilidad adecuada en la mayoría de sus aplicaciones.

Por otro parte, la mezcla del hormigón forma una capa que tiene como función proteger las armaduras. El hormigón está constituido por substancias cuya alcalinidad suministra al hormigón pH en torno del 12-14 y que así permite que se forme sobre el acero una película protectora denominada de capa pasivadora. La capa pasivadora tiene la función de mantener protegido al acero contra diferentes posibles ataques que el medio puede causarle y es necesario que el medio la desestabilice para afectar directamente a las armaduras. Asimismo, el medio alcalino que rodea la capa pasivadora y el líquido de los poros constituyentes en el hormigón se traduce en condiciones de seguridad y protección en el entorno de la barra.

Figura 13

Estado natural de las armaduras en el hormigón.



Fuente: (Zornoza Gómez, 2008)

2.2.4. Corrosión

(Díaz, Sánchez, & García, 2014)definen que: “la corrosión es como el deterioro de un material a consecuencia de un ataque electroquímico por su entorno. De manera más general, se puede

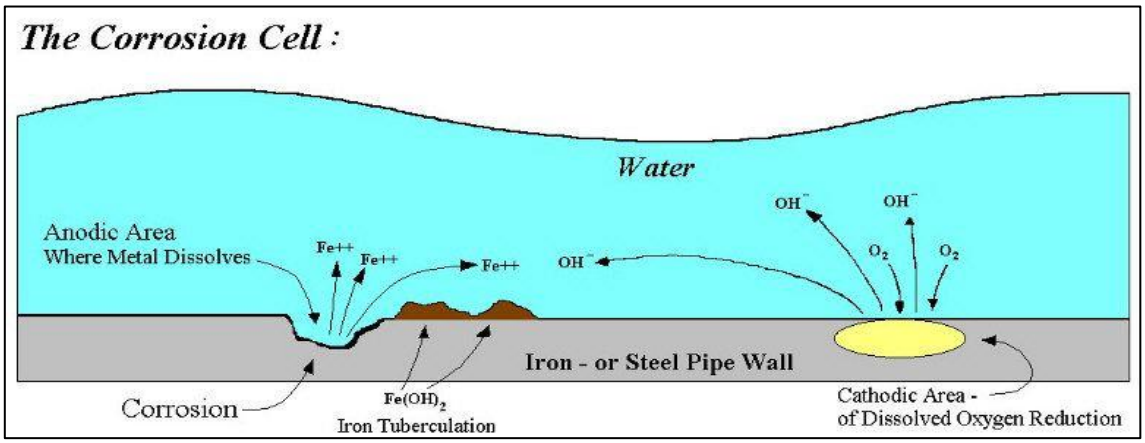
DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

entender a la corrosión como la tendencia general que tienen los materiales a buscar su forma más estable o de menor energía interna". Al momento de que el acero entra en contacto con un agente externo como es el hidrogeno ambos reaccionan mutuamente y en una búsqueda de una forma que les brinde un equilibrio químico se genera el proceso de la corrosión. Estos autores también mencionan que: "Siempre que la corrosión esté originada por una reacción electroquímica (oxidación), la velocidad a la que tiene lugar dependerá en alguna medida de la temperatura, de la salinidad del fluido en contacto con el metal y de las propiedades de los metales en cuestión". Con esto quiso dar a entender que el proceso de corrosión está influenciado por factores externos como temperatura, humedad, etc. e internos como son las características del material a corroer y que este es un proceso que se da de manera natural y espontanea (Ver Fig. 14.).

Figura 14

Celda de Corrosión



Fuente: (Díaz, Sánchez, & García, 2014)

2.2.4.1. La corrosión de Armaduras

Según (Gonzáles Fernández, 1989)La corrosión es el ataque destructivo de un material por reacción química o electroquímica con su medio y que por eso causa el deterioro en sus propiedades físicas y químicas. Esta es debida a una reacción química, o sea, a una reacción de óxido- reducción, es necesario que interceden la pieza manufacturada, el medio y el agua.

Si el refuerzo se oxida dentro del concreto, aumentará de volumen y el recubrimiento se desprenderá. Con el ingreso del oxígeno la reacción se llevará a cabo más rápidamente y la armadura terminará por corroerse totalmente.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

2.2.4.2. Mecanismos de Corrosión

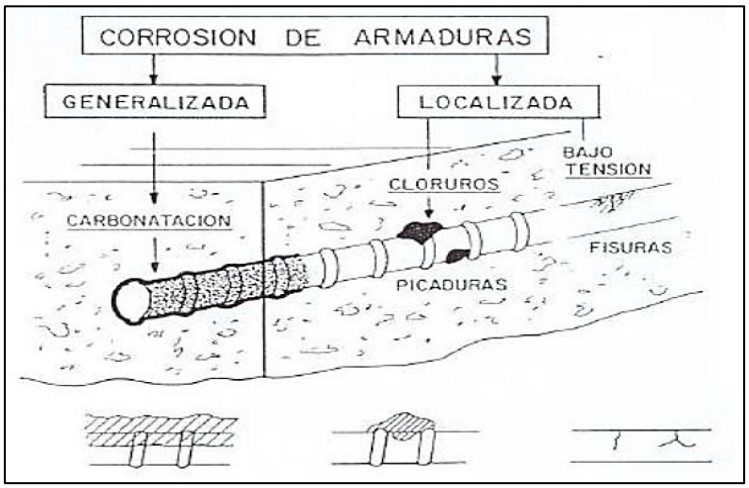
La corrosión tiene mecanismos distintos para poderse desarrollar: uno por oxidación directa (o seca), que ocurre cuando el metal está sujeto a una temperatura elevada, pero sin la presencia del agua; otra es el desarrollo de la corrosión por la intervención de una solución acuosa, también conocida por corrosión húmeda, que es el mecanismo más común en estructuras de hormigón armado.

2.2.4.3. Tipos de Corrosión

Hay una gran variedad de formas de cómo se puede desarrollar un ataque por corrosión, siendo que en muchos casos el deterioro correspondiente puede producir la rápida inutilización de un determinado material en servicio o entonces producir la rotura catastrófica del mismo.

Figura 15

Tipos de corrosión de armaduras en el concreto.



Fuente: (Zornoza Gómez, 2008)

2.2.4.3.1. Corrosión Generalizada

(Giulliano Polito, 2006) Establece que la corrosión generalizada tiene un efecto homogéneo a lo largo de la barra. Este tipo de corrosión no es excesivamente agresiva y se produce una pérdida de material más o menos constante en toda la longitud afectada a lo largo del tiempo. Este tipo de corrosión origina una batería de procesos que resultan en una reducción de la capacidad portante de la estructura de hormigón armado.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Se describen en seguida las fases generales que la corrosión origina, siendo posteriormente descrita la orden por lo cual ocurren más detalladamente.

- Pérdida de sección efectiva del hormigón debido a la fisuración y al desprendimiento del recubrimiento;
- Disminución de la sección y de la ductilidad de la armadura;
- Reducción de la adherencia hormigón-acero y del anclaje de la armadura embebida en el hormigón.

Figura 16

Corrosión generalizada en varillas corrugadas.

Fuente: https://www.mndelgolfo.com/reportaje/saber-aun-puedo-utilizar-la-varilla-oxidada/

2.2.4.3.2. Corrosión por Picadura (Localizada)

La corrosión localizada es la causa principal de fallos en servicio, siendo que se estima que 90% de los daños son oriundos de este tipo de corrosión. La corrosión localizada por picaduras es uno de los tipos de corrosión localizada más comunes, pero también de los más peligrosos, de entre aquellos que ocurren en medios acuosos.

La corrosión por picaduras es caracterizada por ser un ataque corrosivo considerablemente localizado, o sea, es un ataque que afecta a zonas pequeñas en comparación con la superficie expuesta, pero donde la concentración de cloruros es suficientemente grande para romper la capa protectora de pasivación, provocando una afección importante. Ella constituye un tipo de deterioro especialmente grave, debido a la rapidez de su desarrollo y que puede llevar a la perforación de la sección metálica afectada. Sin embargo, la dificultad de prever tanto su

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

aparición, como su velocidad de propagación torna difícil su consideración en la fase de proyecto/diseño.

Figura 17

Corrosión por picadura localizada en una varilla corrugada.

Fuente: https://www.bricolemar.com/blog/como-evitar-corrosion/

2.2.4.4. Tipos de Corrosión en el medio ambiente

- **Corrosión industrial**

La polución de un ambiente industrial se caracteriza por estar compuesta principalmente de compuestos de azufre, tal como dióxido de azufre (SO2), precursor de la lluvia acida, y los óxidos de nitrógeno (NOx). El dióxido de azufre es adsorbido por las partículas de polvo y oxidado bajo condiciones húmedas para formar ácido sulfúrico por un proceso catalizado por las partículas de polvo. El ácido sulfúrico así formado toma la forma de microscópicas gotitas y cae como lluvia.

- **Corrosión marina**

Un ambiente marino está cargado de partículas de niebla que contiene sales disueltas, estas finas partículas de humedad son transportadas por el viento y se depositan en las superficies expuestas. Bajo ciertas condiciones de temperatura estas sales se cristalizan. La cantidad de sal depositada variara con la velocidad del viento y en condiciones climáticas extremas puede formar una costra de sal muy corrosiva.

La cantidad de contaminación disminuye en la medida que nos alejamos del mar y se ve muy afectada por las corrientes de viento, temperatura ambiental y humedad.

- **Corrosión rural**

Los ambientes rurales son los más benignos y no contienen contaminantes químicos fuertes. Los ambientes áridos o tropicales son variaciones especiales del ambiente rural. En los climas áridos no llueve, pero puede ocurrir ocasionalmente, una humedad relativa alta y condensación.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

En los trópicos, además de la temperatura alta promedio, el ciclo diario incluye una humedad relativa alta, el sol es intenso y los periodos de condensación son largos durante la noche y ocurrencia muy frecuente de lluvia. En áreas protegidas por colinas, la humedad de la condensación puede persistir mucho tiempo después del amanecer. Tales condiciones pueden producir un ambiente altamente corrosivo.

- **Corrosión en interiores**

Las atmósferas interiores normales se consideran generalmente de muy baja corrosividad cuando la humedad y los contaminantes están bajo control. Sin embargo, algunas combinaciones de condiciones pueden causar problemas de corrosión relativamente severas.

2.2.4.5. Factores que afectan la corrosión atmosférica

Siendo la corrosión un proceso electroquímico, es necesaria la presencia de los tres elementos que la constituyen, el metal que se corroe, los agentes corrosivos y el electrolito, la ausencia de alguno de ellos implica su no ocurrencia. En este sentido el agente corrosivo naturalmente presente en la atmosfera es el oxígeno.

- **Humedad**

El factor más importante de la corrosión atmosférica es la humedad sea en forma de lluvia, rocío, condensación o alta humedad relativa. En ausencia de humedad, la mayoría de los contaminantes tienen poco o ningún efecto sobre la corrosión. La lluvia tiene un efecto beneficioso sobre la corrosión debido a que es capaz de lavar la superficie metálica. Sin embargo, si la lluvia se acumula en zonas que inducen estancamiento del agua puede acelerar la corrosión mediante el suministro continuo de humedad.

Generalmente, la corrosión del hierro y otros metales es despreciable a humedades relativas por debajo del 60-80 %, dependiendo del metal.

- **Temperatura**

La temperatura del aire ocasiona efectos antagónicos en la corrosión atmosférica. Se considera que un aumento de la temperatura acelera la velocidad de los diversos procesos físicos y químicos involucrados en la corrosión metálica: reacciones químicas y electroquímicas y procesos de difusión. Sin embargo, un aumento de la temperatura también conduce a velocidades más altas de volatilización de la película acuosa, reduciendo por tanto el tiempo de humectación de la superficie metálica.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

2.2.4.6. Medición de la Corrosión

(López González, Rodríguez López, Avila Mendoza, & Genescá Llongueras, 1991)definen que: “Históricamente, la medición de la pérdida de peso de un material en contacto con una disolución corrosiva, fue la primera manera de tener una evaluación cuantitativa del proceso de corrosión”. Por lo que podemos deducir que a mayor pérdida de masa mayor será el grado de corrosión alcanzado, estando ambos datos enlazados de manera directa. Estos autores también definen que: “Las limitaciones prácticas de este método es que su precisión está limitada a la sensibilidad de la balanza, por lo que son siempre en condiciones de ataques muy severos”.

De esa manera se deduce que, este método puede ser utilizado en la investigación puesto que se realizaran varios ensayos para disminuir el índice de variabilidad y aumentar el nivel de confianza de los resultados hechos a partir de los ensayos, para posteriormente someter al acero de refuerzo a ensayos para comprobar su interacción con él concreto con un ensayo de adherencia y la variación de sus propiedades mecánicas, como son la resistencia a la tensión y la tracción por flexión.

2.2.4.7. Lluvia Ácida

(National Geographic, 2010)define que: “El concepto de lluvia ácida engloba cualquier forma de precipitación que presente elevadas concentraciones de ácido sulfúrico y nítrico. También puede mostrarse en forma de nieve, niebla y partículas de material seco que se posan sobre la Tierra.” La lluvia acida es un problema que recientemente tomo importancia, debido al incremento de contaminación atmosférica detectados en la atmosfera y provocados por el ser humano (figura 18).

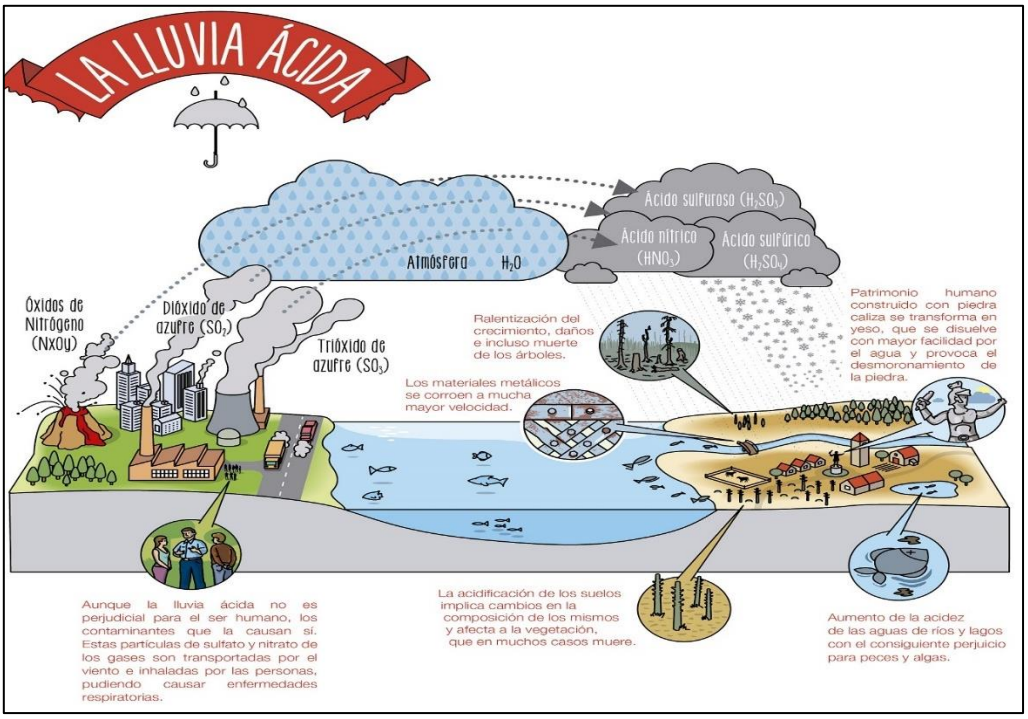
La causa de ellos es la emisión de diversos gases entre los cuales se encuentran por ejemplo el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre que al entrar en contacto con el hidrogeno en la atmósfera forman el ácido nítrico y el ácido sulfúrico que forman parte de la lluvia acida y que es verificado por la escala del Ph.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Figura 18

Causa y consecuencias de la lluvia acida.



Fuente: https://www.sostenibilidad.com/cambio-climatico/que-es-la-lluvia-acida/

Tabla 19

Efectos de la lluvia acida en la naturaleza.

Efectos de la lluvia acida en la naturaleza	
Lagos y corrientes de agua	Muerte de Crustáceos, insectos acuáticos y moluscos y la desaparición del fitoplancton, causando con el tiempo la imposibilidad de sobrevivencia del resto de la fauna por falta de alimento
Suelo	Penetra en la tierra y afecta las raíces, las hojas las vuelve amarillentas, generalizando un envenenamiento de la flora que termina con la muerte de las plantas y árboles.
Edificios y las construcciones de hormigón	Serio compromiso al volver porosa la construcción y causar perdida de resistencia en los materiales, por lo que deben ser continuamente restaurados
Animales	Perdida del perlo y desgaste prematuro de mandíbulas
Seres humanos	Incremento de las infecciones respiratorias (asma, bronquitis crónica, síndrome de Krupp, entre otras) y un aumento de casos de cáncer.
En todos los organismos	Disminución de las defensas y mayor probabilidad de contraer enfermedades

Fuente: Adecuado de (Garcés Giraldo & Hernández Ángel, 2011)

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

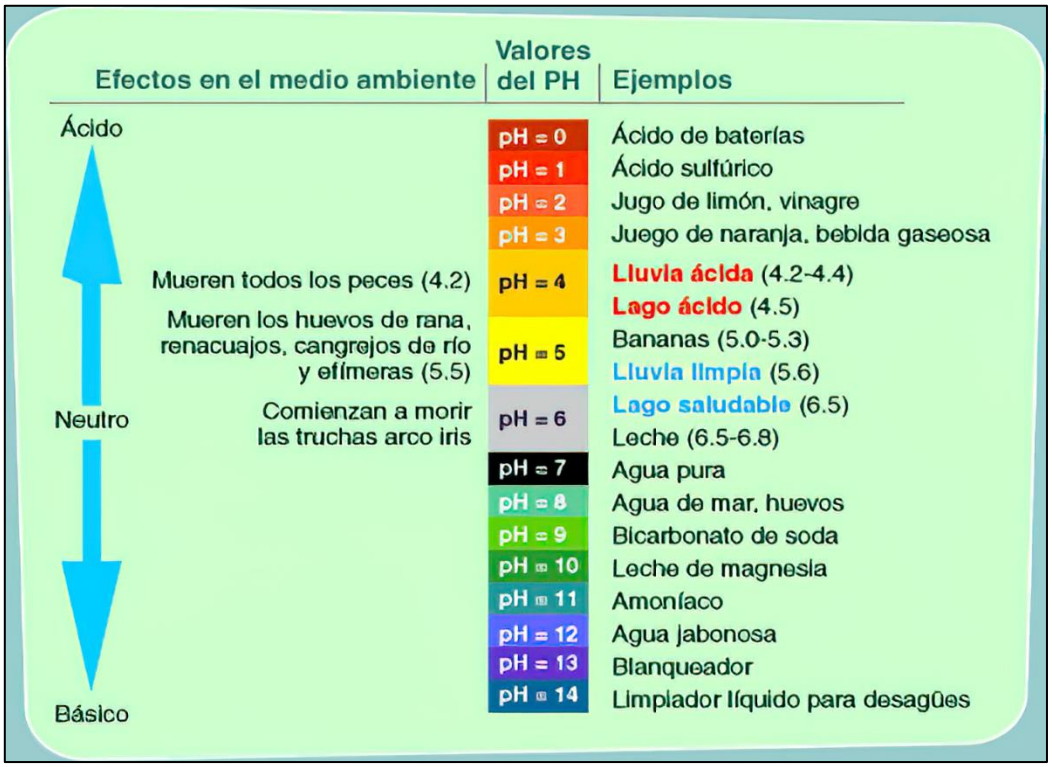
2.2.4.8. Escala de Ph

(United States Environmental Protection Agency, 2009)define que: “La escala de Ph mide el grado de acidez de un objeto. Los objetos que no son muy ácidos se llaman básicos, la escala tiene valores que van del cero (el valor más ácido) al 14 (el más básico).” La escala de Ph que se muestra en la figura 19, es una tabla en la que se puede identificar los valores de acides de las sustancias para posteriormente catalogarlos como ácidos o alcalinos en función al color que adapte la cinta del Ph.

En el caso de la lluvia acida se detecta que tiene un Ph de 4, cuyos componentes principales son el ácido nítrico y el ácido sulfúrico son factores ambientales que producen la corrosión.

Figura 19

La escala del PH.



Fuente: (United States Environmental Protection Agency, 2009)

2.2.5. Adherencia entre el concreto y el acero de refuerzo

(Domínguez Ramírez, 2013)define que: “el término adherencia se refiere al fenómeno de interacción física que se produce entre la masa de concreto y las barras cilíndricas de acero que se ahogan dentro de ésta, y que se localiza en la interfaz de estos dos materiales, permitiendo la

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

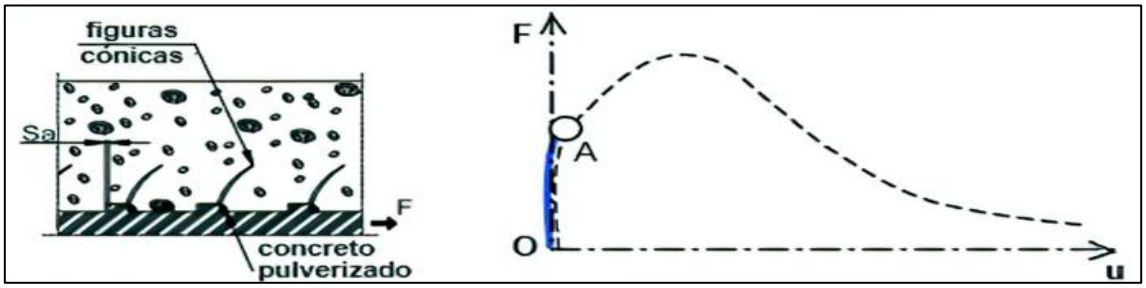
Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

transferencia y continuidad de esfuerzos y fuerzas entre los dos cuerpos en contacto, asegurando con ello un trabajo en conjunto". De lo que podemos entender es que al estar ambos materiales juntos les permite trabajar a distintos tipos de esfuerzos puesto que el concreto trabajará a compresión y el acero a flexión lo que les permitirá una gran capacidad de transferencia y distribución de los esfuerzos al estar estos sometidos en el caso de la construcción las cargas de servicio.

(Domínguez Ramírez, 2013) El fenómeno indica que la adherencia presenta tres fases bien identificadas: (a) etapa de pseudo-adherencia perfecta, asociada a la adherencia química; (b) etapa de deslizamientos de transición, provocados por el microagrietamiento inducido por el bloqueo mecánico creado por la presencia de las nervaduras de la varilla de acero incrustadas en el concreto circundante; y (c) fase de grandes deslizamientos asociados a un mecanismo de fricción entre dos posibles superficies rugosas (acero-concreto o concreto-concreto-Figuras 20, 21 y 22).

Figura 20

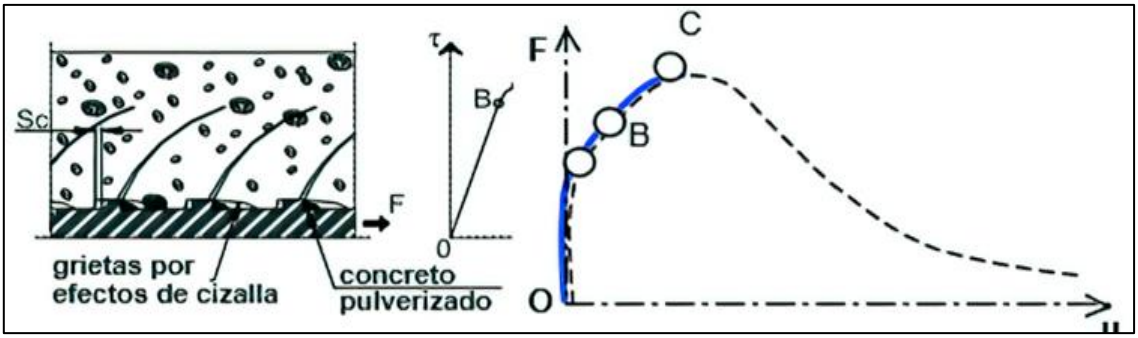
Agrietamiento y aparición de las primeras micro fisuras radiales y límite de adherencia perfecta.



Fuente: (Domínguez Ramírez, 2013)

Figura 21

Aparición de grietas de cortante y se propagan las fisuras radiales e interacción acero concreto.



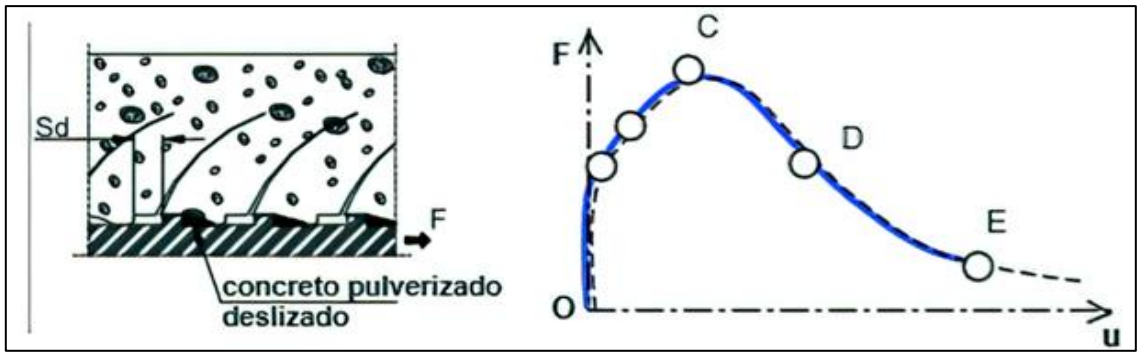
Fuente: (Domínguez Ramírez, 2013)

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Figura 22

Formación de microgrietas por la fricción entre las superficies de contacto.



Fuente: (Domínguez Ramírez, 2013)

2.2.5.1. Ensayo de Adherencia

Se han llevado a cabo en los últimos años numerosas investigaciones con el objeto de caracterizar el fenómeno de la adherencia, sobre todo relativas a los métodos de ensayos entre los que cabe destacar el de arrancamiento o pull − out y el ensayo en vigas o beam test.

2.2.5.1.1. Ensayo de Pull-Out test

(ASTM C234-91a, 1991) Método de prueba estándar para comparar hormigones sobre la base de la adherencia desarrollada con acero de refuerzo)

(Pires Carvalho, Guariento Ferreira, & Celso da Cunha, 2017)El mecanismo de adherencia no tiene un comportamiento ejemplar, sobre todo al deterioro que el hormigón circundante sufre. A pesar de que el modelo es capaz de movilizar gran parte de las tensiones de adherencia, se provoca un corrimiento relativo entre los materiales y que hace con que haya una pérdida de adherencia entre los materiales. Cualquier modificación de los mecanismos que permiten la aparición de dichas tensiones será responsable de la pérdida de adherencia de las barras.

Es posible saberse cuál es el comportamiento del corrimiento en función de la tensión de adherencia, siendo esta información fácil de obtenerse y reproducirse recurriendo a ensayos pull - out.

Este método ha sido desarrollado al principio en Dinamarca en 1975, y más recientemente en los Estados Unidos y Canadá. El ensayo de pull - out consiste en arrancar del hormigón de la estructura una pieza de acero previamente introducida por uno de sus extremos en el dicho hormigón. Una vez endurecido el hormigón, se aplica una fuerza con la ayuda de un gato hidráulico en la pieza de acero para arrancarla de la superficie del hormigón y se mide con esta

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

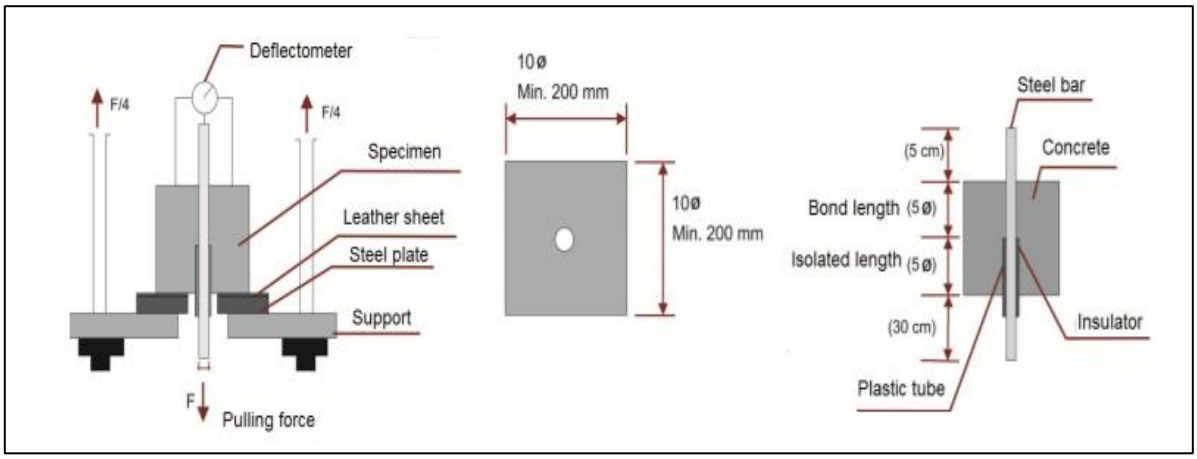
fuerza, asignando a cada tensión de adherencia un corrimiento obteniendo así una relación de esfuerzo y desplazamiento τ-υ.

En los ensayos pull − out generalmente la longitud adherente se sitúa en el centro de una probeta prismática de hormigón, que es relacionada con el diámetro de la barra. Se refiere que este método deja el hormigón ensayado estropeado, siendo considerado un es un ensayo semi-destructivo.

En el proceso de corrosión se tienen dos puntos que caracterizan la adherencia de la barra con el hormigón: el primero de ellos es la pérdida total de las corrugas por corrosión de las mismas y el segundo es la abertura de fisuración o salto del recubrimiento (spalling) de los paramentos por tracciones excesivas. Estos dos instantes delimitan el comportamiento adherente de las barras en el hormigón.

Figura 23

Esquema del ensayo Pull-out test.



Fuente: (Pires Carvalho, Guariento Ferreira, & Celso da Cunha, 2017)

$$\tau = \frac{P}{\pi \times \emptyset \times La}$$

Donde:

τ – Fuerza de Unión (MPa).

P – Carga Aplicada (Kn).

ϕ – Diámetro de la Barra de Refuerzo (mm).

La – Longitud de Anclaje (mm).

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

La fuerza de unión normalizada se obtiene dividiendo la fuerza de unión experimental calculada por √(f´c). La fuerza de unión normalizada (τnz) se puede expresar como se indica en la siguiente ecuación.

$$\tau nz = \frac{\tau}{\sqrt{f'c}}$$

Figura 24

Ensayo de adherencia (Pull out test) con la maquina Instron.

Fuente: (Osorio Vanegas, 2014)

2.2.5.1.2. Ensayo de Beam Test

(Pires Carvalho, Guariento Ferreira, & Celso da Cunha, 2017). Este ensayo es muy parecido con los ensayos de pull – out, siendo que solamente se describe el proceso muy resumidamente.

La viga tipo en este ensayo está formada por dos bloques paralelepípedos unidos mediante una rótula metálica en la parte superior y mediante la barra a ensayar en su parte inferior. La misión de la rótula es garantizar que la resultante de las tensiones del hormigón pase por ese punto, de esta forma es posible calcular las tensiones en el acero. Consiste en aplicar dos cargas puntuales simétricas sobre una viga biapoyada hasta la rotura total de la adherencia midiendo el

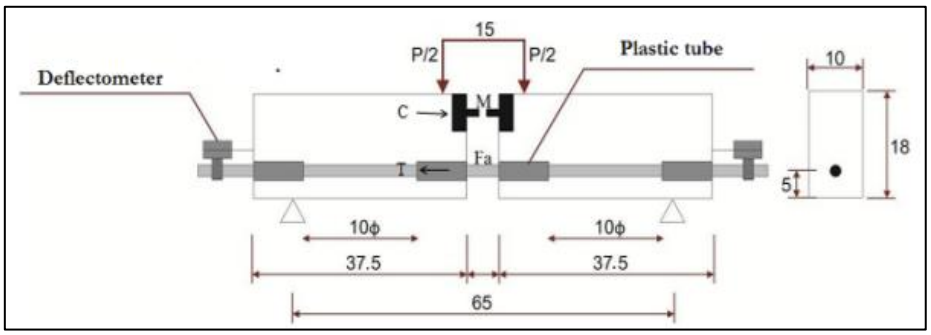
DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

deslizamiento en ambos extremos de la barra respecto a la superficie de hormigón. De este tipo de ensayos se obtienen igual que en el ensayo pull − out los diagramas tensión de adherencia – deslizamiento, descritos en el apartado anterior.

Figura 25

Esquema del ensayo Beam test.



Fuente: (Pires Carvalho, Guariento Ferreira, & Celso da Cunha, 2017)

$$\tau = \frac{Fa}{\pi \times \emptyset \times La} \qquad Fa = 1.25 \times P$$

Donde:

τ = Fuerza de Unión (MPa).

Fa = Amplificación de Carga (Kn)

P = Carga Aplicada (Kn).

ϕ = Diámetro de la Barra de Refuerzo (mm).

La = Longitud de Anclaje (mm).

Figura 26

Ensayo de adherencia por el método Beam test.

Fuente: (Osorio Vanegas, 2014)

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

2.2.5.2. Influencia de la Adherencia en el comportamiento estructural

Según (Ottazzi Pasino, 2014)Se puede decir que los efectos derivados de la pérdida de adherencia entre el acero y el hormigón tienen origen o por procesos de deterioro o por la aplicación de cargas.

La pérdida de adherencia es un factor para considerar en la capacidad última de carga de una estructura, debido a que la transferencia de tensiones no se produce correctamente, y consecuentemente, el comportamiento entre acero y hormigón se deteriora de tal manera que las barras no son capaces de asumir la tensión que les corresponde.

Además, la adherencia es importante en la fisuración, si la estructura no está fisurada se producirá un incremento en la separación de fisuras y así una mayor abertura de las mismas. Si la estructura ya está fisurada cuando se inicien los procesos de corrosión y pérdida de adherencia, la separación entre fisuras se mantendrá y el ancho de las mismas se verá notablemente incrementado.

Una de las principales causas de fallos en estructuras de hormigón armado es la pérdida de recubrimiento y/o un recubrimiento insuficiente, fundamental para garantizar la adherencia entre el hormigón y el acero, además de proteger a las armaduras frente a agentes agresivos. La disminución de la resistencia de un elemento solicitado a flexión con pérdida de adherencia dependerá de varios factores, principalmente de la longitud de armadura que no presente adherencia, de la cantidad de armadura de tracción, del recubrimiento de la armadura y del grado de confinamiento. La degradación de la adherencia en la longitud de adherencia disminuye esta capacidad por lo que aumentan las longitudes necesarias para asumir cierto valor en la tensión de adherencia.

2.2.5.3. Mecanismos de Adherencia entre concreto y acero

Existen diversos mecanismos resistentes en los que se basa la adherencia, es así que contamos con a) adhesión química, b) rozamiento y c) interacción mecánica; en barras lisas la adherencia depende de la adhesión química y el rozamiento en la que interactúan los elementos, mientras que en las barras corrugadas la adherencia se centra mayormente a partir de la interacción mecánica entre el concreto y las corrugas.

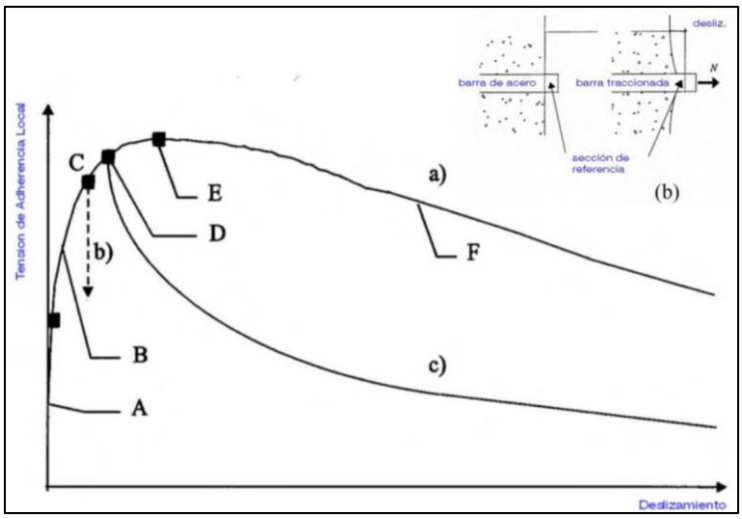
DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

En la siguiente figura se hace una descripción de los diferentes mecanismos de adherencia y los tipos de fallo según los diagramas de adherencia y deslizamiento; obtenidos a partir de la sección de referencia y el concreto que lo rodea.

Figura 27

Relación tensión de adherencia local – deslizamiento esquemático.



FUENTE: (Tomlinson, 2017).

Curva a) situación bien confinada, curva b) sin confinamiento y fallo por splitting y, curva c) situación confinada, splitting al que sigue un fallo por pull −out.

A continuación, se hace una descripción de los diferentes mecanismos de adherencia y los tipos de fallo según los diagramas de adherencia y deslizamiento.

* ADHESION QUIMICA:

En la primera fase la tensión de adherencia se genera gracias a la interconexión fisicoquímica entre las superficies del refuerzo y el concreto, en esta parte la gráfica es lineal y se presentan pequeños deslizamientos debidos a la deformación del concreto correspondientes a tensiones de adherencia bajas.

* ROZAMIENTO:

Al continuar con el proceso de carga aplicada, la tensión adhesión química se anula dándole responsabilidad a la tensión de adherencia como mecanismo resistente que depende de las características irregulares de la barra de refuerzo.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

* INTERACCION MECANICA:

Al incrementar la carga cambia el comportamiento del elemento de concreto y aumenta notablemente el deslizamiento de la barra debido a las fisuras internas que se generan, por lo que en esta fase el confinamiento de la sección cobra un papel muy importante junto con el recubrimiento de la sección y el tipo de armadura transversal.

* ROTURA:

En esta fase culmina el fallo de adherencia, si el concreto posee confinamiento la carga puede aumentar hasta alcanzar la tensión máxima de adherencia el valor del esfuerzo cortante máximo también depende de entre otros factores la resistencia del concreto, el índice de las corrugas y la posición de la barra; a partir de superada la tensión máxima las condiciones de fallo y condiciones de confinamiento pueden ser de 2 tipos:

a) SPLITTING Consiste en la aparición de fisuraciones longitudinales en el recubrimiento según la dirección del armado, se producen cuando los esfuerzos de tracción superan la capacidad del concreto y no existe confinamiento adicional al proporcionado por el recubrimiento, debido a que la dirección de estas fisuras expone el recubrimiento que generan efectos de corrosión y resultan peligrosas desde el punto de vista de la durabilidad de la estructura. (Plizzari, 1998)
b) PULL-OUT Consiste en el deslizamiento de la armadura dentro del elemento de concreto, se pueden distinguir dos tipos, el primerio deslizamiento de la barra esta falla de produce en barras lizas, el segundo desprendimiento según una superficie envolvente de las corrugas, si las condiciones de confinamiento son elevadas queda garantizada la adherencia entre el concreto y el acero.

2.2.6. Resistencia a la tensión del acero de refuerzo

(Cervera Ruíz & Blanco Díaz, 2015)Interpreta a la Tensión como: “Considerando un cuerpo solido sometido a la acción de un sistema de fuerzas exteriores (cargas aplicadas y reacciones) en equilibrio, e imaginémoslo cortado por una sección cualquiera S que lo divide en dos partes, (A) y (B), situadas a ambos lados de la sección S (Ver Fig28.) Para que exista equilibrio en las dos partes resultantes, (A) y (B), deben existir unas ciertas fuerzas de interacción a través de la superficie S a las que llamaremos F. Las fuerzas de interacción son iguales en magnitud y dirección, pero de sentidos opuestos, sobre las secciones S de las partes (A) y (B), según exige el principio de acción y reacción. Consideremos un punto sobre la superficie S y un entorno de

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

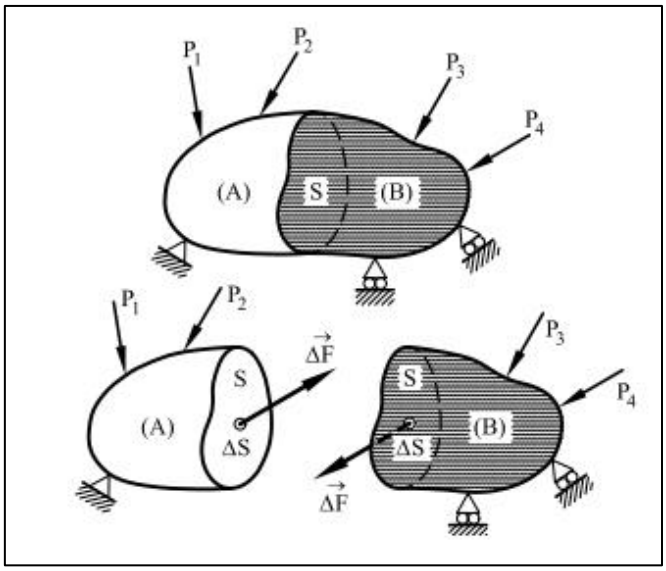
dicho punto de área ▲S (variación de superficie). Llamemos ▲F (variación de fuerza) a la fuerza que la parte (B) del cuerpo ejerce sobre la parte (A) a través del área ▲S. La fuerza por unidad de área vale entonces:

$$tm = \frac{\Delta F}{\Delta S}$$

A esta fuerza por unidad de área t_m se le llama tensión media sobre la superficie S en el punto considerado". De lo que podemos deducir que la tensión es aquella fuerza interna en un cuerpo generada a partir de fuerzas externas y la mejor forma de entender cómo se comporta dicha fuerza es aplicándola a una sección de área interna de un cuerpo, se verifica la 3era ley de newton también denominada ley de acción y reacción de que a toda fuerza existe otra de igual magnitud para contrarrestarla, al ver la interacción de la fuerza en un punto de la sección de área determinada es la que denominamos tensión media. (Ver Fig28.)

Figura 28

Tensión media



Fuente: (Cervera Ruíz & Blanco Díaz, 2015).

2.2.6.1. Ensayo de Tracción en el Acero

El ensayo de tensión es una prueba que permite obtener la gráfica de esfuerzo contra deformación de un material; además de esto es un proceso estandarizado bajo la norma (ASTM E8/E8M, 2021) (Métodos de prueba estándar para pruebas de tensión de materiales metálicos).

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

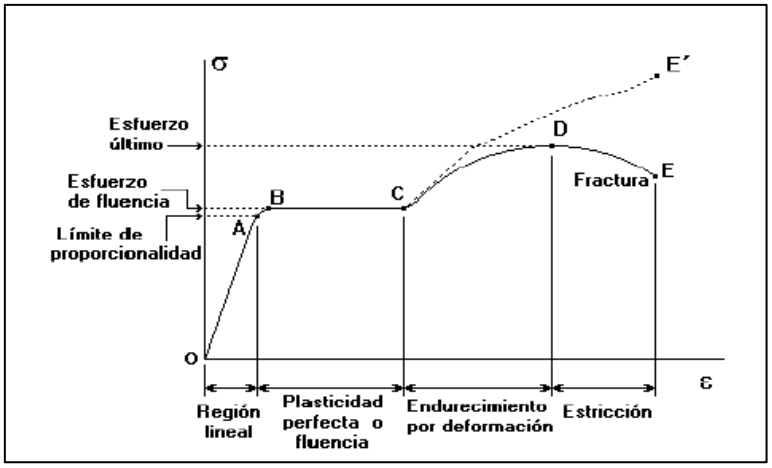
Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Esta prueba consiste en someter un material a cargas axiales con el fin de determinar su deformación, el comportamiento elástico-plástico y módulo de elasticidad entre otros datos del material que son obtenidos con la curva esfuerzo deformación. Antes de someter el espécimen a una carga externa se realiza una marca sobre el material que determina la longitud base, luego se aplica una carga que hace que la longitud inicial aumente y se calcular el valor de la deformación unitaria dividiendo la diferencia de alargamiento sobre la distancia base para una carga determinada con el área de sección transversal y la carga a la que es sometido el espécimen se calcula es esfuerzo de esta manera se obtiene el gráfico de esfuerzo – deformación en el cual se ubica la deformación en el eje x y el esfuerzo en el eje y.

La gráfica esfuerzo – deformación puede variar sobre el mismo material debido a que variables como temperatura, velocidad de aplicación de cargas, procedimiento, obtención de datos, etc.

Figura 29

Diagrama esfuerzo – deformación.



Fuente: http://encabeceraformacion.blogspot.com/2015/09/analisis-de-materiales-diagramas.html

En la gráfica se encuentran cinco zonas definidas de la siguiente manera:

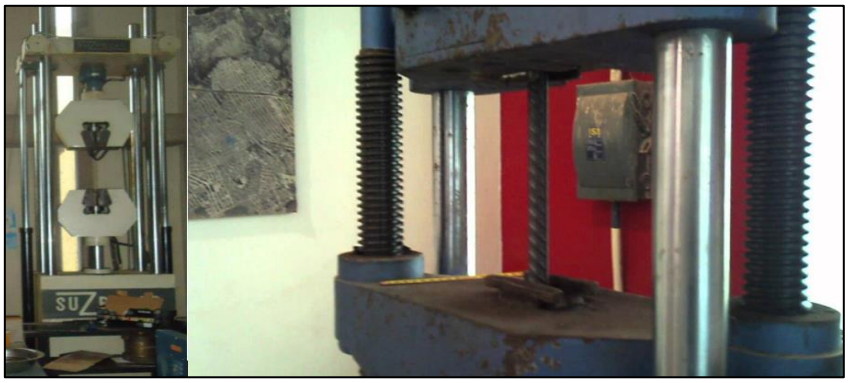
- Zona A. Comportamiento elástico.
- Zona B. Punto de fluencia.
- Zona C. Deformación plástica.
- Zona D. Zona de estricción o rotura.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Figura 30

Maquina de ensayo universal- ensayo de tracción en muestras de varilla corrugada.



Fuente: (Osorio Vanegas, 2014)

2.2.6.2. Esfuerzo de Tensión en muestras de prometas de barras de acero

Un ingrediente básico en el estudio de la mecánica de los cuerpos deformables son las propiedades de resistencia de los materiales. Estas propiedades relacionan las tensiones con las deformaciones y solo pueden determinarse mediante experimentos.

Una de las pruebas más simples para determinar las propiedades mecánicas de un material es la prueba de tracción. En esta prueba, se aplica una carga a lo largo del eje longitudinal de una muestra, y se registran las cargas aplicadas y deformaciones.

2.2.6.3. Propiedades Mecánicas

Cuando se discute sobre esfuerzo y deformación, es útil pensar en el esfuerzo como la causa y la deformación como la consecuencia, por lo regular las propiedades de resistencia, elasticidad y ductilidad de los metales, plásticos y otros materiales se suelen determinar a través de una prueba tensión; donde una muestra del material es monitoreada durante la prueba al tiempo que se registran la carga soportada y el valor de la deformación para dicha carga

Módulo de elasticidad o módulo de Young: Se representa gráficamente como la pendiente de la curva de esfuerzo vs deformación en la zona elástica del material, este valor se relaciona directamente con la energía de los enlaces, por lo tanto aquellos elementos con un elevado punto de fusión tendrán en general un módulo de elasticidad elevado. En los elementos metálicos, el módulo de elasticidad es considerada como una micro propiedad insensible, por el hecho de que depende enteramente del tipo de enlace entre los átomos del material y no de otras características como el tamaño del grano.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

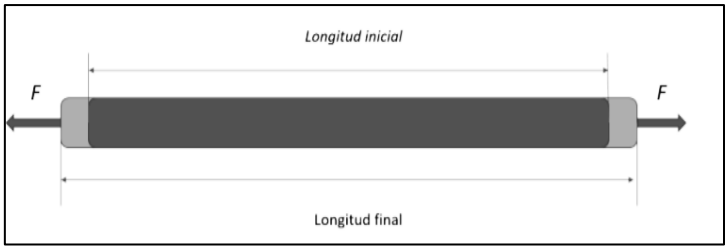
Resistencia a la tensión: Se considera que el punto máximo de la curva esfuerzo-deformación es la resistencia ultima a la tensión, después de lograr el máximo de la curva se genera un decremento notable del diámetro de la barra analizada. Así la carga aplicada actúa sobre un área menor y el esfuerzo continúa aumentando hasta la ruptura, se observa en la figura 29 que después de lograr el máximo esfuerzo se presenta una disminución considerable del esfuerzo soportado, debido a la inminente ruptura.

Límite de fluencia: Esta propiedad es observable en la región de la gráfica esfuerzo vs deformación donde existe un gran incremento de la deformación con poco o ningún aumento del esfuerzo (ver figura 29). La propiedad evidencia el alargamiento del material en gran medida, en forma plástica y permanente, se observa además que no existe un punto o valor de fluencia determinado.

Prueba de carga axial: Al someter un elemento dispuesto verticalmente a dos cargas paralelas a su eje de simetría, como se ve en la figura 31 (disposición horizontal), este soporta un esfuerzo axial que para este caso es de tensión. La tensión que sufre el elemento producirá una deformación tanto longitudinal como transversal y a mayor esfuerzo mayor será la deformación.

Figura 31

Efecto de la carga Tensionante.



Fuente: Propia.

Cuando la probeta es sometida a un esfuerzo inferior a su límite de fluencia esta se comporta elásticamente, lo que implica que al instante de retirar la carga la deformación desaparece y la pieza recupera su forma de entrega u original. Sin embargo, cuando el esfuerzo aplicado es superior al límite de fluencia del material este entra a comportarse plásticamente, indicándonos el momento en que las deformaciones venideras debidas a la carga serán permanentes.

La figura 26 describe gráficamente el comportamiento de una pieza bajo la influencia de una carga Tensionante, la zona elástica es pequeña debido a que para lograr una deformación

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

pequeña en el material se requiere un gran incremento del esfuerzo, ya en la zona elástica cualquier incremento leve aumentará en gran medida la deformación.

2.2.7. Resistencia del concreto armado a tracción por flexión

(NRMCA, 2017) Define a la Resistencia a la flexión como: “La resistencia a la flexión es una medida de la resistencia a la tracción del concreto (hormigón). Es una medida de la resistencia a la falla por momento de una viga o losa de concreto no reforzada.”. de esto podemos definir que la resistencia a la flexión es una respuesta directa de la resistencia del concreto a ser traccionado, y que es un factor determinante en el cálculo de la falla por momentos de elementos estructurales tales como vigas y losas.

2.2.7.1. Resistencia a la flexión

La resistencia a la flexión es una medida de la resistencia a la tracción del concreto (hormigón). Es una medida de la resistencia a la falla por momento de una viga o losa de concreto no reforzada. Se mide mediante la aplicación de cargas a vigas de concreto de 6 x 6 pulgadas (150 x 150 mm) de sección transversal y con luz de como mínimo tres veces el espesor. La resistencia a la flexión se expresa como el módulo de rotura (MR) en libras por pulgada cuadrada (MPa) y es determinada mediante los métodos de ensayo ASTM C78 (cargada en los puntos tercios) o ASTM C293 (cargada en el punto medio). El módulo de rotura es cerca del 10% al 20% de la resistencia a compresión, en dependencia del tipo, dimensiones y volumen del agregado grueso utilizado, sin embargo, la mejor correlación para los materiales específicos es obtenida mediante ensayos de laboratorio para los materiales dados y el diseño de la mezcla. El módulo de rotura determinado por la viga cargada en los puntos tercios es más bajo que el módulo de rotura determinado por la viga cargada en el punto medio, en algunas ocasiones tanto como en un 15%.

2.2.7.2. Ensayo resistencia a la flexión

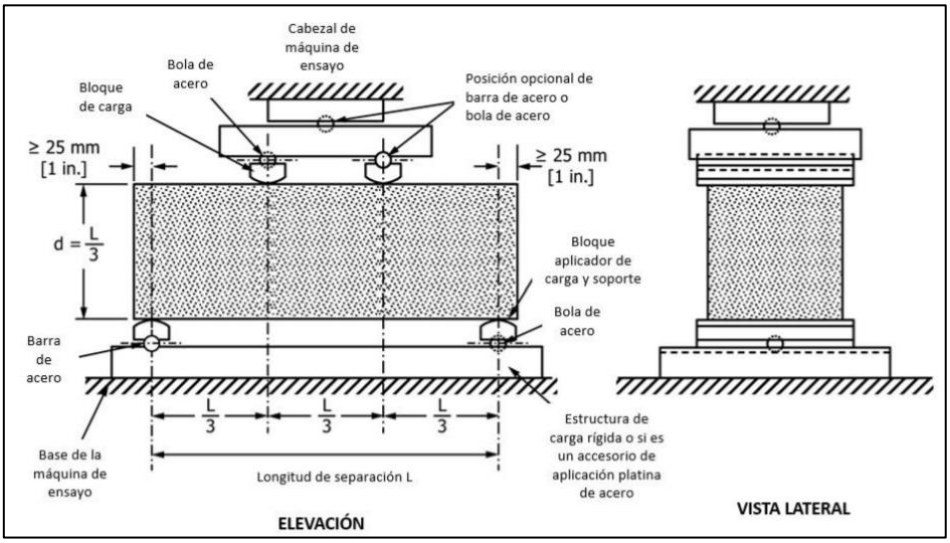
El procedimiento de este ensayo se encuentra en la (NTP 339.078, 2012)explicando de la siguiente manera: Este método de ensayo consiste en aplicar una carga en los tercios de la luz de la viga hasta que ocurra la falla. El módulo de rotura se calculará, según la ubicación de la falla: dentro del tercio medio o a una distancia de este no mayor del 5 % de la luz libre. Este método de ensayo consiste en aplicar una carga en los tercios de la luz de la viga hasta que ocurra la falla. El módulo de rotura se calculará, según la ubicación de la falla: dentro del tercio medio o a una distancia de este no mayor del 5 % de la luz libre.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Figura 32

Vista de diagrama de un aparato apropiado para el ensayo a flexión de concreto por el método de carga en los tercios de la luz.



Fuente: (NTP 339.078, 2012)

a) La muestra, en forma de viga tendrá una luz libre entre apoyos equivalente a tres veces su altura con una tolerancia del 2 %. Las caras laterales de la viga formarán ángulos rectos con las caras superior e inferior de la misma. Todas las superficies deberán ser lisas y libres de asperezas, porosidad (cangrejeras) o marcas de identificación no apropiadas.

b) La prueba de flexión se realizará tan pronto como sea posible, luego de retirar la viga de la cámara de curado. Las vigas con superficie seca arrojan resultados menores en mediciones del módulo de rotura.

c) Se centra el sistema de aplicación de carga en relación con la fuerza aplicada, se colocan los bloques a los cuales se aplicará la carga en contacto con la superficie de la muestra en los tercios de la luz de la viga y aplicar una carga entre 3 % y 6% de la carga de rotura estimada. Usando medidores de espesores tipo láminas de 0,10 mm y 0,40 mm, determinar si algún espacio existente entre la muestra y el bloque de carga o los de soporte, es mayor o menor que cada uno de los medidores de espesor en una longitud de 25 mm o más. Si no se obtiene un contacto completo entre la viga y los bloques de aplicación de la carga, será necesario refrentar, lijar o poner una cuña de cuero. Las tiras de cuero serán de un espesor uniforme de 6 mm y tendrán un ancho comprendido entre 25 mm a 50 mm, y deberán extenderse a todo el ancho de la viga. Los espacios de más de 0,40 mm deben ser eliminados solamente mediante refrentado o esmerilado. El lijado

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

de las superficies laterales debe ser mínimo, debido a que esta acción puede cambiar las características físicas de las muestras.

d) Se aplica la carga al espécimen de forma continua y sin impactos. La carga se aplica a una velocidad constante hasta el punto de ruptura. Aplicar la carga a una velocidad que incremente constantemente la resistencia de la fibra extrema, entre 0,9 MPa/min y 1,2 MPa/min, hasta producir la rotura de la viga.

I. Si la falla ocurre dentro del tercio medio de la luz, el módulo de rotura se calculará mediante la siguiente fórmula:

$$r = \frac{P \times L}{b \times h^2} \left(\frac{Kg}{cm^2}\right)$$

Donde:
Mr: es el módulo de rotura, en (kg/cm2).
P: Es la carga máxima de rotura indicada por la máquina de ensayo, en kg
L: Es la luz libre entre apoyos, en cm
b: Es el ancho promedio de la viga en la sección de falla, en cm
h: Es la altura promedio de la viga en la sección de falla, en cm.

II. Si la falla ocurre fuera del tercio medio y a una distancia de este no mayor del 5 % de la luz libre, el módulo de rotura se calculará mediante la siguiente fórmula:

$$Mr = \frac{3 \times P \times a}{b \times h^2} \left(\frac{Kg}{cm^2}\right)$$

Donde:

a: Es la distancia promedio entre la línea de falla y el apoyo más cercano, medida a lo largo de la línea central de la superficie inferior de la viga, en cm.

2.2.8. Base estadística

2.2.8.1. Teorema de Dixon:

Para esta aplicación de análisis estadístico se utilizó el teorema de Dixon, permite determinar si un valor sospechoso de un conjunto de datos, este método define la relación entre la diferencia del mínimo/máximo valor y su vecino más cercano y la diferencia entre el máximo y el mínimo valor aplicado.

Los datos deben provenir de una distribución normal, si se sospecha que una población lognormal subyace en la muestra, la prueba puede ser aplicada al logaritmo de los datos. Antes de realizar el procedimiento es importante definir las hipótesis (si el valor sospechoso se encuentra al inicio o al final del conjunto de datos) y determinar la distribución de la que provienen los datos. ((McCuen, 2005))

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

(Taylor Ph.D. & Cihon Ph.D., 2004) , explican el proceso para llevar a cabo la prueba de Dixon. Se debe seguir los siguientes pasos:

Paso 1: Ordenar los valores de la muestra en forma ascendente, siendo X1, el valor más pequeño y Xn el valor X1 < X2 < X3 < …… <Xn.

Paso 2: Calcular el valor de Dixon dependiendo del tamaño de muestra tabla 20

Donde las relaciones son las indicas en la tabla 21.

Tabla 20

Prueba de Dixon de acuerdo con el tamaño del conjunto de datos

NUMERO DE DATOS	RELACIÓN A CALCULAR
n= 3 a 7	R10
n = 8 a 10	R11
n = 11 a 13	R21
n = 14 a 24	R22

Fuente: (Taylor Ph.D. & Cihon Ph.D., 2004)

Tabla 21

Relaciones para aplicar la prueba de Dixon.

R	Si x_n es sospechoso	Si x_1 es sospechoso
r_{10}	$\frac{(x_n - x_{n-1})}{(x_n - x_1)}$	$\frac{(x_2 - x_1)}{(x_n - x_1)}$
r_{11}	$\frac{(x_n - x_{n-1})}{(x_n - x_2)}$	$\frac{(x_2 - x_1)}{(x_{n-1} - x_1)}$
r_{21}	$\frac{(x_n - x_{n-2})}{(x_n - x_2)}$	$\frac{(x_3 - x_1)}{(x_{n-1} - x_1)}$
r_{22}	$\frac{(x_n - x_{n-2})}{(x_n - x_3)}$	$\frac{(x_3 - x_1)}{(x_{n-2} - x_1)}$

Fuente: (Taylor Ph.D. & Cihon Ph.D., 2004)

Buscar el valor crítico de r de acuerdo con el nivel de significancia en la tabla para valores críticos para la prueba de Dixon, si el valor de r calculado es mayor que el valor crítico de la tabla se concluye que es un valor atípico.

En el caso de la prueba de Dixon con más de un valor extremo sospechoso, el valor más extremo tiende a ser enmascarado por la presencia de otros valores. El enmascaramiento ocurre cuando dos o más valores atípicos tienen valores similares. Esto es especialmente cierto en el caso de los tamaños de las muestras de menos de diez, cuando el numerador de la relación es la diferencia entre los dos valores más extremos.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

La prueba de Dixon es usualmente utilizada para un grupo pequeño de datos (entre 3 y 30 datos) y dispone de un valor crítico con tres puntos decimales, lo cual limita seriamente la aplicación de la prueba en muchos campos de las ciencias e ingenierías.

A continuación, se muestra las tablas para valores críticos para la prueba de Dixon

Tabla 22

Valores críticos de Dixon r10

N	NIVEL DE CONFIANZA		
	90%	95%	96%
	(α=0.10)	(α=0.05)	(α=0.4)
3	0.941	0.970	0.976
4	0.765	0.829	0.846
5	0.642	0.710	0.729
6	0.560	0.625	0.644
7	0.507	0.568	0.586
8	0.468	0.526	0.543
9	0.437	0.493	0.510
10	0.412	0.466	0.483

Fuente: (Taylor Ph.D. & Cihon Ph.D., 2004)

Tabla 23

Valores críticos de dixon r11

N	NIVEL DE CONFIANZA		
	90%	95%	96%
	(α=0.10)	(α=0.05)	(α=0.4)
4	0.955	0.977	0.981
5	0.807	0.863	0.876
6	0.689	0.748	0.763
7	0.61	0.673	0.689
8	0.554	0.615	0.631
9	0.512	0.57	0.587
10	0.477	0.534	0.551

Fuente: (Taylor Ph.D. & Cihon Ph.D., 2004)

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tabla 24

Valores críticos de dixon r21

N	NIVEL DE CONFIANZA		
	90%	95%	96%
	(α=0.10)	(α=0.05)	(α=0.4)
5	0.976	0.987	0.990
6	0.872	0.913	0.924
7	0.780	0.828	0.842
8	0.710	0.763	0.780
9	0.657	0.710	0.725
10	0.612	0.664	0.678
11	0.576	0.920	0.638

Fuente: (Taylor Ph.D. & Cihon Ph.D., 2004)

Tabla 25

Valores críticos de dixon r22

N	NIVEL DE CONFIANZA		
	90%	95%	96%
	(α=0.10)	(α=0.05)	(α=0.4)
6	0.9830	0.9900	0.9920
7	0.8810	0.9090	0.9190
8	0.8030	0.8460	0.8570
9	0.7370	0.7870	0.8000
10	0.6820	0.7340	0.7490
11	0.6370	0.6880	0.7030
12	0.6000	0.6480	0.6610

Fuente: (Taylor Ph.D. & Cihon Ph.D., 2004)

2.3. Hipótesis

2.3.1. Hipótesis General

La corrosión tiene un efecto directo reduciendo la resistencia del acero y como parte del elemento estructural incrementa su adherencia con el concreto.

2.3.2. Sub-Hipótesis

1) El agente corrosivo que tendrá mayor efecto será el ácido sulfúrico puesto que es el de más fácil creación en la formación de la lluvia acida.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

2) La concentración que afectará en mayor medida al acero de refuerzo para el periodo de exposición de 1 mes será el del acelerante de 0.1 Molar.

3) La corrosión en el acero de refuerzo se desarrollará de manera agresiva y acelerada en su interacción con los agentes corrosivos.

4) La corrosión reducirá la resistencia a la tensión del acero de refuerzo para un periodo de exposición de 1,2 y 3 meses.

5) La corrosión incrementará la adherencia del acero con el concreto para un periodo de exposición de 1,2 y 3 meses.

6) La corrosión provocará la reducción de la resistencia a tracción por flexión del elemento de concreto armado para un periodo de exposición de 1,2 y 3 meses.

2.4. Definición de Variables

2.4.1. Variables Independientes

Agentes Corrosivos: Componentes de la lluvia acida que llevan a la corrosión al acero de refuerzo.

Nivel:

- ✓ Pérdida de masa.
- ✓ Grado de corrosión por agua corriente.
- ✓ Grado de corrosión por agua destilada.
- ✓ Grado de corrosión por lluvia acida (HNO_3 y H_2SO_4)

Indicadores:

- ✓ Valor de pérdida de masa.
- ✓ Valor del grado de corrosión por el agua.
- ✓ Valor del grado de corrosión por agua destilada.
- ✓ Valor del grado de corrosión por lluvia acida (HNO_3 y H_2SO_4)

2.4.2. Variables Dependientes

Concentración: Cantidad de los agentes corrosivos depositados en la atmosfera que se precipitara en forma de lluvia acida, la concentración es dependiente de los intervalos entre cada precipitación.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Nivel:

- ✓ Nivel de concentración del agente corrosivo.

Indicadores:

- ✓ Volumen

Corrosión: La corrosión es el deterioro de un material que en el caso de la investigación seria la corrosión del acero de refuerzo a consecuencia de un ataque electroquímico por su entorno. Y como resultado el material en su tendencia a buscar su forma más estable y de menor cantidad de energía de lugar a la corrosión.

Nivel:

- ✓ Corrosión.

Indicadores:

- ✓ Perdida de área de diámetro.

Resistencia a la tensión: Es definida como la aglomeración interna de fuerzas en un cuerpo solido que si este llegara a ser cortado en alguna sección deberían de existir unas fuerzas de igual magnitud, pero de sentidos contrarios en ambas partes resultantes según exige el principio de acción y reacción.

Nivel:

- ✓ Resistencia a la tensión.

Indicadores:

- ✓ Valor de la Resistencia a la Tensión.

Adherencia: Es la interacción física entre el concreto y el acero de refuerzo y esta se encuentra en la interfaz entre ambos materiales permitiendo la transferencia de cargas y esfuerzos entre ambos cuerpos en contacto.

Nivel:

- ✓ Resistencia a la adherencia.

Indicadores:

- ✓ Valor de la Resistencia a la fuerza de unión.

Tracción por Flexión: Es la resistencia a la tracción del concreto es una medida de resistencia a la falla por momento.

Nivel:

- ✓ Resistencia a la tracción por flexión.

Indicadores:

- ✓ Valor de momento ultimo.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

2.4.3. Cuadro de Operacionalización de Variables

Tabla 26

Cuadro de operacionalización de variables.

Cuadro de operacionalización de variables						
TIPO DE VARIABLE	**DENOMINACIÓN DE LA VARIABLE**	**DESCRIPCIÓN DE LA VARIABLE**	**DIMENSIÓN O NIVEL**	**INDICADORES**	**UNIDAD DE MEDIDA**	**INSTRUMENTO**
DEPENDIENTE	X1: Concentración	Concentración del soluto en la solución(lluvia acida)	Nivel de concentración del agente corrosivo	volumen	ml	Instrumentos de recolección de datos
	X2: Velocidad de corrosion	Perdida de área de superficie en el diámetro de las varillas	Corrosión	perdida de area de diametro	mm/año	Instrumentos de recolección de datos
	X3: Propiedades mecánicas	Son propiedades del material relacionadas con su capacidad de resistir fuerzas y deformaciones	Resistencia a la tensión	Valor de la resistencia a la tensión	MPa	ASTM E8
			Resistencia a la adherencia	Valor de la resistencia a la fuerza de unión	MPa	ASTM C234-91a
			Resistencia a la tracción por flexión	Valor de momento ultimo	tn-m	ASTM C78
INDEPENDIENTE	Y1: Agentes corrosivos	Sustancia que inicia y acelera el proceso de corrosión	Pérdida de masa	Valor de pérdida de masa	gr.	Instrumentos de recolección de datos
			Grado de corrosión por agua corriente.	Valor del grado de corrosión por el agua	gr.	Instrumentos de recolección de datos
			Grado de corrosión por agua destilada.	Valor del grado de corrosión por agua destilada.	gr.	Instrumentos de recolección de datos
			Grado de corrosión por lluvia acida (hno3 y h2so4)	Valor del grado de corrosión por lluvia acida (hno3 y h2so4)	gr.	Instrumentos de recolección de datos

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

3. Capitulo III: Metodología

3.1. Metodología de la Investigación

3.1.1. Enfoque de la Investigación

Se considera un enfoque cuantitativo puesto que "El enfoque cuantitativo (que representa, como dijimos, un conjunto de procesos) es secuencial y probatorio. Cada etapa precede a la siguiente y no podemos "brincar" o eludir pasos. De las preguntas se establecen hipótesis y determinan variables; se traza un plan para probarlas (diseño); se miden las variables en un determinado contexto; se analizan las mediciones obtenidas utilizando métodos estadísticos y se extrae una serie de conclusiones que cuantifica a través de la medición respecto de la o las hipótesis." (Sampieri, 2014)

3.1.2. Nivel o alcance de la Investigación

Se considera nivel Descriptivo puesto que "consiste en describir fenómenos, situaciones, contextos y sucesos; esto es, detallar cómo son y se manifiestan. Con los estudios descriptivos se busca especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. Es decir, únicamente pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren, esto es, su objetivo no es indicar cómo se relacionan éstas." (Sampieri, 2014)

3.1.3. Método de investigación

Se considera Método Hipotético deductivo puesto que "el método Hipotético-Deductivo es el camino lógico para buscar la solución a los problemas que nos planteamos. Consiste en emitir hipótesis acerca de las posibles soluciones al problema planteado y en comprobar con los datos disponibles si estos están de acuerdo con aquellas. Así en los ámbitos en los que se dispone de métodos observacionales adecuados con los cuales se pueden obtener magnitudes muy precisas, las hipótesis pueden verificarse con gran seguridad". (Cegarra Sánchez, 2011)

3.2. Diseño de la Investigación

3.2.1. Diseño Metodológico

Se considerará el diseño metodológico Experimental dado que las variables serán manipulables y se observaran los resultados de dichas manipulaciones, "Una acepción particular de experimento, más armónica con un sentido científico del término, se refiere a un estudio en el que se manipulan intencionalmente una o más variables independientes para analizar las consecuencias que la manipulación tiene sobre una o más variables dependiente dentro de una situación de control para el investigador". (Sampieri, 2014)

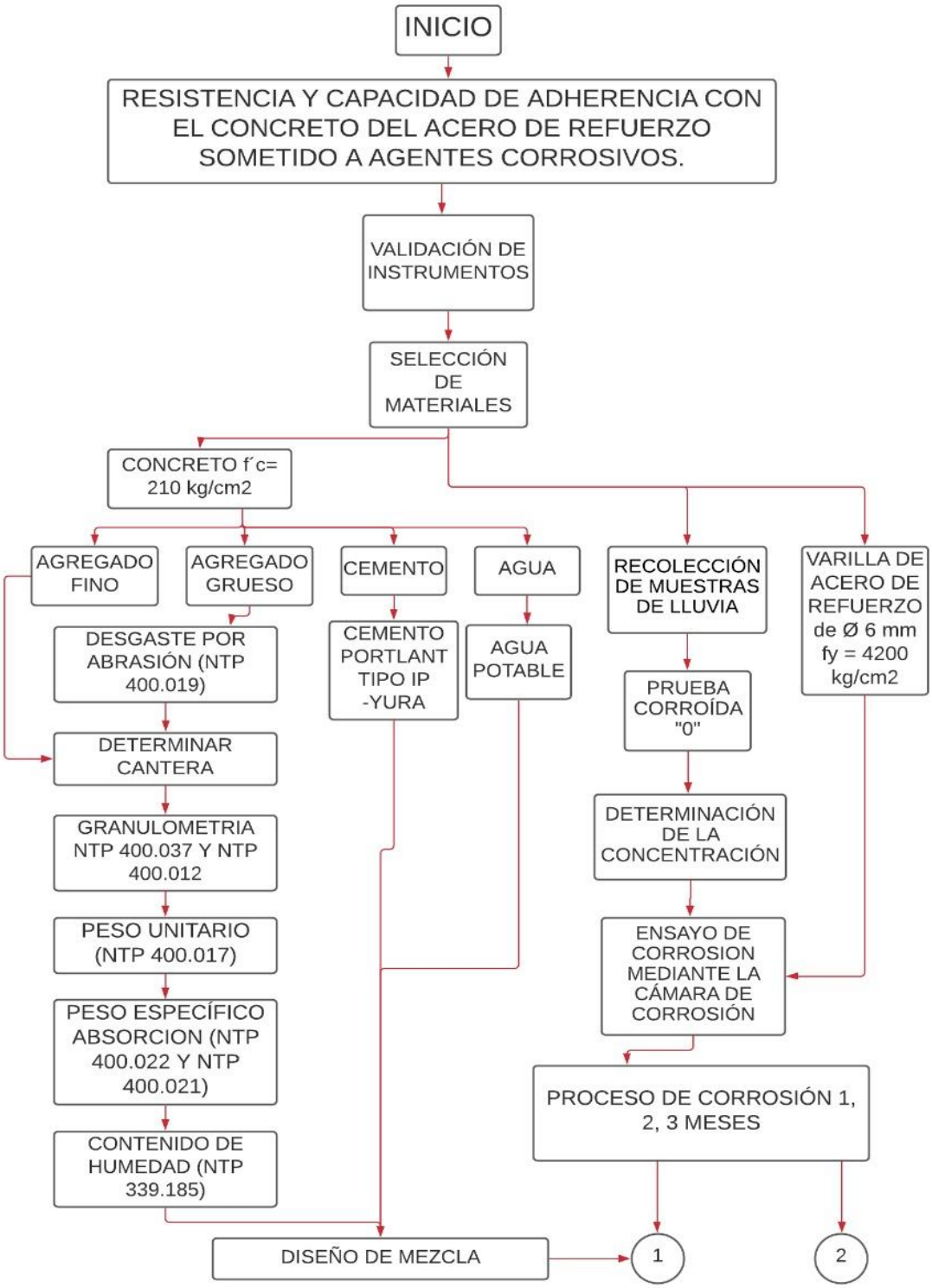
DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

3.2.2. Diseño de Ingeniería

Figura 33

Diagrama de flujo de investigación parte 1



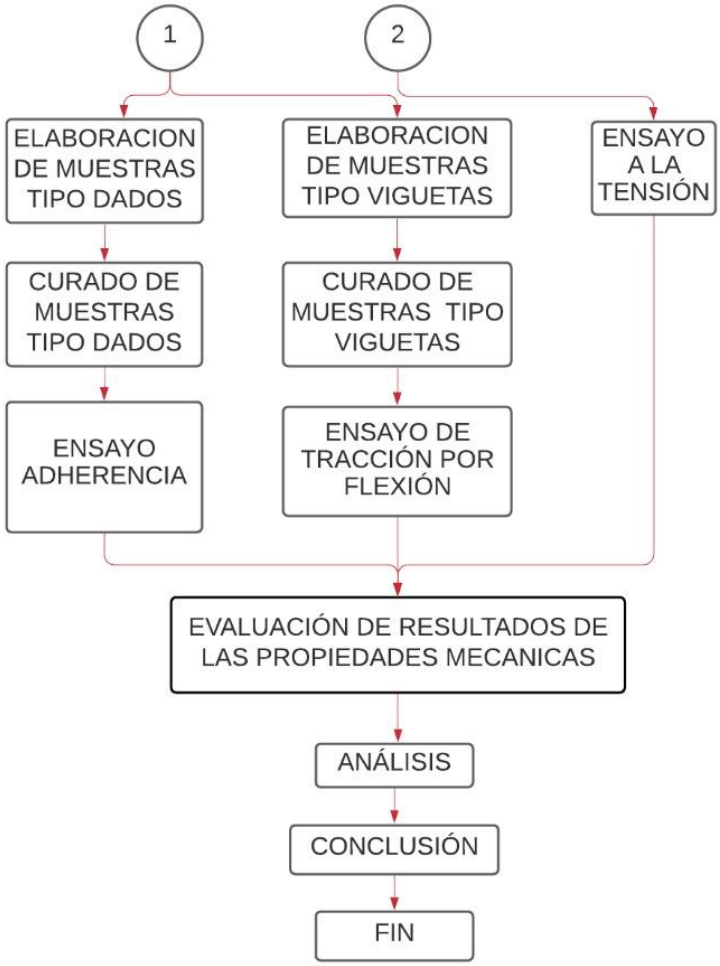
Fuente: Elaboración propia

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Figura 34

Diagrama de flujo de investigación parte 2



Fuente: Elaboración propia

3.3. Población y Muestra

3.3.1. Población

3.3.1.1. Descripción de la Población

La población está definida por varillas de acero y varillas de acero con un proceso de corrosión por un periodo de 1,2 y 3 meses con un diámetro de 6mm y una longitud de 52 cm de resistencia fy=4200kg/cm2. dada por las condiciones limitadas de los equipos de laboratorio de los cuales 48 fueron ensayadas en el ensayo de tracción, 48 para la fabricación de los dados del ensayo de adherencia y 72 en la fabricación de viguetas para el ensayo de flexión.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

3.3.1.2. Cuantificación de la Población

Se asumirá mediante el método de muestreo no probabilístico de un total de 168 varillas de acero y varillas de acero con un proceso de corrosión por un periodo de 1,2 y 3 meses con un diámetro de 6mm y una longitud de 52 cm de resistencia fy=4200kg/cm2. dada por las condiciones limitadas de los equipos de laboratorio de los cuales 48 fueron ensayadas en el ensayo de tracción, 48 para la fabricación de los dados del ensayo de adherencia y 72 en la fabricación de viguetas para el ensayo de flexión.

3.3.2. Muestra

3.3.2.1. Descripción de la Muestra

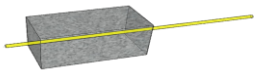
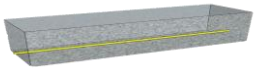
La población está definida por varillas de acero y varillas de acero con un proceso de corrosión por un periodo de 1,2 y 3 meses con un diámetro de 6mm y una longitud de 52 cm de resistencia fy=4200kg/cm2. dada por las condiciones limitadas de los equipos de laboratorio de los cuales 48 fueron ensayadas en el ensayo de tracción, 48 para la fabricación de los dados del ensayo de adherencia y 72 en la fabricación de viguetas para el ensayo de flexión.

Cuantificación de la Muestra

Se asumirá mediante el método de muestreo no probabilístico de un total de 168 varillas de acero y varillas de acero con un proceso de corrosión por un periodo de 1,2 y 3 meses con un diámetro de 6mm y una longitud de 52 cm de resistencia fy=4200kg/cm2. dada por las condiciones limitadas de los equipos de laboratorio de los cuales 48 fueron ensayadas en el ensayo de tracción, 48 para la fabricación de los dados del ensayo de adherencia y 72 en la fabricación de viguetas para el ensayo de flexión.

Tabla 27

Cuantificación de la muestra

Muestra	ADHERENCIA			TRACCIÓN	FLEXIÓN		
	DADOS			VARILLAS DE ACERO DE REFUERZO	VIGAS		
							
Días	7	14	28	31	7	14	28
Patrón	4	4	4	12	6	6	6
Varillas con un proceso de corrosión 1 mes	4	4	4	12	6	6	6
Varillas con un proceso de corrosión 2 meses	4	4	4	12	6	6	6
Varillas con un proceso de corrosión 3 meses	4	4	4	12	6	6	6
Subtotal	16	16	16	48	24	24	24
Total	48			48	72		
Total de Varillas	168						

Fuente: Elaboración propia

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

3.3.2.2. Método de Muestreo

(Sampieri, 2014)Muestreo no probabilístico: En este tipo de muestreo, puede haber clara influencia de la persona o personas que seleccionan la muestra o simplemente se realiza atendiendo a razones de comodidad. Salvo en situaciones muy concretas en la que los errores cometidos no son grandes, debido a la homogeneidad de la población, en general no es un tipo de muestreo riguroso y científico, dado que no todos los elementos de la población pueden formar parte de la muestra.

3.3.2.3. Criterios de evaluación de la Muestra

- ✓ Se evaluará barras de acero de dimensiones de 10 y 50cm.
- ✓ Que hayan estado expuestos a la corrosión por un periodo de 1,2 y 3 meses.
- ✓ Viguetas con un periodo de curado de 7,14 y 28 días.
- ✓ Norma ASTM C-234(Grado de Adherencia).
- ✓ Grado de concentración de ácido nítrico y sulfúrico en la lluvia acida (Ph).
- ✓ Grado de corrosión (cámara de humedad, cepillo metálico y balanza).
- ✓ Resistencia a la tensión (equipo de tracción universal).
- ✓ Adherencia (observación medición y calculo porcentual en viguetas).
- ✓ Tracción por Flexión (equipo de compresión de viguetas).

3.3.3. Criterios de Inclusión

- ✓ Se trabajará solo con acero corrugado “Aceros Siderperu” de 1/4”.
- ✓ Se trabajará acero con una exposición a la corrosión de 1,2 y 3 meses.
- ✓ Se trabajará solo con varillas de acero de 52cm.
- ✓ Se trabajará solo en base a los parámetros de la Norma Técnica Peruana y ASTM.
- ✓ Concreto armado de resistencia F’c=212.3 kg/cm2.
- ✓ Viguetas de 15*8*50 cm.
- ✓ Dados de 10*10*20.
- ✓ Ácido sulfúrico.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

3.4. Instrumentos

3.4.1. Instrumentos Metodológicos o de recolección de datos

Tabla 28

Hoja de recolección de datos de ensayo determinación de concentración de ácido nítrico y sulfúrico en las lluvias.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

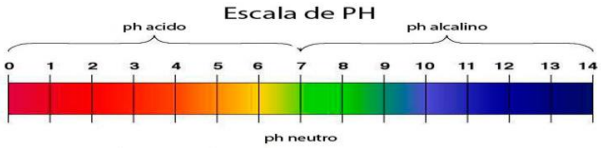
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: **"RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."**

TESISTAS: **BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO**
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS

LUGAR:
CANTERA:
FECHA:

"ENSAYO DE CONCENTRACION DE LLUVIA ACIDA EN LOS COMPONENTES DE LA LLUVIA DE CUSCO."



A)1-6,9 = PH ACIDO
B) 7 =PH NEUTRO
C) 7,1-14=PH ALCALINO

N° DE MUESTRA DE LA LLUVIA	CÓDIGO	FECHA		VOLUMEN DE LAS MUESTRAS	CONCENTRACIÓN DE ACIDÓ SULFURICO(H_2SO_4)	CONCENTRACIÓN DE ACIDÓ NITRICO(HNO_3)	Ph	CLASIFICACIÓN
		RECOLECCIÓN	ENSAYO					
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tabla 29

Hoja de recolección de datos temperatura promedio de la ciudad del Cusco.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

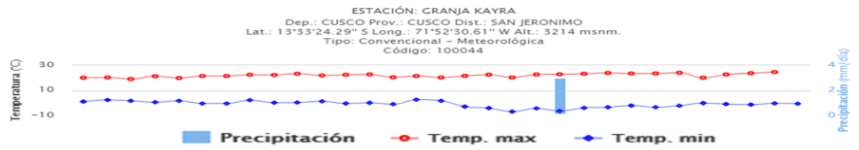
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: **"RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."**

TESISTAS: **BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO**
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS

LUGAR:
CANTERA:
FECHA:

ENSAYO DE EVALUACION DE LA TEMPERATURA PROMEDIO DE LA CIUDAD DEL CUSCO



A)TEMPERATURA MAXIMA
B) TEMPERATURA MINIMA

N°	AÑO	MES												TEMPERATURA PROMEDIO
		ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	
1														
2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														
11														
12														

Fuente: Adaptado Datos del Senamhi.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tabla 30

Hoja de recolección de datos de temperatura diaria por tres meses.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: **"RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."**

TESISTAS: **BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO**
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS

LUGAR:
CANTERA:
FECHA:

ENSAYO DE EVALUACION DE LA TEMPERATURA PROMEDIO DE LA CIUDAD DEL CUSCO

$$Tpromedio = \frac{\sum_0^n Temperaturas}{Numero\ de\ dias(N)}$$

AÑO	DÍA	SEPTIEMBRE			OCTUBRE			NOVIEMBRE		
		8:00 AM	12:00 PM	4:00 PM	8:00 AM	12:00 PM	4:00 PM	8:00 AM	12:00 PM	4:00 PM
TEMPERATURA PROMEDIO										

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tabla 31

Ensayo cálculo del volumen de soluto para la solución.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: **"RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."**

TESISTAS: **BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO**
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS

LUGAR:
CANTERA:
FECHA:

"ENSAYO DE VOLUMEN DE SOLUTO PARA LA SOLUCIÓN."

$M_o = \frac{N}{V}$ DONDE: M_o = Molaridad(mol/L); N = Numero de Moles(mol); V = Volumen de la Solucion (L)

$N = \frac{M}{PM}$ M = Masa(gr); PM = Peso Molecular(gr/mol)

$M = M_o \times PM \times V$

$D_c = D \times P$ DONDE: D_c = Densidad Corregida(gr/ml); D = Densidad(gr/ml); P = Porcentaje de Pureza

$V = \frac{M}{D_c}$ DONDE: M = Masa del Soluto(gr); D_c = Densidad Corregida(gr/ml); V = /olumen de la Solucion (ml

DATOS DEL SOLUTO	
SOLUTO	
NOMENCLATURA	
DENSIDAD	
PORCENTAJE DE PUREZA	

DATOS DE LA SOLUCIÓN	
VOLUMEN	
MOLARIDAD	

4

H_2 S O_4 N PM

PESO MOLECULAR	

MASA DEL SOLUTO	
DENSIDAD CORREGIDA	
VOLUMEN DEL SOLUTO	

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tabla 32

Hoja de recolección de datos de ensayo de porcentaje de corrosión.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."

TESISTAS: BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS

LUGAR:
CANTERA:
FECHA:

"ENSAYO DE PORCENTAJE DE CORROSIÓN."

$$C = \left(\frac{Mi - Mf}{Mi}\right) \times 100$$

PERIODO DE EVALUACIÓN	SUSTANCIA	PESO ORIGINAL		PESO CON OXIDO		PESO SIN OXIDO		PÉRDIDA DE MASA		PORCENTAJE DE CORROSIÓN	
		SUMERGIDO	SUSPENDIDO	SUMERGIDO	SUSPENDIDO	SUMERGIDO	SUSPENDIDO	SUMERGIDO	SUSPENDIDO	SUMERGIDO	SUSPENDIDO

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tabla 33

Hoja de recolección de datos de ensayo de velocidad de corrosión.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."

TESISTAS: BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS

LUGAR:
CANTERA:
FECHA:

ENSAYO DE EVALUACION DE LA VELOCIDAD DE CORROSIÓN

$$Vcorr = \frac{Mi - Mf}{P \times A \times T}$$

PERIODO DE EVALUACIÓN	SUSTANCIA	PESO ORIGINAL		PESO SIN OXIDO		DDIFERENCIA DE MASA (mgr)		DENSIDAD DEL MATERIAL (P)	ÁREA DE EXPOSICIÓN(A)	TIEMPO DE EXPOSICIÓN(T)	VELOCIDAD DE CORROSIÓN	
		SUMERGIDO	SUSPENDIDO	SUMERGIDO	SUSPENDIDO	SUMERGIDO	SUSPENDIDO				SUMERGIDO	SUSPENDIDO

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tabla 34

Hoja de recolección de datos para granulometría de agregado fino.

UAC

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: **"RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."**

TESISTAS: BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS

LUGAR: INGEOMAT - LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES

CANTERA:

FECHA:

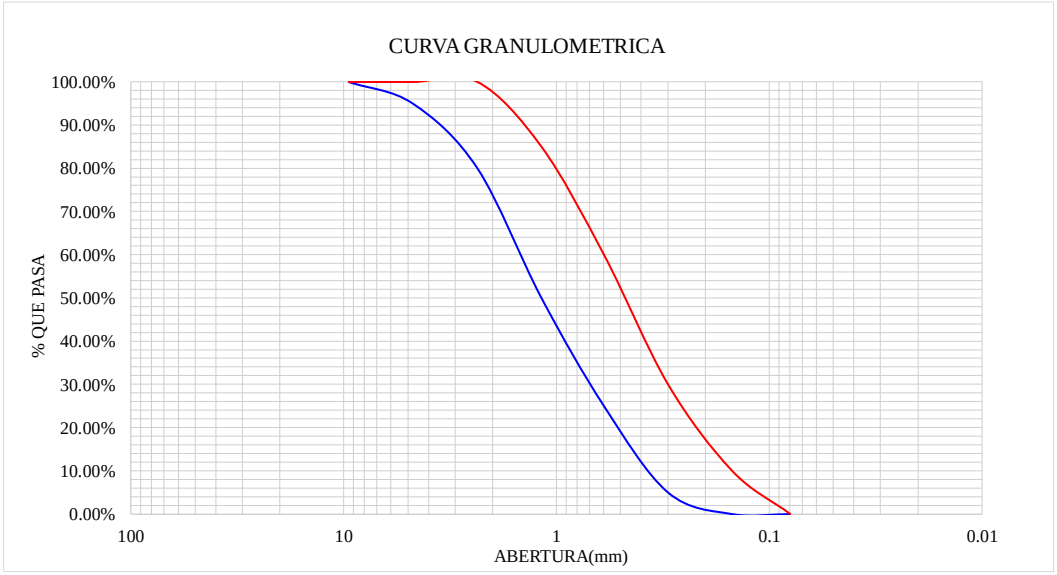
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS NTP 400.012 -ASTM C136/ AGREGADO FINO

PESO INICIAL

TAMIZ Nº	DIAM. (mm)	PESO RETENIDO M1 (gr.)	PESO RETENIDO M2 (gr.)	PESO RETENIDO M3 (gr.)	PROMEDIO DE PESO RETENIDO (gr.)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	LÍMITE INFERIOR	% QUE PASA	LÍMITE SUPERIOR
# 3/8	9.5							100.00%		100.00%
#4	4.75							95.00%		100.00%
#8	2.36							80.00%		100.00%
#16	1.18							50.00%		85.00%
#30	0.6							25.00%		60.00%
#50	0.3							5.00%		30.00%
#100	0.15							0.00%		10.00%
#200	0.08							0.00%		0.00%
FONDO										
TOTAL										
DIFERENCIA DE PESOS										
ERROR DEL ENSAYO										

Min	MODULO DE FINURA	Max
2.3		3.1

$$MF = \frac{(\Sigma\% \text{ retenido en las mallas } 4, 8, 16, 30, 50, 100)}{100}$$



Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tabla 35

Hoja de recolección de datos para granulometría del agregado grueso.

UAC

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: **"RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."**

TESISTAS: BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO

BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS

LUGAR: INGEOMAT - LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES

CANTERA:

FECHA:

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS NTP 400.012 -ASTM C136/ AGREGADO GRUESO

PESO INICIAL

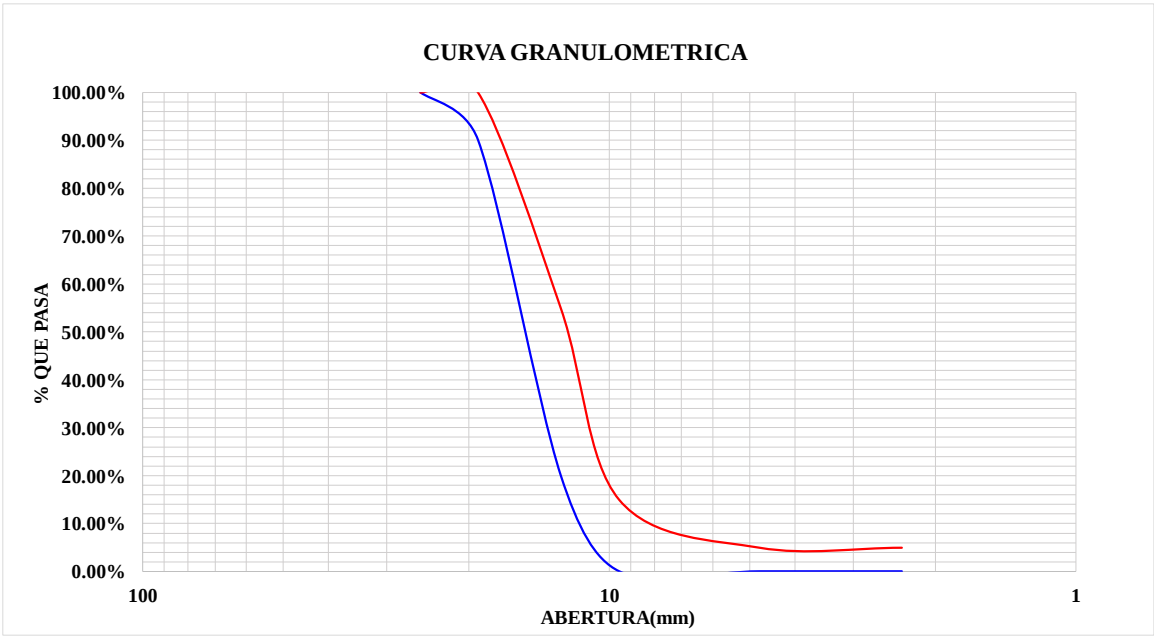
TAMIZ Nº	DIAM. (mm)	PESO RETENIDO M1 (gr.)	PESO RETENIDO M2 (gr.)	PESO RETENIDO M3 (gr.)	PROMEDIO DE PESO RETENIDO (gr.)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	LÍMITE INFERIOR	% QUE PASA	LÍMITE SUPERIOR
1"	25.4							100.00%		100.00%
3/4"	19.1							90.00%		100.00%
1/2"	12.7							20.00%		55.00%
3/8"	9.52							0.00%		15.00%
#4	4.76							0.00%		5.00%
8	2.36							0.00%		5.00%

FONDO

TOTAL

DIFERENCIA DE PESOS

ERROR DEL ENSAYO



Fuente: Propia

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tabla 36

Hoja de recolección de datos para peso unitario del agregado fino.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: **"RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."**
TESISTAS: BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS
LUGAR: INGEOMAT - LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES
FECHA:

PESO UNITARIO NTP 400.017 / AGREGADO FINO

	ENVASE			PROMEDIO
DIÁMETRO (m.)				
ALTURA (m.)				

VOLUMEN m3

DESCRIPCIÓN	SUELTO			COMPACTO		
	M1	M2	M3	M1	M2	M3
PESO DEL MOLDE (kg.)						
PESO DEL MOLDE + AGREGADO (kg.)						
PESO DEL AGREGADO SECO (kg.)						
VOLUMEN DEL MOLDE (kg.)						
PESO UNITARIO (kg./m3)						
PROMEDIO PESO UNITARIO (kg./m3)						

Fuente: Propia

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tabla 37

Hoja de recolección de datos para peso unitario del agregado grueso.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: **"RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."**
TESISTAS: BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS
LUGAR: INGEOMAT - LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES
FECHA:

PESO UNITARIO NTP 400.017 / AGREGADO GRUESO

	ENVASE			PROMEDIO
DIÁMETRO (m.)				
ALTURA (m.)				

VOLUMEN m3

DESCRIPCIÓN	SUELTO			COMPACTO		
	M1	M2	M3	M1	M2	M3
PESO DEL MOLDE (kg.)						
PESO DEL MOLDE + AGREGADO (kg.)						
PESO DEL AGREGADO SECO (kg.)						
VOLUMEN DEL MOLDE (kg.)						
PESO UNITARIO (kg./m3)						
PROMEDIO PESO UNITARIO (kg./m3)						

Fuente: Propia

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tabla 38

Hoja de recolección de datos para peso específico y absorción del agregado fino.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: **"RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."**
TESISTAS: BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS
LUGAR: INGEOMAT - LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES
FECHA:

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO NTP 400.022-ASTMC-128

	DESCRIPCIÓN	M1	M2	M3	PROMEDIO	UNIDAD
A	PESO DE LA MUESTRA SECA AL HORNO					gr.
B	PESO DEL PICNÓMETRO LLENADO DE AGUA HASTA LA MARCA DE CALIBRACIÓN					gr.
C	PESO DEL PICNÓMETRO LLENO DE LA MUESTRA Y EL AGUA HASTA LA MARCA DE CALIBRACIÓN					gr.
S	PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA					gr.
PESO ESPECÍFICO DE LA MASA (Pem) =A/(B+S-C)						gr/cm3
PESO ESPECÍFICO DE LA MASA SATURADA CON SUPERFICIE SECA (PeSSS) = S/(B+S-C)						gr/cm3
PESO ESPECIFICO APARENTE (Pea) =A/(B+A-C)						gr/cm3
ABSORCIÓN = ((S-A/A)X100)						%

Fuente: Propia

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tabla 39

Hoja de recolección de datos para peso específico y absorción del agregado grueso.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: **"RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."**
TESISTAS: BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS
LUGAR: INGEOMAT - LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES
FECHA:

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO NTP 400.021-ASTMC-128

	DESCRIPCIÓN	M1	M2	M3	PROMEDIO	UNIDAD
A	PESO DE LA MUESTRA SECA EN EL AIRE					gr.
B	PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA EN EL AIRE					gr.
C	PESO EN EL AGUA DE LA MUESTRA SATURADA					gr.
PESO ESPECÍFICO DE LA MASA (Pem)=A/(B-C)						gr/cm3
PESO ESPECÍFICO DE LA MASA SATURADA CON SUPERFICIE SECA (PeSSS) = B/(B-C)						gr/cm3
PESO ESPECÍFICO APARENTE (Pea) =A/(A-C)						gr/cm3
ABSORCIÓN = ((B-A/A)X100)						%

Fuente: Propia

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tabla 40

Hoja de recolección de datos para contenido de humedad del agregado fino.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: **"RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."**
TESISTAS: BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS
LUGAR: INGEOMAT - LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES
FECHA:

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO NTP 339.185 - ASTM D2216

	DESCRIPCIÓN	M1	M2	M3	UNIDAD
	PESO DE CAPSULA				gr.
	PESO CAPS + MATERIAL HÚMEDO				gr.
	PESO CAPS + MATERIAL SECO				gr.
W	PESO DEL SUELO HÚMEDO				gr.
D	PESO DEL SUELO SECO				gr.
P	CONTENIDO DE HUMEDAD PARCIAL				%
	CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO				%

Fuente: Propia

Tabla 41

Hoja de recolección de datos para contenido de humedad del agregado grueso.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: **"RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."**
TESISTAS: BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS
LUGAR: INGEOMAT - LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES
FECHA:

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO NTP 339.185 - ASTM D2216

	DESCRIPCIÓN	M1	M2	M3	UNIDAD
	PESO DE CAPSULA				gr.
	PESO CAPS + MATERIAL HÚMEDO				gr.
	PESO CAPS + MATERIAL SECO				gr.
W	PESO DEL SUELO HÚMEDO				gr.
D	PESO DEL SUELO SECO				gr.
P	CONTENIDO DE HUMEDAD PARCIAL				%
	CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO				%

Fuente: Propia

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tabla 42

Hoja de recolección de datos para prueba de consistencia (Slump).

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: **"RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."**
TESISTAS: BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS
LUGAR: INGEOMAT - LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES

ENSAYO DE CONSISTENCIA (DETERMINACIÓN DEL SLUMP) NTP 339.035

TIPO DE ESTRUCTURA
VIGAS Y MUROS ARMADOS

SLUMP MÁXIMO	SLUMP MÍNIMO	RECOMENDADO	DESEADO	CONSISTENCIA
4 ''	1 ''	3 ''	3 ''	Plástica

CONCRETO PARA BRIQUETAS

FECHA DE VACIADO	SLUMP (cm)	SLUMP (Pulg.)

CONCRETO PARA VIGUETAS Y DADOS 1° MES

FECHA DE VACIADO	SLUMP (cm)	SLUMP (Pulg.)

CONCRETO PARA VIGUETAS Y DADOS 2° MES

FECHA DE VACIADO	SLUMP (cm)	SLUMP (Pulg.)

CONCRETO PARA VIGUETAS Y DADOS 3° MES

FECHA DE VACIADO	SLUMP (cm)	SLUMP (Pulg.)

Fuente: Propia

Tabla 43

Resistencia a la degradación por abrasión e impacto en la máquina de los ángeles.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: **"RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."**
TESISTAS: BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS
LUGAR: INGEOMAT - LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES
FECHA: 29/10/2020

RESISTENCIA A LA DEGRADACIÓN POR ABRASIÓN E IMPACTO EN LA MÁQUINA DE LOS ÁNGELES NTP 400.019

DESCRIPCIÓN	M1	UNIDAD
MASA ORIGINAL DE LA MUESTRA ENSAYADA		gr,
MASA FINAL DE LA MUESTRA ENSAYADA		gr,
ABRASIÓN (MÉTODO DE LOS ÁNGELES)		%

Fuente: Propia

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco

Repositorio Digital

Tabla 44

Hoja de recolección de datos ensayo compresión del concreto.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."

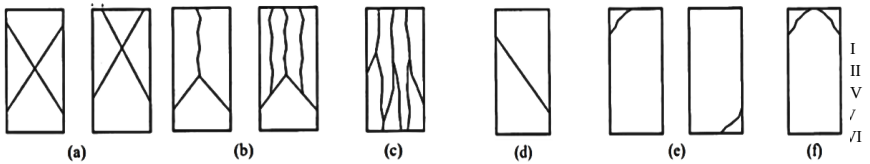
TESISTAS: BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS

LUGAR:

CANTERA:

FECHA:

ENSAYO DE COMPRESIÓN DE PROBETAS CILINDRICAS DE CONCRETO



a. Conos bien formados en ambos extremos.
b. Cono bien formado en un extremo con grietas verticales.
c. Grietas columnares y conos mal formados.
d. Fractura diagonal, sin grietas.
e. Fracturas laterales en la parte superior o inferior.
f. Fracturas laterales en la parte superior.

N° DE BRIQUETA	CÓDIGO	FECHA		EDAD(Días)	TIPO DE FALLA	DIÁMETROS DE LA BRIQUETA				PROMEDIO DE DIÁMETROS(cm)	ÁREA DE LA SECCIÓN (cm)	MÁXIMA FUERZA APLICADA (kg-f)	RESISTENCIA (Kg/cm2)	PROMEDIO (Kg/cm2)
		ELABORACIÓN	ROTURA			D1 Sup (cm)	D2 Sup (cm)	D3 Inf (cm)	D4 Inf (cm)					

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tabla 45

Diseño de vigueta (prisma rectangular.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: **"RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."**

TESISTAS: **BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO**
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS

LUGAR:
CANTERA:
FECHA:

"DISEÑO DE VIGUETA PARA ENSAYO DE FLEXIÓN."

$$a = \frac{As * fy}{0.85 * f'c * b} \qquad Mn = AS \times fy \times \left(d - \frac{a}{2}\right) \qquad Mu = \emptyset * Mn \qquad Cb = 0{,}588 \times d$$

a	Mn	Mn (tn-m)	Mu	cb

Datos de Diseño	
F´c=	
fy=	
Mu=	
H=	
b=	
r=	
d=	
B_1=	
AS=	

$\rho Min = \frac{0.8 * \sqrt{f'c}}{Fy}$ $\rho = \frac{As}{b * d}$ $\rho Max = 0.75 * \rho b$ $\rho_B = \frac{0{,}85 * F'C * B1}{Fy} * \frac{cb}{d}$ $Asb = Pb \times b \times d$

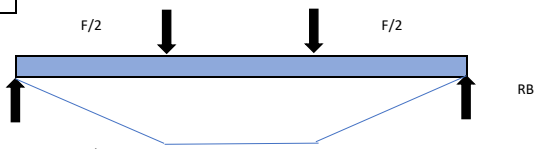
PMIN	P	PMAX	Pb	AS	Asb

$As < Asb$

$\rho Min < \rho < \rho Max$

F

$Asmin = \frac{14}{fy} \times b \times d$ $Asmin = \frac{0.80 \times \sqrt{f'c}}{fy} \times b \times d$ $Asmax = 0{,}75 \times Pb \times Bw \times d$



Asmin	Asmin	As	Asmax

M= RA*X

Resistencia Seccion de Corte

Vc=0.85*0.53*$\sqrt{F'c}$ X b x d

RESISTENCIA SECCION DE CORTE > CARGA DE CORTE VU

>

vc=		Corte

Comprobación Area de Acero	
AS Con a colocado	
a=	

$AS = \frac{0.85F'c * a * b}{fy}$

As=

AS Con a calculado	
a=	

$AS = \frac{Mn}{fy * (d - \frac{a}{2})}$

As=

$a = \frac{As * fy}{0.85 * f'c * b}$

Fuente: Propia

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco

Repositorio Digital

Tabla 46

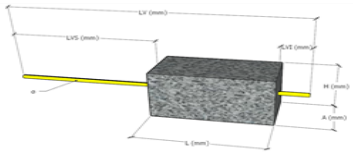
Hoja de recolección de datos para ensayo de adherencia.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."
TESISTAS: BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS
LUGAR: INGEOMAT - LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES

ENSAYO DE ADHERENCIA



Nº DE ENSAYO	CÓDIGO	FECHA		EDAD DEL CONCRETO (DÍAS)	DIMENSIONES DE LA MUESTRA						
		ELABORACIÓN	ENSAYO		Ø VARILLA (mm)	L (mm)	A (mm)	H (mm)	LV (mm)	LVS (mm)	LVI (mm)

TESTIGO	TIEMPO (s)	TIPO DE FALLA	DEFORMACIÓN (mm)	FUERZA (kgf)	CARGA APLICADA (KN)	ÁREA DE LA VARILLA (mm2)	ESFUERZO (kgf/mm2)	DIÁMETRO DE LA VARILLA (mm)	FUERZA DE UNIÓN (MPa)	F'c (MPa)	FUERZA DE UNIÓN NORMALIZADA (MPa)

Fuente: Propia

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tabla 47

Hoja de recolección de datos para ensayo de tracción.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."

TESISTAS: BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS

LUGAR: INGEOMAT - LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES

ENSAYO DE TRACCIÓN

Nº DE ENSAYO	CÓDIGO	FECHA DE ENSAYO	DIMENSIONES DE LA MUESTRA		
			Ø VARILLA (mm)	LONGITUD INICIAL (mm)	LONGITUD FINAL (mm)

TESTIGO	TIEMPO (s)	TIPO DE FALLA	DEFORMACIÓN (mm)	FUERZA (kgf)	CARGA APLICADA (kN)	ÁREA DE LA VARILLA (mm2)	DIÁMETRO DE LA VARILLA (mm)	ESFUERZO (MPa)	DEFORMACIÓN UNITARIA (%)

Fuente: Propia

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tabla 48

Ensayo de flexión momento último.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: **"RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."**

TESISTAS: BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS

LUGAR:

CANTERA:

FECHA:

ENSAYO DE RESISTENCIA ALA FLEXIÓN PATRÓN NTP 339.078

N° DE VIGUETA	CÓDIGO	FECHA		EDAD (DÍAS)	LONGITUD					CARGA DE ROTURA (kg-f)	MOMENTO ULTIMO	PROMEDIO (Tn-m)
					SUPERIOR		INFERIOR					
		ELABORACIÓN	ROTURA		L1 (mm)	L2 (mm)	L3 (mm)	L4 (mm)	LONGITUD APOYOS (m)			

Fuente: Propia

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tabla 49

Ensayo de flexión módulo de rotura.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: **"RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."**

TESISTAS: BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS

LUGAR:

CANTERA:

FECHA:

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN NTP 339.078

N° DE VIGUETA	CÓDIGO	FECHA		EDAD (DÍAS)	LONGITUD					ANCHO					PERALTE					CARGA DE ROTURA (kg-f)	MÓDULO DE ROTURA (MPa)	PROMEDIO (MPa)
					SUPERIOR		INFERIOR		LONGITUD APOYOS (mm)	SUPERIOR		INFERIOR		ANCHO PROMEDIO (mm)	SUPERIOR		INFERIOR		PERALTE PROMEDIO (mm)			
		ELABORACIÓN	ROTURA		L1 (mm)	L2 (mm)	L3 (mm)	L4 (mm)		A1 (mm)	A2 (mm)	A3 (mm)	A4 (mm)		P1 (mm)	P2 (mm)	P3 (mm)	P4 (mm)				

Fuente: Propia

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

3.4.2. Instrumentos de Ingeniería

En la presente investigación se usaron los siguientes instrumentos de ingeniería, de acuerdo a los ensayos realizados:

Evaluación del contenido acido de las precipitaciones pluviales en cusco:

- Frascos recolectores.
- Precipitación recolectada en tres precipitaciones.
- Etiquetas.
- Resultados de laboratorio análisis de composición.
- Datos de libro de investigación de profesor de la UNSAAC.
- Datos de depósitos pluviales dados por Seda Cusco.

Evaluación de la temperatura promedio de la ciudad del Cusco

- Datos de precipitaciones de la Ciudad del Cusco Senamhi.
- Hojas de cálculo de Excel.

Prueba corrida "0" baño maría emulando cámara de corrosión

- Baño maria.
- Frascos recolectores de 475ml.
- Hilo Nylon.
- Balanza científica.
- Testigos de acero de 10 cm.
- Solución que emula la lluvia acida con ácido nítrico.
- Solución que emula la lluvia acida con ácido sulfúrico.
- Agua destilada.
- Agua.

Evaluación de testigos sometidos a la cámara de corrosión

- Tecnopor plancha de 1*6.
- Recipiente rectangular de vidrio de 1*0.6*0.65 y espesor de 8mm.
- Recipiente rectangular de plástico 0.6*0.6*0.60.
- Cola sintética.
- Cinta de embalaje.
- Ácido sulfúrico.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

- Termostato digital.
- Calentador de agua.
- Policarbonato.
- Trozadora.
- Wincha.

Diseño de mezclas

Análisis Granulométrico de agregados finos:

- Tamizador mecánico.
- Serie de Tamices: 4.76 mm (N° 4), 2.36 mm (N° 8), 1.19 mm (N° 16), 0.60 mm (N° 30), 0.30 mm (N° 50), 0.15 mm (N° 100) y 0.07 mm (N° 200).
- Balanza de sensibilidad de 0.1g.
- Brocha.
- Cucharon metálico.
- Escobillón metálico.

Análisis Granulométrico de agregados gruesos:

- Tamizador mecánico.
- Serie de Tamices: 37.50 mm (1 ½”), 25.40 mm (1"), 19.05 mm (3/4"), 12.70 mm (1/2"), 9.53 mm (3/8”), 4.76 mm (N° 4) y 2.36 mm (N° 8) como fondo.
- Balanza con sensibilidad de 0.1 g
- Brocha.
- Cucharon metálico.
- Escobillón metálico.

Peso Unitario del agregado Grueso y fino:

- Balanza con sensibilidad de 0.1g.
- Recipiente cilíndrico o molde de volumen conocido.
- Varilla de 5/8” de diámetro y 60cm de longitud.
- Cucharon metálico.
- Horno.

Ensayo de peso específico y Absorción del agregado fino:

- Balanza con sensibilidad de 0.1g.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

- Molde cónico y apisonador.
- Fiola o picnómetro de 500ml.
- Horno.
- Bomba de vacíos.
- Bandejas.
- Cucharon metálico.

Ensayo de peso específico y Absorción del agregado Grueso:

- Balanza con sensibilidad de 0.1g.
- Cesta Cilíndrica.
- Balde.
- Cucharon metálico.
- Horno.

Contenido de Humedad del Agregado fino:

- Balanza con sensibilidad de 0.1 g.
- Bandejas.
- Recipientes metálicos.
- Cucharon.
- Horno o estufa.

Contenido de Humedad del Agregado Grueso:

- Balanza con sensibilidad de 0.1 g.
- Bandejas.
- Cucharon.
- Horno o estufa.

Ensayo de Resistencia a la degradación por abrasión e impacto en la máquina de los ángeles:

- Máquina de los ángeles.
- Tamices 12.5 mm (1/2 pulg), 9.5 mm (3/8 pulg) y (N° 12)
- Balanza con precisión de 0.1g.
- Bolas de acero.
- Bandeja.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

- Horno.
- Cucharon.

Ensayo de consistencia de (slump), T50 e índice de estabilidad visual (VSI)

- Cono de ABRAMS.
- Base metálica.
- Wincha.
- Varilla de 5/8” y 60 cm de longitud.
- Cucharon metálico.
- Recipientes metálicos.
- Cronometro.

Evaluación y Curado de especímenes de concreto:

- Mezcladora de concreto de 0.25 m3
- Vibradora de concreto.
- Balanza con precisión de 0.1g.
- Espátula.
- Cucharon metálico.
- Maso de goma.
- Varilla metálica lisa.
- Probetas cilíndricas de 15 x 30 cm.
- Probetas prismáticas de metal de 15 x 8 x 50 cm.

Ensayo resistencia a la compresión

- Máquina de ensayo a la compresión.
- Almohadillas de neopreno.
- Vernier.
- Wincha.

Evaluación y Curado de especímenes de concreto rectangulares:

- Balanza con precisión de 0.1g.
- Vibrador de concreto.
- Bandejas metálicas.
- Moldes de 0.15*0.8*0.50.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

- Moldes de 0.10*0.10*0.15.
- Cucharon metálico.
- Trompo mezclador de concreto.
- Varilla metálica lisa.
- Varillas de acero de 52 cm.

Ensayo Adherencia

- Equipo de gata hidráulica invertida con soporte de prensa que emula al equipo de ensayo de maquina Universal.
- Manómetro hidráulico.
- Deformímetro.
- Acopladores metálicos.
- Soporte de dado.
- Prisioneros.
- Soportes de deformímetro de platinas.
- Brazos estabilizadores de deformímetros.
- Wincha.

Ensayo de resistencia a la tracción

- Equipo de gata hidráulica invertida con soporte de prensa que emula al equipo de ensayo de equipo Universal.
- Manómetro hidráulico.
- Deformímetro.
- Soportes superior e inferior adecuados para varilla y gata (Acopladores metálicos).
- Prisioneros.
- Soportes de deformímetro de platinas.
- Brazos estabilizadores de deformímetros.
- Wincha.

Ensayo de resistencia la flexión

- Máquina de comprensión Axial, con acoplamientos a la flexión a dos tercios de la luz.
- Wincha.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

3.5. Procedimiento de Recolección de Datos

3.5.1. Evaluación del contenido de ácido en las precipitaciones pluviales en Cusco

a) Objetivos:

- Determinar la presencia de componentes de la lluvia acida en las precipitaciones de la Ciudad del Cusco.
- Determinar las proporciones de los componentes de la lluvia acida en las precipitaciones de la Ciudad del Cusco.
- Determinar el PH de las muestras de lluvia.
- Determinar si la concentración de los componentes de la lluvia acida es peligrosa o no para las edificaciones de la Ciudad del Cusco.

b) Equipos utilizados en la prueba

- Frascos recolectores.
- Precipitación recolectada en tres precipitaciones.
- Etiquetas.
- Resultados de laboratorio análisis de composición.
- Datos de libro de investigación de profesor de la UNSAAC.
- Datos de depósitos pluviales dados por Seda Cusco.

c) Procedimiento

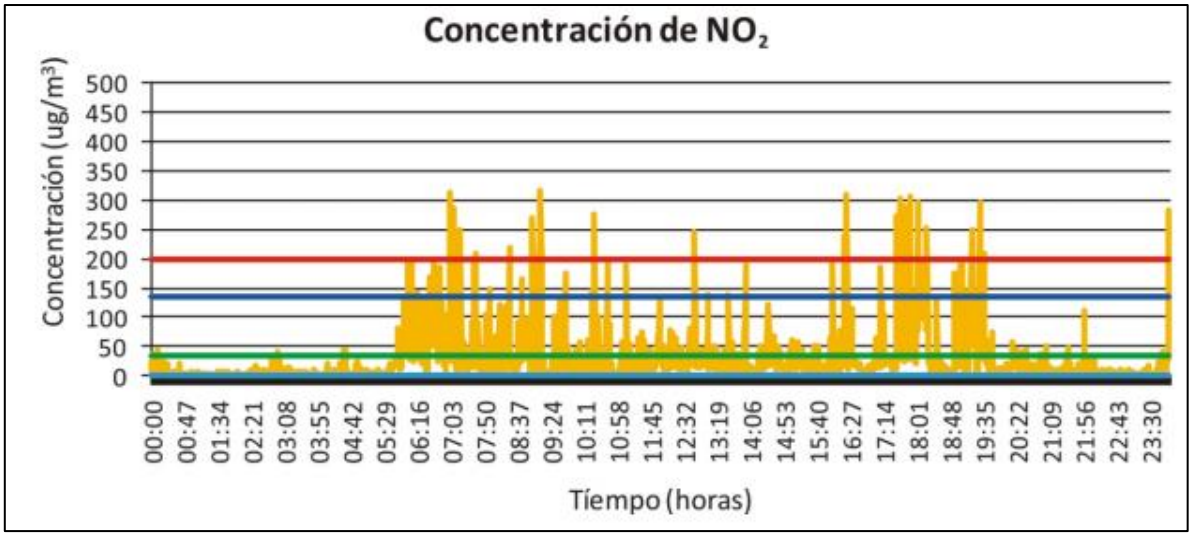
- Se investigaron fuentes locales la más destacable era la del libro del Magister Julio Warthon Ascarza titulado “Energía limpia y cero Contaminación”, en la cual se afirmaba la presencia de dióxido de azufre (SO_2) y dióxido de nitrógeno (NO_2) esto desarrollado mediante un monitoreo ambiental en distintos puntos de la Ciudad del Cusco investigación que dio como resultado que si se encontraban ambos gases en la atmosfera de la ciudad los cuales al reaccionar con el hidrogeno presente en la atmosfera durante las precipitaciones formaban el ácido nítrico (HNO_3) y al ácido sulfúrico (H_2SO_4) ambos componentes de la lluvia acida.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Figura 35

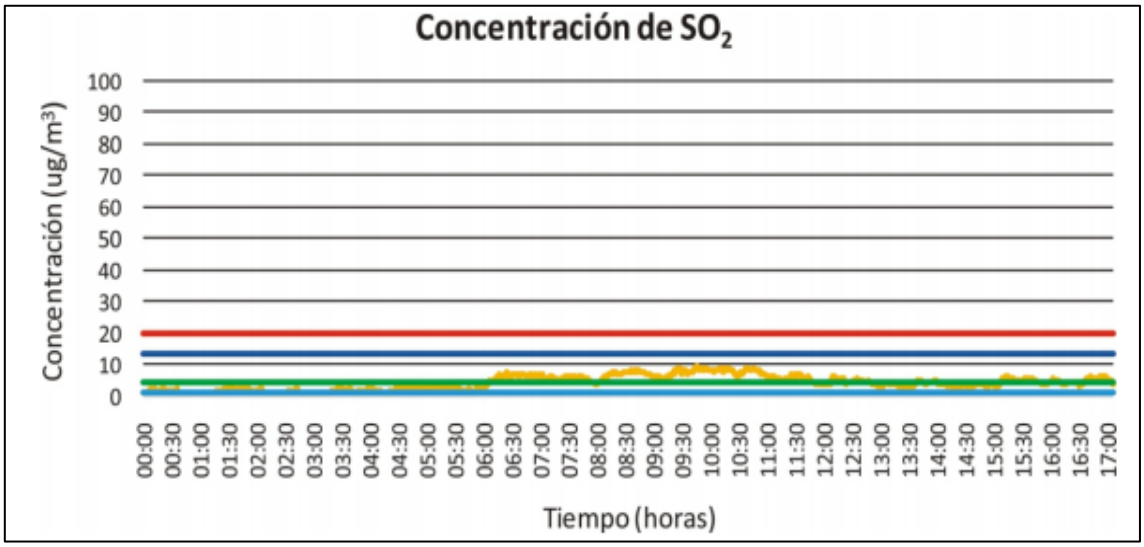
Concentración de NO_2 en la atmosfera de la Ciudad del Cusco, Plaza de Armas San Sebastián.



Fuente: (Warthon Ascarza, 2017)

Figura 36

Concentración de SO_2 en la atmosfera de la Ciudad del Cusco, Plaza de Armas San Sebastián.



Fuente: (Warthon Ascarza, 2017)

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

- Se solicito los datos del pH de los principales reservorios de Seda Cusco, para verificar la presencia de los componentes de la lluvia acida en los reservorios los cuales dieron negativo teniendo PH alcalinos en su mayoría.
- Se tomaron muestras de dos lluvias durante el mes de julio del 2019, en los días 7 y 31 en la ciudad del Cusco en el distrito de San Sebastián.

Figura 37

Muestras de precipitación pluvial recolectadas en San Sebastián.

Fuente: Propia.

- Se procedió a llevar dicha muestra al laboratorio MC QUIMICALAB ubicado en COVIDUC A4 – San Sebastián -Cusco.

Figura 38

Laboratorio MC QUIMICALAB ubicado en Coviduc A-4.

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

- Se procedió a recolectar los resultados del laboratorio MC QUIMICALAB el día 05 del mes de noviembre del año 2019.

Figura 39

Recojo de Resultados de concentración de ácido en las muestras.

Fuente: Propia.

- Los resultados demostraron una concentración muy baja de 0.5 mg/l en el ácido nítrico y de 5.5 mg/l en el ácido sulfúrico en ambos ácidos por lo que se procedió por recomendación de los ingenieros de laboratorio de química duplicar la concentración molar a 0.1M siendo esta la mínima que podría ser trabajada en laboratorio sin poner en riesgo a los estudiantes de la universidad y a su vez en un ensayo de acelerante de la corrosión ya que si se utilizara la concentración molar hallada el periodo de evaluación se extendería por un periodo demasiado prolongado.

d) Toma de Datos Evaluación del contenido de ácido en las precipitaciones pluviales en Cusco.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tabla 50

Resultado gravimétrico de la contaminación atmosférica de la ciudad del Cusco.

DISTRITO	LUGAR	Fecha de inicio t_i	Fecha de finalización t_f	Duración de muestreo $\Delta t = t_f - t_f$	Material particulado	Masa inicial m_i	Masa final m_f	Masa del material particulado Δ_m (g)
San Jerónimo	Ladrilleras	04/11/2016	05/11/2016	1 día	PM2.5	4.2763	4.3199	0.0436
		05/11/2016	06/11/2016	1 día	PM10	4.2763	4.4064	0.1301
		06/11/2016	07/11/2016	1 día	PM10	4.2735	4.4067	0.1333
San Sebastián	Plaza de Armas	09/11/2016	10/11/2016	1 día	PM10	4.2763	4.3433	0.0671
		10/11/2016	11/11/2016	1 día	PM10	4.2805	4.3566	0.0761
		11/11/2016	12/11/2016	1 día	PM10	4.2763	4.3425	0.0662
		12/11/2016	13/11/2016	1 día	PM2.5	4.2855	4.3645	0.0789
		13/11/2016	14/11/2016	1 día	PM2.5	4.2844	4.3614	0.0770
San Sebastián	Av. De la Cultura, Octavo paradero Santa Rosa	21/11/2016	22/11/2016	1 día	PM10	4.2704	4.4943	0.2239
		22/11/2016	23/11/2016	1 día	PM2.5	4.2766	4.4992	0.2226
		23/11/2016	24/11/2016	1 día	PM2.5	4.2735	4.5227	0.2492
		24/11/2016	25/11/2016	1 día	PM10	4.2753	4.4594	0.1841
Cusco	Av. Universitaria, puerta N° 2 de la UNSAAC	30/11/2016	01/21/2016	1 día	PM10	4.2875	4.3634	0.0759
		01/12/2016	02/12/2016	1 día	PM10	4.2587	4.4221	0.1634
		02/12/2016	03/12/2016	1 día	PM2.5	4.2834	4.3663	0.0829
		04/12/2016	05/12/2016	1 día	PM2.5	4.2779	4.3529	0.0750

Fuente: (Warthon Ascarza, 2017)

Tabla 51

PH principales reservorios de la ciudad del Cusco.

CAPTACION	UNID.	Enero	Febr	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octub.	Noviem	Diciem.	ECA *
SISTEMA PIURAY	Unidad	7.87	8.47	7.59	8.41	8.08	7.56	8.46	8.86	8.82	8.37	8.44	8.34	5.5 - 9.0
SISTEMA VILCANOTA - POZO I		7.35	7.43	7.29	7.31	7.58	7.57	7.41	7.31	7.40	7.40	7.25	7.41	
SISTEMA VILCANOTA - POZO II		7.34	7.42	7.24	7.33	7.59	7.46	7.34	7.39	7.45	7.42	7.22	7.42	
SISTEMA VILCANOTA - POZO III		7.36	7.40	7.26	7.36	7.58	7.43	7.43	7.31	7.38	7.41	7.21	7.38	
SISTEMA VILCANOTA - POZO IV		7.38	7.42	7.25	7.38	7.58	7.41	7.34	7.42	7.39	7.40	7.24	7.40	
SISTEMA KORKOR		7.59	7.68	7.79	8.05	7.96	7.92	8.05	7.77	7.68	7.89	8.09	7.61	
SISTEMA SALKANTAY		7.84	7.57	7.67	8.01	7.92	7.95	7.69	7.78	7.69	8.02	8.15	7.68	
SISTEMA JAQUIRA - POZO I		7.53	7.68	7.83	7.02	7.84	7.56	7.89	7.69	7.74	7.71	7.89	7.46	
SISTEMA JAQUIRA - POZO II		7.62	7.72	7.93	7.04	7.90	7.79	7.65	7.78	7.86	7.76	7.90	7.48	

Fuente: Seda Cusco

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tabla 52:

Contenido de ácido nítrico y ácido sulfúrico en precipitación fluvial de la ciudad del Cusco.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

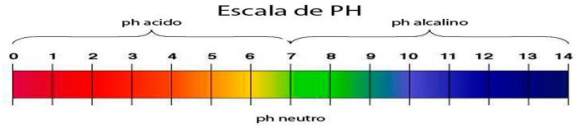
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."

TESISTAS: BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS

LUGAR:
CANTERA:
FECHA:

"ENSAYO DE CONCENTRACION DE LLUVIA ACIDA EN LOS COMPONENTES DE LA LLUVIA DE CUSCO."



A)1-6,9 = PH ACIDO
B) 7 =PH NEUTRO
C) 7,1-14=PH ALCALINO

N° DE MUESTRA DE LA LLUVIA	CÓDIGO	FECHA		VOLUMEN DE LAS MUESTRAS	CONCENTRACIÓN DE ACIDÓ SULFURICO(H_2SO_4)	CONCENTRACIÓN DE ACIDÓ NITRICO(HNO_3)	Ph	CLASIFICACIÓN
		RECOLECCIÓN	ENSAYO					
1	LL1-1	22/10/2019	05/11/2019	500 ml				
2	LL1-2	22/10/2019	05/11/2019	500 ml				
3	LL1-3	22/10/2019	05/11/2019	500 ml				
4	LL1-4	22/10/2019	05/11/2019	500 ml				
5	LL2-1	26/10/2019	05/11/2019	500 ml				
6	LL2-2	26/10/2019	05/11/2019	500 ml				
7	LL2-3	26/10/2019	05/11/2019	500 ml				
8	LL2-4	26/10/2019	05/11/2019	500 ml				

Fuente: Adaptado de resultados de laboratorio MC QUIMICALAB

3.5.2. Evaluación de la temperatura promedio de la ciudad del Cusco

a) Objetivos:

- Determinar la temperatura promedio de la ciudad del Cusco.
- Determinar la temperatura que se mantiene constante por un mayor periodo del tiempo durante el día y que pueda ser emulado bajo condiciones de laboratorio.

b) Equipos utilizados en la prueba

- Página web del Senamhi.
- Hojas de cálculo de Excel.

c) Procedimiento

- Se procedió al ingreso para el posterior uso del dominio web del SENAMHI de la estación de Granja Kcayra por ser la que se encontraba con una recolección de datos

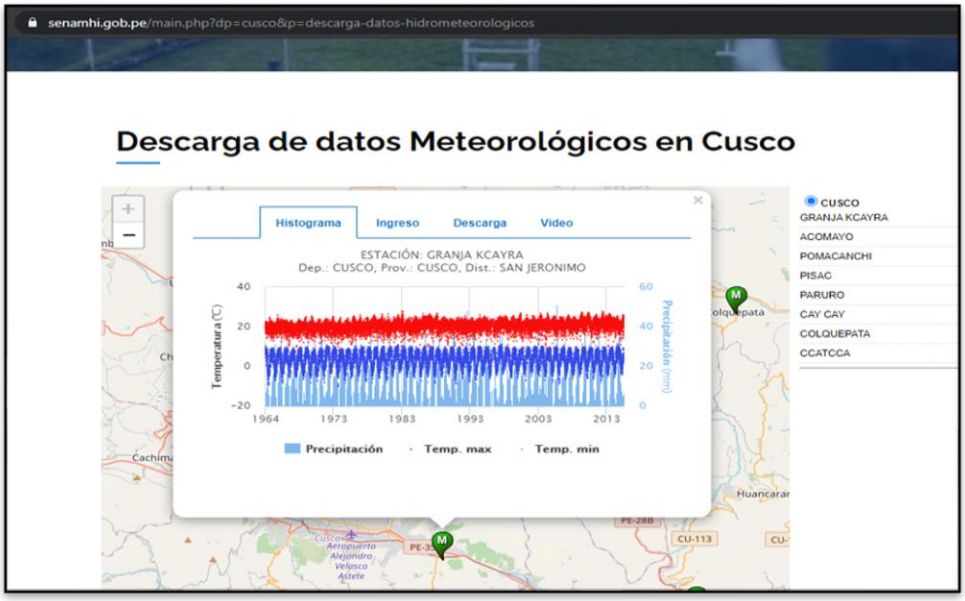
DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

más confiables al encontrarse su base de datos más completa en comparación con sus homologas en la ciudad del Cusco.

Figura 40

Dominio web del senamhi-estación meteorológica granja Kcayra.

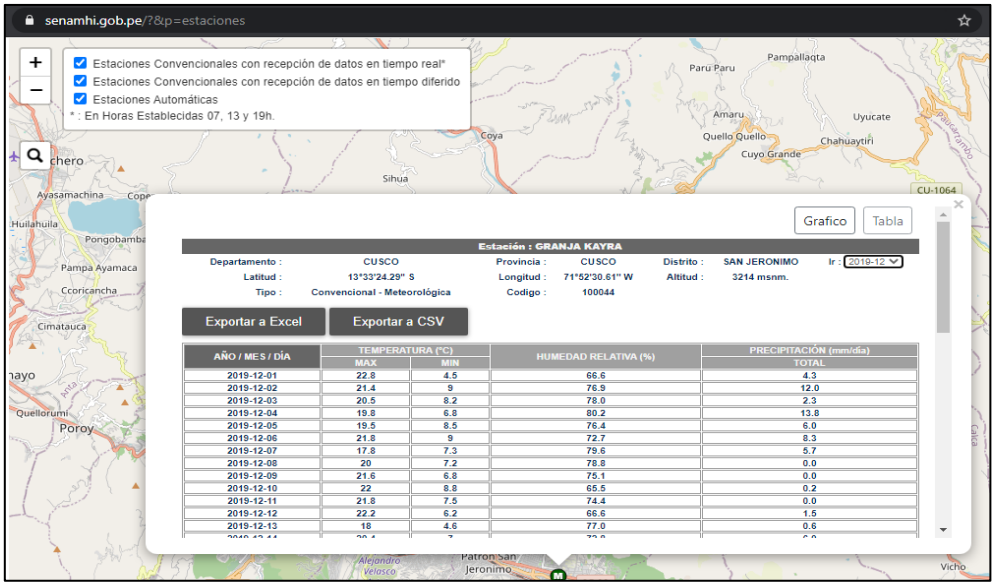


Fuente: www.senamhi.gob.pe

- Se procedió a la descarga de los datos de la granja Kcayra de la temperatura de los últimos 10 años desde el 2010 hasta el 2020.

Figura 41

Descargar datos de variaciones de temperatura Estación Meteorológica granja Kcayra.



Fuente: www.senamhi.gob.pe

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

- Se procedió al cálculo de la temperatura promedio en gabinete mediante hojas de cálculo Excel para una muestra de 10 años anteriores al periodo de evaluación.

Figura 42

Calculo en gabinete de temperatura promedio de la ciudad del Cusco.

Estacion Granja Cayra	
Departamento	cusco
Provincia	cusco
Distrito	San Jeronimo

		Temperatura promedio
2010	Enero	13.93
	Febrero	13.82
	Marzo	13.64
	Abril	13.24
	Mayo	11.47
	Junio	10.37
	Julio	10.34
	Agosto	11.78
	Setiembre	13.14
	Octubre	13.32
	Noviembre	14.40
	Diciembre	14.4
		12.82

		Temperatura promedio
2011	Enero	13.93
	Febrero	13.82
	Marzo	13.64
	Abril	13.24
	Mayo	11.47
	Junio	10.37
	Julio	10.34
	Agosto	11.78
	Setiembre	13.14
	Octubre	13.32
	Noviembre	14.40
	Diciembre	14.4
		12.82

		Temperatura promedio
2012	Enero	13.93
	Febrero	13.82
	Marzo	13.64
	Abril	13.24
	Mayo	11.47
	Junio	10.37
	Julio	10.34
	Agosto	11.78
	Setiembre	13.14
	Octubre	13.32
	Noviembre	14.40
	Diciembre	14.4
		12.82

Fuente: Propia adaptado de datos SENAMHI.

- Se determinó que dichas temperaturas promedio no podrían ser emuladas al no contar con el equipo de laboratorio adecuado, por lo que al evaluar una vez más las temperaturas de los datos nos percatamos de un hecho de que había extremos registrados en los días por lo que se evaluó cuáles serían las más constantes durante un periodo del día cuyas condiciones puedan ser emuladas con un dispositivo adecuado a partir de otros equipos en lo que se determinó que esta era entre 16C°-19C°.

d) Toma de Datos Evaluación de la Temperatura promedio de la ciudad del Cusco

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco

Repositorio Digital

Tabla 53

Recolección temperatura promedio de los últimos 10 años por meses.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

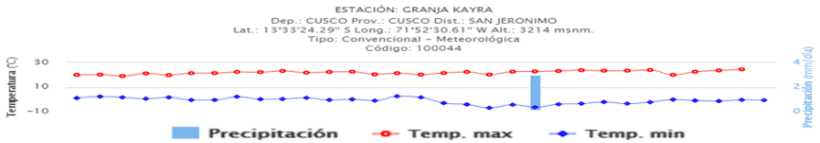
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: **"RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."**

TESISTAS: **BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO**
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS

LUGAR:
CANTERA:
FECHA:

ENSAYO DE EVALUACION DE LA TEMPERATURA PROMEDIO DE LA CIUDAD DEL CUSCO



A)TEMPERATURA MAXIMA
B) TEMPERATURA MINIMA

N°	AÑO	MES												TEMPERATURA PROMEDIO
		ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	
1	2010	13,983 C°	14,084 C°	14,339 C°	13,276 C°	11,976 C°	11,079 C°	10,845 C°	11,160 C°	13,282 C°	14,266 C°	14,327 C°	14,182 C°	
2	2011	13,916 C°	13,402 C°	13,561 C°	12,828 C°	10,668 C°	10,177 C°	9,827 C°	11,640 C°	12,872 C°	13,868 C°	14,555 C°	13,108 C°	
3	2012	13,627 C°	13,391 C°	13,292 C°	12,687 C°	10,729 C°	10,157 C°	10,011 C°	11,260 C°	13,243 C°	14,631 C°	15,030 C°	14,182 C°	
4	2013	13,655 C°	14,354 C°	14,477 C°	12,772 C°	11,808 C°	9,842 C°	9,739 C°	11,252 C°	12,945 C°	14,281 C°	14,523 C°	13,989 C°	
5	2014	14,334 C°	14,052 C°	13,819 C°	12,620 C°	11,540 C°	11,243 C°	10,268 C°	10,744 C°	0,000 C°	13,855 C°	14,652 C°	14,602 C°	
6	2015	13,648 C°	13,984 C°	13,815 C°	12,820 C°	11,724 C°	11,008 C°	10,177 C°	11,477 C°	13,393 C°	13,513 C°	0,000 C°	0,000 C°	
7	2017	13,930 C°	13,820 C°	13,640 C°	13,240 C°	11,470 C°	10,370 C°	10,340 C°	11,780 C°	13,140 C°	13,320 C°	14,400 C°	14,400 C°	
8	2018	13,440 C°	14,530 C°	13,800 C°	12,480 C°	11,140 C°	9,520 C°	9,560 C°	11,160 C°	12,650 C°	13,400 C°	14,970 C°	13,710 C°	
9	2019	14,130 C°	14,210 C°	13,820 C°	12,960 C°	11,870 C°	10,460 C°	10,410 C°	11,010 C°	12,510 C°	13,680 C°	14,220 C°	14,210 C°	
10	2020	13,500 C°	14,430 C°	14,500 C°	s/d	s/d	11,530 C°	11,140 C°	10,950 C°	12,900 C°	13,020 C°	14,400 C°	13,860 C°	
													Promedio	

Fuente: Adaptado de datos de SENAHMI

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tabla 54

Recolección Temperatura Diaria por 3 meses.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: **"RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."**

TESISTAS: **BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO**
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS

LUGAR:
CANTERA:
FECHA:

ENSAYO DE EVALUACION DE LA TEMPERATURA PROMEDIO DE LA CIUDAD DEL CUSCO

$$Tpromedio = \frac{\sum_0^n Temperaturas}{Numero\ de\ dias(N)}$$

AÑO	DÍA	SEPTIEMBRE			OCTUBRE			NOVIEMBRE		
		8:00 AM	12:00 PM	4:00 PM	8:00 AM	12:00 PM	4:00 PM	8:00 AM	12:00 PM	4:00 PM
2019	1	9,500 C°	15,200 C°	18,900 C°	9,800 C°	16,400 C°	17,600 C°	9,400 C°	15,100 C°	18,400 C°
2019	2	8,400 C°	15,900 C°	18,600 C°	8,200 C°	15,800 C°	18,500 C°	9,900 C°	15,500 C°	18,900 C°
2019	3	9,400 C°	15,100 C°	17,400 C°	8,800 C°	16,100 C°	18,100 C°	8,100 C°	16,600 C°	18,800 C°
2019	4	9,100 C°	15,700 C°	17,000 C°	9,000 C°	16,900 C°	18,000 C°	10,000 C°	15,900 C°	19,000 C°
2019	5	8,400 C°	17,000 C°	17,000 C°	9,000 C°	15,800 C°	18,300 C°	8,700 C°	15,700 C°	18,400 C°
2019	6	8,900 C°	16,600 C°	18,800 C°	8,400 C°	15,900 C°	18,300 C°	8,700 C°	16,000 C°	18,800 C°
2019	7	9,400 C°	16,400 C°	18,200 C°	9,100 C°	16,700 C°	17,600 C°	8,100 C°	16,000 C°	18,700 C°
2019	8	10,000 C°	16,000 C°	19,000 C°	8,600 C°	15,000 C°	17,300 C°	8,900 C°	15,400 C°	18,700 C°
2019	9	9,800 C°	15,600 C°	17,900 C°	9,700 C°	16,100 C°	17,400 C°	9,600 C°	17,000 C°	18,300 C°
2019	10	9,700 C°	16,900 C°	18,000 C°	8,600 C°	15,000 C°	18,400 C°	10,000 C°	15,300 C°	18,600 C°
2019	11	9,900 C°	15,200 C°	18,900 C°	9,300 C°	16,300 C°	17,800 C°	9,000 C°	17,000 C°	18,800 C°
2019	12	9,900 C°	15,300 C°	17,500 C°	8,400 C°	17,000 C°	17,600 C°	9,800 C°	15,700 C°	17,800 C°
2019	13	9,500 C°	16,100 C°	18,400 C°	8,300 C°	16,200 C°	18,800 C°	9,200 C°	16,400 C°	18,300 C°
2019	14	9,500 C°	15,000 C°	18,400 C°	8,300 C°	16,100 C°	18,800 C°	8,300 C°	16,600 C°	18,800 C°
2019	15	9,900 C°	17,000 C°	17,800 C°	9,300 C°	16,700 C°	17,800 C°	8,600 C°	16,300 C°	18,200 C°
2019	16	8,900 C°	17,000 C°	17,600 C°	8,300 C°	16,300 C°	17,800 C°	8,800 C°	16,700 C°	19,000 C°
2019	17	9,800 C°	17,000 C°	17,100 C°	8,800 C°	15,800 C°	17,000 C°	9,400 C°	16,400 C°	17,500 C°
2019	18	8,600 C°	16,200 C°	17,600 C°	9,300 C°	15,000 C°	18,700 C°	9,300 C°	16,100 C°	19,000 C°
2019	19	8,000 C°	15,100 C°	18,300 C°	9,900 C°	15,300 C°	18,400 C°	9,400 C°	16,900 C°	18,900 C°
2019	20	8,600 C°	15,100 C°	18,700 C°	9,200 C°	16,700 C°	17,500 C°	8,000 C°	16,200 C°	18,500 C°
2019	21	8,900 C°	16,600 C°	17,400 C°	8,500 C°	16,400 C°	18,400 C°	8,600 C°	15,900 C°	18,500 C°
2019	22	8,400 C°	16,600 C°	18,300 C°	8,200 C°	16,700 C°	17,400 C°	9,700 C°	16,100 C°	18,700 C°
2019	23	10,000 C°	16,100 C°	17,600 C°	9,100 C°	16,400 C°	17,300 C°	8,300 C°	16,700 C°	18,600 C°
2019	24	8,300 C°	16,900 C°	17,200 C°	8,300 C°	15,200 C°	18,600 C°	8,600 C°	15,600 C°	17,600 C°
2019	25	9,200 C°	17,000 C°	19,000 C°	9,700 C°	15,400 C°	17,000 C°	9,100 C°	17,000 C°	18,300 C°
2019	26	8,600 C°	15,900 C°	18,100 C°	8,700 C°	15,200 C°	17,300 C°	9,700 C°	15,500 C°	18,900 C°
2019	27	8,100 C°	15,400 C°	18,200 C°	8,200 C°	16,400 C°	17,100 C°	9,900 C°	15,700 C°	19,000 C°
2019	28	9,700 C°	15,700 C°	17,800 C°	8,100 C°	16,100 C°	17,900 C°	8,900 C°	16,300 C°	18,200 C°
2019	29	8,000 C°	16,900 C°	18,100 C°	9,200 C°	16,800 C°	17,200 C°	8,900 C°	16,900 C°	19,000 C°
2019	30	8,400 C°	16,100 C°	18,900 C°	9,200 C°	15,900 C°	18,800 C°	8,900 C°	15,000 C°	18,400 C°
2019	31				9,700 C°	16,400 C°	17,400 C°			
Temperatura Pomedio										

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

3.5.3. Prueba corrida “0” baño maría emulando cámara de corrosión

a) Objetivos

- Determinar que componente de la lluvia acida es el que tiene mayor efecto en la corrosión del acero de refuerzo.
- Determinar si la lluvia acida produce un mayor nivel de corrosión por pérdida de masa que el agua potable y el agua destilada.
- Determinar bajo que medio de exposición se produce un mayor nivel de corrosión por pérdida de masa.
- Determinar cuáles son las condiciones que emulan de mejor manera la interacción de la lluvia acida con el acero de refuerzo en la realidad.
- Determinar el porcentaje de corrosión.
- Determinar la velocidad de corrosión.

b) Equipos utilizados en la prueba

- Baños maría.
- 18 frascos de ensayo de 475ml.
- Hilo Nylon.
- Balanza científica.
- Testigos de acero de 10 cm.
- Solución que emula la lluvia acida con ácido nítrico.
- Solución que emula la lluvia acida con ácido sulfúrico.
- Agua destilada.
- Agua.

c) Procedimiento

- Se calculo la concentración en base al ph de la lluvia acida.

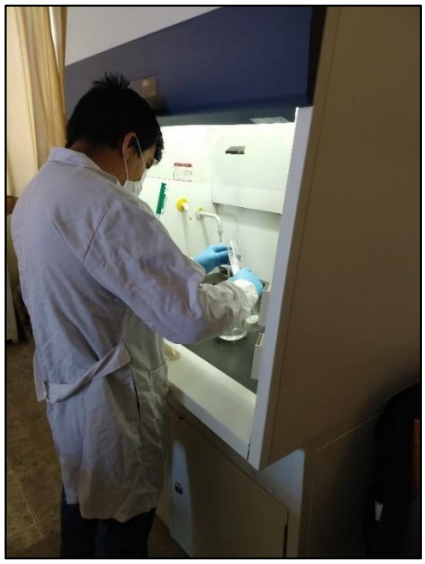
DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

- Se procedió al cálculo de volumen de la solución para aproximadamente 240ml siendo la mitad de la capacidad de los frascos recolectores y al espacio ocupado por el testigo de 10 cm sumergido.
- Se procedió al cálculo de la cantidad de solución a preparar para 1 litro de volumen.
- Se procedió a la preparación de la solución que emula la lluvia acida en laboratorio para ambos componentes tanto la de ácido nítrico como la de sulfúrico.

Figura 43

Preparación de la solución que emula la lluvia acida en función al ácido nítrico (HNO_3).



Fuente: Propia.

Figura 44

Preparación de la solución que emula la lluvia acida en función al ácido sulfúrico (H_2SO_4).

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

- Se procedió al muestreo del peso inicial de los testigos sin corrosión.

Figura 45

Muestreo del peso inicial de los testigos sin corrosión.

Fuente: Propia.

- Se procedió a colocar los testigos de acero de 10 cm de longitud sumergidos en los frascos dividiéndolo de la siguiente manera con clasificación para agua, agua destilada, ácido nítrico, ácido sulfúrico para 1, 2, 3 y 4 semanas.

Figura 46

Introducción de los testigos sumergidos en los frascos de ensayo

Fuente: Propia.

- Se procedió a colocar la solución en los frascos dividiéndolo de la siguiente manera con clasificación para agua, agua destilada, ácido nítrico, ácido sulfúrico para 1, 2, 3 y 4 semanas.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Figura 47

Introducción de la solución que emula la lluvia acida en los frascos de ensayo

Fuente: Propia.

- Se procedió a colocar los testigos de acero de 10 cm de longitud suspendidos con nylon en los frascos dividiéndolo de la siguiente manera con clasificación para agua, agua destilada, ácido nítrico, ácido sulfúrico para 1, 2, 3 y 4 semanas.

Figura 48

Se procedió a colocar los testigos de acero de 10 cm de longitud suspendidos con nylon.

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

- Se adecuo el baño maría al tamaño requerido por los frascos colectores y se puso en marcha con la temperatura escogida del ensayo de evaluación de la temperatura promedio de la ciudad del Cusco.

Figura 49

Se adecuo el baño maría al tamaño requerido por los frascos colectores y se puso en marcha el ensayo con la temperatura.

Fuente: Propia.

- Se verifico que la temperatura fuera constante mediante un termómetro y a su vez el nivel del agua por inspección visual renovándola si esta había disminuido de forma Inter diaria.

Figura 50

Verificación de la temperatura y el nivel de agua en las muestras ensayadas.

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

- Al acabo de la 1era, 2da, 3ra y 4ta semana se extrajeron las muestras del baño maría para ser evaluadas con la finalidad de la medición de la corrosión por pérdida de masa.

Figura 51

Extracción de las muestras del baño maría al cabo de 1,2,3 y 4 semanas.

Fuente: Propia.

- Se procedió al secado de la muestra de la 1era, 2da, 3ra y 4ta semana extraída de los frascos de ensayo.

Figura 52

Secado de la muestra de la 1, 2, 3 y4 semana extraída de los frascos de ensayo.

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

- Se procedió a pesar los testigos de la 1era, 2da, 3ra y 4ta semana tanto las sumergidas como las suspendidas con la capa de corrosión ya formada.

Figura 53

Registro de peso de muestra sumergida de 1era, 2da, 3ra y 4ta semana.

Fuente: Propia.

Figura 54

Registro de peso de muestra suspendida de 1era, 2da, 3ra y 4ta semana.

Fuente: Propia.

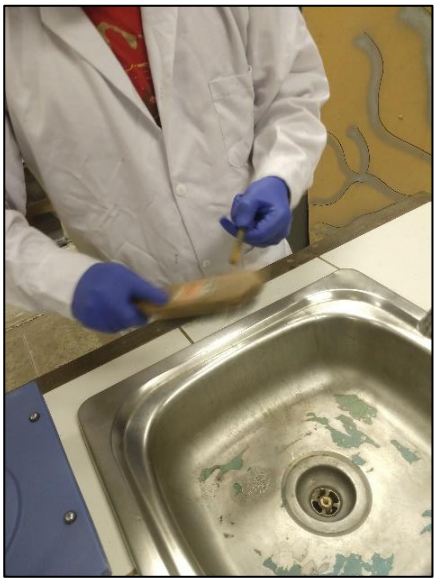
- Se procedió a retirar la capa de corrosión de las muestras sumergidas y suspendidas extraídas de los frascos de ensayo de 1era, 2da, 3ra y 4ta semana.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Figura 55

Se retiro la capa de corrosión con ayuda del cepillo metálico.

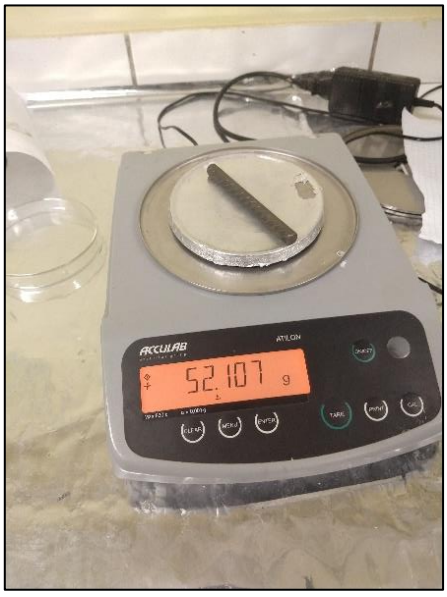


Fuente: Propia.

- Se vuelve a pesar las muestras de 1era, 2da, 3ra y 4ta semana sumergidas y suspendidas una vez se les quito la capa de corrosión.

Figura 56

Registro de peso un ves se quitó la capa de corrosión.



Fuente: Propia.

d) Toma de Datos Evaluación del contenido de ácido en las precipitaciones pluviales en Cusco.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tabla 55

Volumen de soluto para la solución de y ácido sulfúrico H_2SO_4 a una concentración de 0.10M.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: **"RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."**

TESISTAS: **BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO**
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS

LUGAR:
CANTERA:
FECHA:

"ENSAYO DE VOLUMEN DE SOLUTO PARA LA SOLUCIÓN."

$M_o = \frac{N}{V}$ — DONDE: M_o = Molaridad(mol/L); N = Numero de Moles(mol); V = Volumen de la Solucion (L)

$N = \frac{M}{PM}$ — DONDE: M = Masa(gr); PM = Peso Molecular(gr/mol)

$D_c = D \times P$ — DONDE: D_c = Densidad Corregida(gr/ml); D = Densidad(gr/ml); P = Porcentaje de Pureza

$V = \frac{M}{D_c}$ — DONDE: M = Masa del Soluto(gr); D_c = Densidad Corregida(gr/ml); V = /olumen de la Solucion (ml

$M = M_o \times PM \times V$

DATOS DEL SOLUTO	
SOLUTO	Acido Sulfurico
NOMENCLATURA	H_2SO_4
DENSIDAD	1,83 gr/ml
PORCENTAJE DE PUREZA	97 %

DATOS DE LA SOLUCIÓN	
VOLUMEN	1,00 L
MOLARIDAD	0,10M

		N		PM	
H_2		4	✘	16	64 gr/mol
S		1	✘	32	32 gr/mol
O_4		2	✘	1	2 gr/mol
				PESO MOLECULAR	98 gr/mol

MASA DEL SOLUTO	
DENSIDAD CORREGIDA	
VOLUMEN DEL SOLUTO	

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tabla 56

Volumen de soluto para la solución de y ácido sulfúrico H2SO4 a una concentración de 0.0001M.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: **"RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."**

TESISTAS: **BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO**
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS

LUGAR:
CANTERA:
FECHA:

"ENSAYO DE VOLUMEN DE SOLUTO PARA LA SOLUCIÓN."

$M_o = \frac{N}{V}$ $N = \frac{M}{PM}$

DONDE:
M_o = Molaridad(mol/L)
N = Numero de Moles(mol)
V = Volumen de la Solucion (L)
M = Masa(gr)
PM = Peso Molecular(gr/mol)

$D_c = D \times P$

DONDE:
D_c = Densidad Corregida(gr/ml)
D = Densidad(gr/ml)
P = Porcentaje de Pureza

$V = \frac{M}{D_c}$

DONDE:
M = Masa del Soluto(gr)
D_c = Densidad Corregida(gr/ml)
V = /olumen de la Solucion (ml

$M = M_o \times PM \times V$

Datos del Soluto	
soluto	Acido Sulfurico
Nomenclatura	H_2SO_4
Densidad	1,83 gr/ml
Porcentaje de Pureza	97 %

Datos de la Solucion	
Volumen	2,00 L
Molaridad	0,0001M

H_2 S O_4

N		PM	
4	✖	**16**	64 gr/mol
1	✖	**32**	32 gr/mol
2	✖	**1**	2 gr/mol

Peso Molecular	98 gr/mol

Masa Del Soluto	
Densidad corregida	
Volumen del Soluto	

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tabla 57

Volumen de soluto para la solución de y ácido nítrico HNO_3 a una concentración de 0.1M.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: **"RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."**

TESISTAS: **BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO**
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS

LUGAR:
CANTERA:
FECHA:

"ENSAYO DE VOLUMEN DE SOLUTO PARA LA SOLUCIÓN."

$M_o = \frac{N}{V}$ DONDE: M_o = Molaridad(mol/L); N = Numero de Moles(mol); V = Volumen de la Solucion (L)

$N = \frac{M}{PM}$ M = Masa(gr); PM = Peso Molecular(gr/mol)

$D_c = D \times P$ DONDE: D_c = Densidad Corregida(gr/ml); D = Densidad(gr/ml); P = Porcentaje de Pureza

$V = \frac{M}{D_c}$ DONDE: M = Masa del Soluto(gr); D_c = Densidad Corregida(gr/ml); V = /olumen de la Solucion (ml

$M = M_o \times PM \times V$

DATOS DEL SOLUTO	
SOLUTO	Acido Sulfurico
NOMENCLATURA	HNO_3
DENSIDAD	1,51 gr/ml
PORCENTAJE DE PUREZA	73 %

DATOS DE LA SOLUCIÓN	
VOLUMEN	1,00 L
MOLARIDAD	0,10M

		N		PM	
H		**3**	✖	**16**	48 gr/mol
N		**1**	✖	**14**	14 gr/mol
O_3		**1**	✖	**1**	1 gr/mol
				PESO MOLECULAR	63 gr/mol

MASA DEL SOLUTO	
DENSIDAD CORREGIDA	
VOLUMEN DEL SOLUTO	

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tabla 58

Volumen de soluto para la solución de y ácido nítrico HNO_3 a una concentración de 0.0001M.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: **"RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."**

TESISTAS: **BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO**
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS

LUGAR:
CANTERA:
FECHA:

"ENSAYO DE VOLUMEN DE SOLUTO PARA LA SOLUCIÓN."

$M_o = \frac{N}{V}$ — DONDE: M_o = Molaridad(mol/L); N = Numero de Moles(mol); V = Volumen de la Solucion (L)

$N = \frac{M}{PM}$ — M = Masa(gr); PM = Peso Molecular(gr/mol)

$D_c = D \times P$ — DONDE: D_c = Densidad Corregida(gr/ml); D = Densidad(gr/ml); P = Porcentaje de Pureza

$V = \frac{M}{D_c}$ — DONDE: M = Masa del Soluto(gr); D_c = Densidad Corregida(gr/ml); V = /olumen de la Solucion (ml

$M = M_o \times PM \times V$

DATOS DEL SOLUTO	
SOLUTO	Acido Sulfurico
NOMENCLATURA	HNO_3
DENSIDAD	1,51 gr/ml
PORCENTAJE DE PUREZA	73 %

DATOS DE LA SOLUCIÓN	
VOLUMEN	2,00 L
MOLARIDAD	0,0001M

		N		PM	
H		3	✖	16	48 gr/mol
N		1	✖	14	14 gr/mol
O_3		1	✖	1	1 gr/mol
				PESO MOLECULAR	63 gr/mol

MASA DEL SOLUTO	
DENSIDAD CORREGIDA	
VOLUMEN DEL SOLUTO	

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tabla 59

Registro de masa de los testigos de agua, agua destilada y ácido sulfúrico H2SO4 a una concentración de 0,0001M

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: **"RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."**

TESISTAS: **BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO**
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS

LUGAR:
CANTERA:
FECHA:

"ENSAYO DE PORCENTAJE DE CORROSIÓN."

$$C = \left(\frac{Mi - Mf}{Mi}\right) \times 100$$

PERIODO DE EVALUACIÓN	SUSTANCIA	PESO ORIGINAL		PESO CON OXIDO		PESO SIN OXIDO		PÉRDIDA DE MASA		PORCENTAJE DE CORROSIÓN	
		SUMERGIDO	SUSPENDIDO	SUMERGIDO	SUSPENDIDO	SUMERGIDO	SUSPENDIDO	SUMERGIDO	SUSPENDIDO	SUMERGIDO	SUSPENDIDO
Semana 1	agua	53,940 gr	53,511 gr	53,933 gr	53,509 gr	53,880 gr	53,482 gr				
semana 2	agua	53,710 gr	53,490 gr	53,698 gr	53,483 gr	53,628 gr	53,439 gr				
semana 3	agua	54,110 gr	53,310 gr	54,091 gr	53,299 gr	53,991 gr	53,209 gr				
semana 4	agua	54,240 gr	54,230 gr	54,188 gr	54,184 gr	54,098 gr	54,128 gr				
Semana 1	destilada	53,774 gr	52,999 gr	53,720 gr	52,985 gr	53,680 gr	52,951 gr				
semana 2	destilada	53,870 gr	54,140 gr	53,788 gr	54,098 gr	53,742 gr	54,085 gr				
semana 3	destilada	54,020 gr	53,500 gr	53,898 gr	53,429 gr	53,862 gr	53,437 gr				
semana 4	destilada	54,370 gr	53,240 gr	54,173 gr	53,115 gr	54,192 gr	53,167 gr				
Semana 1	H2SO4	54,263 gr	53,736 gr	54,249 gr	53,710 gr	54,021 gr	53,293 gr				
semana 2	H2SO4	52,940 gr	54,520 gr	52,916 gr	54,455 gr	52,646 gr	53,788 gr				
semana 3	H2SO4	54,060 gr	53,620 gr	54,016 gr	53,032 gr	53,675 gr	52,868 gr				
semana 4	H2SO4	53,790 gr	54,600 gr	53,745 gr	53,786 gr	53,350 gr	53,684 gr				

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tabla 60

Registro de masa de los testigos de ácido sulfúrico H2SO4 a una concentración de 0.1m, ácido nítrico HNO_3 a una concentración de 0,0001M y ácido nítrico HNO_3a una concentración de 0.1M.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."

TESISTAS: BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS

LUGAR:
CANTERA:
FECHA:

"ENSAYO DE PORCENTAJE DE CORROSIÓN."

$$C = \left(\frac{Mi - Mf}{Mi}\right) \times 100$$

PERIODO DE EVALUACIÓN	SUSTANCIA	PESO ORIGINAL		PESO CON OXIDO		PESO SIN OXIDO		PÉRDIDA DE MASA		PORCENTAJE DE CORROSIÓN	
		SUMERGIDO	SUSPENDIDO	SUMERGIDO	SUSPENDIDO	SUMERGIDO	SUSPENDIDO	SUMERGIDO	SUSPENDIDO	SUMERGIDO	SUSPENDIDO
Semana 1	H2SO4 0.1	53,933 gr	53,570 gr	52,707 gr	53,539 gr	52,596 gr	53,509 gr				
semana 2	H2SO4 0.1	53,460 gr	53,980 gr	52,221 gr	53,921 gr	52,107 gr	53,863 gr				
semana 3	H2SO4 0.1	53,880 gr	53,635 gr	52,600 gr	53,545 gr	52,480 gr	53,502 gr				
semana 4	H2SO4 0.1	54,720 gr	53,890 gr	53,364 gr	53,750 gr	53,231 gr	53,722 gr				
Semana 1	HNO3	53,491 gr	54,020 gr	53,479 gr	54,015 gr	53,408 gr	53,963 gr				
semana 2	HNO3	53,710 gr	54,370 gr	53,690 gr	54,357 gr	53,622 gr	54,260 gr				
semana 3	HNO3	54,010 gr	54,350 gr	53,961 gr	54,332 gr	53,915 gr	54,229 gr				
semana 4	HNO3	54,480 gr	53,280 gr	54,413 gr	53,256 gr	54,373 gr	53,150 gr				
Semana 1	HNO3 0.1	54,276 gr	53,397 gr	53,786 gr	53,374 gr	53,695 gr	53,344 gr				
semana 2	HNO3 0.1	54,870 gr	53,860 gr	54,369 gr	53,814 gr	54,271 gr	53,788 gr				
semana 3	HNO3 0.1	53,960 gr	53,880 gr	53,466 gr	53,818 gr	53,340 gr	53,785 gr				
semana 4	HNO3 0.1	54,050 gr	53,370 gr	53,548 gr	53,292 gr	53,409 gr	53,252 gr				

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tabla 61

Registro de datos para ensayo velocidad de corrosión de los testigos de agua, agua destilada y ácido sulfúrico H2SO4 a una concentración de 0,0001M.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."

TESISTAS: BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS

LUGAR:
CANTERA:
FECHA:

$$Vcorr = \frac{Mi - Mf}{P \times A \times T}$$

PERIODO DE EVALUACIÓN	SUSTANCIA	PESO ORIGINAL		PESO SIN OXIDO		DDIFERENCIA DE MASA		DENSIDAD DEL MATERIAL (P)	ÁREA DE EXPOSICIÓN(A)	TIEMPO DE EXPOSICIÓN(T)	VELOCIDAD DE CORROSIÓN	
		SUMERGIDO	SUSPENDIDO	SUMERGIDO	SUSPENDIDO	SUMERGIDO	SUSPENDIDO				SUMERGIDO	SUSPENDIDO
Semana 1	agua	53,940 gr	53,511 gr	53,880 gr	53,482 gr	60,000 mgr	29,000 mgr	7,85 mgr/mm³	1994,91 mm2	0,02 años		
semana 2	agua	53,710 gr	53,490 gr	53,628 gr	53,439 gr	82,000 mgr	51,000 mgr	7,85 mgr/mm³	1994,91 mm2	0,04 años		
semana 3	agua	54,110 gr	53,310 gr	53,991 gr	53,209 gr	119,000 mgr	101,000 mgr	7,85 mgr/mm³	1994,91 mm2	0,06 años		
semana 4	agua	54,240 gr	54,230 gr	54,098 gr	54,128 gr	142,000 mgr	102,000 mgr	7,85 mgr/mm³	1994,91 mm2	0,08 años		
Semana 1	destilada	53,774 gr	52,999 gr	53,680 gr	52,951 gr	94,000 mgr	48,000 mgr	7,85 mgr/mm³	1994,91 mm2	0,02 años		
semana 2	destilada	53,870 gr	54,140 gr	53,742 gr	54,085 gr	128,000 mgr	55,000 mgr	7,85 mgr/mm³	1994,91 mm2	0,04 años		
semana 3	destilada	54,020 gr	53,500 gr	53,862 gr	53,437 gr	158,000 mgr	63,000 mgr	7,85 mgr/mm³	1994,91 mm2	0,06 años		
semana 4	destilada	54,370 gr	53,240 gr	54,192 gr	53,167 gr	178,000 mgr	73,000 mgr	7,85 mgr/mm³	1994,91 mm2	0,08 años		
Semana 1	H2SO4	54,263 gr	53,736 gr	54,021 gr	53,293 gr	242,000 mgr	443,000 mgr	7,85 mgr/mm³	1994,91 mm2	0,02 años		
semana 2	H2SO4	52,940 gr	54,520 gr	52,646 gr	53,788 gr	294,000 mgr	732,000 mgr	7,85 mgr/mm³	1994,91 mm2	0,04 años		
semana 3	H2SO4	54,060 gr	53,620 gr	53,675 gr	52,868 gr	385,000 mgr	752,000 mgr	7,85 mgr/mm³	1994,91 mm2	0,06 años		
semana 4	H2SO4	53,790 gr	54,600 gr	53,350 gr	53,684 gr	440,000 mgr	916,000 mgr	7,85 mgr/mm³	1994,91 mm2	0,08 años		

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco

Repositorio Digital

Tabla 62

Registro de datos para Ensayo Velocidad de Corrosión de los Testigos de Ácido Sulfúrico H2SO4 a una concentración de 0.1M, ácido nítrico HNO_3a una concentración de 0,0001M y ácido nítrico HNO_3a una concentración de 0.1M.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."

TESISTAS: BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS

LUGAR:
CANTERA:
FECHA:

$$Vcorr = \frac{Mi - Mf}{P \times A \times T}$$

PERIODO DE EVALUACIÓN	SUSTANCIA	PESO ORIGINAL		PESO SIN OXIDO		DDIFERENCIA DE MASA		DENSIDAD DEL MATERIAL (P)	ÁREA DE EXPOSICIÓN(A)	TIEMPO DE EXPOSICIÓN(T)	VELOCIDAD DE CORROSIÓN	
		SUMERGIDO	SUSPENDIDO	SUMERGIDO	SUSPENDIDO	SUMERGIDO	SUSPENDIDO				SUMERGIDO	SUSPENDIDO
Semana 1	H2SO4 0.1	53,933 gr	53,570 gr	52,596 gr	53,509 gr	1337,000 mgr	61,000 mgr	7,85 mgr/mm³	1994,91 mm2	0,02 años		
semana 2	H2SO4 0.1	53,460 gr	53,980 gr	52,107 gr	53,863 gr	1353,000 mgr	117,000 mgr	7,85 mgr/mm³	1994,91 mm2	0,04 años		
semana 3	H2SO4 0.1	53,880 gr	53,635 gr	52,480 gr	53,502 gr	1400,000 mgr	133,000 mgr	7,85 mgr/mm³	1994,91 mm2	0,06 años		
semana 4	H2SO4 0.1	54,720 gr	53,890 gr	53,231 gr	53,722 gr	1489,000 mgr	168,000 mgr	7,85 mgr/mm³	1994,91 mm2	0,08 años		
Semana 1	HNO3	53,491 gr	54,020 gr	53,408 gr	53,963 gr	83,000 mgr	57,000 mgr	7,85 mgr/mm³	1994,91 mm2	0,02 años		
semana 2	HNO3	53,710 gr	54,370 gr	53,622 gr	54,260 gr	88,000 mgr	110,000 mgr	7,85 mgr/mm³	1994,91 mm2	0,04 años		
semana 3	HNO3	54,010 gr	54,350 gr	53,915 gr	54,229 gr	95,000 mgr	121,000 mgr	7,85 mgr/mm³	1994,91 mm2	0,06 años		
semana 4	HNO3	54,480 gr	53,280 gr	54,373 gr	53,150 gr	107,000 mgr	130,000 mgr	7,85 mgr/mm³	1994,91 mm2	0,08 años		
Semana 1	HNO3 0.1	54,276 gr	53,397 gr	53,695 gr	53,344 gr	581,000 mgr	53,000 mgr	7,85 mgr/mm³	1994,91 mm2	0,02 años		
semana 2	HNO3 0.1	54,870 gr	53,860 gr	54,271 gr	53,788 gr	599,000 mgr	72,000 mgr	7,85 mgr/mm³	1994,91 mm2	0,04 años		
semana 3	HNO3 0.1	53,960 gr	53,880 gr	53,340 gr	53,785 gr	620,000 mgr	95,000 mgr	7,85 mgr/mm³	1994,91 mm2	0,06 años		
semana 4	HNO3 0.1	54,050 gr	53,370 gr	53,409 gr	53,252 gr	641,000 mgr	118,000 mgr	7,85 mgr/mm³	1994,91 mm2	0,08 años		

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

3.5.4. Evaluación de testigos sometidos a la cámara de corrosión

a) Objetivos

- Corroer testigos de acero suspendidos por 1,2 y 3 meses en una solución que emula la lluvia acida a una temperatura constante.
- Emular la realidad lo más que se pueda respecto a las condiciones de la ciudad del Cusco.

b) Equipos utilizados en la prueba

- Tecnopor plancha de 1.25*2.4 m.
- Recipiente rectangular de vidrio de 1*0.6*0.65 m y espesor de 8mm.
- Recipiente rectangular de plástico 0.6*0.6*0.60 m.
- Cola sintética.
- Cinta de embalaje.
- Ácido sulfúrico.
- Termostato digital.
- Calentador de agua.
- Policarbonato.
- Trozadora.
- Wincha.

c) Procedimiento

- Se procedió a la fabricación de la cámara de corrosión se compró un recipiente rectangular de vidrio al cual se le forro con las planchas de tecnopor pegada con cola sintética e impermeabilizar y generar aislamiento térmico mediante el uso de cinta de embalaje.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Figura 57

Forrado del recipiente rectangular con planchas de tecnopor.

Fuente: Propia.

Figura 58

Comprobando impermeabilidad y nivel de agua requerido para evitar la flotabilidad.

Fuente: Propia.

- Para mantener la temperatura se usó un calentador de peceras y para poder medir y que se mantuviera constante ambas se conectaron a un termostato digital el cual no solo media, sino que regulaba la temperatura a la seleccionada luego del ensayo de temperatura promedio en la ciudad del Cusco.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Figura 59

Elaboración del sistema de regulación térmica.

Fuente: Propia.

- Una vez instalada se procedió al corte de las varillas adecuándolas a las limitaciones de la cámara de corrosión las cuales fueron de 52cm.

Figura 60

Cortado del acero

Fuente: Propia.

- Se procedió a la preparación de la solución para el recipiente rectangular y a su vez a la perforación del policarbonato para hacer uso de este como separadores colocando el acero en dichos separadores.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Figura 61

Se vierte el agua destilada al recipiente rectangular plástico.

Fuente: Propia.

Figura 62

Extracción el ácido sulfúrico de su envase.

Fuente: Propia.

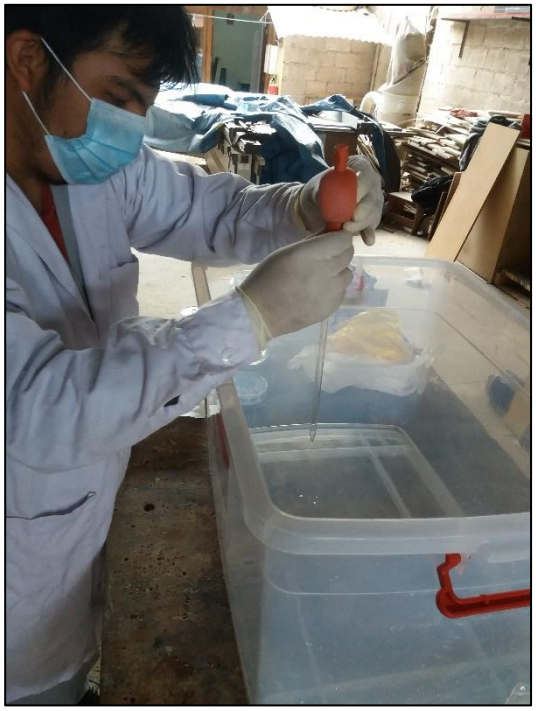
- Se procedió a la colocación de la solución en el depósito, así como a la colocación de los testigos de acero ya colocados en sus separadores de policarbonato.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Figura 63

Colocación del ácido sulfúrico en el recipiente de agua destilada.



Fuente: Propia.

Figura 64

Colocación de primera fila de testigos y fila superior con todas las filas.

Fuente: Propia.

- Se conecto el termostato digital y se colocó la cámara de corrosión en un espacio aislado y que mantuviera una temperatura que no afectara a la de la cámara de corrosión.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Figura 65

Colocación de la cámara de corrosión en ambiente aislado.

Fuente: Propia.

- Se realizaron inspecciones visuales al termostato con la finalidad de verificar que la temperatura se mantuviera constante.

Figura 66

Comprobación de temperatura constante inter diaria.

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

- Al cabo de 1,2 y 3 meses se extrajeron las muestras de la cámara de corrosión para el desarrollo de los ensayos de flexión, tracción y adherencia.

Figura 67

Muestra extraída al culminar el periodo de corrosión.

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

d) Toma de Datos

Tabla 63

Características del soluto, para el cálculo de volumen de soluto en la solución de la cámara de corrosión.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: **"RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."**

TESISTAS: **BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO**
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS

LUGAR:
CANTERA:
FECHA:

"ENSAYO DE VOLUMEN DE SOLUTO PARA LA SOLUCIÓN."

$M_o = \frac{N}{V}$ — M_o = Molaridad(mol/L); N = Numero de Moles(mol); V = Volumen de la Solucion (L)

$N = \frac{M}{PM}$ — M = Masa(gr); PM = Peso Molecular(gr/mol)

$D_c = D \times P$ — D_c = Densidad Corregida(gr/ml); D = Densidad(gr/ml); P = Porcentaje de Pureza

$V = \frac{M}{D_c}$ — M = Masa del Soluto(gr); D_c = Densidad Corregida(gr/ml); V = /olumen de la Solucion (ml

$M = M_o \times PM \times V$

DATOS DEL SOLUTO	
SOLUTO	Acido Sulfurico
NOMENCLATURA	H_2SO_4
DENSIDAD	1,83 gr/ml
PORCENTAJE DE PUREZA	90 %

DATOS DE LA SOLUCIÓN	
VOLUMEN	22,40 L
MOLARIDAD	0,10M

H_2 S O_4

N		PM	
4	✘	16	64 gr/mol
1	✘	32	32 gr/mol
2	✘	1	2 gr/mol
		PESO MOLECULAR	98 gr/mol

MASA DEL SOLUTO	
DENSIDAD CORREGIDA	
VOLUMEN DEL SOLUTO	

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

3.5.5. Diseño de Mezclas

3.5.5.1. Muestreo de los agregados (NTP 400.010)

3.5.5.1.1. Muestreo del agregado fino (NTP 400.010)

a) Objetivos:

- El muestreo del agregado fino se realiza con el fin de seleccionar una muestra representativa, conocer los procedimientos de aceptación y descarte.
- Determinar la cantidad de nuestra necesaria de agregado fino de acuerdo con lo que indica NTP.

b) Equipos utilizados en la prueba

- 30 kg. de agregado fino para el cuarteo.
- Balanza.
- Brocha.
- Espátula.
- Regla de madera.
- Pala.
- Cucharon metálico.
- Recipientes metálicos.

c) Procedimiento

- Se vierte el material en una superficie plana y limpia.
- Para extraer una muestra homogénea, se empezó a mezclar el agregado con la ayuda de una pala, formando una pila cónica, luego se procedió a aplanar para obtener un diámetro uniforme.
- Después con la regla de madera se divide la muestra de agregado con el cuatro partes iguales de manera diagonal.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

- Tras ser dividida la muestra elegimos las dos partes diagonalmente opuestas más semejantes y las otras restantes las descartamos.
- Las muestras elegidas se volvieron a mezclar nuevamente y a realizar el mismo proceso mencionado anteriormente.
- Finalmente pesamos la muestra representativa obtenida, la cual tuvo un peso de 15 kg.

Figura 68

Muestreo de la arena gruesa de la cantera de vicho.

Fuente: Propia

Figura 69

Muestreo de la arena fina de la cantera de cunyac.

Fuente: Propia

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

d) Toma de Datos

Tabla 64

Muestra individual de agregado fino

Peso de la muestra de agregado fino de la cantera de Cunyac.	15.00 kg.
Peso de la muestra de agregado fino de la cantera de Vicho.	15.00 kg.

Fuente: Propia

3.5.5.1.2. Muestreo del agregado grueso (NTP 400.010)

a) Objetivos:

- Determinar una muestra representativa de agregado grueso .
- Obtener la cantidad de muestra de agregado grueso según lo indica la NTP.

b) Equipos utilizados en la prueba

- 70 kg. de agregado grueso.
- Balanza.
- Brocha.
- Espátula.
- Regla de madera.
- Pala.
- Cucharon metálico.
- Recipientes metálicos.

c) Procedimiento

- Se comenzó tomando una cantidad de 70 kg de agregado grueso para realizar el muestreo.
- Después con la regla de madera se divide la muestra de agregado con el cuatro partes iguales de manera diagonal.
- Tras ser dividida la muestra elegimos las dos partes diagonalmente opuestas más semejantes y las otras restantes las descartamos.

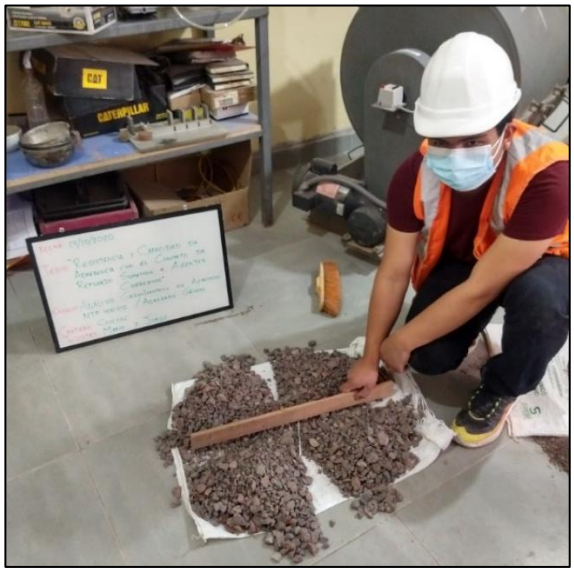
DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

- Las muestras elegidas se volvieron a mezclar nuevamente y a realizar el mismo proceso mencionado anteriormente.
- Finalmente pesamos la muestra representativa obtenida, la cual tuvo un peso de 15 kg.

Figura 70

Muestreo de agregado grueso fina de la cantera de vicho.



Fuente: Propia

d) Toma de Datos

Tabla 65

Muestra individual del Agregado Grueso

Peso de la muestra de agregado grueso de la cantera de Vicho	25.00 kg.

Fuente: Propia

3.5.5.2. Muestreo Granulometría de los agregados (NTP 400.012)

3.5.5.2.1. Análisis granulométrico del agregado fino (NTP 400.012)

a) Objetivos:

- Determinar la distribución por tamaños de partículas de agregado fino utilizando tamices colocados uno encima de otro de manera sucesiva de mayor a menor abertura de malla.
- Calcular el módulo de finura del agregado fino, verificar si el agregado fino se encuentra dentro de los límites mínimos y máximos.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

b) Equipos utilizados en la prueba

- Tamizador mecánico.
- Serie de Tamices: 4.76 mm (N° 4), 2.36 mm (N° 8), 1.19 mm (N° 16), 0.60 mm (N° 30), 0.30 mm (N° 50), 0.15 mm (N° 100) y 0.07 mm (N° 200).
- Balanza con sensibilidad de 0.1 g.
- Brocha.
- Cucharón metálico.
- Escobillón metálico.

c) Procedimiento

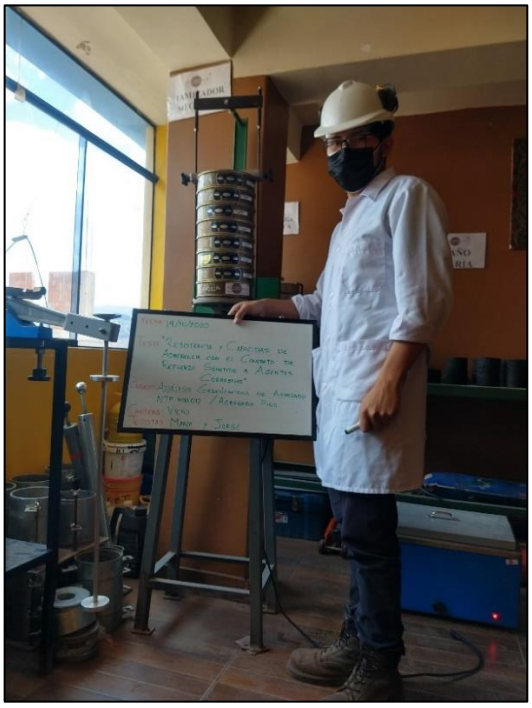
- Según el manual del (NTP 400.012, 2018) para granulometría del agregado fino, podemos tomar como mínimo 300 gr de muestra, después de haber sido lavada y secada.
- Se precedió con la selección de la muestra representativa obtenida por el método de cuarteo, los agregados seleccionados 500 gr. del agregado de la cantera vicho (Confitillo) y otro 500 gr. de la cantera de Cunyac (arena fina), el cual se colocó en el horno para obtener una muestra seca a una temperatura de 110°c ± 5°c.
- Luego de seleccionado el agregado, se colocó la muestra en las mallas apiladas una sobre otra en los juegos de tamiz (3/8”, #4, #8, #16, #30, #50, #100, #200 y Fondo).
- Se procedió a colocar el juego de tamices en el tamizador mecánico para que zarandee el agregado fino durante 3 minutos.
- Ya concluido el tiempo de zarandeo se procede a retirar el juego de tamices y se comienza a pesar cada muestra que se ha retenido en cada uno de los tamices, incluido e material depositado en el fondo.
- Finalmente se registran los pesos retenidos de cada malla.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Figura 71

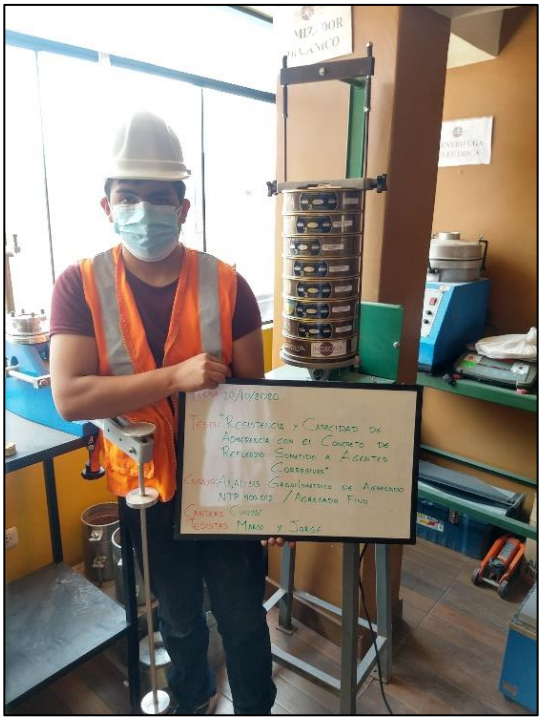
Ensayo granulométrico del agregado fino vicho.



Fuente: Propia

Figura 72

Ensayo granulométrico del agregado fino cunyaq.



Fuente: Propia

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

d) Toma de Datos

Tabla 66

Granulometría del agregado fino de vicho.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
UAC
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

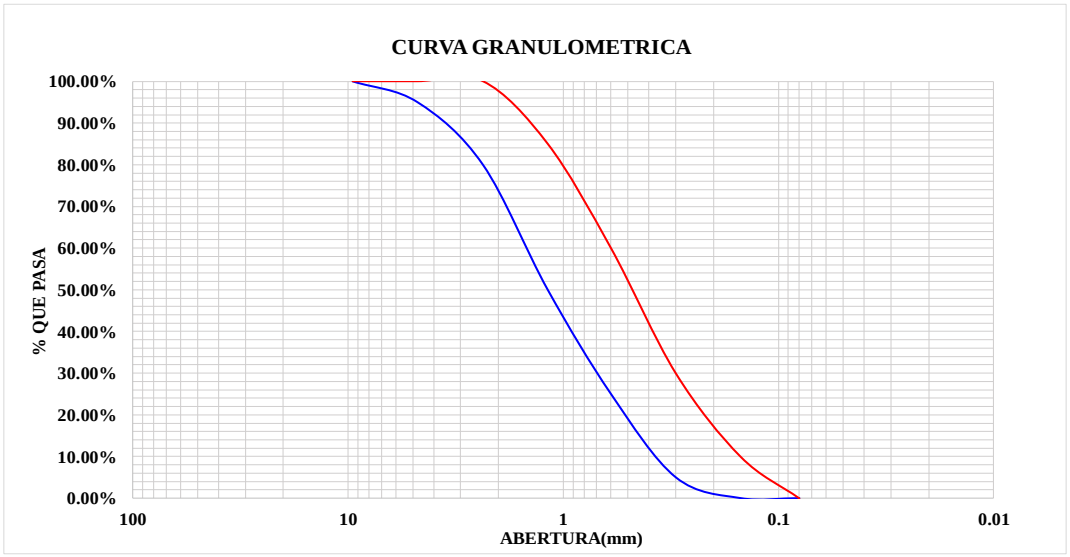
TESIS: **"RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."**
TESISTAS: BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS
LUGAR: INGEOMAT - LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES
CANTERA: VICHO
FECHA: 19/10/2020

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS NTP 400.012 -ASTM C136/ AGREGADO FINO

PESO INICIAL		500.20	500.00	500.30	500.17					
TAMIZ Nº	**DIAM. (mm)**	**PESO RETENIDO M1 (gr.)**	**PESO RETENIDO M2 (gr.)**	**PESO RETENIDO M3 (gr.)**	**PROMEDIO DE PESO RETENIDO (gr.)**	**% RETENIDO**	**% RETENIDO ACUMULADO**	**LÍMITE INFERIOR**	**% QUE PASA**	**LÍMITE SUPERIOR**
# 3/8	9.5	0.00	0.00	0.00	0.00					
#4	4.75	77.32	85.22	83.28	81.94					
#8	2.36	144.26	140.77	138.59	141.21					
#16	1.18	114.89	110.60	115.65	113.71					
#30	0.6	80.44	79.32	76.74	78.83					
#50	0.3	41.46	38.48	42.54	40.83					
#100	0.15	22.05	21.97	17.64	20.55					
#200	0.08	9.00	14.23	13.74	12.32					
FONDO		10.30	9.02	11.84	10.39					
TOTAL		499.72	499.61	500.02	499.78					
DIFERENCIA DE PESOS		0.48	0.39	0.28	0.38					
ERROR DEL ENSAYO		0.096%	0.078%	0.056%	0.077%					

Min	MODULO DE FINURA	Max
2.3		3.1

$$MF = \frac{(\Sigma\% \text{ retenido en las mallas } 4, 8, 16, 30, 50, 100)}{100}$$



Fuente: Propia

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tabla 67

Granulometría del agregado fino de Cunyac.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

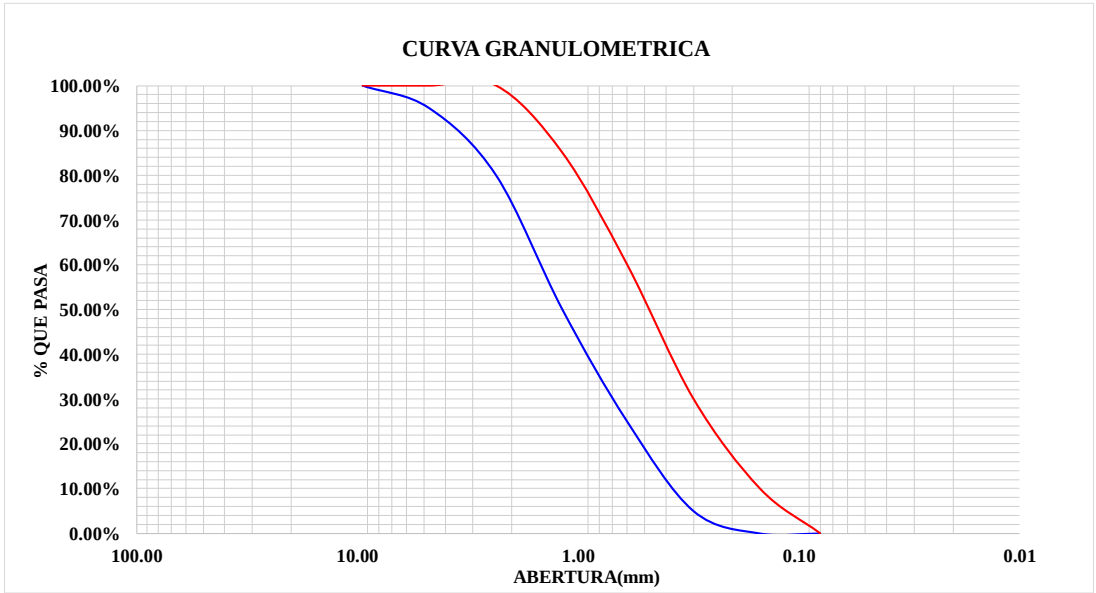
TESIS: **"RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."**
TESISTAS: BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS
LUGAR: INGEOMAT - LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES
CANTERA: CUNYAC
FECHA: 20/10/2020

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS NTP 400.012 -ASTM C136/ AGREGADO FINO

PESO INICIAL		501.000	502.500	500.500	501.333					
TAMIZ Nº	**DIAM. (mm)**	**PESO RETENIDO M1 (gr.)**	**PESO RETENIDO M2 (gr.)**	**PESO RETENIDO M3 (gr.)**	**PROMEDIO DE PESO RETENIDO (gr.)**	**% RETENIDO**	**% RETENIDO ACUMULADO**	**LÍMITE INFERIOR**	**% QUE PASA**	**LÍMITE SUPERIOR**
# 3/8	9.50	0.00	0.00	0.00	0.00					
#4	4.75	0.39	0.44	0.65	0.49					
#8	2.36	1.72	1.94	1.51	1.72					
#16	1.18	10.06	11.98	9.47	10.50					
#30	0.60	114.98	120.05	114.85	116.63					
#50	0.30	214.44	212.10	211.52	212.69					
#100	0.15	115.80	113.98	113.20	114.33					
#200	0.08	37.59	38.19	39.45	38.41					
FONDO		5.87	3.79	9.66	6.44					
TOTAL		500.85	502.47	500.31	501.21					
DIFERENCIA DE PESOS		0.15	0.03	0.19	0.12					
ERROR DEL ENSAYO		0.030%	0.006%	0.037%	0.024%					

Min	MODULO DE FINURA	Max
2.3		3.1

$$MF = \frac{(\Sigma\% \text{ retenido en las mallas } 4, 8, 16, 30, 50, 100)}{100}$$



Fuente: Propia

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

3.5.5.2.2. Análisis granulométrico del agregado grueso (NTP 400.012)

a) Objetivos:

- Determinar la distribución por tamaños de partículas de agregado grueso utilizando tamices colocados uno encima de otro de manera sucesiva de mayor a menor abertura.

b) Equipos utilizados en la prueba

- Tamizador mecánico.
- Serie de Tamices: 37.50 mm (1 ½”), 25.40 mm (1"), 19.05 mm (3/4"), 12.70 mm (1/2"), 9.53 mm (3/8”), 4.76 mm (N° 4) y 2.36 mm (N° 8) como fondo.
- Balanza con sensibilidad de 0.1 g.
- Brocha.
- Cucharon metálico.
- Escobillón metálico.

c) Procedimiento

Para poder realizar el muestreo del agregado grueso, se siguió los pasos de la (NPT 400.010, 2001).

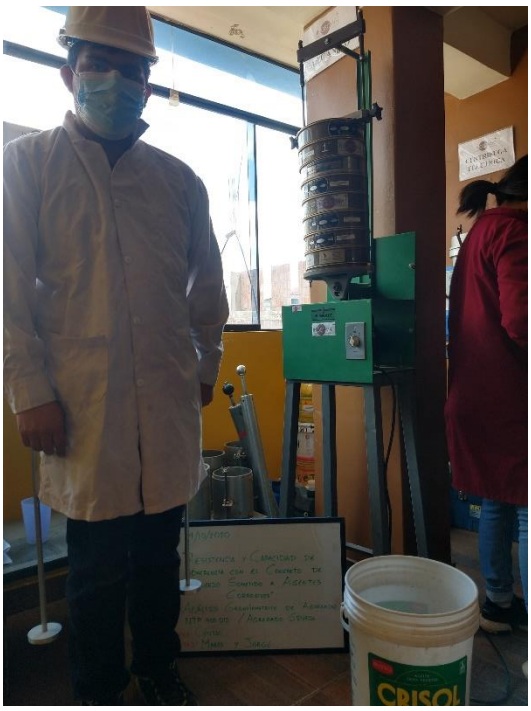
- Se precedió con la selección de la muestra representativa obtenida por el método de cuarteo, obteniendo una muestra mayor de 3 kg., esta es llevada al horno por 24 horas a una temperatura de 110 °c ± 5 °c.
- Después se seleccionaron los tamices que fueron usados según la norma ASTM y se colocaron uno sobre el obre de mayor a menor abertura.
- Se coloco la muestra en el tamiz superior de (1 ½”), y se procede a tapar la pila de tamices para luego ser colocada en el tamizador mecánico, esto en un periodo de 5 minutos.
- Por último, se sacaron los tamice, se procedió a pesar el material retenido por cada tamiz y se registraron los datos.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Figura 73

Ensayo granulométrico del agregado grueso de la cantera de vicho.



Fuente: Propia

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

d) Toma de Datos

Tabla 68

Granulometría del agregado grueso de cunyac.

UAC

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: **"RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."**

TESISTAS: BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO

BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS

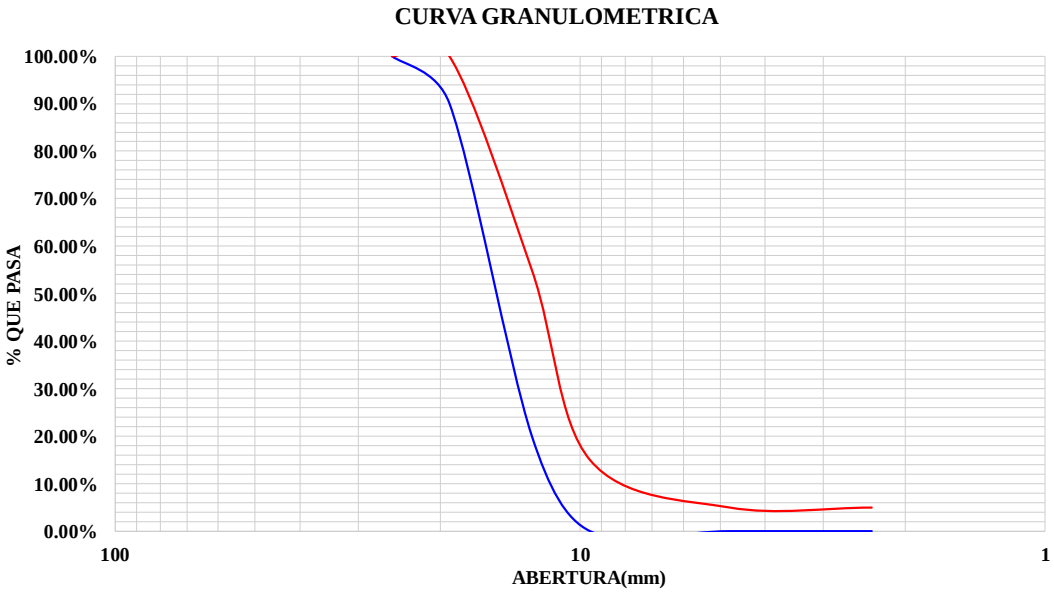
LUGAR: INGEOMAT - LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES

CANTERA: CUNYAC

FECHA: 29/10/2020

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS NTP 400.012 -ASTM C136/ AGREGADO GRUESO

PESO INICIAL		5001.600	5001.100	5002.200	5001.633					
TAMIZ Nº	**DIAM. (mm)**	**PESO RETENIDO M1 (gr.)**	**PESO RETENIDO M2 (gr.)**	**PESO RETENIDO M3 (gr.)**	**PROMEDIO DE PESO RETENIDO (gr.)**	**% RETENIDO**	**% RETENIDO ACUMULADO**	**LÍMITE INFERIOR**	**% QUE PASA**	**LÍMITE SUPERIOR**
1"	25.4	0.00	0.00	0.00	0.00					
3/4"	19.1	442.74	436.69	437.22	438.88					
1/2"	12.7	2731.55	2741.48	2743.87	2738.97					
3/8"	9.52	1141.47	1146.88	1141.25	1143.20					
#4	4.76	663.69	649.33	656.17	656.40					
8	2.36	4.29	4.13	4.84	4.42					
FONDO		15.88	21.20	17.27	18.12					
TOTAL		4999.62	4999.71	5000.62	4999.98					
DIFERENCIA DE PESOS		1.98	1.39	1.58	1.65					
ERROR DEL ENSAYO		0.040%	0.028%	0.032%	0.033%					



Fuente: Propia

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

3.5.5.3. Peso Unitario del Agregado Fino y Agregado Grueso

3.5.5.3.1. Peso Unitario del agregado fino (NTP 400.01.017)

a) Objetivos:

- Determinar el peso unitario del agregado fino suelto y compactado.

b) Equipos utilizados en la prueba

- Balanza con sensibilidad de 0.1 g.
- Recipiente cilíndrico o molde de volumen conocido.
- Varilla de 5/8'' de diámetro de 60 cm de longitud.
- Cucharon metálico.
- Horno.

c) Procedimiento

- Se procedió a preparar la muestra lavándola y secándola en el horno por 24 horas a una temperatura de 110 °c ± 5 °c.

Peso unitario suelto:

- Se determino el peso y volumen del molde cilíndrico.
- Después se procedió a colocar el agregado fino en las bandejas, con la ayuda de un cucharon metálico se procedió a llenar el agregado fino en el molde cilíndrico.
- Una vez lleno el molde, se procedió a enrazar la superficie con la ayuda de una varilla 5/8''el exceso de material.
- Consiguientemente se pesó el molde con el agregado fino y se registró el valor obtenido.
- Este procedimiento se repitió 2 veces para obtener un promedio de los resultados.

Peso unitario compactado:

- Se determino el peso y volumen del molde cilíndrico.
- Después se procedió a colocar el agregado fino en las bandejas, con la ayuda de un cucharon metálico se procedió a llenar el agregado fino en el molde cilíndrico hasta la

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

tercera parte, se aplicó 25 golpes con una varilla de 5/8'' en toda el área del molde, logrando de esta forma compactar uniformemente, este proceso se repite 2 veces más hasta que el molde ese lleno y se termina enrazando el monde con la ayuda del molde.

- Consiguientemente se pesó el molde con el agregado fino y se registró el valor obtenido.
- Este procedimiento se repitió 2 veces para obtener un promedio de los resultados.

Figura 74

Pesado de molde del agregado fino vacío.

Fuente: Propia

Figura 75

Compactación del agregado fino en el molde metálico con la varilla metálica.

Fuente: Propia

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Figura 76

Pesado de molde del agregado fino compactado.

Fuente: Propia

d) Toma de Datos:

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tabla 69

Peso unitario del agregado fino combinado.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: **"RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."**
TESISTAS: BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS
LUGAR: INGEOMAT - LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES
FECHA: 24/10/2020

PESO UNITARIO NTP 400.017 / AGREGADO FINO

	ENVASE				PROMEDIO
DIÁMETRO (m.)	0.1010	0.1010	0.1010		0.1010
ALTURA (m.)	0.1670	0.1670	0.1670		0.1670
VOLUMEN m3					0.0013

DESCRIPCIÓN	SUELTO			COMPACTO		
	M1	M2	M3	M1	M2	M3
PESO DEL MOLDE (kg.)	5.269	5.269	5.269	5.269	5.269	5.269
PESO DEL MOLDE + AGREGADO (kg.	7.389	7.383	7.357	7.578	7.598	7.588
PESO DEL AGREGADO SECO (kg.)	2.120	2.114	2.088	2.309	2.329	2.319
VOLUMEN DEL MOLDE (kg.)						
PESO UNITARIO (kg./m3)						
PROMEDIO PESO UNITARIO (kg./m3)						

Fuente: Propia

3.5.5.3.2. Peso unitario del agregado grueso (NTP 400.01.017)

a) Objetivos:

- Determinar el peso unitario del agregado grueso suelto y compactado.

b) Equipos utilizados en la prueba

- Balanza con sensibilidad de 0.1 g.
- Recipiente cilíndrico o molde de volumen conocido.
- Varilla de 5/8’’ de diámetro de 60 cm de longitud.
- Cucharon metálico.
- Horno.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

c) Procedimiento

Primero se preparó la muestra lavándola y se secándola en el horno para luego realizar el ensayo.

Peso unitario suelto:

- Se determino el peso y volumen del molde cilíndrico.
- Se coloco el colocó el agregado dentro del molde con la ayuda del cucharon metálico a una altura de 5 cm sobre el molde hasta llenarlo y se enrazo con la varilla de 5/8” para retirar el material excedente.
- Consiguientemente se pesó el molde con el agregado grueso y se registró el valor obtenido.
- Este procedimiento se repitió 2 veces más, para obtener un promedio de los resultados.

Peso unitario compactado:

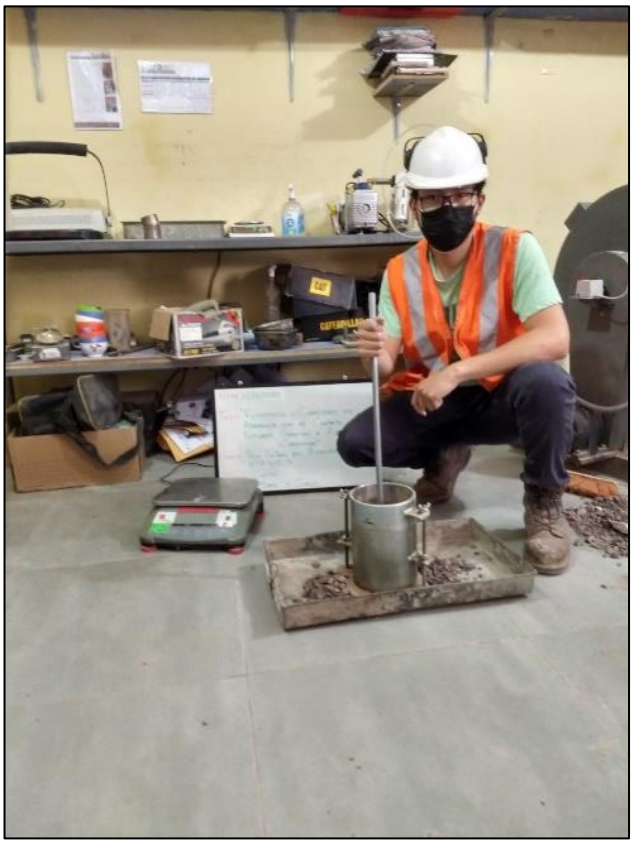
- Se determino el peso y volumen del molde cilíndrico.
- Después se procedió a colocar el agregado fino en las bandejas, con la ayuda de un cucharon metálico se procedió a llenar el agregado fino en el molde cilíndrico hasta la tercera parte, se aplicó 25 golpes con una varilla de 5/8’’ en toda el área del molde, logrando de esta forma compactar uniformemente y que el material se acomode , los fino llenen la mayor cantidad de vacíos , este proceso se repite 2 veces más hasta que el molde ese lleno y se termina enrazando el monde con la ayuda del molde.
- Consiguientemente se pesó el molde con el agregado grueso y se registró el valor obtenido.
- Este procedimiento se repitió 2 veces más, para obtener un promedio de los resultados.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Figura 77

Compactado del agregado grueso en el molde metálico con la varilla de 5/8".



Fuente: Propia

Figura 78

Registro de peso compactado de molde metálico agregado grueso.

Fuente: Propia

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

d) Toma de Datos

Tabla 70

Peso unitario del agregado grueso.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: **"RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."**
TESISTAS: BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS
LUGAR: INGEOMAT - LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES
FECHA: 31/10/2020

PESO UNITARIO NTP 400.017 / AGREGADO GRUESO

	ENVASE				PROMEDIO
DIÁMETRO (m.)	0.152	0.152	0.152		0.152
ALTURA (m.)	0.230	0.230	0.230		0.230
		VOLUMEN m3			0.004

DESCRIPCIÓN	SUELTO			COMPACTO		
	M1	M2	M3	M1	M2	M3
PESO DEL MOLDE (kg.)	8.225	8.225	8.225	8.225	8.225	8.225
PESO DEL MOLDE + AGREGADO (kg.	14.069	14.092	13.996	14.718	14.653	14.716
PESO DEL AGREGADO SECO (kg.)	5.844	5.867	5.771	6.493	6.428	6.491
VOLUMEN DEL MOLDE (kg.)						
PESO UNITARIO (kg./m3)						
PROMEDIO PESO UNITARIO (kg./m3)						

Fuente: Propia

3.5.5.4. Peso específico y Absorción del Agregado fino y Agregado Grueso (NTP 400.021)

3.5.5.4.1. Peso Unitario del agregado fino (NTP 400.01.017)

a) Objetivos:

- Determinar el peso específico y nominal del agregado fino así también el grado de absorción de nuestro agregado fino.

b) Equipos utilizados en la prueba

- Balanza con sensibilidad de 0.1 g.
- Molde cónico y apisonador de metal.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

- Picnómetro de 500 ml.
- Horno.
- Bomba de vacíos.
- Bandeja.
- Cucharón.

c) Procedimiento

- Primero seleccionamos la muestra que utilizamos por medio del método del cuarteo, de esta muestra significativa se tomó 1kg de material que pase por la malla N°04.
- Se procede a pesar el picnómetro con el agua hasta el nivel de 500 ml.
- Luego se puso la muestra de agregado al horno por 24 horas a una temperatura de 110°c, pasado este tiempo se retira la muestra de agregado del horno y deja enfriar a una temperatura ambiente durante 1 a 3 horas, después se sumerge la muestra en un recipiente con agua por 24 horas para lograr su saturación.
- Transcurrido ese tiempo se vierte el agua con mucho cuidado para que no se pierda el material arcilloso, la muestra de agregado húmedo se coloca en una bandeja metálica y se lleva el horno muy moderado (60°c) o estufa para que gradualmente pierda humedad, removiendo constantemente para que la humedad sea uniforme y poder obtener una muestra en estado saturado superficialmente seco, el que se comprueba con la prueba del cono de humedad repitiéndose este hasta que la muestra logre desmoronarse, pero dejando la parte superior del cono estable, para este procedimiento se coloca el agregado hasta la tercera parte del cono metálico, y se le da unos cuantos colpes con el apisonador, se repite esta operación 3 veces debiendo sumar 25 golpes en las tres veces que se apisona la muestra.
- Luego de obtener la muestra parcialmente seca se divide la muestra pesándose 500gr de esta para ser llevada al horno a 110°C y se toman otros 500gr de muestra para ser colocados en el picnómetro.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

- Después de colocar el agregado fino en el picnómetro, esta se llena con agua hasta el límite de 500ml y se procede a quitar el aire atrapado dentro del picnómetro utilizando la bomba de vacíos.
- Finalmente, cuando ya no se encuentre aire atrapado en el picnómetro, se pesa el picnómetro con el agregado fino y el agua dentro de ella y también se pesa el material que se encontraba en el horno.

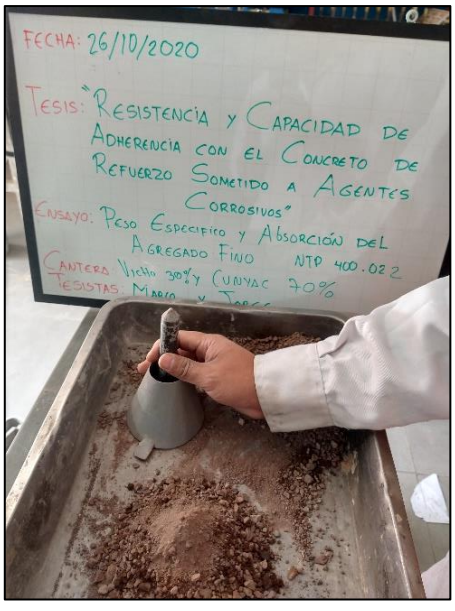
Figura 79

Prueba de humedad mediante el cono metálico.

Fuente: Propia

Figura 80

Prueba de humedad luego de haberse usado el cono metálico.



Fuente: Propia

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Figura 81

Pesado del agregado fino antes de ser agregado a la fiola.

Fuente: Propia

Figura 82

Introducción de fino para pesaje de fiola con agua y agregado fino.

Fuente: Propia

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Figura 83

Extracción de vacíos de la fiola que contiene agua y el fino con ayuda de la bomba de vacío.

Fuente: Propia

d) Toma de Datos

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tabla 71

Peso específico y absorción del agregado fino combinado.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: **"RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."**
TESISTAS: BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS
LUGAR: INGEOMAT - LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES
FECHA: 26/10/2020

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO NTP 400.022-ASTMC-128

	DESCRIPCIÓN	M1	M2	M3	PROMEDIO	UNIDAD
A	PESO DE LA MUESTRA SECA AL HORNO	488.900	493.000	491.700		gr.
B	PESO DEL PICNÓMETRO LLENADO DE AGUA HASTA LA MARCA DE CALIBRACIÓN	666.300	666.300	666.300		gr.
C	PESO DEL PICNÓMETRO LLENO DE LA MUESTRA Y EL AGUA HASTA LA MARCA DE CALIBRACIÓN	980.100	980.200	980.500		gr.
S	PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA	500.000	500.000	500.000		gr.
PESO ESPECÍFICO DE LA MASA (Pem) =A/(B+S-C)						gr/cm3
PESO ESPECÍFICO DE LA MASA SATURADA CON SUPERFICIE SECA (PeSSS) = S/(B+S-C)						gr/cm3
PESO ESPECIFICO APARENTE (Pea) =A/(B+A-C)						gr/cm3
ABSORCIÓN = ((S-A/A)X100)						%

Fuente: Propia.

3.5.5.4.2. Peso específico y absorción del agregado grueso (NTP 400.021)

a) Objetivos:

- Determinar el peso específico y absorción del agregado grueso a partir de humedecimiento total del agregado en 24 horas.

b) Equipos utilizados en la prueba

- Balanza con sensibilidad de 0.1 g.
- Cesta cilíndrica.
- Balde.
- Cucharón metálico.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

- Horno.

c) Procedimiento

- Se cuartea el material hasta obtener 3 kg. de muestra, según la tabla n°50.

Tabla 72

Cantidad mínima para el peso específico del agregado grueso.

TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL (pulg)	PESO MÍNIMO DE MUESTRA (kg)
1/2"	2
3/4"	3
1"	4
1 1/2"	5
2"	8
2 1/2"	12
3"'	16

Fuente: (NTP 400.021, 2002)

- Luego se lava la muestra y se pone a secar en el horno a una temperatura constante de 110 °c por 24 horas, transcurrido este tiempo se retira la muestra del horno y se deja enfriar a temperatura ambiente y es sumergida en un depósito con agua por 24 horas para que el agregado este completamente saturado.
- Transcurrido el tiempo de saturación se retira la muestra a una bandeja para retirar el exceso de agua, se le va secando superficial con una franela hasta conseguir que toda la superficie quede sin agua y se procede a pesarlo y registrar su peso.
- Después la muestra superficialmente seca se coloca en la canasta metálica, es sumergido la canasta metálica y es enganchada a la parte inferior de la balanza y se registra el peso de la muestra.
- Por último, se retira la muestra de la canasta metálica, se vierte en un recipiente metálico y se proceda llevarla al horno a una temperatura de 110°c por un tiempo de 24 horas, transcurrido este tiempo se pesa la muestra completamente seca.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Figura 84

(a) Muestra de agregado grueso sumergida para su saturación, (b) Secado superficial de la muestra.

Fuente: Propia

Figura 85

Pesaje de la muestra en la cesta metálica.

Fuente: Propia

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Figura 86

Secado de la muestra en el horno.

Fuente: Propia

Figura 87

Pesaje de agregado grueso posterior al secado en horno por 24 horas.

Fuente: Propia

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

d) Toma de Datos

Tabla 73

Peso específico y absorción del agregado grueso.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: **"RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."**
TESISTAS: BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS
LUGAR: INGEOMAT - LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES
FECHA: 2/11/2020

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO NTP 400.021-ASTMC-128

	DESCRIPCIÓN	M1	M2	M3	PROMEDIO	UNIDAD
A	PESO DE LA MUESTRA SECA EN EL AIRE	2999.730	3001.320	2998.820		gr.
B	PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA EN EL AIRE	3062.930	3065.020	3061.910		gr.
C	PESO EN EL AGUA DE LA MUESTRA SATURADA	1879.680	1876.734	1874.620		gr.
PESO ESPECÍFICO DE LA MASA (Pem)=A/(B-C)						gr/cm3
PESO ESPECÍFICO DE LA MASA SATURADA CON SUPERFICIE SECA (PeSSS) = B/(B-C)						gr/cm3
PESO ESPECÍFICO APARENTE (Pea) =A/(A-C)						gr/cm3
ABSORCIÓN = ((B-A/A)X100)						%

Fuente: Propia

3.5.5.5. Contenido de humedad del Agregado fino y Agregado Grueso (NTP 339.185)

3.5.5.5.1. Contenido de humedad del agregado fino (NTP 339.185)

a) Objetivos:

- Determinar el porcentaje total de humedad de la muestra de agregado fino.

b) Equipos utilizados en la prueba

- Balanza con sensibilidad de 0.01 g.
- Bandejas.
- Recipientes metálicos.
- Horno.
- Cucharón.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

c) Procedimiento.

- Iniciamos pesando una cantidad de muestra de agregado fino, el peso mínimo que se utilizo fue seleccionada de la tabla 74.

Tabla 74

Cantidad mínima de muestra para ensayo de contenido de humedad.

TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO	MASA MÍNIMA DE LA MUESTRA DE AGREGADO DE PESO NORMAL EN kg
No. 4	0.50
3/8"	1.50
1/2"	1.00
3/4"	3.00
1"	4.00
1 1/2"	6.00
2"	8.00
2 1/2"	10.00
3"	13.00
3 1/2"	16.00
4"	25.00
6"	50.00

Fuente: ntp339.185

- Se lleva la muestra al horno a una temperatura de 110° c por un periodo de 24 horas.
- Pasado las 24 horas se procede retirar la muestra del horno, se dejar enfriar a temperatura ambiente y se pesa y registramos su peso para determinar su contenido de humedad.

Figura 88

Pesado de la muestra de agregado fino para ser colocado en el horno.

Fuente: Propia

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Figura 89

Extracción de las muestras del horno.

Fuente: Propia

d) Toma de Datos

Tabla 75

Contenido de humedad del agregado fino.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: **"RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."**
TESISTAS: BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS
LUGAR: INGEOMAT - LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES
FECHA: 28/10/2020

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO NTP 339.185 - ASTM D2216

	DESCRIPCIÓN	M1	M2	M3	UNIDAD
	PESO DE CAPSULA	146.200	159.700	153.900	gr.
	PESO CAPS + MATERIAL HÚMEDO	646.200	659.700	653.900	gr.
	PESO CAPS + MATERIAL SECO	622.020	635.330	629.140	gr.
W	PESO DEL SUELO HÚMEDO				gr.
D	PESO DEL SUELO SECO				gr.
P	CONTENIDO DE HUMEDAD PARCIAL				%
	CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO				%

Fuente: Propia

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

3.5.5.5.2. Contenido de humedad del agregado grueso (NTP 339.185)

a) Objetivos:

- Determinar el porcentaje total de humedad en la muestra de agregado grueso

b) Equipos utilizados en la prueba

- Balanza con sensibilidad de 0.01 g.
- Bandejas.
- Recipientes metálicos.
- Horno.
- Cucharón.

c) Procedimiento

- Iniciamos pesando una cantidad de muestra de agregado grueso, el peso mínimo que se utilizo fue seleccionada de la tabla 76

Tabla 76

Cantidad mínima de muestra para ensayo de contenido de humedad.

TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO	MASA MÍNIMA DE LA MUESTRA DE AGREGADO DE PESO NORMAL EN kg
No. 4	0.50
3/8"	1.50
1/2"	1.00
3/4"	3.00
1"	4.00
1 1/2"	6.00
2"	8.00
2 1/2"	10.00
3"	13.00
3 1/2"	16.00
4"	25.00
6"	50.00

Fuente: ntp339.185

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

- Se lleva la muestra al horno a una temperatura de 110° c por un periodo de 24 horas.
- Pasado las 24 horas se procede retirar la muestra del horno, se dejar enfriar a temperatura ambiente y se pesa y registramos su, pero para determinar su contenido de humedad.

Figura 90

Pesado de la muestra de agregado grueso para ser colocado en el horno.

Fuente: Propia

Figura 91

Extracción de las muestras del horno.

Fuente: Propia

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

d) Toma de Datos

Tabla 77

Contenido de humedad el agregado Grueso.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: **"RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."**
TESISTAS: BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS
LUGAR: INGEOMAT - LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES
FECHA: 4/11/2020

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO NTP 339.185 - ASTM D2216

	DESCRIPCIÓN	M1	M2	M3	UNIDAD
	PESO DE CAPSULA	544.700	555.400	532.900	gr.
	PESO CAPS + MATERIAL HÚMEDO	3544.700	3555.400	3532.900	gr.
	PESO CAPS + MATERIAL SECO	3455.220	3466.430	3443.190	gr.
W	PESO DEL SUELO HÚMEDO				gr.
D	PESO DEL SUELO SECO				gr.
P	CONTENIDO DE HUMEDAD PARCIAL				%
	CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO				%

Fuente: Propia

3.5.6. Contenido Ensayo de consistencia (Slump)

a) Objetivos:

- Determinar su fluidez y consistencia de un concreto fresco con resistencia 210kg/cm2.

b) Equipos utilizados en la prueba

- Cono de abrams.
- Base metálica.
- Varilla de 5/8’’ y 60 cm de longitud.
- Cucharón metálico.
- Recipientes metálicos.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

- Wincha.

c) Procedimiento

- Como primer paso se coloca el cono de abrams sobre una base metálica plana y humedecida, se coloca presión pisando sus soportes para mantenerlo inmóvil, luego se vierte concreto solo hasta un tercio del volumen, se hace el chuseado con la varilla de 5/8'' aplicando 25 golpes en toda el área para tener una distribución uniforme.
- Se colocan las otras dos capas con el mismo procedimiento, la tercera capa se deberá llenar en exceso, para luego ser enrazado.
- Luego de que el molde de cono de abrams este lleno con concreto se procede a retirar de forma vertical, enseguida se invierte el cono de abrams y se coloca a su costado, con la ayuda de la varilla de 5/8'' procedemos a medir el asentamiento.

Figura 92

Procedo de desmoldado y medición de asentamiento.

Fuente: propia

d) Toma de Datos

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tabla 78

Ensayo de Consistencia.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: **"RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."**
TESISTAS: BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS
LUGAR: INGEOMAT - LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES

ENSAYO DE CONSISTENCIA (DETERMINACIÓN DEL SLUMP) NTP 339.035

TIPO DE ESTRUCTURA
VIGAS Y MUROS ARMADOS

SLUMP MÁXIMO	SLUMP MÍNIMO	RECOMENDADO	DESEADO	CONSISTENCIA
4 "	**1 "**	**3 "**	**3 "**	**Plástica**

CONCRETO PARA BRIQUETAS

FECHA DE VACIADO	SLUMP (cm)	SLUMP (Pulg.)
9/01/2021	8	3.15

CONCRETO PARA VIGUETAS Y DADOS 1° MES

FECHA DE VACIADO	SLUMP (cm)	SLUMP (Pulg.)
9/01/2021	7.5	**2.95**

CONCRETO PARA VIGUETAS Y DADOS 2° MES

FECHA DE VACIADO	SLUMP (cm)	SLUMP (Pulg.)
9/02/2021	8.2	3.2

CONCRETO PARA VIGUETAS Y DADOS 3° MES

FECHA DE VACIADO	SLUMP (cm)	SLUMP (Pulg.)
9/03/2021	7.1	2.8

Fuente: Propia

3.5.7. Resistencia a la degradación por abrasión e impacto en la máquina de los Ángeles. (NTP 400.019)

a) Objetivos:

- Para determinar la resistencia a la degradación utilizando la máquina de los Ángeles por medio del impacto y rozamiento entre articulas.

b) Equipos utilizados en la prueba

- Máquina de los Ángeles.
- Tamices 12.5 mm (1/2 pulg), 9.5 mm (3/8 pulg) y (N° 12).
- Balanza con precisión de 0.1 g.
- Bolas de acero.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

- Bandeja.
- Horno.
- Cucharón.

c) Procedimiento

- Primero se seleccionó el método a utilizar de acuerdo a la granulometría, se eligió el método “B”, se pesó 2.5 kg de agregado grueso retenido en el tamiz ¾”y otros 2.5 kg del agregado grueso retenido en el tamiz ½”, obteniendo una muestra en total 5.0 kg.
- Luego se coloca la muestra en la máquina de los ángeles con el 11 esferas metálicas de acuerdo al método “B” , haciendo girar el cilindro a 500 revoluciones durante 15 min, de 30 a 33 rpm.
- Se descarga el material de la máquina en una bandeja para posteriormente tamizarla por la malla N°12(1.70mm).
- El material retenido en el tamiz N°12 se lava y se seca en el horno a una temperatura constante de 110° C durante 24 horas, pasado este tiempo se deja enfriar y realiza el pesaje en una balanza de precisión.

Figura 93

(a) Muestra de agregado grueso en la máquina de los Ángeles. (b) Retiro del material de la máquina de los Ángeles.

Fuente: Propia

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Figura 94

Registro del peso posterior a la Maquina de los Ángeles.

Fuente: Propia

d) Toma de Datos

Tabla 79

Ensayo de abrasión.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: **"RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."**
TESISTAS: BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS
LUGAR: INGEOMAT - LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES
FECHA: 29/10/2020

RESISTENCIA A LA DEGRADACIÓN POR ABRASIÓN E IMPACTO EN LA MÁQUINA DE LOS ÁNGELES NTP 400.019

DESCRIPCIÓN	M1	UNIDAD
MASA ORIGINAL DE LA MUESTRA ENSAYADA	5000	gr,
MASA FINAL DE LA MUESTRA ENSAYADA	3829	gr,
ABRASIÓN (MÉTODO DE LOS ÁNGELES)		%

Fuente: Propia

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

3.5.8. Elaboración de probetas cilíndricas para la evaluación del Diseño de Mezclas

a) Objetivos:

- Elaborar testigos cilíndricos de concreto ciclópeo para evaluar la resistencia.
- Determinar si nuestro espécimen alcanza la resistencia del diseño de mezclas.

b) Equipos utilizados en la prueba

- Espátulas.
- Cucharon metálico.
- Maso de goma.
- Varilla metálica lisa 5/8’’.
- Probeta cilíndrica de metal 4’’x8’’.
- Escobilla metálica.
- Martillo de goma.
- Badilejo.

c) Procedimiento

- Se alistaron las proporciones calculadas según el diseño de mezcla, se cura el tambor, por dos minutos con un kilo de arena y un kilo de cemento, esto permite que el material no se quede adherido, a continuación, se vierte agregado grueso, después el agregado fino se deja mezclar por 30 segundos, luego se vierte cemento y se deja homogenizar por un minuto, después se adiciona el agua restante y se deja mezclar por 3 minutos hasta que se note que toda la mezcla este homogenizada

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Figura 95

Mezclado de concreto.

Fuente: propia

- Se procede a hacer el ensayo de verificación de revenimiento.

Figura 96

Calculo del slump con el cono de abrams.

Fuente: Propia

- Luego de terminar el ensayo de verificación del revenimiento del concreto se procedió al moldeado de probetas cilíndricas.
- Después se procedió a la preparación de cada molde metálico, se limpió con una escobilla metálica, se aseguró sus pernos de fijación y se impermeabilizo interiormente con petróleo para que evitar que el concreto se adhiera al molde metálico.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

- Se toma la muestra de concreto y se vierte en el molde metálico con un chocaron metálico , el moldeado de la probeta se realiza en tres capas, cada una de ella de 10 cm de altura, se compacta la primera capa mediante 25 inserciones (chuzeadas) con la ayuda de la varilla metálica de 5/8'', distribuidas de manera uniforme, una vez culminada la compactación de esta capa se golpea ligeramente alrededor del molde metálico con el martillo de goma para liberar las burbujas de aire que hayan poda quedar atrapadas en el interior de la mezcla, este procedimiento se repite 2 veces más, esta última capa se añade suficiente cantidad de mezcla para que el molde quede lleno.

Figura 97

Vaciado de briquetas de concreto.

Fuente: Propia

- Se quita el material excedente, se enraza y con la ayuda de un badilejo se alisa la superficie.
- Luego del moldeado y enrazado, los especímenes se almacenan en un lugar plano y que prevenga la perdida de humedad por 24 horas, pasado este tiempo se procede a desmoldar con precaución las probetas de concreto.
- Por último, se ponen a curar las briquetas sumergiéndolas en agua potable por 28 días.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Figura 98

Desmoldado y limpieza de briquetas de las briqueteras.

Fuente: Propia

Figura 99

Curado de briquetas.

Fuente: Propia

3.5.9. Resistencia a la compresión (ASTM C39) (NTP 339.034)

a) Objetivos:

- Determinar la resistencia a la compresión de testigos cilíndricos.
- Determinar si nuestro espécimen alcanza la resistencia del diseño de mezclas.

b) Equipos utilizados en la prueba

- Máquina de ensayo a compresión.
- Vernier.
- Wincha.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

- Almohadillas de Neopreno.

c) Procedimiento

- Primero se procedió a desmoldar las briquetas de la briqueteras.

Figura 100

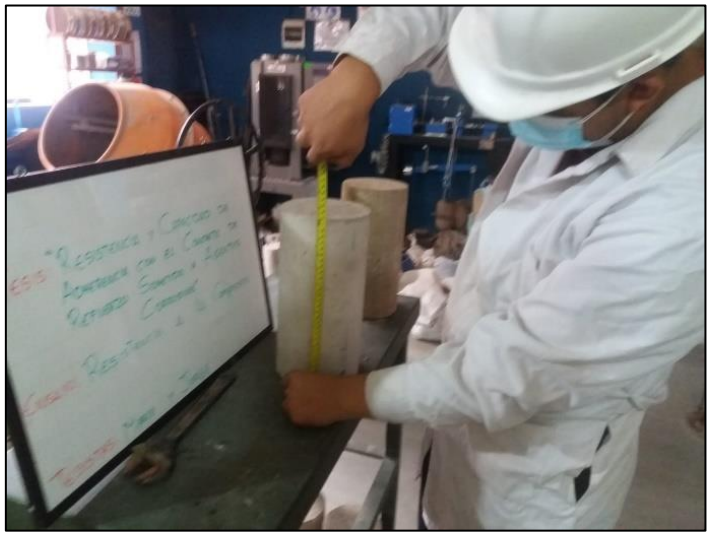
Registro de las mediciones de diámetro de las briquetas a ensayar.

Fuente: Propia.

- Se procedió a tomar la altura y el diámetro de los testigos.

Figura 101

Registro de las mediciones de altura de las briquetas a ensayar.



Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

- Luego se procedió al encendido de la máquina de compresión Axial y luego se procedió a configurar esta con las dimensiones de la probeta y la velocidad de carga a la que este sería sometido la probeta.

Figura 102

Encendido y calibración de la máquina de compresión axial.

Fuente: Propia.

- Se limpio las superficies de los soportes de la máquina de compresión axial para que generar una superficie homogénea de contacto y una correcta distribución del esfuerzo.
- Luego se procedió a colocar la probeta en la máquina de ensayo, alineando la probeta al eje vertical inferior de la máquina de compresión, se cerró la compuerta y se dio inicio al ensayo mediante la aplicación de una fuerza de carga.

Figura 103

Alineación de la probeta al eje vertical de la máquina de compresión.

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Figura 104

Briqueta colocada en la máquina de compresión axial e inicio del ensayo.

Fuente: Propia.

- Finalmente, el ensayo culmina con la reducción progresiva de la fuerza al momento de la destrucción de la probeta y registrarse la fuerza máxima de cada probeta en Kg-f para el análisis de datos.

Figura 105

Finalización del ensayo con la rotura de la briqueta.

Fuente: Propia.

Figura 106

recolección de datos obtenidos.

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco

Repositorio Digital

d) Toma de Datos

Tabla 80

Registro de datos para ensayo de compresión a los 7 días.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: **"RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."**

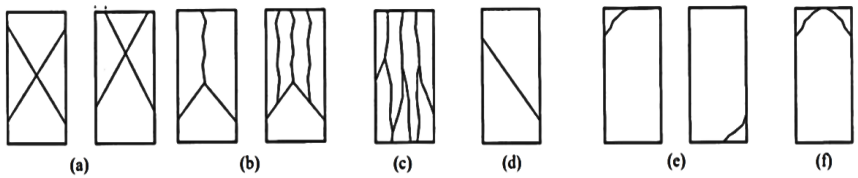
TESISTAS: **BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO**
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS

LUGAR:

CANTERA:

FECHA:

ENSAYO DE COMPRESIÓN DE PROBETAS CILINDRICAS DE CONCRETO



a. Conos bien formados en ambos extremos.
b. Cono bien formado en un extremo con grietas verticales.
c. Grietas columnares y conos mal formados.
d. Fractura diagonal, sin grietas.
e. Fracturas laterales en la parte superior o inferior.
f. Fracturas laterales en la parte superior.

N° DE BRIQUETA	CÓDIGO	FECHA		EDAD	TIPO DE FALLA	DIÁMETROS DE LA BRIQUETA				PROMEDIO DE DIÁMETROS(cm)	ÁREA DE LA SECCIÓN (cm)	MÁXIMA FUERZA APLICADA (kg-f)	RESISTENCIA (Kg/cm2)	PROMEDIO (Kg/cm2)
		ELABORACIÓN	ROTURA	(Días)		D1 Sup (cm)	D2 Sup (cm)	D3 Inf (cm)	D4 Inf (cm)					
1	M-7-1	10/11/2020	17/11/2020	7	VI	15,1	15,0	15,2	15,1	15,1	179,08	26190		
2	M-7-2	10/11/2020	17/11/2020	7	V	15,2	14,9	15,0	15,2	15,1	178,49	25620		
3	M-7-3	10/11/2020	17/11/2020	7	VI	15,1	15,1	15,0	15,0	15,1	177,89	22740		
4	M-7-4	10/11/2020	17/11/2020	7	V	15,3	15,2	15,1	15,0	15,2	180,27	26130		
5	M-7-5	10/11/2020	17/11/2020	7	V	14,9	15,0	15,2	15,3	15,1	179,08	26080		
6	M-7-6	10/11/2020	17/11/2020	7	VI	15,0	15,0	15,2	15,1	15,1	178,49	26160		

Fuente: Propia

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco

Repositorio Digital

Tabla 81

Registro de datos para ensayo de compresión a los 14 días.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: **"RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."**

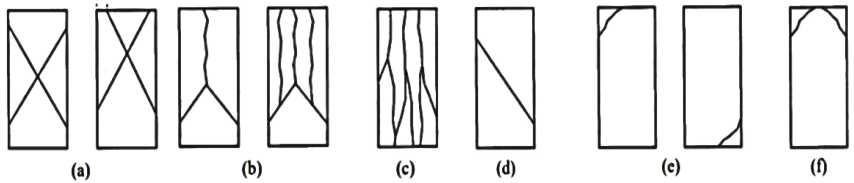
TESISTAS: **BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO**
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS

LUGAR:

CANTERA:

FECHA:

ENSAYO DE COMPRESIÓN DE PROBETAS CILINDRICAS DE CONCRETO



a. Conos bien formados en ambos extremos.
b. Cono bien formado en un extremo con grietas verticales.
c. Grietas columnares y conos mal formados.
d. Fractura diagonal, sin grietas.
e. Fracturas laterales en la parte superior o inferior.
f. Fracturas laterales en la parte superior.

N° DE BRIQUETA	CÓDIGO	FECHA		EDAD	TIPO DE FALLA	DIÁMETROS DE LA BRIQUETA				PROMEDIO DE DIÁMETROS(cm)	ÁREA DE LA SECCIÓN (cm)	MÁXIMA FUERZA APLICADA (kg-f)	RESISTENCIA (Kg/cm2)	PROMEDIO (Kg/cm2)
		ELABORACIÓN	ROTURA	(Días)		D1 Sup (cm)	D2 Sup (cm)	D3 Inf (cm)	D4 Inf (cm)					
7	M-14-1	10/11/2020	24/11/2020	14	VI	15,2	15,1	15,1	15,0	15,1	179,08	28400		
8	M-14-2	10/11/2020	24/11/2020	14	VI	15,0	15,2	15,2	14,9	15,1	178,49	32010		
9	M-14-3	10/11/2020	24/11/2020	14	V	15,0	15,0	15,1	15,1	15,1	177,89	32400		
10	M-14-4	10/11/2020	24/11/2020	14	V	15,1	15,0	15,3	15,2	15,2	180,27	32650		
11	M-14-5	10/11/2020	24/11/2020	14	V	15,2	15,3	14,9	15,0	15,1	179,08	32580		
12	M-14-6	10/11/2020	24/11/2020	14	VI	15,2	15,1	15,0	15,0	15,1	178,49	32680		

Fuente: Propia

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco

Repositorio Digital

Tabla 82

Registro de datos para ensayo de compresión a los 28 días.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: **"RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."**

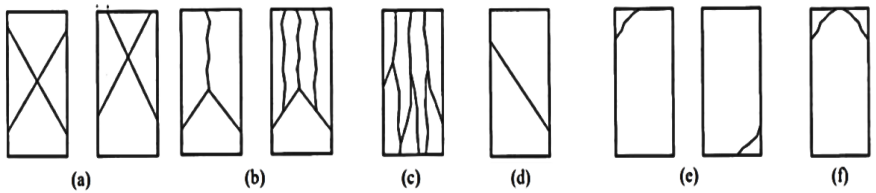
TESISTAS: **BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO**
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS

LUGAR:

CANTERA:

FECHA:

ENSAYO DE COMPRESIÓN DE PROBETAS CILINDRICAS DE CONCRETO



a. Conos bien formados en ambos extremos.
b. Cono bien formado en un extremo con grietas verticales.
c. Grietas columnares y conos mal formados.
d. Fractura diagonal, sin grietas.
e. Fracturas laterales en la parte superior o inferior.
f. Fracturas laterales en la parte superior.

N° DE BRIQUETA	CÓDIGO	FECHA		EDAD	TIPO DE	DIÁMETROS DE LA BRIQUETA				PROMEDIO DE	ÁREA DE LA	MÁXIMA FUERZA	RESISTENCIA	PROMEDIO
		ELABORACIÓN	ROTURA	(Días)	FALLA	D1 Sup (cm)	D2 Sup (cm)	D3 Inf (cm)	D4 Inf (cm)	DIÁMETROS(cm)	SECCIÓN (cm)	APLICADA (kg-f)	(Kg/cm2)	(Kg/cm2)
13	M-28-1	10/11/2020	08/12/2020	28	VI	15,0	15,2	15,1	15,1	15,1	179,08	33250		
14	M-28-2	10/11/2020	08/12/2020	28	V	14,9	15,0	15,2	15,2	15,1	178,49	37470		
15	M-28-3	10/11/2020	08/12/2020	28	V	15,1	15,0	15,0	15,1	15,1	177,89	33260		
16	M-28-4	10/11/2020	08/12/2020	28	VI	15,2	15,1	15,0	15,3	15,2	180,27	38220		
17	M-28-5	10/11/2020	08/12/2020	28	V	15,0	15,2	15,3	14,9	15,1	179,08	38140		
18	M-28-6	10/11/2020	08/12/2020	28	VI	15,0	15,2	15,1	15,0	15,1	178,49	38250		

Fuente: Propia

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

3.5.10. Diseño de prismas rectangulares (Viguetas).

a) Objetivos:

- Elaboración de una vigueta de concreto armado que cumpla con las condiciones de diseño.

b) Equipos utilizados en la prueba

- Hojas de cálculo.

c) Procedimiento

- Se procedió a predimensionar la vigueta.
- Se procedió a darle una resistencia a la compresión(F´C), un límite de Fluencia del acero (Fy), un peralte efectivo(D) y un recubrimiento (R), acorde a las capacidades y limitaciones del equipo de ensayo.
- Ahora procedemos a calcular la altura del bloque rectangular de esfuerzos de compresión en el concreto (a)
- Procedemos al cálculo del momento nominal (Mn) y el momento último (Mu).
- Se calcula la distancia del eje Neutro a la fibra Extrema en compresión en una sección con cuantía balanceada (Cb).
- Se procedió al cálculo de la cuantía(P), cuantía mínima (Pmin), cuantía máxima (Pmax) y cuantía balanceada (Pb), con el fin de comprobar que la cuantía se encuentre entre la máxima y la mínima.
- Se calcula el área de acero balanceado para compararlo con el área de acero asignado (As) y si el área de acero balanceado (Asb) es superior se considera una falla dúctil.
- Se calcula el área de acero mínimo (Asmin) y el área de acero máximo (Asmax) para comprobar el área de acero asignado (As) se encuentre entre ambos.
- Luego se calculará la resistencia a la sección de corte (Vcr) y la carga de corte (Vu), la resistencia a la sección de corte debe ser superior a la carga de corte para generar la falla por flexión.

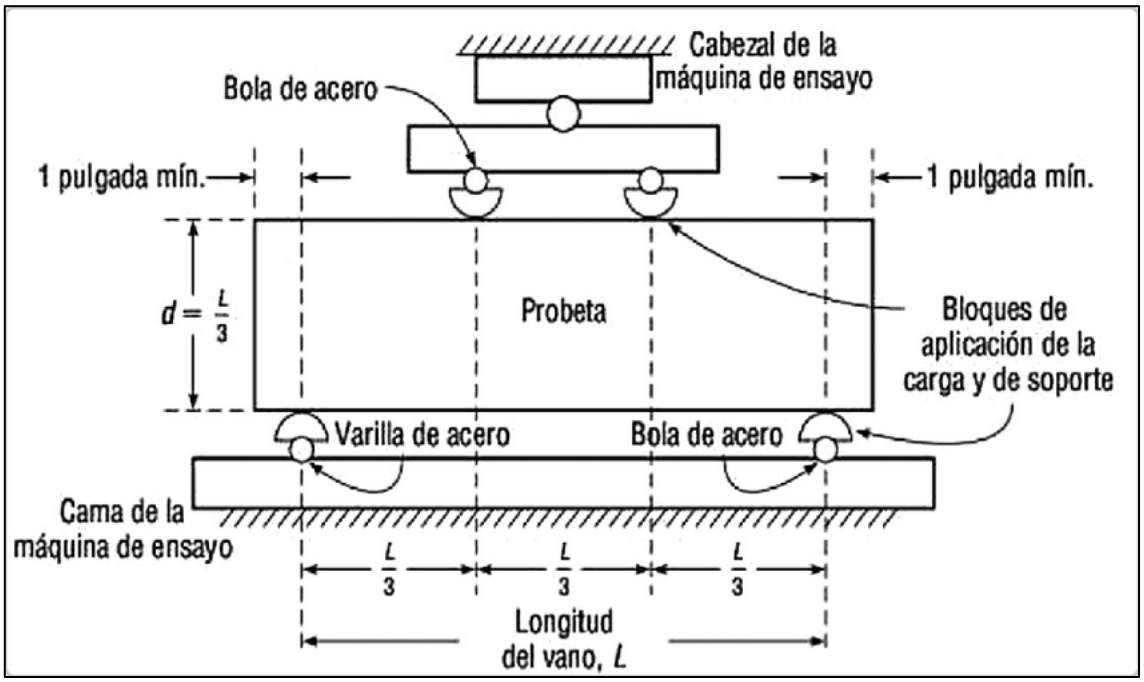
DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

- Finalmente comprobamos el Área de acero (As) en función de la altura del bloque rectangular de esfuerzos de compresión en el concreto(a).

Figura 107

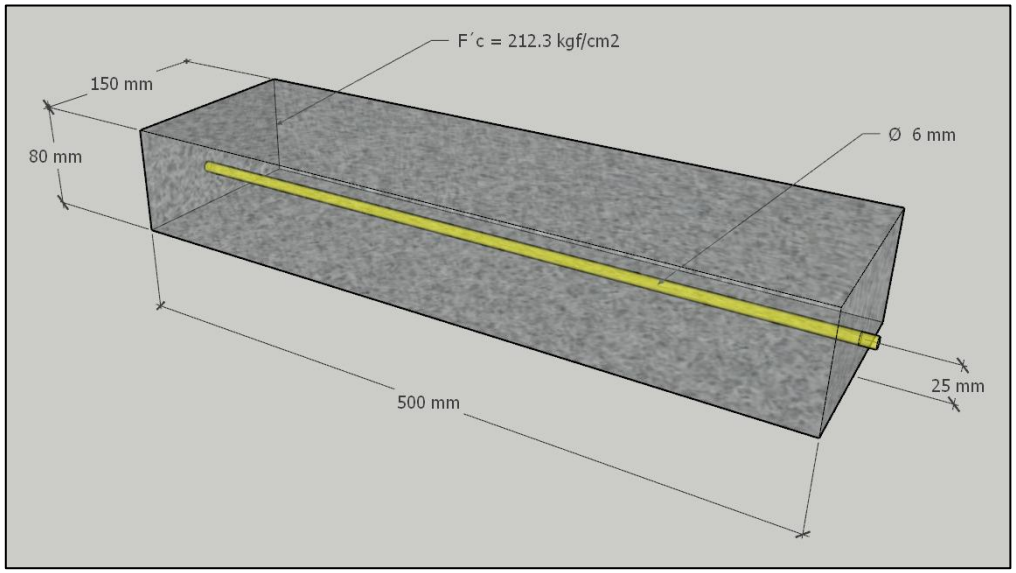
Diseño de testigos a flexión.



Fuente: Propia

Figura 108

Resultado final de diseño de viga.



Fuente: Propia

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

d) Toma de Datos

Tabla 83

Diseño de prismas rectangulares (Viga).

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: **"RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."**

TESISTAS: **BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO**
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS

LUGAR:
CANTERA:
FECHA:

"DISEÑO DE VIGUETA PARA ENSAYO DE FLEXIÓN."

$$a = \frac{As * fy}{0.85 * f'c * b} \qquad Mn = AS \times fy \times \left(d - \frac{a}{2}\right) \qquad Mu = \emptyset * Mn \qquad Cb = 0{,}588 \times d$$

Datos de Diseño	
F´c=	210 Kg/cm2
fy=	4200 Kg/cm2
Mu=	x
H=	8 cm
b=	15 cm
r=	2,50 cm
d=	5,50 cm
B_1=	0,85
AS=	0,2827 cm2

a	Mn	Mn (tn-m)	Mu	cb

$\rho Min = \frac{0.8 * \sqrt{f'c}}{Fy}$ $\rho = \frac{As}{b * d}$ $\rho Max = 0.75 * \rho b$ $\rho_B = \frac{0{,}85 * F'C * B1}{Fy} * \frac{cb}{d}$ $Asb = Pb \times b \times d$

PMIN	P	PMAX	Pb	AS	Asb

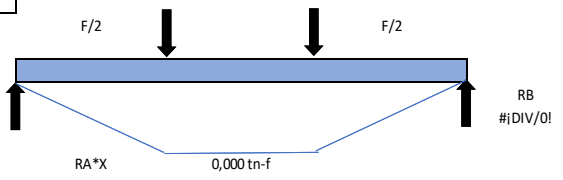
$As < Asb$

$\rho Min < \rho < \rho Max$

F

$Asmin = \frac{14}{fy} \times b \times d$ $Asmin = \frac{0.80 \times \sqrt{f'c}}{fy} \times b \times d$ $Asmax = 0{,}75 \times Pb \times Bw \times d$

Asmin	Asmin	As	Asmax



Resistencia Seccion de Corte

Vc=0.85*0.53*$\sqrt{F'c}$ X b x d

RESISTENCIA SECCION DE CORTE > CARGA DE CORTE VU

vc=

Comprobación Area de Acero

AS Con a colocado		AS Con a calculado	
a=		a=	

$AS = \frac{0.85F'c * a * b}{fy}$ $AS = \frac{Mn}{fy * (d - \frac{a}{2})}$ $a = \frac{As * fy}{0.85 * f'c * b}$

As= As=

Fuente: Propia

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

3.5.11. Diseño de prismas rectangulares para ensayo de adherencia

a) Objetivos:

- Determinar las dimensiones de la muestra para poder ejecutar los ensayos de adherencia.

b) Equipos utilizados en la prueba

- Máquina para ensayo de adherencia.
- Wincha.
- Deformímetro.

c) Procedimiento

- En un inicio se diseñó dados de 200mm (L) x 200mm (A) x 200mm (H), en el interior del dado se insertó una manguera plástica con una longitud de 100 cm como se puede observar en la figura 109, las medidas fueron tomadas del ensayo de Pull- Out que nos recomendaban utilizar ciertas medidas, al realizar el ensayo de adherencia no se registró ninguna fuerza dado que la varilla que estábamos utilizando era de una sección muy pequeña, entonces se procedió a retirar la manguera para otra vez realizar el ensayo de adherencia, esta vez si registraba fuerza y deformación, para optimizar materiales se diseñó otros dados con distintos diámetros, teniendo como medida constante la altura de 20 cm, luego de realizar los distintos ensayos de adherencia nos dimos cuenta que con un dado de 200mm (L) x100 mm (A) x 100 (H) no se modificaba las propiedades de resistencia de adherencia.

Figura 109

Ensayo de PULL OUT

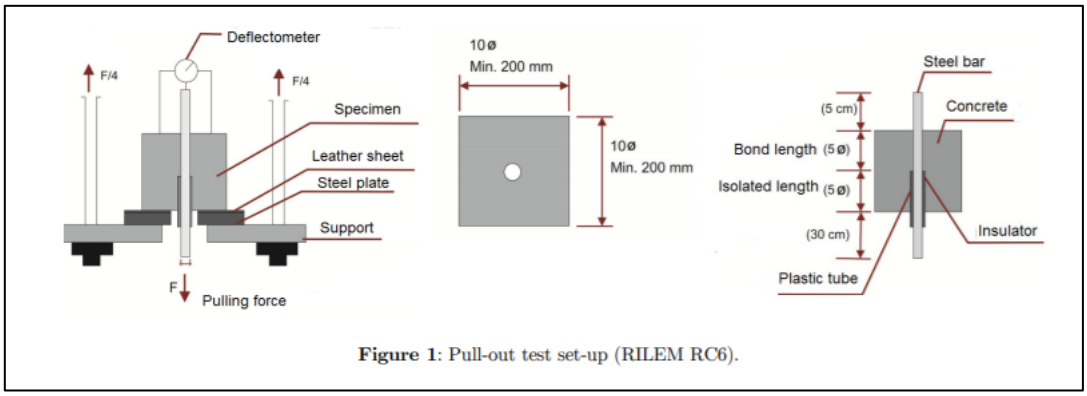


Figure 1: Pull-out test set-up (RILEM RC6).

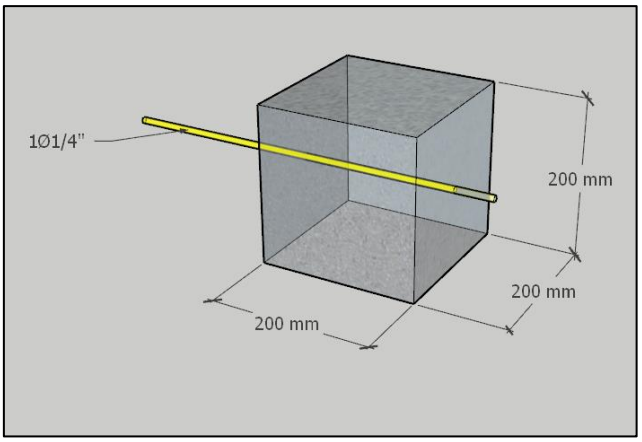
Fuente: (RILEM, 1994)

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Figura 110

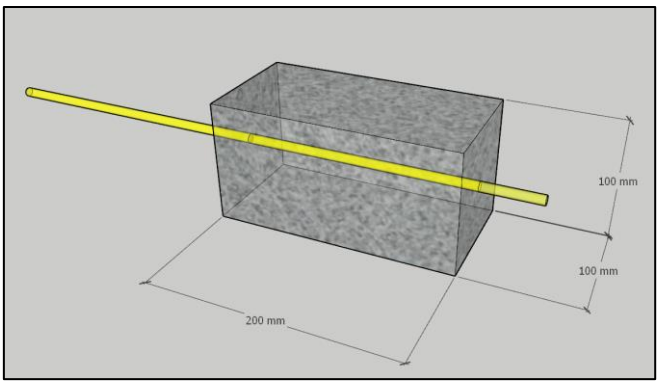
Medidas de la muestra recomendada para ensayo de adherencia.



Fuente: Propia

Figura 111

Medidas de la muestra final para ensayo de adherencia.



Fuente: Propia

3.5.12. Elaboración de prismas rectangulares y curado

a) Objetivos:

- Realizar testigos rectangulares para evaluar la resistencia a flexión.

b) Equipos utilizados en la prueba

- Triplay fenólico 18mm.
- Tornillos 4x50 mm.
- Atornillador inalámbrico.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

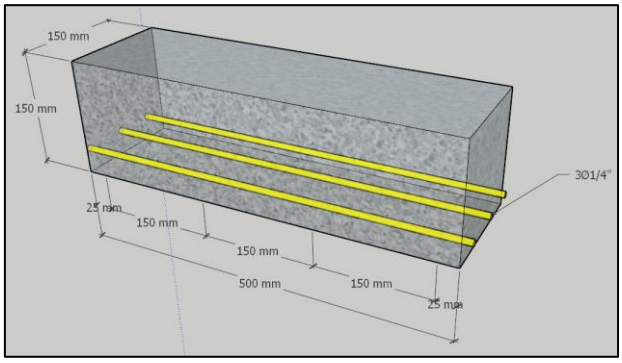
- Máquina escuadradora.
- Mezcladora de concreto de 0.25 m3.
- Vibradora de concreto.
- Wincha.

c) Procedimiento

- Los prismas rectangulares fueron fabricados previo diseño, de las cuales se tiene 15 cm de altura, 15 cm de ancho y 50 cm de largo con un refuerzo de 3 varillas de 6mm.

Figura 112

Diseño de vigueta para ensayo de flexión.

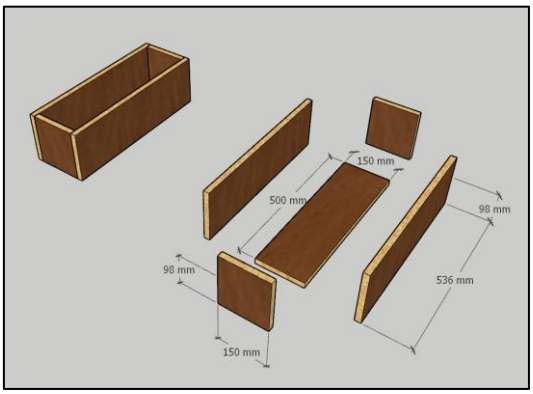


Fuente: Propia

- Paso 1: Teniendo las dimensiones del prisma rectangular se diseña un encofrado con triplay fenólico de 18 mm, se despieza las piezas, luego se procede a cortar con una máquina escuadradora.

Figura 113

Diseño de encofrado de prisma rectangular.



Fuente: Propia

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Figura 114

Habilitado de piezas para encofrado.

Fuente: Propia

- Paso 2: Ya teniendo las piezas habilitadas se hace el trazado y perforaciones necesarias para poder armar el encofrado, pero antes se coloca las varillas a ser ensayadas.

Figura 115

Trazado y perforaciones necesarias para poder armar el encofrado.

Fuente: Propia

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Figura 116

Encofrado de primas rectangulares.

Fuente: Propia

Figura 117

Extracción de testigos de la cámara de corrosión.

Fuente: Propia

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Figura 118

Aplicación de gasolina en los moldes para facilitar el desmoldado de viguetas.

Fuente: Propia

Figura 119

Colocado de acero en encofrado de prismas rectangulares.

Fuente: Propia

- Paso 3: Se alistaron las proporciones calculadas según el diseño de mezcla, se cura el tambor, por dos minutos con un kilo de arena y un kilo de cemento, esto permite que el material no se quede adherido, a continuación, se vierte agregado grueso, después el agregado fino; se deja mezclar por 30 segundos, luego se vierte cemento y se deja homogenizar por un minuto, después se adiciona el agua restante y se deja mezclar por 3 minutos hasta que se note que toda la mezcla este homogenizada, luego se vierte sobre

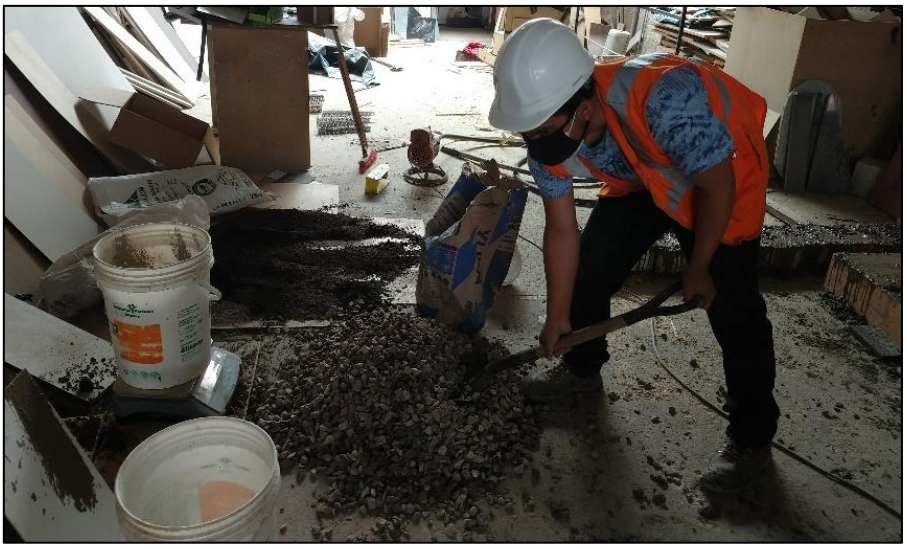
DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

los encofrados de prismas rectangulares, para compactar el concreto se utilizó una vibradora.

Figura 120

Separación y preparación de las cantidades de muestra halladas en el diseño de Mezclas.



Fuente: Propia

Figura 121

Mezcla y vibrado para primas rectangulares.

Fuente: Propia

- Paso 4: Se quita el material excedente, se enraza y con la ayuda de un badilejo se alisa la superficie.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

- Paso 5: Luego del moldeado y enrazado, los prismas rectangulares se almacenan en un lugar plano y que prevenga la perdida de humedad por 24 horas, pasado este tiempo se procede a desmoldar con precaución las probetas de concreto.

Figura 122

Desencofrado de primas rectangulares.

Fuente: Propia

- Paso 6: Por último, se colocan los prismas rectangulares en agua potable sumergiéndolas por 28 días.

Figura 123

Curado de primas rectangulares.

Fuente: Propia

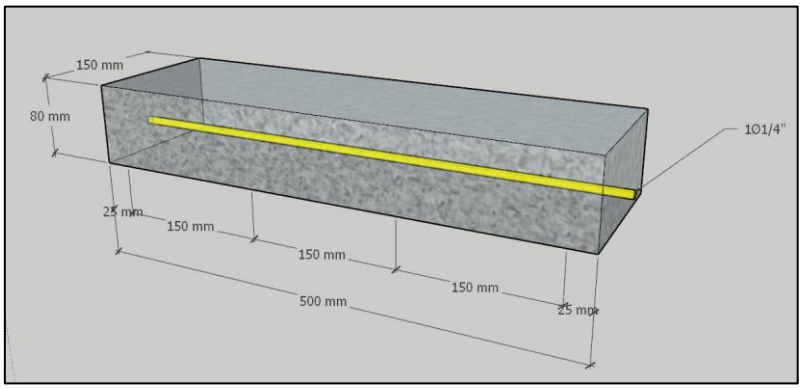
DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

- Al realizar el ensayo de flexión en viguetas, se notó que todas las viguetas fallaban por corte y no por flexión, por lo que se tuvo que volver a diseñar nuevas viguetas que puedan fallar a flexión, es así que el diseño final que pudo satisfacer las necesidades estructurales fue de 8 cm de altura, 15 cm de ancho y 50 cm de largo con un refuerzo de 1 varillas de 6mm.
- Por último, se repiten los pasos1, 2, 3, 4, 5, 6 para la vigueta de 8 cm de altura, 15 cm de ancho y 50 cm de largo.

Figura 124

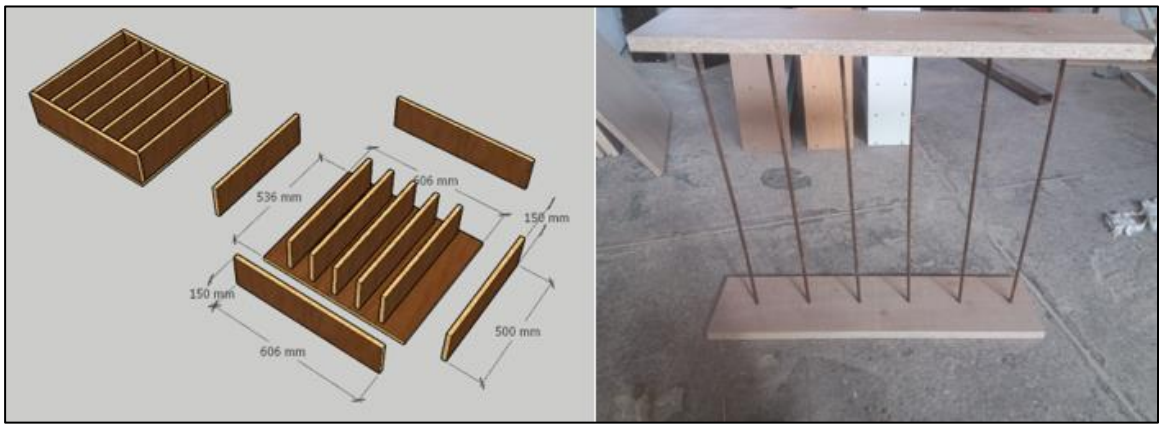
Dimensiones de las viguetas.



Fuente: Propia

Figura 125

Diseño de encofrado y encofrado de viguetas.



Fuente: Propia

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Figura 126

Desencofrado y curado de viguetas.

Fuente: Propia

3.5.13. Elaboración de primas rectangulares para ensayo de adherencia

a) Objetivos:

- Realizar testigos rectangulares para evaluar la resistencia de adherencia.

b) Equipos utilizados en la prueba

- Triplay fenólico 18mm.
- Tornillos 4x50 mm.
- Atornillador inalámbrico.
- Máquina escuadradora.
- Mezcladora de concreto de 0.25 m3.
- Vibradora de concreto.
- Wincha.

c) Procedimiento

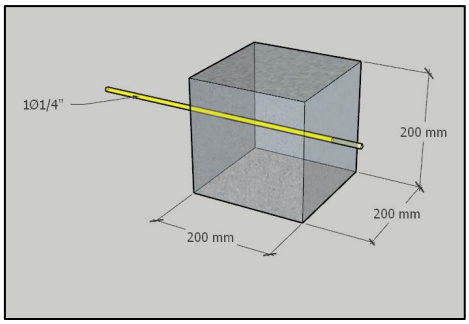
- Los dados fueron fabricados previo diseño, de las cuales se tiene 20 cm de altura, 20 cm de ancho y 20 cm de largo con un refuerzo de 1 varillas de 6mm en el centro como se parecía en la figura 127.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Figura 127

Diseño de dado para ensayo de adherencia.

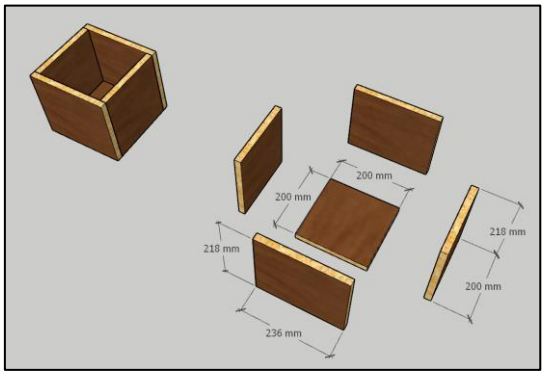


Fuente: Propia

- Paso 1: Teniendo las dimensiones del prisma rectangular se diseña un encofrado con triplay fenólico de 18 mm, se despieza las piezas, luego se procede a cortar con una máquina escuadradora.

Figura 128

Diseño de encofrado de prisma rectangular.



Fuente: Propia

Figura 129

Habilidad de piezas para encofrado.

Fuente: Propia

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

- Paso 2: Ya teniendo las piezas habilitadas se hace el trazado y perforaciones necesarias para poder armar el encofrado, pero antes se coloca las varillas a ser ensayadas colocada verticalmente a lo largo del eje central de la probeta, para fijar la longitud de adherencia se coloca mangueras plásticas que impidan la adherencia en el resto de la barra.

Figura 130

Encofrado de dados para ensayo de adherencia.

Fuente: Propia

- Paso 3: Se alistaron las proporciones calculadas según el diseño de mezcla, se cura el tambor, por dos minutos con un kilo de arena y un kilo de cemento, esto permite que el material no se quede adherido, a continuación, se vierte agregado grueso, después el agregado fino; se deja mezclar por 30 segundos, luego se vierte cemento y se deja homogenizar por un minuto, después se adiciona el agua restante y se deja mezclar por 3 minutos hasta que se note que toda la mezcla este homogenizada, luego se vierte sobre los encofrados de prismas rectangulares, para compactar el concreto se utilizó una vibradora.

Figura 131

Vaciado de concreto en moldes para ensayo de adherencia.

Fuente: Propia

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

- Paso 4: Se quita el material excedente, se enraza y con la ayuda de un badilejo se alisa la superficie.
- Paso 5: Luego del moldeado y enrazado, los dados se almacenan en un lugar plano y que prevenga la perdida de humedad por 24 horas, pasado este tiempo se procede a desmoldar con precaución las probetas de concreto.

Figura 132

Desencofrado de dados.

Fuente: Propia

- Paso 6: Por último, se colocan los dados en agua potable sumergiéndolas por 28 días.

Figura 133

Curado de dados.

Fuente: Propia

- Al realizar el ensayo de adherencia no se registró ninguna fuerza dado que la varilla que estábamos utilizando era de una sección muy pequeña, entonces se procedió a retirar la manguera de plástico para otra vez realizar el ensayo de adherencia, esta vez sí se registraba fuerza y deformación, para optimizar materiales se diseñó otros dados con

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

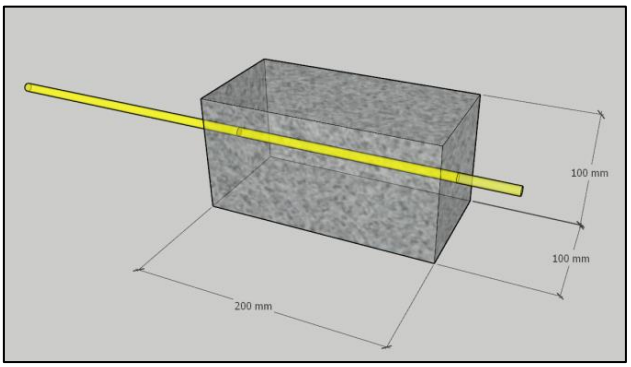
Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

distintos diámetros, teniendo como medida constante la altura de 20 cm, luego de realizar los distintos ensayos de adherencia nos dimos cuenta que con un dado de 200mm (L) x100 mm (A) x 100 (H) no se modificaba las propiedades de resistencia de adherencia.

- Por último, se repiten los pasos 1, 2, 3, 4, 5, 6 para los dados de 100 cm de altura, 100 cm de ancho y 200 cm de largo, con la diferencia que ya no se coloca ninguna manguera de plástico.

Figura 134

Diseño de dado para el ensayo de adherencia.



Fuente: Propia

3.5.14. Elaboración de la máquina para ensayo de tracción y adherencia

a) Objetivos:

- Fabricar un equipo que se asemeje a una maquina universal para realizar ensayos de tracción y adherencia.

b) Equipos utilizados en la prueba

- Angulo de 2”x2”x1/4” de 0.9m.
- Plancha metálica de 1/2” de 0.3 x 0.3m.
- Tronzadora para cortar metales.
- Máquina de soldar.

c) Procedimiento

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

- Se necesitaba un accesorio que pueda sujetar la varilla de 6 mm sin que se produzca deslizamiento y no produzca ningún alteración en la estructura de la varilla de 6mm, para que no se produzca falla en esa sección ; en el mercado existen los conectores mecánicos, en especial el CONECTOR DE TORNILLO (Zap Screwlok) que trabajan con pernos de presión (Estos conectores resisten 1.25 el límite elástico de una varilla grado 60), es así se logró diseñar un accesorio similar para que pueda trabajar para una varilla de 6 mm y se mandó a fabricar.

Figura 135

Conector de tornillo (ZAP SCREWLOK).

Fuente: (CDV Ingeniería Antisísmica, 2021)

Figura 136

Accesorio superior para sujetar varillas para ensayo de adherencia y tracción.

Fuente: Propia

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Figura 137

Accesorio inferior para sujetar varillas para ensayo de tracción.

Fuente: Propia

Figura 138

Perno de presión.

Fuente: Propia

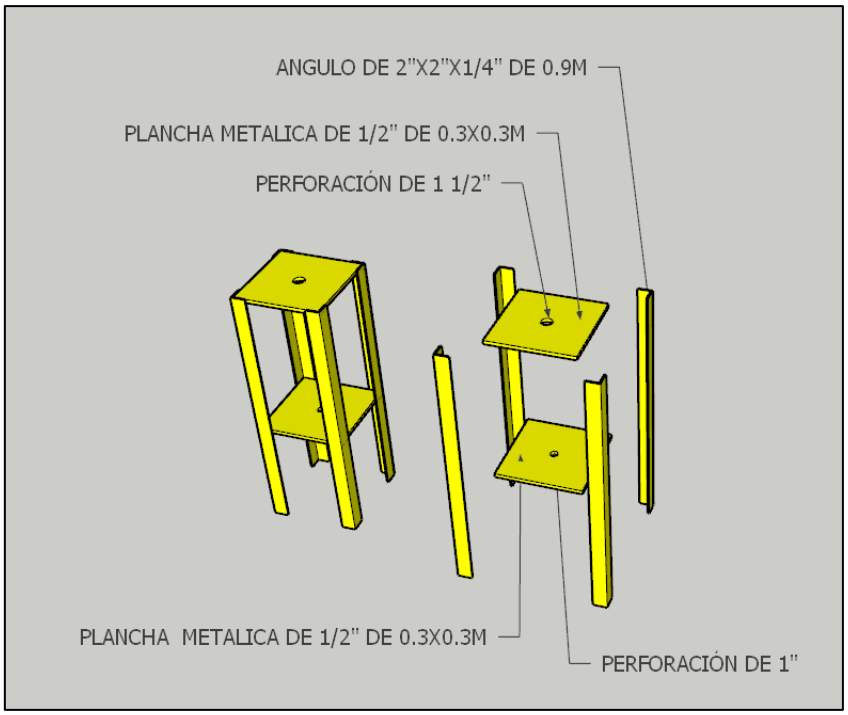
- Luego se diseñó una estructura que pueda resistir las fuerzas de compresión que se iban a ejercer sobre ella, para esto se necesitó 4 ángulos de 2” x 2” x1/4” de 90 cm de largo, 1 planchas metálicas cuadradas de 0.3 x 0.3 m de 1/2” con una perforación de 1 ½” para la superior, 1 planchas metálicas cuadradas de 0.3 x 0.3 m de 1/2” con una perforación de 1”, todas estas piezas fueron soldadas y después pintadas, en la figura 139 se muestra el diseño de la estructura metálica para ensayos de adherencia y tracción.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Figura 139

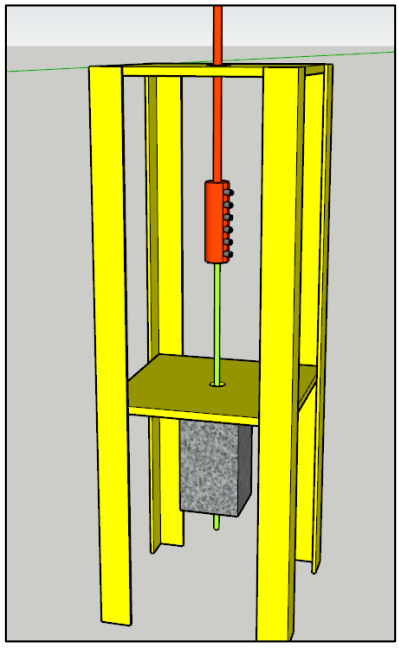
Diseño de la estructura metálica para ensayo de tracción y adherencia.



Fuente: Propia

Figura 140

Diseño de la estructura metálica para ensayo de adherencia.



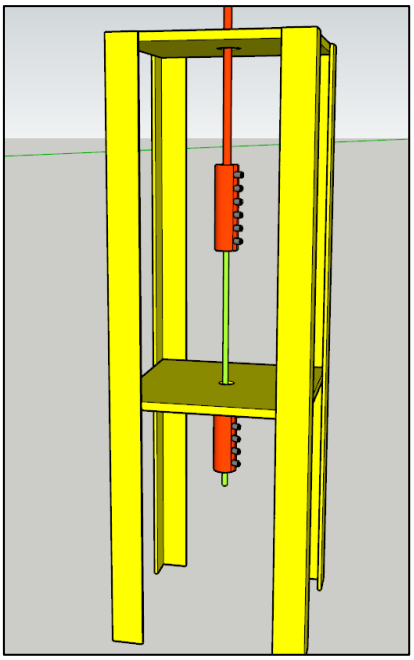
Fuente: Propia

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Figura 141

Diseño de la estructura metálica para ensayo de tracción.



Fuente: Propia

3.5.15. Ensayo de Adherencia pull out test

a) Objetivos:

- Determinar la adherencia desarrollada entre el concreto y el acero.

b) Equipos utilizados en la prueba

- Equipo de bomba y cilindro hidráulico de elevación de embolo hueco.
- Estructura metálica.
- Manómetro hidráulico.
- Deformímetro.
- Acopladores metálicos.
- Wincha.

c) Procedimiento

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

- La prueba de extracción o ensayo de adherencia consiste en extraer una barra de acero colocada en el centro de una probeta cúbica de hormigón. La fuerza de tracción se mide en uno extremo, y el desplazamiento se mide en el otro extremo.

- Se inicia colocando el dado en la parte inferior de la estructura metálica, se inserta el accesorio superior, con una llave hexagonal se aprisiona los pernos y se monta el cilindro hidráulico de elevación de embolo hueco en parte superior. Luego se colocan los deformímetros y se procede a realizar el ensayo.

Figura 142

Colocación del dado para el ensayo de adherencia.

Fuente: Propia

- Se ejerce fuerza constante sobre el equipo de bomba, con el fin de extraer la varilla de acero de 6 mm del dado de 20x10x10cm. Esto se logra por medio de la aplicación de carga axial en la barra, la cual le produce esfuerzo de tracción y hace que el concreto que la rodea tome esfuerzos de compresión.

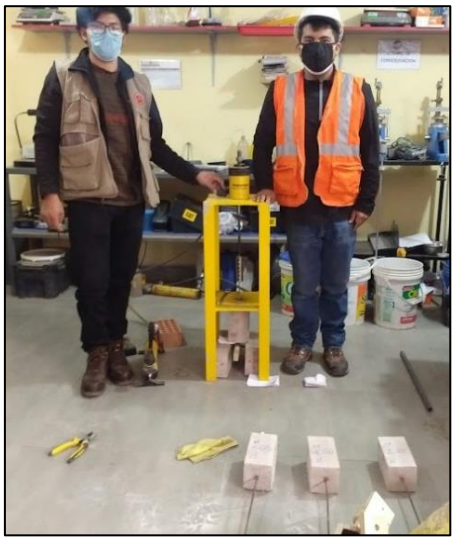
DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

- Mientras que la barra es halada por un extremo la probeta se encuentra sostenida en la base del lado de la carga por un efecto de reacción distribuido uniformemente.

Figura 143

Deslizamiento final registrado de la varilla.



Fuente: Propia

- Estas diferencias de tensión en la barra y compresión en el concreto producen un deslizamiento relativo que representa la pérdida local de la adhesión. A medida que la carga aumenta, la longitud de barra sometida a esfuerzo aumenta, disminuyendo la adherencia por adhesión.

- Finalmente se termina el ensayo cuando el manómetro ya no se registra fuerzas.

Figura 144

Final del ensayo después del deslizamiento o rotura.

Fuente: Propia

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Figura 145

Ensayo finalizado de dados con deslizamiento.

Fuente: Propia

Figura 146

Ensayo finalizado de dados con Rotura.

Fuente: Propia

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

d) Toma de Datos

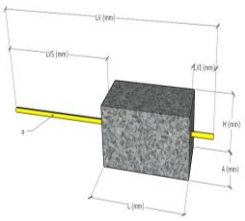
Tabla 84

Ensayo de adherencia - Dados patrón.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."
TESISTAS: BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS
LUGAR: INGEOMAT - LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES

ENSAYO DE ADHERENCIA - DADOS PATRÓN



N° DE ENSAYO	CÓDIGO	FECHA		EDAD DEL CONCRETO (DÍAS)	DIMENSIONES DE LA MUESTRA						
		ELABORACIÓN	ENSAYO		Ø VARILLA (mm)	L (mm)	A (mm)	H (mm)	LV (mm)	LVS (mm)	LVI (mm)
1	DP-07-1	9/01/2021	16/01/2021	7	6	200	150	150	521	269	52
2	DP-07-2	9/01/2021	16/01/2021	7	6	200	150	150	521	264	57
3	DP-07-3	9/01/2021	16/01/2021	7	6	200	150	150	522	272	50
4	DP-07-4	9/01/2021	16/01/2021	7	6	200	150	150	520	261	59
5	DP-14-1	9/01/2021	23/01/2021	14	6	200	150	150	522	263	59
6	DP-14-2	9/01/2021	23/01/2021	14	6	200	150	150	522	266	56
7	DP-14-3	9/01/2021	23/01/2021	14	6	200	150	150	522	256	66
8	DP-14-4	9/01/2021	23/01/2021	14	6	200	150	150	522	268	54
9	DP-28-1	9/01/2021	6/02/2021	28	6	200	150	150	522	252	70
10	DP-28-2	9/01/2021	6/02/2021	28	6	200	150	150	520	257	63
11	DP-28-3	9/01/2021	6/02/2021	28	6	200	150	150	521	256	65
12	DP-28-4	9/01/2021	6/02/2021	28	6	200	150	150	520	251	69

TESTIGO	TIEMPO (s)	TIPO DE FALLA	DEFORMACIÓN (mm)	FUERZA (kgf)	CARGA APLICADA (KN)	ÁREA DE LA VARILLA (mm2)	ESFUERZO (kgf/mm2)	DIÁMETRO DE LA VARILLA (mm)	FUERZA DE UNIÓN (MPa)	F'c (MPa)	FUERZA DE UNIÓN NORMALIZADA (MPa)
1	25	Desplazamiento	1.800	1912.857							
2	15	Desplazamiento	1.800	1912.857							
3	40	Desplazamiento	1.300	1912.857							
4	20	Desplazamiento	1.900	1912.857							
1	40	Desplazamiento	1.800	2060.000							
2	30	Desplazamiento	1.800	2060.000							
3	25	Desplazamiento	1.800	2060.000							
4	20	Desplazamiento	1.800	2060.000							
1	25	Desplazamiento	1.700	2060.000							
2	35	Desplazamiento	1.700	2060.000							
3	30	Desplazamiento	1.700	2060.000							
4	20	Desplazamiento	1.200	2060.000							

Fuente: Propia

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tabla 85

Ensayo de adherencia-Dado con varilla después de un proceso de corrosión de 1 mes.

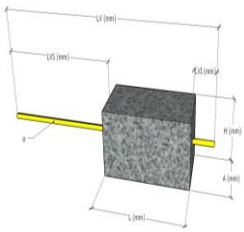
UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."

TESISTAS: BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS

LUGAR: INGEOMAT - LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES

ENSAYO DE ADHERENCIA - DADO CON VARILLA DESPUÉS DE UN PROCESO DE CORROSIÓN DE 1 MES.



N° DE ENSAYO	CÓDIGO	FECHA		EDAD DEL CONCRETO (DÍAS)	DIMENSIONES DE LA MUESTRA						
		ELABORACIÓN	ENSAYO		Ø VARILLA (mm)	L (mm)	A (mm)	H (mm)	LV (mm)	LVS (mm)	LVI (mm)
13	DC-07-01-1	9/01/2021	16/01/2021	7	6	200	150	150	520	271	49
14	DC-07-01-2	9/01/2021	16/01/2021	7	6	200	150	150	520	269	51
15	DC-07-01-3	9/01/2021	16/01/2021	7	6	200	150	150	522	254	68
16	DC-07-01-4	9/01/2021	16/01/2021	7	6	200	150	150	521	253	68
17	DC-14-01-1	9/01/2021	23/01/2021	14	6	200	150	150	522	273	49
18	DC-14-01-2	9/01/2021	23/01/2021	14	6	200	150	150	522	264	58
19	DC-14-01-3	9/01/2021	23/01/2021	14	6	200	150	150	521	261	60
20	DC-14-01-4	9/01/2021	23/01/2021	14	6	200	150	150	520	264	56
21	DC-28-01-1	9/01/2021	6/02/2021	28	6	200	150	150	521	259	62
22	DC-28-01-2	9/01/2021	6/02/2021	28	6	200	150	150	521	272	49
23	DC-28-01-3	9/01/2021	6/02/2021	28	6	200	150	150	520	258	62
24	DC-28-01-4	9/01/2021	6/02/2021	28	6	200	150	150	522	265	57

TESTIGO	TIEMPO (s)	TIPO DE FALLA	DEFORMACIÓN (mm)	FUERZA (kgf)	CARGA APLICADA (KN)	ÁREA DE LA VARILLA (mm2)	ESFUERZO (kgf/mm2)	DIÁMETRO DE LA VARILLA (mm)	FUERZA DE UNIÓN (MPa)	F'c (MPa)	FUERZA DE UNIÓN NORMALIZADA (MPa)
1	30	Desplazamiento	1.750	1912.857							
2	35	Desplazamiento	1.800	1912.857							
3	35	Desplazamiento	1.750	1912.857							
4	35	Desplazamiento	1.800	1912.857							
1	45	Desplazamiento	1.700	2060.000							
2	35	Desplazamiento	1.700	2060.000							
3	25	Desplazamiento	1.700	2060.000							
4	25	Desplazamiento	1.300	2060.000							
1	35	Desplazamiento	1.600	2060.000							
2	35	Desplazamiento	1.650	2060.000							
3	35	Desplazamiento	1.600	2060.000							
4	35	Desplazamiento	1.650	2060.000							

Fuente: Propia

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tabla 86

Ensayo de adherencia-Dado con varilla después de un proceso de corrosión de 2 meses.

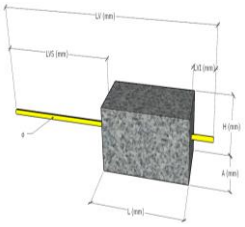
UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."

TESISTAS: BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS

LUGAR: INGEOMAT - LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES

ENSAYO DE ADHERENCIA - DADO CON VARILLA DESPUÉS DE UN PROCESO DE CORROSIÓN DE 2 MESES.



N° DE ENSAYO	CÓDIGO	FECHA		EDAD DEL CONCRETO (DÍAS)	DIMENSIONES DE LA MUESTRA						
		ELABORACIÓN	ENSAYO		Ø VARILLA (mm)	L (mm)	A (mm)	H (mm)	LV (mm)	LVS (mm)	LVI (mm)
25	DC-07-02-1	9/02/2021	16/02/2021	7	6	200	150	150	520	257	63
26	DC-07-02-2	9/02/2021	16/02/2021	7	6	200	150	150	521	272	49
27	DC-07-02-3	9/02/2021	16/02/2021	7	6	200	150	150	521	265	56
28	DC-07-02-4	9/02/2021	16/02/2021	7	6	200	150	150	521	258	63
29	DC-14-02-1	9/02/2021	23/02/2021	14	6	200	150	150	520	255	65
30	DC-14-02-2	9/02/2021	23/02/2021	14	6	200	150	150	522	269	53
31	DC-14-02-3	9/02/2021	23/02/2021	14	6	200	150	150	520	263	57
32	DC-14-02-4	9/02/2021	23/02/2021	14	6	200	150	150	522	265	57
33	DC-28-02-1	9/02/2021	9/03/2021	28	6	200	150	150	522	266	56
34	DC-28-02-2	9/02/2021	9/03/2021	28	6	200	150	150	521	253	68
35	DC-28-02-3	9/02/2021	9/03/2021	28	6	200	150	150	522	268	54
36	DC-28-02-4	9/02/2021	9/03/2021	28	6	200	150	150	521	252	69

TESTIGO	TIEMPO (s)	TIPO DE FALLA	DEFORMACIÓN (mm)	FUERZA (kgf)	CARGA APLICADA (KN)	ÁREA DE LA VARILLA (mm2)	ESFUERZO (kgf/mm2)	DIÁMETRO DE LA VARILLA (mm)	FUERZA DE UNIÓN (MPa)	F'c (MPa)	FUERZA DE UNIÓN NORMALIZADA (MPa)
1	30	Desplazamiento	1.500	1876.071							
2	20	Desplazamiento	1.500	1876.071							
3	30	Desplazamiento	2.300	1765.714							
4	45	Desplazamiento	1.500	1876.071							
1	50	Desplazamiento	1.300	1986.429							
2	40	Desplazamiento	1.400	1986.429							
3	45	Desplazamiento	1.500	1986.429							
4	45	Desplazamiento	1.500	1986.429							
1	40	Desplazamiento	1.100	1949.643							
2	36	Desplazamiento	1.200	1949.643							
3	45	Desplazamiento	2.500	1949.643							
4	35	Desplazamiento	1.100	1949.643							

Fuente: Propia

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tabla 87

Ensayo de adherencia-Dado con varilla después de un proceso de corrosión de 3 meses.

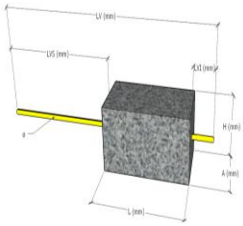
UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."

TESISTAS: BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS

LUGAR: INGEOMAT - LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES

ENSAYO DE ADHERENCIA - DADO CON VARILLA DESPUÉS DE UN PROCESO DE CORROSIÓN DE 3 MESES.



N° DE ENSAYO	CÓDIGO	FECHA		EDAD DEL CONCRETO (DÍAS)	DIMENSIONES DE LA MUESTRA						
		ELABORACIÓN	ENSAYO		Ø VARILLA (mm)	L (mm)	A (mm)	H (mm)	LV (mm)	LVS (mm)	LVI (mm)
37	DC-07-03-1	9/03/2021	16/03/2021	7	6	200	150	150	521	258	63
38	DC-07-03-2	9/03/2021	16/03/2021	7	6	200	150	150	520	267	53
39	DC-07-03-3	9/03/2021	16/03/2021	7	6	200	150	150	521	269	52
40	DC-07-03-4	9/03/2021	16/03/2021	7	6	200	150	150	521	254	67
41	DC-14-03-1	9/03/2021	23/03/2021	14	6	200	150	150	520	264	56
42	DC-14-03-2	9/03/2021	23/03/2021	14	6	200	150	150	522	258	64
43	DC-14-03-3	9/03/2021	23/03/2021	14	6	200	150	150	522	272	50
44	DC-14-03-4	9/03/2021	23/03/2021	14	6	200	150	150	522	265	57
45	DC-28-03-1	9/03/2021	6/04/2021	28	6	200	150	150	520	269	51
46	DC-28-03-2	9/03/2021	6/04/2021	28	6	200	150	150	520	268	52
47	DC-28-03-3	9/03/2021	6/04/2021	28	6	200	150	150	522	255	67
48	DC-28-03-4	9/03/2021	6/04/2021	28	6	200	150	150	522	253	69

TESTIGO	TIEMPO (s)	TIPO DE FALLA	DEFORMACIÓN (mm)	FUERZA (kgf)	CARGA APLICADA (KN)	ÁREA DE LA VARILLA (mm2)	ESFUERZO (kgf/mm2)	DIÁMETRO DE LA VARILLA (mm)	FUERZA DE UNIÓN (MPa)	F'c (MPa)	FUERZA DE UNIÓN NORMALIZADA (MPa)
1	30	Desplazamiento	1.300	1839.286							
2	25	Desplazamiento	0.400	1912.857							
3	50	Desplazamiento	1.300	1839.286							
4	45	Desplazamiento	1.400	1839.286							
1	35	Ruptura	0.700	2060.000							
2	25	Ruptura	0.900	1912.857							
3	25	Ruptura	0.800	1912.857							
4	30	Ruptura	0.800	1912.857							
1	20	Ruptura	0.200	1876.071							
2	30	Ruptura	1.400	1876.071							
3	25	Ruptura	0.200	1876.071							
4	30	Ruptura	0.300	1876.071							

Fuente: Propia

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

3.5.16. Ensayo de tracción

a) Objetivos:

- Determinar el esfuerzo a tracción del acero de refuerzo.
- Determinar el esfuerzo a tracción del acero de refuerzo corroído.

b) Equipos utilizados en la prueba

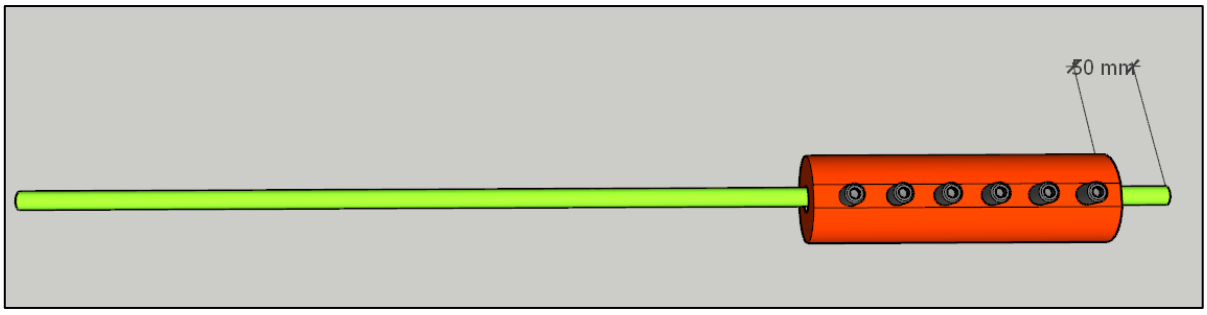
- Soporte de Prensa Hidráulica y Gata Hidráulica Invertida.
- Soportes de sujeción del acero de refuerzo. (Acopladores metálicos).
- Manómetro hidráulico
- Prisioneros.
- Deformímetro.
- Soportes de Del deformímetro.
- Platinas de sujeción.
- Wincha

c) Procedimiento

- Se inicia con la medición de las probetas de acero, luego se inserta el accesorio inferior a una distancia de 5 cm, con una llave hexagonal se aprisiona los pernos y se introduce en la estructura metálica, ya estando dentro de la estructura metálica se inserta el accesorio superior aprisiona los pernos.

Figura 147

Colocación del accesorio inferior en la varilla corrugada de 6 mm para ensayo de tracción.



Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Figura 148

Colocación del accesorio superior en la varilla corrugada de 6 mm para ensayo de tracción.

Fuente: Propia.

- Se procedió a instalar la gata Hidráulica y los soportes del deformímetro en el soporte de prensa Hidráulica.

Figura 149

Instalación de gata hidráulica invertida en soporte de prensa hidráulico.

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

- Después se procede a colocar el equipo de bomba con su manómetro y cilindro hidráulicos de elevación de embolo hueco, se colocan 2 deformímetros ya que un solo deformímetro solo tiene una deformación máxima de 2 cm.y a alinear los soportes de estos con la parte superior de la gata hidráulica.

Figura 150

Instalación de gata hidráulica y deformímetros en el soporte de la prensa hidráulica.

Fuente: Propia.

- Se procedió a la colocación de los testigos de acero de refuerzo normal y los testigos de acero de refuerzo corroídos de 1, 2 y 3 meses en los soportes de sujeción, e instalarlos en la gata hidráulica.

Figura 151

Colocación de testigos de acero normal y corroídos en los soportes de sujeción adecuado a la gata hidráulica invertida.

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

- Se procedió a ajustar el testigo y posteriormente a dar inicio al ensayo mediante la aplicación de la fuerza con la gata hidráulica invertida.

Figura 152

Calibración del equipo e inicio del ensayo.

Fuente: Propia.

- El ensayo finaliza con la ruptura del testigo de acero, volviendo la gata a cero al no registrar resistencia y siendo grabado la deformación de lo deformímetros.

Figura 153

Supervisión de los ensayos de tracción.

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

- Muestreo de los testigos posterior a la rotura.

Figura 154

Varillas de acero después de ser ensayadas.

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco

Repositorio Digital

d) Toma de Datos

Tabla 88

Ensayo de tracción en varilla corrugada patrón.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."

TESISTAS: BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS

LUGAR: INGEOMAT - LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES

ENSAYO DE TRACCIÓN - VARILLAS PATRÓN

N° DE ENSAYO	CÓDIGO	FECHA DE ENSAYO	DIMENSIONES DE LA MUESTRA		
			Ø VARILLA (mm)	LONGITUD INICIAL (mm)	LONGITUD FINAL (mm)
1	VP-01	10/01/2021	6.000	521.000	551.000
2	VP-02	10/01/2021	6.000	522.000	550.000
3	VP-03	10/01/2021	6.000	520.000	549.000
4	VP-04	10/01/2021	6.000	521.000	551.000
5	VP-05	10/01/2021	6.000	520.000	546.000
6	VP-06	10/01/2021	6.000	521.000	540.000
7	VP-07	10/01/2021	6.000	521.000	548.000
8	VP-08	10/01/2021	6.000	521.000	548.000
9	VP-09	10/01/2021	6.000	521.000	546.000
10	VP-10	10/01/2021	6.000	522.000	546.000
11	VP-11	10/01/2021	6.000	522.000	548.000
12	VP-12	10/01/2021	6.000	521.000	546.000

TESTIGO	TIEMPO (s)	TIPO DE FALLA	DEFORMACIÓN (mm)	FUERZA (kgf)	CARGA APLICADA (kN)	ÁREA DE LA VARILLA (mm2)	DIÁMETRO DE LA VARILLA (mm)	ESFUERZO (MPa)	DEFORMACIÓN UNITARIA (%)
1	45	Ruptura	29.800	2060.000					
2	50	Ruptura	28.400	2060.000					
3	55	Ruptura	29.400	2060.000					
4	60	Ruptura	30.200	2060.000					
5	55	Ruptura	26.300	2060.000					
6	55	Ruptura	19.000	2023.214					
7	55	Ruptura	26.900	2060.000					
8	55	Ruptura	27.200	2060.000					
9	45	Ruptura	25.400	2060.000					
10	60	Ruptura	24.200	2060.000					
11	60	Ruptura	25.600	2060.000					
12	65	Ruptura	25.300	2060.000					

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco

Repositorio Digital

Tabla 89

Ensayo de tracción en varilla corrugada con un proceso de corrosión de 1 mes.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."

TESISTAS: BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS

LUGAR: INGEOMAT - LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES

ENSAYO DE TRACCIÓN - VARILLAS CON PROCESO DE CORROSIÓN DE 1 MES

N° DE ENSAYO	CÓDIGO	FECHA DE ENSAYO	DIMENSIONES DE LA MUESTRA		
			Ø VARILLA (mm)	LONGITUD INICIAL (mm)	LONGITUD FINAL (mm)
13	VC-01-1	10/01/2021	6.000	522.000	551.000
14	VC-01-2	10/01/2021	6.000	522.000	546.000
15	VC-01-3	10/01/2021	6.000	522.000	548.000
16	VC-01-4	10/01/2021	6.000	520.000	547.000
17	VC-01-5	10/01/2021	6.000	521.000	546.000
18	VC-01-6	10/01/2021	6.000	520.000	548.000
19	VC-01-7	10/01/2021	6.000	522.000	547.000
20	VC-01-8	10/01/2021	6.000	520.000	547.000
21	VC-01-9	10/01/2021	6.000	521.000	547.000
22	VC-01-10	10/01/2021	6.000	520.000	545.000
23	VC-01-11	10/01/2021	6.000	520.000	549.000
24	VC-01-12	10/01/2021	6.000	520.000	549.000

TESTIGO	TIEMPO (s)	TIPO DE FALLA	DEFORMACIÓN (mm)	FUERZA (kgf)	CARGA APLICADA (kN)	ÁREA DE LA VARILLA (mm2)	DIÁMETRO DE LA VARILLA (mm)	ESFUERZO (MPa)	DEFORMACIÓN UNITARIA (%)
1	65	Ruptura	29.200	2060.000					
2	45	Ruptura	23.800	1986.429					
3	50	Ruptura	26.100	1986.429					
4	45	Ruptura	27.400	2096.786					
5	40	Ruptura	24.900	2096.786					
6	35	Ruptura	28.200	2060.000					
7	40	Ruptura	24.900	2096.786					
8	35	Ruptura	27.200	2060.000					
9	35	Ruptura	25.900	2096.786					
10	40	Ruptura	25.100	2060.000					
11	40	Ruptura	28.800	2096.786					
12	35	Ruptura	29.100	2096.786					

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco

Repositorio Digital

Tabla 90

Ensayo de tracción en varilla corrugada con un proceso de corrosión de 2 meses.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: **"RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."**

TESISTAS: BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS

LUGAR: INGEOMAT - LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES

ENSAYO DE TRACCIÓN - VARILLAS CON PROCESO DE CORROSIÓN DE 2 MESES

N° DE ENSAYO	CÓDIGO	FECHA DE ENSAYO	DIMENSIONES DE LA MUESTRA		
			Ø VARILLA (mm)	LONGITUD INICIAL (mm)	LONGITUD FINAL (mm)
25	VC-02-1	10/02/2021	6.000	521.000	536.000
26	VC-02-2	10/02/2021	6.000	520.000	545.000
27	VC-02-3	10/02/2021	6.000	522.000	542.000
28	VC-02-4	10/02/2021	6.000	520.000	547.000
29	VC-02-5	10/02/2021	6.000	521.000	546.000
30	VC-02-6	10/02/2021	6.000	520.000	548.000
31	VC-02-7	10/02/2021	6.000	522.000	550.000
32	VC-02-8	10/02/2021	6.000	520.000	547.000
33	VC-02-9	10/02/2021	6.000	520.000	546.000
34	VC-02-10	10/02/2021	6.000	522.000	549.000
35	VC-02-11	10/02/2021	6.000	522.000	549.000
36	VC-02-12	10/02/2021	6.000	521.000	548.000

TESTIGO	TIEMPO (s)	TIPO DE FALLA	DEFORMACIÓN (mm)	FUERZA (kgf)	CARGA APLICADA (kN)	ÁREA DE LA VARILLA (mm2)	DIÁMETRO DE LA VARILLA (mm)	ESFUERZO (MPa)	DEFORMACIÓN UNITARIA (%)
1	60	Ruptura	15.100	1986.429					
2	65	Ruptura	24.900	1986.429					
3	50	Ruptura	19.500	1986.429					
4	65	Ruptura	26.500	1986.429					
5	65	Ruptura	25.200	1986.429					
6	55	Ruptura	27.800	1986.429					
7	65	Ruptura	27.600	1986.429					
8	65	Ruptura	26.800	1986.429					
9	60	Ruptura	25.900	1986.429					
10	60	Ruptura	27.300	1986.429					
11	60	Ruptura	26.800	1986.429					
12	60	Ruptura	27.100	1986.429					

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco

Repositorio Digital

Tabla 91

Ensayo de tracción en varilla corrugada con un proceso de corrosión de 3 meses.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."

TESISTAS: BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS

LUGAR: INGEOMAT - LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES

ENSAYO DE TRACCIÓN - VARILLAS CON PROCESO DE CORROSIÓN DE 3 MESES

N° DE ENSAYO	CÓDIGO	FECHA DE ENSAYO	DIMENSIONES DE LA MUESTRA		
			Ø VARILLA (mm)	LONGITUD INICIAL (mm)	LONGITUD FINAL (mm)
37	VC-03-1	10/03/2021	6.000	522.000	537.000
38	VC-03-2	10/03/2021	6.000	522.000	536.000
39	VC-03-3	10/03/2021	6.000	520.000	534.000
40	VC-03-4	10/03/2021	6.000	520.000	536.000
41	VC-03-5	10/03/2021	6.000	522.000	539.000
42	VC-03-6	10/03/2021	6.000	520.000	535.000
43	VC-03-7	10/03/2021	6.000	520.000	536.000
44	VC-03-8	10/03/2021	6.000	521.000	534.000
45	VC-03-9	10/03/2021	6.000	522.000	537.000
46	VC-03-10	10/03/2021	6.000	521.000	529.000
47	VC-03-11	10/03/2021	6.000	522.000	536.000
48	VC-03-12	10/03/2021	6.000	522.000	534.000

TESTIGO	TIEMPO (s)	TIPO DE FALLA	DEFORMACIÓN (mm)	FUERZA (kgf)	CARGA APLICADA (kN)	ÁREA DE LA VARILLA (mm2)	DIÁMETRO DE LA VARILLA (mm)	ESFUERZO (MPa)	DEFORMACIÓN UNITARIA (%)
1	25	Ruptura	14.500	1912.857					
2	40	Ruptura	14.400	1912.857					
3	25	Ruptura	14.400	1876.071					
4	25	Ruptura	15.800	1876.071					
5	35	Ruptura	17.200	1912.857					
6	20	Ruptura	15.200	1839.286					
7	35	Ruptura	16.200	1912.857					
8	25	Ruptura	13.300	1839.286					
9	20	Ruptura	14.900	1912.857					
10	15	Ruptura	7.800	1839.286					
11	25	Ruptura	14.300	1839.286					
12	20	Ruptura	12.000	1103.571					

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

3.5.17. Ensayo de resistencia a flexión (ASTM C78) (NTP 339.078).

a) Objetivos:

- Determinar la resistencia a flexión de las probetas prismáticas rectangulares de concreto armado con acero de refuerzo.

b) Equipos utilizados en la prueba

- Máquina de Compresión.
- Acoplamientos de flexión a dos tercios de la luz.
- Wincha.
- Marcador.
- Regla.

c) Procedimiento

- Primero se realizó el desmoldado de los prismas rectangulares de concreto armado de 08*15*50 cm y luego se procedió a tomar las medidas de los prismas rectangulares, promediando las longitudes de las aristas medidas en cada lado para determinar posteriormente el módulo de rotura de los especímenes prismáticos.

Figura 155

Desencofrado de prismas rectangulares para ensayo de flexión.

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

- Se procedió a marcar los dos tercios de la luz en la cara que estaría en contactos contacto con el soporte de acoplamientos.

Figura 156

Trazado a dos tercios para la colocación en los soportes.

Fuente: Propia.

- Se procedió a la limpieza de los soportes que estarían en contacto directo con los soportes de la máquina de compresión debiendo extenderse este el ancho total completo del prisma rectangular.

- Se procedió a colocar los prismas rectangulares en los soportes de la máquina de compresión axial en las marcas a dos tercios de la luz.

Figura 157

Colocación de las probetas cilíndricas en la máquina de flexión para ser ensayada.

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

- Se procedió a ajustar los soportes mediante una carga sin golpe, una vez ajustados se procedió a configurar La carga fue aplicada a una razón que incremente continuamente los esfuerzos en la fibra extrema entre 130 y 175 psi/min (0.89 y 1.21MPa/min), hasta que ocurra la rotura.

- Se dio inicio al ensayo de flexión de las viguetas con acero de refuerzo normal y acero de refuerzo corroído y se observó la como la viga se comenzaba a flectar.

Figura 158

Inicio del ensayo de flexión.

Fuente: Propia.

- Se finalizo el ensayo con la ruptura de la vigueta con acero de refuerzo normal y la de acero de refuerzo corroído y se procedió a la toma de resultados.

Figura 159

Ruptura de vigueta ensaya en máquina de flexión.

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Figura 160

Vista lateral de vigueta ensayada falla a flexión.

Fuente: Propia.

Figura 161

Finalización del ensayo todas las viguetas fallaron a flexión.

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

a) Toma de Datos

Tabla 92

Ensayo de flexión momento último patrón.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: **"RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."**
TESISTAS: BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS
LUGAR:
CANTERA:
FECHA:

ENSAYO DE RESISTENCIA ALA FLEXIÓN PATRÓN NTP 339.078

N° DE VIGUETA	CÓDIGO	FECHA		EDAD (DÍAS)	LONGITUD					CARGA DE ROTURA (kg-f)	MOMENTO ULTIMO	PROMEDIO (Tn-m)
		ELABORACIÓN	ROTURA		SUPERIOR		INFERIOR		LONGITUD APOYOS (m)			
					L1 (mm)	L2 (mm)	L3 (mm)	L4 (mm)				
1	VP-7-1	09/01/2021	16/01/2021	7	440	441	441	439	0,440	1700		
2	VP-7-2	09/01/2021	16/01/2021	7	440	439	439	441	0,440	1420		
3	VP-7-3	09/01/2021	16/01/2021	7	440	440	439	440	0,440	1770		
4	VP-7-4	09/01/2021	16/01/2021	7	439	439	439	439	0,439	1720		
5	VP-7-5	09/01/2021	16/01/2021	7	439	440	441	439	0,440	1920		
6	VP-7-6	09/01/2021	16/01/2021	7	441	440	441	440	0,441	1520		
7	VP-14-1	09/01/2021	23/01/2021	14	441	440	440	440	0,440	1650		
8	VP-14-2	09/01/2021	23/01/2021	14	440	440	440	439	0,440	1750		
9	VP-14-3	09/01/2021	23/01/2021	14	441	441	440	440	0,441	1740		
10	VP-14-4	09/01/2021	23/01/2021	14	440	439	440	440	0,440	1780		
11	VP-14-5	09/01/2021	23/01/2021	14	439	439	441	440	0,440	2140		
12	VP-14-6	09/01/2021	23/01/2021	14	439	439	441	439	0,440	1750		
13	VP-28-1	09/01/2021	06/02/2021	28	440	439	441	441	0,440	1950		
14	VP-28-2	09/01/2021	06/02/2021	28	439	439	440	440	0,440	2100		
15	VP-28-3	09/01/2021	06/02/2021	28	441	439	441	441	0,441	2050		
16	VP-28-4	09/01/2021	06/02/2021	28	439	439	440	441	0,440	2020		
17	VP-28-5	09/01/2021	06/02/2021	28	440	440	440	439	0,440	2200		
18	VP-28-6	09/01/2021	06/02/2021	28	439	441	440	440	0,440	1990		

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tabla 93

Ensayo de flexión momento último primer mes.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: **"RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."**
TESISTAS: BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS
LUGAR:
CANTERA:
FECHA:

ENSAYO DE RESISTENCIA ALA FLEXIÓN PATRÓN NTP 339.078

N° DE VIGUETA	CÓDIGO	FECHA		EDAD (DÍAS)	LONGITUD					CARGA DE ROTURA (kg-f)	MOMENTO ULTIMO	PROMEDIO (Tn-m)
					SUPERIOR		INFERIOR		LONGITUD APOYOS (m)			
		ELABORACIÓN	ROTURA		L1 (mm)	L2 (mm)	L3 (mm)	L4 (mm)				
1	VC-1-7-1	09/01/2021	16/01/2021	7	440	439	440	441	0,440	1180		
2	VC-1-7-2	09/01/2021	16/01/2021	7	441	440	440	439	0,440	1420		
3	VC-1-7-3	09/01/2021	16/01/2021	7	439	439	439	439	0,439	1370		
4	VC-1-7-4	09/01/2021	16/01/2021	7	439	440	440	441	0,440	1330		
5	VC-1-7-5	09/01/2021	16/01/2021	7	439	440	439	439	0,439	1960		
6	VC-1-7-6	09/01/2021	16/01/2021	7	441	439	440	439	0,440	1170		
7	VC-1-14-1	09/01/2021	23/01/2021	14	439	440	441	440	0,440	1670		
8	VC-1-14-2	09/01/2021	23/01/2021	14	439	441	440	441	0,440	1960		
9	VC-1-14-3	09/01/2021	23/01/2021	14	440	441	439	439	0,440	1890		
10	VC-1-14-4	09/01/2021	23/01/2021	14	441	439	441	441	0,441	1620		
11	VC-1-14-5	09/01/2021	23/01/2021	14	441	440	439	441	0,440	1510		
12	VC-1-14-6	09/01/2021	23/01/2021	14	440	439	439	439	0,439	1580		
13	VC-1-28-1	09/01/2021	06/02/2021	28	439	439	440	441	0,440	1830		
14	VC-1-28-2	09/01/2021	06/02/2021	28	439	440	439	439	0,439	1820		
15	VC-1-28-3	09/01/2021	06/02/2021	28	440	441	440	441	0,441	1690		
16	VC-1-28-4	09/01/2021	06/02/2021	28	439	440	440	439	0,440	1790		
17	VC-1-28-5	09/01/2021	06/02/2021	28	441	439	440	440	0,440	1600		
18	VC-1-28-6	09/01/2021	06/02/2021	28	441	439	440	440	0,440	1830		

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tabla 94

Ensayo de flexión momento último segundo mes.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: **"RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."**

TESISTAS: BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS

LUGAR:

CANTERA:

FECHA:

ENSAYO DE RESISTENCIA ALA FLEXIÓN PATRÓN NTP 339.078

N° DE VIGUETA	CÓDIGO	FECHA		EDAD (DÍAS)	LONGITUD					CARGA DE ROTURA (kg-f)	MOMENTO ULTIMO	PROMEDIO (Tn-m)
					SUPERIOR		INFERIOR		LONGITUD APOYOS (m)			
		ELABORACIÓN	ROTURA		L1 (mm)	L2 (mm)	L3 (mm)	L4 (mm)				
1	VC-2-7-1	09/02/2021	16/02/2021	7	440	439	440	440	0,440	1500		
2	VC-2-7-2	09/02/2021	16/02/2021	7	440	441	439	441	0,440	370		
3	VC-2-7-3	09/02/2021	16/02/2021	7	439	439	441	439	0,440	1530		
4	VC-2-7-4	09/02/2021	16/02/2021	7	440	439	439	440	0,440	1450		
5	VC-2-7-5	09/02/2021	16/02/2021	7	439	439	440	441	0,440	1400		
6	VC-2-7-6	09/02/2021	16/02/2021	7	439	439	439	440	0,439	630		
7	VC-2-14-1	09/02/2021	23/02/2021	14	439	440	441	439	0,440	1790		
8	VC-2-14-2	09/02/2021	23/02/2021	14	441	440	441	439	0,440	1800		
9	VC-2-14-3	09/02/2021	23/02/2021	14	440	439	441	441	0,440	1790		
10	VC-2-14-4	09/02/2021	23/02/2021	14	439	440	439	439	0,439	1470		
11	VC-2-14-5	09/02/2021	23/02/2021	14	439	439	439	439	0,439	1780		
12	VC-2-14-6	09/02/2021	23/02/2021	14	441	441	439	439	0,440	1500		
13	VC-2-28-1	09/02/2021	09/03/2021	28	439	440	439	441	0,440	1850		
14	VC-2-28-2	09/02/2021	09/03/2021	28	439	441	441	441	0,441	2010		
15	VC-2-28-3	09/02/2021	09/03/2021	28	441	439	441	440	0,440	1600		
16	VC-2-28-4	09/02/2021	09/03/2021	28	441	440	441	440	0,441	2010		
17	VC-2-28-5	09/02/2021	09/03/2021	28	439	439	440	439	0,439	1940		
18	VC-2-28-6	09/02/2021	09/03/2021	28	440	441	441	441	0,441	2220		

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tabla 95

Ensayo de flexión momento último tercer mes.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: **"RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."**

TESISTAS: BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS

LUGAR:

CANTERA:

FECHA:

ENSAYO DE RESISTENCIA ALA FLEXIÓN PATRÓN NTP 339.078

N° DE VIGUETA	CÓDIGO	FECHA		EDAD (DÍAS)	LONGITUD					CARGA DE ROTURA (kg-f)	MOMENTO ULTIMO	PROMEDIO (Tn-m)
		ELABORACIÓN	ROTURA		SUPERIOR		INFERIOR		LONGITUD APOYOS (m)			
					L1 (mm)	L2 (mm)	L3 (mm)	L4 (mm)				
1	VC-3-7-1	09/03/2021	16/03/2021	7	441	441	441	439	0,441	1450		
2	VC-3-7-2	09/03/2021	16/03/2021	7	441	439	439	441	0,440	1970		
3	VC-3-7-3	09/03/2021	16/03/2021	7	441	440	440	441	0,441	1460		
4	VC-3-7-4	09/03/2021	16/03/2021	7	439	440	439	440	0,440	1600		
5	VC-3-7-5	09/03/2021	16/03/2021	7	441	441	439	441	0,441	1480		
6	VC-3-7-6	09/03/2021	16/03/2021	7	440	441	440	440	0,440	1410		
7	VC-3-14-1	09/03/2021	23/03/2021	14	441	441	440	439	0,440	1700		
8	VC-3-14-2	09/03/2021	23/03/2021	14	441	439	441	439	0,440	1660		
9	VC-3-14-3	09/03/2021	23/03/2021	14	441	441	440	439	0,440	1740		
10	VC-3-14-4	09/03/2021	23/03/2021	14	440	441	439	439	0,440	1470		
11	VC-3-14-5	09/03/2021	23/03/2021	14	439	439	440	441	0,440	1620		
12	VC-3-14-6	09/03/2021	23/03/2021	14	439	441	439	439	0,440	1750		
13	VC-3-28-1	09/03/2021	06/04/2021	28	441	439	441	441	0,441	1820		
14	VC-3-28-2	09/03/2021	06/04/2021	28	439	440	441	439	0,440	1780		
15	VC-3-28-3	09/03/2021	06/04/2021	28	440	439	441	439	0,440	1460		
16	VC-3-28-4	09/03/2021	06/04/2021	28	440	441	440	439	0,440	1620		
17	VC-3-28-5	09/03/2021	06/04/2021	28	439	439	441	440	0,440	1800		
18	VC-3-28-6	09/03/2021	06/04/2021	28	439	441	440	440	0,440	1570		

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tabla 96

Ensayo resistencia a la flexión módulo de rotura patrón a los 7 días.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."

TESISTAS: BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS

LUGAR:

CANTERA:

FECHA:

ENSAYO DE RESISTENCIA ALA FLEXIÓN PATRÓN NTP 339.078

N° DE VIGUETA	CÓDIGO	FECHA		EDAD (DÍAS)	LONGITUD					ANCHO					PERALTE					CARGA DE ROTURA (kg-f)	MÓDULO DE ROTURA (MPa)	PROMEDIO (MPa)
					SUPERIOR		INFERIOR		LONGITUD APOYOS (mm)	SUPERIOR		INFERIOR		ANCHO PROMEDIO (mm)	SUPERIOR		INFERIOR		PERALTE PROMEDIO (mm)			
		ELABORACIÓN	ROTURA		L1 (mm)	L2 (mm)	L3 (mm)	L4 (mm)		A1 (mm)	A2 (mm)	A3 (mm)	A4 (mm)		P1 (mm)	P2 (mm)	P3 (mm)	P4 (mm)				
1	VP-7-1	09/01/2021	16/01/2021	7	440	441	441	439		149	151	151	150		83	81	81	81		1700		
2	VP-7-2	09/01/2021	16/01/2021	7	440	439	439	441		149	150	149	149		83	78	79	80		1420		
3	VP-7-3	09/01/2021	16/01/2021	7	440	440	439	440		151	151	149	149		80	79	79	80		1770		
4	VP-7-4	09/01/2021	16/01/2021	7	439	439	439	439		151	151	150	150		80	79	83	82		1720		
5	VP-7-5	09/01/2021	16/01/2021	7	439	440	441	439		149	149	150	149		77	77	79	82		1920		
6	VP-7-6	09/01/2021	16/01/2021	7	441	440	441	440		149	150	150	149		81	77	79	77		1520		

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tabla 97

Ensayo resistencia a la flexión módulo de rotura patrón a los 14 días.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."

TESISTAS: BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS

LUGAR:

CANTERA:

FECHA:

ENSAYO DE RESISTENCIA ALA FLEXIÓN PATRÓN NTP 339.078

N° DE VIGUETA	CÓDIGO	FECHA		EDAD (DÍAS)	LONGITUD					ANCHO					PERALTE					CARGA DE ROTURA (kg-f)	MÓDULO DE ROTURA (MPa)	PROMEDIO (MPa)
					SUPERIOR		INFERIOR		LONGITUD APOYOS (mm)	SUPERIOR		INFERIOR		ANCHO PROMEDIO (mm)	SUPERIOR		INFERIOR		PERALTE PROMEDIO (mm)			
		ELABORACIÓN	ROTURA		L1 (mm)	L2 (mm)	L3 (mm)	L4 (mm)		A1 (mm)	A2 (mm)	A3 (mm)	A4 (mm)		P1 (mm)	P2 (mm)	P3 (mm)	P4 (mm)				
7	VP-14-1	09/01/2021	23/01/2021	14	440	440,1	439,9	440,1		149,9	150	150,1	150		80	80	80	80		1650		
8	VP-14-2	09/01/2021	23/01/2021	14	440,1	440,1	440,1	440,1		150	150	149,9	150,1		79,9	80,1	80	80		1750		
9	VP-14-3	09/01/2021	23/01/2021	14	440	440,1	440,1	439,9		150	150	150	150		80,1	80	80	79,9		1740		
10	VP-14-4	09/01/2021	23/01/2021	14	439,9	440,1	440,1	440		149,9	150	150,1	150		80,1	80	80	79,9		1780		
11	VP-14-5	09/01/2021	23/01/2021	14	440,1	440,1	440	439,9		150	150	149,9	150,1		80	79,9	80	80,1		2140		
12	VP-14-6	09/01/2021	23/01/2021	14	440	440,1	439,9	440,1		150	150	150	150		80	80	80	80		1750		

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tabla 98

Ensayo resistencia a la flexión módulo de rotura patrón a los 28 días.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."

TESISTAS: BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS

LUGAR:

CANTERA:

FECHA:

ENSAYO DE RESISTENCIA ALA FLEXIÓN PATRÓN NTP 339.078

N° DE VIGUETA	CÓDIGO	FECHA		EDAD (DÍAS)	LONGITUD					ANCHO					PERALTE					CARGA DE ROTURA (kg-f)	MÓDULO DE ROTURA (MPa)	PROMEDIO (MPa)
					SUPERIOR		INFERIOR		LONGITUD APOYOS (mm)	SUPERIOR		INFERIOR		ANCHO PROMEDIO (mm)	SUPERIOR		INFERIOR		PERALTE PROMEDIO (mm)			
		ELABORACIÓN	ROTURA		L1 (mm)	L2 (mm)	L3 (mm)	L4 (mm)		A1 (mm)	A2 (mm)	A3 (mm)	A4 (mm)		P1 (mm)	P2 (mm)	P3 (mm)	P4 (mm)				
13	VP-28-1	09/01/2021	06/02/2021	28	440	440,1	440,1	440,1		149,9	150	150,1	150		79,9	80,1	80	80		1950		
14	VP-28-2	09/01/2021	06/02/2021	28	440,1	440,1	440,1	440,1		149,9	150	150,1	150		80,1	80	80	79,9		2100		
15	VP-28-3	09/01/2021	06/02/2021	28	439,9	440	440,1	440,1		150	150	149,9	150,1		79,9	80,1	80	80		2050		
16	VP-28-4	09/01/2021	06/02/2021	28	440	440,1	440,1	439,9		150	150	150	150		80,1	80	80	79,9		2020		
17	VP-28-5	09/01/2021	06/02/2021	28	439,9	440,1	440,1	440		150	150	149,9	150,1		80	79,9	80	80,1		2200		
18	VP-28-6	09/01/2021	06/02/2021	28	440,1	440,1	440	439,9		150	150	150	150		79,9	80,1	80	80		1990		

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tabla 99

Ensayo resistencia a la flexión módulo de rotura primer mes a los 7 días.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."

TESISTAS: BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS

LUGAR:

CANTERA:

FECHA:

ENSAYO DE RESISTENCIA ALA FLEXIÓN 1ER MES NTP 339.078

N° DE VIGUETA	CÓDIGO	FECHA		EDAD (DÍAS)	LONGITUD					ANCHO					PERALTE					CARGA DE ROTURA (kg-f)	MÓDULO DE ROTURA (MPa)	PROMEDIO (MPa)
					SUPERIOR		INFERIOR		LONGITUD APOYOS (mm)	SUPERIOR		INFERIOR		ANCHO PROMEDIO (mm)	SUPERIOR		INFERIOR		PERALTE PROMEDIO (mm)			
		ELABORACIÓN	ROTURA		L1 (mm)	L2 (cm)	L3 (mm)	L4 (mm)		A1 (mm)	A2 (mm)	A3 (mm)	A4 (mm)		P1 (mm)	P2 (mm)	P3 (mm)	P4 (mm)				
1	VC-1-7-1	09/01/2021	16/01/2021	7	440	439	440	441		149	151	151	151		78	83	80	80		1180		
2	VC-1-7-2	09/01/2021	16/01/2021	7	441	440	440	439		149	150	150	150		78	80	78	79		1420		
3	VC-1-7-3	09/01/2021	16/01/2021	7	439	439	439	439		150	150	150	149		77	79	78	82		1370		
4	VC-1-7-4	09/01/2021	16/01/2021	7	439	440	440	441		150	149	151	149		81	79	83	81		1330		
5	VC-1-7-5	09/01/2021	16/01/2021	7	439	440	439	439		151	150	149	149		81	80	82	78		1960		
6	VC-1-7-6	09/01/2021	16/01/2021	7	441	439	440	439		151	151	150	149		80	82	77	82		1170		

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tabla 100

Ensayo resistencia a la flexión módulo de rotura primer mes a los 14 días.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: **"RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."**

TESISTAS: BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS

LUGAR:

CANTERA:

FECHA:

ENSAYO DE RESISTENCIA ALA FLEXIÓN 1ER MES NTP 339.078

N° DE VIGUETA	CÓDIGO	FECHA		EDAD (DÍAS)	LONGITUD					ANCHO					PERALTE					CARGA DE ROTURA (kg-f)	MÓDULO DE ROTURA (MPa)	PROMEDIO (MPa)
					SUPERIOR		INFERIOR		LONGITUD APOYOS (mm)	SUPERIOR		INFERIOR		ANCHO PROMEDIO (mm)	SUPERIOR		INFERIOR		PERALTE PROMEDIO (mm)			
		ELABORACIÓN	ROTURA		L1 (mm)	L2 (cm)	L3 (mm)	L4 (mm)		A1 (mm)	A2 (mm)	A3 (mm)	A4 (mm)		P1 (mm)	P2 (mm)	P3 (mm)	P4 (mm)				
7	VC-1-14-1	09/01/2021	23/01/2021	14	439	440	441	440		149	150	149	149		79	82	78	83		1670		
8	VC-1-14-2	09/01/2021	23/01/2021	14	439	441	440	441		149	150	150	151		78	77	78	78		1960		
9	VC-1-14-3	09/01/2021	23/01/2021	14	440	441	439	439		150	150	150	150		83	79	80	81		1890		
10	VC-1-14-4	09/01/2021	23/01/2021	14	441	439	441	441		151	151	151	150		79	79	77	77		1620		
11	VC-1-14-5	09/01/2021	23/01/2021	14	441	440	439	441		150	151	151	150		77	79	78	83		1510		
12	VC-1-14-6	09/01/2021	23/01/2021	14	440	439	439	439		149	149	151	151		81	82	77	78		1580		

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tabla 101

Ensayo resistencia a la flexión módulo de rotura primer mes a los 28 días.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: **"RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."**

TESISTAS: BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS

LUGAR:

CANTERA:

FECHA:

ENSAYO DE RESISTENCIA ALA FLEXIÓN 1ER MES NTP 339.078

N° DE VIGUETA	CÓDIGO	FECHA		EDAD (DÍAS)	LONGITUD					ANCHO					PERALTE					CARGA DE ROTURA (kg-f)	MÓDULO DE ROTURA (MPa)	PROMEDIO (MPa)
					SUPERIOR		INFERIOR		LONGITUD APOYOS (mm)	SUPERIOR		INFERIOR		ANCHO PROMEDIO (mm)	SUPERIOR		INFERIOR		PERALTE PROMEDIO (mm)			
		ELABORACIÓN	ROTURA		L1 (mm)	L2 (cm)	L3 (mm)	L4 (mm)		A1 (mm)	A2 (mm)	A3 (mm)	A4 (mm)		P1 (mm)	P2 (mm)	P3 (mm)	P4 (mm)				
13	VC-1-28-1	09/01/2021	06/02/2021	28	439	439	440	441		149	149	149	150		79	78	80	83		1830		
14	VC-1-28-2	09/01/2021	06/02/2021	28	439	440	439	439		149	151	150	151		77	80	79	78		1820		
15	VC-1-28-3	09/01/2021	06/02/2021	28	440	441	440	441		151	150	151	149		80	81	78	79		1690		
16	VC-1-28-4	09/01/2021	06/02/2021	28	439	440	440	439		150	149	151	149		79	78	79	80		1790		
17	VC-1-28-5	09/01/2021	06/02/2021	28	441	439	440	440		150	150	149	149		80	83	78	82		1600		
18	VC-1-28-6	09/01/2021	06/02/2021	28	441	439	440	440		151	149	151	150		80	77	79	81		1830		

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tabla 102

Ensayo resistencia a la flexión módulo de rotura segundo mes a los 7 días.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: **"RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."**

TESISTAS: BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS

LUGAR:

CANTERA:

FECHA:

ENSAYO DE RESISTENCIA ALA FLEXIÓN 2DO MES NTP 339.078

N° DE VIGUETA	CÓDIGO	FECHA		EDAD (DÍAS)	LONGITUD					ANCHO					PERALTE					CARGA DE ROTURA (kg-f)	MÓDULO DE ROTURA (MPa)	PROMEDIO (MPa)
					SUPERIOR		INFERIOR		LONGITUD APOYOS (mm)	SUPERIOR		INFERIOR		ANCHO PROMEDIO (mm)	SUPERIOR		INFERIOR		PERALTE PROMEDIO (mm)			
		ELABORACIÓN	ROTURA		L1 (mm)	L2 (mm)	L3 (mm)	L4 (mm)		A1 (mm)	A2 (mm)	A3 (mm)	A4 (mm)		P1 (mm)	P2 (mm)	P3 (mm)	P4 (mm)				
1	VC-2-7-1	09/02/2021	16/02/2021	7	440	439	440	440		150	151	149	150		78	82	77	80		1270		
2	VC-2-7-2	09/02/2021	16/02/2021	7	440	441	439	441		150	150	151	151		78	81	83	82		1260		
3	VC-2-7-3	09/02/2021	16/02/2021	7	439	439	441	439		151	151	149	150		79	80	82	80		1530		
4	VC-2-7-4	09/02/2021	16/02/2021	7	440	439	439	440		149	151	149	150		82	80	78	79		1450		
5	VC-2-7-5	09/02/2021	16/02/2021	7	439	439	440	441		151	149	149	151		77	83	82	77		1400		
6	VC-2-7-6	09/02/2021	16/02/2021	7	439	439	439	440		151	149	151	150		77	80	78	80		750		

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco

Repositorio Digital

Tabla 103

Ensayo resistencia a la flexión módulo de rotura segundo mes a los 14 días.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."

TESISTAS: BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS

LUGAR:

CANTERA:

FECHA:

ENSAYO DE RESISTENCIA ALA FLEXIÓN 2DO MES NTP 339.078

N° DE VIGUETA	CÓDIGO	FECHA		EDAD (DÍAS)	LONGITUD					ANCHO					PERALTE					CARGA DE ROTURA (kg-f)	MÓDULO DE ROTURA (MPa)	PROMEDIO (MPa)
		ELABORACIÓN	ROTURA		SUPERIOR		INFERIOR		LONGITUD APOYOS (mm)	SUPERIOR		INFERIOR		ANCHO PROMEDIO (mm)	SUPERIOR		INFERIOR		PERALTE PROMEDIO (mm)			
					L1 (mm)	L2 (mm)	L3 (mm)	L4 (mm)		A1 (mm)	A2 (mm)	A3 (mm)	A4 (mm)		P1 (mm)	P2 (mm)	P3 (mm)	P4 (mm)				
7	VC-2-14-1	09/02/2021	23/02/2021	14	439	440	441	439		151	150	151	151		78	82	79	77		1790		
8	VC-2-14-2	09/02/2021	23/02/2021	14	441	440	441	439		151	150	150	150		77	77	82	79		1800		
9	VC-2-14-3	09/02/2021	23/02/2021	14	440	439	441	441		150	149	149	151		82	82	79	77		1790		
10	VC-2-14-4	09/02/2021	23/02/2021	14	439	440	439	439		151	150	151	150		80	78	83	82		1470		
11	VC-2-14-5	09/02/2021	23/02/2021	14	439	439	439	439		151	149	149	151		80	82	79	78		1780		
12	VC-2-14-6	09/02/2021	23/02/2021	14	441	441	439	439		149	149	151	149		80	77	78	82		1500		

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tabla 104

Ensayo resistencia a la flexión módulo de rotura segundo mes a los 28 días.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: **"RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."**

TESISTAS: BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS

LUGAR:

CANTERA:

FECHA:

ENSAYO DE RESISTENCIA ALA FLEXIÓN 2DO MES NTP 339.078

N° DE VIGUETA	CÓDIGO	FECHA		EDAD (DÍAS)	LONGITUD					ANCHO					PERALTE					CARGA DE ROTURA (kg-f)	MÓDULO DE ROTURA (MPa)	PROMEDIO (MPa)
					SUPERIOR		INFERIOR		LONGITUD APOYOS (mm)	SUPERIOR		INFERIOR		ANCHO PROMEDIO (mm)	SUPERIOR		INFERIOR		PERALTE PROMEDIO (mm)			
		ELABORACIÓN	ROTURA		L1 (mm)	L2 (mm)	L3 (mm)	L4 (mm)		A1 (mm)	A2 (mm)	A3 (mm)	A4 (mm)		P1 (mm)	P2 (mm)	P3 (mm)	P4 (mm)				
13	VC-2-28-1	09/02/2021	09/03/2021	28	439	440	439	441		151	151	149	151		82	82	82	81		1850		
14	VC-2-28-2	09/02/2021	09/03/2021	28	439	441	441	441		149	150	151	150		79	80	83	80		2010		
15	VC-2-28-3	09/02/2021	09/03/2021	28	441	439	441	440		149	149	149	151		77	83	80	81		1600		
16	VC-2-28-4	09/02/2021	09/03/2021	28	441	440	441	440		150	151	150	149		81	79	79	81		2010		
17	VC-2-28-5	09/02/2021	09/03/2021	28	439	439	440	439		151	149	150	151		81	78	78	82		1940		
18	VC-2-28-6	09/02/2021	09/03/2021	28	440	441	441	441		151	150	151	151		82	82	80	77		2220		

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tabla 105

Ensayo resistencia a la flexión módulo de rotura tercer mes a los 7 días.

UAC

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: **"RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."**

TESISTAS BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS

LUGAR:

CANTERA:

FECHA:

ENSAYO DE RESISTENCIA ALA FLEXIÓN 3ER MES NTP 339.078

N° DE VIGUETA	CÓDIGO	FECHA		EDAD (DÍAS)	LONGITUD					ANCHO					PERALTE					CARGA DE ROTURA (kg-f)	MÓDULO DE ROTURA (MPa)	PROMEDIO (MPa)
					SUPERIOR		INFERIOR		LONGITUD APOYOS (mm)	SUPERIOR		INFERIOR		ANCHO PROMEDIO (mm)	SUPERIOR		INFERIOR		PERALTE PROMEDIO (mm)			
		ELABORACIÓN	ROTURA		L1 (mm)	L2 (mm)	L3 (mm)	L4 (mm)		A1 (mm)	A2 (mm)	A3 (mm)	A4 (mm)		P1 (mm)	P2 (mm)	P3 (mm)	P4 (mm)				
1	VC-3-7-1	09/03/2021	16/03/2021	7	441	441	441	439		151	149	149	151		82	81	78	81		1450		
2	VC-3-7-2	09/03/2021	16/03/2021	7	441	439	439	441		150	151	149	149		83	82	78	79		1970		
3	VC-3-7-3	09/03/2021	16/03/2021	7	441	440	440	441		151	149	149	150		78	77	77	83		1460		
4	VC-3-7-4	09/03/2021	16/03/2021	7	439	440	439	440		149	149	150	149		82	78	77	80		1600		
5	VC-3-7-5	09/03/2021	16/03/2021	7	441	441	439	441		149	150	149	151		77	77	83	83		1480		
6	VC-3-7-6	09/03/2021	16/03/2021	7	440	441	440	440		150	150	149	151		79	79	83	80		1410		

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tabla 106

Ensayo resistencia a la flexión módulo de rotura tercer mes a los 14 días.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."

TESISTAS: BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS

LUGAR:

CANTERA:

FECHA:

ENSAYO DE RESISTENCIA ALA FLEXIÓN 3ER MES NTP 339.078

N° DE VIGUETA	CÓDIGO	FECHA		EDAD (DÍAS)	LONGITUD					ANCHO					PERALTE					CARGA DE ROTURA (kg-f)	MÓDULO DE ROTURA (MPa)	PROMEDIO (MPa)
					SUPERIOR		INFERIOR			SUPERIOR		INFERIOR			SUPERIOR		INFERIOR					
		ELABORACIÓN	ROTURA		L1 (mm)	L2 (mm)	L3 (mm)	L4 (mm)	LONGITUD APOYOS (mm)	A1 (mm)	A2 (mm)	A3 (mm)	A4 (mm)	ANCHO PROMEDIO (mm)	P1 (mm)	P2 (mm)	P3 (mm)	P4 (mm)	PERALTE PROMEDIO (mm)			
7	VC-3-14-1	09/03/2021	23/03/2021	14	441	441	440	439		149	151	151	150		82	79	82	79		1700		
8	VC-3-14-2	09/03/2021	23/03/2021	14	441	439	441	439		150	150	149	150		81	82	82	82		1660		
9	VC-3-14-3	09/03/2021	23/03/2021	14	441	441	440	439		149	151	151	150		79	80	82	81		1740		
10	VC-3-14-4	09/03/2021	23/03/2021	14	440	441	439	439		149	149	149	150		77	82	78	80		1470		
11	VC-3-14-5	09/03/2021	23/03/2021	14	439	439	440	441		150	151	150	150		78	77	83	77		1620		
12	VC-3-14-6	09/03/2021	23/03/2021	14	439	441	439	439		151	151	150	150		81	79	80	81		1750		

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tabla 107

Ensayo resistencia a la flexión módulo de rotura tercer mes a los 28 días.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."

TESISTAS: BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS

LUGAR:

CANTERA:

FECHA:

ENSAYO DE RESISTENCIA ALA FLEXIÓN 3ER MES NTP 339.078

N° DE VIGUETA	CÓDIGO	FECHA		EDAD (DÍAS)	LONGITUD					ANCHO					PERALTE					CARGA DE ROTURA (kg-f)	MÓDULO DE ROTURA (MPa)	PROMEDIO (MPa)
					SUPERIOR		INFERIOR		LONGITUD APOYOS (mm)	SUPERIOR		INFERIOR		ANCHO PROMEDIO (mm)	SUPERIOR		INFERIOR		PERALTE PROMEDIO (mm)			
		ELABORACIÓN	ROTURA		L1 (mm)	L2 (mm)	L3 (mm)	L4 (mm)		A1 (mm)	A2 (mm)	A3 (mm)	A4 (mm)		P1 (mm)	P2 (mm)	P3 (mm)	P4 (mm)				
13	VC-3-28-1	09/03/2021	06/04/2021	28	441	439	441	441		151	149	151	150		83	80	83	82		1820		
14	VC-3-28-2	09/03/2021	06/04/2021	28	439	440	441	439		151	151	149	150		79	82	79	77		1780		
15	VC-3-28-3	09/03/2021	06/04/2021	28	440	439	441	439		151	149	149	150		79	80	83	78		1460		
16	VC-3-28-4	09/03/2021	06/04/2021	28	440	441	440	439		150	149	149	150		80	79	78	77		1620		
17	VC-3-28-5	09/03/2021	06/04/2021	28	439	439	441	440		151	150	151	151		81	82	81	79		1800		
18	VC-3-28-6	09/03/2021	06/04/2021	28	439	441	440	440		149	149	149	149		83	82	80	80		1570		

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

3.6. Procedimiento de Análisis de datos

3.6.1. Evaluación del contenido de ácido en las precipitaciones pluviales en cusco

a) Procesamiento o cálculos de la prueba

Para la evaluación de concentración de lluvia acida se llevaron las muestras al laboratorio MC QUIMICA LAB donde según muestran en su informe los métodos que ellos usaron para el cálculo de la concentración acido en las muestras de lluvia fueron AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (ALPHA), AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION (AWWA), WATER POLLUTION CONTROL FEDERATION(WPCF).

Y para determinar si el PH es de un medio acido, alcalino o neutro se hizo usó de un medidor de PH.

b) Diagramas, Tablas

Tabla 108

Análisis del ensayo de evaluación del contenido de ácido en las precipitaciones pluviales en Cusco.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

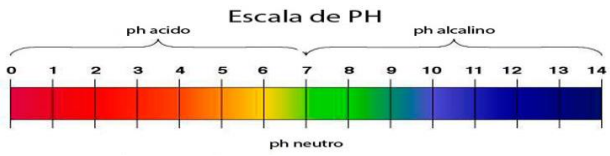
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."

TESISTAS: BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS

LUGAR:
CANTERA:
FECHA:

"ENSAYO DE CONCENTRACION DE LLUVIA ACIDA EN LOS COMPONENTES DE LA LLUVIA DE CUSCO."



A)1-6,9 = PH ACIDO
B) 7 =PH NEUTRO
C) 7,1-14=PH ALCALINO

N° DE MUESTRA DE LA LLUVIA	CÓDIGO	FECHA		VOLUMEN DE LAS MUESTRAS	CONCENTRACIÓN DE ACIDÓ SULFURICO(H_2SO_4)	CONCENTRACIÓN DE ACIDÓ NITRICO(HNO_3)	Ph	CLASIFICACIÓN
		RECOLECCIÓN	ENSAYO					
1	LL1-1	22/10/2019	05/11/2019	500 ml	5,00 mg/L	0,50 mg/L	6,9	Ph Acidó
2	LL1-2	22/10/2019	05/11/2019	500 ml	5,00 mg/L	0,50 mg/L	6,9	Ph Acidó
3	LL1-3	22/10/2019	05/11/2019	500 ml	5,00 mg/L	0,50 mg/L	6,9	Ph Acidó
4	LL1-4	22/10/2019	05/11/2019	500 ml	5,00 mg/L	0,50 mg/L	6,9	Ph Acidó
5	LL2-1	26/10/2019	05/11/2019	500 ml	6,00 mg/L	0,50 mg/L	6,8	Ph Acidó
6	LL2-2	26/10/2019	05/11/2019	500 ml	6,00 mg/L	0,50 mg/L	6,8	Ph Acidó
7	LL2-3	26/10/2019	05/11/2019	500 ml	6,00 mg/L	0,50 mg/L	6,8	Ph Acidó
8	LL2-4	26/10/2019	05/11/2019	500 ml	6,00 mg/L	0,50 mg/L	6,8	Ph Acidó

Fuente: Adaptado de Resultados de Laboratorio MC QUIMICALAB

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

c) Análisis de la Prueba

Del ensayo se determinó que si había presencia de los componentes de la lluvia acida, siendo en el Ácido Sulfúrico de 5 mg/l en la primera muestra y de 6,0 mg/l en la segunda muestra; y para el Ácido Nítrico de 0,5 mg/l en ambas muestras.

Se determino que las muestras tenían un Ph de entre 6,8 y 6,9, clasificando a ambas muestras como acidas.

3.6.2. Evaluación de la temperatura promedio de la ciudad del Cusco

a) Procesamiento o cálculos de la prueba

Para determinar la temperatura promedio de los últimos diez años necesitaremos en valor de la temperatura media anual, que para su cálculo se debe hallar primero la temperatura media mensual y diaria en nuestro caso de los valores extremos:

$$Tmedia\ diaria = \frac{(Tmaxima + Tminima)}{2}$$

Ahora para determinar la temperatura media mensual se hará uso de la siguiente formula:

$$Tmedia\ mensual = \frac{\sum Temperatura\ media\ diaria}{N°\ De\ dias\ del\ mes}$$

proseguimos con el cálculo de la temperatura media anual

$$Tmedia\ Anual = \frac{\sum Temperatura\ media\ Mensual}{12}$$

Y finalmente se halla el promedio aritmético de las temperaturas anuales:

$$Tmedia\ Anual\ utlimos\ 10\ años = \frac{\sum Temperatura\ media\ Anual}{10}$$

También hallaremos la temperatura promedio para las temperaturas medidas:

$$Tpromedio = \frac{\sum_0^n Temperaturas}{Numero\ de\ dias(N)}$$

b) Diagramas, Tablas

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco

Repositorio Digital

Tabla 109

Análisis del ensayo de evaluación de la temperatura media anual.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

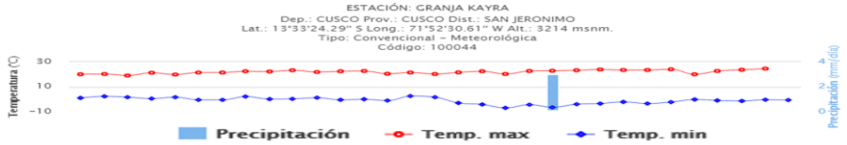
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: **"RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."**

TESISTAS: **BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO**
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS

LUGAR:
CANTERA:
FECHA:

ENSAYO DE EVALUACION DE LA TEMPERATURA PROMEDIO DE LA CIUDAD DEL CUSCO



A)TEMPERATURA MAXIMA
B) TEMPERATURA MINIMA

N°	AÑO	MES												TEMPERATURA PROMEDIO
		ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	
1	2010	13,983 C°	14,084 C°	14,339 C°	13,276 C°	11,976 C°	11,079 C°	10,845 C°	11,160 C°	13,282 C°	14,266 C°	14,327 C°	14,182 C°	13,067 C°
2	2011	13,916 C°	13,402 C°	13,561 C°	12,828 C°	10,668 C°	10,177 C°	9,827 C°	11,640 C°	12,872 C°	13,868 C°	14,555 C°	13,108 C°	12,535 C°
3	2012	13,627 C°	13,391 C°	13,292 C°	12,687 C°	10,729 C°	10,157 C°	10,011 C°	11,260 C°	13,243 C°	14,631 C°	15,030 C°	14,182 C°	12,687 C°
4	2013	13,655 C°	14,354 C°	14,477 C°	12,772 C°	11,808 C°	9,842 C°	9,739 C°	11,252 C°	12,945 C°	14,281 C°	14,523 C°	13,989 C°	12,803 C°
5	2014	14,334 C°	14,052 C°	13,819 C°	12,620 C°	11,540 C°	11,243 C°	10,268 C°	10,744 C°	0,000 C°	13,855 C°	14,652 C°	14,602 C°	12,884 C°
6	2015	13,648 C°	13,984 C°	13,815 C°	12,820 C°	11,724 C°	11,008 C°	10,177 C°	11,477 C°	13,393 C°	13,513 C°	0,000 C°	0,000 C°	12,556 C°
7	2017	13,930 C°	13,820 C°	13,640 C°	13,240 C°	11,470 C°	10,370 C°	10,340 C°	11,780 C°	13,140 C°	13,320 C°	14,400 C°	14,400 C°	12,821 C°
8	2018	13,440 C°	14,530 C°	13,800 C°	12,480 C°	11,140 C°	9,520 C°	9,560 C°	11,160 C°	12,650 C°	13,400 C°	14,970 C°	13,710 C°	12,530 C°
9	2019	14,130 C°	14,210 C°	13,820 C°	12,960 C°	11,870 C°	10,460 C°	10,410 C°	11,010 C°	12,510 C°	13,680 C°	14,220 C°	14,210 C°	12,791 C°
10	2020	13,500 C°	14,430 C°	14,500 C°	s/d	s/d	11,530 C°	11,140 C°	10,950 C°	12,900 C°	13,020 C°	14,400 C°	13,860 C°	13,023 C°
													Promedio	12,770 C°

Fuente: Adaptado de Datos del Senamhi.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tabla 110

Análisis de la temperatura promedio de tres meses de medición.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: **"RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."**

TESISTAS: **BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO**
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS

LUGAR:
CANTERA:
FECHA:

ENSAYO DE EVALUACION DE LA TEMPERATURA PROMEDIO DE LA CIUDAD DEL CUSCO

$$Tpromedio = \frac{\sum_0^n Temperaturas}{Numero\ de\ dias(N)}$$

AÑO	DÍA	SEPTIEMBRE			OCTUBRE			NOVIEMBRE		
		8:00 AM	12:00 PM	4:00 PM	8:00 AM	12:00 PM	4:00 PM	8:00 AM	12:00 PM	4:00 PM
2019	1	9,500 C°	15,200 C°	18,900 C°	9,800 C°	16,400 C°	17,600 C°	9,400 C°	15,100 C°	18,400 C°
2019	2	8,400 C°	15,900 C°	18,600 C°	8,200 C°	15,800 C°	18,500 C°	9,900 C°	15,500 C°	18,900 C°
2019	3	9,400 C°	15,100 C°	17,400 C°	8,800 C°	16,100 C°	18,100 C°	8,100 C°	16,600 C°	18,800 C°
2019	4	9,100 C°	15,700 C°	17,000 C°	9,000 C°	16,900 C°	18,000 C°	10,000 C°	15,900 C°	19,000 C°
2019	5	8,400 C°	17,000 C°	17,000 C°	9,000 C°	15,800 C°	18,300 C°	8,700 C°	15,700 C°	18,400 C°
2019	6	8,900 C°	16,600 C°	18,800 C°	8,400 C°	15,900 C°	18,300 C°	8,700 C°	16,000 C°	18,800 C°
2019	7	9,400 C°	16,400 C°	18,200 C°	9,100 C°	16,700 C°	17,600 C°	8,100 C°	16,000 C°	18,700 C°
2019	8	10,000 C°	16,000 C°	19,000 C°	8,600 C°	15,000 C°	17,300 C°	8,900 C°	15,400 C°	18,700 C°
2019	9	9,800 C°	15,600 C°	17,900 C°	9,700 C°	16,100 C°	17,400 C°	9,600 C°	17,000 C°	18,300 C°
2019	10	9,700 C°	16,900 C°	18,000 C°	8,600 C°	15,000 C°	18,400 C°	10,000 C°	15,300 C°	18,600 C°
2019	11	9,900 C°	15,200 C°	18,900 C°	9,300 C°	16,300 C°	17,800 C°	9,000 C°	17,000 C°	18,800 C°
2019	12	9,900 C°	15,300 C°	17,500 C°	8,400 C°	17,000 C°	17,600 C°	9,800 C°	15,700 C°	17,800 C°
2019	13	9,500 C°	16,100 C°	18,400 C°	8,300 C°	16,200 C°	18,800 C°	9,200 C°	16,400 C°	18,300 C°
2019	14	9,500 C°	15,000 C°	18,400 C°	8,300 C°	16,100 C°	18,800 C°	8,300 C°	16,600 C°	18,800 C°
2019	15	9,900 C°	17,000 C°	17,800 C°	9,300 C°	16,700 C°	17,800 C°	8,600 C°	16,300 C°	18,200 C°
2019	16	8,900 C°	17,000 C°	17,600 C°	8,300 C°	16,300 C°	17,800 C°	8,800 C°	16,700 C°	19,000 C°
2019	17	9,800 C°	17,000 C°	17,100 C°	8,800 C°	15,800 C°	17,000 C°	9,400 C°	16,400 C°	17,500 C°
2019	18	8,600 C°	16,200 C°	17,600 C°	9,300 C°	15,000 C°	18,700 C°	9,300 C°	16,100 C°	19,000 C°
2019	19	8,000 C°	15,100 C°	18,300 C°	9,900 C°	15,300 C°	18,400 C°	9,400 C°	16,900 C°	18,900 C°
2019	20	8,600 C°	15,100 C°	18,700 C°	9,200 C°	16,700 C°	17,500 C°	8,000 C°	16,200 C°	18,500 C°
2019	21	8,900 C°	16,600 C°	17,400 C°	8,500 C°	16,400 C°	18,400 C°	8,600 C°	15,900 C°	18,500 C°
2019	22	8,400 C°	16,600 C°	18,300 C°	8,200 C°	16,700 C°	17,400 C°	9,700 C°	16,100 C°	18,700 C°
2019	23	10,000 C°	16,100 C°	17,600 C°	9,100 C°	16,400 C°	17,300 C°	8,300 C°	16,700 C°	18,600 C°
2019	24	8,300 C°	16,900 C°	17,200 C°	8,300 C°	15,200 C°	18,600 C°	8,600 C°	15,600 C°	17,600 C°
2019	25	9,200 C°	17,000 C°	19,000 C°	9,700 C°	15,400 C°	17,000 C°	9,100 C°	17,000 C°	18,300 C°
2019	26	8,600 C°	15,900 C°	18,100 C°	8,700 C°	15,200 C°	17,300 C°	9,700 C°	15,500 C°	18,900 C°
2019	27	8,100 C°	15,400 C°	18,200 C°	8,200 C°	16,400 C°	17,100 C°	9,900 C°	15,700 C°	19,000 C°
2019	28	9,700 C°	15,700 C°	17,800 C°	8,100 C°	16,100 C°	17,900 C°	8,900 C°	16,300 C°	18,200 C°
2019	29	8,000 C°	16,900 C°	18,100 C°	9,200 C°	16,800 C°	17,200 C°	8,900 C°	16,900 C°	19,000 C°
2019	30	8,400 C°	16,100 C°	18,900 C°	9,200 C°	15,900 C°	18,800 C°	8,900 C°	15,000 C°	18,400 C°
2019	31				9,700 C°	16,400 C°	17,400 C°			
Temperatura Pomedio		9,093 C°	16,087 C°	18,057 C°	8,877 C°	16,065 C°	17,874 C°	9,060 C°	16,117 C°	18,553 C°

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

c) Análisis de la Prueba

Se determinó que el promedio de las temperaturas medias anuales de la ciudad del Cusco de los últimos años es de 12,77°C.

Esta al final fue descartada para el uso de los ensayos ya que ambos eran el promedio de solo las lecturas máximas y mínimas de los que se tomó lectura y no se tenía constancia del periodo por el cual se prolongaban ambos extremos a lo largo del día además de contar con un equipo que nos permita emular dicha temperatura en laboratorio, por lo que se procedió a realizar tres lecturas diarias de la temperatura por un periodo de un mes sacando de esta recolección de datos una temperatura que se mantuviera constante por un buen periodo de tiempo a lo largo del día, de lo cual se determinó que dicha temperatura oscilaba entre los 17°C-19°C la cual si era posible de emular y mantener constante en condiciones con los equipos de laboratorio.

3.6.3. Prueba corrida "0" baño maría emulando cámara de corrosión

a) Procesamiento o cálculos de la prueba

Primero calcularemos el volumen de soluto necesario para preparar el volumen de la solución requerido para lo cual requerimos primero calcular la masa de Soluto, mediante la siguiente formula de Molaridad:

$$M_0 = \frac{N}{V}$$

Donde:

M_0= Molaridad (mol/L).

N= Numero de Moles(mol).

V= Volumen de la Solución (L).

El número de moles se halla con la siguiente formula:

$$N = \frac{M}{PM}$$

Donde:

N= Numero de Moles(mol).

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

M= Masa del Soluto (gr).

PM= Peso Molecular (gr/mol).

Ahora despejando la formula en Función a la Masa del Soluto, la formula quedaría de la siguiente forma:

$$M = M_O \times PM \times V$$

Donde:

M= Masa del Soluto (gr).

PM= Peso Molecular (gr/mol).

V= Volumen de la Solución (L).

M_0= Molaridad (mol/L).

Ahora procederemos a calcular la Densidad Corregida del soluto mediante la siguiente formula:

$$D_C = D \times P$$

Donde:

D_C= Densidad Corregida (gr/ml).

D= Densidad (gr/ml).

P= Porcentaje de pureza.

Y finalmente para determinar el volumen del soluto lo haremos en función de las dos anteriores con la siguiente formula:

$$V = \frac{M}{D_C}$$

Donde:

V= Volumen del Soluto(ml)

M= Masa del Soluto (gr)

D_C= Densidad Corregida (gr/ml)

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Para la determinación de porcentaje de corrosión y velocidad de corrosión es de acuerdo a las siguientes formulas, primero el porcentaje de corrosión se halla con la siguiente formula:

$$C = \left(\frac{Mi - Mf}{Mi}\right) \times 100$$

Donde:

C= Porcentaje de corrosión (%).

Mi= Masa Inicial(gr.).

Mf= Masa Final (gr.).

Para la determinación de la velocidad de corrosión se usó la siguiente formula:

$$Vcorr = \frac{Mi - Mf}{P \times A \times T}$$

Donde:

V_{corr}=Velocidad de corrosión. (mm/año).

Mi= Masa inicial(mgr.).

Mf= Masa Final(mgr.).

P= La densidad del material. (mgr. /mm^3).

A= Área de Exposición. (mm^2).

T= Tiempo de Exposición. (Años).

.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

b) Diagramas, Tablas

Tabla 111

Volumen de soluto de ácido sulfúrico H_2SO_4 a una concentración de 0.1M.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."

TESISTAS: BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS

LUGAR:
CANTERA:
FECHA:

"ENSAYO DE VOLUMEN DE SOLUTO PARA LA SOLUCIÓN."

$M_o = \frac{N}{V}$ DONDE: M_o = Molaridad(mol/L); N = Numero de Moles(mol); V = Volumen de la Solucion (L)

$N = \frac{M}{PM}$ DONDE: M = Masa(gr); PM = Peso Molecular(gr/mol)

$D_c = D \times P$ DONDE: D_c = Densidad Corregida(gr/ml); D = Densidad(gr/ml); P = Porcentaje de Pureza

$V = \frac{M}{D_c}$ DONDE: M = Masa del Soluto(gr); D_c = Densidad Corregida(gr/ml); V = /olumen de la Solucion (ml

$M = M_o \times PM \times V$

DATOS DEL SOLUTO	
SOLUTO	Acido Sulfurico
NOMENCLATURA	H_2SO_4
DENSIDAD	1,83 gr/ml
PORCENTAJE DE PUREZA	97 %

DATOS DE LA SOLUCIÓN	
VOLUMEN	1,00 L
MOLARIDAD	0,10M

H_2 S O_4

N		PM	
4	✘	16	64 gr/mol
1	✘	32	32 gr/mol
2	✘	1	2 gr/mol
		PESO MOLECULAR	98 gr/mol

MASA DEL SOLUTO	9,80 gr
DENSIDAD CORREGIDA	1,78 gr/ml
VOLUMEN DEL SOLUTO	5,52 ml

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tabla 112

Volumen de soluto de ácido sulfúrico H_2SO_4 a una concentración de 0.0001M.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: **"RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."**

TESISTAS: **BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO**
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS

LUGAR:
CANTERA:
FECHA:

"ENSAYO DE VOLUMEN DE SOLUTO PARA LA SOLUCIÓN."

$M_O = \frac{N}{V}$ $N = \frac{M}{PM}$

DONDE:
M_O = Molaridad(mol/L)
N = Numero de Moles(mol)
V = Volumen de la Solucion (L)
M = Masa(gr)
PM = Peso Molecular(gr/mol)

$D_c = D \times P$

DONDE:
D_c = Densidad Corregida(gr/ml)
D = Densidad(gr/ml)
P = Porcentaje de Pureza

$V = \frac{M}{D_c}$

DONDE:
M = Masa del Soluto(gr)
D_c = Densidad Corregida(gr/ml)
V = /olumen de la Solucion (ml

$M = M_O \times PM \times V$

DATOS DEL SOLUTO	
SOLUTO	Acido Sulfurico
NOMENCLATURA	H_2SO_4
DENSIDAD	1,83 gr/ml
PORCENTAJE DE PUREZA	97 %

DATOS DE LA SOLUCIÓN	
VOLUMEN	2,00 L
MOLARIDAD	0,0001M

		N		PM	
H_2		4	✖	16	64 gr/mol
S		1	✖	32	32 gr/mol
O_4		2	✖	1	2 gr/mol
				PESO MOLECULAR	98 gr/mol

MASA DEL SOLUTO	0,02 gr
DENSIDAD CORREGIDA	1,78 gr/ml
VOLUMEN DEL SOLUTO	0,01 ml

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tabla 113

Volumen de soluto de ácido nítrico HNO_3 a una concentración de 0.1M.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."

TESISTAS: BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS

LUGAR:
CANTERA:
FECHA:

"ENSAYO DE VOLUMEN DE SOLUTO PARA LA SOLUCIÓN."

$M_o = \frac{N}{V}$ — M_o = Molaridad(mol/L); N = Numero de Moles(mol); V = Volumen de la Solucion (L)

$N = \frac{M}{PM}$ — M = Masa(gr); PM = Peso Molecular(gr/mol)

$D_c = D \times P$ — D_c = Densidad Corregida(gr/ml); D = Densidad(gr/ml); P = Porcentaje de Pureza

$V = \frac{M}{D_c}$ — M = Masa del Soluto(gr); D_c = Densidad Corregida(gr/ml); V = /olumen de la Solucion (ml

$M = M_o \times PM \times V$

DATOS DEL SOLUTO	
SOLUTO	Acido Sulfurico
NOMENCLATURA	HNO_3
DENSIDAD	1,51 gr/ml
PORCENTAJE DE PUREZA	73 %

DATOS DE LA SOLUCIÓN	
VOLUMEN	1,00 L
MOLARIDAD	0,10M

H N O_3

	N		PM	
	3	✘	16	48 gr/mol
	1	✘	14	14 gr/mol
	1	✘	1	1 gr/mol
PESO MOLECULAR				63 gr/mol

MASA DEL SOLUTO	6,30 gr
DENSIDAD CORREGIDA	1,10 gr/ml
VOLUMEN DEL SOLUTO	5,72 ml

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tabla 114

Volumen de soluto de ácido nítrico HNO_3 a una concentración de 0.0001M.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: **"RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."**

TESISTAS: **BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO**
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS

LUGAR:
CANTERA:
FECHA:

"ENSAYO DE VOLUMEN DE SOLUTO PARA LA SOLUCIÓN."

$M_o = \frac{N}{V}$ DONDE: M_o = Molaridad(mol/L); N = Numero de Moles(mol); V = Volumen de la Solucion (L)

$N = \frac{M}{PM}$ M = Masa(gr); PM = Peso Molecular(gr/mol)

$D_c = D \times P$ DONDE: D_c = Densidad Corregida(gr/ml); D = Densidad(gr/ml); P = Porcentaje de Pureza

$V = \frac{M}{D_c}$ DONDE: M = Masa del Soluto(gr); D_c = Densidad Corregida(gr/ml); V = /olumen de la Solucion (ml

$M = M_o \times PM \times V$

DATOS DEL SOLUTO	
SOLUTO	Acido Sulfurico
NOMENCLATURA	HNO_3
DENSIDAD	1,51 gr/ml
PORCENTAJE DE PUREZA	73 %

DATOS DE LA SOLUCIÓN	
VOLUMEN	2,00 L
MOLARIDAD	0,0001M

	N		PM	
H	3	✖	16	48 gr/mol
N	1	✖	14	14 gr/mol
O_3	1	✖	1	1 gr/mol

PESO MOLECULAR	63 gr/mol

MASA DEL SOLUTO	0,01 gr
DENSIDAD CORREGIDA	1,10 gr/ml
VOLUMEN DEL SOLUTO	0,01 ml

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tabla 115

Resultados de porcentaje de corrosión de los testigos de agua, agua destilada y ácido sulfúrico H2SO4 a una concentración de 0,0001M

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: **"RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."**

TESISTAS: **BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO**
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS

LUGAR:
CANTERA:
FECHA:

"ENSAYO DE PORCENTAJE DE CORROSIÓN."

$$C = \left(\frac{Mi - Mf}{Mi}\right) \times 100$$

PERIODO DE EVALUACIÓN	SUSTANCIA	PESO ORIGINAL		PESO CON OXIDO		PESO SIN OXIDO		PÉRDIDA DE MASA		PORCENTAJE DE CORROSIÓN	
		SUMERGIDO	SUSPENDIDO	SUMERGIDO	SUSPENDIDO	SUMERGIDO	SUSPENDIDO	SUMERGIDO	SUSPENDIDO	SUMERGIDO	SUSPENDIDO
Semana 1	agua	53,940 gr	53,511 gr	53,933 gr	53,509 gr	53,880 gr	53,482 gr	0,060 gr	0,029 gr	0,11 %	0,05 %
semana 2	agua	53,710 gr	53,490 gr	53,698 gr	53,483 gr	53,628 gr	53,439 gr	0,082 gr	0,051 gr	0,15 %	0,10 %
semana 3	agua	54,110 gr	53,310 gr	54,091 gr	53,299 gr	53,991 gr	53,209 gr	0,119 gr	0,101 gr	0,22 %	0,19 %
semana 4	agua	54,240 gr	54,230 gr	54,188 gr	54,184 gr	54,098 gr	54,128 gr	0,142 gr	0,102 gr	0,26 %	0,19 %
Semana 1	destilada	53,774 gr	52,999 gr	53,720 gr	52,985 gr	53,680 gr	52,951 gr	0,094 gr	0,048 gr	0,17 %	0,09 %
semana 2	destilada	53,870 gr	54,140 gr	53,788 gr	54,098 gr	53,742 gr	54,085 gr	0,128 gr	0,055 gr	0,24 %	0,10 %
semana 3	destilada	54,020 gr	53,500 gr	53,898 gr	53,429 gr	53,862 gr	53,437 gr	0,158 gr	0,063 gr	0,29 %	0,12 %
semana 4	destilada	54,370 gr	53,240 gr	54,173 gr	53,115 gr	54,192 gr	53,167 gr	0,178 gr	0,073 gr	0,33 %	0,14 %
Semana 1	H2SO4	54,263 gr	53,736 gr	54,249 gr	53,710 gr	54,021 gr	53,293 gr	0,242 gr	0,443 gr	0,45 %	0,82 %
semana 2	H2SO4	52,940 gr	54,520 gr	52,916 gr	54,455 gr	52,646 gr	53,788 gr	0,294 gr	0,732 gr	0,56 %	1,34 %
semana 3	H2SO4	54,060 gr	53,620 gr	54,016 gr	53,032 gr	53,675 gr	52,868 gr	0,385 gr	0,752 gr	0,71 %	1,40 %
semana 4	H2SO4	53,790 gr	54,600 gr	53,745 gr	53,786 gr	53,350 gr	53,684 gr	0,440 gr	0,916 gr	0,82 %	1,68 %

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tabla 116

Resultados de porcentaje de corrosión de los testigos de ácido sulfúrico H2SO4 a una concentración de 0.1m, ácido nítrico HNO_3 a una concentración de 0,0001M Y ácido nítrico HNO_3a una concentración de 0.1M.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."

TESISTAS: BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS

LUGAR:
CANTERA:
FECHA:

"ENSAYO DE PORCENTAJE DE CORROSIÓN."

$$C = \left(\frac{Mi - Mf}{Mi}\right) \times 100$$

PERIODO DE EVALUACIÓN	SUSTANCIA	PESO ORIGINAL		PESO CON OXIDO		PESO SIN OXIDO		PÉRDIDA DE MASA		PORCENTAJE DE CORROSIÓN	
		SUMERGIDO	SUSPENDIDO	SUMERGIDO	SUSPENDIDO	SUMERGIDO	SUSPENDIDO	SUMERGIDO	SUSPENDIDO	SUMERGIDO	SUSPENDIDO
Semana 1	H2SO4 0.1	53,933 gr	53,570 gr	52,707 gr	53,539 gr	52,596 gr	53,509 gr	1,337 gr	0,061 gr	2,48 %	0,11 %
semana 2	H2SO4 0.1	53,460 gr	53,980 gr	52,221 gr	53,921 gr	52,107 gr	53,863 gr	1,353 gr	0,117 gr	2,53 %	0,22 %
semana 3	H2SO4 0.1	53,880 gr	53,635 gr	52,600 gr	53,545 gr	52,480 gr	53,502 gr	1,400 gr	0,133 gr	2,60 %	0,25 %
semana 4	H2SO4 0.1	54,720 gr	53,890 gr	53,364 gr	53,750 gr	53,231 gr	53,722 gr	1,489 gr	0,168 gr	2,72 %	0,31 %
Semana 1	HNO3	53,491 gr	54,020 gr	53,479 gr	54,015 gr	53,408 gr	53,963 gr	0,083 gr	0,057 gr	0,16 %	0,11 %
semana 2	HNO3	53,710 gr	54,370 gr	53,690 gr	54,357 gr	53,622 gr	54,260 gr	0,088 gr	0,110 gr	0,16 %	0,20 %
semana 3	HNO3	54,010 gr	54,350 gr	53,961 gr	54,332 gr	53,915 gr	54,229 gr	0,095 gr	0,121 gr	0,18 %	0,22 %
semana 4	HNO3	54,480 gr	53,280 gr	54,413 gr	53,256 gr	54,373 gr	53,150 gr	0,107 gr	0,130 gr	0,20 %	0,24 %
Semana 1	HNO3 0.1	54,276 gr	53,397 gr	53,786 gr	53,374 gr	53,695 gr	53,344 gr	0,581 gr	0,053 gr	1,07 %	0,10 %
semana 2	HNO3 0.1	54,870 gr	53,860 gr	54,369 gr	53,814 gr	54,271 gr	53,788 gr	0,599 gr	0,072 gr	1,09 %	0,13 %
semana 3	HNO3 0.1	53,960 gr	53,880 gr	53,466 gr	53,818 gr	53,340 gr	53,785 gr	0,620 gr	0,095 gr	1,15 %	0,18 %
semana 4	HNO3 0.1	54,050 gr	53,370 gr	53,548 gr	53,292 gr	53,409 gr	53,252 gr	0,641 gr	0,118 gr	1,19 %	0,22 %

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tabla 117

Resultados de velocidad de corrosión de los testigos de agua, agua destilada y ácido sulfúrico H2SO4 a una concentración de 0,0001M.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."

TESISTAS: BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS

LUGAR:
CANTERA:
FECHA:

$$Vcorr = \frac{Mi - Mf}{P \times A \times T}$$

PERIODO DE EVALUACIÓN	SUSTANCIA	PESO ORIGINAL		PESO SIN OXIDO		DDIFERENCIA DE MASA		DENSIDAD DEL MATERIAL (P)	ÁREA DE EXPOSICIÓN(A)	TIEMPO DE EXPOSICIÓN(T)	VELOCIDAD DE CORROSIÓN	
		SUMERGIDO	SUSPENDIDO	SUMERGIDO	SUSPENDIDO	SUMERGIDO	SUSPENDIDO				SUMERGIDO	SUSPENDIDO
Semana 1	agua	53,940 gr	53,511 gr	53,880 gr	53,482 gr	60,000 mgr	29,000 mgr	7,85 mgr/mm³	1994,91 mm2	0,02 años	0,200 mm/año	0,097 mm/año
semana 2	agua	53,710 gr	53,490 gr	53,628 gr	53,439 gr	82,000 mgr	51,000 mgr	7,85 mgr/mm³	1994,91 mm2	0,04 años	0,137 mm/año	0,085 mm/año
semana 3	agua	54,110 gr	53,310 gr	53,991 gr	53,209 gr	119,000 mgr	101,000 mgr	7,85 mgr/mm³	1994,91 mm2	0,06 años	0,132 mm/año	0,112 mm/año
semana 4	agua	54,240 gr	54,230 gr	54,098 gr	54,128 gr	142,000 mgr	102,000 mgr	7,85 mgr/mm³	1994,91 mm2	0,08 años	0,118 mm/año	0,085 mm/año
Semana 1	destilada	53,774 gr	52,999 gr	53,680 gr	52,951 gr	94,000 mgr	48,000 mgr	7,85 mgr/mm³	1994,91 mm2	0,02 años	0,313 mm/año	0,160 mm/año
semana 2	destilada	53,870 gr	54,140 gr	53,742 gr	54,085 gr	128,000 mgr	55,000 mgr	7,85 mgr/mm³	1994,91 mm2	0,04 años	0,213 mm/año	0,092 mm/año
semana 3	destilada	54,020 gr	53,500 gr	53,862 gr	53,437 gr	158,000 mgr	63,000 mgr	7,85 mgr/mm³	1994,91 mm2	0,06 años	0,175 mm/año	0,070 mm/año
semana 4	destilada	54,370 gr	53,240 gr	54,192 gr	53,167 gr	178,000 mgr	73,000 mgr	7,85 mgr/mm³	1994,91 mm2	0,08 años	0,148 mm/año	0,061 mm/año
Semana 1	H2SO4	54,263 gr	53,736 gr	54,021 gr	53,293 gr	242,000 mgr	443,000 mgr	7,85 mgr/mm³	1994,91 mm2	0,02 años	0,806 mm/año	1,475 mm/año
semana 2	H2SO4	52,940 gr	54,520 gr	52,646 gr	53,788 gr	294,000 mgr	732,000 mgr	7,85 mgr/mm³	1994,91 mm2	0,04 años	0,489 mm/año	1,219 mm/año
semana 3	H2SO4	54,060 gr	53,620 gr	53,675 gr	52,868 gr	385,000 mgr	752,000 mgr	7,85 mgr/mm³	1994,91 mm2	0,06 años	0,427 mm/año	0,835 mm/año
semana 4	H2SO4	53,790 gr	54,600 gr	53,350 gr	53,684 gr	440,000 mgr	916,000 mgr	7,85 mgr/mm³	1994,91 mm2	0,08 años	0,366 mm/año	0,762 mm/año

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tabla 118

Resultados de velocidad de corrosión de los testigos de ácido sulfúrico H2SO4 a una concentración de 0.1m, ácido nítrico HNO_3a una concentración de 0,0001M y ácido nítrico HNO_3a una concentración de 0.1M.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."

TESISTAS: BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS

LUGAR:
CANTERA:
FECHA:

$$Vcorr = \frac{Mi - Mf}{P \times A \times T}$$

PERIODO DE EVALUACIÓN	SUSTANCIA	PESO ORIGINAL		PESO SIN OXIDO		DDIFERENCIA DE MASA		DENSIDAD DEL MATERIAL (P)	ÁREA DE EXPOSICIÓN(A)	TIEMPO DE EXPOSICIÓN(T)	VELOCIDAD DE CORROSIÓN	
		SUMERGIDO	SUSPENDIDO	SUMERGIDO	SUSPENDIDO	SUMERGIDO	SUSPENDIDO				SUMERGIDO	SUSPENDIDO
Semana 1	H2SO4 0.1	53,933 gr	53,570 gr	52,596 gr	53,509 gr	1337,000 mgr	61,000 mgr	7,85 mgr/mm³	1994,91 mm2	0,02 años	4,452 mm/año	0,203 mm/año
semana 2	H2SO4 0.1	53,460 gr	53,980 gr	52,107 gr	53,863 gr	1353,000 mgr	117,000 mgr	7,85 mgr/mm³	1994,91 mm2	0,04 años	2,253 mm/año	0,195 mm/año
semana 3	H2SO4 0.1	53,880 gr	53,635 gr	52,480 gr	53,502 gr	1400,000 mgr	133,000 mgr	7,85 mgr/mm³	1994,91 mm2	0,06 años	1,554 mm/año	0,148 mm/año
semana 4	H2SO4 0.1	54,720 gr	53,890 gr	53,231 gr	53,722 gr	1489,000 mgr	168,000 mgr	7,85 mgr/mm³	1994,91 mm2	0,08 años	1,239 mm/año	0,140 mm/año
Semana 1	HNO3	53,491 gr	54,020 gr	53,408 gr	53,963 gr	83,000 mgr	57,000 mgr	7,85 mgr/mm³	1994,91 mm2	0,02 años	0,276 mm/año	0,190 mm/año
semana 2	HNO3	53,710 gr	54,370 gr	53,622 gr	54,260 gr	88,000 mgr	110,000 mgr	7,85 mgr/mm³	1994,91 mm2	0,04 años	0,147 mm/año	0,183 mm/año
semana 3	HNO3	54,010 gr	54,350 gr	53,915 gr	54,229 gr	95,000 mgr	121,000 mgr	7,85 mgr/mm³	1994,91 mm2	0,06 años	0,105 mm/año	0,134 mm/año
semana 4	HNO3	54,480 gr	53,280 gr	54,373 gr	53,150 gr	107,000 mgr	130,000 mgr	7,85 mgr/mm³	1994,91 mm2	0,08 años	0,089 mm/año	0,108 mm/año
Semana 1	HNO3 0.1	54,276 gr	53,397 gr	53,695 gr	53,344 gr	581,000 mgr	53,000 mgr	7,85 mgr/mm³	1994,91 mm2	0,02 años	1,935 mm/año	0,176 mm/año
semana 2	HNO3 0.1	54,870 gr	53,860 gr	54,271 gr	53,788 gr	599,000 mgr	72,000 mgr	7,85 mgr/mm³	1994,91 mm2	0,04 años	0,997 mm/año	0,120 mm/año
semana 3	HNO3 0.1	53,960 gr	53,880 gr	53,340 gr	53,785 gr	620,000 mgr	95,000 mgr	7,85 mgr/mm³	1994,91 mm2	0,06 años	0,688 mm/año	0,105 mm/año
semana 4	HNO3 0.1	54,050 gr	53,370 gr	53,409 gr	53,252 gr	641,000 mgr	118,000 mgr	7,85 mgr/mm³	1994,91 mm2	0,08 años	0,534 mm/año	0,098 mm/año

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

c) Análisis de la Prueba

Se determinó que el medio que produce mayor porcentaje de corrosión es el Ácido Sulfúrico(H_2SO_4) en estado sumergido en una concentración de 0.1M, se determinó que el porcentaje de corrosión subía de manera ascendente de una manera no lineal, si no que emulaba a una exponencial.

De los resultados se determinó usar el medio que produce mayor porcentaje de corrosión que es el Ácido Sulfúrico(H_2SO_4) en una concentración de 0.1M, pero en su estado suspendido al ser este el que emula de mejor manera las condiciones ambientales.

Se descubrió que la relación entre el porcentaje de corrosión y la velocidad de corrosión eran inversos mientras más tiempo pasaba el porcentaje de corrosión subía, pero la velocidad de corrosión bajaba.

Para el Ácido Sulfúrico(H_2SO_4) en una concentración de 0.1M, en estado suspendido se obtuvieron a los 0.008 años un porcentaje de corrosión del 0.31% y una velocidad de corrosión de 0,140 mm/año.

3.6.4. Evaluación de testigos sometidos a la cámara de corrosión

a) Procesamiento o cálculos de la prueba.

Para la preparación de la solución que emule la lluvia acida, se calcula el volumen del soluto con las siguientes formulas, primero hallaremos la mas de Soluto con la fórmula de la molaridad, la cual es la siguiente:

$$M_O = \frac{N}{V}$$

Donde:

M_O = Molaridad(mol/L).

N = Numero de Moles(mol).

V = Volumen de la solución(L).

Para calcular la molaridad se debe calcular el número de moles el cual se obtiene de la siguiente formula:

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

$$N = \frac{M}{PM}$$

Donde:

N = Numero de Moles(mol).

M = Masa del Soluto(gr).

PM = Peso molecular(gr/mol).

Ahora calcularemos la densidad corregida del soluto:

$$D_C = D \times P$$

Donde:

DC = Densidad corregida del soluto(gr/ml).

D = Densidad del soluto(gr/ml).

P = Porcentaje de pureza del Soluto (%).

Finalmente hallaremos el volumen del soluto, con la siguiente formula:

$$V = \frac{M}{D_C}$$

Donde:

V = Volumen del soluto(ml).

M = Masa del soluto(gr).

DC = Densidad corregida(gr/ml).

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

b) Diagramas, Tablas

Tabla 119

Volumen de soluto para solución de cámara de corrosión.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: **"RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."**

TESISTAS: **BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO**
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS

LUGAR:
CANTERA:
FECHA:

"ENSAYO DE VOLUMEN DE SOLUTO PARA LA SOLUCIÓN."

$M_O = \frac{N}{V}$ $N = \frac{M}{PM}$

DONDE:
M_O = Molaridad(mol/L)
N = Numero de Moles(mol)
V = Volumen de la Solucion (L)
M = Masa(gr)
PM = Peso Molecular(gr/mol)

$D_c = D \times P$

DONDE:
D_c = Densidad Corregida(gr/ml)
D = Densidad(gr/ml)
P = Porcentaje de Pureza

$V = \frac{M}{D_c}$

DONDE:
M = Masa del Soluto(gr)
D_c = Densidad Corregida(gr/ml)
V = /olumen de la Solucion (ml

$M = M_O \times PM \times V$

DATOS DEL SOLUTO	
SOLUTO	Acido Sulfurico
NOMENCLATURA	H_2SO_4
DENSIDAD	1,83 gr/ml
PORCENTAJE DE PUREZA	90 %

DATOS DE LA SOLUCIÓN	
VOLUMEN	22,40 L
MOLARIDAD	0,10M

H_2 S O_4

N		PM	
4	✘	16	64 gr/mol
1	✘	32	32 gr/mol
2	✘	1	2 gr/mol

PESO MOLECULAR	98 gr/mol

MASA DEL SOLUTO	219,52 gr
DENSIDAD CORREGIDA	1,65 gr/ml
VOLUMEN DEL SOLUTO	133,28 ml

Fuente: Propia.

c) Análisis de la Prueba

Se calculo que acorde a las características del soluto se requerirían 133.28ml del soluto para un volumen de 22,4 de solución para la cámara de corrosión.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

3.6.5. Diseño de mezclas

3.6.5.1. Análisis de granulometría de agregados

3.6.5.1.1. Análisis de granulometría del agregado fino

a) Procesamiento o cálculos de la prueba

El Promedio de peso retenido se calcula así:

$$Promedio\ de\ Peso\ Retenido \frac{\Sigma(Peso\ Retenido)}{\#\ Muestras}$$

Para el cálculo del porcentaje retenido en una malla se utilizó la siguiente fórmula:

$$\%\ Retenido = \frac{Peso\ Retenido}{Peso\ total}$$

El porcentaje retenido acumulado se calculó con la siguiente expresión:

$$\%\ Retenido\ Acumulado = \%\ Retenido + \%\ Retenido\ Anterior$$

El porcentaje que pasa se calcula mediante la fórmula:

$$\%\ Pasa = 100 - \%\ Retenido\ acumulado$$

Para calcular el módulo de fineza, definido por la suma de los porcentajes retenidos acumulados entre 100:

$$Modulo\ de\ finura = \frac{\Sigma(\%\ Retenido\ Mallas\ N°4, 8, 16, 30, 50, 100)}{100}$$

Según la NTP 400.037 se tomaron los límites del porcentaje que pasa y los límites del módulo de finura.

Tabla 120

Limites granulométricos para el agregado fino

TAMIZ ESTÁNDAR	PORCENTAJE QUE PASA
3/8"	100
N°4	95 a 100
N°8	80 a 100
N°16	50 a 85
N°30	25 a 60
N°50	5 a 30
N°100	0 a 10

Fuente: (NTP 400.037, 2014)

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

b) Diagramas, Tablas

i. Agregado Fino de Vicho

Tabla 121

Análisis de datos de la granulometría del agregado fino de vicho.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: **"RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."**
TESISTAS: BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS
LUGAR: INGEOMAT - LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES
CANTERA: VICHO
FECHA: 19/10/2020

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS NTP 400.012 -ASTM C136/ AGREGADO FINO

PESO INICIAL		500.20	500.00	500.30	500.17					
TAMIZ N°	**DIAM. (mm)**	**PESO RETENIDO M1 (gr.)**	**PESO RETENIDO M2 (gr.)**	**PESO RETENIDO M3 (gr.)**	**PROMEDIO DE PESO RETENIDO (gr.)**	**% RETENIDO**	**% RETENIDO ACUMULADO**	**LÍMITE INFERIOR**	**% QUE PASA**	**LÍMITE SUPERIOR**
# 3/8	9.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	100.00%
#4	4.75	77.32	85.22	83.28	81.94	16.38%	16.38%	95.00%	83.62%	100.00%
#8	2.36	144.26	140.77	138.59	141.21	28.23%	44.61%	80.00%	55.39%	100.00%
#16	1.18	114.89	110.60	115.65	113.71	22.74%	67.35%	50.00%	32.65%	85.00%
#30	0.6	80.44	79.32	76.74	78.83	15.76%	83.11%	25.00%	16.89%	60.00%
#50	0.3	41.46	38.48	42.54	40.83	8.16%	91.27%	5.00%	8.73%	30.00%
#100	0.15	22.05	21.97	17.64	20.55	4.11%	95.38%	0.00%	4.62%	10.00%
#200	0.08	9.00	14.23	13.74	12.32	2.46%	97.85%	0.00%	2.15%	0.00%
FONDO		10.30	9.02	11.84	10.39	2.08%	99.92%			
TOTAL		499.72	499.61	500.02	499.78	100%				
DIFERENCIA DE PESOS		0.48	0.39	0.28	0.38					
ERROR DEL ENSAYO		0.096%	0.078%	0.056%	0.077%					

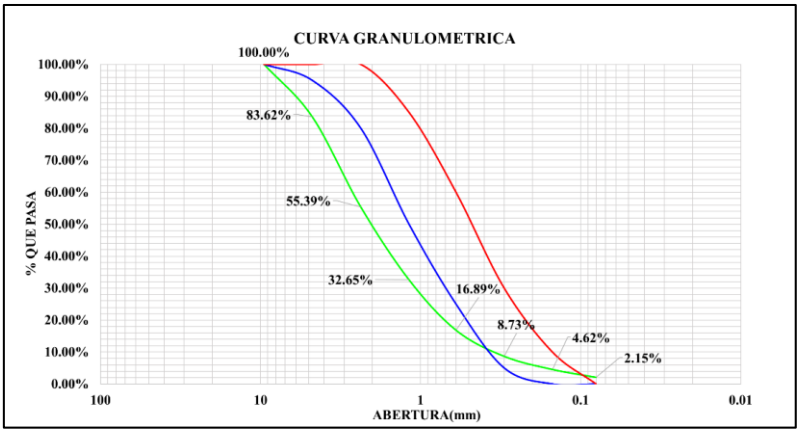
Min	MODULO DE FINURA	Max
2.3	3.9811	3.1

$$MF = \frac{(\Sigma\% \text{ retenido en las mallas } 4, 8, 16, 30, 50, 100)}{100}$$

Fuente: Propia

Figura 162

Curva granulométrica del agregado fino de vicho.



Fuente: Propia

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

ii. Agregado Fino de Cunyac

Tabla 122

Análisis de datos de la granulometría del agregado fino de Cunyac.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: **"RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."**
TESISTAS: BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS
LUGAR: INGEOMAT - LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES
CANTERA: CUNYAC
FECHA: 20/10/2020

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS NTP 400.012 -ASTM C136/ AGREGADO FINO

PESO INICIAL		501.000	502.500	500.500	501.333					
TAMIZ N°	**DIAM. (mm)**	**PESO RETENIDO M1 (gr.)**	**PESO RETENIDO M2 (gr.)**	**PESO RETENIDO M3 (gr.)**	**PROMEDIO DE PESO RETENIDO (gr.)**	**% RETENIDO**	**% RETENIDO ACUMULADO**	**LÍMITE INFERIOR**	**% QUE PASA**	**LÍMITE SUPERIOR**
# 3/8	9.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	100.00%
#4	4.75	0.39	0.44	0.65	0.49	0.10%	0.10%	95.00%	99.90%	100.00%
#8	2.36	1.72	1.94	1.51	1.72	0.34%	0.44%	80.00%	99.56%	100.00%
#16	1.18	10.06	11.98	9.47	10.50	2.09%	2.54%	50.00%	97.46%	85.00%
#30	0.60	114.98	120.05	114.85	116.63	23.26%	25.80%	25.00%	74.20%	60.00%
#50	0.30	214.44	212.10	211.52	212.69	42.42%	68.22%	5.00%	31.78%	30.00%
#100	0.15	115.80	113.98	113.20	114.33	22.80%	91.03%	0.00%	8.97%	10.00%
#200	0.08	37.59	38.19	39.45	38.41	7.66%	98.69%	0.00%	1.31%	0.00%
FONDO		5.87	3.79	9.66	6.44	1.28%	99.98%			
TOTAL		500.85	502.47	500.31	501.21	99.98%				
DIFERENCIA DE PESO		0.15	0.03	0.19	0.12					
ERROR DEL ENSAYO		0.030%	0.006%	0.037%	0.024%					

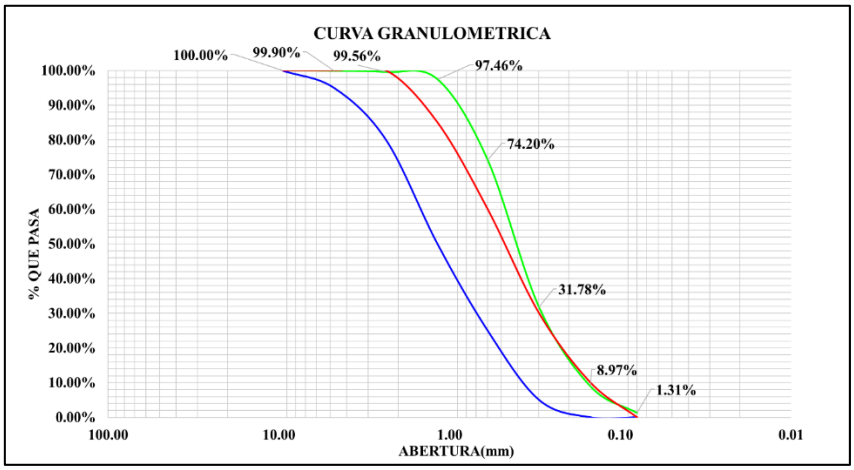
Min	MODULO DE FINURA	Max
2.3	1.8813	3.1

$$MF = \frac{(\Sigma\% \text{ retenido en las mallas } 4, 8, 16, 30, 50, 100)}{100}$$

Fuente: Propia

Figura 163

Curva granulométrica del agregado fino de Cunyac.



Fuente: Propia

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

iii. Agregado Fino Combinado 30 % Vicho – 70 % Cunyac

Tabla 123

Análisis de datos de la granulometría del agregado fino combinado 30% vicho – 70% Cunyac.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: **"RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."**
TESISTAS: BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS
LUGAR: INGEOMAT - LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES
CANTERA: VICHO 30% - CUNYAC 70 %
FECHA: 23/10/2020

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS NTP 400.012 -ASTM C136/ AGREGADO FINO

		30%	70%							
PESO INICIAL		150.050	350.933	500.983						
TAMIZ Nº	**DIAM. (mm)**	**PESO RETENIDO M1 (gr.)**	**PESO RETENIDO M2 (gr.)**	**PESO RETENIDO (gr.)**	**% RETENIDO**	**% RETENIDO ACUMULADO**	**LÍMITE INFERIOR**	**% QUE PASA**	**LÍMITE SUPERIOR**	
# 3/8	9.50	0.00	0.00	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	100.00%	SI
#4	4.75	24.58	0.35	24.93	4.98%	4.98%	95.00%	95.02%	100.00%	SI
#8	2.36	42.36	1.21	43.57	8.70%	13.67%	80.00%	86.33%	100.00%	SI
#16	1.18	34.11	7.35	41.47	8.28%	21.95%	50.00%	78.05%	85.00%	SI
#30	0.60	23.65	81.64	105.29	21.02%	42.97%	25.00%	57.03%	60.00%	SI
#50	0.30	12.25	148.88	161.13	32.16%	75.13%	5.00%	24.87%	30.00%	SI
#100	0.15	6.17	80.03	86.19	17.20%	92.33%	0.00%	7.67%	10.00%	SI
#200	0.08	3.70	26.89	30.58	6.10%	98.44%	0.00%	1.56%	0.00%	NO
FONDO		3.12	4.51	7.62	1.52%	99.96%				
TOTAL		149.94	350.85	500.78	100%					
DIFERENCIA DE PESOS		0.12	0.09	0.20						
ERROR DEL ENSAYO		0.077%	0.024%	0.040%						

Min	MODULO DE FINURA	Max
2.3	2.5102	3.1

$$MF = \frac{(\Sigma\% \text{ retenido en las mallas } 4, 8, 16, 30, 50, 100)}{100}$$

0

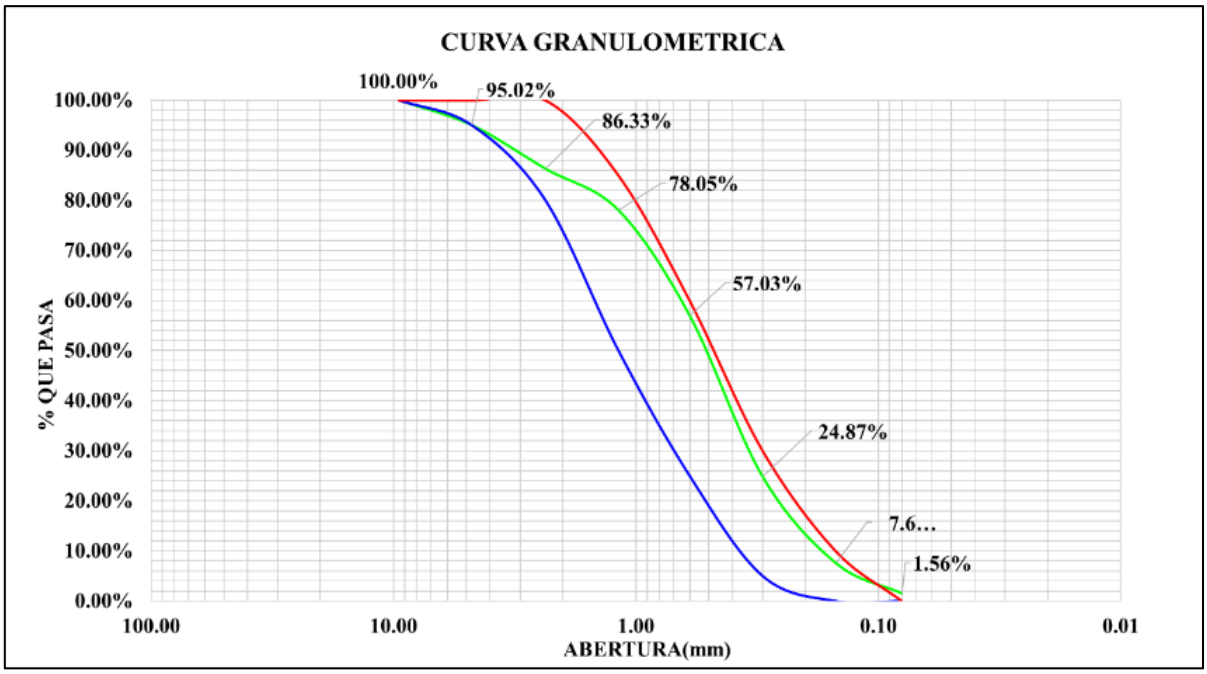
Fuente: Propia

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Figura 164

Curva granulométrica del Agregado Fino 30% Vicho - 70% Cunyac.



Fuente: Propia

c) Análisis de la Prueba

i. Agregado Fino de Vicho

La curva granulométrica del agregado fino de la cantera de Vicho se observa que se encuentra por debajo de los límites permitidos en la NTP 400.037, el módulo de finura es de 3.89 esto implica que se encuentra mayor presencia de material grueso, este módulo de finura está por encima de 3.1 indicado como máximo en la NTP 400.037.

ii. Agregado Fino de Cunyac

La curva granulométrica del agregado fino de la cantera de Vicho se observa que se encuentra por encima de los límites permitidos en la NTP 400.037, el módulo de finura es de 1.88 esto implica que se encuentra mayor presencia de material fino, este módulo de finura está por debajo de 2.3 indicado como mínimo en la NTP 400.037.

iii. Agregado Fino 30 % Vicho – 70% Cunyac

La curva granulométrica del agregado fino combinado de las canteras de Vicho con un 70% y Cunyac con otro 30%, se observa que se encuentra en los límites permitidos en la NTP 400.037, el módulo de finura es de 2.51 esto implica que se encuentra una adecuada gradación, este módulo de finura se encuentra dentro del rango de 2.3 y 3.1 indicados en la NTP 400.037.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

3.6.5.1.2. Análisis de granulometría del agregado grueso

a) Procesamiento o cálculos de la prueba

Teniendo como datos los pesos retenidos en cada tamiz, se procede a calcular el promedio de peso retenido.

$$Promedio\ de\ peso\ retenido = \frac{\Sigma(Peso\ Retenido)}{\#\ Muestas}$$

Para el cálculo del porcentaje retenido en una malla se utilizó la siguiente fórmula:

$$\%\ Retenido = \frac{Peso\ Retenido}{Peso\ total}$$

El porcentaje retenido acumulado se calculó con la siguiente expresión:

$$\%\ Retenido\ Acumulado = \%\ Retenido + \%\ Retenido\ Anterior$$

El porcentaje que pasa se calcula mediante la fórmula:

$$\%\ Pasa = 100 - \%\ Retenido\ acumulado$$

Según la NTP 400.037 se tomaron los límites del porcentaje que pasa.

El tamaño máximo es el diámetro de la malla por la que pasa todo el material del agregado grueso. El tamaño máximo nominal es el diámetro de la primera malla por la que se retiene el agregado grueso.

Para los limites granulométricos usamos la tabla 124, se utilizó el huso 6, ya que el tamaño máximo nominal del agregado de estudio se encontraba entre los tamaños de ¾" a 3/8" .

Tabla 124

Límites máximos y mínimos de la gradación utilizada para agregado grueso.

HUSO	TAMAÑO MAXIMO MONIMAL	PORCENTAJE QUE PASA POR LOS TAMICES NORMALIZADOS												
		100 mm (4 in.)	90 mm (3 ½ in.)	75 mm (3 in.)	63 mm (2 1/2 in.)	50 mm (2 in.)	37.5 mm (1 ½ in.)	25 mm (1 in.)	19 mm (3/4 in.)	12.5 mm (1/2 in.)	9.5 mm (3/8 in.)	4.75 mm (N° 4)	2.36 mm (N° 8)	1.18 mm (N° 16)	300 µm (N° 50)
1	90 mm a 37.5 mm (3 1/2 a 1 ½ in.)	100	90 a 100	-	25 a 60	-	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-	-	-
2	63 mm a 37.5 mm (2 1/2 a 1 1/2 in.)	-	-	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-	-	-
3	50 mm a 25 mm (2 a 1 in.)	-	-	-	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-	-
357	50 mm a 4.75 mm (2 in. a N° 4)	-	-	-	100	95 a 100	-	35 a 70	-	10 a 30	-	0 a 5	-	-	-
4	37.5 mm a 9 mm (1 1/2 a 3/4 in.)	-	-	-	-	100	95 a 100	20 a 55	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-
467	37.5 mm a 4.75 mm (1 1/2 in. a N° 4)	-	-	-	-	100	95 a 100	-	35 a 70	-	10 a 30	0 a 5	-	-	-
5	25 mm a 12.5 mm (1 a 1/2 in.)	-	-	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	-	-	-	-
56	25 mm a 9.5 mm (1 a 3/8 in.)	-	-	-	-	-	100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5	-	-	-
57	25 mm a 4.75 mm (1 in. a N° 4)	-	-	-	-	-	100	95 a 100	-	25 a 60	-	0 a 10	0 a 5	-	-
6	19 mm a 9.5 mm (3/4 a 3/8 in.)	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5	-	-	-
67	19 mm a 4.75 mm (3/4 in. a N° 4)	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	-	20 a 55	0 a 10	0 a 5	-	-
7	12.5 mm a 4.75 mm (1/2 in. a N° 4)	-	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	-	-
8	9.5 mm a 2.56 mm (3/8 in. a N° 8)	-	-	-	-	-	-	-	-	100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5	-
89	9.5 mm a 1.18 mm (3/8 in. a N° 16)	-	-	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	5 a 30	0 a 10	0 a 5
9	4.75 mm a 1.18 mm (N° 4 a N° 16)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100	85 a 100	10 a 40	0 a 10	0 a 5

Fuente: NTP 400.037

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

b) Diagramas, Tablas

Tabla 125

Análisis de datos de la granulometría de agregado grueso de vicho.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: **"RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."**
TESISTAS: BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS
LUGAR: INGEOMAT - LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES
CANTERA: CUNYAC
FECHA: 29/10/2020

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS NTP 400.012 -ASTM C136/ AGREGADO GRUESO

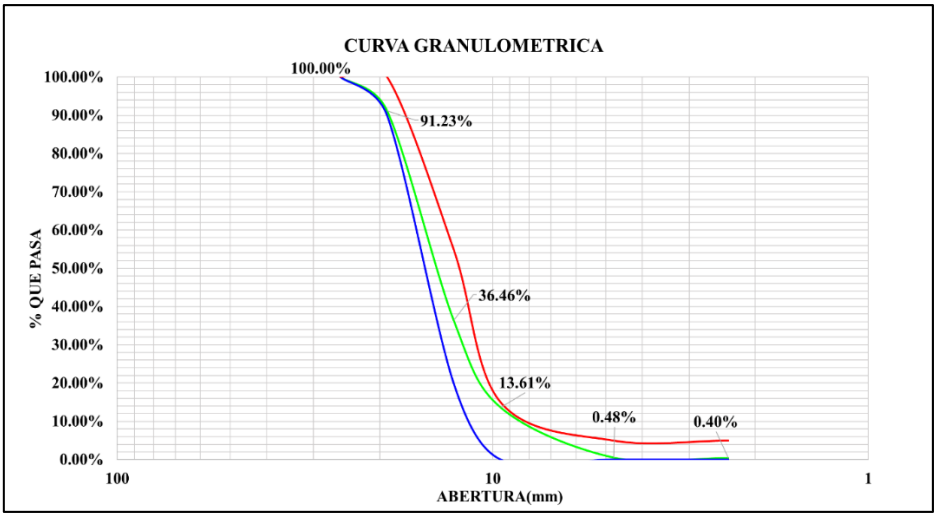
PESO INICIAL 5001.600 5001.100 5002.200 5001.633

TAMIZ Nº	DIAM. (mm)	PESO RETENIDO M1 (gr.)	PESO RETENIDO M2 (gr.)	PESO RETENIDO M3 (gr.)	PROMEDIO DE PESO RETENIDO (gr.)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	LÍMITE INFERIOR	% QUE PASA	LÍMITE SUPERIOR
1"	25.4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	100.00%
3/4"	19.1	442.74	436.69	437.22	438.88	8.77%	8.77%	90.00%	91.23%	100.00%
1/2"	12.7	2731.55	2741.48	2743.87	2738.97	54.76%	63.54%	20.00%	36.46%	55.00%
3/8"	9.52	1141.47	1146.88	1141.25	1143.20	22.86%	86.39%	0.00%	13.61%	15.00%
#4	4.76	663.69	649.33	656.17	656.40	13.12%	99.52%	0.00%	0.48%	5.00%
8	2.36	4.29	4.13	4.84	4.42	0.09%	99.60%	0.00%	0.40%	5.00%
FONDO		15.88	21.20	17.27	18.12	0.36%	99.97%			
TOTAL		4999.62	4999.71	5000.62	4999.98	100%				
DIFERENCIA DE PESO		1.98	1.39	1.58	1.65					
ERROR DEL ENSAYO		0.040%	0.028%	0.032%	0.033%					

Fuente; Propia

Figura 165

Curva granulométrica del agregado grueso de la cantera de vicho.



Fuente: Propia

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

c) Análisis de la Prueba

Según la curva granulométrica del agregado grueso analizado, se aprecia que está dentro de los límites establecidos de la NTP 400.037. y es apto para la elaboración del concreto.

El tamaño máximo del agregado grueso es de 1" de diámetro y el tamaño máximo nominal es de ¾".

3.6.5.2. Análisis de propiedades del agregado Fino

3.6.5.2.1. Análisis del Peso Específico y Absorción del Agregado Fino Combinado

a) Procesamiento o cálculos de la prueba

Se calcula el peso específico de la masa.

$$Pem = \frac{A}{B + S - C}$$

Peso específico de la masa saturada con superficie seca.

$$PeSSS = \frac{S}{B + S - C}$$

Se calcula el peso específico aparente.

$$Pea = \frac{A}{B + A - C}$$

Porcentaje de absorción.

$$Ab = \frac{S - A}{A} \times 100$$

Donde:

A = Peso de la masa seca al horno, gr.

B = Peso del picnómetro llenado de agua hasta la marca de calibración, gr.

C = Peso del picnómetro lleno de la muestra y el agua hasta la marca de calibración, gr.

S= Peso de la muestra saturada y superficialmente seca, gr.

b) Diagramas, Tablas

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tabla 126

Datos del peso específico y absorción del agregado fino combinado.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: **"RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."**
TESISTAS: BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS
LUGAR: INGEOMAT - LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES
FECHA: 26/10/2020

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO NTP 400.022-ASTMC-128

	DESCRIPCIÓN	M1	M2	M3	PROMEDIO	UNIDAD
A	PESO DE LA MUESTRA SECA AL HORNO	488.900	493.000	491.700		gr.
B	PESO DEL PICNÓMETRO LLENADO DE AGUA HASTA LA MARCA DE CALIBRACIÓN	666.300	666.300	666.300		gr.
C	PESO DEL PICNÓMETRO LLENO DE LA MUESTRA Y EL AGUA HASTA LA MARCA DE CALIBRACIÓN	980.100	980.200	980.500		gr.
S	PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA	500.000	500.000	500.000		gr.
PESO ESPECÍFICO DE LA MASA (Pem) =A/(B+S-C)		2.626	2.649	2.646	2.640	gr/cm3
PESO ESPECÍFICO DE LA MASA SATURADA CON SUPERFICIE SECA (PeSSS) = S/(B+S-C)		2.685	2.687	2.691	2.688	gr/cm3
PESO ESPECIFICO APARENTE (Pea) =A/(B+A-C)		2.792	2.753	2.770	2.772	gr/cm3
ABSORCIÓN = ((S-A/A)X100)		2.270	1.420	1.688	1.793	%

Fuente: Propia

c) Análisis de la Prueba

Los datos obtenidos del agregado fino combinado el peso específico de la masa es de 2.529 gr/cm3 y el porcentaje de absorción es de 2.11%.

Los datos obtenidos del peso específico de la masa del agregado fino combinado son de 2.64 gr/cm3, este dato se encuentra dentro de los parámetros establecidos por la norma ASTM, estos parámetros son de 2500 a 2750 kg/m3, por lo que es óptimo para el diseño de mezclas.

El porcentaje de absorción resulto 1.79%.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

3.6.5.2.2. Análisis del Peso Unitario del Agregado Fino Combinado

a) Procesamiento o cálculos de la prueba

Para determinar el volumen del molde se utilizó la siguiente formula:

$$Volumen\ del\ molde = \pi \times \frac{Diametro^2}{4} \times Altura$$

Para determinar el peso unitario suelto y compactado se utilizó la siguiente formula:

$$Peso\ Unitario\ \left(\frac{kg}{m3}\right) = \frac{Peso\ de\ la\ muestra}{Volumen\ del\ Recipiente}$$

Para determinar el Peso unitario promedio se utilizó la siguiente formula:

$$Promedio\ de\ Peso\ Unitario\ \left(\frac{kg}{m3}\right) = \frac{\Sigma\ (Peso\ Unitario)}{\#\ de\ Muestras}$$

b) Diagramas, Tablas

Tabla 127

Análisis de datos del peso unitario del agregado fino combinado.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: **"RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."**
TESISTAS: BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS
LUGAR: INGEOMAT - LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES
FECHA: 24/10/2020

PESO UNITARIO NTP 400.017 / AGREGADO FINO

	ENVASE				PROMEDIO
DIÁMETRO (m.)	0.1010	0.1010	0.1010		0.1010
ALTURA (m.)	0.1670	0.1670	0.1670		0.1670
VOLUMEN m3					0.0013

DESCRIPCIÓN	SUELTO			COMPACTO		
	M1	M2	M3	M1	M2	M3
PESO DEL MOLDE (kg.)	5.269	5.269	5.269	5.269	5.269	5.269
PESO DEL MOLDE + AGREGADO (kg.	7.389	7.383	7.357	7.578	7.598	7.588
PESO DEL AGREGADO SECO (kg.)	2.120	2.114	2.088	2.309	2.329	2.319
VOLUMEN DEL MOLDE (kg.)	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
PESO UNITARIO (kg./m3)	1584.629	1580.145	1560.713	1725.887	1740.835	1733.361
PROMEDIO PESO UNITARIO (kg./m3)		1575.162			1733.361	

Fuente: Propia

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

c) Análisis de la Prueba

El peso unitario suelto promedio obtenido es de 1575.16 kg/m3, y el peso unitario suelto compactado promedio es de 1733.36 kg/m3.

3.6.5.2.3. Análisis del contenido de humedad del agregado Fino Combinado

a) Procesamiento o cálculos de la prueba

Para poder determinar el contenido de humedad del agregado fino combinado se utilizó la siguiente formula:

$$Contenido\ de\ humedad\ (\%) = \frac{(W - D)}{D} \times 100$$

Donde:

W = Peso de la muestra húmeda.

P = Peso de la muestra seca.

b) Diagramas, Tablas

Tabla 128

Análisis de datos de contenido de humedad de agregado fino combinado

UAC

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: **"RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."**
TESISTAS: BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS
LUGAR: INGEOMAT - LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES
FECHA: 28/10/2020

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO NTP 339.185 - ASTM D2216

	DESCRIPCIÓN	M1	M2	M3	UNIDAD
	PESO DE CAPSULA	146.2	159.7	153.9	gr.
	PESO CAPS + MATERIAL HÚMEDO	646.2	659.7	653.9	gr.
	PESO CAPS + MATERIAL SECO	622.02	635.33	629.14	gr.
W	PESO DEL SUELO HÚMEDO	500	500	500	gr.
D	PESO DEL SUELO SECO	475.82	475.63	475.24	gr.
P	CONTENIDO DE HUMEDAD PARCIAL	5.08%	5.12%	5.21%	%
	CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO		5.14%		%

Fuente: Propia

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

c) Análisis de la Prueba

El porcentaje de contenido de humedad obtenido en la muestra es de 5.14 %, este valor observado tendrá incidencia en la relación del agua cemento en nuestro diseño de mezcla, razón por la cual se tomará en cuenta conjuntamente con la absorción para efectuar las correcciones adecuadas en el cálculo de peso de agua final para el diseño de mezclas.

3.6.5.3. Análisis de propiedades del agregado grueso

3.6.5.3.1. Análisis del peso específico y absorción del agregado grueso

a) Procesamiento o cálculos de la prueba

Para el cálculo del peso específico de la masa y absorción del agregado grueso se utilizarán las siguientes formulas.

Para el cálculo del peso específico de la masa saturada y con superficie seca y absorción del agregado grueso se utilizarán las siguientes formulas .

Peso específico de la masa:

$$Peso\ especifico\ de\ la\ masa\ \ (Pem) = \frac{A}{(B - C)}$$

Peso específico de la masa saturada con superficie seca:

$$Peso\ especifico\ de\ la\ masa\ saturada\ con\ superficie\ seca\ (PeSSS) = \frac{B}{(B - C)}$$

Peso específico aparente:

$$Peso\ especifico\ aparente\ (Pea) = \frac{A}{(A - C)}$$

Absorción:

$$Absorción\ \% = \frac{100\ \times (B - C)}{A}$$

Donde:

A = Peso de la muestra seca al aire, (gr.).

B = Peso de la muestra saturada superficialmente seca en el aire (gr.).

C = Peso en el gua de la muestra saturada (gr.).

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

b) Diagramas, Tablas

Tabla 129

Datos del peso específico y absorción del agregado grueso.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: **"RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."**
TESISTAS: BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS
LUGAR: INGEOMAT - LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES
FECHA: 2/11/2020

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO NTP 400.021-ASTMC-128

	DESCRIPCIÓN	M1	M2	M3	PROMEDIO	UNIDAD
A	PESO DE LA MUESTRA SECA EN EL AIRE	2999.730	3001.320	2998.820		gr.
B	PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA EN EL AIRE	3062.930	3065.020	3061.910		gr.
C	PESO EN EL AGUA DE LA MUESTRA SATURADA	1879.680	1876.734	1874.620		gr.
PESO ESPECÍFICO DE LA MASA (Pem)=A/(B-C)		2.535	2.526	2.526	2.529	gr/cm3
PESO ESPECÍFICO DE LA MASA SATURADA CON SUPERFICIE SECA (PeSSS) = B/(B-C)		2.589	2.579	2.579	2.582	gr/cm3
PESO ESPECÍFICO APARENTE (Pea) =A/(A-C)		2.678	2.669	2.668	2.672	gr/cm3
ABSORCIÓN = ((B-A/A)X100)		2.107	2.122	2.104	2.111	%

Fuente: Propia

c) Análisis de la Prueba

Los datos obtenidos del agregado grueso, su porcentaje de absorción es de 2.11 % y del peso específico de la masa es de 2.53gr/m3, este valor está dentro de los parámetros establecidos por la norma ASTM C128, su valor para agregados normales oscila entre 2500 y 2750 kg/cm3, por lo que es óptimo para el diseño de mezclas.

3.6.5.3.2. Análisis del peso unitario del agregado grueso

a) Procesamiento o cálculos de la prueba

Para determinar el volumen del molde se utilizó la siguiente formula:

$$Volumen\ del\ molde = \pi \times \frac{Diametro^2}{4} \times Altura$$

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Para determinar el peso unitario suelto y compactado se utilizó la siguiente formula:

$$Peso\ Unitario\ \left(\frac{kg}{m3}\right) = \frac{Peso\ de\ la\ muestra}{Volumen\ del\ Recipiente}$$

Para determinar el Peso unitario promedio se utilizó la siguiente formula:

$$Promedio\ de\ Peso\ Unitario\ \left(\frac{kg}{m3}\right) = \frac{\Sigma\ (Peso\ Unitario)}{\#\ de\ Muestras}$$

b) Diagramas, Tablas

Tabla 130

Análisis de datos del peso unitario del agregado grueso.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: **"RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."**
TESISTAS: BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS
LUGAR: INGEOMAT - LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES
FECHA: 31/10/2020

PESO UNITARIO NTP 400.017 / AGREGADO GRUESO

	ENVASE				PROMEDIO
DIÁMETRO (m.)	0.1520	0.1520	0.1520		0.1520
ALTURA (m.)	0.2300	0.2300	0.2300		0.2300
VOLUMEN m3					0.0042

DESCRIPCIÓN	SUELTO			COMPACTO		
	M1	M2	M3	M1	M2	M3
PESO DEL MOLDE (kg.)	8.2250	8.2250	8.2250	8.2250	8.2250	8.2250
PESO DEL MOLDE + AGREGADO (kg.	14.0690	14.0920	13.9960	14.7180	14.6530	14.7160
PESO DEL AGREGADO SECO (kg.)	5.8440	5.8670	5.7710	6.4930	6.4280	6.4910
VOLUMEN DEL MOLDE (kg.)	0.0042	0.0042	0.0042	0.0042	0.0042	0.0042
PESO UNITARIO (kg./m3)	1400.2491	1405.7600	1382.7580	1555.7525	1540.1782	1555.2733
PROMEDIO PESO UNITARIO (kg./m3)	1396.2557			1550.4013		

Fuente: Propia

c) Análisis de la Prueba

El Peso Unitario suelto promedio del agregado grueso obtenido es de 1396.26 kg/m3, mientras que el peso unitario suelto compactado promedio es de 1550.40kg/m3.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

3.6.5.3.3. Análisis del contenido de humedad del agregado Grueso

a) Procesamiento o cálculos de la prueba

$$Contenido\ de\ humedad\ (\%) = \frac{(W - D) \times 100}{D}$$

Donde:

W = Peso de la muestra húmeda.

P = Peso de la muestra seca.

b) Diagramas, Tablas

Tabla 131

Análisis de datos de contenido de humedad de agregado grueso.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: **"RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."**
TESISTAS: BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS
LUGAR: INGEOMAT - LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES
FECHA: 4/11/2020

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO NTP 339.185 - ASTM D2216

	DESCRIPCIÓN	M1	M2	M3	UNIDAD
	PESO DE CAPSULA	544.7	555.4	532.9	gr.
	PESO CAPS + MATERIAL HÚMEDO	3544.7	3555.4	3532.9	gr.
	PESO CAPS + MATERIAL SECO	3455.22	3466.43	3443.19	gr.
W	PESO DEL SUELO HÚMEDO	3000	3000	3000	gr.
D	PESO DEL SUELO SECO	2910.52	2911.03	2910.29	gr.
P	CONTENIDO DE HUMEDAD PARCIAL	3.07%	3.06%	3.08%	%
	CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO		3.07%		%

Fuente: Elaboración propio.

c) Análisis de la Prueba

El porcentaje de contenido de humedad obtenido en la muestra es de 3.07 %, este valor observado tendrá incidencia en la relación del agua cemento en nuestro diseño de mezcla, razón por la cual se tomará en cuenta conjuntamente con la absorción para efectuar las correcciones adecuadas en el cálculo de peso de agua final para el diseño de mezclas.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

3.6.5.4. Procesamiento del Diseño de Mezcla - Método ACI 211

a) Procesamiento o cálculos de la prueba

PASO 1.- MATERIALES:

Cemento:

• Tipo de cemento	Yura Tipo IP
• Peso Específico =	2.85

Agua:

• Potable, de la red de servicio pública del Cusco	
• Peso Específico =	1000 kg/m3

Agregado Fino:

• Peso Unitario Compacto	1733 kg/m3
• Peso Específico de la masa	2640 kg/m3
• Modulo de Fineza	2.51
• Absorción	1.79%
• Contenido de Humedad	5.14%

Agregado Grueso:

• Tamaño Máximo Nominal	3/4 "
• Peso Unitario Compacto	1550 kg/m3
• Peso Unitario Suelto	1396 kg/m3
• Peso Específico de la masa	2529 kg/m3
• Absorción	2.11%
• Contenido de Humedad	3.07%

PASO 2.- SELECCIÓN DE LA RESISTENCIA PROMEDIO

MÉTODO 3: Cuando no se cuente con un registro de resultados de ensayos que posibilite el cálculo de desviación estándar de acuerdo a lo indicado, la resistencia promedio requerida deberá ser determinada empleando los valores de la tabla.

Tabla 132

Cálculo de la resistencia requerida.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO.	
f´cr (kg / cm2)	f´c (kg / cm2)
f´c +70	Menor de 210
f´c + 85	210 a 350
f´c + 98	Mayor de 350

FUENTE: Diseño de mezcla (ACI 211.1-91, 1991)

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

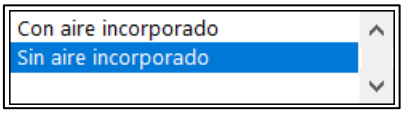
Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Esta tabla nos indica que para una resistencia de 210 kg/cm2 deberíamos incrementar 85 a la resistencia de diseño como factor de seguridad, por lo que, la resistencia con que se trabajará será de 295 kg/cm2.

$$f´cr= 210+85=295 \text{ kgf/cm2}$$

PASO 3.- SELECCIÓN DE ADITIVOS CONTROLADORES DE AIRE

Se va a diseñar un concreto sin aditivos incorporadores de aire.



PASO 4.- SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO

Para la determinación del slump consideramos dos criterios:

Slump para diversos tipos de estructuras, como el concreto que diseñamos será aplicado para estructuras de vigas, entonces la elección del slump será según la tabla 133.

Tabla 133

Asentamientos por tipo de estructura.

TABLA 1: SLUMP PARA DIVERSOS TIPOS DE ESTRUCTURAS		
TIPO DE ESTRUCTURA	SLUMP MÁXIMO	SLUMP MÍNIMO
Zapatas y Muros de Cimentación Reforzados	3 "	1 "
Cimentación Simples y Calzaduras	3 "	1 "
Vigas y Muros Armados	4 "	1 "
Columnas	4 "	2 "
Losas y Pavimentos	3 "	1 "
Concreto Ciclópeo	2 "	1 "

Fuente: Diseño de mezcla (ACI 211.1-91, 1991)

Entonces el slumps recomendado es de 3” - 1” para estructuras de vigas

El Slump según la consistencia del concreto, requerimos que el concreto cuente con una consistencia plástica, entonces para determina el slump reviremos la tabla 134.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tabla 134

Consistencia del concreto.

CONSISTENCIA REQUERIDA DEL CONCRETO.		
CONSISTENCIA	ASENTAMIENTO	
Seca	0 "	2 "
Plástica	3 "	4 "
Fluida	>=5 "	

Fuente: Diseño de mezcla (ACI 211.1-91, 1991)

Entonces el slump recomendado es de 3”- 4”, entonces el slump de diseño será de 3”.

PASO 5.- SELECCIÓN DEL VOLUMEN UNITARIO DEL AGUA

Para determinar el requerimiento aproximado de agua de mezclado en el concreto debemos revisar la siguiente tabla.

Tabla 135

Volumen unitario de agua.

SLUMP	TAMAÑO MÁXIMO DE AGREGADO							
	3/8 "	1/2 "	3/4 "	1 "	1 1/2 "	2 "	3 "	4 "
Concreto sin aire incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	---
Concreto con aire oncorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	---

T.Máximo	3/8 "	1/2 "	3/4 "	1 "	1 1/2 "	2 "	3 "	4 "
Sin Aire	228	216	205	193	181	169	145	124
Con Aire	202	193	184	175	165	157	133	119

Fuente: Diseño de mezcla (ACI 211.1-91, 1991)

De acuerdo con esta tabla, se determina que el volumen unitario de agua, o agua de diseño necesario para elaborar una mezcla de concreto con un asentamiento de 3” a 4”, en una mezcla con aire incorporado, cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de 3/4” por lo tanto el volumen unitario es de 205 lt/m3.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

PASO 5.- SELECCIÓN DE LA RELACIÓN AGUA/CEMENTO POR RESISTENCIA

Tabla 136

Relación agua cemento vs resistencia del concreto.

f'c a 28 días (kg/cm2)	RELACIÓN AGUA/CEMENTO EN PESO	
	CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO	CONCRETO CON AIRE INCORPORADO
450	0.38	---
400	0.42	---
350	0.47	0.39
300	0.54	0.45
250	0.61	0.52
200	0.69	0.6
150	0.79	0.7

Fuente: Diseño de mezcla (ACI 211.1-91, 1991)

Para la relación agua cemento se necesita como dato la resistencia promedio que está en el rango de 250 y 300 kg/cm2 lo cual se realizara una interpolación.

300	→	0.54
295	→	A/C
250	→	0.61
A/C	=	0.547

El factor cemento estará dado por el cociente de volumen unitario de agua sobre la relación agua cemento.

$$FC = \frac{Vua}{Relación\ A/C}$$

Donde:

FC: Factor cemento.

Vua: Volumen unitario del agua (kg/m3).

Relación A/C: relación agua – cemento .

Entonces:

$$FC = \frac{205}{0.547} = 374.77\frac{kg}{m3}$$

El volumen de cemento absoluto será calculado:

$$Vc = \frac{FC}{Pec}$$

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Donde:

Vc: Volumen del cemento (m3).

Fc: Factor cemento(kg/m3).

Pec: Peso específico del concreto (kg/m3).

$$VC = \frac{374.77}{2850} = 0.1314\ m^3$$

PASO 6.- CÁLCULO DEL VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO GRUESO

Para el contenido de agregado grueso, se necesita el tamaño máximo nominal y el módulo de fineza del agregado fino se deberá verificar en la tabla 137.

Tamaño máximo nominal del agregado grueso = 1”

Módulo de fineza del agregado fino=2.51

Tabla 137

Volumen del agregado grueso compactado

VOLUMEN DE A°G° COMPACTADO EN SECO				
TAMAÑO MÁXIMO DE AGREGADO	MÓDULO DE FINEZA DE LA ARENA			
	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8 "	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2 "	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4 "	0.66	0.64	0.62	0.60
1 "	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2 "	0.75	0.73	0.71	0.69
2 "	0.78	0.76	0.74	0.72
3 "	0.82	0.79	0.78	0.75
4 "	0.87	0.85	0.83	0.81

Fuente: Diseño de mezcla (ACI 211.1-91, 1991)

Con el módulo de fineza del agregado fino de 2.51 y un tamaño nominal del agregado grueso de 1” interpolamos:

2.6	→	0.64
2.51	→	A/C
2.4	→	0.66
A/C	=	0.6490

Volumen del agregado grueso compactado seco: 0.649 m3.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Se calculó el volumen absoluto de Agregado Grueso:

$$Voluemn\ de\ agregado\ grueso = \frac{Volumen\ A°G°\ Compactado\ \times Peso\ unitario\ Compactado}{Peso\ específico\ seco}$$

$$Volumen\ A°G° = \frac{0.649 \times 1550}{2529} = 0.398\ m^3$$

PASO 8.- SELECCIÓN DEL CONTENIDO DE AIRE

Para determinar el porcentaje de aire en volumen debemos revisar la tabla 138 teniendo en cuenta que nuestro diseño es sin aire incorporado y tiene tamaño máximo de agregado grueso de ¾".

Tabla 138

Porcentaje de aire atrapado en el concreto.

Concreto sin aire incorporado								
T. Máximo de A°G° (")	3/8 "	1/2 "	3/4 "	1 "	1 1/2 "	2 "	3 "	4 "
Aire atrapado (%)	3.00	2.50	2.00	1.50	1.00	0.50	0.30	0.20
Concreto con aire incorporado								
T. Máximo de A°G° (")	3/8 "	1/2 "	3/4 "	1 "	1 1/2 "	2 "	3 "	4 "
Grado de Exposición								
Normal	4.50	4.00	3.50	3.00	2.50	2.00	1.50	1.00
Moderada	8.00	5.50	5.00	4.50	4.50	4.00	3.50	3.00
Extrema	7.50	7.00	6.00	6.00	5.50	5.00	4.50	4.00

Fuente: Diseño de mezcla (ACI 211.1-91, 1991)

Contenido de aire atrapado es 2.00 % = 0.02 m3.

PASO 9.- CALCULO VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO FINO.

El volumen absoluto de agregado fino será igual a la diferencia entre la unidad y la suma de los volúmenes absolutos conocidos.

Tabla 139

Volúmenes calculados.

VOLUMEN DE AGUA	0.205 m3
VOLUMEN DE CEMENTO	0.131 m3
VOLUMEN DEL AGREGADO GRUESO	0.398 m3
VOLUMEN DEL AIRE	0.020 m3
TOTAL:	0.754 m3

Fuente: Propia

Volumen absoluto Agregado Fino = 1m3 - 0.754 m3 = 0.246.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

PASO 10.- CALCULO DE VOLUMENES ABSOLUTOS

El peso de los materiales será igual a su volumen absoluto, multiplicado por su peso sólido (peso específico).

Tabla 140

Pesos de los materiales.

ELEMENTO	VOLUMEN ABSOLUTO	PESO ESPECIFICO	PESO
AGUA	0.21 m3	1000.00 kg/m3	205.00 kg.
CEMENTO	0.13 m3	2850.00 kg/m3	374.77 kg.
AGREGADO GRUESO(SECO)	0.40 m3	2528.90 kg/m3	1006.17 kg.
AGREGADO FINO(SECO)	0.25 m3	2640.39 kg/m3	648.56 kg.
AIRE	0.02 m3	0.00 kg/m3	0.00 kg.
TOTALES	1.00 m3		2234.51 kg.

Fuente: Propia

PASO 10.- CALCULO DE PESO DE AGUA FINAL

El peso final de agua será aquel que se descontará la cantidad de agua contribuida por los agregados (piedra y arena).

$$Peso\ húmedo\ del\ agregado = Peso\ seco\ del\ agregado\ \times \left(1 + \frac{\%\ Humedad}{100}\right)$$

$$Balance\ de\ agua = \left(\frac{\%\ Humedad}{100} - \frac{\%\ Absorción}{100}\right)$$

$$Contribución\ de\ agua\ (kg) = (Peso\ corregido, kg - Balance\ de\ agua, \%)$$

Tabla 141

Corrección de humedad y absorción.

	HUMEDAD	ABSORCIÓN	PESARÁ	BALANCE DE AGUA	CONTRIBUCIÓN DE AGUA
AGREGADO GRUESO HÚMEDO	3.07%	2.11%	1037.07 kg.	0.96%	9.96 kg.
AGREGADO FINO HÚMEDO	5.14%	1.79%	681.89 kg.	3.35%	22.81 kg.

Fuente: Propia

Contribución de humedad de agregados = 9.96 + 22.81 = 33.77 kg.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Agua efectiva = 0.205 kg – 33.77 kg = 172.23 kg.

PASO 11.- VALORES DE DISEÑO FINAL EN PESO Y VOLUMEN

El diseño final para un 1 m3 de concreto es:

Tabla 142

Proporción final en peso y volumen.

DISEÑO FINAL PARA:	1.00 m3					
ELEMENTO	**PESO**	**VOLUMEN**	**DOSIFICACIÓN (PESO)**	**DOSIFICACIÓN (VOLUMEN)**	**% (PESO)**	**% (VOLUMEN)**
AGUA	0.172 Tn.	0.172 m3	1.3 k	0.5 k	7.60%	13.99%
CEMENTO	0.375 Tn.	0.131 m3	1.0 k	1.0 k	16.54%	10.68%
AGREGADO GRUESO	1.037 Tn.	0.669 m3	5.1 k	2.8 k	45.77%	54.34%
AGREGADO FINO	0.682 Tn.	0.258 m3	2.0 k	1.8 k	30.09%	20.98%
TOTAL	2.266 Tn.	1.231 m3			100.00%	100.00%

Fuente: Propia

PASO 12.- PROPORCIÓN PARA 1 BOLSA DE CEMENTO

Para conocer la cantidad de materiales que se necesitan en una tanda de una bolsa, es necesario multiplicar la proporción en peso ya corregida por humedad del agregado por la de una bolsa de cemento.

Tabla 143

Dosificación del concreto para una bolsa de cemento.

DISEÑO FINAL PARA 1 BOLSA DE CEMENTO		
ELEMENTO	**PESO**	**DOSIFICACIÓN**
AGUA	19.5313 kg.	0.5 k
CEMENTO	42.5000 kg.	1.0 k
AGREGADO GRUESO	117.6065 kg.	2.8 k
AGREGADO FINO	77.3279 kg.	1.8 k
TOTAL	256.9656 kg.	

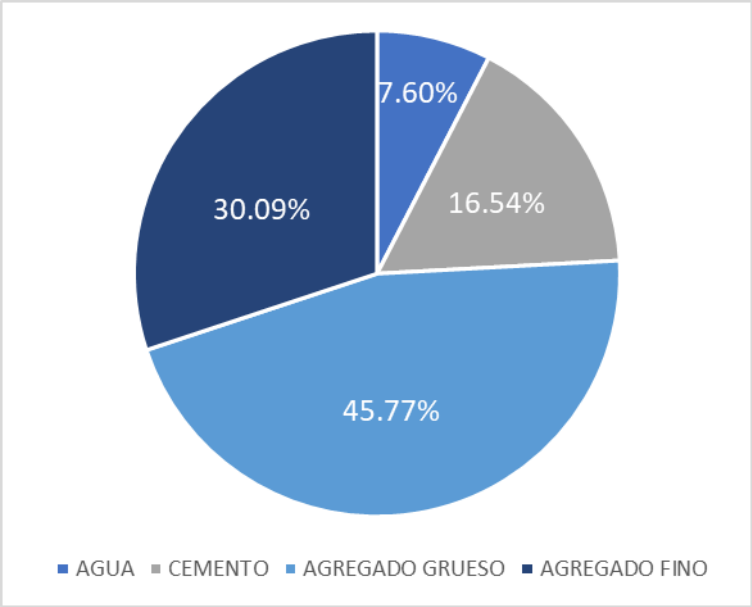
Fuente: Propia

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Figura 166

La dosificación del concreto para una bolsa de cemento.



Fuente: Propia

3.6.6. Análisis de la resistencia a la degradación por abrasión e impacto en la máquina de los ángeles. (NTP 400.019)

a) Procesamiento o cálculos de la prueba

Para obtener los datos de resistencia a la degradación por abrasión e impacto en la máquina de los ángeles se utilizaron las siguientes formulas.

$$Porcentaje\ de\ desgaste = \frac{(Pa - Pb)}{Pa} \times 100$$

Donde:

Pa: Masa original de la muestra (gr.).

Pb: Masa seca de la muestra retenida (gr.).

b) Diagramas, Tablas

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tabla 144

Análisis de datos del ensayo de resistencia a la degradación por abrasión e impacto en la máquina de los ángeles.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: **"RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."**
TESISTAS: BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS
LUGAR: INGEOMAT - LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES
FECHA: 29/10/2020

RESISTENCIA A LA DEGRADACIÓN POR ABRASIÓN E IMPACTO EN LA MÁQUINA DE LOS ÁNGELES NTP 400.019

DESCRIPCIÓN	M1	UNIDAD
MASA ORIGINAL DE LA MUESTRA ENSAYADA	5000	gr,
MASA FINAL DE LA MUESTRA ENSAYADA	3829	gr,
ABRASIÓN (MÉTODO DE LOS ÁNGELES)	23.42	%

Fuente: Propia

c) Análisis de la Prueba

El porcentaje de desgaste fue de 23.42%, siendo optimo porque se encuentra por debajo del 50 % como se indica en la (NTP 400.037, 2014)., este agregado grueso es óptimo para ser utilizado para el diseño de mezcla.

3.6.7. Resistencia a la compresión (ASTM C39) (NTP 339.034)

a) Procesamiento o cálculos de la prueba

Se calcula en función a la máxima fuerza soportada por la briqueta hasta alcanzar la rotura o fractura de esta dividida entre el promedio de las áreas superior e inferior que harán de contacto entre la máquina que transmite la fuerza y la briqueta que la soporta, representado en formula de la siguiente manera:

$$Resistencia\ a\ la\ compresión\ F´c(\frac{kg}{cm^2}) = \frac{Fuerza\ (Kgf)}{\frac{\pi * Diametro^2}{4}}$$

Donde:

F´c=Resistencia a la compresión. $(\frac{kg}{cm^2})$.

F=fuerza o carga máxima soportada por la briqueta(Kgf).

A=Promedio de las áreas superior e inferior de la briqueta. (cm^2)

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

b) Diagramas, Tablas

Tabla 145

Análisis de los resultados a compresión de las briquetas a los 7 días.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."

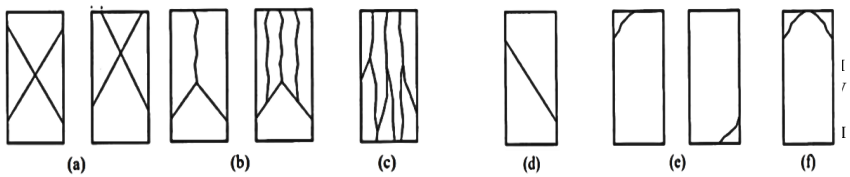
TESISTAS: BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS

LUGAR:

CANTERA:

FECHA:

ENSAYO DE COMPRESIÓN DE PROBETAS CILINDRICAS DE CONCRETO



a. Conos bien formados en ambos extremos.
b. Cono bien formado en un extremo con grietas verticales.
c. Grietas columnares y conos mal formados.
d. Fractura diagonal, sin grietas.
e. Fracturas laterales en la parte superior o inferior.
f. Fracturas laterales en la parte superior.

N° DE BRIQUETA	CÓDIGO	FECHA		EDAD(Días)	TIPO DE FALLA	DIÁMETROS DE LA BRIQUETA				PROMEDIO DE DIÁMETROS(cm)	ÁREA DE LA SECCIÓN (cm)	MÁXIMA FUERZA APLICADA (kg-f)	RESISTENCIA (Kg/cm2)	PROMEDIO (Kg/cm2)
		ELABORACIÓN	ROTURA			D1 Sup (cm)	D2 Sup (cm)	D3 Inf (cm)	D4 Inf (cm)					
1	M-7-1	10/11/2020	17/11/2020	7	VI	15,1	15,0	15,2	15,1	15,1	179,08	26190	146,2	142,5
2	M-7-2	10/11/2020	17/11/2020	7	V	15,2	14,9	15,0	15,2	15,1	178,49	25620	143,5	
3	M-7-3	10/11/2020	17/11/2020	7	VI	15,1	15,1	15,0	15,0	15,1	177,89	22740	127,8	
4	M-7-4	10/11/2020	17/11/2020	7	V	15,3	15,2	15,1	15,0	15,2	180,27	26130	145,0	
5	M-7-5	10/11/2020	17/11/2020	7	V	14,9	15,0	15,2	15,3	15,1	179,08	26080	145,6	
6	M-7-6	10/11/2020	17/11/2020	7	VI	15,0	15,0	15,2	15,1	15,1	178,49	26160	146,6	

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco

Repositorio Digital

Tabla 146

Análisis de los resultados a compresión de las briquetas a los 14 días.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."

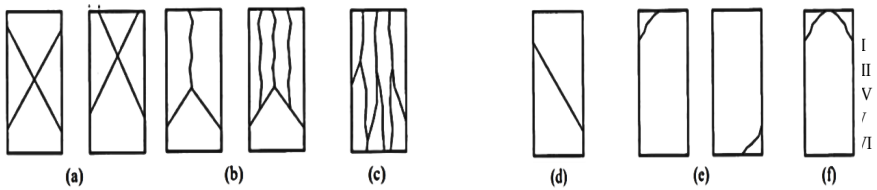
TESISTAS: BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS

LUGAR:

CANTERA:

FECHA:

ENSAYO DE COMPRESIÓN DE PROBETAS CILINDRICAS DE CONCRETO



a. Conos bien formados en ambos extremos.
b. Cono bien formado en un extremo con grietas verticales.
c. Grietas columnares y conos mal formados.
d. Fractura diagonal, sin grietas.
e. Fracturas laterales en la parte superior o inferior.
f. Fracturas laterales en la parte superior.

N° DE BRIQUETA	CÓDIGO	FECHA		EDAD	TIPO DE FALLA	DIÁMETROS DE LA BRIQUETA				PROMEDIO DE DIÁMETROS(cm)	ÁREA DE LA SECCIÓN (cm)	MÁXIMA FUERZA APLICADA (kg-f)	RESISTENCIA (Kg/cm2)	PROMEDIO (Kg/cm2)
		ELABORACIÓN	ROTURA	(Días)		D1 Sup (cm)	D2 Sup (cm)	D3 Inf (cm)	D4 Inf (cm)					
7	M-14-1	10/11/2020	24/11/2020	14	VI	15,2	15,1	15,1	15,0	15,1	179,08	28400	158,6	177,7
8	M-14-2	10/11/2020	24/11/2020	14	VI	15,0	15,2	15,2	14,9	15,1	178,49	32010	179,3	
9	M-14-3	10/11/2020	24/11/2020	14	V	15,0	15,0	15,1	15,1	15,1	177,89	32400	182,1	
10	M-14-4	10/11/2020	24/11/2020	14	V	15,1	15,0	15,3	15,2	15,2	180,27	32650	181,1	
11	M-14-5	10/11/2020	24/11/2020	14	V	15,2	15,3	14,9	15,0	15,1	179,08	32580	181,9	
12	M-14-6	10/11/2020	24/11/2020	14	VI	15,2	15,1	15,0	15,0	15,1	178,49	32680	183,1	

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tabla 147

Análisis de los resultados a compresión de las briquetas a los 28 días.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."

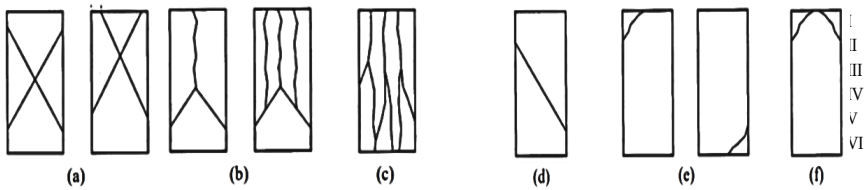
TESISTAS: BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS

LUGAR:

CANTERA:

FECHA:

ENSAYO DE COMPRESIÓN DE PROBETAS CILINDRICAS DE CONCRETO



a. Conos bien formados en ambos extremos.
b. Cono bien formado en un extremo con grietas verticales.
c. Grietas columnares y conos mal formados.
d. Fractura diagonal, sin grietas.
e. Fracturas laterales en la parte superior o inferior.
f. Fracturas laterales en la parte superior.

N° DE BRIQUETA	CÓDIGO	FECHA		EDAD	TIPO DE	DIÁMETROS DE LA BRIQUETA				PROMEDIO DE	ÁREA DE LA	MÁXIMA FUERZA	RESISTENCIA	PROMEDIO
		ELABORACIÓN	ROTURA	(Días)	FALLA	D1 Sup (cm)	D2 Sup (cm)	D3 Inf (cm)	D4 Inf (cm)	DIÁMETROS(cm)	SECCIÓN (cm)	APLICADA (kg-f)	(Kg/cm2)	(Kg/cm2)
13	M-28-1	10/11/2020	08/12/2020	28	VI	15,0	15,2	15,1	15,1	15,1	179,08	33250	185,7	203,6
14	M-28-2	10/11/2020	08/12/2020	28	V	14,9	15,0	15,2	15,2	15,1	178,49	37470	209,9	
15	M-28-3	10/11/2020	08/12/2020	28	V	15,1	15,0	15,0	15,1	15,1	177,89	33260	187,0	
16	M-28-4	10/11/2020	08/12/2020	28	VI	15,2	15,1	15,0	15,3	15,2	180,27	38220	212,0	
17	M-28-5	10/11/2020	08/12/2020	28	V	15,0	15,2	15,3	14,9	15,1	179,08	38140	213,0	
18	M-28-6	10/11/2020	08/12/2020	28	VI	15,0	15,2	15,1	15,0	15,1	178,49	38250	214,3	

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

c) Análisis de la Prueba

Se Determino que la resistencia promedio alcanzada por las briquetas a los 7 días fue de 142.5 kg/cm^2.

Se Determino que la resistencia promedio alcanzada por las briquetas a los 14 días fue de 177.7 kg/cm^2.

Se Determino que la resistencia promedio alcanzada por las briquetas a los 28 días fue de 203.6 kg/cm^2.

3.6.8. Diseño de prismas rectangulares.

a) Procesamiento o cálculos de la prueba

Se comienza calculando la altura del bloque rectangular de esfuerzos de compresión en el concreto, mediante la siguiente formula:

$$a = \frac{As * fy}{0.85 * f´c * b}$$

Donde:

a= Altura del bloque rectangular de esfuerzos de compresión en el concreto(cm).

As=Área de acero(cm^2).

Fy= Límite de fluencia del acero. ($\frac{kg}{cm^2}$).

F´c=Resistencia a la compresión. ($\frac{kg}{cm^2}$).

b=Longitud de la base o ancho de la vigueta(cm).

Se prosigue a calcular el momento nominal:

$$Mn = AS \times fy \times \left(d - \frac{a}{2}\right)$$

Donde:

Mn= Momento nominal de la vigueta(kg-cm) (Tn-m).

As=Área de acero(cm^2).

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Fy= Límite de fluencia del acero. ($\frac{kg}{cm^2}$)

d=Peralte efectivo(cm).

a= Altura del bloque rectangular de esfuerzos de compresión en el concreto(cm).

Continuamos con el cálculo del momento último de la vigueta:

$$Mu = \emptyset \times Mn$$

Donde:

Mu= Momento Último de la vigueta (Tn-m).

Mn= Momento Nominal de la vigueta(kg-cm) (Tn-m).

$\emptyset$= Fi

Ahora calcularemos la distancia del eje neutro a la fibra extrema en compresión, para calcular la cuantía balanceada, mediante las siguientes formulas:

$$Cb = 0.588 \times d$$

Donde:

Cb= Distancia del eje neutro a la fibra extrema en compresión(cm).

d= Peralte efectivo de la vigueta(cm).

$$\rho_{B=} \frac{0{,}85 * F'C * B1}{Fy} * \frac{cb}{d}$$

Donde:

ρb= Cuantía balanceada.

F´c=Resistencia a la compresión. ($\frac{kg}{cm^2}$)

B1=Valores para la distribución equivalente de Esfuerzos.

Fy= Límite de fluencia del acero. ($\frac{kg}{cm^2}$)

Cb= Distancia del eje neutro a la fibra extrema en compresión(cm).

d= Peralte efectivo de la vigueta(cm).

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Ahora procedemos a calcular nuestra cuantía y comprobar si se encuentra entre, cuantía mínima y cuantía máxima y que también calcularemos de la siguiente manera:

$$\rho = \frac{As}{b * d}$$

Donde:

ρ= Cuantía.

As= Área de acero (cm^2).

b= longitud de la base de la vigueta(cm).

d= Peralte efectivo de la vigueta(cm).

$$\rho Min == \frac{0.8 * \sqrt{f´c}}{Fy}$$

Donde:

ρMin= Cuantía mínima.

F´c=Resistencia a la compresión. $(\frac{kg}{cm^2})$

Fy= Límite de fluencia del acero. $(\frac{kg}{cm^2})$

$$\rho Max = 0.75 * \rho b$$

Donde:

ρMax= Cuantía máxima.

ρb= Cuantía balanceada.

$$\rho Min < \rho < \rho Max$$

Una vez comprobada la cuantía pasamos a verificar el tipo de falla del acero esta se verifica mediante la comparación entre el área de acero y el área de acero balanceada, para lo cual nosotros buscábamos una falla dúctil por lo cual el área de acero debería ser menor a la del acero balanceado, calculamos el área de acero balanceado mediante la siguiente formula:

$$Asb = Pb \times b \times d$$

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Donde:

Asb= Área de acero balanceada (cm^2)

b= Cuantía balanceada.

b= longitud de la base de la vigueta(cm).

d= Peralte efectivo de la vigueta(cm).

$$As < Asb$$

Una vez determinado el tipo de falla, procedemos a verificar si el área de acero que asignamos se encuentra entre el área de acero mínima y área de acero máxima, las cuales también calcularemos, comenzando por el área de acero mínima:

$$Asmin = \frac{14}{fy} \times b \times d$$

Donde:

Asmin= Área de acero mínima (cm^2)

Fy= Límite de fluencia del acero. ($\frac{kg}{cm^2}$)

b= Longitud de la base de la vigueta(cm).

d= Peralte efectivo de la vigueta(cm).

$$Asmin = \frac{0.80 \times \sqrt{f´c}}{fy} \times b \times d$$

Donde:

Asmin= Área de acero mínima (cm^2).

F´c=Resistencia a la compresión. ($\frac{kg}{cm^2}$)

Fy= Límite de fluencia del acero. ($\frac{kg}{cm^2}$)

b= Longitud de la base de la vigueta(cm).

d= Peralte efectivo de la vigueta(cm).

Entre estos dos se escoge el resultado mayor, continuamos con el área de acero máxima:

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

$$Asmax = 0{,}75 \times Pb \times Bw \times d$$

Donde:

Asmax= Área de acero máxima(cm^2)

ρb= Cuantía balanceada.

bw= Longitud de la base de la vigueta(cm).

d= Peralte efectivo de la vigueta(cm).

$$Asmin < As < Asmax$$

Continuamos verificando el tipo de falla del concreto la cual según nuestro diseño debería de fallar por flexión, para lo cual necesitamos calcular la resistencia de la sección de corte y la carga de corte y para que falle por flexión la resistencia de la sección de corte debe ser superior a la carga de corte, se hallaran ambas mediante las siguientes formulas:

$$Vc = 0.85 * 0.53 * \sqrt{F´c}\ \text{X b x d}$$

Donde:

Vc= Resistencia de la sección de corte (Tn)

F´c=Resistencia a la compresión. $(\frac{kg}{cm^2})$

b= Longitud de la base de la vigueta(cm).

d= Peralte efectivo de la vigueta(cm).

$$Vu = Mu \div (\frac{L}{3})$$

Donde:

Vu= Carga de Corte (Tn)

Mu= Momento Último de la Vigueta (Tn-m).

L= longitud de la vigueta(m).

$$Vc > Vu$$

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Finalmente comprobaremos si el área de acero en función de la altura del bloque rectangular de esfuerzos de compresión en el concreto, con las siguientes formulas:

$$AS = \frac{0.85F´c * a * b}{fy}$$

Donde:

As= Área de Acero(cm^2).

F´c=Resistencia a la Compresión. ($\frac{kg}{cm^2}$)

a= Altura del bloque rectangular de esfuerzos de compresión en el concreto(cm).

b= longitud de la base de la vigueta(cm).

Fy= Límite de Fluencia del acero. ($\frac{kg}{cm^2}$)

$$AS = \frac{Mn}{fy * (d - \frac{a}{2})}$$

Donde:

As= Área de Acero(cm^2).

Mn= Momento Nominal de la Vigueta(kg-cm) (Tn-m).

Fy= Límite de Fluencia del acero. ($\frac{kg}{cm^2}$)

d=Peralte Efectivo(cm).

a= Altura del bloque rectangular de esfuerzos de compresión en el concreto(cm).

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

b) Diagramas, Tablas

Tabla 148

Diseño de Vigueta completo.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: **"RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."**

TESISTAS: **BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO**

BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS

LUGAR:

CANTERA:

FECHA:

"DISEÑO DE VIGUETA PARA ENSAYO DE FLEXIÓN."

$$a = \frac{As * fy}{0.85 * f'c * b}$$

$$Mn = AS \times fy \times \left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$Mu = \emptyset * Mn$$

$$Cb = 0{,}588 \times d$$

Datos de Diseño	
F´c=	210 Kg/cm2
fy=	4200 Kg/cm2
Mu=	x
H=	8 cm
b=	15 cm
r=	2,50 cm
d=	5,50 cm
B_1=	0,85
AS=	0,2827 cm2

a	Mn	Mn (tn-m)	Mu	cb
0,44	6268,027	0,0627	0,0564	3,234

$$\rho Min = \frac{0.8 * \sqrt{f'c}}{Fy} \qquad \rho = \frac{As}{b * d} \qquad \rho Max = 0.75 * \rho b \qquad \rho_B = \frac{0{,}85 * F'C * B1}{Fy} * \frac{cb}{d} \qquad Asb = Pb \times b \times d$$

PMIN	P	PMAX	Pb	AS	Asb
0,002760262	0,003427192	0,015931125	0,0212415	0,282743339	1,75242375
0,28%	0,34%	1,59%			

$$\rho Min < \rho < \rho Max$$

si cumple

$As < Asb$

Falla Ductil

$$Asmin = \frac{14}{fy} \times b \times d \qquad Asmin = \frac{0.80 \times \sqrt{f'c}}{fy} \times b \times d \qquad Asmax = 0{,}75 \times Pb \times Bw \times d$$

Asmin	Asmin	As	Asmax
0,275 cm2	0,228 cm2	0,283 cm2	0,876 cm2
	0,275 cm2	0,283 cm2	0,876 cm2
		si cumple	

F
0,768 tn-f

F/2
0,384 tn-f

F/2
0,384 tn-f

RA
0,384 tn-f

0,147 m

0,147 m

0,147 m

RB
0,384 tn-f

M=

RA*X

0,056 tn-f

Resistencia Seccion de Corte	
Vc=0.85*0.53*√F´c X b x d	
vc=	538,59 Kg-f

RESISTENCIA SECCION DE CORTE > CARGA DE CORTE VU

0,539 tn-f > 0,384 tn-f

Flexion

Comprobación Area de Acero			
AS Con a colocado		AS Con a calculado	
a=	0,44	a=	0,44

$$AS = \frac{0.85F'c * a * b}{fy} \qquad AS = \frac{Mn}{fy * (d - \frac{a}{2})} \qquad a = \frac{As * fy}{0.85 * f'c * b}$$

As= 0,2827 cm2 As= 0,2827 cm2

Fuente: Propia.

c) Análisis de la Prueba

Del diseño se determinó que el Momento último será de 0.0564 Tn-m, se determinó que el área de acero adecuado sería de 0.2827 cm2, Se comprobó Falla Dúctil y Falla por Flexión.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

3.6.9. Ensayo de adherencia “pull out test”.

a) Procesamiento o cálculos de la prueba

Se traza curvas de esfuerzo en el acero contra deslizamiento, colocando los deslizamientos en abscisas y los esfuerzos en ordenadas.

Se calcula los esfuerzos de adherencia correspondientes a un esfuerzo en el acero capaz de producir un deslizamiento mayor a 0,1 mm en el extremo libre de la barra, con la siguiente formula se puede determinar la fuerza de unión.

$$\tau = \frac{P}{\pi \times \emptyset \times La}$$

Donde:

τ – Fuerza de unión (MPa).

P – Carga aplicada (Kn).

ϕ – Diámetro de la barra de refuerzo (mm).

La – Longitud de anclaje (mm).

La fuerza de unión normalizada se obtiene dividiendo la fuerza de unión experimental calculada por $\sqrt{f'c}$. La fuerza de unión normalizada (τnz) se puede expresar como se indica en la siguiente ecuación.

$$\tau nz = \frac{\tau}{\sqrt{f'c}}$$

El esfuerzo máximo se calcula con la siguiente formula:

$$\sigma = \frac{P}{A_0}$$

Donde:

σ = Esfuerzo .

P = Carga Aplicada.

Ao=Área de sección transversal inicial.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

b) Diagramas, Tablas

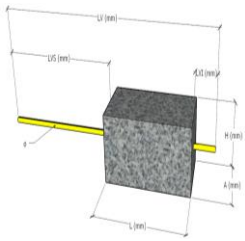
Tabla 149

Análisis de datos del ensayo de adherencia-dado patrón

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."
TESISTAS: BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS
LUGAR: INGEOMAT - LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES

ENSAYO DE ADHERENCIA - DADOS PATRÓN



N° DE ENSAYO	CÓDIGO	FECHA		EDAD DEL CONCRETO (DÍAS)	DIMENSIONES DE LA MUESTRA						
		ELABORACIÓN	ENSAYO		Ø VARILLA (mm)	L (mm)	A (mm)	H (mm)	LV (mm)	LVS (mm)	LVI (mm)
1	DP-07-1	9/01/2021	16/01/2021	7	6	200	150	150	521	269	52
2	DP-07-2	9/01/2021	16/01/2021	7	6	200	150	150	521	264	57
3	DP-07-3	9/01/2021	16/01/2021	7	6	200	150	150	522	272	50
4	DP-07-4	9/01/2021	16/01/2021	7	6	200	150	150	520	261	59
5	DP-14-1	9/01/2021	23/01/2021	14	6	200	150	150	522	263	59
6	DP-14-2	9/01/2021	23/01/2021	14	6	200	150	150	522	266	56
7	DP-14-3	9/01/2021	23/01/2021	14	6	200	150	150	522	256	66
8	DP-14-4	9/01/2021	23/01/2021	14	6	200	150	150	522	268	54
9	DP-28-1	9/01/2021	6/02/2021	28	6	200	150	150	522	252	70
10	DP-28-2	9/01/2021	6/02/2021	28	6	200	150	150	520	257	63
11	DP-28-3	9/01/2021	6/02/2021	28	6	200	150	150	521	256	65
12	DP-28-4	9/01/2021	6/02/2021	28	6	200	150	150	520	251	69

TESTIGO	TIEMPO (s)	TIPO DE FALLA	DEFORMACIÓN (mm)	FUERZA (kgf)	CARGA APLICADA (KN)	ÁREA DE LA VARILLA (mm2)	ESFUERZO (kgf/mm2)	DIÁMETRO DE LA VARILLA (mm)	FUERZA DE UNIÓN (MPa)	F'c (MPa)	FUERZA DE UNIÓN NORMALIZADA (MPa)
1	25	Desplazamiento	1.8000	1912.8571	18.7587	28.2743	67.6535	6.0000	4.9759	20.8196	1.0905
2	15	Desplazamiento	1.8000	1912.8571	18.7587	28.2743	67.6535	6.0000	4.9759	20.8196	1.0905
3	40	Desplazamiento	1.3000	1912.8571	18.7587	28.2743	67.6535	6.0000	4.9759	20.8196	1.0905
4	20	Desplazamiento	1.9000	1912.8571	18.7587	28.2743	67.6535	6.0000	4.9759	20.8196	1.0905
1	40	Desplazamiento	1.8000	2060.0000	20.2017	28.2743	72.8576	6.0000	5.3587	20.8196	1.1744
2	30	Desplazamiento	1.8000	2060.0000	20.2017	28.2743	72.8576	6.0000	5.3587	20.8196	1.1744
3	25	Desplazamiento	1.8000	2060.0000	20.2017	28.2743	72.8576	6.0000	5.3587	20.8196	1.1744
4	20	Desplazamiento	1.8000	2060.0000	20.2017	28.2743	72.8576	6.0000	5.3587	20.8196	1.1744
1	25	Desplazamiento	1.7000	2060.0000	20.2017	28.2743	72.8576	6.0000	5.3587	20.8196	1.1744
2	35	Desplazamiento	1.7000	2060.0000	20.2017	28.2743	72.8576	6.0000	5.3587	20.8196	1.1744
3	30	Desplazamiento	1.7000	2060.0000	20.2017	28.2743	72.8576	6.0000	5.3587	20.8196	1.1744
4	20	Desplazamiento	1.2000	2060.0000	20.2017	28.2743	72.8576	6.0000	5.3587	20.8196	1.1744

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco

Repositorio Digital

Tabla 150

Análisis de datos del ensayo de adherencia-dado con varilla después de un proceso de corrosión de 1 mes.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

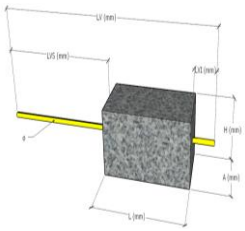
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."

TESISTAS: BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS

LUGAR: INGEOMAT - LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES

ENSAYO DE ADHERENCIA - DADO CON VARILLA DESPUÉS DE UN PROCESO DE CORROSIÓN DE 1 MES.



N° DE ENSAYO	CÓDIGO	FECHA		EDAD DEL CONCRETO (DÍAS)	DIMENSIONES DE LA MUESTRA						
		ELABORACIÓN	ENSAYO		Ø VARILLA (mm)	L (mm)	A (mm)	H (mm)	LV (mm)	LVS (mm)	LVI (mm)
13	DC-07-01-1	9/01/2021	16/01/2021	7	6	200	150	150	520	271	49
14	DC-07-01-2	9/01/2021	16/01/2021	7	6	200	150	150	520	269	51
15	DC-07-01-3	9/01/2021	16/01/2021	7	6	200	150	150	522	254	68
16	DC-07-01-4	9/01/2021	16/01/2021	7	6	200	150	150	521	253	68
17	DC-14-01-1	9/01/2021	23/01/2021	14	6	200	150	150	522	273	49
18	DC-14-01-2	9/01/2021	23/01/2021	14	6	200	150	150	522	264	58
19	DC-14-01-3	9/01/2021	23/01/2021	14	6	200	150	150	521	261	60
20	DC-14-01-4	9/01/2021	23/01/2021	14	6	200	150	150	520	264	56
21	DC-28-01-1	9/01/2021	6/02/2021	28	6	200	150	150	521	259	62
22	DC-28-01-2	9/01/2021	6/02/2021	28	6	200	150	150	521	272	49
23	DC-28-01-3	9/01/2021	6/02/2021	28	6	200	150	150	520	258	62
24	DC-28-01-4	9/01/2021	6/02/2021	28	6	200	150	150	522	265	57

TESTIGO	TIEMPO (s)	TIPO DE FALLA	DEFORMACIÓN (mm)	FUERZA (kgf)	CARGA APLICADA (KN)	ÁREA DE LA VARILLA (mm2)	ESFUERZO (kgf/mm2)	DIÁMETRO DE LA VARILLA (mm)	FUERZA DE UNIÓN (MPa)	F'c (MPa)	FUERZA DE UNIÓN NORMALIZADA (MPa)
1	30	Desplazamiento	1.750	1912.857	18.759	28.274	67.653	6.000	4.976	20.820	1.091
2	35	Desplazamiento	1.800	1912.857	18.759	28.274	67.653	6.000	4.976	20.820	1.091
3	35	Desplazamiento	1.750	1912.857	18.759	28.274	67.653	6.000	4.976	20.820	1.091
4	35	Desplazamiento	1.800	1912.857	18.759	28.274	67.653	6.000	4.976	20.820	1.091
1	45	Desplazamiento	1.700	2060.000	20.202	28.274	72.858	6.000	5.359	20.820	1.174
2	35	Desplazamiento	1.700	2060.000	20.202	28.274	72.858	6.000	5.359	20.820	1.174
3	25	Desplazamiento	1.700	2060.000	20.202	28.274	72.858	6.000	5.359	20.820	1.174
4	25	Desplazamiento	1.300	2060.000	20.202	28.274	72.858	6.000	5.359	20.820	1.174
1	35	Desplazamiento	1.600	2060.000	20.202	28.274	72.858	6.000	5.359	20.820	1.174
2	35	Desplazamiento	1.650	2060.000	20.202	28.274	72.858	6.000	5.359	20.820	1.174
3	35	Desplazamiento	1.600	2060.000	20.202	28.274	72.858	6.000	5.359	20.820	1.174
4	35	Desplazamiento	1.650	2060.000	20.202	28.274	72.858	6.000	5.359	20.820	1.174

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco

Repositorio Digital

Tabla 151

Análisis de datos del ensayo de adherencia-dado con varilla después de un proceso de corrosión de 2 meses.

UAC

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

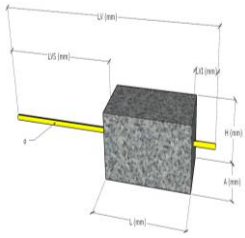
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."

TESISTAS: BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS

LUGAR: INGEOMAT - LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES

ENSAYO DE ADHERENCIA - DADO CON VARILLA DESPUÉS DE UN PROCESO DE CORROSIÓN DE 2 MESES.



N° DE ENSAYO	CÓDIGO	FECHA		EDAD DEL CONCRETO (DÍAS)	DIMENSIONES DE LA MUESTRA						
		ELABORACIÓN	ENSAYO		Ø VARILLA (mm)	L (mm)	A (mm)	H (mm)	LV (mm)	LVS (mm)	LVI (mm)
25	DC-07-02-1	9/02/2021	16/02/2021	7	6	200	150	150	520	257	63
26	DC-07-02-2	9/02/2021	16/02/2021	7	6	200	150	150	521	272	49
27	DC-07-02-3	9/02/2021	16/02/2021	7	6	200	150	150	521	265	56
28	DC-07-02-4	9/02/2021	16/02/2021	7	6	200	150	150	521	258	63
29	DC-14-02-1	9/02/2021	23/02/2021	14	6	200	150	150	520	255	65
30	DC-14-02-2	9/02/2021	23/02/2021	14	6	200	150	150	522	269	53
31	DC-14-02-3	9/02/2021	23/02/2021	14	6	200	150	150	520	263	57
32	DC-14-02-4	9/02/2021	23/02/2021	14	6	200	150	150	522	265	57
33	DC-28-02-1	9/02/2021	9/03/2021	28	6	200	150	150	522	266	56
34	DC-28-02-2	9/02/2021	9/03/2021	28	6	200	150	150	521	253	68
35	DC-28-02-3	9/02/2021	9/03/2021	28	6	200	150	150	522	268	54
36	DC-28-02-4	9/02/2021	9/03/2021	28	6	200	150	150	521	252	69

TESTIGO	TIEMPO (s)	TIPO DE FALLA	DEFORMACIÓN (mm)	FUERZA (kgf)	CARGA APLICADA (KN)	ÁREA DE LA VARILLA (mm2)	ESFUERZO (kgf/mm2)	DIÁMETRO DE LA VARILLA (mm)	FUERZA DE UNIÓN (MPa)	F'c (MPa)	FUERZA DE UNIÓN NORMALIZADA (MPa)
1	30	Desplazamiento	1.500	1876.071	18.398	28.274	66.352	6.000	4.880	20.820	1.070
2	20	Desplazamiento	1.500	1876.071	18.398	28.274	66.352	6.000	4.880	20.820	1.070
3	30	Desplazamiento	2.300	1765.714	17.316	28.274	62.449	6.000	4.593	20.820	1.007
4	45	Desplazamiento	1.500	1876.071	18.398	28.274	66.352	6.000	4.880	20.820	1.070
1	50	Desplazamiento	1.300	1986.429	19.480	28.274	70.256	6.000	5.167	20.820	1.132
2	40	Desplazamiento	1.400	1986.429	19.480	28.274	70.256	6.000	5.167	20.820	1.132
3	45	Desplazamiento	1.500	1986.429	19.480	28.274	70.256	6.000	5.167	20.820	1.132
4	45	Desplazamiento	1.500	1986.429	19.480	28.274	70.256	6.000	5.167	20.820	1.132
1	40	Desplazamiento	1.100	1949.643	19.119	28.274	68.955	6.000	5.072	20.820	1.111
2	36	Desplazamiento	1.200	1949.643	19.119	28.274	68.955	6.000	5.072	20.820	1.111
3	45	Desplazamiento	2.500	1949.643	19.119	28.274	68.955	6.000	5.072	20.820	1.111
4	35	Desplazamiento	1.100	1949.643	19.119	28.274	68.955	6.000	5.072	20.820	1.111

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tabla 152

Análisis de datos del ensayo de adherencia-dado con varilla después de un proceso de corrosión de 3 meses.

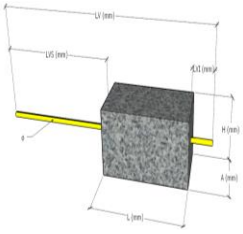
UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."

TESISTAS: BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS

LUGAR: INGEOMAT - LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES

ENSAYO DE ADHERENCIA - DADO CON VARILLA DESPUÉS DE UN PROCESO DE CORROSIÓN DE 3 MESES.



N° DE ENSAYO	CÓDIGO	FECHA		EDAD DEL CONCRETO (DÍAS)	DIMENSIONES DE LA MUESTRA						
		ELABORACIÓN	ENSAYO		Ø VARILLA (mm)	L (mm)	A (mm)	H (mm)	LV (mm)	LVS (mm)	LVI (mm)
37	DC-07-03-1	9/03/2021	16/03/2021	7	6	200	150	150	521	258	63
38	DC-07-03-2	9/03/2021	16/03/2021	7	6	200	150	150	520	267	53
39	DC-07-03-3	9/03/2021	16/03/2021	7	6	200	150	150	521	269	52
40	DC-07-03-4	9/03/2021	16/03/2021	7	6	200	150	150	521	254	67
41	DC-14-03-1	9/03/2021	23/03/2021	14	6	200	150	150	520	264	56
42	DC-14-03-2	9/03/2021	23/03/2021	14	6	200	150	150	522	258	64
43	DC-14-03-3	9/03/2021	23/03/2021	14	6	200	150	150	522	272	50
44	DC-14-03-4	9/03/2021	23/03/2021	14	6	200	150	150	522	265	57
45	DC-28-03-1	9/03/2021	6/04/2021	28	6	200	150	150	520	269	51
46	DC-28-03-2	9/03/2021	6/04/2021	28	6	200	150	150	520	268	52
47	DC-28-03-3	9/03/2021	6/04/2021	28	6	200	150	150	522	255	67
48	DC-28-03-4	9/03/2021	6/04/2021	28	6	200	150	150	522	253	69

TESTIGO	TIEMPO (s)	TIPO DE FALLA	DEFORMACIÓN (mm)	FUERZA (kgf)	CARGA APLICADA (KN)	ÁREA DE LA VARILLA (mm2)	ESFUERZO (kgf/mm2)	DIÁMETRO DE LA VARILLA (mm)	FUERZA DE UNIÓN (MPa)	F'c (MPa)	FUERZA DE UNIÓN NORMALIZADA (MPa)
1	30	Desplazamiento	1.300	1839.286	18.037	28.274	65.051	6.000	4.785	20.820	1.049
2	25	Desplazamiento	0.400	1912.857	18.759	28.274	67.653	6.000	4.976	20.820	1.091
3	50	Desplazamiento	1.300	1839.286	18.037	28.274	65.051	6.000	4.785	20.820	1.049
4	45	Desplazamiento	1.400	1839.286	18.037	28.274	65.051	6.000	4.785	20.820	1.049
1	35	Ruptura	0.700	2060.000	20.202	28.274	72.858	6.000	5.359	20.820	1.174
2	25	Ruptura	0.900	1912.857	18.759	28.274	67.653	6.000	4.976	20.820	1.091
3	25	Ruptura	0.800	1912.857	18.759	28.274	67.653	6.000	4.976	20.820	1.091
4	30	Ruptura	0.800	1912.857	18.759	28.274	67.653	6.000	4.976	20.820	1.091
1	20	Ruptura	0.200	1876.071	18.398	28.274	66.352	6.000	4.880	20.820	1.070
2	30	Ruptura	1.400	1876.071	18.398	28.274	66.352	6.000	4.880	20.820	1.070
3	25	Ruptura	0.200	1876.071	18.398	28.274	66.352	6.000	4.880	20.820	1.070
4	30	Ruptura	0.300	1876.071	18.398	28.274	66.352	6.000	4.880	20.820	1.070

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

c) Análisis de la Prueba

En el ensayo de adherencia en los dados patrón, a los 7 días de curado del concreto se obtuvo una fuerza de unión normalizada de 1.095 MPa y un desplazamiento promedio de 1.833 mm, a los 14 días de curado del concreto una fuerza de unión normalizada de 1.174 MPa y un desplazamiento promedio de 1.800 mm y para los 28 días de curado del concreto una fuerza de unión normalizada de 1.174 MPa y un desplazamiento promedio de 1.700 mm, en todos estos ensayos fallaron por desplazamiento.

En el ensayo de adherencia en los dados con varilla después de un proceso de corrosión de 1 mes, a los 7 días de curado del concreto se obtuvo una fuerza de unión normalizada de 1.091 MPa y un desplazamiento promedio de 1.775 mm, a los 14 días de curado del concreto una fuerza de unión normalizada de 1.174 MPa y un desplazamiento promedio de 1.700 mm y para los 28 días de curado del concreto una fuerza de unión normalizada de 1.174 MPa y un desplazamiento promedio de 1.625 mm, en todos estos ensayos fallaron por desplazamiento.

En el ensayo de adherencia en los dados con varilla después de un proceso de corrosión de 2 mes, a los 7 días de curado del concreto se obtuvo una fuerza de unión normalizada de 1.091 MPa y un desplazamiento promedio de 1.500 mm, a los 14 días de curado del concreto una fuerza de unión normalizada de 1.132 MPa y un desplazamiento promedio de 1.425 mm y para los 28 días de curado del concreto una fuerza de unión normalizada de 1.111 MPa y un desplazamiento promedio de 1.133 mm, en todos estos ensayos fallaron por desplazamiento.

En el ensayo de adherencia en los dados con varilla después de un proceso de corrosión de 3 mes, a los 7 días de curado del concreto se obtuvo una fuerza de unión normalizada de 1.333 MPa y un desplazamiento promedio de 1.500 mm, a los 14 días de curado del concreto una fuerza de unión normalizada de 0.833 MPa y un desplazamiento promedio de 1.425 mm y para los 28 días de curado del concreto una fuerza de unión normalizada de 0.233 MPa y un desplazamiento promedio de 1.133 mm, en todos estos ensayos a los 7 días de curado del concreto fallaron a deslizamiento, para los 14 y 28 días de curado del concreto se presenció que fallaron por ruptura.

Por otra parte, se ve una clara diferencia en la perdida de desplazamiento para los dados con varillas después de un proceso de corrosión de 3 meses.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

3.6.10. Ensayo de tracción

a) Procesamiento o cálculos de la prueba

Por tensión se entiende la fuerza aplicada a la probeta en cada momento, por unidad de sección.

La tensión o también llamado "Esfuerzo de ingeniería" es la fuerza dividida entre el área o sección original como ya vimos:

$$\sigma = \frac{F}{A_0}$$

Donde:

σ = Tensión .

P = Fuerza aplicada.

Ao=Área de sección transversal inicial.

Para calcular la deformación unitaria se aplica la siguiente formula:

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0} = \frac{L_f - L_0}{L_0} \times 100$$

Donde:

ΔL = Variación de la longitud.

Lf = Longitud inicial de la probeta.

Lo = Longitud final de la probeta.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

b) Diagramas, Tablas

Tabla 153

Análisis de datos del ensayo de tracción en varilla corrugada

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."

TESISTAS: BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS

LUGAR: INGEOMAT - LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES

ENSAYO DE TRACCIÓN - VARILLAS PATRON

N° DE ENSAYO	CÓDIGO	FECHA DE ENSAYO	DIMENSIONES DE LA MUESTRA		
			Ø VARILLA (mm)	LONGITUD INICIAL (mm)	LONGITUD FINAL (mm)
1	VP-01	10/01/2021	6.000	521.000	551.000
2	VP-02	10/01/2021	6.000	522.000	550.000
3	VP-03	10/01/2021	6.000	520.000	549.000
4	VP-04	10/01/2021	6.000	521.000	551.000
5	VP-05	10/01/2021	6.000	520.000	546.000
6	VP-06	10/01/2021	6.000	521.000	540.000
7	VP-07	10/01/2021	6.000	521.000	548.000
8	VP-08	10/01/2021	6.000	521.000	548.000
9	VP-09	10/01/2021	6.000	521.000	546.000
10	VP-10	10/01/2021	6.000	522.000	546.000
11	VP-11	10/01/2021	6.000	522.000	548.000
12	VP-12	10/01/2021	6.000	521.000	546.000

TESTIGO	TIEMPO (s)	TIPO DE FALLA	DEFORMACIÓN (mm)	FUERZA (kgf)	CARGA APLICADA (kN)	ÁREA DE LA VARILLA (mm2)	DIÁMETRO DE LA VARILLA (mm)	ESFUERZO (MPa)	DEFORMACIÓN UNITARIA (%)
1	45	Ruptura	29.800	2060.000	20.202	28.274	500.000	714.489	5.960
2	50	Ruptura	28.400	2060.000	20.202	28.274	500.000	714.489	5.680
3	55	Ruptura	29.400	2060.000	20.202	28.274	500.000	714.489	5.880
4	60	Ruptura	30.200	2060.000	20.202	28.274	500.000	714.489	6.040
5	55	Ruptura	26.300	2060.000	20.202	28.274	500.000	714.489	5.260
6	55	Ruptura	19.000	2023.214	19.841	28.274	500.000	701.730	3.800
7	55	Ruptura	26.900	2060.000	20.202	28.274	500.000	714.489	5.380
8	55	Ruptura	27.200	2060.000	20.202	28.274	500.000	714.489	5.440
9	45	Ruptura	25.400	2060.000	20.202	28.274	500.000	714.489	5.080
10	60	Ruptura	24.200	2060.000	20.202	28.274	500.000	714.489	4.840
11	60	Ruptura	25.600	2060.000	20.202	28.274	500.000	714.489	5.120
12	65	Ruptura	25.300	2060.000	20.202	28.274	500.000	714.489	5.060

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco

Repositorio Digital

Tabla 154

Análisis de datos del ensayo de tracción en varilla corrugada con un proceso de corrosión de 1 mes.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."

TESISTAS: BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS

LUGAR: INGEOMAT - LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES

ENSAYO DE TRACCIÓN - VARILLAS CON PROCESO DE CORROSIÓN DE 1 MES

			DIMENSIONES DE LA MUESTRA		
N° DE ENSAYO	CÓDIGO	FECHA DE ENSAYO	Ø VARILLA (mm)	LONGITUD INICIAL (mm)	LONGITUD FINAL (mm)
13	VC-01-1	10/01/2021	6.000	522.000	551.000
14	VC-01-2	10/01/2021	6.000	522.000	546.000
15	VC-01-3	10/01/2021	6.000	522.000	548.000
16	VC-01-4	10/01/2021	6.000	520.000	547.000
17	VC-01-5	10/01/2021	6.000	521.000	546.000
18	VC-01-6	10/01/2021	6.000	520.000	548.000
19	VC-01-7	10/01/2021	6.000	522.000	547.000
20	VC-01-8	10/01/2021	6.000	520.000	547.000
21	VC-01-9	10/01/2021	6.000	521.000	547.000
22	VC-01-10	10/01/2021	6.000	520.000	545.000
23	VC-01-11	10/01/2021	6.000	520.000	549.000
24	VC-01-12	10/01/2021	6.000	520.000	549.000

TESTIGO	TIEMPO (s)	TIPO DE FALLA	DEFORMACIÓN (mm)	FUERZA (kgf)	CARGA APLICADA (kN)	ÁREA DE LA VARILLA (mm2)	DIÁMETRO DE LA VARILLA (mm)	ESFUERZO (MPa)	DEFORMACIÓN UNITARIA (%)
1	65	Ruptura	29.200	2060.000	20.202	28.274	500.000	714.489	5.840
2	45	Ruptura	23.800	1986.429	19.480	28.274	500.000	688.971	4.760
3	50	Ruptura	26.100	1986.429	19.480	28.274	500.000	688.971	5.220
4	45	Ruptura	27.400	2096.786	20.562	28.274	500.000	727.248	5.480
5	40	Ruptura	24.900	2096.786	20.562	28.274	500.000	727.248	4.980
6	35	Ruptura	28.200	2060.000	20.202	28.274	500.000	714.489	5.640
7	40	Ruptura	24.900	2096.786	20.562	28.274	500.000	727.248	4.980
8	35	Ruptura	27.200	2060.000	20.202	28.274	500.000	714.489	5.440
9	35	Ruptura	25.900	2096.786	20.562	28.274	500.000	727.248	5.180
10	40	Ruptura	25.100	2060.000	20.202	28.274	500.000	714.489	5.020
11	40	Ruptura	28.800	2096.786	20.562	28.274	500.000	727.248	5.760
12	35	Ruptura	29.100	2096.786	20.562	28.274	500.000	727.248	5.820

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco

Repositorio Digital

Tabla 155

Análisis de datos del ensayo de tracción en varilla corrugada con un proceso de corrosión de 2 meses.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: **"RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."**

TESISTAS: BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS

LUGAR: INGEOMAT - LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES

ENSAYO DE TRACCIÓN - VARILLAS CON PROCESO DE CORROSIÓN DE 2 MESES

N° DE ENSAYO	CÓDIGO	FECHA DE ENSAYO	DIMENSIONES DE LA MUESTRA		
			Ø VARILLA (mm)	LONGITUD INICIAL (mm)	LONGITUD FINAL (mm)
25	VC-02-1	10/02/2021	6.000	521.000	536.000
26	VC-02-2	10/02/2021	6.000	520.000	545.000
27	VC-02-3	10/02/2021	6.000	522.000	542.000
28	VC-02-4	10/02/2021	6.000	520.000	547.000
29	VC-02-5	10/02/2021	6.000	521.000	546.000
30	VC-02-6	10/02/2021	6.000	520.000	548.000
31	VC-02-7	10/02/2021	6.000	522.000	550.000
32	VC-02-8	10/02/2021	6.000	520.000	547.000
33	VC-02-9	10/02/2021	6.000	520.000	546.000
34	VC-02-10	10/02/2021	6.000	522.000	549.000
35	VC-02-11	10/02/2021	6.000	522.000	549.000
36	VC-02-12	10/02/2021	6.000	521.000	548.000

TESTIGO	TIEMPO (s)	TIPO DE FALLA	DEFORMACIÓN (mm)	FUERZA (kgf)	CARGA APLICADA (kN)	ÁREA DE LA VARILLA (mm2)	DIÁMETRO DE LA VARILLA (mm)	ESFUERZO (MPa)	DEFORMACIÓN UNITARIA (%)
1	60	Ruptura	15.100	1986.429	19.480	28.274	500.000	688.971	3.020
2	65	Ruptura	24.900	1986.429	19.480	28.274	500.000	688.971	4.980
3	50	Ruptura	19.500	1986.429	19.480	28.274	500.000	688.971	3.900
4	65	Ruptura	26.500	1986.429	19.480	28.274	500.000	688.971	5.300
5	65	Ruptura	25.200	1986.429	19.480	28.274	500.000	688.971	5.040
6	55	Ruptura	27.800	1986.429	19.480	28.274	500.000	688.971	5.560
7	65	Ruptura	27.600	1986.429	19.480	28.274	500.000	688.971	5.520
8	65	Ruptura	26.800	1986.429	19.480	28.274	500.000	688.971	5.360
9	60	Ruptura	25.900	1986.429	19.480	28.274	500.000	688.971	5.180
10	60	Ruptura	27.300	1986.429	19.480	28.274	500.000	688.971	5.460
11	60	Ruptura	26.800	1986.429	19.480	28.274	500.000	688.971	5.360
12	60	Ruptura	27.100	1986.429	19.480	28.274	500.000	688.971	5.420

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco

Repositorio Digital

Tabla 156

Análisis de datos del ensayo de tracción en varilla corrugada con un proceso de corrosión de 3 meses.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."

TESISTAS: BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS

LUGAR: INGEOMAT - LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES

ENSAYO DE TRACCIÓN - VARILLAS CON PROCESO DE CORROSIÓN DE 3 MESES

N° DE ENSAYO	CÓDIGO	FECHA DE ENSAYO	DIMENSIONES DE LA MUESTRA		
			Ø VARILLA (mm)	LONGITUD INICIAL (mm)	LONGITUD FINAL (mm)
37	VC-03-1	10/03/2021	6.000	522.000	537.000
38	VC-03-2	10/03/2021	6.000	522.000	536.000
39	VC-03-3	10/03/2021	6.000	520.000	534.000
40	VC-03-4	10/03/2021	6.000	520.000	536.000
41	VC-03-5	10/03/2021	6.000	522.000	539.000
42	VC-03-6	10/03/2021	6.000	520.000	535.000
43	VC-03-7	10/03/2021	6.000	520.000	536.000
44	VC-03-8	10/03/2021	6.000	521.000	534.000
45	VC-03-9	10/03/2021	6.000	522.000	537.000
46	VC-03-10	10/03/2021	6.000	521.000	529.000
47	VC-03-11	10/03/2021	6.000	522.000	536.000
48	VC-03-12	10/03/2021	6.000	522.000	534.000

TESTIGO	TIEMPO (s)	TIPO DE FALLA	DEFORMACIÓN (mm)	FUERZA (kgf)	CARGA APLICADA (kN)	ÁREA DE LA VARILLA (mm2)	DIÁMETRO DE LA VARILLA (mm)	ESFUERZO (MPa)	DEFORMACIÓN UNITARIA (%)
1	25	Ruptura	14.500	1912.857	18.759	28.274	500.000	663.454	2.900
2	40	Ruptura	14.400	1912.857	18.759	28.274	500.000	663.454	2.880
3	25	Ruptura	14.400	1876.071	18.398	28.274	500.000	650.695	2.880
4	25	Ruptura	15.800	1876.071	18.398	28.274	500.000	650.695	3.160
5	35	Ruptura	17.200	1912.857	18.759	28.274	500.000	663.454	3.440
6	20	Ruptura	15.200	1839.286	18.037	28.274	500.000	637.937	3.040
7	35	Ruptura	16.200	1912.857	18.759	28.274	500.000	663.454	3.240
8	25	Ruptura	13.300	1839.286	18.037	28.274	500.000	637.937	2.660
9	20	Ruptura	14.900	1912.857	18.759	28.274	500.000	663.454	2.980
10	15	Ruptura	7.800	1839.286	18.037	28.274	500.000	637.937	1.560
11	25	Ruptura	14.300	1839.286	18.037	28.274	500.000	637.937	2.860
12	20	Ruptura	12.000	1103.571	10.822	28.274	500.000	382.762	2.400

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

c) Análisis de la Prueba

En el ensayo de tracción de varillas patrón, se obtuvo un esfuerzo promedio de 714.489 MPa con una deformación Unitaria promedio de 5.431%.

En el ensayo de tracción de varillas con un proceso de corrosión de 1 mes, se obtuvo un esfuerzo promedio de 722.144 MPa con una deformación Unitaria promedio de 5.414%.

En el ensayo de tracción de varillas con un proceso de corrosión de 2 meses, se obtuvo un esfuerzo promedio de 688.971 MPa con una deformación Unitaria promedio de 5.318%.

En el ensayo de tracción de varillas con un proceso de corrosión de 3 meses, se obtuvo un esfuerzo promedio de 653.247 MPa con una deformación Unitaria promedio de 3.004%

3.6.11. Ensayo de resistencia a flexión

a) Procesamiento o cálculos de la prueba

Se determino el módulo de ruptura mediante la siguiente formula:

$$R = \frac{P \times L}{B \times D^2}$$

Donde:

R= Módulo de ruptura (Psi o MPa).

P= Carga máxima aplicada indicada por la máquina de prueba (lbf o N).

L= Longitud del testigo (in o mm).

B= Ancho promedio de la muestra (pulg. o mm) en la fractura.

D= profundidad promedio de la muestra (pulg. o mm) en la fractura.

La relación entre el módulo de rotura y la resistencia a la compresión se determina de la división de ambos valores y multiplicándolo por 100 para determinar el porcentaje, mediante la siguiente formula:

$$Relacion\ entre\ el\ modulo\ de\ rotura\ y\ la\ resistenca\ a\ la\ Compresión(f'r - f'c) = \frac{modulo\ de\ rotura}{resistencia\ a\ la\ compresion} \times 100\%$$

Para Calculo del Momento último se hará uso de la siguiente formula:

$$M_U = \frac{P}{2} \times \frac{L}{3}$$

Donde:

Mu= Momento último (Tn-M).

P= Carga máxima aplicada indicada por la máquina de prueba (Tn).

L= Longitud del testigo (in o mm).

b) Diagramas, Tablas

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tabla 157

Análisis de resultados de ensayo de flexión momento último patrón.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: **"RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."**
TESISTAS: BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS
LUGAR:
CANTERA:
FECHA:

ENSAYO DE RESISTENCIA ALA FLEXIÓN PATRÓN NTP 339.078

N° DE VIGUETA	CÓDIGO	FECHA		EDAD (DÍAS)	LONGITUD					CARGA DE ROTURA (kg-f)	MOMENTO ULTIMO	PROMEDIO (Tn-m)
					SUPERIOR		INFERIOR		LONGITUD APOYOS (m)			
		ELABORACIÓN	ROTURA		L1 (mm)	L2 (mm)	L3 (mm)	L4 (mm)				
1	VP-7-1	09/01/2021	16/01/2021	7	440	441	441	439	0,440	1700	0,125 Tn-m	0,123 Tn-m
2	VP-7-2	09/01/2021	16/01/2021	7	440	439	439	441	0,440	1420	0,104 Tn-m	
3	VP-7-3	09/01/2021	16/01/2021	7	440	440	439	440	0,440	1770	0,130 Tn-m	
4	VP-7-4	09/01/2021	16/01/2021	7	439	439	439	439	0,439	1720	0,126 Tn-m	
5	VP-7-5	09/01/2021	16/01/2021	7	439	440	441	439	0,440	1920	0,141 Tn-m	
6	VP-7-6	09/01/2021	16/01/2021	7	441	440	441	440	0,441	1520	0,112 Tn-m	
7	VP-14-1	09/01/2021	23/01/2021	14	441	440	440	440	0,440	1650	0,121 Tn-m	0,132 Tn-m
8	VP-14-2	09/01/2021	23/01/2021	14	440	440	440	439	0,440	1750	0,128 Tn-m	
9	VP-14-3	09/01/2021	23/01/2021	14	441	441	440	440	0,441	1740	0,128 Tn-m	
10	VP-14-4	09/01/2021	23/01/2021	14	440	439	440	440	0,440	1780	0,130 Tn-m	
11	VP-14-5	09/01/2021	23/01/2021	14	439	439	441	440	0,440	2140	0,157 Tn-m	
12	VP-14-6	09/01/2021	23/01/2021	14	439	439	441	439	0,440	1750	0,128 Tn-m	
13	VP-28-1	09/01/2021	06/02/2021	28	440	439	441	441	0,440	1950	0,143 Tn-m	0,150 Tn-m
14	VP-28-2	09/01/2021	06/02/2021	28	439	439	440	440	0,440	2100	0,154 Tn-m	
15	VP-28-3	09/01/2021	06/02/2021	28	441	439	441	441	0,441	2050	0,151 Tn-m	
16	VP-28-4	09/01/2021	06/02/2021	28	439	439	440	441	0,440	2020	0,148 Tn-m	
17	VP-28-5	09/01/2021	06/02/2021	28	440	440	440	439	0,440	2200	0,161 Tn-m	
18	VP-28-6	09/01/2021	06/02/2021	28	439	441	440	440	0,440	1990	0,146 Tn-m	

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tabla 158

Análisis de resultados de ensayo de flexión momento último primer mes.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: **"RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."**

TESISTAS: BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS

LUGAR:

CANTERA:

FECHA:

ENSAYO DE RESISTENCIA ALA FLEXIÓN PATRÓN NTP 339.078

N° DE VIGUETA	CÓDIGO	FECHA		EDAD (DÍAS)	LONGITUD					CARGA DE ROTURA (kg-f)	MOMENTO ULTIMO	PROMEDIO (Tn-m)
					SUPERIOR		INFERIOR		LONGITUD APOYOS (m)			
		ELABORACIÓN	ROTURA		L1 (mm)	L2 (mm)	L3 (mm)	L4 (mm)				
1	VC-1-7-1	09/01/2021	16/01/2021	7	440	439	440	441	0,440	1180	0,087 Tn-m	0,103 Tn-m
2	VC-1-7-2	09/01/2021	16/01/2021	7	441	440	440	439	0,440	1420	0,104 Tn-m	
3	VC-1-7-3	09/01/2021	16/01/2021	7	439	439	439	439	0,439	1370	0,100 Tn-m	
4	VC-1-7-4	09/01/2021	16/01/2021	7	439	440	440	441	0,440	1330	0,098 Tn-m	
5	VC-1-7-5	09/01/2021	16/01/2021	7	439	440	439	439	0,439	1960	0,143 Tn-m	
6	VC-1-7-6	09/01/2021	16/01/2021	7	441	439	440	439	0,440	1170	0,086 Tn-m	
7	VC-1-14-1	09/01/2021	23/01/2021	14	439	440	441	440	0,440	1670	0,122 Tn-m	0,125 Tn-m
8	VC-1-14-2	09/01/2021	23/01/2021	14	439	441	440	441	0,440	1960	0,144 Tn-m	
9	VC-1-14-3	09/01/2021	23/01/2021	14	440	441	439	439	0,440	1890	0,139 Tn-m	
10	VC-1-14-4	09/01/2021	23/01/2021	14	441	439	441	441	0,441	1620	0,119 Tn-m	
11	VC-1-14-5	09/01/2021	23/01/2021	14	441	440	439	441	0,440	1510	0,111 Tn-m	
12	VC-1-14-6	09/01/2021	23/01/2021	14	440	439	439	439	0,439	1580	0,116 Tn-m	
13	VC-1-28-1	09/01/2021	06/02/2021	28	439	439	440	441	0,440	1830	0,134 Tn-m	0,129 Tn-m
14	VC-1-28-2	09/01/2021	06/02/2021	28	439	440	439	439	0,439	1820	0,133 Tn-m	
15	VC-1-28-3	09/01/2021	06/02/2021	28	440	441	440	441	0,441	1690	0,124 Tn-m	
16	VC-1-28-4	09/01/2021	06/02/2021	28	439	440	440	439	0,440	1790	0,131 Tn-m	
17	VC-1-28-5	09/01/2021	06/02/2021	28	441	439	440	440	0,440	1600	0,117 Tn-m	
18	VC-1-28-6	09/01/2021	06/02/2021	28	441	439	440	440	0,440	1830	0,134 Tn-m	

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tabla 159

Análisis de resultados de ensayo de flexión momento último segundo mes.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: **"RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."**
TESISTAS: BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS
LUGAR:
CANTERA:
FECHA:

ENSAYO DE RESISTENCIA ALA FLEXIÓN PATRÓN NTP 339.078

N° DE VIGUETA	CÓDIGO	FECHA		EDAD (DÍAS)	LONGITUD					CARGA DE ROTURA (kg-f)	MOMENTO ULTIMO	PROMEDIO (Tn-m)
		ELABORACIÓN	ROTURA		SUPERIOR		INFERIOR		LONGITUD APOYOS (m)			
					L1 (mm)	L2 (mm)	L3 (mm)	L4 (mm)				
1	VC-2-7-1	09/02/2021	16/02/2021	7	440	439	440	440	0,440	1500	0,110 Tn-m	0,084 Tn-m
2	VC-2-7-2	09/02/2021	16/02/2021	7	440	441	439	441	0,440	370	0,027 Tn-m	
3	VC-2-7-3	09/02/2021	16/02/2021	7	439	439	441	439	0,440	1530	0,112 Tn-m	
4	VC-2-7-4	09/02/2021	16/02/2021	7	440	439	439	440	0,440	1450	0,106 Tn-m	
5	VC-2-7-5	09/02/2021	16/02/2021	7	439	439	440	441	0,440	1400	0,103 Tn-m	
6	VC-2-7-6	09/02/2021	16/02/2021	7	439	439	439	440	0,439	630	0,046 Tn-m	
7	VC-2-14-1	09/02/2021	23/02/2021	14	439	440	441	439	0,440	1790	0,131 Tn-m	0,124 Tn-m
8	VC-2-14-2	09/02/2021	23/02/2021	14	441	440	441	439	0,440	1800	0,132 Tn-m	
9	VC-2-14-3	09/02/2021	23/02/2021	14	440	439	441	441	0,440	1790	0,131 Tn-m	
10	VC-2-14-4	09/02/2021	23/02/2021	14	439	440	439	439	0,439	1470	0,108 Tn-m	
11	VC-2-14-5	09/02/2021	23/02/2021	14	439	439	439	439	0,439	1780	0,130 Tn-m	
12	VC-2-14-6	09/02/2021	23/02/2021	14	441	441	439	439	0,440	1500	0,110 Tn-m	
13	VC-2-28-1	09/02/2021	09/03/2021	28	439	440	439	441	0,440	1850	0,136 Tn-m	0,142 Tn-m
14	VC-2-28-2	09/02/2021	09/03/2021	28	439	441	441	441	0,441	2010	0,148 Tn-m	
15	VC-2-28-3	09/02/2021	09/03/2021	28	441	439	441	440	0,440	1600	0,117 Tn-m	
16	VC-2-28-4	09/02/2021	09/03/2021	28	441	440	441	440	0,441	2010	0,148 Tn-m	
17	VC-2-28-5	09/02/2021	09/03/2021	28	439	439	440	439	0,439	1940	0,142 Tn-m	
18	VC-2-28-6	09/02/2021	09/03/2021	28	440	441	441	441	0,441	2220	0,163 Tn-m	

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tabla 160

Análisis de resultados de ensayo de flexión momento último tercer mes.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: **"RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."**

TESISTAS: BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS

LUGAR:

CANTERA:

FECHA:

ENSAYO DE RESISTENCIA ALA FLEXIÓN PATRÓN NTP 339.078

N° DE VIGUETA	CÓDIGO	FECHA		EDAD (DÍAS)	LONGITUD					CARGA DE ROTURA (kg-f)	MOMENTO ULTIMO	PROMEDIO (Tn-m)
		ELABORACIÓN	ROTURA		SUPERIOR		INFERIOR		LONGITUD APOYOS (m)			
					L1 (mm)	L2 (mm)	L3 (mm)	L4 (mm)				
1	VC-3-7-1	09/03/2021	16/03/2021	7	441	441	441	439	0,441	1450	0,106 Tn-m	0,115 Tn-m
2	VC-3-7-2	09/03/2021	16/03/2021	7	441	439	439	441	0,440	1970	0,144 Tn-m	
3	VC-3-7-3	09/03/2021	16/03/2021	7	441	440	440	441	0,441	1460	0,107 Tn-m	
4	VC-3-7-4	09/03/2021	16/03/2021	7	439	440	439	440	0,440	1600	0,117 Tn-m	
5	VC-3-7-5	09/03/2021	16/03/2021	7	441	441	439	441	0,441	1480	0,109 Tn-m	
6	VC-3-7-6	09/03/2021	16/03/2021	7	440	441	440	440	0,440	1410	0,103 Tn-m	
7	VC-3-14-1	09/03/2021	23/03/2021	14	441	441	440	439	0,440	1700	0,125 Tn-m	0,121 Tn-m
8	VC-3-14-2	09/03/2021	23/03/2021	14	441	439	441	439	0,440	1660	0,122 Tn-m	
9	VC-3-14-3	09/03/2021	23/03/2021	14	441	441	440	439	0,440	1740	0,128 Tn-m	
10	VC-3-14-4	09/03/2021	23/03/2021	14	440	441	439	439	0,440	1470	0,108 Tn-m	
11	VC-3-14-5	09/03/2021	23/03/2021	14	439	439	440	441	0,440	1620	0,119 Tn-m	
12	VC-3-14-6	09/03/2021	23/03/2021	14	439	441	439	439	0,440	1750	0,128 Tn-m	
13	VC-3-28-1	09/03/2021	06/04/2021	28	441	439	441	441	0,441	1820	0,134 Tn-m	0,123 Tn-m
14	VC-3-28-2	09/03/2021	06/04/2021	28	439	440	441	439	0,440	1780	0,130 Tn-m	
15	VC-3-28-3	09/03/2021	06/04/2021	28	440	439	441	439	0,440	1460	0,107 Tn-m	
16	VC-3-28-4	09/03/2021	06/04/2021	28	440	441	440	439	0,440	1620	0,119 Tn-m	
17	VC-3-28-5	09/03/2021	06/04/2021	28	439	439	441	440	0,440	1800	0,132 Tn-m	
18	VC-3-28-6	09/03/2021	06/04/2021	28	439	441	440	440	0,440	1570	0,115 Tn-m	

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tabla 161

Ensayo resistencia a la flexión módulo de rotura patrón a los 7 días.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: **"RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."**

TESISTAS: BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS

LUGAR:

CANTERA:

FECHA:

ENSAYO DE RESISTENCIA ALA FLEXIÓN PATRÓN NTP 339.078

N° DE VIGUETA	CÓDIGO	FECHA		EDAD (DÍAS)	LONGITUD					ANCHO					PERALTE					CARGA DE ROTURA (kg-f)	MÓDULO DE ROTURA (MPa)	PROMEDIO (MPa)
					SUPERIOR		INFERIOR			SUPERIOR		INFERIOR			SUPERIOR		INFERIOR					
		ELABORACIÓN	ROTURA		L1 (mm)	L2 (mm)	L3 (mm)	L4 (mm)	LONGITUD APOYOS (mm)	A1 (mm)	A2 (mm)	A3 (mm)	A4 (mm)	ANCHO PROMEDIO (mm)	P1 (mm)	P2 (mm)	P3 (mm)	P4 (mm)	PERALTE PROMEDIO (mm)			
1	VP-7-1	09/01/2021	16/01/2021	7	440	441	441	439	440,3	149	151	151	150	150,25	83	81	81	81	81,5	1700	7,35	7,56
2	VP-7-2	09/01/2021	16/01/2021	7	440	439	439	441	439,8	149	150	149	149	149,25	83	78	79	80	80	1420	6,41	
3	VP-7-3	09/01/2021	16/01/2021	7	440	440	439	440	439,8	151	151	149	149	150	80	79	79	80	79,5	1770	8,05	
4	VP-7-4	09/01/2021	16/01/2021	7	439	439	439	439	439,0	151	151	150	150	150,5	80	79	83	82	81	1720	7,50	
5	VP-7-5	09/01/2021	16/01/2021	7	439	440	441	439	439,8	149	149	150	149	149,25	77	77	79	82	78,75	1920	8,95	
6	VP-7-6	09/01/2021	16/01/2021	7	441	440	441	440	440,5	149	150	150	149	149,5	81	77	79	77	78,5	1520	7,13	

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tabla 162

Ensayo resistencia a la flexión módulo de rotura patrón a los 14 días.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."

TESISTAS: BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS

LUGAR:

CANTERA:

FECHA:

ENSAYO DE RESISTENCIA ALA FLEXIÓN PATRÓN NTP 339.078

N° DE VIGUETA	CÓDIGO	FECHA		EDAD (DÍAS)	LONGITUD					ANCHO					PERALTE					CARGA DE ROTURA (kg-f)	MÓDULO DE ROTURA (MPa)	PROMEDIO (MPa)
					SUPERIOR		INFERIOR		LONGITUD APOYOS (mm)	SUPERIOR		INFERIOR		ANCHO PROMEDIO (mm)	SUPERIOR		INFERIOR		PERALTE PROMEDIO (mm)			
		ELABORACIÓN	ROTURA		L1 (mm)	L2 (mm)	L3 (mm)	L4 (mm)		A1 (mm)	A2 (mm)	A3 (mm)	A4 (mm)		P1 (mm)	P2 (mm)	P3 (mm)	P4 (mm)				
7	VP-14-1	09/01/2021	23/01/2021	14	441	440	440	440	440,3	150	149	151	149	149,75	83	78	79	80	80	1650	7,43	7,99
8	VP-14-2	09/01/2021	23/01/2021	14	440	440	440	439	439,8	150	150	149	151	150	83	78	79	83	80,75	1750	7,72	
9	VP-14-3	09/01/2021	23/01/2021	14	441	441	440	440	440,5	151	150	150	151	150,5	81	83	80	83	81,75	1740	7,47	
10	VP-14-4	09/01/2021	23/01/2021	14	440	439	440	440	439,8	150	151	149	151	150,25	83	79	78	82	80,5	1780	7,88	
11	VP-14-5	09/01/2021	23/01/2021	14	439	439	441	440	439,8	149	151	149	151	150	79	80	78	83	80	2140	9,61	
12	VP-14-6	09/01/2021	23/01/2021	14	439	439	441	439	439,5	149	149	149	151	149,5	82	77	82	80	80,25	1750	7,83	

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tabla 163

Ensayo resistencia a la flexión módulo de rotura patrón a los 28 días.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: **"RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."**

TESISTAS BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS

LUGAR:

CANTERA:

FECHA:

ENSAYO DE RESISTENCIA ALA FLEXIÓN PATRÓN NTP 339.078

N° DE VIGUETA	CÓDIGO	FECHA		EDAD (DÍAS)	LONGITUD					ANCHO					PERALTE					CARGA DE ROTURA (kg-f)	MÓDULO DE ROTURA (MPa)	PROMEDIO (MPa)
					SUPERIOR		INFERIOR		LONGITUD APOYOS (mm)	SUPERIOR		INFERIOR		ANCHO PROMEDIO (mm)	SUPERIOR		INFERIOR		PERALTE PROMEDIO (mm)			
		ELABORACIÓN	ROTURA		L1 (mm)	L2 (mm)	L3 (mm)	L4 (mm)		A1 (mm)	A2 (mm)	A3 (mm)	A4 (mm)		P1 (mm)	P2 (mm)	P3 (mm)	P4 (mm)				
13	VP-28-1	09/01/2021	06/02/2021	28	440	439	441	441	440,3	151	149	149	151	150	81	83	79	80	80,75	1950	8,61	9,15
14	VP-28-2	09/01/2021	06/02/2021	28	439	439	440	440	439,5	150	149	150	150	149,75	78	80	83	80	80,25	2100	9,39	
15	VP-28-3	09/01/2021	06/02/2021	28	441	439	441	441	440,5	151	151	149	149	150	80	78	79	82	79,75	2050	9,28	
16	VP-28-4	09/01/2021	06/02/2021	28	439	439	440	441	439,8	150	150	149	150	149,75	79	78	83	83	80,75	2020	8,92	
17	VP-28-5	09/01/2021	06/02/2021	28	440	440	440	439	439,8	149	151	149	150	149,75	77	78	81	81	79,25	2200	10,09	
18	VP-28-6	09/01/2021	06/02/2021	28	439	441	440	440	440,0	151	151	151	149	150,5	83	78	82	83	81,5	1990	8,59	

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tabla 164

Ensayo resistencia a la flexión módulo de rotura primer mes de corrosión a los 7 días.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: **"RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."**

TESISTAS: BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS

LUGAR:

CANTERA:

FECHA:

ENSAYO DE RESISTENCIA ALA FLEXIÓN 1ER MES NTP 339.078

N° DE VIGUETA	CÓDIGO	FECHA		EDAD (DÍAS)	LONGITUD					ANCHO					PERALTE					CARGA DE ROTURA (kg-f)	MÓDULO DE ROTURA (MPa)	PROMEDIO (MPa)
					SUPERIOR		INFERIOR		LONGITUD APOYOS (mm)	SUPERIOR		INFERIOR		ANCHO PROMEDIO (mm)	SUPERIOR		INFERIOR		PERALTE PROMEDIO (mm)			
		ELABORACIÓN	ROTURA		L1 (mm)	L2 (mm)	L3 (mm)	L4 (mm)		A1 (mm)	A2 (mm)	A3 (mm)	A4 (mm)		P1 (mm)	P2 (mm)	P3 (mm)	P4 (mm)				
1	VC-1-7-1	09/01/2021	16/01/2021	7	440	439	440	441	440,0	149	151	151	151	150,5	78	83	80	80	80,25	1180	5,25	6,33
2	VC-1-7-2	09/01/2021	16/01/2021	7	441	440	440	439	440,0	149	150	150	150	149,75	78	80	78	79	78,75	1420	6,60	
3	VC-1-7-3	09/01/2021	16/01/2021	7	439	439	439	439	439,0	150	150	150	149	149,75	77	79	78	82	79	1370	6,31	
4	VC-1-7-4	09/01/2021	16/01/2021	7	439	440	440	441	440,0	150	149	151	149	149,75	81	79	83	81	81	1330	5,84	
5	VC-1-7-5	09/01/2021	16/01/2021	7	439	440	439	439	439,3	151	150	149	149	149,75	81	80	82	78	80,25	1960	8,75	
6	VC-1-7-6	09/01/2021	16/01/2021	7	441	439	440	439	439,8	151	151	150	149	150,25	80	82	77	82	80,25	1170	5,21	

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco

Repositorio Digital

Tabla 165

Ensayo resistencia a la flexión módulo de rotura primer mes de corrosión a los 14 días.

UAC

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: **"RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."**

TESISTAS: BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS

LUGAR:

CANTERA:

FECHA:

ENSAYO DE RESISTENCIA ALA FLEXIÓN 1ER MES NTP 339.078

N° DE VIGUETA	CÓDIGO	FECHA		EDAD (DÍAS)	LONGITUD					ANCHO					PERALTE					CARGA DE ROTURA (kg-f)	MÓDULO DE ROTURA (MPa)	PROMEDIO (MPa)
					SUPERIOR		INFERIOR		LONGITUD APOYOS (mm)	SUPERIOR		INFERIOR		ANCHO PROMEDIO (mm)	SUPERIOR		INFERIOR		PERALTE PROMEDIO (mm)			
		ELABORACIÓN	ROTURA		L1 (mm)	L2 (mm)	L3 (mm)	L4 (mm)		A1 (mm)	A2 (mm)	A3 (mm)	A4 (mm)		P1 (mm)	P2 (mm)	P3 (mm)	P4 (mm)				
7	VC-1-14-1	09/01/2021	23/01/2021	14	439	440	441	440	440,0	149	150	149	149	149,25	79	82	78	83	80,5	1670	7,45	7,80
8	VC-1-14-2	09/01/2021	23/01/2021	14	439	441	440	441	440,3	149	150	150	151	150	78	77	78	78	77,75	1960	9,33	
9	VC-1-14-3	09/01/2021	23/01/2021	14	440	441	439	439	439,8	150	150	150	150	150	83	79	80	81	80,75	1890	8,33	
10	VC-1-14-4	09/01/2021	23/01/2021	14	441	439	441	441	440,5	151	151	151	150	150,75	79	79	77	77	78	1620	7,63	
11	VC-1-14-5	09/01/2021	23/01/2021	14	441	440	439	441	440,3	150	151	151	150	150,5	77	79	78	83	79,25	1510	6,90	
12	VC-1-14-6	09/01/2021	23/01/2021	14	440	439	439	439	439,3	149	149	151	151	150	81	82	77	78	79,5	1580	7,18	

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tabla 166

Ensayo resistencia a la flexión módulo de rotura primer mes de corrosión a los 28 días.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: **"RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."**

TESISTAS: BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS

LUGAR:

CANTERA:

FECHA:

ENSAYO DE RESISTENCIA ALA FLEXIÓN 1ER MES NTP 339.078

N° DE VIGUETA	CÓDIGO	FECHA		EDAD (DÍAS)	LONGITUD					ANCHO					PERALTE					CARGA DE ROTURA (kg-f)	MÓDULO DE ROTURA (MPa)	PROMEDIO (MPa)
					SUPERIOR		INFERIOR			SUPERIOR		INFERIOR			SUPERIOR		INFERIOR					
		ELABORACIÓN	ROTURA		L1 (mm)	L2 (mm)	L3 (mm)	L4 (mm)	LONGITUD APOYOS (mm)	A1 (mm)	A2 (mm)	A3 (mm)	A4 (mm)	ANCHO PROMEDIO (mm)	P1 (mm)	P2 (mm)	P3 (mm)	P4 (mm)	PERALTE PROMEDIO (mm)			
13	VC-1-28-1	09/01/2021	06/02/2021	28	439	439	440	441	439,8	149	149	149	150	149,25	79	78	80	83	80	1830	8,26	8,02
14	VC-1-28-2	09/01/2021	06/02/2021	28	439	440	439	439	439,3	149	151	150	151	150,25	77	80	79	78	78,5	1820	8,47	
15	VC-1-28-3	09/01/2021	06/02/2021	28	440	441	440	441	440,5	151	150	151	149	150,25	80	81	78	79	79,5	1690	7,69	
16	VC-1-28-4	09/01/2021	06/02/2021	28	439	440	440	439	439,5	150	149	151	149	149,75	79	78	79	80	79	1790	8,25	
17	VC-1-28-5	09/01/2021	06/02/2021	28	441	439	440	440	440,0	150	150	149	149	149,5	80	83	78	82	80,75	1600	7,08	
18	VC-1-28-6	09/01/2021	06/02/2021	28	441	439	440	440	440,0	151	149	151	150	150,25	80	77	79	81	79,25	1830	8,37	

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tabla 167

Ensayo resistencia a la flexión módulo de rotura segundo mes de corrosión a los 7 días.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: **"RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."**

TESISTAS: BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS

LUGAR:

CANTERA:

FECHA:

ENSAYO DE RESISTENCIA ALA FLEXIÓN 2DO MES NTP 339.078

N° DE VIGUETA	CÓDIGO	FECHA		EDAD (DÍAS)	LONGITUD					ANCHO					PERALTE					CARGA DE ROTURA (kg-f)	MÓDULO DE ROTURA (MPa)	PROMEDIO (MPa)
					SUPERIOR		INFERIOR		LONGITUD APOYOS (mm)	SUPERIOR		INFERIOR		ANCHO PROMEDIO (mm)	SUPERIOR		INFERIOR		PERALTE PROMEDIO (mm)			
		ELABORACIÓN	ROTURA		L1 (mm)	L2 (mm)	L3 (mm)	L4 (mm)		A1 (mm)	A2 (mm)	A3 (mm)	A4 (mm)		P1 (mm)	P2 (mm)	P3 (mm)	P4 (mm)				
1	VC-2-7-1	09/02/2021	16/02/2021	7	440	439	440	440	439,8	150	151	149	150	150	78	82	77	80	79,25	1500	6,87	5,18
2	VC-2-7-2	09/02/2021	16/02/2021	7	440	441	439	441	440,3	150	150	151	151	150,5	78	81	83	82	81	370	1,62	
3	VC-2-7-3	09/02/2021	16/02/2021	7	439	439	441	439	439,5	151	151	149	150	150,25	79	80	82	80	80,25	1530	6,81	
4	VC-2-7-4	09/02/2021	16/02/2021	7	440	439	439	440	439,5	149	151	149	150	149,75	82	80	78	79	79,75	1450	6,56	
5	VC-2-7-5	09/02/2021	16/02/2021	7	439	439	440	441	439,8	151	149	149	151	150	77	83	82	77	79,75	1400	6,33	
6	VC-2-7-6	09/02/2021	16/02/2021	7	439	439	439	440	439,3	151	149	151	150	150,25	77	80	78	80	78,75	630	2,91	

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tabla 168

Ensayo resistencia a la flexión módulo de rotura segundo mes de corrosión a los 14 días.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: **"RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."**

TESISTAS: BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS

LUGAR:

CANTERA:

FECHA:

ENSAYO DE RESISTENCIA ALA FLEXIÓN 2DO MES NTP 339.078

N° DE VIGUETA	CÓDIGO	FECHA		EDAD (DÍAS)	LONGITUD					ANCHO					PERALTE					CARGA DE ROTURA (kg-f)	MÓDULO DE ROTURA (MPa)	PROMEDIO (MPa)
					SUPERIOR		INFERIOR			SUPERIOR		INFERIOR			SUPERIOR		INFERIOR					
		ELABORACIÓN	ROTURA		L1 (mm)	L2 (mm)	L3 (mm)	L4 (mm)	LONGITUD APOYOS (mm)	A1 (mm)	A2 (mm)	A3 (mm)	A4 (mm)	ANCHO PROMEDIO (mm)	P1 (mm)	P2 (mm)	P3 (mm)	P4 (mm)	PERALTE PROMEDIO (mm)			
7	VC-2-14-1	09/02/2021	23/02/2021	14	439	440	441	439	439,8	151	150	151	151	150,75	78	82	79	77	79	1790	8,20	
8	VC-2-14-2	09/02/2021	23/02/2021	14	441	440	441	439	440,3	151	150	150	150	150,25	77	77	82	79	78,75	1800	8,34	
9	VC-2-14-3	09/02/2021	23/02/2021	14	440	439	441	441	440,3	150	149	149	151	149,75	82	82	79	77	80	1790	8,06	
10	VC-2-14-4	09/02/2021	23/02/2021	14	439	440	439	439	439,3	151	150	151	150	150,5	80	78	83	82	80,75	1470	6,45	7,66
11	VC-2-14-5	09/02/2021	23/02/2021	14	439	439	439	439	439,0	151	149	149	151	150	80	82	79	78	79,75	1780	8,03	
12	VC-2-14-6	09/02/2021	23/02/2021	14	441	441	439	439	440,0	149	149	151	149	149,5	80	77	78	82	79,25	1500	6,89	

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco

Repositorio Digital

Tabla 169

Ensayo resistencia a la flexión módulo de rotura segundo mes de corrosión a los 28 días.

UAC

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: **"RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."**

TESISTAS: BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS

LUGAR:

CANTERA:

FECHA:

ENSAYO DE RESISTENCIA ALA FLEXIÓN 2DO MES NTP 339.078

N° DE VIGUETA	CÓDIGO	FECHA		EDAD (DÍAS)	LONGITUD					ANCHO					PERALTE					CARGA DE ROTURA (kg-f)	MÓDULO DE ROTURA (MPa)	PROMEDIO (MPa)
					SUPERIOR		INFERIOR		LONGITUD APOYOS (mm)	SUPERIOR		INFERIOR		ANCHO PROMEDIO (mm)	SUPERIOR		INFERIOR		PERALTE PROMEDIO (mm)			
		ELABORACIÓN	ROTURA		L1 (mm)	L2 (mm)	L3 (mm)	L4 (mm)		A1 (mm)	A2 (mm)	A3 (mm)	A4 (mm)		P1 (mm)	P2 (mm)	P3 (mm)	P4 (mm)				
13	VC-2-28-1	09/02/2021	09/03/2021	28	439	440	439	441	439,8	151	151	149	151	150,5	82	82	82	81	81,75	1850	7,93	8,62
14	VC-2-28-2	09/02/2021	09/03/2021	28	439	441	441	441	440,5	149	150	151	150	150	79	80	83	80	80,5	2010	8,93	
15	VC-2-28-3	09/02/2021	09/03/2021	28	441	439	441	440	440,3	149	149	149	151	149,5	77	83	80	81	80,25	1600	7,17	
16	VC-2-28-4	09/02/2021	09/03/2021	28	441	440	441	440	440,5	150	151	150	149	150	81	79	79	81	80	2010	9,04	
17	VC-2-28-5	09/02/2021	09/03/2021	28	439	439	440	439	439,3	151	149	150	151	150,25	81	78	78	82	79,75	1940	8,74	
18	VC-2-28-6	09/02/2021	09/03/2021	28	440	441	441	441	440,8	151	150	151	151	150,75	82	82	80	77	80,25	2220	9,88	

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tabla 170

Ensayo resistencia a la flexión módulo de rotura tercer mes de corrosión a los 7 días.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: **"RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."**

TESISTAS BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS

LUGAR:

CANTERA:

FECHA:

ENSAYO DE RESISTENCIA ALA FLEXIÓN 3ER MES NTP 339.078

N° DE VIGUETA	CÓDIGO	FECHA		EDAD (DÍAS)	LONGITUD					ANCHO					PERALTE					CARGA DE ROTURA (kg-f)	MÓDULO DE ROTURA (MPa)	PROMEDIO (MPa)
					SUPERIOR		INFERIOR			SUPERIOR		INFERIOR			SUPERIOR		INFERIOR					
		ELABORACIÓN	ROTURA		L1 (mm)	L2 (mm)	L3 (mm)	L4 (mm)	LONGITUD APOYOS (mm)	A1 (mm)	A2 (mm)	A3 (mm)	A4 (mm)	ANCHO PROMEDIO (mm)	P1 (mm)	P2 (mm)	P3 (mm)	P4 (mm)	PERALTE PROMEDIO (mm)			
1	VC-3-7-1	09/03/2021	16/03/2021	7	441	441	441	439	440,5	151	149	149	151	150	82	81	78	81	80,5	1450	6,44	7,05
2	VC-3-7-2	09/03/2021	16/03/2021	7	441	439	439	441	440,0	150	151	149	149	149,75	83	82	78	79	80,5	1970	8,76	
3	VC-3-7-3	09/03/2021	16/03/2021	7	441	440	440	441	440,5	151	149	149	150	149,75	78	77	77	83	78,75	1460	6,79	
4	VC-3-7-4	09/03/2021	16/03/2021	7	439	440	439	440	439,5	149	149	150	149	149,25	82	78	77	80	79,25	1600	7,36	
5	VC-3-7-5	09/03/2021	16/03/2021	7	441	441	439	441	440,5	149	150	149	151	149,75	77	77	83	83	80	1480	6,67	
6	VC-3-7-6	09/03/2021	16/03/2021	7	440	441	440	440	440,3	150	150	149	151	150	79	79	83	80	80,25	1410	6,30	

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tabla 171

Ensayo resistencia a la flexión módulo de rotura tercer mes de corrosión a los 14 días.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: **"RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."**

TESISTAS: BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS

LUGAR:

CANTERA:

FECHA:

ENSAYO DE RESISTENCIA ALA FLEXIÓN 3ER MES NTP 339.078

N° DE VIGUETA	CÓDIGO	FECHA		EDAD (DÍAS)	LONGITUD					ANCHO					PERALTE					CARGA DE ROTURA (kg-f)	MÓDULO DE ROTURA (MPa)	PROMEDIO (MPa)
		ELABORACIÓN	ROTURA		SUPERIOR		INFERIOR		LONGITUD APOYOS (mm)	SUPERIOR		INFERIOR		ANCHO PROMEDIO (mm)	SUPERIOR		INFERIOR		PERALTE PROMEDIO (mm)			
					L1 (mm)	L2 (mm)	L3 (mm)	L4 (mm)		A1 (mm)	A2 (mm)	A3 (mm)	A4 (mm)		P1 (mm)	P2 (mm)	P3 (mm)	P4 (mm)				
7	VC-3-14-1	09/03/2021	23/03/2021	14	441	441	440	439	440,3	149	151	151	150	150,25	82	79	82	79	80,5	1700	7,54	7,41
8	VC-3-14-2	09/03/2021	23/03/2021	14	441	439	441	439	440,0	150	150	149	150	149,75	81	82	82	82	81,75	1660	7,16	
9	VC-3-14-3	09/03/2021	23/03/2021	14	441	441	440	439	440,3	149	151	151	150	150,25	79	80	82	81	80,5	1740	7,72	
10	VC-3-14-4	09/03/2021	23/03/2021	14	440	441	439	439	439,8	149	149	149	150	149,25	77	82	78	80	79,25	1470	6,76	
11	VC-3-14-5	09/03/2021	23/03/2021	14	439	439	440	441	439,8	150	151	150	150	150,25	78	77	83	77	78,75	1620	7,50	
12	VC-3-14-6	09/03/2021	23/03/2021	14	439	441	439	439	439,5	151	151	150	150	150,5	81	79	80	81	80,25	1750	7,78	

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tabla 172

Ensayo resistencia a la flexión módulo de rotura tercer mes de corrosión a los 28 días.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: **"RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."**

TESISTAS: BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS

LUGAR:

CANTERA:

FECHA:

ENSAYO DE RESISTENCIA ALA FLEXIÓN 3ER MES NTP 339.078

N° DE VIGUETA	CÓDIGO	FECHA		EDAD (DÍAS)	LONGITUD					ANCHO					PERALTE					CARGA DE ROTURA (kg-f)	MÓDULO DE ROTURA (MPa)	PROMEDIO (MPa)
					SUPERIOR		INFERIOR			SUPERIOR		INFERIOR			SUPERIOR		INFERIOR					
		ELABORACIÓN	ROTURA		L1 (mm)	L2 (mm)	L3 (mm)	L4 (mm)	LONGITUD APOYOS (mm)	A1 (mm)	A2 (mm)	A3 (mm)	A4 (mm)	ANCHO PROMEDIO (mm)	P1 (mm)	P2 (mm)	P3 (mm)	P4 (mm)	PERALTE PROMEDIO (mm)			
13	VC-3-28-1	09/03/2021	06/04/2021	28	441	439	441	441	440,5	151	149	151	150	150,25	83	80	83	82	82	1820	7,78	7,48
14	VC-3-28-2	09/03/2021	06/04/2021	28	439	440	441	439	439,8	151	151	149	150	150,25	79	82	79	77	79,25	1780	8,13	
15	VC-3-28-3	09/03/2021	06/04/2021	28	440	439	441	439	439,8	151	149	149	150	149,75	79	80	83	78	80	1460	6,57	
16	VC-3-28-4	09/03/2021	06/04/2021	28	440	441	440	439	440,0	150	149	149	150	149,5	80	79	78	77	78,5	1620	7,59	
17	VC-3-28-5	09/03/2021	06/04/2021	28	439	439	441	440	439,8	151	150	151	151	150,75	81	82	81	79	80,75	1800	7,90	
18	VC-3-28-6	09/03/2021	06/04/2021	28	439	441	440	440	440,0	149	149	149	149	149	83	82	80	80	81,25	1570	6,89	

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tabla 173

Relación entre el módulo de rotura y la resistencia a la compresión de vigueta patrón.

Resistencia a la Compresión (7 días) (Kg/cm2)					145,4	
Resistencia a la Compresión (14 días) (Kg/cm2)					181,5	
Resistencia a la Compresión (28 días) (Kg/cm2)					212,3	
Vigueta	***Registro***	***Edad (Días)***	***Módulo de Rotura (Kg/cm2)***	***f'c (Kg/cm2)***	***f'r-f'c***	***Promedio***
1	VP-7-1	7	73,54	145,4	50,58%	52,03%
2	VP-7-2	7	64,11	145,4	44,09%	
3	VP-7-3	7	80,51	145,4	55,37%	
4	VP-7-4	7	74,99	145,4	51,58%	
5	VP-7-5	7	89,46	145,4	61,52%	
6	VP-7-6	7	71,27	145,4	49,02%	
1	VP-14-1	14	74,33	181,5	40,95%	44,03%
2	VP-14-2	14	77,16	181,5	42,51%	
3	VP-14-3	14	74,73	181,5	41,17%	
4	VP-14-4	14	78,84	181,5	43,44%	
5	VP-14-5	14	96,13	181,5	52,97%	
6	VP-14-6	14	78,34	181,5	43,16%	
1	VP-28-1	28	86,07	212,3	40,54%	43,08%
2	VP-28-2	28	93,85	212,3	44,21%	
3	VP-28-3	28	92,83	212,3	43,72%	
4	VP-28-4	28	89,21	212,3	42,02%	
5	VP-28-5	28	100,87	212,3	47,52%	
6	VP-28-6	28	85,90	212,3	40,46%	

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tabla 174

Relación entre el módulo de rotura y la resistencia a la compresión de vigueta con acero con proceso de corrosión por 1 mes.

Resistencia a la Compresión (7 días) (Kg/cm2)					145,4	
Resistencia a la Compresión (14 días) (Kg/cm2)					181,5	
Resistencia a la Compresión (28 días) (Kg/cm2)					212,3	
Vigueta	***Registro***	***Edad (Días)***	***Módulo de Rotura (Kg/cm2)***	***f'c (Kg/cm2)***	***f'r-f'c***	***Promedio***
1	VC-1-7-1	7	52,53	145,4	36,13%	44,11%
2	VC-1-7-2	7	65,98	145,4	44,76%	
3	VC-1-7-3	7	63,11	145,4	43,19%	
4	VC-1-7-4	7	58,41	145,4	41,92%	
5	VC-1-7-5	7	87,54	145,4	61,78%	
6	VC-1-7-6	7	52,14	145,4	36,88%	
1	VC-1-14-1	14	74,50	181,5	43,07%	43,98%
2	VC-1-14-2	14	93,32	181,5	50,55%	
3	VC-1-14-3	14	83,33	181,5	48,75%	
4	VC-1-14-4	14	76,30	181,5	41,78%	
5	VC-1-14-5	14	68,97	181,5	38,95%	
6	VC-1-14-6	14	71,79	181,5	40,75%	
1	VC-1-28-1	28	82,62	212,3	39,51%	38,00%
2	VC-1-28-2	28	84,67	212,3	39,29%	
3	VC-1-28-3	28	76,88	212,3	36,48%	
4	VC-1-28-4	28	82,55	212,3	38,64%	
5	VC-1-28-5	28	70,82	212,3	34,54%	
6	VC-1-28-6	28	83,68	212,3	39,51%	

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tabla 175

Relación entre el módulo de rotura y la resistencia a la compresión de vigueta con acero con proceso de corrosión por 2 meses.

Resistencia a la Compresión (7 días) (Kg/cm2)					145,4	
Resistencia a la Compresión (14 días) (Kg/cm2)					181,5	
Resistencia a la Compresión (28 días) (Kg/cm2)					212,3	
Vigueta	***Registro***	***Edad (Días)***	***Módulo de Rotura (Kg/cm2)***	***f'c (Kg/cm2)***	***f'r-f'c***	***Promedio***
1	VC-2-7-1	7	68,663	145,4	47,22%	35,65%
2	VC-2-7-2	7	16,178	145,4	11,13%	
3	VC-2-7-3	7	68,150	145,4	46,87%	
4	VC-2-7-4	7	65,617	145,4	45,13%	
5	VC-2-7-5	7	63,285	145,4	43,52%	
6	VC-2-7-6	7	29,124	145,4	20,03%	
1	VC-2-14-1	14	82,048	181,5	45,21%	42,23%
2	VC-2-14-2	14	83,402	181,5	45,95%	
3	VC-2-14-3	14	80,635	181,5	44,43%	
4	VC-2-14-4	14	64,525	181,5	35,55%	
5	VC-2-14-5	14	80,325	181,5	44,26%	
6	VC-2-14-6	14	68,932	181,5	37,98%	
1	VC-2-28-1	28	79,320	212,3	37,36%	40,60%
2	VC-2-28-2	28	89,326	212,3	42,08%	
3	VC-2-28-3	28	71,747	212,3	33,80%	
4	VC-2-28-4	28	90,446	212,3	42,60%	
5	VC-2-28-5	28	87,449	212,3	41,19%	
6	VC-2-28-6	28	98,836	212,3	46,56%	

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tabla 176

Relación entre el módulo de rotura y la resistencia a la compresión de vigueta con acero con proceso de corrosión por 3 meses.

Resistencia a la Compresión (7 días) (Kg/cm2)					145,4	
Resistencia a la Compresión (14 días) (Kg/cm2)					181,5	
Resistencia a la Compresión (28 días) (Kg/cm2)					212,3	
Vigueta	***Registro***	***Edad (Días)***	***Módulo de Rotura (Kg/cm2)***	***f'c (Kg/cm2)***	***f'r-f'c***	***Promedio***
1	VC-3-7-1	7	64,4390837	145,4	44,32%	48,51%
2	VC-3-7-2	7	87,5948901	145,4	60,24%	
3	VC-3-7-3	7	67,9124305	145,4	46,71%	
4	VC-3-7-4	7	73,5672364	145,4	50,60%	
5	VC-3-7-5	7	66,7082096	145,4	45,88%	
6	VC-3-7-6	7	63,0166914	145,4	43,34%	
1	VC-3-14-1	14	75,380759	181,5	41,53%	40,82%
2	VC-3-14-2	14	71,5709649	181,5	39,43%	
3	VC-3-14-3	14	77,1544239	181,5	42,51%	
4	VC-3-14-4	14	67,6283455	181,5	37,26%	
5	VC-3-14-5	14	74,9762506	181,5	41,31%	
6	VC-3-14-6	14	77,8195665	181,5	42,88%	
1	VC-3-28-1	28	77,8204211	212,3	36,66%	35,22%
2	VC-3-28-2	28	81,3450798	212,3	38,32%	
3	VC-3-28-3	28	65,694704	212,3	30,94%	
4	VC-3-28-4	28	75,8762129	212,3	35,74%	
5	VC-3-28-5	28	78,9685987	212,3	37,20%	
6	VC-3-28-6	28	68,871221	212,3	32,44%	

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

c) Análisis de la Prueba

El Momento último en el ensayo de flexión patrón a los 7 días es 0,123 Tn-m

El Momento último en el ensayo de flexión patrón a los 14 días es 0,132 Tn-m

El Momento último en el ensayo de flexión patrón a los 28 días es 0,150 Tn-m

El Momento último en el ensayo de flexión primer mes de corrosión a los 7 días es 0,103 Tn-m.

El Momento último en el ensayo de flexión primer mes de corrosión a los 14 días es 0,125 Tn-m.

El Momento último en el ensayo de flexión primer mes de corrosión a los 28 días es 0,129 Tn-m.

El Momento último en el ensayo de flexión segundo mes de corrosión a los 7 días es 0,084 Tn-m.

El Momento último en el ensayo de flexión segundo mes de corrosión a los 14 días es 0,124 Tn-m.

El Momento último en el ensayo de flexión segundo mes de corrosión a los 28 días es 0,142 Tn-m.

El Momento último en el ensayo de flexión tercer mes de corrosión a los 7 días es 0,115 Tn-m.

El Momento último en el ensayo de flexión tercer mes de corrosión a los 14 días es 0,121 Tn-m.

El Momento último en el ensayo de flexión tercer mes de corrosión a los 28 días es 0,123 Tn-m.

El módulo de ruptura ensayo de flexión patrón a los 7 días es 7,56 N/mm^2.

El módulo de ruptura ensayo de flexión patrón a los 14 días es 7,99 N/mm^2.

El módulo de ruptura ensayo de flexión patrón a los 28 días es 9,15 N/mm^2.

El módulo de ruptura ensayo de flexión primer mes de corrosión a los 7 días es 6,33 N/mm^2.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

El módulo de ruptura ensayo de flexión primer mes de corrosión a los 14 días es 7,80 N/mm^2.

El módulo de ruptura ensayo de flexión primer mes de corrosión a los 28 días es 8,02 N/mm^2.

El módulo de ruptura ensayo de flexión segundo mes de corrosión a los 7 días es 5,18 N/mm^2.

El módulo de ruptura ensayo de flexión segundo mes de corrosión a los 14 días es 7,66 N/mm^2.

El módulo de ruptura ensayo de flexión segundo mes de corrosión a los 28 días es 8,62 N/mm^2.

El módulo de ruptura ensayo de flexión tercer mes de corrosión a los 7 días es 7,05 N/mm^2.

El módulo de ruptura ensayo de flexión tercer mes de corrosión a los 14 días es 7,41 N/mm^2.

El módulo de ruptura ensayo de flexión tercer mes de corrosión a los 28 días es 7,48 N/mm^2.

3.6.12. Análisis estadístico de los datos de propiedades mecánicas

3.6.12.1. Análisis estadístico de los datos del Ensayo de Compresión

a) Procesamiento o cálculos de la prueba

Para aplicar el teorema de Dixon, se evalúa todos los valores, se ordena de menos a mayor; en este ensayo de adherencia contamos con n=6 y n=5, por lo tanto, la relación a calcular es R10.

Tabla 177

Prueba de Dixon de acuerdo con el tamaño del conjunto de datos.

NÚMERO DE DATOS	RELACIÓN A CALCULAR
n = 3 a 7	R10
n = 8 a 10	R11
n = 11 a 13	R21
n= 14 a 24	R22

Fuente: (Taylor Ph.D. & Cihon Ph.D., 2004)

$$Si\ x_n\ \ es\ sospechoso = \frac{(x_n - x_{n-1})}{(x_n - x_1)}$$

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

$$Si\ x_1\ es\ sospechoso = \frac{(x_2 - x_1)}{(x_n - x_1)}$$

Tabla 178

Los valores críticos de dixon para r10 con una población de 6.

TABLA DE NIVEL DE COINCIDENCIA DE DATOS TEOREMA DE DIXON.

	80%	90%	95%	96%	98%	99%
N= 6	0.482	0.560	0.625	0.644	0.698	0.740

Fuente: (Taylor Ph.D. & Cihon Ph.D., 2004)

Tabla 179

Los Valores críticos de Dixon para R10 con una población de 5.

TABLA DE NIVEL DE COINCIDENCIA DE DATOS TEOREMA DE DIXON.

	80%	90%	95%	96%	98%	99%
N= 5	0.557	0.642	0.710	0.729	0.780	0.821

Fuente: (Taylor Ph.D. & Cihon Ph.D., 2004)

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco

Repositorio Digital

b) Diagramas, Tablas

Tabla 180

Análisis estadístico del ensayo de compresión- probeta de concreto a los 7 días de curado.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: **"RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."**

TESISTAS: BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS

LUGAR:

CANTERA:

FECHA:

"ANALISIS ESTADISTICO DE RESULTADOS DEL ENSAYO A COMPRESIÓN DE PROBETAS A LOS 7 DIAS"

N° DE VIGUETA	CÓDIGO	EDAD (DÍAS)	CARGA DE ROTURA (kg-f)	CARGA DE ROTURA (kg-f)ORDENADAS DE MENOR A MAYOR	X_N-X_1	X_N-X_{N-1}	DIXON	COEFICIENTE DE DIXON	TIPO DE DATO
1	M-7-1	7	26190	22740	3450	2880	0,834782609	0,625	atipico
2	M-7-2	7	25620	25620		460	0,133333333	0,625	no atipico
3	M-7-3	7	22740	26080		50	0,014492754	0,625	no atipico
4	M-7-4	7	26130	26130		30	0,008695652	0,625	no atipico
5	M-7-5	7	26080	26160		30	0,008695652	0,625	no atipico
6	M-7-6	7	26160	26190		30	0,008695652	0,625	no atipico

N° DE BRIQUETA	CÓDIGO	FECHA		EDAD	TIPO DE FALLA	DIÁMETROS DE LA BRIQUETA				PROMEDIO DE DIÁMETROS(cm)	ÁREA DE LA SECCIÓN (cm)	MÁXIMA FUERZA APLICADA (kg-f)	RESISTENCIA (Kg/cm2)	PROMEDIO (Kg/cm2)
		ELABORACIÓN	ROTURA	(Días)		D1 Sup	D2 Sup (cm)	D3 Inf (cm)	D4 Inf (cm)					
1	M-7-1	10/11/2020	17/11/2020	7	VI	15,1	15,0	15,2	15,1	15,1	179,08	26190	146,2	145,4
2	M-7-2	10/11/2020	17/11/2020	7	V	15,2	14,9	15,0	15,2	15,1	178,49	25620	143,5	
4	M-7-4	10/11/2020	17/11/2020	7	V	15,3	15,2	15,1	15,0	15,2	180,27	26130	145,0	
5	M-7-5	10/11/2020	17/11/2020	7	V	14,9	15,0	15,2	15,3	15,1	179,08	26080	145,6	
6	M-7-6	10/11/2020	17/11/2020	7	VI	15,0	15,0	15,2	15,1	15,1	178,49	26160	146,6	

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tabla 181

Análisis estadístico del ensayo de compresión- probeta de concreto a los 14 días de curado.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: **"RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."**

TESISTAS BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS
LUGAR:
CANTERA:
FECHA:

"ANALISIS ESTADISTICO DE RESULTADOS DEL ENSAYO A COMPRESIÓN DE PROBETAS A LOS 14 DIAS"

N° DE VIGUETA	CÓDIGO	EDAD (DÍAS)	CARGA DE ROTURA (kg-f)	CARGA DE ROTURA (kg-f)ORDENADAS DE MENOR A MAYOR	X_N-X_1	X_N-X_{N-1}	DIXON	COEFICIENTE DE DIXON	TIPO DE DATO
1	M-14-1	7	28400	28400	4280	3610	0,843458	0,625	atipico
2	M-14-2	7	32010	32010		390	0,091121	0,625	no atipico
3	M-14-3	7	32400	32400		180	0,042056	0,625	no atipico
4	M-14-4	7	32650	32580		70	0,016355	0,625	no atipico
5	M-14-5	7	32580	32650		30	0,007009	0,625	no atipico
6	M-14-6	7	32680	32680		30	0,007009	0,625	no atipico

N° DE BRIQUETA	CÓDIGO	FECHA		EDAD	TIPO DE FALLA	DIÁMETROS DE LA BRIQUETA				PROMEDIO	ÁREA DE LA SECCIÓN (cm)	MÁXIMA FUERZA	RESISTENCIA (Kg/cm2)	PROMEDIO (Kg/cm2)
		ELABORACIÓN	ROTURA	(Días)		D1 Sup	D2 Sup (cm)	D3 Inf (cm)	D4 Inf (cm)					
8	M-14-2	10/11/2020	24/11/2020	14	VI	15,0	15,2	15,2	14,9	15,1	178,49	32010	179,3	181,5
9	M-14-3	10/11/2020	24/11/2020	14	V	15,0	15,0	15,1	15,1	15,1	177,89	32400	182,1	
10	M-14-4	10/11/2020	24/11/2020	14	V	15,1	15,0	15,3	15,2	15,2	180,27	32650	181,1	
11	M-14-5	10/11/2020	24/11/2020	14	V	15,2	15,3	14,9	15,0	15,1	179,08	32580	181,9	
12	M-14-6	10/11/2020	24/11/2020	14	VI	15,2	15,1	15,0	15,0	15,1	178,49	32680	183,1	

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco

Repositorio Digital

Tabla 182

Análisis estadístico del ensayo de compresión- probeta de concreto a los 28 días de curado.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: **"RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."**

TESISTAS BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS

LUGAR:

CANTERA:

FECHA:

"ANALISIS ESTADISTICO DE RESULTADOS DEL ENSAYO A COMPRESIÓN DE PROBETAS A LOS 28 DIAS"

N° DE VIGUETA	CÓDIGO	EDAD (DÍAS)	CARGA DE ROTURA (kg-f)	CARGA DE ROTURA (kg-f)ORDENADAS DE MENOR A MAYOR	X_N-X_1	X_N-X_{N-1}	DIXON	COEFICIENTE DE DIXON	TIPO DE DATO
1	M-28-1	7	33250	33250	5000	10	0,002	0,625	no atipico
2	M-28-2	7	37470	33260		4210	0,842	0,625	atipico
3	M-28-3	7	33260	37470		670	0,134	0,625	no atipico
4	M-28-4	7	38220	38140		80	0,016	0,625	no atipico
5	M-28-5	7	38140	38220		30	0,006	0,625	no atipico
6	M-28-6	7	38250	38250		30	0,006	0,625	no atipico

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco

Repositorio Digital

Tabla 183

Análisis estadístico del ensayo de compresión- probeta de concreto a los 28 días de curado segunda iteración.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: **"RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."**

TESISTAS BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS

LUGAR:

CANTERA:

FECHA:

"ANALISIS ESTADISTICO DE RESULTADOS DEL ENSAYO A COMPRESIÓN DE PROBETAS A LOS 28 DIAS"

N° DE VIGUETA	CÓDIGO	EDAD (DÍAS)	CARGA DE ROTURA (kg-f)	CARGA DE ROTURA (kg-f)ORDENADAS DE MENOR A MAYOR	X_N-X_1	X_N-X_{N-1}	DIXON	COEFICIENTE DE DIXON	TIPO DE DATO
1	M-28-1	7	33250	33250	5000	4220	0,844	0,710	atipico
2	M-28-2	7	37470	37470		670	0,134	0,710	no atipico
3	M-28-4	7	38220	38140		80	0,016	0,710	no atipico
4	M-28-5	7	38140	38220		30	0,006	0,710	no atipico
5	M-28-6	7	38250	38250		30	0,006	0,710	no atipico

N° DE BRIQUETA	CÓDIGO	FECHA		EDAD (Días)	TIPO DE FALLA	DIÁMETROS DE LA BRIQUETA				PROMEDIO	ÁREA DE LA SECCIÓN (cm)	MÁXIMA FUERZA	RESISTENCIA (Kg/cm2)	PROMEDIO (Kg/cm2)
		ELABORACIÓN	ROTURA			D1 Sup	D2 Sup (cm)	D3 Inf (cm)	D4 Inf (cm)					
14	M-28-2	10/11/2020	08/12/2020	28	V	14,9	15,0	15,2	15,2	15,1	178,49	37470	209,9	212,3
16	M-28-4	10/11/2020	08/12/2020	28	VI	15,2	15,1	15,0	15,3	15,2	180,27	38220	212,0	
17	M-28-5	10/11/2020	08/12/2020	28	V	15,0	15,2	15,3	14,9	15,1	179,08	38140	213,0	
18	M-28-6	10/11/2020	08/12/2020	28	VI	15,0	15,2	15,1	15,0	15,1	178,49	38250	214,3	

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

c) Análisis de la Prueba

En el ensayo de compresión, a los 7 días de curado del concreto se obtuvo que la probeta M-7-3 en la evaluación estadística para el valor de r (0.834) es mayor al valor critico de Dixon (0.625), por lo tanto, si es un dato atípico.

En el ensayo de compresión, a los 14 días de curado del concreto se obtuvo que la probeta M-14-1 en la evaluación estadística para el valor de r (0.843) es mayor al valor critico de Dixon (0.625), por lo tanto, si es un dato atípico.

En el ensayo de compresión, a los 28 días de curado del concreto se obtuvo que la probeta M-28-3 en la evaluación estadística para el valor de r(0.842) es mayor al valor critico de Dixon(0.825), por lo tanto, si es un dato atípico; al sospechar que aun existían datos atípicos se volvió a evaluaren las muestras de los 28 días hallando para la probeta M-28-1 el cual obtuvo en la evaluación estadística para el valor de r(0.844) el cual es mayor al valor critico de Dixon(0.710), por lo tanto, si es un dato atípico.

3.6.12.2. Análisis estadístico de los datos del Ensayo de Adherencia.

a) Procesamiento o cálculos de la prueba

Para aplicar el teorema de Dixon, se evalúa todos los valores, se ordena de menos a mayor; en este ensayo de adherencia contamos con n=4, por lo tanto, la relación a calcular es R10.

Tabla 184

Prueba de Dixon de acuerdo con el tamaño del conjunto de datos.

NÚMERO DE DATOS	RELACIÓN A CALCULAR
n = 3 a 7	R10
n = 8 a 10	R11
n = 11 a 13	R21
n= 14 a 24	R22

Fuente: (Taylor Ph.D. & Cihon Ph.D., 2004)

$$Si\ x_n\ \ es\ sospechoso = \frac{(x_n - x_{n-1})}{(x_n - x_1)}$$

$$Si\ x_1\ es\ sospechoso = \frac{(x_2 - x_1)}{(x_n - x_1)}$$

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tabla 185

Los valores críticos de dixon para r10 con una población de 4.

TABLA DE NIVEL DE COINCIDENCIA DE DATOS TEOREMA DE DIXON

	80%	90%	95%	96%	98%	99%
N= 4	0.679	0.765	0.829	0.846	0.889	0.926

Fuente: (Taylor Ph.D. & Cihon Ph.D., 2004)

b) Diagramas, Tablas

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tabla 186

Análisis Estadístico del ensayo de adherencia- Dado Patrón.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: **"RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."**

TESISTAS: BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE RESULTADOS DEL ENSAYO DE ADHERENCIA

N° DE ENSAYO	CÓDIGO	TIEMPO DEL CONCRETO (Días)	TESTIGO	DEFORMACIÓN (mm)	DEFORMACIÓN (mm)	Xn-X1	Xn-Xn-1	DIXON	COEFICIENTE DE DIXON	TIPO DE DATO
1	DP-07-1	7	1	1.800	1.300		0.500	0.833	0.829	atípico
2	DP-07-2	7	2	1.800	1.800	0.600	0.000	0.000	0.829	no atípico
3	DP-07-3	7	3	1.300	1.800		0.100	0.167	0.829	no atípico
4	DP-07-4	7	4	1.900	1.900		0.100	0.167	0.829	no atípico
5	DP-14-1	14	1	1.800	-	-	-	-	-	no atípico
6	DP-14-2	14	2	1.800	-	-	-	-	-	no atípico
7	DP-14-3	14	3	1.800	-	-	-	-	-	no atípico
8	DP-14-4	14	4	1.800	-	-	-	-	-	no atípico
9	DP-28-1	28	1	1.700	1.200		0.500	1.000	0.829	atípico
10	DP-28-2	28	2	1.700	1.700	0.500	0.000	0.000	0.829	no atípico
11	DP-28-3	28	3	1.700	1.700		0.000	0.000	0.829	no atípico
12	DP-28-4	28	4	1.200	1.700		0.000	0.000	0.829	no atípico

N° DE ENSAYO	CÓDIGO	TIEMPO DEL CONCRETO (Días)	TESTIGO	FUERZA (kgf)	FUERZA (kgf)	Xn-X1	Xn-Xn-1	DIXON	COEFICIENTE DE DIXON	TIPO DE DATO
1	DP-07-1	7	1	1912.857	-	-	-	-	-	no atípico
2	DP-07-2	7	2	1912.857	-	-	-	-	-	no atípico
3	DP-07-3	7	3	1912.857	-	-	-	-	-	no atípico
4	DP-07-4	7	4	1912.857	-	-	-	-	-	no atípico
5	DP-14-1	14	1	2060.000	-	-	-	-	-	no atípico
6	DP-14-2	14	2	2060.000	-	-	-	-	-	no atípico
7	DP-14-3	14	3	2060.000	-	-	-	-	-	no atípico
8	DP-14-4	14	4	2060.000	-	-	-	-	-	no atípico
9	DP-28-1	28	1	2060.000	-	-	-	-	-	no atípico
10	DP-28-2	28	2	2060.000	-	-	-	-	-	no atípico
11	DP-28-3	28	3	2060.000	-	-	-	-	-	no atípico
12	DP-28-4	28	4	2060.000	-	-	-	-	-	no atípico

ADHERENCIA

PATRÓN

TIEMPO DEL CONCRETO (Días)	TESTIGO	TIPO DE FALLA	DEFORMACIÓN (mm)	PROMEDIO DE DEFORMACIÓN (mm)	FUERZA (kgf)	ÁREA DE LA VARILLA (mm2)	DIÁMETRO DE LA VARILLA (mm)	LONGITUD DE ANCLAJE (mm)	FUERZA DE UNIÓN (MPa)	F'c (MPa)	FUERZA DE UNIÓN NORMALIZADA (MPa)	PROMEDIO DE FUERZA DE UNIÓN NORMALIZADA (MPa)
7	1	Desplazamiento	1.8	1.833	1912.857	28.274	6.000	200.000	4.976	20.820	1.091	1.091
	2	Desplazamiento	1.8		1912.857	28.274	6.000	200.000	4.976	20.820	1.091	
	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	
	4	Desplazamiento	1.9		1912.857	28.274	6.000	200.000	4.976	20.820	1.091	
14	1	Desplazamiento	1.8	1.800	2060.000	28.274	6.000	200.000	5.359	20.820	1.174	1.174
	2	Desplazamiento	1.8		2060.000	28.274	6.000	200.000	5.359	20.820	1.174	
	3	Desplazamiento	1.8		2060.000	28.274	6.000	200.000	5.359	20.820	1.174	
	4	Desplazamiento	1.8		2060.000	28.274	6.000	200.000	5.359	20.820	1.174	
28	1	Desplazamiento	1.7	1.700	2060.000	28.274	6.000	200.000	5.359	20.820	1.174	1.174
	2	Desplazamiento	1.7		2060.000	28.274	6.000	200.000	5.359	20.820	1.174	
	3	Desplazamiento	1.7		2060.000	28.274	6.000	200.000	5.359	20.820	1.174	
	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tabla 187

Análisis estadístico del ensayo de adherencia - dado con varilla después de un proceso de corrosión de 1 mes.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: **"RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."**

TESISTAS: BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE RESULTADOS DEL ENSAYO DE ADHERENCIA

N° DE ENSAYO	CÓDIGO	TIEMPO DEL CONCRETO (Días)	TESTIGO	DEFORMACIÓN (mm)	DEFORMACIÓN (mm)	Xn-X1	Xn-Xn-1	DIXON	COEFICIENTE DE DIXON	TIPO DE DATO
13	DC-07-01-1	7	1	1.750	-	-	-	-	-	no atípico
14	DC-07-01-2	7	2	1.800	-	-	-	-	-	no atípico
15	DC-07-01-3	7	3	1.750	-	-	-	-	-	no atípico
16	DC-07-01-4	7	4	1.800	-	-	-	-	-	no atípico
17	DC-14-01-1	14	1	1.700	1.300	0.400	0.400	1.000	0.829	atípico
18	DC-14-01-2	14	2	1.700	1.700		0.000	0.000	0.829	no atípico
19	DC-14-01-3	14	3	1.700	1.700		0.000	0.000	0.829	no atípico
20	DC-14-01-4	14	4	1.300	1.700		0.000	0.000	0.829	no atípico
21	DC-28-01-1	28	1	1.60	-	-	-	-	-	no atípico
22	DC-28-01-2	28	2	1.65	-	-	-	-	-	no atípico
23	DC-28-01-3	28	3	1.60	-	-	-	-	-	no atípico
24	DC-28-01-4	28	4	1.65	-	-	-	-	-	no atípico

N° DE ENSAYO	CÓDIGO	TIEMPO DEL CONCRETO (Días)	TESTIGO	FUERZA (kgf)	FUERZA (kgf)	Xn-X1	Xn-Xn-1	DIXON	COEFICIENTE DE DIXON	TIPO DE DATO
13	DC-07-01-1	7	1	1912.857	-	-	-	-	-	no atípico
14	DC-07-01-2	7	2	1912.857	-	-	-	-	-	no atípico
15	DC-07-01-3	7	3	1912.857	-	-	-	-	-	no atípico
16	DC-07-01-4	7	4	1912.857	-	-	-	-	-	no atípico
17	DC-14-01-1	14	1	2060.000	-	-	-	-	-	no atípico
18	DC-14-01-2	14	2	2060.000	-	-	-	-	-	no atípico
19	DC-14-01-3	14	3	2060.000	-	-	-	-	-	no atípico
20	DC-14-01-4	14	4	2060.000	-	-	-	-	-	no atípico
21	DC-28-01-1	28	1	2060.000	-	-	-	-	-	no atípico
22	DC-28-01-2	28	2	2060.000	-	-	-	-	-	no atípico
23	DC-28-01-3	28	3	2060.000	-	-	-	-	-	no atípico
24	DC-28-01-4	28	4	2060.000	-	-	-	-	-	no atípico

ADHERENCIA

DADO CON VARILLA DESPUÉS DE UN PROCESO DE CORROSIÓN DE 1 MES.

TIEMPO DEL CONCRETO (Días)	TESTIGO	TIPO DE FALLA	DEFORMACIÓN (mm)	PROMEDIO DE DEFORMACIÓN (mm)	FUERZA (kgf)	ÁREA DE LA VARILLA (mm2)	DIÁMETRO DE LA VARILLA (mm)	LONGITUD DE ANCLAJE (mm)	FUERZA DE UNIÓN (MPa)	F'c (MPa)	FUERZA DE UNIÓN NORMALIZADA (MPa)	PROMEDIO DE FUERZA DE UNIÓN NORMALIZADA (MPa)
7	1	Desplazamiento	1.750	1.775	1912.857	28.274	6.000	200.000	4.976	20.820	1.091	1.091
	2	Desplazamiento	1.800		1912.857	28.274	6.000	200.000	4.976	20.820	1.091	
	3	Desplazamiento	1.750		1912.857	28.274	6.000	200.000	4.976	20.820	1.091	
	4	Desplazamiento	1.800		1912.857	28.274	6.000	200.000	4.976	20.820	1.091	
14	1	Desplazamiento	1.700	1.700	2060.000	28.274	6.000	200.000	5.359	20.820	1.174	1.174
	2	Desplazamiento	1.700		2060.000	28.274	6.000	200.000	5.359	20.820	1.174	
	3	Desplazamiento	1.700		2060.000	28.274	6.000	200.000	5.359	20.820	1.174	
	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	
28	1	Desplazamiento	1.600	1.625	2060.000	28.274	6.000	200.000	5.359	20.820	1.174	1.174
	2	Desplazamiento	1.650		2060.000	28.274	6.000	200.000	5.359	20.820	1.174	
	3	Desplazamiento	1.600		2060.000	28.274	6.000	200.000	5.359	20.820	1.174	
	4	Desplazamiento	1.650		2060.000	28.274	6.000	200.000	5.359	20.820	1.174	

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tabla 188

Análisis estadístico del ensayo de adherencia - dado con varilla después de un proceso de corrosión de 2 meses.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: **"RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."**
TESISTAS: BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE RESULTADOS DEL ENSAYO DE ADHERENCIA

N° DE ENSAYO	CÓDIGO	TIEMPO DEL CONCRETO (Días)	TESTIGO	DEFORMACIÓN (mm)	DEFORMACIÓN (mm)	Xn-X1	Xn-Xn-1	DIXON	COEFICIENTE DE DIXON	TIPO DE DATO
25	DC-07-02-1	7	1	1.500	1.500	0.800	0.000	0.000	0.829	no atípico
26	DC-07-02-2	7	2	1.500	1.500		0.000	0.000	0.829	no atípico
27	DC-07-02-3	7	3	2.300	1.500		0.800	1.000	0.829	atípico
28	DC-07-02-4	7	4	1.500	2.300		0.800	1.000	0.829	atípico
29	DC-14-02-1	14	1	1.300	1.300	0.200	0.100	0.500	0.829	no atípico
30	DC-14-02-2	14	2	1.400	1.400		0.100	0.500	0.829	no atípico
31	DC-14-02-3	14	3	1.500	1.500		0.000	0.000	0.829	no atípico
32	DC-14-02-4	14	4	1.500	1.500		0.000	0.000	0.829	no atípico
33	DC-28-02-1	28	1	1.100	1.100	1.400	0.000	0.000	0.829	no atípico
34	DC-28-02-2	28	2	1.200	1.100		0.100	0.071	0.829	no atípico
35	DC-28-02-3	28	3	2.500	1.200		1.300	0.929	0.829	atípico
36	DC-28-02-4	28	4	1.100	2.500		1.300	0.929	0.829	atípico

N° DE ENSAYO	CÓDIGO	TIEMPO DEL CONCRETO (Días)	TESTIGO	FUERZA (kgf)	FUERZA (kgf)	Xn-X1	Xn-Xn-1	DIXON	COEFICIENTE DE DIXON	TIPO DE DATO
25	DC-07-02-1	7	1	1876.071	1765.714	110.357	110.357	1.000	0.829	atípico
26	DC-07-02-2	7	2	1876.071	1876.071		0.000	0.000	0.829	no atípico
27	DC-07-02-3	7	3	1765.714	1876.071		0.000	0.000	0.829	no atípico
28	DC-07-02-4	7	4	1876.071	1876.071		0.000	0.000	0.829	no atípico
29	DC-14-02-1	14	1	1986.429	-	-	-	-	-	no atípico
30	DC-14-02-2	14	2	1986.429	-	-	-	-	-	no atípico
31	DC-14-02-3	14	3	1986.429	-	-	-	-	-	no atípico
32	DC-14-02-4	14	4	1986.429	-	-	-	-	-	no atípico
33	DC-28-02-1	28	1	1949.643	-	-	-	-	-	no atípico
34	DC-28-02-2	28	2	1949.643	-	-	-	-	-	no atípico
35	DC-28-02-3	28	3	1949.643	-	-	-	-	-	no atípico
36	DC-28-02-4	28	4	1949.643	-	-	-	-	-	no atípico

ADHERENCIA
DADO CON VARILLA DESPUÉS DE UN PROCESO DE CORROSIÓN DE 2 MESES.

TIEMPO DEL CONCRETO (Días)	TESTIGO	TIPO DE FALLA	DEFORMACIÓN (mm)	PROMEDIO DE DEFORMACIÓN (mm)	FUERZA (kgf)	ÁREA DE LA VARILLA (mm2)	DIÁMETRO DE LA VARILLA (mm)	LONGITUD DE ANCLAJE (mm)	FUERZA DE UNIÓN (MPa)	F'c (MPa)	FUERZA DE UNIÓN NORMALIZADA (MPa)	PROMEDIO DE FUERZA DE UNIÓN NORMALIZADA (MPa)
7	1	Desplazamiento	1.500	1.500	1876.071	28.274	6.000	200.000	4.880	20.820	1.070	1.070
	2	Desplazamiento	1.500		1876.071	28.274	6.000	200.000	4.880	20.820	1.070	
	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	
	4	Desplazamiento	1.500		1876.071	28.274	6.000	200.000	4.880	20.820	1.070	
14	1	Desplazamiento	1.300	1.425	1986.429	28.274	6.000	200.000	5.167	20.820	1.132	1.132
	2	Desplazamiento	1.400		1986.429	28.274	6.000	200.000	5.167	20.820	1.132	
	3	Desplazamiento	1.500		1986.429	28.274	6.000	200.000	5.167	20.820	1.132	
	4	Desplazamiento	1.500		1986.429	28.274	6.000	200.000	5.167	20.820	1.132	
28	1	Desplazamiento	1.100	1.133	1949.643	28.274	6.000	200.000	5.072	20.820	1.111	1.111
	2	Desplazamiento	1.200		1949.643	28.274	6.000	200.000	5.072	20.820	1.111	
	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	
	4	Desplazamiento	1.100		1949.643	28.274	6.000	200.000	5.072	20.820	1.111	

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tabla 189

Análisis estadístico del ensayo de adherencia - dado con varilla después de un proceso de corrosión de 3 meses.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: **"RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."**
TESISTAS: BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE RESULTADOS DEL ENSAYO DE ADHERENCIA

N° DE ENSAYO	CÓDIGO	TIEMPO DEL CONCRETO (Días)	TESTIGO	DEFORMACIÓN (mm)	DEFORMACIÓN (mm)	Xn-X1	Xn-Xn-1	DIXON	COEFICIENTE DE DIXON	TIPO DE DATO
37	DC-07-03-1	7	1	1.300	0.400	1.000	0.900	0.900	0.829	atípico
38	DC-07-03-2	7	2	0.400	1.300		0.000	0.000	0.829	no atípico
39	DC-07-03-3	7	3	1.300	1.300		0.100	0.100	0.829	no atípico
40	DC-07-03-4	7	4	1.400	1.400		0.100	0.100	0.829	no atípico
41	DC-14-03-1	14	1	0.700	0.700	0.200	0.100	0.500	0.829	no atípico
42	DC-14-03-2	14	2	0.900	0.800		0.000	0.000	0.829	no atípico
43	DC-14-03-3	14	3	0.800	0.800		0.100	0.500	0.829	no atípico
44	DC-14-03-4	14	4	0.800	0.900		0.100	0.500	0.829	no atípico
45	DC-28-03-1	28	1	0.200	0.200	1.200	0.000	0.000	0.829	no atípico
46	DC-28-03-2	28	2	1.400	0.200		0.100	0.083	0.829	no atípico
47	DC-28-03-3	28	3	0.200	0.300		1.100	0.917	0.829	atípico
48	DC-28-03-4	28	4	0.300	1.400		1.100	0.917	0.829	atípico

N° DE ENSAYO	CÓDIGO	TIEMPO DEL CONCRETO (Días)	TESTIGO	FUERZA (kgf)	FUERZA (kgf)	Xn-X1	Xn-Xn-1	DIXON	COEFICIENTE DE DIXON	TIPO DE DATO
37	DC-07-03-1	7	1	1839.286	1839.286	73.571	0.000	0.000	0.829	no atípico
38	DC-07-03-2	7	2	1912.857	1839.286		0.000	0.000	0.829	no atípico
39	DC-07-03-3	7	3	1839.286	1839.286		73.571	1.000	0.829	atípico
40	DC-07-03-4	7	4	1839.286	1912.857		73.571	1.000	0.829	atípico
41	DC-14-03-1	14	1	2060.000	1912.857	147.143	0.000	0.000	0.829	no atípico
42	DC-14-03-2	14	2	1912.857	1912.857		0.000	0.000	0.829	no atípico
43	DC-14-03-3	14	3	1912.857	1912.857		147.143	1.000	0.829	atípico
44	DC-14-03-4	14	4	1912.857	2060.000		147.143	1.000	0.829	atípico
45	DC-28-03-1	28	1	1876.071	-	-	-	-	-	no atípico
46	DC-28-03-2	28	2	1876.071	-	-	-	-	-	no atípico
47	DC-28-03-3	28	3	1876.071	-	-	-	-	-	no atípico
48	DC-28-03-4	28	4	1876.071	-	-	-	-	-	no atípico

ADHERENCIA

DADO CON VARILLA DESPUÉS DE UN PROCESO DE CORROSIÓN DE 3 MESES.

TIEMPO DEL CONCRETO (Días)	TESTIGO	TIPO DE FALLA	DEFORMACIÓN (mm)	PROMEDIO DE DEFORMACIÓN (mm)	FUERZA (kgf)	ÁREA DE LA VARILLA (mm2)	DIÁMETRO DE LA VARILLA (mm)	LONGITUD DE ANCLAJE (mm)	FUERZA DE UNIÓN (MPa)	F'c (MPa)	FUERZA DE UNIÓN NORMALIZADA (MPa)	PROMEDIO DE FUERZA DE UNIÓN NORMALIZADA (MPa)
7	1	Desplazamiento	1.300	1.333	1839.286	28.274	6.000	200.000	4.785	20.820	1.049	1.049
	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	
	3	Desplazamiento	1.300		1839.286	28.274	6.000	200.000	4.785	20.820	1.049	
	4	Desplazamiento	1.400		1839.286	28.274	6.000	200.000	4.785	20.820	1.049	
14	-	-	-	0.833	-	-	-	-	-	-	-	1.091
	2	Ruptura	0.900		1912.857	28.274	6.000	200.000	4.976	20.820	1.091	
	3	Ruptura	0.800		1912.857	28.274	6.000	200.000	4.976	20.820	1.091	
	4	Ruptura	0.800		1912.857	28.274	6.000	200.000	4.976	20.820	1.091	
28	1	Ruptura	0.200	0.233	1876.071	28.274	6.000	200.000	4.880	20.820	1.070	1.070
	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	
	3	Ruptura	0.200		1876.071	28.274	6.000	200.000	4.880	20.820	1.070	
	4	Ruptura	0.300		1876.071	28.274	6.000	200.000	4.880	20.820	1.070	

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

c) Análisis de la Prueba

En el ensayo de adherencia en los dados patrón, a los 7 días de curado del concreto se obtuvo que el testigo 3 en la evaluación estadística de deformación el valor de r (0.833) es mayor al valor crítico de Dixon (0.829), por lo tanto, si es un dato atípico; a los 28 días de curado del concreto se obtuvo que el testigo 4 en la evaluación estadística de deformación el valor de r (1.000) es mayor al valor crítico de Dixon (0.829), por lo tanto, si es un dato atípico; los demás datos no son atípicos.

En el ensayo de adherencia en los dados con varilla después de un proceso de corrosión de 1 mes, a los 7 días de curado del concreto se obtuvo que el testigo 4 en la evaluación estadística de deformación el valor de r (1.000) es mayor al valor crítico de Dixon (0.829), por lo tanto, si es un dato atípico; los demás datos no son atípicos.

En el ensayo de adherencia en los dados con varilla después de un proceso de corrosión de 2 meses, a los 7 días de curado del concreto se obtuvo que el testigo 3 en la evaluación estadística de deformación el valor de r (1.00) es mayor al valor crítico de Dixon (0.829), por lo tanto, si es un dato atípico; a los 28 días de curado del concreto se obtuvo que el testigo 3 en la evaluación estadística de deformación el valor de r (0.929) es mayor al valor crítico de Dixon (0.829), por lo tanto, si es un dato atípico; a los 7 días de curado del concreto se obtuvo que el testigo 3 en la evaluación estadística de fuerza el valor de r (1.00) es mayor al valor crítico de Dixon (0.829), por lo tanto, si es un dato atípico ;los demás datos no son atípicos.

En el ensayo de adherencia en los dados con varilla después de un proceso de corrosión de 3 meses, a los 7 días de curado del concreto se obtuvo que el testigo 2 en la evaluación estadística de deformación el valor de r (0.900) es mayor al valor crítico de Dixon (0.829), por lo tanto, si es un dato atípico; a los 28 días de curado del concreto se obtuvo que el testigo 2 en la evaluación estadística de deformación el valor de r (0.917) es mayor al valor crítico de Dixon (0.829), por lo tanto, si es un dato atípico; a los 7 días de curado del concreto se obtuvo que el testigo 2 en la evaluación estadística de fuerza el valor de r (1.000) es mayor al valor crítico de Dixon (0.829), por lo tanto, si es un dato atípico; a los 14 días de curado del concreto se obtuvo que el testigo 1 en la evaluación estadística de fuerza el valor de r (1.000) es mayor al valor crítico de Dixon (0.829), por lo tanto, si es un dato atípico; los demás datos no son atípicos.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

3.6.12.3. Análisis estadístico de los datos del Ensayo de Tracción.

a) Procesamiento o cálculos de la prueba

Para aplicar el teorema de Dixon, se evalúa todos los valores, se ordena de menos a mayor; en este ensayo de tracción contamos con n=12, por lo tanto, la relación a calcular es R21.

Tabla 190

Prueba de dixon de acuerdo con el tamaño del conjunto de datos.

NÚMERO DE DATOS	RELACIÓN A CALCULAR
n = 3 a 7	R10
n = 8 a 10	R11
n = 11 a 13	R21
n= 14 a 24	R22

Fuente: (Taylor Ph.D. & Cihon Ph.D., 2004)

$$Si\ x_n\ \ es\ sospechoso = \frac{(x_n - x_{n-2})}{(x_n - x_2)}$$

$$Si\ x_1\ es\ sospechoso = \frac{(x_3 - x_1)}{(x_{n-1} - x_1)}$$

Tabla 191

Los valores críticos de dixon para r21 con una población de 12.

TABLA DE NIVEL DE COINCIDENCIA DE DATOS TEOREMA DE DIXON

	80%	90%	95%	96%	98%	99%
N= 12	0.490	0.546	0.592	0.605	0.642	0.675

Fuente: (Taylor Ph.D. & Cihon Ph.D., 2004)

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

b) Diagramas, Tablas

Tabla 192

Análisis estadístico del ensayo de tracción - varilla patrón.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: **"RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."**
TESISTAS: BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE RESULTADOS DEL ENSAYO DE TRACCIÓN

VARILLA PATRÓN

N° DE ENSAYO	CÓDIGO	TESTIGO	DEFORMACIÓN (mm)	DEFORMACIÓN (mm)	Xn-X2	Xn-Xn-2	DIXON	COEFICIENTE DE DIXON	TIPO DE DATO
1	VP-07-1	1	29.800	19.000	6.000	6.300	1.050	0.592	atípico
2	VP-07-2	2	28.400	24.200		1.200	0.200	0.592	no atípico
3	VP-07-3	3	29.400	25.300		0.300	0.050	0.592	no atípico
4	VP-07-4	4	30.200	25.400		0.900	0.150	0.592	no atípico
5	VP-14-1	5	26.300	25.600		1.300	0.217	0.592	no atípico
6	VP-14-2	6	19.000	26.300		0.900	0.150	0.592	no atípico
7	VP-14-3	7	26.900	26.900		1.500	0.250	0.592	no atípico
8	VP-14-4	8	27.200	27.200		2.200	0.367	0.592	no atípico
9	VP-28-1	9	25.400	28.400		1.400	0.233	0.592	no atípico
10	VP-28-2	10	24.200	29.400		0.800	0.133	0.592	no atípico
11	VP-28-3	11	25.600	29.800		0.400	0.067	0.592	no atípico
12	VP-28-4	12	25.300	30.200		0.800	0.133	0.592	no atípico

N° DE ENSAYO	CÓDIGO	TESTIGO	FUERZA (Kgf)	FUERZA (Kgf)	Xn-1-X1	X3-X1	DIXON	COEFICIENTE DE DIXON	TIPO DE DATO
1	VP-07-1	1	2060.000	2023.214	36.786	36.786	1.000	0.592	atípico
2	VP-07-2	2	2060.000	2060.000	-	-	-	-	no atípico
3	VP-07-3	3	2060.000	2060.000	-	-	-	-	no atípico
4	VP-07-4	4	2060.000	2060.000	-	-	-	-	no atípico
5	VP-14-1	5	2060.000	2060.000	-	-	-	-	no atípico
6	VP-14-2	6	2023.214	2060.000	-	-	-	-	no atípico
7	VP-14-3	7	2060.000	2060.000	-	-	-	-	no atípico
8	VP-14-4	8	2060.000	2060.000	-	-	-	-	no atípico
9	VP-28-1	9	2060.000	2060.000	-	-	-	-	no atípico
10	VP-28-2	10	2060.000	2060.000	-	-	-	-	no atípico
11	VP-28-3	11	2060.000	2060.000	-	-	-	-	no atípico
12	VP-28-4	12	2060.000	2060.000	-	-	-	-	no atípico

TRACCIÓN

VARILLA PATRÓN

TESTIGO	TIEMPO (s)	TIPO DE FALLA	DEFORMACIÓN (mm)	FUERZA (kgf)	CARGA APLICADA (kN)	ÁREA DE LA VARILLA (mm2)	DIÁMETRO DE LA VARILLA (mm)	ESFUERZO (MPa)	PROMEDIO DE ESFUERZO (MPa)	DEFORMACIÓN UNITARIA [ε]	PROMEDIO DEFORMACIÓN UNITARIA [ε]
1	45	Ruptura	29.800	2060.000	20.202	28.274	500.000	714.489	714.489	5.960%	5.431%
2	50	Ruptura	28.400	2060.000	20.202	28.274	500.000	714.489		5.680%	
3	55	Ruptura	29.400	2060.000	20.202	28.274	500.000	714.489		5.880%	
4	60	Ruptura	30.200	2060.000	20.202	28.274	500.000	714.489		6.040%	
5	55	Ruptura	26.300	2060.000	20.202	28.274	500.000	714.489		5.260%	
6	-	-	-	-	-	-	-	-		-	
7	55	Ruptura	26.900	2060.000	20.202	28.274	500.000	714.489		5.380%	
8	55	Ruptura	27.200	2060.000	20.202	28.274	500.000	714.489		5.440%	
9	45	Ruptura	25.400	2060.000	20.202	28.274	500.000	714.489		5.080%	
10	60	Ruptura	24.200	2060.000	20.202	28.274	500.000	714.489		4.840%	
11	60	Ruptura	25.600	2060.000	20.202	28.274	500.000	714.489		5.120%	
12	65	Ruptura	25.300	2060.000	20.202	28.274	500.000	714.489		5.060%	

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tabla 193

Análisis estadístico del ensayo de tracción – varillas con un proceso de corrosión de 1 mes.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: **"RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."**
TESISTAS: BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE RESULTADOS DEL ENSAYO DE TRACCIÓN

VARILLAS CON PROCESO DE CORROSIÓN DE 1 MES

N° DE ENSAYO	CÓDIGO	TESTIGO	DEFORMACIÓN (mm)	DEFORMACIÓN (mm)	Xn-X2	Xn-Xn-2	DIXON	COEFICIENTE DE DIXON	TIPO DE DATO
13	VC-01-1	1	29.200	23.800	4.300	1.100	0.256	0.592	no atípico
14	VC-01-2	2	23.800	24.900		0.200	0.047	0.592	no atípico
15	VC-01-3	3	26.100	24.900		1.000	0.233	0.592	no atípico
16	VC-01-4	4	27.400	25.100		1.000	0.233	0.592	no atípico
17	VC-01-5	5	24.900	25.900		1.300	0.302	0.592	no atípico
18	VC-01-6	6	28.200	26.100		1.300	0.302	0.592	no atípico
19	VC-01-7	7	24.900	27.200		1.000	0.233	0.592	no atípico
20	VC-01-8	8	27.200	27.400		1.400	0.326	0.592	no atípico
21	VC-01-9	9	25.900	28.200		0.900	0.209	0.592	no atípico
22	VC-01-10	10	25.100	28.800		0.400	0.093	0.592	no atípico
23	VC-01-11	11	28.800	29.100		0.300	0.070	0.592	no atípico
24	VC-01-12	12	29.100	29.200		0.400	0.093	0.592	no atípico

N° DE ENSAYO	CÓDIGO	TESTIGO	FUERZA (Kgf)	FUERZA (Kgf)	Xn-X2	Xn-Xn-2	DIXON	COEFICIENTE DE DIXON	TIPO DE DATO
13	VC-01-1	1	2060.00	1986.429	110.357	73.571	0.667	0.592	atípico
14	VC-01-2	2	1986.43	1986.429		73.571	0.667	0.592	atípico
15	VC-01-3	3	1986.43	2060.000		0.000	0.000	0.592	no atípico
16	VC-01-4	4	2096.79	2060.000		0.000	0.000	0.592	no atípico
17	VC-01-5	5	2096.79	2060.000		36.786	0.333	0.592	no atípico
18	VC-01-6	6	2060.00	2060.000		36.786	0.333	0.592	no atípico
19	VC-01-7	7	2096.79	2096.786		0.000	0.000	0.592	no atípico
20	VC-01-8	8	2060.00	2096.786		0.000	0.000	0.592	no atípico
21	VC-01-9	9	2096.79	2096.786		0.000	0.000	0.592	no atípico
22	VC-01-10	10	2060.00	2096.786		0.000	0.000	0.592	no atípico
23	VC-01-11	11	2096.79	2096.786		0.000	0.000	0.592	no atípico
24	VC-01-12	12	2096.79	2096.786		0.000	0.000	0.592	no atípico

TRACCÍON

VARILLAS CON PROCESO DE CORROSIÓN DE 1 MES

TESTIGO	TIEMPO (s)	TIPO DE FALLA	DEFORMACIÓN (mm)	FUERZA (kgf)	CARGA APLICADA (kN)	ÁREA DE LA VARILLA (mm2)	DIÁMETRO DE LA VARILLA (mm)	ESFUERZO (MPa)	PROMEDIO DE ESFUERZO (MPa)	DEFORMACIÓN UNITARIA [ε]	PROMEDIO DEFORMACIÓN UNITARIA [ε]
1	65	Ruptura	29.200	2060.000	20.202	28.274	500.000	714.489	722.144	5.840%	5.414%
2	-	-	-	-	-	-	-	-		-	
3	-	-	-	-	-	-	-	-		-	
4	45	Ruptura	27.400	2096.786	20.562	28.274	500.000	727.248		5.480%	
5	40	Ruptura	24.900	2096.786	20.562	28.274	500.000	727.248		4.980%	
6	35	Ruptura	28.200	2060.000	20.202	28.274	500.000	714.489		5.640%	
7	40	Ruptura	24.900	2096.786	20.562	28.274	500.000	727.248		4.980%	
8	35	Ruptura	27.200	2060.000	20.202	28.274	500.000	714.489		5.440%	
9	35	Ruptura	25.900	2096.786	20.562	28.274	500.000	727.248		5.180%	
10	40	Ruptura	25.100	2060.000	20.202	28.274	500.000	714.489		5.020%	
11	40	Ruptura	28.800	2096.786	20.562	28.274	500.000	727.248		5.760%	
12	35	Ruptura	29.100	2096.786	20.562	28.274	500.000	727.248		5.820%	

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tabla 194

Análisis estadístico del ensayo de tracción – varillas con un proceso de corrosión de 2 meses.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: **"RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."**
TESISTAS: BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE RESULTADOS DEL ENSAYO DE TRACCIÓN

VARILLAS CON PROCESO DE CORROSIÓN DE 2 MESES

N° DE ENSAYO	CÓDIGO	TESTIGO	DEFORMACIÓN (mm)	DEFORMACIÓN (mm)	Xn-X2	Xn-Xn-2	DIXON	COEFICIENTE DE DIXON	TIPO DE DATO
25	VC-02-1	1	15.100	15.100	8.300	9.800	1.181	0.592	atípico
26	VC-02-2	2	24.900	19.500		5.700	0.687	0.592	atípico
27	VC-02-3	3	19.500	24.900		1.000	0.120	0.592	no atípico
28	VC-02-4	4	26.500	25.200		1.300	0.157	0.592	no atípico
29	VC-02-5	5	25.200	25.900		0.900	0.108	0.592	no atípico
30	VC-02-6	6	27.800	26.500		0.300	0.036	0.592	no atípico
31	VC-02-7	7	27.600	26.800		0.300	0.036	0.592	no atípico
32	VC-02-8	8	26.800	26.800		0.500	0.060	0.592	no atípico
33	VC-02-9	9	25.900	27.100		0.500	0.060	0.592	no atípico
34	VC-02-10	10	27.300	27.300		0.500	0.060	0.592	no atípico
35	VC-02-11	11	26.800	27.600		0.300	0.036	0.592	no atípico
36	VC-02-12	12	27.100	27.800		0.500	0.060	0.592	no atípico

N° DE ENSAYO	CÓDIGO	TESTIGO	FUERZA (Kgf)	FUERZA (Kgf)	Xn-X2	Xn-Xn-2	DIXON	COEFICIENTE DE DIXON	TIPO DE DATO
25	VC-02-1	1	1986.43	1986.429	-	-	-	-	no atípico
26	VC-02-2	2	1986.43	1986.429	-	-	-	-	no atípico
27	VC-02-3	3	1986.43	1986.429	-	-	-	-	no atípico
28	VC-02-4	4	1986.43	1986.429	-	-	-	-	no atípico
29	VC-02-5	5	1986.43	1986.429	-	-	-	-	no atípico
30	VC-02-6	6	1986.43	1986.429	-	-	-	-	no atípico
31	VC-02-7	7	1986.43	1986.429	-	-	-	-	no atípico
32	VC-02-8	8	1986.43	1986.429	-	-	-	-	no atípico
33	VC-02-9	9	1986.43	1986.429	-	-	-	-	no atípico
34	VC-02-10	10	1986.43	1986.429	-	-	-	-	no atípico
35	VC-02-11	11	1986.43	1986.429	-	-	-	-	no atípico
36	VC-02-12	12	1986.43	1986.429	-	-	-	-	no atípico

TRACCÍON

VARILLAS CON PROCESO DE CORROSIÓN DE 2 MESES

TESTIGO	TIEMPO (s)	TIPO DE FALLA	DEFORMACIÓN (mm)	FUERZA (kgf)	CARGA APLICADA (kN)	ÁREA DE LA VARILLA (mm2)	DIÁMETRO DE LA VARILLA (mm)	ESFUERZO (MPa)	PROMEDIO DE ESFUERZO (MPa)	DEFORMACIÓN UNITARIA [ε]	PROMEDIO DEFORMACIÓN UNITARIA [ε]
1	-	-	-	-	-	-	-	-	688.971	-	5.318%
2	65	Ruptura	24.900	1986.429	19.480	28.274	500.000	688.971		4.980%	
3	-	-	-	-	-	-	-	-		-	
4	65	Ruptura	26.500	1986.429	19.480	28.274	500.000	688.971		5.300%	
5	65	Ruptura	25.200	1986.429	19.480	28.274	500.000	688.971		5.040%	
6	55	Ruptura	27.800	1986.429	19.480	28.274	500.000	688.971		5.560%	
7	65	Ruptura	27.600	1986.429	19.480	28.274	500.000	688.971		5.520%	
8	65	Ruptura	26.800	1986.429	19.480	28.274	500.000	688.971		5.360%	
9	60	Ruptura	25.900	1986.429	19.480	28.274	500.000	688.971		5.180%	
10	60	Ruptura	27.300	1986.429	19.480	28.274	500.000	688.971		5.460%	
11	60	Ruptura	26.800	1986.429	19.480	28.274	500.000	688.971		5.360%	
12	60	Ruptura	27.100	1986.429	19.480	28.274	500.000	688.971		5.420%	

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco

Repositorio Digital

Tabla 195

Análisis estadístico del ensayo de tracción – Varillas con un proceso de corrosión de 3 meses.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: **"RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."**

TESISTAS: BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE RESULTADOS DEL ENSAYO DE TRACCIÓN

VARILLAS CON PROCESO DE CORROSIÓN DE 3 MESES

N° DE ENSAYO	CÓDIGO	TESTIGO	DEFORMACIÓN (mm)	DEFORMACIÓN (mm)	Xn-X2	Xn-Xn-2	DIXON	COEFICIENTE DE DIXON	TIPO DE DATO
37	VC-03-1	1	14.500	7.800	5.200	5.500	1.058	0.592	atípico
38	VC-03-2	2	14.400	12.000		2.300	0.442	0.592	no atípico
39	VC-03-3	3	14.400	13.300		1.100	0.212	0.592	no atípico
40	VC-03-4	4	15.800	14.300		0.100	0.019	0.592	no atípico
41	VC-03-5	5	17.200	14.400		0.100	0.019	0.592	no atípico
42	VC-03-6	6	15.200	14.400		0.500	0.096	0.592	no atípico
43	VC-03-7	7	16.200	14.500		0.700	0.135	0.592	no atípico
44	VC-03-8	8	13.300	14.900		0.900	0.173	0.592	no atípico
45	VC-03-9	9	14.900	15.200		1.000	0.192	0.592	no atípico
46	VC-03-10	10	7.800	15.800		1.400	0.269	0.592	no atípico
47	VC-03-11	11	14.300	16.200		0.400	0.077	0.592	no atípico
48	VC-03-12	12	12.000	17.200		1.400	0.269	0.592	no atípico

N° DE ENSAYO	CÓDIGO	TESTIGO	FUERZA (Kgf)	FUERZA (Kgf)	Xn-X2	Xn-Xn-2	DIXON	COEFICIENTE DE DIXON	TIPO DE DATO
37	VC-03-1	1	1912.857	1103.571	809.286	735.714	0.909	0.592	atípico
38	VC-03-2	2	1912.857	1839.286	-	-	-	-	no atípico
39	VC-03-3	3	1876.071	1839.286	-	-	-	-	no atípico
40	VC-03-4	4	1876.071	1839.286	-	-	-	-	no atípico
41	VC-03-5	5	1912.857	1839.286	-	-	-	-	no atípico
42	VC-03-6	6	1839.286	1876.071	-	-	-	-	no atípico
43	VC-03-7	7	1912.857	1876.071	-	-	-	-	no atípico
44	VC-03-8	8	1839.286	1912.857	-	-	-	-	no atípico
45	VC-03-9	9	1912.857	1912.857	-	-	-	-	no atípico
46	VC-03-10	10	1839.286	1912.857	-	-	-	-	no atípico
47	VC-03-11	11	1839.286	1912.857	-	-	-	-	no atípico
48	VC-03-12	12	1103.571	1912.857	-	-	-	-	no atípico

TRACCÍON

VARILLAS CON PROCESO DE CORROSIÓN DE 3 MESES

TESTIGO	TIEMPO (s)	TIPO DE FALLA	DEFORMACIÓN (mm)	FUERZA (kgf)	CARGA APLICADA (kN)	ÁREA DE LA VARILLA (mm2)	DIÁMETRO DE LA VARILLA (mm)	ESFUERZO (MPa)	PROMEDIO DE ESFUERZO (MPa)	DEFORMACIÓN UNITARIA [ε]	PROMEDIO DEFORMACIÓN UNITARIA [ε]
1	25	Ruptura	14.500	1912.857	18.759	28.274	500.000	663.454	653.247	2.900%	3.004%
2	40	Ruptura	14.400	1912.857	18.759	28.274	500.000	663.454		2.880%	
3	25	Ruptura	14.400	1876.071	18.398	28.274	500.000	650.695		2.880%	
4	25	Ruptura	15.800	1876.071	18.398	28.274	500.000	650.695		3.160%	
5	35	Ruptura	17.200	1912.857	18.759	28.274	500.000	663.454		3.440%	
6	20	Ruptura	15.200	1839.286	18.037	28.274	500.000	637.937		3.040%	
7	35	Ruptura	16.200	1912.857	18.759	28.274	500.000	663.454		3.240%	
8	25	Ruptura	13.300	1839.286	18.037	28.274	500.000	637.937		2.660%	
9	20	Ruptura	14.900	1912.857	18.759	28.274	500.000	663.454		2.980%	
10	-	-	-	-	-	-	-	-		-	
11	25	Ruptura	14.300	1839.286	18.037	28.274	500.000	637.937		2.860%	
12	-	-	-	-	-	-	-	-		-	

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

c) Análisis de la Prueba

En el ensayo de tracción de varillas patrón, se obtuvo que el testigo 1 en la evaluación estadística de deformación el valor de r (1.05) es mayor al valor crítico de Dixon (0.592), por lo tanto, si es un dato atípico; el testigo 1 en la evaluación estadística de fuerza el valor de r (1.00) es mayor al valor crítico Dixon (0.592), por lo tanto, si es un dato atípico; los demás datos son no son atípicos.

En el ensayo de tracción de varillas con un proceso de corrosión de 1 mes, se obtuvo que el testigo 2 en la evaluación estadística de fuerza el valor de r (0.667) es mayor al valor crítico de Dixon (0.592), por lo tanto, si es un dato atípico; el testigo 3 en la evaluación estadística de fuerza el valor de r (0.667) es mayor al valor crítico de Dixon (0.592), por lo tanto, si es un dato atípico; los demás datos no son atípicos

En el ensayo de tracción de varillas patrón con un proceso de corrosión de 2 meses, se obtuvo que el testigo 1 en la evaluación estadística de deformación el valor de r (1.181) es mayor al valor crítico de Dixon (0.592), por lo tanto, si es un dato atípico; el testigo 3 en la evaluación estadística de deformación el valor de r (0.687) es mayor al valor crítico de Dixon (0.592), por lo tanto, si es un dato atípico; los demás datos no son atípicos.

En el ensayo de tracción de varillas patrón con un proceso de corrosión de 3 meses, se obtuvo que el testigo 10 en la evaluación estadística de deformación el valor de r (1.058) es mayor al valor crítico de Dixon (0.592), por lo tanto, si es un dato atípico; el testigo 12 en la evaluación estadística de fuerza el valor de r (0.909) es mayor al valor crítico de Dixon (0.592), por lo tanto, si es un dato atípico; los demás datos no son atípicos.

3.6.12.4. Análisis estadístico de los datos del Ensayo de Flexión.

a) Procesamiento o cálculos de la prueba

Para aplicar el teorema de Dixon, se evalúa todos los valores, se ordena de menos a mayor; en este ensayo de adherencia contamos con n=6, por lo tanto, la relación a calcular es R10.

Tabla 196

Prueba de dixon de acuerdo con el tamaño del conjunto de datos.

NÚMERO DE DATOS	RELACIÓN A CALCULAR
n = 3 a 7	R10
n = 8 a 10	R11
n = 11 a 13	R21
n= 14 a 24	R22

Fuente: (Taylor Ph.D. & Cihon Ph.D., 2004)

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

$$Si\ x_n\ \ es\ sospechoso = \frac{(x_n - x_{n-1})}{(x_n - x_1)}$$

$$Si\ x_1\ es\ sospechoso = \frac{(x_2 - x_1)}{(x_n - x_1)}$$

Tabla 197

Los valores críticos de dixon para r10 con una población de 6.

TABLA DE NIVEL DE COINCIDENCIA DE DATOS TEOREMA DE DIXON

	80%	90%	95%	96%	98%	99%
N= 6	0.482	0.560	0.625	0.644	0.698	0.740

Fuente: (Taylor Ph.D. & Cihon Ph.D., 2004)

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

b) Diagramas, Tablas

Tabla 198

Análisis estadístico del ensayo de flexión momento último vigueta patrón a los 7 días de curado.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: **"RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."**

TESISTAS: BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS

LUGAR:

CANTERA:

FECHA:

"ANALISIS ESTADISTICO DE RESULTADOS DEL ENSAYO A FLEXIÓN DE VIGUETAS CON ACERO PATRÓN"

N° DE VIGUETA	CÓDIGO	EDAD (DÍAS)	CARGA DE ROTURA (kg-f)	CARGA DE ROTURA (kg-f)ORDENADAS DE MENOR A MAYOR	X_N-X_1	X_N-X_{N-1}	DIXON	COEFICIENTE DE DIXON	TIPO DE DATO
1	VP-7-1	7	1700	1420	500	100	0,2	0,625	no atipico
2	VP-7-2	7	1420	1520		180	0,36	0,625	no atipico
3	VP-7-3	7	1770	1700		20	0,04	0,625	no atipico
4	VP-7-4	7	1720	1720		50	0,1	0,625	no atipico
5	VP-7-5	7	1920	1770		150	0,3	0,625	no atipico
6	VP-7-6	7	1520	1920		150	0,3	0,625	no atipico

N° DE VIGUETA	CÓDIGO	FECHA		EDAD (DÍAS)	LONGITUD					CARGA DE ROTURA (kg-f)	MOMENTO ULTIMO	PROMEDIO (Tn-m)
		ELABORACIÓN	ROTURA		SUPERIOR		INFERIOR		LONGITUD APOYOS(m)			
					L1 (mm)	L2 (mm)	L3 (mm)	L4 (mm)				
1	VP-7-1	09/01/2021	16/01/2021	7	440	441	441	439	0,440	1700	0,125 Tn-m	0,123 Tn-m
2	VP-7-2	09/01/2021	16/01/2021	7	440	439	439	441	0,440	1420	0,104 Tn-m	
3	VP-7-3	09/01/2021	16/01/2021	7	440	440	439	440	0,440	1770	0,130 Tn-m	
4	VP-7-4	09/01/2021	16/01/2021	7	439	439	439	439	0,439	1720	0,126 Tn-m	
5	VP-7-5	09/01/2021	16/01/2021	7	439	440	441	439	0,440	1920	0,141 Tn-m	
6	VP-7-6	09/01/2021	16/01/2021	7	441	440	441	440	0,441	1520	0,112 Tn-m	

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tabla 199

Análisis estadístico del ensayo de flexión momento último vigueta patrón a los 14 días de curado.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."

TESISTAS: BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS

LUGAR:

CANTERA:

FECHA:

"ANALISIS ESTADISTICO DE RESULTADOS DEL ENSAYO A FLEXIÓN DE VIGUETAS CON ACERO PATRÓN"

N° DE VIGUETA	CÓDIGO	EDAD (DÍAS)	CARGA DE ROTURA (kg-f)	CARGA DE ROTURA (kg-f)ORDENADAS DE MENOR A MAYOR	X_N-X_1	X_N-X_{N-1}	DIXON	COEFICIENTE DE DIXON	TIPO DE DATO
1	VP-14-1	14	1650	1650	490	90	0,183673469	0,625	no atipico
2	VP-14-2	14	1750	1740		10	0,020408163	0,625	no atipico
3	VP-14-3	14	1740	1750		0	0	0,625	no atipico
4	VP-14-4	14	1780	1750		30	0,06122449	0,625	no atipico
5	VP-14-5	14	2140	1780		360	0,734693878	0,625	atipico
6	VP-14-6	14	1750	2140		360	0,734693878	0,625	atipico

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tabla 200

Análisis estadístico del ensayo de flexión momento último vigueta patrón a los 14 días de curado segunda iteración.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."

TESISTAS: BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS

LUGAR:

CANTERA:

FECHA:

"ANALISIS ESTADISTICO DE RESULTADOS DEL ENSAYO A FLEXIÓN DE VIGUETAS CON ACERO PATRÓN"

N° DE VIGUETA	CÓDIGO	EDAD (DÍAS)	CARGA DE ROTURA (kg-f)	CARGA DE ROTURA (kg-f)ORDENADAS DE MENOR A MAYOR	X_N-X_1	X_N-X_{N-1}	DIXON	COEFICIENTE DE DIXON	TIPO DE DATO
1	VP-14-1	14	1650	1650	130	90	0,183673469	0,710	no atipico
2	VP-14-2	14	1750	1740		10	0,020408163	0,710	no atipico
3	VP-14-3	14	1740	1750		0	0	0,710	no atipico
4	VP-14-4	14	1780	1750		30	0,06122449	0,710	no atipico
6	VP-14-6	14	1750	1780		30	0,06122449	0,710	no atipico

N° DE VIGUETA	CÓDIGO	FECHA		EDAD (DÍAS)	LONGITUD					CARGA DE ROTURA (kg-f)	MOMENTO ULTIMO	PROMEDIO (Tn-m)
		ELABORACIÓN	ROTURA		SUPERIOR		INFERIOR		LONGITUD APOYOS(m)			
					L1 (mm)	L2 (mm)	L3 (mm)	L4 (mm)				
7	VP-14-1	09/01/2021	23/01/2021	14	441	440	440	440	0,440	1650	0,121 Tn-m	0,127 Tn-m
8	VP-14-2	09/01/2021	23/01/2021	14	440	440	440	439	0,440	1750	0,128 Tn-m	
9	VP-14-3	09/01/2021	23/01/2021	14	441	441	440	440	0,441	1740	0,128 Tn-m	
10	VP-14-4	09/01/2021	23/01/2021	14	440	439	440	440	0,440	1780	0,130 Tn-m	
12	VP-14-6	09/01/2021	23/01/2021	14	439	439	441	439	0,440	1750	0,128 Tn-m	

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tabla 201

Análisis estadístico del ensayo de flexión momento último vigueta patrón a los 28 días de curado.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."

TESISTAS BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS

LUGAR:

CANTERA:

FECHA:

"ANALISIS ESTADISTICO DE RESULTADOS DEL ENSAYO A FLEXIÓN DE VIGUETAS CON ACERO PATRÓN"

N° DE VIGUETA	CÓDIGO	EDAD (DÍAS)	CARGA DE ROTURA (kg-f)	CARGA DE ROTURA (kg-f)ORDENADAS DE MENOR A MAYOR	X_N-X_1	X_N-X_{N-1}	DIXON	COEFICIENTE DE DIXON	TIPO DE DATO
1	VP-7-1	28	1950	1950	250	40	0,16	0,625	no atipico
2	VP-7-2	28	2100	1990		30	0,12	0,625	no atipico
3	VP-7-3	28	2050	2020		30	0,12	0,625	no atipico
4	VP-7-4	28	2020	2050		50	0,2	0,625	no atipico
5	VP-7-5	28	2200	2100		100	0,4	0,625	no atipico
6	VP-7-6	28	1990	2200		100	0,4	0,625	no atipico

N° DE VIGUETA	CÓDIGO	FECHA		EDAD (DÍAS)	LONGITUD					CARGA DE ROTURA (kg-f)	MOMENTO ULTIMO	PROMEDIO (Tn-m)
		ELABORACIÓN	ROTURA		SUPERIOR		INFERIOR		LONGITUD APOYOS(m)			
					L1 (mm)	L2 (mm)	L3 (mm)	L4 (mm)				
13	VP-28-1	09/01/2021	06/02/2021	28	440	439	441	441	0,440	1950	0,143 Tn-m	0,150 Tn-m
14	VP-28-2	09/01/2021	06/02/2021	28	439	439	440	440	0,440	2100	0,154 Tn-m	
15	VP-28-3	09/01/2021	06/02/2021	28	441	439	441	441	0,441	2050	0,151 Tn-m	
16	VP-28-4	09/01/2021	06/02/2021	28	439	439	440	441	0,440	2020	0,148 Tn-m	
17	VP-28-5	09/01/2021	06/02/2021	28	440	440	440	439	0,440	2200	0,161 Tn-m	
18	VP-28-6	09/01/2021	06/02/2021	28	439	441	440	440	0,440	1990	0,146 Tn-m	

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tabla 202

Análisis estadístico del ensayo de flexión momento último vigueta con un proceso de corrosión de 1 mes a los 7 días de curado.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."

TESISTAS: BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS

LUGAR:

CANTERA:

FECHA:

"ANALISIS ESTADISTICO DE RESULTADOS DEL ENSAYO A FLEXIÓN DE VIGUETAS CON ACERO CON PROCESO DE CORROSIÓN POR 1 MES"

N° DE VIGUETA	CÓDIGO	EDAD (DÍAS)	CARGA DE ROTURA (kg-f)	CARGA DE ROTURA (kg-f)ORDENADAS DE MENOR A MAYOR	X_N-X_1	X_N-X_{N-1}	DIXON	COEFICIENTE DE DIXON	TIPO DE DATO
1	VC-1-7-1	7	1180	1170	790	10	0,012658228	0,625	no atipico
2	VC-1-7-2	7	1420	1180		150	0,189873418	0,625	no atipico
3	VC-1-7-3	7	1370	1330		40	0,050632911	0,625	no atipico
4	VC-1-7-4	7	1330	1370		50	0,063291139	0,625	no atipico
5	VC-1-7-5	7	1960	1420		540	0,683544304	0,625	atipico
6	VC-1-7-6	7	1170	1960		540	0,683544304	0,625	atipico

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tabla 203

Análisis estadístico del ensayo de flexión momento último vigueta con un proceso de corrosión de 1 mes a los 7 días de curado segunda iteración.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."

TESISTAS: BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS
LUGAR:
CANTERA:
FECHA:

"ANALISIS ESTADISTICO DE RESULTADOS DEL ENSAYO A FLEXIÓN DE VIGUETAS CON ACERO CON PROCESO DE CORROSIÓN POR 1 MES"

N° DE VIGUETA	CÓDIGO	EDAD (DÍAS)	CARGA DE ROTURA (kg-f)	CARGA DE ROTURA (kg-f)ORDENADAS DE MENOR A MAYOR	X_N-X_1	X_N-X_{N-1}	DIXON	COEFICIENTE DE DIXON	TIPO DE DATO
1	VC-1-7-1	7	1180	1170	250	10	0,012658228	0,710	no atipico
2	VC-1-7-2	7	1420	1180		150	0,189873418	0,710	no atipico
3	VC-1-7-3	7	1370	1330		40	0,050632911	0,710	no atipico
4	VC-1-7-4	7	1330	1370		50	0,063291139	0,710	no atipico
6	VC-1-7-6	7	1170	1420		50	0,063291139	0,710	no atipico

N° DE VIGUETA	CÓDIGO	FECHA		EDAD (DÍAS)	LONGITUD					CARGA DE ROTURA (kg-f)	MOMENTO ULTIMO	PROMEDIO (Tn-m)
		ELABORACIÓN	ROTURA		SUPERIOR		INFERIOR		LONGITUD APOYOS(m)			
					L1 (mm)	L2 (mm)	L3 (mm)	L4 (mm)				
1	VC-1-7-1	09/01/2021	16/01/2021	7	440	439	440	441	0,440	1180	0,087 Tn-m	0,095 Tn-m
2	VC-1-7-2	09/01/2021	16/01/2021	7	441	440	440	439	0,440	1420	0,104 Tn-m	
3	VC-1-7-3	09/01/2021	16/01/2021	7	439	439	439	439	0,439	1370	0,100 Tn-m	
4	VC-1-7-4	09/01/2021	16/01/2021	7	439	440	440	441	0,440	1330	0,098 Tn-m	
6	VC-1-7-6	09/01/2021	16/01/2021	7	441	439	440	439	0,440	1170	0,086 Tn-m	

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tabla 204

Análisis estadístico del ensayo de flexión momento último vigueta con un proceso de corrosión de 1 mes a los 14 días de curado.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."

TESISTAS: BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS
LUGAR:
CANTERA:
FECHA:

"ANALISIS ESTADISTICO DE RESULTADOS DEL ENSAYO A FLEXIÓN DE VIGUETAS CON ACERO CON PROCESO DE CORROSIÓN POR 1 MES"

N° DE VIGUETA	CÓDIGO	EDAD (DÍAS)	CARGA DE ROTURA (kg-f)	CARGA DE ROTURA (kg-f)ORDENADAS DE MENOR A MAYOR	X_N-X_1	X_N-X_{N-1}	DIXON	COEFICIENTE DE DIXON	TIPO DE DATO
1	VC-1-14-1	14	1670	1510	450	70	0,155555556	0,625	no atipico
2	VC-1-14-2	14	1960	1580		40	0,088888889	0,625	no atipico
3	VC-1-14-3	14	1890	1620		50	0,111111111	0,625	no atipico
4	VC-1-14-4	14	1620	1670		220	0,488888889	0,625	no atipico
5	VC-1-14-5	14	1510	1890		70	0,155555556	0,625	no atipico
6	VC-1-14-6	14	1580	1960		70	0,155555556	0,625	no atipico

N° DE VIGUETA	CÓDIGO	FECHA		EDAD (DÍAS)	LONGITUD					CARGA DE ROTURA (kg-f)	MOMENTO ULTIMO	PROMEDIO (Tn-m)
		ELABORACIÓN	ROTURA		SUPERIOR		INFERIOR		LONGITUD APOYOS(m)			
					L1 (mm)	L2 (mm)	L3 (mm)	L4 (mm)				
7	VC-1-14-1	09/01/2021	23/01/2021	14	439	440	441	440	0,440	1670	0,122 Tn-m	0,125 Tn-m
8	VC-1-14-2	09/01/2021	23/01/2021	14	439	441	440	441	0,440	1960	0,144 Tn-m	
9	VC-1-14-3	09/01/2021	23/01/2021	14	440	441	439	439	0,440	1890	0,139 Tn-m	
10	VC-1-14-4	09/01/2021	23/01/2021	14	441	439	441	441	0,441	1620	0,119 Tn-m	
11	VC-1-14-5	09/01/2021	23/01/2021	14	441	440	439	441	0,440	1510	0,111 Tn-m	
12	VC-1-14-6	09/01/2021	23/01/2021	14	440	439	439	439	0,439	1580	0,116 Tn-m	

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tabla 205

Análisis estadístico del ensayo de flexión momento último vigueta con un proceso de corrosión de 1 mes a los 28 días de curado.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."

TESISTAS: BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS

LUGAR:

CANTERA:

FECHA:

"ANALISIS ESTADISTICO DE RESULTADOS DEL ENSAYO A FLEXIÓN DE VIGUETAS CON ACERO CON PROCESO DE CORROSIÓN POR 1 MES"

N° DE VIGUETA	CÓDIGO	EDAD (DÍAS)	CARGA DE ROTURA (kg-f)	CARGA DE ROTURA (kg-f)ORDENADAS DE MENOR A MAYOR	X_N-X_1	X_N-X_{N-1}	DIXON	COEFICIENTE DE DIXON	TIPO DE DATO
1	VC-1-28-1	28	1830	1600	230	90	0,391304348	0,625	no atipico
2	VC-1-28-2	28	1820	1690		100	0,434782609	0,625	no atipico
3	VC-1-28-3	28	1690	1790		30	0,130434783	0,625	no atipico
4	VC-1-28-4	28	1790	1820		10	0,043478261	0,625	no atipico
5	VC-1-28-5	28	1600	1830		0	0	0,625	no atipico
6	VC-1-28-6	28	1830	1830		0	0	0,625	no atipico

N° DE VIGUETA	CÓDIGO	FECHA		EDAD (DÍAS)	LONGITUD					CARGA DE ROTURA (kg-f)	MOMENTO ULTIMO	PROMEDIO (Tn-m)
		ELABORACIÓN	ROTURA		SUPERIOR		INFERIOR		LONGITUD APOYOS(m)			
					L1 (mm)	L2 (mm)	L3 (mm)	L4 (mm)				
13	VC-1-28-1	09/01/2021	06/02/2021	28	439	439	440	441	0,440	1830	0,134 Tn-m	0,129 Tn-m
14	VC-1-28-2	09/01/2021	06/02/2021	28	439	440	439	439	0,439	1820	0,133 Tn-m	
15	VC-1-28-3	09/01/2021	06/02/2021	28	440	441	440	441	0,441	1690	0,124 Tn-m	
16	VC-1-28-4	09/01/2021	06/02/2021	28	439	440	440	439	0,440	1790	0,131 Tn-m	
17	VC-1-28-5	09/01/2021	06/02/2021	28	441	439	440	440	0,440	1600	0,117 Tn-m	
18	VC-1-28-6	09/01/2021	06/02/2021	28	441	439	440	440	0,440	1830	0,134 Tn-m	

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tabla 206

Análisis estadístico del ensayo de flexión momento último vigueta con un proceso de corrosión de 2 meses a los 7 días de curado.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."

TESISTAS: BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS

LUGAR:

CANTERA:

FECHA:

"ANALISIS ESTADISTICO DE RESULTADOS DEL ENSAYO A FLEXIÓN DE VIGUETAS CON ACERO CON PROCESO DE CORROSIÓN POR 2 MESES"

N° DE VIGUETA	CÓDIGO	EDAD (DÍAS)	CARGA DE ROTURA (kg-f)	CARGA DE ROTURA (kg-f)ORDENADAS DE MENOR A MAYOR	X_N-X_1	X_N-X_{N-1}	DIXON	COEFICIENTE DE DIXON	TIPO DE DATO
1	VC-2-7-1	7	1500	370	1160	260	0,224137931	0,625	no atipico
2	VC-2-7-2	7	370	630		770	0,663793103	0,625	atipico
3	VC-2-7-3	7	1530	1400		50	0,043103448	0,625	no atipico
4	VC-2-7-4	7	1450	1450		50	0,043103448	0,625	no atipico
5	VC-2-7-5	7	1400	1500		30	0,025862069	0,625	no atipico
6	VC-2-7-6	7	630	1530		30	0,025862069	0,625	no atipico

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tabla 207

Análisis estadístico del ensayo de flexión momento último vigueta con un proceso de corrosión de 2 meses a los 7 días de curado segunda iteración.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."

TESISTAS: BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS

LUGAR:

CANTERA:

FECHA:

"ANALISIS ESTADISTICO DE RESULTADOS DEL ENSAYO A FLEXIÓN DE VIGUETAS CON ACERO CON PROCESO DE CORROSIÓN POR 2 MESES"

N° DE VIGUETA	CÓDIGO	EDAD (DÍAS)	CARGA DE ROTURA (kg-f)	CARGA DE ROTURA (kg-f)ORDENADAS DE MENOR A MAYOR	X_N-X_1	X_N-X_{N-1}	DIXON	COEFICIENTE DE DIXON	TIPO DE DATO
1	VC-2-7-1	7	1500	370	1160	1030	0,887931034	0,710	atipico
2	VC-2-7-2	7	370	1400		50	0,043103448	0,710	no atipico
3	VC-2-7-3	7	1530	1450		50	0,043103448	0,710	no atipico
4	VC-2-7-4	7	1450	1500		30	0,025862069	0,710	no atipico
6	VC-2-7-5	7	1400	1530		30	0,025862069	0,710	no atipico

N° DE VIGUETA	CÓDIGO	FECHA		EDAD (DÍAS)	LONGITUD					CARGA DE ROTURA (kg-f)	MOMENTO ULTIMO	PROMEDIO (Tn-m)
		ELABORACIÓN	ROTURA		SUPERIOR		INFERIOR		LONGITUD APOYOS(m)			
					L1 (mm)	L2 (mm)	L3 (mm)	L4 (mm)				
1	VC-2-7-1	09/02/2021	16/02/2021	7	440	439	440	440	0,440	1500	0,110 Tn-m	0,108 Tn-m
3	VC-2-7-3	09/02/2021	16/02/2021	7	439	439	441	439	0,440	1530	0,112 Tn-m	
4	VC-2-7-4	09/02/2021	16/02/2021	7	440	439	439	440	0,440	1450	0,106 Tn-m	
5	VC-2-7-5	09/02/2021	16/02/2021	7	439	439	440	441	0,440	1400	0,103 Tn-m	

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tabla 208

Análisis estadístico del ensayo de flexión momento último vigueta con un proceso de corrosión de 2 meses a los 14 días de curado.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."

TESISTAS: BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS
LUGAR:
CANTERA:
FECHA:

"ANALISIS ESTADISTICO DE RESULTADOS DEL ENSAYO A FLEXIÓN DE VIGUETAS CON ACERO CON PROCESO DE CORROSIÓN POR 2 MESES"

N° DE VIGUETA	CÓDIGO	EDAD (DÍAS)	CARGA DE ROTURA (kg-f)	CARGA DE ROTURA (kg-f)ORDENADAS DE MENOR A MAYOR	X_N-X_1	X_N-X_{N-1}	DIXON	COEFICIENTE DE DIXON	TIPO DE DATO
1	VC-2-14-1	14	1790	1470	330	30	0,090909091	0,625	no atipico
2	VC-2-14-2	14	1800	1500		280	0,848484848	0,625	atipico
3	VC-2-14-3	14	1790	1780		10	0,03030303	0,625	no atipico
4	VC-2-14-4	14	1470	1790		0	0	0,625	no atipico
5	VC-2-14-5	14	1780	1790		10	0,03030303	0,625	no atipico
6	VC-2-14-6	14	1500	1800		10	0,03030303	0,625	no atipico

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tabla 209

Análisis estadístico del ensayo de flexión momento último vigueta con un proceso de corrosión de 2 meses a los 14 días de curado segunda iteración.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."

TESISTAS: BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS

LUGAR:

CANTERA:

FECHA:

"ANALISIS ESTADISTICO DE RESULTADOS DEL ENSAYO A FLEXIÓN DE VIGUETAS CON ACERO CON PROCESO DE CORROSIÓN POR 2 MESES"

N° DE VIGUETA	CÓDIGO	EDAD (DÍAS)	CARGA DE ROTURA (kg-f)	CARGA DE ROTURA (kg-f)ORDENADAS DE MENOR A MAYOR	X_N-X_1	X_N-X_{N-1}	DIXON	COEFICIENTE DE DIXON	TIPO DE DATO
1	VC-2-14-1	14	1790	1470	330	310	0,939393939	0,710	atipico
2	VC-2-14-2	14	1800	1780		10	0,03030303	0,710	no atipico
3	VC-2-14-3	14	1790	1790		0	0	0,710	no atipico
4	VC-2-14-4	14	1470	1790		10	0,03030303	0,710	no atipico
6	VC-2-14-5	14	1780	1800		10	0,03030303	0,710	no atipico

N° DE VIGUETA	CÓDIGO	FECHA		EDAD (DÍAS)	LONGITUD					CARGA DE ROTURA (kg-f)	MOMENTO ULTIMO	PROMEDIO (Tn-m)
		ELABORACIÓN	ROTURA		SUPERIOR		INFERIOR		LONGITUD APOYOS(m)			
					L1 (mm)	L2 (mm)	L3 (mm)	L4 (mm)				
7	VC-2-14-1	09/02/2021	23/02/2021	14	439	440	441	439	0,440	1790	0,131 Tn-m	0,131 Tn-m
8	VC-2-14-2	09/02/2021	23/02/2021	14	441	440	441	439	0,440	1800	0,132 Tn-m	
9	VC-2-14-3	09/02/2021	23/02/2021	14	440	439	441	441	0,440	1790	0,131 Tn-m	
11	VC-2-14-5	09/02/2021	23/02/2021	14	439	439	439	439	0,439	1780	0,130 Tn-m	

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tabla 210

Análisis estadístico del ensayo de flexión momento último vigueta con un proceso de corrosión de 2 meses a los 28 días de curado.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."

TESISTAS: BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS
LUGAR:
CANTERA:
FECHA:

"ANALISIS ESTADISTICO DE RESULTADOS DEL ENSAYO A FLEXIÓN DE VIGUETAS CON ACERO CON PROCESO DE CORROSIÓN POR 2 MESES"

N° DE VIGUETA	CÓDIGO	EDAD (DÍAS)	CARGA DE ROTURA (kg-f)	CARGA DE ROTURA (kg-f)ORDENADAS DE MENOR A MAYOR	X_N-X_1	X_N-X_{N-1}	DIXON	COEFICIENTE DE DIXON	TIPO DE DATO
1	VC-2-28-1	28	1850	1600	620	250	0,403225806	0,625	no atipico
2	VC-2-28-2	28	2010	1850		90	0,14516129	0,625	no atipico
3	VC-2-28-3	28	1600	1940		70	0,112903226	0,625	no atipico
4	VC-2-28-4	28	2010	2010		0	0	0,625	no atipico
5	VC-2-28-5	28	1940	2010		210	0,338709677	0,625	no atipico
6	VC-2-28-6	28	2220	2220		210	0,338709677	0,625	no atipico

N° DE VIGUETA	CÓDIGO	FECHA		EDAD (DÍAS)	LONGITUD					CARGA DE ROTURA (kg-f)	MOMENTO ULTIMO	PROMEDIO (Tn-m)
		ELABORACIÓN	ROTURA		SUPERIOR		INFERIOR		LONGITUD APOYOS(m)			
					L1 (mm)	L2 (mm)	L3 (mm)	L4 (mm)				
13	VC-2-28-1	09/02/2021	09/03/2021	28	439	440	439	441	0,440	1850	0,136 Tn-m	0,142 Tn-m
14	VC-2-28-2	09/02/2021	09/03/2021	28	439	441	441	441	0,441	2010	0,148 Tn-m	
15	VC-2-28-3	09/02/2021	09/03/2021	28	441	439	441	440	0,440	1600	0,117 Tn-m	
16	VC-2-28-4	09/02/2021	09/03/2021	28	441	440	441	440	0,441	2010	0,148 Tn-m	
17	VC-2-28-5	09/02/2021	09/03/2021	28	439	439	440	439	0,439	1940	0,142 Tn-m	
18	VC-2-28-6	09/02/2021	09/03/2021	28	440	441	441	441	0,441	2220	0,163 Tn-m	

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tabla 211

Análisis estadístico del ensayo de flexión momento último vigueta con un proceso de corrosión de 3 meses a los 7 días de curado.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."

TESISTAS: BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS
LUGAR:
CANTERA:
FECHA:

"ANALISIS ESTADISTICO DE RESULTADOS DEL ENSAYO A FLEXIÓN DE VIGUETAS CON ACERO CON PROCESO DE CORROSIÓN POR 3 MESES"

N° DE VIGUETA	CÓDIGO	EDAD (DÍAS)	CARGA DE ROTURA (kg-f)	CARGA DE ROTURA (kg-f)ORDENADAS DE MENOR A MAYOR	X_N-X_1	X_N-X_{N-1}	DIXON	COEFICIENTE DE DIXON	TIPO DE DATO
1	VC-3-7-1	7	1450	1410	560	40	0,071428571	0,625	no atipico
2	VC-3-7-2	7	1970	1450		10	0,017857143	0,625	no atipico
3	VC-3-7-3	7	1460	1460		20	0,035714286	0,625	no atipico
4	VC-3-7-4	7	1600	1480		120	0,214285714	0,625	no atipico
5	VC-3-7-5	7	1480	1600		370	0,660714286	0,625	atipico
6	VC-3-7-6	7	1410	1970		370	0,660714286	0,625	atipico

N° DE VIGUETA	CÓDIGO	FECHA		EDAD (DÍAS)	LONGITUD					CARGA DE ROTURA (kg-f)	MOMENTO ULTIMO	PROMEDIO (Tn-m)
		ELABORACIÓN	ROTURA		SUPERIOR		INFERIOR		LONGITUD APOYOS(m)			
					L1 (mm)	L2 (mm)	L3 (mm)	L4 (mm)				
1	VC-3-7-1	09/03/2021	16/03/2021	7	441	441	441	439	0,441	1450	0,106 Tn-m	0,106 Tn-m
3	VC-3-7-3	09/03/2021	16/03/2021	7	441	440	440	441	0,441	1460	0,107 Tn-m	
5	VC-3-7-5	09/03/2021	16/03/2021	7	441	441	439	441	0,441	1480	0,109 Tn-m	
6	VC-3-7-6	09/03/2021	16/03/2021	7	440	441	440	440	0,440	1410	0,103 Tn-m	

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tabla 212

Análisis estadístico del ensayo de flexión momento último vigueta con un proceso de corrosión de 3 meses a los 14 días de curado.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."

TESISTAS BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS

LUGAR:

CANTERA:

FECHA:

"ANALISIS ESTADISTICO DE RESULTADOS DEL ENSAYO A FLEXIÓN DE VIGUETAS CON ACERO CON PROCESO DE CORROSIÓN POR 3 MESES"

N° DE VIGUETA	CÓDIGO	EDAD (DÍAS)	CARGA DE ROTURA (kg-f)	CARGA DE ROTURA (kg-f)ORDENADAS DE MENOR A MAYOR	X_N-X_1	X_N-X_{N-1}	DIXON	COEFICIENTE DE DIXON	TIPO DE DATO
1	VC-3-14-1	14	1700	1470	280	150	0,535714286	0,625	no atipico
2	VC-3-14-2	14	1660	1620		40	0,142857143	0,625	no atipico
3	VC-3-14-3	14	1740	1660		40	0,142857143	0,625	no atipico
4	VC-3-14-4	14	1470	1700		40	0,142857143	0,625	no atipico
5	VC-3-14-5	14	1620	1740		10	0,035714286	0,625	no atipico
6	VC-3-14-6	14	1750	1750		10	0,035714286	0,625	no atipico

N° DE VIGUETA	CÓDIGO	FECHA		EDAD (DÍAS)	LONGITUD					CARGA DE ROTURA (kg-f)	MOMENTO ULTIMO	PROMEDIO (Tn-m)
		ELABORACIÓN	ROTURA		SUPERIOR		INFERIOR		LONGITUD APOYOS(m)			
					L1 (mm)	L2 (mm)	L3 (mm)	L4 (mm)				
7	VC-3-14-1	09/03/2021	23/03/2021	14	441	441	440	439	0,440	1700	0,125 Tn-m	0,121 Tn-m
8	VC-3-14-2	09/03/2021	23/03/2021	14	441	439	441	439	0,440	1660	0,122 Tn-m	
9	VC-3-14-3	09/03/2021	23/03/2021	14	441	441	440	439	0,440	1740	0,128 Tn-m	
10	VC-3-14-4	09/03/2021	23/03/2021	14	440	441	439	439	0,440	1470	0,108 Tn-m	
11	VC-3-14-5	09/03/2021	23/03/2021	14	439	439	440	441	0,440	1620	0,119 Tn-m	
12	VC-3-14-6	09/03/2021	23/03/2021	14	439	441	439	439	0,440	1750	0,128 Tn-m	

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tabla 213

Análisis estadístico del ensayo de flexión momento último vigueta con un proceso de corrosión de 3 meses a los 28 días de curado.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."

TESISTA BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS
LUGAR:
CANTERA:
FECHA:

"ANALISIS ESTADISTICO DE RESULTADOS DEL ENSAYO A FLEXIÓN DE VIGUETAS CON ACERO CON PROCESO DE CORROSIÓN POR 3 MESES"

N° DE VIGUETA	CÓDIGO	EDAD (DÍAS)	CARGA DE ROTURA (kg-f)	CARGA DE ROTURA (kg-f)ORDENADAS DE MENOR A MAYOR	X_N-X_1	X_N-X_{N-1}	DIXON	COEFICIENTE DE DIXON	TIPO DE DATO
1	VC-3-28-1	28	1820	1460	360	110	0,305555556	0,625	no atipico
2	VC-3-28-2	28	1780	1570		50	0,138888889	0,625	no atipico
3	VC-3-28-3	28	1460	1620		160	0,444444444	0,625	no atipico
4	VC-3-28-4	28	1620	1780		20	0,055555556	0,625	no atipico
5	VC-3-28-5	28	1800	1800		20	0,055555556	0,625	no atipico
6	VC-3-28-6	28	1570	1820		20	0,055555556	0,625	no atipico

N° DE VIGUETA	CÓDIGO	FECHA		EDAD (DÍAS)	LONGITUD					CARGA DE ROTURA (kg-f)	MOMENTO ULTIMO	PROMEDIO (Tn-m)
		ELABORACIÓN	ROTURA		SUPERIOR		INFERIOR		LONGITUD APOYOS(m)			
					L1 (mm)	L2 (mm)	L3 (mm)	L4 (mm)				
13	VC-3-28-1	09/03/2021	06/04/2021	28	441	439	441	441	0,441	1820	0,134 Tn-m	0,123 Tn-m
14	VC-3-28-2	09/03/2021	06/04/2021	28	439	440	441	439	0,440	1780	0,130 Tn-m	
15	VC-3-28-3	09/03/2021	06/04/2021	28	440	439	441	439	0,440	1460	0,107 Tn-m	
16	VC-3-28-4	09/03/2021	06/04/2021	28	440	441	440	439	0,440	1620	0,119 Tn-m	
17	VC-3-28-5	09/03/2021	06/04/2021	28	439	439	441	440	0,440	1800	0,132 Tn-m	
18	VC-3-28-6	09/03/2021	06/04/2021	28	439	441	440	440	0,440	1570	0,115 Tn-m	

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco

Repositorio Digital

Tabla 214

Análisis estadístico del ensayo de flexión módulo de rotura vigueta patrón a los 7 días de curado.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."

TESISTAS: BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS

LUGAR:

CANTERA:

FECHA:

"ANALISIS ESTADISTICO DE RESULTADOS DEL ENSAYO A FLEXIÓN DE VIGUETAS CON ACERO PATRÓN"

N° DE VIGUETA	CÓDIGO	EDAD (DÍAS)	CARGA DE ROTURA (kg-f)	CARGA DE ROTURA (kg-f)ORDENADAS DE MENOR A MAYOR	X_N-X_1	X_N-X_{N-1}	DIXON	COEFICIENTE DE DIXON	TIPO DE DATO
1	VP-7-1	7	1700	1420	500	100	0,2	0,625	no atipico
2	VP-7-2	7	1420	1520		180	0,36	0,625	no atipico
3	VP-7-3	7	1770	1700		20	0,04	0,625	no atipico
4	VP-7-4	7	1720	1720		50	0,1	0,625	no atipico
5	VP-7-5	7	1920	1770		150	0,3	0,625	no atipico
6	VP-7-6	7	1520	1920		150	0,3	0,625	no atipico

N° DE VIGUETA	CÓDIGO	FECHA		EDAD (DÍAS)	LONGITUD					ANCHO					PERALTE					CARGA DE ROTURA (kg-f)	MÓDULO DE ROTURA (MPa)	PROMEDIO (MPa)
					SUPERIOR		INFERIOR		LONGITUD APOYOS (mm)	SUPERIOR		INFERIOR		ANCHO PROMEDIO (mm)	SUPERIOR		INFERIOR		PERALTE PROMEDIO (mm)			
		ELABORACIÓN	ROTURA		L1 (mm)	L2 (mm)	L3 (mm)	L4 (mm)		A1 (mm)	A2 (mm)	A3 (mm)	A4 (mm)		P1 (mm)	P2 (mm)	P3 (mm)	P4 (mm)				
1	VP-7-1	09/01/2021	16/01/2021	7	440	441	441	439	440,3	149	151	151	150	150,25	83	81	81	81	81,5	1700	7,35	7,56
2	VP-7-2	09/01/2021	16/01/2021	7	440	439	439	441	439,8	149	150	149	149	149,25	83	78	79	80	80	1420	6,41	
3	VP-7-3	09/01/2021	16/01/2021	7	440	440	439	440	439,8	151	151	149	149	150	80	79	79	80	79,5	1770	8,05	
4	VP-7-4	09/01/2021	16/01/2021	7	439	439	439	439	439,0	151	151	150	150	150,5	80	79	83	82	81	1720	7,50	
5	VP-7-5	09/01/2021	16/01/2021	7	439	440	441	439	439,8	149	149	150	149	149,25	77	77	79	82	78,75	1920	8,95	
6	VP-7-6	09/01/2021	16/01/2021	7	441	440	441	440	440,5	149	150	150	149	149,5	81	77	79	77	78,5	1520	7,13	

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tabla 215

Análisis estadístico del ensayo de flexión módulo de rotura vigueta patrón a los 14 días de curado.

UAC

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."

TESISTAS: BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS

LUGAR:

CANTERA:

FECHA:

"ANALISIS ESTADISTICO DE RESULTADOS DEL ENSAYO A FLEXIÓN DE VIGUETAS CON ACERO PATRÓN"

N° DE VIGUETA	CÓDIGO	EDAD (DÍAS)	CARGA DE ROTURA (kg-f)	CARGA DE ROTURA (kg-f)ORDENADAS DE MENOR A MAYOR	X_N-X_1	X_N-X_{N-1}	DIXON	COEFICIENTE DE DIXON	TIPO DE DATO
1	VP-14-1	14	1650	1650	490	90	0,183673469	0,625	no atipico
2	VP-14-2	14	1750	1740		10	0,020408163	0,625	no atipico
3	VP-14-3	14	1740	1750		0	0	0,625	no atipico
4	VP-14-4	14	1780	1750		30	0,06122449	0,625	no atipico
5	VP-14-5	14	2140	1780		360	0,734693878	0,625	atipico
6	VP-14-6	14	1750	2140		360	0,734693878	0,625	atipico

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco

Repositorio Digital

Tabla 216

Análisis estadístico del ensayo de flexión módulo de rotura vigueta patrón a los 14 días de curado segunda iteración.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."

TESISTAS: BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS

LUGAR:

CANTERA:

FECHA:

"ANALISIS ESTADISTICO DE RESULTADOS DEL ENSAYO A FLEXIÓN DE VIGUETAS CON ACERO PATRÓN"

N° DE VIGUETA	CÓDIGO	EDAD (DÍAS)	CARGA DE ROTURA (kg-f)	CARGA DE ROTURA (kg-f)ORDENADAS DE MENOR A MAYOR	X_N-X_1	X_N-X_{N-1}	DIXON	COEFICIENTE DE DIXON	TIPO DE DATO
1	VP-14-1	14	1650	1650	130	90	0,183673469	0,710	no atipico
2	VP-14-2	14	1750	1740		10	0,020408163	0,710	no atipico
3	VP-14-3	14	1740	1750		0	0	0,710	no atipico
4	VP-14-4	14	1780	1750		30	0,06122449	0,710	no atipico
5	VP-14-5	14	1750	1780		30	0,06122449	0,710	no atipico

N° DE VIGUETA	CÓDIGO	FECHA		EDAD (DÍAS)	LONGITUD					ANCHO					PERALTE					CARGA DE ROTURA (kg-f)	MÓDULO DE ROTURA (MPa)	PROMEDIO (MPa)
					SUPERIOR		INFERIOR		LONGITUD APOYOS (mm)	SUPERIOR		INFERIOR		ANCHO PROMEDIO (mm)	SUPERIOR		INFERIOR		PERALTE PROMEDIO (mm)			
		ELABORACIÓN	ROTURA		L1 (mm)	L2 (mm)	L3 (mm)	L4 (mm)		A1 (mm)	A2 (mm)	A3 (mm)	A4 (mm)		P1 (mm)	P2 (mm)	P3 (mm)	P4 (mm)				
7	VP-14-1	09/01/2021	23/01/2021	14	441	440	440	440	440,3	150	149	151	149	149,75	83	78	79	80	80	1650	7,43	7,67
8	VP-14-2	09/01/2021	23/01/2021	14	440	440	440	439	439,8	150	150	149	151	150	83	78	79	83	80,75	1750	7,72	
9	VP-14-3	09/01/2021	23/01/2021	14	441	441	440	440	440,5	151	150	150	151	150,5	81	83	80	83	81,75	1740	7,47	
10	VP-14-4	09/01/2021	23/01/2021	14	440	439	440	440	439,8	150	151	149	151	150,25	83	79	78	82	80,5	1780	7,88	
12	VP-14-6	09/01/2021	23/01/2021	14	439	439	441	439	439,5	149	149	149	151	149,5	82	77	82	80	80,25	1750	7,83	

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco

Repositorio Digital

Tabla 217

Análisis estadístico del ensayo de flexión módulo de rotura vigueta patrón a los 28 días de curado.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."

TESISTAS: BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS

LUGAR:

CANTERA:

FECHA:

"ANALISIS ESTADISTICO DE RESULTADOS DEL ENSAYO A FLEXIÓN DE VIGUETAS CON ACERO PATRÓN"

N° DE VIGUETA	CÓDIGO	EDAD (DÍAS)	CARGA DE ROTURA (kg-f)	CARGA DE ROTURA (kg-f)ORDENADAS DE MENOR A MAYOR	X_N-X_1	X_N-X_{N-1}	DIXON	COEFICIENTE DE DIXON	TIPO DE DATO
1	VP-28-1	28	1950	1950	250	40	0,16	0,625	no atipico
2	VP-28-2	28	2100	1990		30	0,12	0,625	no atipico
3	VP-28-3	28	2050	2020		30	0,12	0,625	no atipico
4	VP-28-4	28	2020	2050		50	0,2	0,625	no atipico
5	VP-28-5	28	2200	2100		100	0,4	0,625	no atipico
6	VP-28-6	28	1990	2200		100	0,4	0,625	no atipico

N° DE VIGUETA	CÓDIGO	FECHA		EDAD (DÍAS)	LONGITUD					ANCHO					PERALTE					CARGA DE ROTURA (kg-f)	MÓDULO DE ROTURA (MPa)	PROMEDIO (MPa)
					SUPERIOR		INFERIOR			SUPERIOR		INFERIOR			SUPERIOR		INFERIOR					
		ELABORACIÓN	ROTURA		L1 (mm)	L2 (mm)	L3 (mm)	L4 (mm)	LONGITUD APOYOS (mm)	A1 (mm)	A2 (mm)	A3 (mm)	A4 (mm)	ANCHO PROMEDIO (mm)	P1 (mm)	P2 (mm)	P3 (mm)	P4 (mm)	PERALTE PROMEDIO (mm)			
13	VP-28-1	09/01/2021	06/02/2021	28	440	439	441	441	440,3	151	149	149	151	150	81	83	79	80	80,75	1950	8,61	9,15
14	VP-28-2	09/01/2021	06/02/2021	28	439	439	440	440	439,5	150	149	150	150	149,75	78	80	83	80	80,25	2100	9,39	
15	VP-28-3	09/01/2021	06/02/2021	28	441	439	441	441	440,5	151	151	149	149	150	80	78	79	82	79,75	2050	9,28	
16	VP-28-4	09/01/2021	06/02/2021	28	439	439	440	441	439,8	150	150	149	150	149,75	79	78	83	83	80,75	2020	8,92	
17	VP-28-5	09/01/2021	06/02/2021	28	440	440	440	439	439,8	149	151	149	150	149,75	77	78	81	81	79,25	2200	10,09	
18	VP-28-6	09/01/2021	06/02/2021	28	439	441	440	440	440,0	151	151	151	149	150,5	83	78	82	83	81,5	1990	8,59	

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tabla 218

Análisis estadístico del ensayo de flexión módulo de rotura vigueta con un proceso de corrosión de 1 mes a los 7 días de curado.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."

TESISTAS BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS

LUGAR:

CANTERA:

FECHA:

"ANALISIS ESTADISTICO DE RESULTADOS DEL ENSAYO A FLEXIÓN DE VIGUETAS CON ACERO CON PROCESO DE CORROSIÓN POR 1 MES"

N° DE VIGUETA	CÓDIGO	EDAD (DÍAS)	CARGA DE ROTURA (kg-f)	CARGA DE ROTURA (kg-f)ORDENADAS DE MENOR A MAYOR	X_N-X_1	X_N-X_{N-1}	DIXON	COEFICIENTE DE DIXON	TIPO DE DATO
1	VC-1-7-1	7	1180	1170	790	10	0,012658228	0,625	no atipico
2	VC-1-7-2	7	1420	1180		150	0,189873418	0,625	no atipico
3	VC-1-7-3	7	1370	1330		40	0,050632911	0,625	no atipico
4	VC-1-7-4	7	1330	1370		50	0,063291139	0,625	no atipico
5	VC-1-7-5	7	1960	1420		540	0,683544304	0,625	atipico
6	VC-1-7-6	7	1170	1960		540	0,683544304	0,625	atipico

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco

Repositorio Digital

Tabla 219

Análisis estadístico del ensayo de flexión módulo de rotura vigueta con un proceso de corrosión de 1 mes a los 7 días de curado segunda iteración.

UAC

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."

TESISTAS: BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS

LUGAR:

CANTERA:

FECHA:

"ANALISIS ESTADISTICO DE RESULTADOS DEL ENSAYO A FLEXIÓN DE VIGUETAS CON ACERO CON PROCESO DE CORROSIÓN POR 1 MES"

N° DE VIGUETA	CÓDIGO	EDAD (DÍAS)	CARGA DE ROTURA (kg-f)	CARGA DE ROTURA (kg-f)ORDENADAS DE MENOR A MAYOR	X_N-X_1	X_N-X_{N-1}	DIXON	COEFICIENTE DE DIXON	TIPO DE DATO
1	VC-1-7-1	7	1180	1170	250	10	0,012658228	0,710	no atipico
2	VC-1-7-2	7	1420	1180		150	0,189873418	0,710	no atipico
3	VC-1-7-3	7	1370	1330		40	0,050632911	0,710	no atipico
4	VC-1-7-4	7	1330	1370		50	0,063291139	0,710	no atipico
6	VC-1-7-6	7	1170	1420		50	0,063291139	0,710	no atipico

N° DE VIGUETA	CÓDIGO	FECHA		EDAD (DÍAS)	LONGITUD					ANCHO					PERALTE					CARGA DE ROTURA (kg f)	MÓDULO DE ROTURA (MPa)	PROMEDIO (MPa)
					SUPERIOR		INFERIOR		LONGITUD APOYOS (mm)	SUPERIOR		INFERIOR		ANCHO PROMEDIO (mm)	SUPERIOR		INFERIOR		PERALTE PROMEDIO (mm)			
		ELABORACIÓN	ROTURA		L1 (mm)	L2 (mm)	L3 (mm)	L4 (mm)		A1 (mm)	A2 (mm)	A3 (mm)	A4 (mm)		P1 (mm)	P2 (mm)	P3 (mm)	P4 (mm)				
1	VC-1-7-1	09/01/2021	16/01/2021	7	440	439	440	441	440,0	149	151	151	151	150,5	78	83	80	80	80,25	1180	5,25	5,84
2	VC-1-7-2	09/01/2021	16/01/2021	7	441	440	440	439	440,0	149	150	150	150	149,75	78	80	78	79	78,75	1420	6,60	
3	VC-1-7-3	09/01/2021	16/01/2021	7	439	439	439	439	439,0	150	150	150	149	149,75	77	79	78	82	79	1370	6,31	
4	VC-1-7-4	09/01/2021	16/01/2021	7	439	440	440	441	440,0	150	149	151	149	149,75	81	79	83	81	81	1330	5,84	
6	VC-1-7-6	09/01/2021	16/01/2021	7	441	439	440	439	439,8	151	151	150	149	150,25	80	82	77	82	80,25	1170	5,21	

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco

Repositorio Digital

Tabla 220

Análisis estadístico del ensayo de flexión módulo de rotura vigueta con un proceso de corrosión de 1 mes a los 14 días de curado.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: **"RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."**

TESISTAS: BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS

LUGAR:

CANTERA:

FECHA:

"ANALISIS ESTADISTICO DE RESULTADOS DEL ENSAYO A FLEXIÓN DE VIGUETAS CON ACERO CON PROCESO DE CORROSIÓN POR 1 MES"

N° DE VIGUETA	CÓDIGO	EDAD (DÍAS)	CARGA DE ROTURA (kg-f)	CARGA DE ROTURA (kg-f)ORDENADAS DE MENOR A MAYOR	X_N-X_1	X_N-X_{N-1}	DIXON	COEFICIENTE DE DIXON	TIPO DE DATO
1	VC-1-14-1	14	1670	1510	450	70	0,155555556	0,625	no atipico
2	VC-1-14-2	14	1960	1580		40	0,088888889	0,625	no atipico
3	VC-1-14-3	14	1890	1620		50	0,111111111	0,625	no atipico
4	VC-1-14-4	14	1620	1670		220	0,488888889	0,625	no atipico
5	VC-1-14-5	14	1510	1890		70	0,155555556	0,625	no atipico
6	VC-1-14-6	14	1580	1960		70	0,155555556	0,625	no atipico

N° DE VIGUETA	CÓDIGO	FECHA		EDAD (DÍAS)	LONGITUD					ANCHO					PERALTE					CARGA DE ROTURA (kg-f)	MÓDULO DE ROTURA (MPa)	PROMEDIO (MPa)
					SUPERIOR		INFERIOR		LONGITUD APOYOS (mm)	SUPERIOR		INFERIOR		ANCHO PROMEDIO (mm)	SUPERIOR		INFERIOR		PERALTE PROMEDIO (mm)			
		ELABORACIÓN	ROTURA		L1 (mm)	L2 (mm)	L3 (mm)	L4 (mm)		A1 (mm)	A2 (mm)	A3 (mm)	A4 (mm)		P1 (mm)	P2 (mm)	P3 (mm)	P4 (mm)				
7	VC-1-14-1	09/01/2021	23/01/2021	14	439	440	441	440	440,0	149	150	149	149	149,25	79	82	78	83	80,5	1670	7,45	7,80
8	VC-1-14-2	09/01/2021	23/01/2021	14	439	441	440	441	440,3	149	150	150	151	150	78	77	78	78	77,75	1960	9,33	
9	VC-1-14-3	09/01/2021	23/01/2021	14	440	441	439	439	439,8	150	150	150	150	150	83	79	80	81	80,75	1890	8,33	
10	VC-1-14-4	09/01/2021	23/01/2021	14	441	439	441	441	440,5	151	151	151	150	150,75	79	79	77	77	78	1620	7,63	
11	VC-1-14-5	09/01/2021	23/01/2021	14	441	440	439	441	440,3	150	151	151	150	150,5	77	79	78	83	79,25	1510	6,90	
12	VC-1-14-6	09/01/2021	23/01/2021	14	440	439	439	439	439,3	149	149	151	151	150	81	82	77	78	79,5	1580	7,18	

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco

Repositorio Digital

Tabla 221

Análisis estadístico del ensayo de flexión módulo de rotura vigueta con un proceso de corrosión de 1 mes a los 28 días de curado.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: **"RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."**

TESISTAS BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS

LUGAR:

CANTERA:

FECHA:

"ANALISIS ESTADISTICO DE RESULTADOS DEL ENSAYO A FLEXIÓN DE VIGUETAS CON ACERO CON PROCESO DE CORROSIÓN POR 1 MES"

N° DE VIGUETA	CÓDIGO	EDAD (DÍAS)	CARGA DE ROTURA (kg-f)	CARGA DE ROTURA (kg-f)ORDENADAS DE MENOR A MAYOR	X_N-X_1	X_N-X_{N-1}	DIXON	COEFICIENTE DE DIXON	TIPO DE DATO
1	VC-1-28-1	28	1830	1600	230	90	0,391304348	0,625	no atipico
2	VC-1-28-2	28	1820	1690		100	0,434782609	0,625	no atipico
3	VC-1-28-3	28	1690	1790		30	0,130434783	0,625	no atipico
4	VC-1-28-4	28	1790	1820		10	0,043478261	0,625	no atipico
5	VC-1-28-5	28	1600	1830		0	0	0,625	no atipico
6	VC-1-28-6	28	1830	1830		0	0	0,625	no atipico

N° DE VIGUETA	CÓDIGO	FECHA		EDAD (DÍAS)	LONGITUD					ANCHO					PERALTE					CARGA DE ROTURA (kg-f)	MÓDULO DE ROTURA (MPa)	PROMEDIO (MPa)
					SUPERIOR		INFERIOR			SUPERIOR		INFERIOR			SUPERIOR		INFERIOR					
		ELABORACIÓN	ROTURA		L1 (mm)	L2 (mm)	L3 (mm)	L4 (mm)	LONGITUD APOYOS (mm)	A1 (mm)	A2 (mm)	A3 (mm)	A4 (mm)	ANCHO PROMEDIO (mm)	P1 (mm)	P2 (mm)	P3 (mm)	P4 (mm)	PERALTE PROMEDIO (mm)			
13	VC-1-28-1	09/01/2021	06/02/2021	28	439	439	440	441	439,8	149	149	149	150	149,25	79	78	80	83	80	1830	8,26	8,02
14	VC-1-28-2	09/01/2021	06/02/2021	28	439	440	439	439	439,3	149	151	150	151	150,25	77	80	79	78	78,5	1820	8,47	
15	VC-1-28-3	09/01/2021	06/02/2021	28	440	441	440	441	440,5	151	150	151	149	150,25	80	81	78	79	79,5	1690	7,69	
16	VC-1-28-4	09/01/2021	06/02/2021	28	439	440	440	439	439,5	150	149	151	149	149,75	79	78	79	80	79	1790	8,25	
17	VC-1-28-5	09/01/2021	06/02/2021	28	441	439	440	440	440,0	150	150	149	149	149,5	80	83	78	82	80,75	1600	7,08	
18	VC-1-28-6	09/01/2021	06/02/2021	28	441	439	440	440	440,0	151	149	151	150	150,25	80	77	79	81	79,25	1830	8,37	

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tabla 222

Análisis estadístico del ensayo de flexión módulo de rotura vigueta con un proceso de corrosión de 2 meses a los 7 días de curado.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."

TESISTAS BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS

LUGAR:

CANTERA:

FECHA:

"ANALISIS ESTADISTICO DE RESULTADOS DEL ENSAYO A FLEXIÓN DE VIGUETAS CON ACERO CON PROCESO DE CORROSIÓN POR 2 MESES"

N° DE VIGUETA	CÓDIGO	EDAD (DÍAS)	CARGA DE ROTURA (kg-f)	CARGA DE ROTURA (kg-f) ORDENADAS DE MENOR A MAYOR	X_N-X_1	X_N-X_{N-1}	DIXON	COEFICIENTE DE DIXON	TIPO DE DATO
1	VC-2-7-1	7	1500	370	1160	260	0,224137931	0,625	no atipico
2	VC-2-7-2	7	370	630		770	0,663793103	0,625	atipico
3	VC-2-7-3	7	1530	1400		50	0,043103448	0,625	no atipico
4	VC-2-7-4	7	1450	1450		50	0,043103448	0,625	no atipico
5	VC-2-7-5	7	1400	1500		30	0,025862069	0,625	no atipico
6	VC-2-7-6	7	630	1530		30	0,025862069	0,625	no atipico

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tabla 223

Análisis estadístico del ensayo de flexión módulo de rotura vigueta con un proceso de corrosión de 2 meses a los 7 días de curado segunda iteración.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."

TESISTAS: BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS

LUGAR:

CANTERA:

FECHA:

"ANALISIS ESTADISTICO DE RESULTADOS DEL ENSAYO A FLEXIÓN DE VIGUETAS CON ACERO CON PROCESO DE CORROSIÓN POR 2 MESES"

N° DE VIGUETA	CÓDIGO	EDAD (DÍAS)	CARGA DE ROTURA (kg-f)	CARGA DE ROTURA (kg-f) ORDENADAS DE MENOR A MAYOR	X_N-X_1	X_N-X_{N-1}	DIXON	COEFICIENTE DE DIXON	TIPO DE DATO
1	VC-2-7-1	7	1500	370	1160	1030	0,887931034	0,710	atipico
2	VC-2-7-2	7	370	1400		50	0,043103448	0,710	no atipico
3	VC-2-7-3	7	1530	1450		50	0,043103448	0,710	no atipico
4	VC-2-7-4	7	1450	1500		30	0,025862069	0,710	no atipico
5	VC-2-7-5	7	1400	1530		30	0,025862069	0,710	no atipico

N° DE VIGUETA	CÓDIGO	FECHA		EDAD (DÍAS)	LONGITUD					ANCHO					PERALTE					CARGA DE ROTURA (kg-f)	MÓDULO DE ROTURA (MPa)	PROMEDIO (MPa)
		ELABORACIÓN	ROTURA		SUPERIOR		INFERIOR		LONGITUD APOYOS (mm)	SUPERIOR		INFERIOR		ANCHO PROMEDIO (mm)	SUPERIOR		INFERIOR		PERALTE PROMEDIO (mm)			
					L1 (mm)	L2 (mm)	L3 (mm)	L4 (mm)		A1 (mm)	A2 (mm)	A3 (mm)	A4 (mm)		P1 (mm)	P2 (mm)	P3 (mm)	P4 (mm)				
1	VC-2-7-1	09/02/2021	16/02/2021	7	440	439	440	440	439,8	150	151	149	150	150	78	82	77	80	79,25	1500	6,87	6,64
3	VC-2-7-3	09/02/2021	16/02/2021	7	439	439	441	439	439,5	151	151	149	150	150,25	79	80	82	80	80,25	1530	6,81	
4	VC-2-7-4	09/02/2021	16/02/2021	7	440	439	439	440	439,5	149	151	149	150	149,75	82	80	78	79	79,75	1450	6,56	
5	VC-2-7-5	09/02/2021	16/02/2021	7	439	439	440	441	439,8	151	149	149	151	150	77	83	82	77	79,75	1400	6,33	

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco

Repositorio Digital

Tabla 224

Análisis estadístico del ensayo de flexión módulo de rotura vigueta con un proceso de corrosión de 2 meses a los 14 días de curado.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."

TESISTAS BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS

LUGAR:

CANTERA:

FECHA:

"ANALISIS ESTADISTICO DE RESULTADOS DEL ENSAYO A FLEXIÓN DE VIGUETAS CON ACERO CON PROCESO DE CORROSIÓN POR 2 MESES"

N° DE VIGUETA	CÓDIGO	EDAD (DÍAS)	CARGA DE ROTURA (kg-f)	CARGA DE ROTURA (kg-f) ORDENADAS DE MENOR A MAYOR	X_N-X_1	X_N-X_{N-1}	DIXON	COEFICIENTE DE DIXON	TIPO DE DATO
1	VC-2-14-1	14	1790	1470	330	30	0,090909091	0,625	no atipico
2	VC-2-14-2	14	1800	1500		280	0,848484848	0,625	atipico
3	VC-2-14-3	14	1790	1780		10	0,03030303	0,625	no atipico
4	VC-2-14-4	14	1470	1790		0	0	0,625	no atipico
5	VC-2-14-5	14	1780	1790		10	0,03030303	0,625	no atipico
6	VC-2-14-6	14	1500	1800		10	0,03030303	0,625	no atipico

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tabla 225

Análisis estadístico del ensayo de flexión módulo de rotura vigueta con un proceso de corrosión de 2 meses a los 14 días de curado segunda iteración.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: **"RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."**

TESISTAS BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS

LUGAR:

CANTERA:

FECHA:

"ANALISIS ESTADISTICO DE RESULTADOS DEL ENSAYO A FLEXIÓN DE VIGUETAS CON ACERO CON PROCESO DE CORROSIÓN POR 2 MESES"

N° DE VIGUETA	CÓDIGO	EDAD (DÍAS)	CARGA DE ROTURA (kg-f)	CARGA DE ROTURA (kg-f) ORDENADAS DE MENOR A MAYOR	X_N-X_1	X_N-X_{N-1}	DIXON	COEFICIENTE DE DIXON	TIPO DE DATO
1	VC-2-14-1	14	1790	1470	330	310	0,939393939	0,710	atipico
2	VC-2-14-2	14	1800	1780		10	0,03030303	0,710	no atipico
3	VC-2-14-3	14	1790	1790		0	0	0,710	no atipico
4	VC-2-14-4	14	1470	1790		10	0,03030303	0,710	no atipico
6	VC-2-14-5	14	1780	1800		10	0,03030303	0,710	no atipico

N° DE VIGUETA	CÓDIGO	FECHA		EDAD (DÍAS)	LONGITUD					ANCHO					PERALTE					CARGA DE ROTURA (kg-f)	MÓDULO DE ROTURA (MPa)	PROMEDIO (MPa)
					SUPERIOR		INFERIOR		LONGITUD APOYOS (mm)	SUPERIOR		INFERIOR		ANCHO PROMEDIO (mm)	SUPERIOR		INFERIOR		PERALTE PROMEDIO (mm)			
		ELABORACIÓN	ROTURA		L1 (mm)	L2 (mm)	L3 (mm)	L4 (mm)		A1 (mm)	A2 (mm)	A3 (mm)	A4 (mm)		P1 (mm)	P2 (mm)	P3 (mm)	P4 (mm)				
7	VC-2-14-1	09/02/2021	23/02/2021	14	439	440	441	439	439,8	151	150	151	151	150,75	78	82	79	77	79	1790	8,20	8,16
8	VC-2-14-2	09/02/2021	23/02/2021	14	441	440	441	439	440,3	151	150	150	150	150,25	77	77	82	79	78,75	1800	8,34	
9	VC-2-14-3	09/02/2021	23/02/2021	14	440	439	441	441	440,3	150	149	149	151	149,75	82	82	79	77	80	1790	8,06	
11	VC-2-14-5	09/02/2021	23/02/2021	14	439	439	439	439	439,0	151	149	149	151	150	80	82	79	78	79,75	1780	8,03	

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco

Repositorio Digital

Tabla 226

Análisis estadístico del ensayo de flexión módulo de rotura vigueta con un proceso de corrosión de 2 meses a los 28 días de curado.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: **"RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."**

TESISTAS BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS

LUGAR:

CANTERA:

FECHA:

"ANALISIS ESTADISTICO DE RESULTADOS DEL ENSAYO A FLEXIÓN DE VIGUETAS CON ACERO CON PROCESO DE CORROSIÓN POR 2 MESES"

N° DE VIGUETA	CÓDIGO	EDAD (DÍAS)	CARGA DE ROTURA (kg-f)	CARGA DE ROTURA (kg-f) ORDENADAS DE MENOR A MAYOR	X_N-X_1	X_N-X_{N-1}	DIXON	COEFICIENTE DE DIXON	TIPO DE DATO
1	VC-2-28-1	28	1850	1600	620	250	0,403225806	0,625	no atipico
2	VC-2-28-2	28	2010	1850		90	0,14516129	0,625	no atipico
3	VC-2-28-3	28	1600	1940		70	0,112903226	0,625	no atipico
4	VC-2-28-4	28	2010	2010		0	0	0,625	no atipico
5	VC-2-28-5	28	1940	2010		210	0,338709677	0,625	no atipico
6	VC-2-28-6	28	2220	2220		210	0,338709677	0,625	no atipico

N° DE VIGUETA	CÓDIGO	FECHA		EDAD (DÍAS)	LONGITUD					ANCHO					PERALTE					CARGA DE ROTURA (kg-f)	MÓDULO DE ROTURA (MPa)	PROMEDIO (MPa)
					SUPERIOR		INFERIOR		LONGITUD APOYOS (mm)	SUPERIOR		INFERIOR		ANCHO PROMEDIO (mm)	SUPERIOR		INFERIOR		PERALTE PROMEDIO (mm)			
		ELABORACIÓN	ROTURA		L1 (mm)	L2 (mm)	L3 (mm)	L4 (mm)		A1 (mm)	A2 (mm)	A3 (mm)	A4 (mm)		P1 (mm)	P2 (mm)	P3 (mm)	P4 (mm)				
13	VC-2-28-1	09/02/2021	09/03/2021	28	439	440	439	441	439,8	151	151	149	151	150,5	82	82	82	81	81,75	1850	7,93	8,62
14	VC-2-28-2	09/02/2021	09/03/2021	28	439	441	441	441	440,5	149	150	151	150	150	79	80	83	80	80,5	2010	8,93	
15	VC-2-28-3	09/02/2021	09/03/2021	28	441	439	441	440	440,3	149	149	149	151	149,5	77	83	80	81	80,25	1600	7,17	
16	VC-2-28-4	09/02/2021	09/03/2021	28	441	440	441	440	440,5	150	151	150	149	150	81	79	79	81	80	2010	9,04	
17	VC-2-28-5	09/02/2021	09/03/2021	28	439	439	440	439	439,3	151	149	150	151	150,25	81	78	78	82	79,75	1940	8,74	
18	VC-2-28-6	09/02/2021	09/03/2021	28	440	441	441	441	440,8	151	150	151	151	150,75	82	82	80	77	80,25	2220	9,88	

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tabla 227

Análisis estadístico del ensayo de flexión módulo de rotura vigueta con un proceso de corrosión de 3 meses a los 7 días de curado.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: **"RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."**

TESISTAS: BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS

LUGAR:

CANTERA:

FECHA:

"ANALISIS ESTADISTICO DE RESULTADOS DEL ENSAYO A FLEXIÓN DE VIGUETAS CON ACERO CON PROCESO DE CORROSIÓN POR 3 MESES"

N° DE VIGUETA	CÓDIGO	EDAD (DÍAS)	CARGA DE ROTURA (kg-f)	CARGA DE ROTURA (kg-f) ORDENADAS DE MENOR A MAYOR	X_N-X_1	X_N-X_{N-1}	DIXON	COEFICIENTE DE DIXON	TIPO DE DATO
1	VC-3-7-1	7	1450	1410	560	40	0,071428571	0,625	no atipico
2	VC-3-7-2	7	1970	1450		10	0,017857143	0,625	no atipico
3	VC-3-7-3	7	1460	1460		20	0,035714286	0,625	no atipico
4	VC-3-7-4	7	1600	1480		120	0,214285714	0,625	no atipico
5	VC-3-7-5	7	1480	1600		370	0,660714286	0,625	atipico
6	VC-3-7-6	7	1410	1970		370	0,660714286	0,625	atipico

N° DE VIGUETA	CÓDIGO	FECHA		EDAD (DÍAS)	LONGITUD					ANCHO					PERALTE					CARGA DE ROTURA (kg-f)	MÓDULO DE ROTURA (MPa)	PROMEDIO (MPa)
					SUPERIOR		INFERIOR			SUPERIOR		INFERIOR			SUPERIOR		INFERIOR					
		ELABORACIÓN	ROTURA		L1 (mm)	L2 (mm)	L3 (mm)	L4 (mm)	LONGITUD APOYOS (mm)	A1 (mm)	A2 (mm)	A3 (mm)	A4 (mm)	ANCHO PROMEDIO (mm)	P1 (mm)	P2 (mm)	P3 (mm)	P4 (mm)	PERALTE PROMEDIO (mm)			
1	VC-3-7-1	09/03/2021	16/03/2021	7	441	441	441	439	440,5	151	149	149	151	150	82	81	78	81	80,5	1450	6,44	6,55
3	VC-3-7-3	09/03/2021	16/03/2021	7	441	440	440	441	440,5	151	149	149	150	149,75	78	77	77	83	78,75	1460	6,79	
5	VC-3-7-5	09/03/2021	16/03/2021	7	441	441	439	441	440,5	149	150	149	151	149,75	77	77	83	83	80	1480	6,67	
6	VC-3-7-6	09/03/2021	16/03/2021	7	440	441	440	440	440,3	150	150	149	151	150	79	79	83	80	80,25	1410	6,30	

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tabla 228

Análisis estadístico del ensayo de flexión módulo de rotura vigueta con un proceso de corrosión de 3 meses a los 14 días de curado.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: **"RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."**

TESISTAS: BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS

LUGAR:

CANTERA:

FECHA:

"ANALISIS ESTADISTICO DE RESULTADOS DEL ENSAYO A FLEXIÓN DE VIGUETAS CON ACERO CON PROCESO DE CORROSIÓN POR 3 MESES"

N° DE VIGUETA	CÓDIGO	EDAD (DÍAS)	CARGA DE ROTURA (kg-f)	CARGA DE ROTURA (kg-f) ORDENADAS DE MENOR A MAYOR	X_N-X_1	X_N-X_{N-1}	DIXON	COEFICIENTE DE DIXON	TIPO DE DATO
1	VC-3-14-1	14	1700	1470	280	150	0,535714286	0,625	no atipico
2	VC-3-14-2	14	1660	1620		40	0,142857143	0,625	no atipico
3	VC-3-14-3	14	1740	1660		40	0,142857143	0,625	no atipico
4	VC-3-14-4	14	1470	1700		40	0,142857143	0,625	no atipico
5	VC-3-14-5	14	1620	1740		10	0,035714286	0,625	no atipico
6	VC-3-14-6	14	1750	1750		10	0,035714286	0,625	no atipico

N° DE VIGUETA	CÓDIGO	FECHA		EDAD (DÍAS)	LONGITUD					ANCHO					PERALTE					CARGA DE ROTURA (kg-f)	MÓDULO DE ROTURA (MPa)	PROMEDIO (MPa)
					SUPERIOR		INFERIOR			SUPERIOR		INFERIOR			SUPERIOR		INFERIOR					
		ELABORACIÓN	ROTURA		L1 (mm)	L2 (mm)	L3 (mm)	L4 (mm)	LONGITUD APOYOS (mm)	A1 (mm)	A2 (mm)	A3 (mm)	A4 (mm)	ANCHO PROMEDIO (mm)	P1 (mm)	P2 (mm)	P3 (mm)	P4 (mm)	PERALTE PROMEDIO (mm)			
7	VC-3-14-1	09/03/2021	23/03/2021	14	441	441	440	439	440,3	149	151	151	150	150,25	82	79	82	79	80,5	1700	7,54	7,41
8	VC-3-14-2	09/03/2021	23/03/2021	14	441	439	441	439	440,0	150	150	149	150	149,75	81	82	82	82	81,75	1660	7,16	
9	VC-3-14-3	09/03/2021	23/03/2021	14	441	441	440	439	440,3	149	151	151	150	150,25	79	80	82	81	80,5	1740	7,72	
10	VC-3-14-4	09/03/2021	23/03/2021	14	440	441	439	439	439,8	149	149	149	150	149,25	77	82	78	80	79,25	1470	6,76	
11	VC-3-14-5	09/03/2021	23/03/2021	14	439	439	440	441	439,8	150	151	150	150	150,25	78	77	83	77	78,75	1620	7,50	
12	VC-3-14-6	09/03/2021	23/03/2021	14	439	441	439	439	439,5	151	151	150	150	150,5	81	79	80	81	80,25	1750	7,78	

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco

Repositorio Digital

Tabla 229

Análisis estadístico del ensayo de flexión módulo de rotura vigueta con un proceso de corrosión de 3 meses a los 28 días de curado.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: **"RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE ADHERENCIA CON EL CONCRETO DEL ACERO DE REFUERZO SOMETIDO A AGENTES CORROSIVOS."**

TESISTAS: BACH. CASTILLO GUEVARA MARCO ANTONIO
BACH. LUCAR HUAMAN JORGE LUIS

LUGAR:

CANTERA:

FECHA:

"ANALISIS ESTADISTICO DE RESULTADOS DEL ENSAYO A FLEXIÓN DE VIGUETAS CON ACERO CON PROCESO DE CORROSIÓN POR 3 MESES"

N° DE VIGUETA	CÓDIGO	EDAD (DÍAS)	CARGA DE ROTURA (kg-f)	CARGA DE ROTURA (kg-f) ORDENADAS DE MENOR A MAYOR	X_N-X_1	X_N-X_{N-1}	DIXON	COEFICIENTE DE DIXON	TIPO DE DATO
1	VC-3-28-1	28	1820	1460	360	110	0,305555556	0,625	no atipico
2	VC-3-28-2	28	1780	1570		50	0,138888889	0,625	no atipico
3	VC-3-28-3	28	1460	1620		160	0,444444444	0,625	no atipico
4	VC-3-28-4	28	1620	1780		20	0,055555556	0,625	no atipico
5	VC-3-28-5	28	1800	1800		20	0,055555556	0,625	no atipico
6	VC-3-28-6	28	1570	1820		20	0,055555556	0,625	no atipico

N° DE VIGUETA	CÓDIGO	FECHA		EDAD (DÍAS)	LONGITUD					ANCHO					PERALTE					MÓDULO DE ROTURA (MPa)	PROMEDIO (MPa)	PROMEDIO (N/mm2)
		ELABORACIÓN	ROTURA		SUPERIOR		INFERIOR		LONGITUD APOYOS (mm)	SUPERIOR		INFERIOR		ANCHO PROMEDIO (mm)	SUPERIOR		INFERIOR		PERALTE PROMEDIO (mm)			
					L1 (mm)	L2 (mm)	L3 (mm)	L4 (mm)		A1 (mm)	A2 (mm)	A3 (mm)	A4 (mm)		P1 (mm)	P2 (mm)	P3 (mm)	P4 (mm)				
13	VC-3-28-1	09/03/2021	06/04/2021	28	441	439	441	441	440,5	151	149	151	150	150,25	83	80	83	82	82	1820	7,78	7,48
14	VC-3-28-2	09/03/2021	06/04/2021	28	439	440	441	439	439,8	151	151	149	150	150,25	79	82	79	77	79,25	1780	8,13	
15	VC-3-28-3	09/03/2021	06/04/2021	28	440	439	441	439	439,8	151	149	149	150	149,75	79	80	83	78	80	1460	6,57	
16	VC-3-28-4	09/03/2021	06/04/2021	28	440	441	440	439	440,0	150	149	149	150	149,5	80	79	78	77	78,5	1620	7,59	
17	VC-3-28-5	09/03/2021	06/04/2021	28	439	439	441	440	439,8	151	150	151	151	150,75	81	82	81	79	80,75	1800	7,90	
18	VC-3-28-6	09/03/2021	06/04/2021	28	439	441	440	440	440,0	149	149	149	149	149	83	82	80	80	81,25	1570	6,89	

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

c) Análisis de la Prueba

En el ensayo de flexión Patrón, a los 14 días de curado del concreto se obtuvo que la vigueta VP-14-6 en la evaluación estadística obtuvo el valor de r (0.734) el cual es mayor al valor critico de Dixon (0.625), Por lo tanto, si es un dato atípico.

En el ensayo de flexión con un proceso de corrosión de 1 mes, a los 7 días de curado del concreto se obtuvo que la vigueta VC-1-7-6 en la evaluación estadística obtuvo el valor de r (0.683) el cual es mayor al valor critico de Dixon (0.625), Por lo tanto, si es un dato atípico.

En el ensayo de flexión con un proceso de corrosión de 2 meses, a los 7 días de curado del concreto se obtuvo que la vigueta VC-2-7-1 en la evaluación estadística obtuvo el valor de (0.653) el cual es mayor al valor critico de Dixon (0.625), Por lo tanto, si es un dato atípico.

En el ensayo de flexión con un proceso de corrosión de 2 meses, a los 14 días de curado del concreto se obtuvo que la vigueta VC-2-14-2 en la evaluación estadística obtuvo el valor de r (0.848) el cual es mayor al valor critico de Dixon (0.625), Por lo tanto, si es un dato atípico; al sospechar que aun existían datos atípicos se volvió a evaluaren las muestras de los 14 días hallando para la probeta VC-2-14-1 el cual obtuvo en la evaluación estadística para el valor de r(0.939) el cual es mayor al valor critico de Dixon(0.710), Por lo tanto, si es un dato atípico.

En el ensayo de flexión con un proceso de corrosión de 3 meses, a los 7 días de curado del concreto se obtuvo que la vigueta VC-3-7-6 en la evaluación estadística obtuvo el valor de r (0.660) el cual es mayor al valor critico de Dixon (0.625), Por lo tanto, si es un dato atípico; y se encontró también las muestras de los 7 días hallando para la probeta VC-3-7-5 el cual obtuvo en la evaluación estadística para el valor de r(0.660) el cual es mayor al valor critico de Dixon(0.625), Por lo tanto, si es un dato atípico.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

4. Capitulo IV: Resultados

4.1. Resultado concentración del ácido en muestras de lluvia de la ciudad del Cusco

Tabla 230

Resumen de la concentración de ácido en lluvia acida

N° DE MUESTRA DE LA LLUVIA	CÓDIGO	VOLUMEN DE LAS MUESTRAS	CONCENTRACIÓN DE ACIDÓ SULFÚRICO (H_2SO_4)	CONCENTRACIÓN DE ACIDÓ NÍTRICO(HNO_3)	Ph	CLASIFICACIÓN
1	LL1-1	500 ml	5,00 mg/L	0,50 mg/L	6,9	Ph Acidó
2	LL1-2	500 ml	5,00 mg/L	0,50 mg/L	6,9	Ph Acidó
3	LL1-3	500 ml	5,00 mg/L	0,50 mg/L	6,9	Ph Acidó
4	LL1-4	500 ml	5,00 mg/L	0,50 mg/L	6,9	Ph Acidó
5	LL2-1	500 ml	6,00 mg/L	0,50 mg/L	6,8	Ph Acidó
6	LL2-2	500 ml	6,00 mg/L	0,50 mg/L	6,8	Ph Acidó
7	LL2-3	500 ml	6,00 mg/L	0,50 mg/L	6,8	Ph Acidó
8	LL2-4	500 ml	6,00 mg/L	0,50 mg/L	6,8	Ph Acidó

Fuente: Adaptado de Laboratorio MC QUIMICALAB.

4.2. Resultado mediciones de temperatura de la ciudad del Cusco

Tabla 231

Temperatura promedio de la ciudad del Cusco.

Variación De Temperatura entre los meses de octubre, noviembre y Diciembre	17°C	-	19°C

Fuente: Propia.

4.3. Prueba corrida “0” baño maría emulando cámara de corrosión

4.3.1. Resultado de cálculo del volumen del soluto para baño maría “Prueba corrida0”

Tabla 232

Resultados volúmenes del soluto para la solución.

SOLUTO	MOLARIDAD	VOLUMEN DE LA SOLUCIÓN	VOLUMEN DEL SOLUTO	VOLUMEN DEL SOLVENTE
H2SO4	0,10M	1000 ml	5,52 ml	994,48 ml
H2SO4	0,0001M	2000 ml	0,01 ml	1999,99 ml
HNO3	0,10M	1000 ml	5,72 ml	994,28 ml
HNO3	0,0001M	2000 ml	0,01 ml	1999,99 ml

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

4.3.2. Resultado de porcentaje de corrosión de baño maría “Prueba corrida 0”

Tabla 233

Resultados de porcentaje de corrosión.

PERIODO DE EVALUACIÓN	SUSTANCIA	PORCENTAJE DE CORROSIÓN	
		SUMERGIDO	SUSPENDIDO
Semana 1	agua	0,11 %	0,05 %
semana 2	agua	0,15 %	0,10 %
semana 3	agua	0,22 %	0,19 %
semana 4	agua	0,26 %	0,19 %
Semana 1	destilada	0,17 %	0,09 %
semana 2	destilada	0,24 %	0,10 %
semana 3	destilada	0,29 %	0,12 %
semana 4	destilada	0,33 %	0,14 %
Semana 1	H2SO4	0,45 %	0,82 %
semana 2	H2SO4	0,56 %	1,34 %
semana 3	H2SO4	0,71 %	1,40 %
semana 4	H2SO4	0,82 %	1,68 %
Semana 1	H2SO4 0.1	2,48 %	0,11 %
semana 2	H2SO4 0.1	2,53 %	0,22 %
semana 3	H2SO4 0.1	2,60 %	0,25 %
semana 4	H2SO4 0.1	2,72 %	0,31 %
Semana 1	HNO3	0,16 %	0,11 %
semana 2	HNO3	0,16 %	0,20 %
semana 3	HNO3	0,18 %	0,22 %
semana 4	HNO3	0,20 %	0,24 %
Semana 1	HNO3 0.1	1,07 %	0,10 %
semana 2	HNO3 0.1	1,09 %	0,13 %
semana 3	HNO3 0.1	1,15 %	0,18 %
semana 4	HNO3 0.1	1,19 %	0,22 %

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

4.3.3. Resultado de velocidad de corrosión de baño maría “Prueba corrida 0”

Tabla 234

Resultados de Velocidad de Corrosión.

PERIODO DE EVALUACIÓN	SUSTANCIA	VELOCIDAD DE CORROSIÓN	
		SUMERGIDO	SUSPENDIDO
Semana 1	agua	0,200 mm/año	0,097 mm/año
semana 2	agua	0,137 mm/año	0,085 mm/año
semana 3	agua	0,132 mm/año	0,112 mm/año
semana 4	agua	0,118 mm/año	0,085 mm/año
Semana 1	destilada	0,313 mm/año	0,160 mm/año
semana 2	destilada	0,213 mm/año	0,092 mm/año
semana 3	destilada	0,175 mm/año	0,070 mm/año
semana 4	destilada	0,148 mm/año	0,061 mm/año
Semana 1	H2SO4	0,806 mm/año	1,475 mm/año
semana 2	H2SO4	0,489 mm/año	1,219 mm/año
semana 3	H2SO4	0,427 mm/año	0,835 mm/año
semana 4	H2SO4	0,366 mm/año	0,762 mm/año
Semana 1	H2SO4 0.1	4,452 mm/año	0,203 mm/año
semana 2	H2SO4 0.1	2,253 mm/año	0,195 mm/año
semana 3	H2SO4 0.1	1,554 mm/año	0,148 mm/año
semana 4	H2SO4 0.1	1,239 mm/año	0,140 mm/año
Semana 1	HNO3	0,276 mm/año	0,190 mm/año
semana 2	HNO3	0,147 mm/año	0,183 mm/año
semana 3	HNO3	0,105 mm/año	0,134 mm/año
semana 4	HNO3	0,089 mm/año	0,108 mm/año
Semana 1	HNO3 0.1	1,935 mm/año	0,176 mm/año
semana 2	HNO3 0.1	0,997 mm/año	0,120 mm/año
semana 3	HNO3 0.1	0,688 mm/año	0,105 mm/año
semana 4	HNO3 0.1	0,534 mm/año	0,098 mm/año

Fuente: Propia.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

4.4. Resultado de cálculo del volumen del soluto para cámara de corrosión

Tabla 235

Resultado volumen del soluto para la cámara de corrosión.

SOLUTO	MOLARIDAD	VOLUMEN DE LA SOLUCIÓN	VOLUMEN DEL SOLUTO	VOLUMEN DEL SOLVENTE
H2SO4	0,10M	22400 ml	133,28 ml	22266,72 ml

Fuente: Propia.

4.5. Resultados de ensayos realizados a los agregados

Los resultados obtenidos de los ensayos realizados al agregado grueso (cantera CUNYAC) y al agregado fino combinado (cantera VICHO 30%, CUNYAC 70%) se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 236

Resumen de las propiedades de los agregados.

PROPIEDADES	**AGREGADO FINO**	**AGREGADO GRUESO**
• Perfil	-	Angular
• Módulo de Fineza	2.51	3.58
• Tamaño Máximo Nominal	-	3/4 "
• Peso Específico	2640 kg/m3	2529 kg/m3
• Peso Unitario Suelto	1575 kg/m3	1396 kg/m3
• Peso Unitario Compacto	1733 kg/m3	1550 kg/m3
• Contenido de Humedad	5.14%	3.07%
• Absorción	1.79%	2.11%
• Porcentaje de desgaste por abrasión de los ángeles	-	23.42%

Fuente: Propia

4.6. Resultados de la dosificación por la Metodología ACI 211.

Se realizo el diseño por el método ACI 211, mediante uso de tablas y proporciones establecidas, obteniendo la siguiente dosificación por metro cubico de concreto, tanto en proporción de peso y volumen.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tabla 237

Dosificación final de los materiales por peso.

DISEÑO FINAL PARA: 1.00 m3		
ELEMENTO	**PESO**	**DOSIFICACIÓN (PESO)**
AGUA	0.172 Tn.	1.3 k
CEMENTO	0.375 Tn.	1.0 k
AGREGADO GRUESO	1.037 Tn.	5.1 k
AGREGADO FINO	0.682 Tn.	2.0 k
TOTAL	2.266 Tn.	

Fuente: Propia

Tabla 238

Dosificación final de los materiales por volumen.

DISEÑO FINAL PARA: 1.00 m3		
ELEMENTO	**PESO**	**DOSIFICACIÓN (PESO)**
AGUA	0.172 Tn.	0.5 k
CEMENTO	0.131 Tn.	1.0 k
AGREGADO GRUESO	0.669 Tn.	2.8 k
AGREGADO FINO	0.258 Tn.	1.8 k
TOTAL	1.231 Tn.	

Fuente: Propia

Tabla 239

Dosificación final para una bolsa de cemento.

DISEÑO FINAL PARA: 1.00 m3		
ELEMENTO	**PESO**	**DOSIFICACIÓN**
AGUA	19.531 Tn.	0.5 k
CEMENTO	42.500 Tn.	1.0 k
AGREGADO GRUESO	117.607 Tn.	2.8 k
AGREGADO FINO	77.328 Tn.	1.8 k
TOTAL	256.966 Tn.	

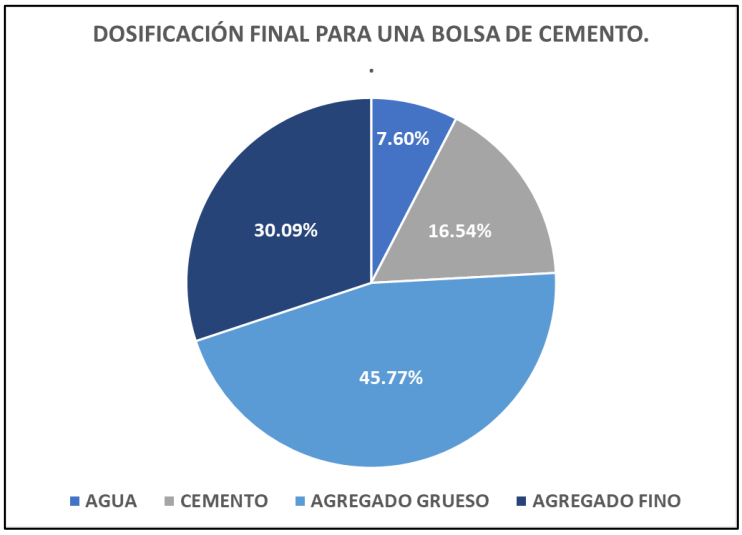
Fuente: Propia

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Figura 167

Diagrama de dosificación para una bolsa de cemento.



Fuente: Propia

4.7. Resultados de la resistencia a la compresión.

Tabla 240

Resultados de Ensayo de Compresión.

N° DE BRIQUETA	CÓDIGO	EDAD (Días)	RESISTENCIA (Kg/cm2)	PROMEDIO (Kg/cm2)
1	M-7-1	7	146,2	145,4
2	M-7-2	7	143,5	
4	M-7-4	7	145,0	
5	M-7-5	7	145,6	
6	M-7-6	7	146,6	
8	M-14-2	14	179,3	181,5
9	M-14-3	14	182,1	
10	M-14-4	14	181,1	
11	M-14-5	14	181,9	
12	M-14-6	14	183,1	
14	M-28-2	28	209,9	212,3
16	M-28-4	28	212,0	
17	M-28-5	28	213,0	
18	M-28-6	28	214,3	

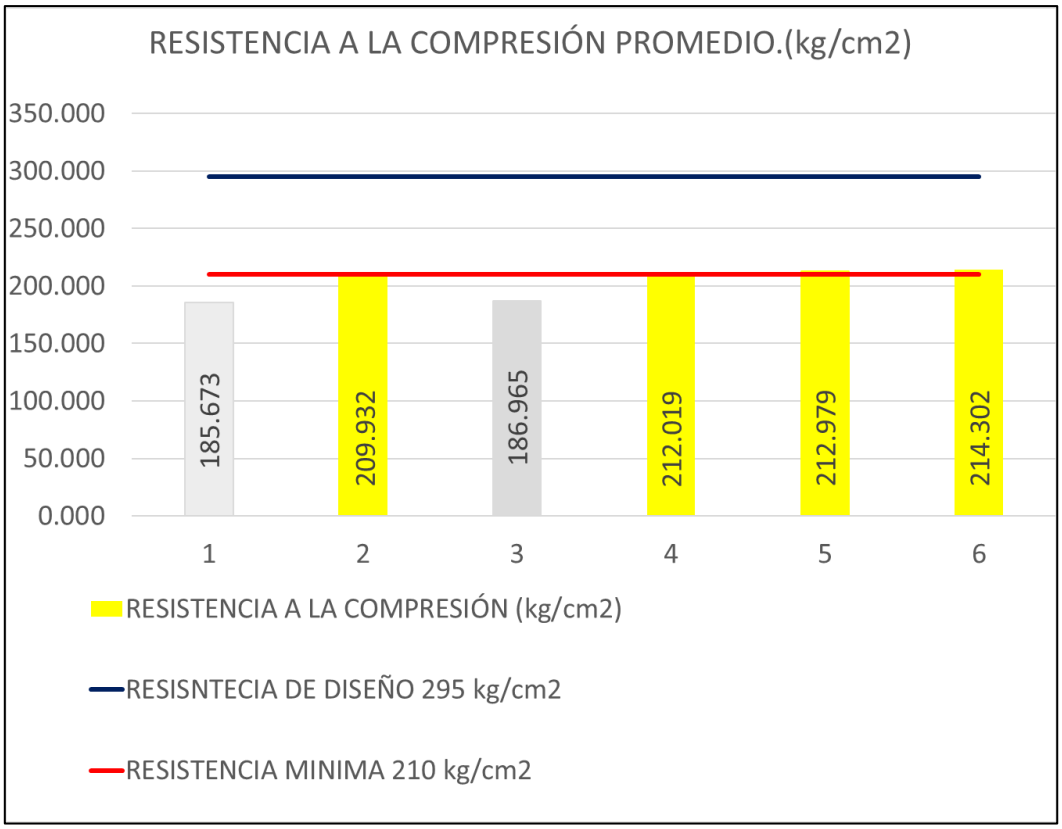
Fuente: Propia

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Figura 168

Grafica comparativa de resistencia a la compresión.

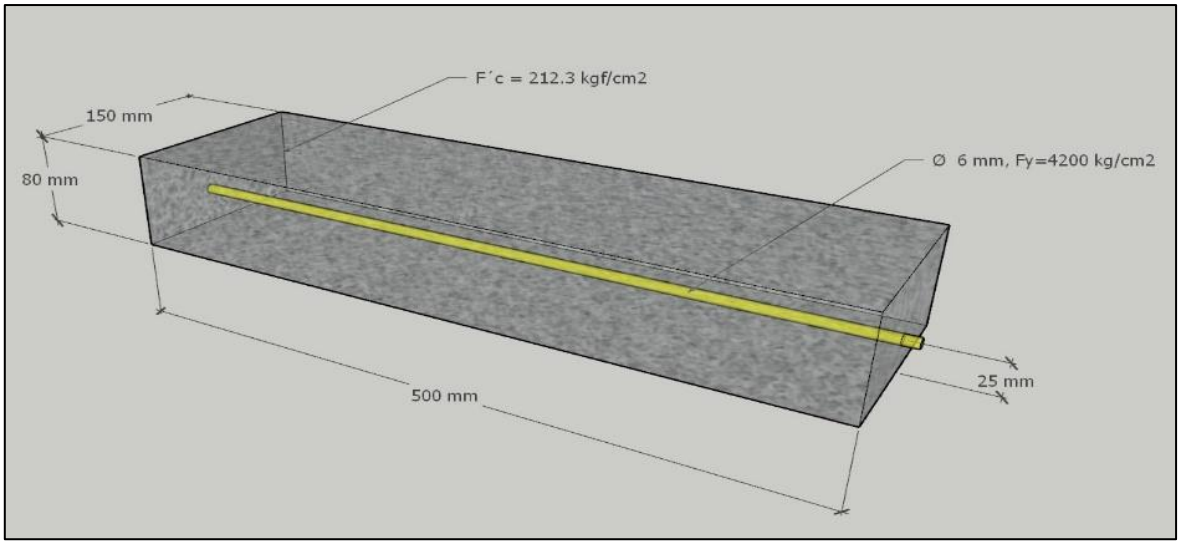


Fuente: Propia

4.8. Resultados de diseño de viga

Figura 169

Dimensiones resultantes del diseño de viga.



Fuente: Propia

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tabla 241

Dimensiones resultantes, momento último resistente y área de acero resultantes del diseño de la viga.

F´c=	210 kg/cm2
Fy=	4200 kg/cm2
H=	8 cm
b=	15 cm
r=	2,50 cm
d=	5,50 cm
Mu	0,0564 Tn-m
AS=	0,2827 cm2

Fuente: Propia

4.9. Resultados del ensayo de adherencia

Tabla 242

Resumen comparativo de los resultados obtenidos en el ensayo de adherencia.

TIPO DE MUESTRA	TIEMPO DEL CONCRETO (DÍAS)	PROMEDIO DE FUERZA DE UNIÓN NORMALIZADA	PROMEDIO DE DEFORMACIÓN
Dado Patrón	7	1.091 MPa	1.833 mm
	14	1.174 MPa	1.800 mm
	28	1.174 MPa	1.700 mm
Dado con Varilla después de un Proceso de Corrosión de 1 Mes.	7	1.091 MPa	1.775 mm
	14	1.174 MPa	1.700 mm
	28	1.174 MPa	1.625 mm
Dado con Varilla después de un Proceso de Corrosión de 2 Meses.	7	1.070 MPa	1.500 mm
	14	1.132 MPa	1.425 mm
	28	1.111 MPa	1.133 mm
Dado con Varilla después de un Proceso de Corrosión de 3 Meses.	7	1.049 MPa	1.333 mm
	14	1.091 MPa	0.833 mm
	28	1.070 MPa	0.233 mm

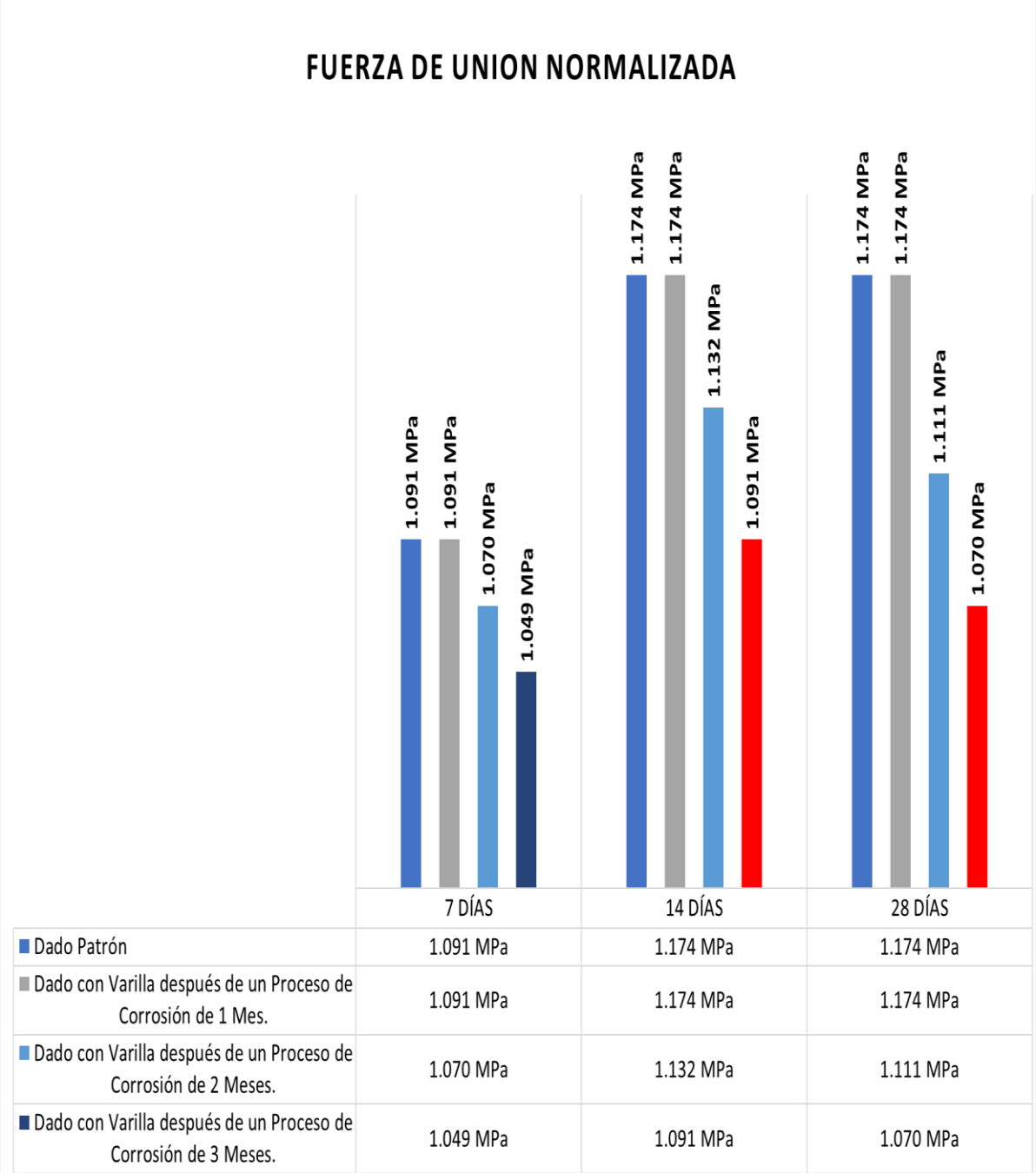
Fuente: Propia

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Figura 170

Grafica comparativa de fuerzas de unión normalizada producidas en el ensayo de adherencia.



	7 DÍAS	14 DÍAS	28 DÍAS
Dado Patrón	1.091 MPa	1.174 MPa	1.174 MPa
Dado con Varilla después de un Proceso de Corrosión de 1 Mes.	1.091 MPa	1.174 MPa	1.174 MPa
Dado con Varilla después de un Proceso de Corrosión de 2 Meses.	1.070 MPa	1.132 MPa	1.111 MPa
Dado con Varilla después de un Proceso de Corrosión de 3 Meses.	1.049 MPa	1.091 MPa	1.070 MPa

Fuente: Propia

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Figura 171

Grafica comparativa de formaciones producidas en el ensayo de adherencia.

	7 DÍAS	14 DÍAS	28 DÍAS
Dado con Varilla después de un Proceso de Corrosión de 3 Meses.	1.333 mm	0.833 mm	0.233 mm
Dado con Varilla después de un Proceso de Corrosión de 2 Meses.	1.500 mm	1.425 mm	1.133 mm
Dado con Varilla después de un Proceso de Corrosión de 1 Mes.	1.775 mm	1.700 mm	1.625 mm
Dado Patrón	1.833 mm	1.800 mm	1.700 mm

Fuente: Propia

4.10. Resultados del ensayo de tracción

Tabla 243

Resumen comparativo de los resultados obtenidos del ensayo de tracción.

TIPO DE VARILLAS	DEFORMACIÓN UNITARIA (E)	TESIÓN (Σ)
Varilla Patrón	5,43%	714,489 Mpa
Varillas con Proceso de corrosión de 1 mes	5,41%	722,144 Mpa
Varillas con Proceso de corrosión de 2 meses	5,32%	688,971 Mpa
Varillas con Proceso de corrosión de 3 meses	3,00%	653,247 Mpa

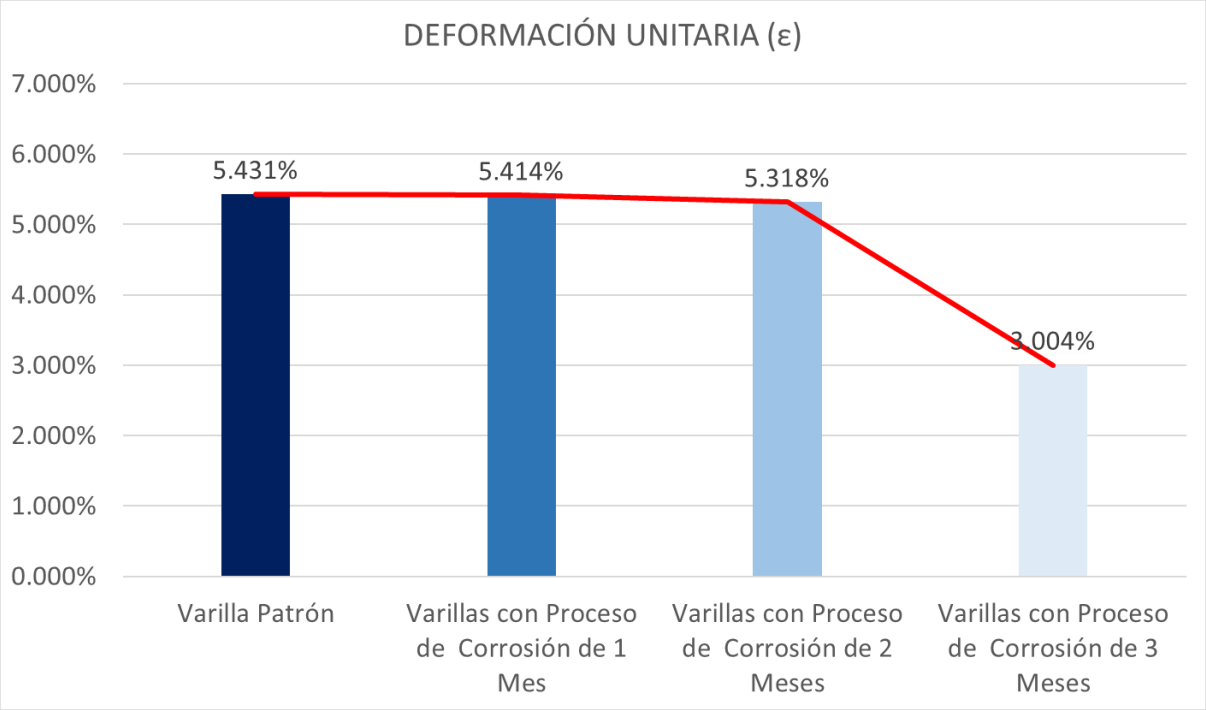
Fuente: Propia

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Figura 172

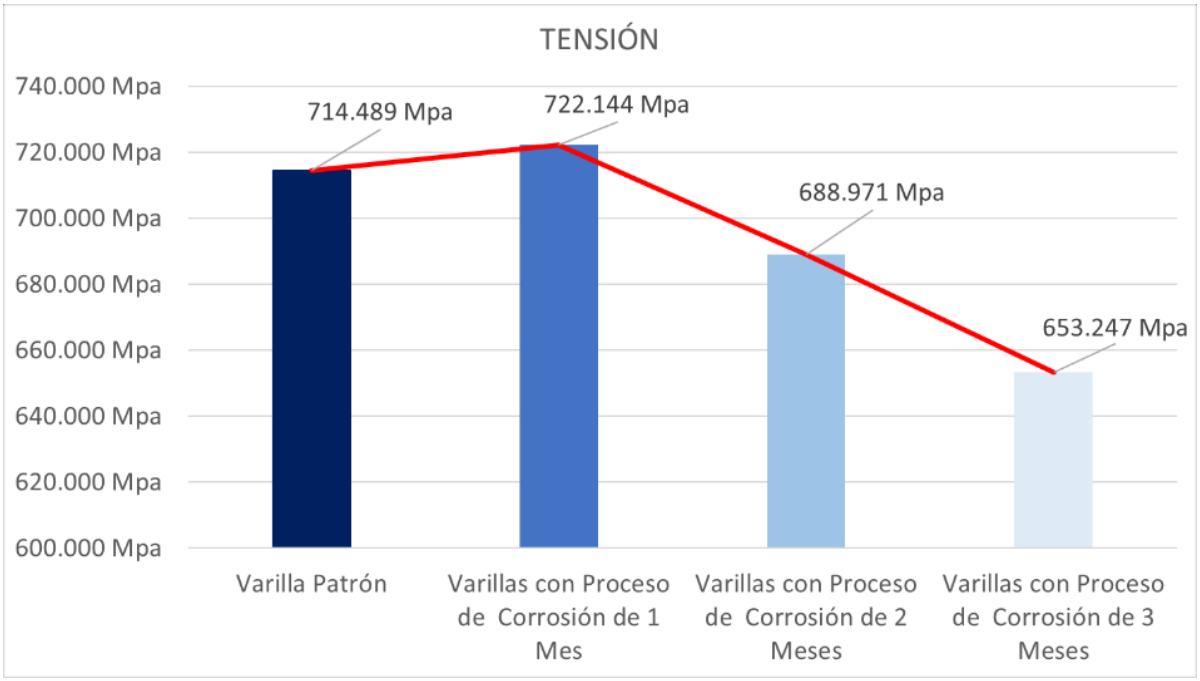
Grafica comparativa de deformación unitaria del ensayo de tracción.



Fuente: Propia

Figura 173

Comparativa de esfuerzos de tracción.



Fuente: Propia

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

4.11. Resultados del ensayo de flexión

Tabla 244

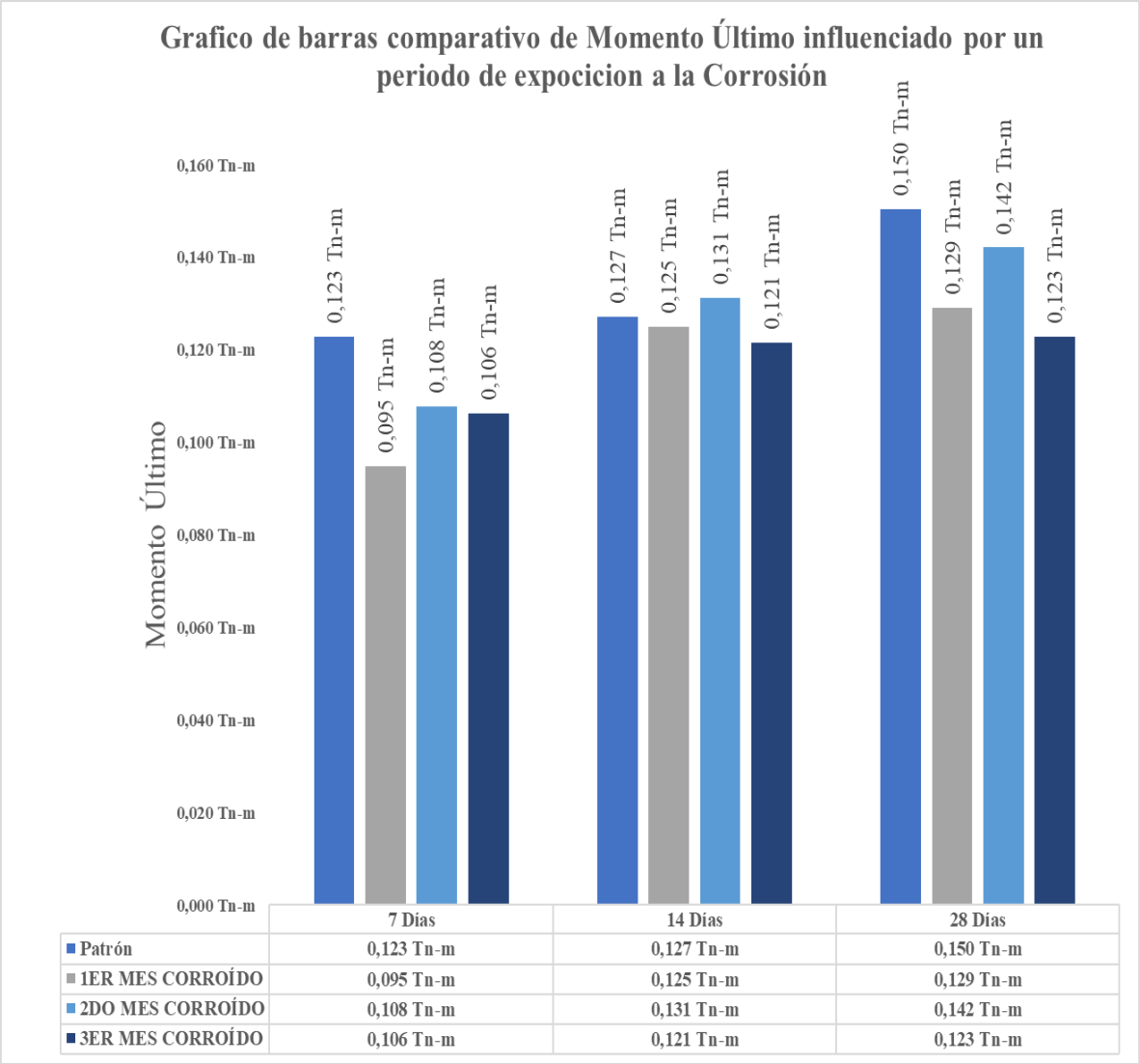
Resumen comparativo de los ensayos de flexión momento último.

TESTIGO	PATRÓN PROMEDIO	PRIMER MES PROMEDIO	SEGUNDO MES PROMEDIO	TERCER MES PROMEDIO
7 DÍAS	0,123 Tn-m	0,095 Tn-m	0,108 Tn-m	0,106 Tn-m
14 DÍAS	0,127 Tn-m	0,125 Tn-m	0,131 Tn-m	0,121 Tn-m
28 DÍAS	0,150 Tn-m	0,129 Tn-m	0,142 Tn-m	0,123 Tn-m

Fuente: Propia

Figura 174

Comparativa momentos últimos ensayos de flexión.



Fuente: Propia

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tabla 245

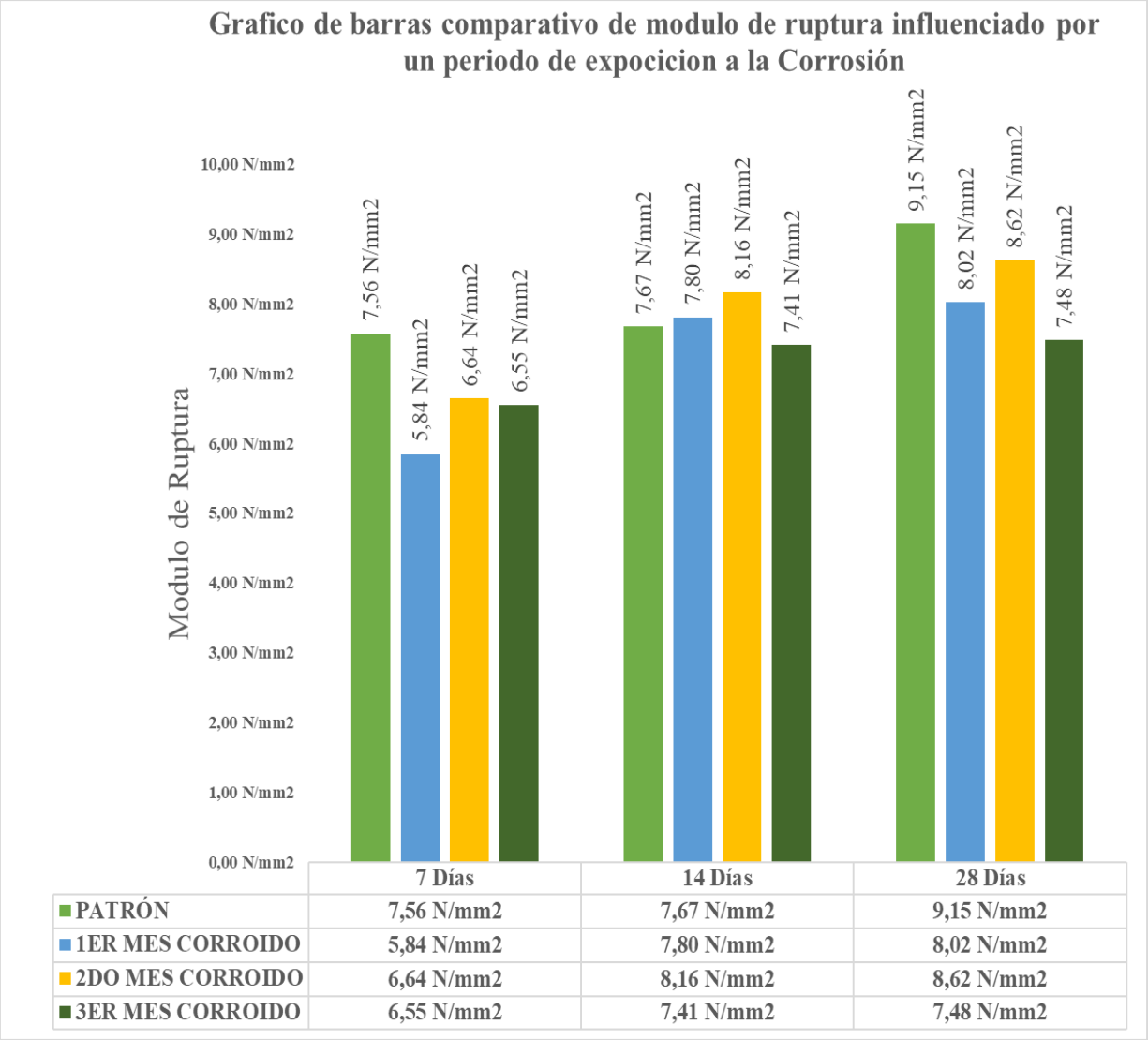
Resumen comparativo de los ensayos de flexión módulo de ruptura.

TESTIGO	PATRÓN PROMEDIO	PRIMER MES PROMEDIO	SEGUNDO MES PROMEDIO	TERCER MES PROMEDIO
7 Días	7,56 N/mm2	5,84 N/mm2	6,64 N/mm2	6,55 N/mm2
14 Días	7,67 N/mm2	7,80 N/mm2	8,16 N/mm2	7,41 N/mm2
28 Días	9,15 N/mm2	8,02 N/mm2	8,62 N/mm2	7,48 N/mm2

Fuente: Propia

Figura 175

Comparativa módulos de ruptura ensayos de flexión.



Fuente: Propia

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tabla 246

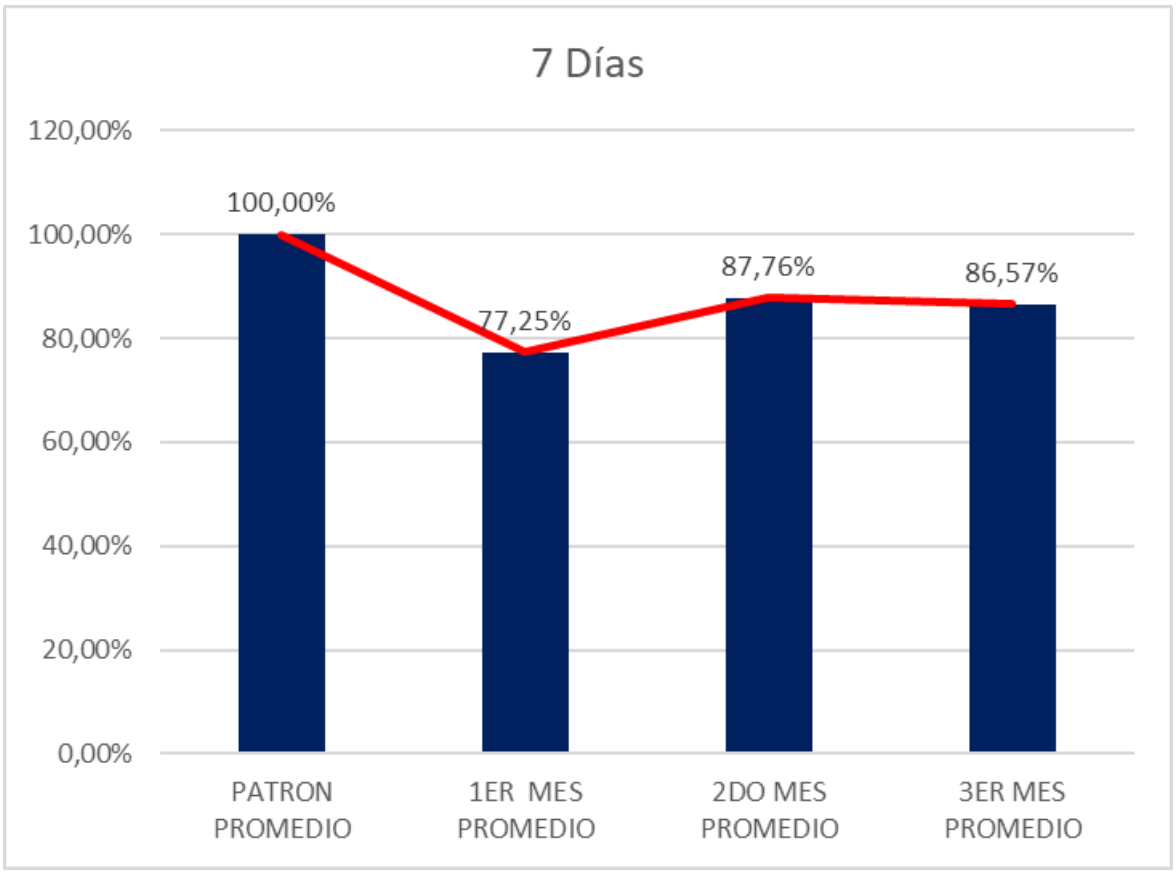
Resumen comparativo de los resultados obtenidos del ensayo de resistencia a la flexión.

TESTIGO	7 días	14 días	28 días	7 días	14 días	28 días
PATRON PROMEDIO	0,123 Tn-m	0,127 Tn-m	0,150 Tn-m	100,00%	100,00%	100,00%
1ER MES PROMEDIO	0,095 Tn-m	0,125 Tn-m	0,129 Tn-m	77,25%	98,33%	85,78%
2DO MES PROMEDIO	0,108 Tn-m	0,131 Tn-m	0,142 Tn-m	87,76%	103,23%	94,48%
3ER MES PROMEDIO	0,106 Tn-m	0,121 Tn-m	0,123 Tn-m	86,57%	95,54%	81,64%

Fuente: Propia

Figura 176

Grafica comparativa del ensayo resistencia a flexión posterior a 7 días de curado.



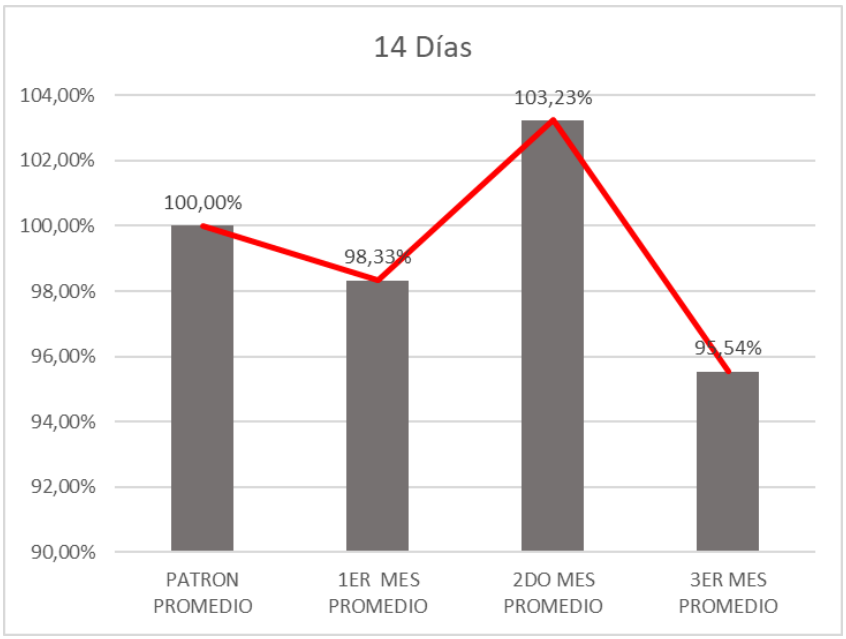
Fuente: Propia

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Figura 177

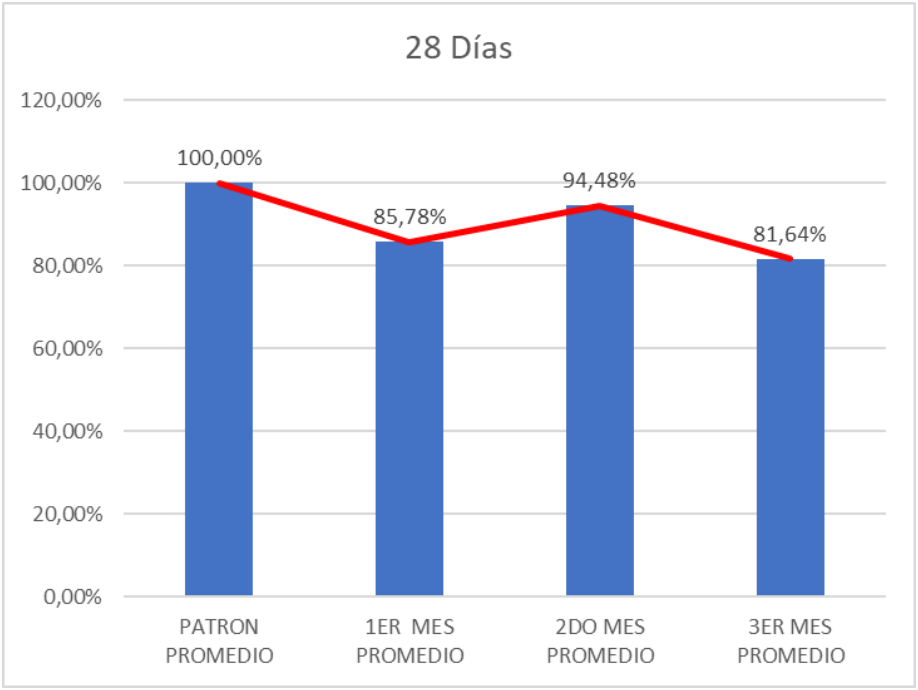
Grafica comparativa del ensayo resistencia a flexión posterior a 14 días de curado.



Fuente: Propia

Figura 178

Grafica comparativa del ensayo resistencia a flexión posterior a 28 días de curado.



Fuente: Propia

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

4.12. Resultados de análisis estadísticos de los datos

4.12.1. Resultados de análisis estadísticos del ensayo de compresión.

Tabla 247

Resumen de análisis estadístico de ensayo de compresión.

	N° DE ENSAYO	CÓDIGO	TESTIGO	TIPO DE DATO
Compresión	1	M-7-1	1	no atípico
	2	M-7-2	2	no atípico
	3	M-7-3	3	atípico
	4	M-7-4	4	no atípico
	5	M-7-5	5	no atípico
	6	M-7-6	6	no atípico
	7	M-14-1	1	atípico
	8	M-14-2	2	no atípico
	9	M-14-3	3	no atípico
	10	M-14-4	4	no atípico
	11	M-14-5	5	no atípico
	12	M-14-6	6	no atípico
	13	M-28-1	1	atípico
	14	M-28-2	2	no atípico
	15	M-28-3	3	atípico
	16	M-28-4	4	no atípico
	17	M-28-5	5	no atípico
	18	M-28-6	6	no atípico

Fuente: Propia

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

4.12.2. Resultados de análisis estadísticos del ensayo de adherencia.

Tabla 248

Resumen de análisis estadístico de ensayo de adherencia.

	N° DE ENSAYO	CÓDIGO	TESTIGO	TIPO DE DATO		N° DE ENSAYO	CÓDIGO	TESTIGO	TIPO DE DATO
DADO PATRÓN	1	DP-07-1	1	no atípico	DADO CON VARILLA DESPUÉS DE UN PROCESO DE CORROSIÓN DE 1 MES.	13	DC-07-01-1	1	no atípico
	2	DP-07-2	2	no atípico		14	DC-07-01-2	2	no atípico
	3	DP-07-3	3	no atípico		15	DC-07-01-3	3	no atípico
	4	DP-07-4	4	atípico		16	DC-07-01-4	4	no atípico
	5	DP-14-1	1	no atípico		17	DC-14-01-1	1	no atípico
	6	DP-14-2	2	no atípico		18	DC-14-01-2	2	no atípico
	7	DP-14-3	3	no atípico		19	DC-14-01-3	3	no atípico
	8	DP-14-4	4	no atípico		20	DC-14-01-4	4	atípico
	9	DP-28-1	1	no atípico		21	DC-28-01-1	1	no atípico
	10	DP-28-2	2	no atípico		22	DC-28-01-2	2	no atípico
	11	DP-28-3	3	no atípico		23	DC-28-01-3	3	no atípico
	12	DP-28-4	4	atípico		24	DC-28-01-4	4	no atípico
DADO CON VARILLA DESPUÉS DE UN PROCESO DE CORROSIÓN DE 2 MESES.	N° DE ENSAYO	CÓDIGO	TESTIGO	TIPO DE DATO	DADO CON VARILLA DESPUÉS DE UN PROCESO DE CORROSIÓN DE 3 MESES.	N° DE ENSAYO	CÓDIGO	TESTIGO	TIPO DE DATO
	25	DC-07-02-1	1	no atípico		37	DC-07-03-1	1	no atípico
	26	DC-07-02-2	2	no atípico		38	DC-07-03-2	2	atípico
	27	DC-07-02-3	3	atípico		39	DC-07-03-3	3	no atípico
	28	DC-07-02-4	4	no atípico		40	DC-07-03-4	4	no atípico
	29	DC-14-02-1	1	no atípico		41	DC-14-03-1	1	atípico
	30	DC-14-02-2	2	no atípico		42	DC-14-03-2	2	no atípico
	31	DC-14-02-3	3	no atípico		43	DC-14-03-3	3	no atípico
	32	DC-14-02-4	4	no atípico		44	DC-14-03-4	4	no atípico
	33	DC-28-02-1	1	no atípico		45	DC-28-03-1	1	no atípico
	34	DC-28-02-2	2	no atípico		46	DC-28-03-2	2	atípico
	35	DC-28-02-3	3	atípico		47	DC-28-03-3	3	no atípico
	36	DC-28-02-4	4	no atípico		48	DC-28-03-4	4	no atípico

Fuente: Propia

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

4.12.3. Resultados de análisis estadísticos del ensayo de tracción.

Tabla 249

Resumen de análisis estadístico de ensayo de tracción.

	N° DE ENSAYO	CÓDIGO	TESTIGO	TIPO DE DATO		N° DE ENSAYO	CÓDIGO	TESTIGO	TIPO DE DATO
VARILLA PATRÓN	1	VP-01	1	no atípico	VARILLA CON PROCESO DE CORROSIÓN DE 1 MES	13	VC-01-1	1	no atípico
	2	VP-02	2	no atípico		14	VC-01-2	2	atípico
	3	VP-03	3	no atípico		15	VC-01-3	3	atípico
	4	VP-04	4	no atípico		16	VC-01-4	4	no atípico
	5	VP-05	5	no atípico		17	VC-01-5	5	no atípico
	6	VP-06	6	atípico		18	VC-01-6	6	no atípico
	7	VP-07	7	no atípico		19	VC-01-7	7	no atípico
	8	VP-08	8	no atípico		20	VC-01-8	8	no atípico
	9	VP-09	9	no atípico		21	VC-01-9	9	no atípico
	10	VP-10	10	no atípico		22	VC-01-10	10	no atípico
	11	VP-11	11	no atípico		23	VC-01-11	11	no atípico
	12	VP-12	12	no atípico		24	VC-01-12	12	no atípico
VARILLA CON PROCESO DE CORROSIÓN DE 2 MESES	N° DE ENSAYO	CÓDIGO	TESTIGO	TIPO DE DATO	VARILLA CON PROCESO DE CORROSIÓN DE 2 MESES	N° DE ENSAYO	CÓDIGO	TESTIGO	TIPO DE DATO
	25	VC-02-1	1	atípico		37	VC-03-1	1	no atípico
	26	VC-02-2	2	no atípico		38	VC-03-2	2	no atípico
	27	VC-02-3	3	atípico		39	VC-03-3	3	no atípico
	28	VC-02-4	4	no atípico		40	VC-03-4	4	no atípico
	29	VC-02-5	5	no atípico		41	VC-03-5	5	no atípico
	30	VC-02-6	6	no atípico		42	VC-03-6	6	no atípico
	31	VC-02-7	7	no atípico		43	VC-03-7	7	no atípico
	32	VC-02-8	8	no atípico		44	VC-03-8	8	no atípico
	33	VC-02-9	9	no atípico		45	VC-03-9	9	no atípico
	34	VC-02-10	10	no atípico		46	VC-03-10	10	atípico
	35	VC-02-11	11	no atípico		47	VC-03-11	11	no atípico
	36	VC-02-12	12	no atípico		48	VC-03-12	12	atípico

Fuente: Propia

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

4.12.4. Resultados de análisis estadísticos del ensayo de flexión.

Tabla 250

Resumen de análisis estadístico de ensayo de flexión.

	N° DE ENSAYO	CÓDIGO	TESTIGO	TIPO DE DATO
Flexión Patrón	1	VP-7-1	1	No Atípico
	2	VP-7-2	2	No Atípico
	3	VP-7-3	3	No Atípico
	4	VP-7-4	4	No Atípico
	5	VP-7-5	5	No Atípico
	6	VP-7-6	6	No Atípico
	7	VP-14-1	1	No Atípico
	8	VP-14-2	2	No Atípico
	9	VP-14-3	3	No Atípico
	10	VP-14-4	4	No Atípico
	11	VP-14-5	5	No Atípico
	12	VP-14-6	6	No Atípico
	13	VP-28-1	1	No Atípico
	14	VP-28-2	2	No Atípico
	15	VP-28-3	3	No Atípico
	16	VP-28-4	4	No Atípico
	17	VP-28-5	5	Atípico
	18	VP-28-6	6	No Atípico

	N° DE ENSAYO	CÓDIGO	TESTIGO	TIPO DE DATO
Flexión Primer Mes	1	VC-1-7-1	1	No Atípico
	2	VC-1-7-2	2	No Atípico
	3	VC-1-7-3	3	No Atípico
	4	VC-1-7-4	4	No Atípico
	5	VC-1-7-5	5	Atípico
	6	VC-1-7-6	6	No Atípico
	7	VC-1-14-1	1	No Atípico
	8	VC-1-14-2	2	No Atípico
	9	VC-1-14-3	3	No Atípico
	10	VC-1-14-4	4	No Atípico
	11	VC-1-14-5	5	No Atípico
	12	VC-1-14-6	6	No Atípico
	13	VC-1-28-1	1	No Atípico
	14	VC-1-28-2	2	No Atípico
	15	VC-1-28-3	3	No Atípico
	16	VC-1-28-4	4	No Atípico
	17	VC-1-28-5	5	No Atípico
	18	VC-1-28-6	6	No Atípico

	N° DE ENSAYO	CÓDIGO	TESTIGO	TIPO DE DATO
Flexión Segundo Mes	1	VC-2-7-1	1	No Atípico
	2	VC-2-7-2	2	Atípico
	3	VC-2-7-3	3	No Atípico
	4	VC-2-7-4	4	No Atípico
	5	VC-2-7-5	5	No Atípico
	6	VC-2-7-6	6	Atípico
	7	VC-2-14-1	1	No Atípico
	8	VC-2-14-2	2	No Atípico
	9	VC-2-14-3	3	No Atípico
	10	VC-2-14-4	4	Atípico
	11	VC-2-14-5	5	No Atípico
	12	VC-2-14-6	6	Atípico
	13	VC-2-28-1	1	No Atípico
	14	VC-2-28-2	2	No Atípico
	15	VC-2-28-3	3	No Atípico
	16	VC-2-28-4	4	No Atípico
	17	VC-2-28-5	5	No Atípico
	18	VC-2-28-6	6	No Atípico

	N° DE ENSAYO	CÓDIGO	TESTIGO	TIPO DE DATO
Flexión Tercer Mes	1	VC-3-7-1	1	No Atípico
	2	VC-3-7-2	2	Atípico
	3	VC-3-7-3	3	No Atípico
	4	VC-3-7-4	4	Atípico
	5	VC-3-7-5	5	No Atípico
	6	VC-3-7-6	6	No Atípico
	7	VC-3-14-1	1	No Atípico
	8	VC-3-14-2	2	No Atípico
	9	VC-3-14-3	3	No Atípico
	10	VC-3-14-4	4	No Atípico
	11	VC-3-14-5	5	No Atípico
	12	VC-3-14-6	6	No Atípico
	13	VC-3-28-1	1	No Atípico
	14	VC-3-28-2	2	No Atípico
	15	VC-3-28-3	3	No Atípico
	16	VC-3-28-4	4	No Atípico
	17	VC-3-28-5	5	No Atípico
	18	VC-3-28-6	6	No Atípico

Fuente: Propia

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

5. Capítulo V: Discusión

5.1. Contraste de resultados referentes al marco teórico

Antecedentes nacionales

Discusión N°1

Se verifica la afirmación del marco teórico puesto que se determinó que la corrosión se encuentra en diversos materiales tales como el acero de refuerzo en el concreto y son susceptibles a desarrollar un proceso de corrosión y que esta a su vez de forma general mermara las propiedades mecánicas del acero de refuerzo como en el caso de nuestra actual investigación, viéndose excepciones en nuestra investigación en las cuales luego de una disminución abrupta de sus propiedades mecánica; en el ensayo de adherencia si se vio disminuido el valor de la tensión de adherencia, en el ensayo de tracción se ve un incremento de fuerzas de tensión superando a las varillas patrón en los valores para varillas con un proceso de corrosión de 1 mes ocurriendo ya posteriormente un declive en los resultados de las varillas con un proceso de corrosión de 2 y 3 meses y posteriormente en el ensayo de flexión se observó una disminución en el valor del momento ultimo para las varillas con un proceso de corrosión de 1 mes con un concreto con 28 días de curado pero ya en las varillas con un proceso de corrosión de 2 meses se observó la formación de una película de corrosión y se verifico un incremento mínimo en el momento ultimo de estas pero sin ser esta recuperación equivalente a las del acero original.

Discusión N°2

Se verifica la validez del marco teórico que afirma que las mediciones de porcentaje de corrosión por pérdida de masa son parecidas en magnitud a las halladas de manera logarítmica, y a su vez que estas pueden ser inexactas en ciertos casos debido al metal con el cual entran en contacto como en este estudio en el cual el objeto de estudio vendría a ser el acero de refuerzo, el tipo de corrosión hallada en nuestras varillas fue generalizada.

Se deja constancia de que a causa de que el acero al ser una aleación de diversos metales, la forma en la que se desarrolla el proceso de corrosión ocurrió de forma invariable y que resulto en el estudio de la prueba cero tanto en formas de ganancia como de pérdida de masa.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Antecedentes internacionales

Discusión N°1

Se verifico la hipótesis manejada en el marco teórico respecto a una perdida en la capacidad ultima de la varilla de acero en el ensayo de tracción, se reduce de manera significativa la tensión de adherencia de las probetas prismáticas en el ensayo de adherencia y a su vez se ve memada la capacidad ultima la cual está directamente relacionado al momento ultimo.

Se comprobó una pérdida de plasticidad en la barra igual al indicado en el antecedente, lo cual fue comprobado mediante los resultados del ensayo de adherencia y tracción en los cuales las gráficas de esfuerzo vs deformación en el que en las varillas corroídas se veía la perdida de la zona elástico plástica del acero de refuerzo.

5.2. Interpretación de los datos encontrados en la Investigación

Los agentes corrosivos encontrados en la lluvia acida son el ácido nítrico y ácido sulfúrico, se comprobó con los siguientes agentes corrosivos el ácido sulfúrico a concentraciones de 0.1molar como acelerante, 0.0001molar como concentración cuantificada en muestras de lluvia recolectadas, el ácido nítrico a concentraciones de 0.1molar como acelerante, 0.0001molar como concentración cuantificada en muestras de lluvia recolectadas, agua destilada y el agua corriente en dos tipos de exposiciones las cuales fueron sumergido y suspendido por un periodo de exposición de un mes con la finalidad de observar y cuantificar el impacto de los agentes corrosivos en los porcentajes de corrosión y velocidad de corrosión, además de determinar cuál de los agentes corrosivos es el que podría tener un mayor impacto, obteniéndose como resultado el agua corriente con un mes de exposición un porcentaje de corrosión sumergido de 0.26% y suspendido de 0.19%, el agua destilada con un mes de exposición un porcentaje de corrosión sumergido de 0.33% y suspendido de 0.14%, el ácido sulfúrico con una concentración de 0.0001M con un mes de exposición un porcentaje de corrosión sumergido de 0.82% y suspendido de 1.68%, el ácido sulfúrico con una concentración de 0.1M con un mes de exposición un porcentaje de corrosión sumergido de 2.72% y suspendido de 0.31%, el ácido nítrico con una concentración de 0.0001M con un mes de exposición un porcentaje de corrosión sumergido de 0.20% y suspendido de 0.24%, el ácido nítrico con una concentración de 0.1M con un mes de exposición un porcentaje de corrosión sumergido de 2.72% y suspendido de 0.31%, notándose que el agente corrosivo que generaba un mayor porcentaje de corrosión fue el ácido sulfúrico con una concentración de 0.1M en estado sumergido, pero tomándose el

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

mismo agente corrosivo en estado suspendido puesto que este emulaba de mejor forma las características climáticas de la atmosfera de la ciudad del Cusco.

La resistencia a la compresión obtenida al transcurrir 28 días de curado para el concreto fue de 212.3 kg/cm2, se observa que la resistencia a la compresión alcanzada para este concreto se encuentra dentro del margen de diseño de mezclas.

La resistencia de la adherencia obtenida al transcurrir 28 días de curado para el dado patrón fue de 1.174 MPa, para el dado con varilla con un proceso de corrosión de 1 mes la resistencia de la adherencia fue de 1.174 MPa, para el dado con varilla con un proceso de corrosión de 2 meses la resistencia de adherencia fue de 1.111 MPa, para el dado con varilla con un proceso de corrosión la resistencia de la adherencia de 3 meses fue de 1.070 Mpa, se observa que bajo la influencia de un proceso de corrosión mínimo no afectará de forma acelerada a la tensión de adherencia, pero ya a mayor tiempo de un proceso de corrosión se verá una disminución progresiva significativa de la tensión de adherencia.

La resistencia a la tensión obtenida para varillas patrón fue de 714.489 MPa, para varillas con un proceso de corrosión de 1 mes la resistencia a la tensión fue de 722.144 MPa, para varillas con un proceso de corrosión 2 meses la resistencia a la tensión fue de 688.971 MPa, para varillas con un proceso de corrosión de 3 meses la resistencia a tensión fue 653.247 MPa. Se observa que las varillas de acero de refuerzo sometidas a un proceso de corrosión de 1 mes se identificara un incremento de la fuerza de tensión debido a la formación de una película delgada de corrosión la cual genero un proceso de rigidización en estas, pero para las varillas con un proceso de corrosión de 2 y 3 meses se ve una perdida significativa en la resistencia a la tensión debido a que el proceso de corrosión genero ya una perdida significativa en el diámetro de las varillas de acero de refuerzo viéndose perdida la zona elástico plástica, siendo así que decimos a mayor tiempo de corrosión menos resistencia a la tensión.

El momento ultimo obtenido al transcurrir 28 días de curado para el concreto patrón fue de 0.150 Tn-m, para las viguetas con varillas con un proceso de corrosión de 1 mes el momento ultimo obtenido al transcurrir 28 días de curado fue de 0.129 Tn-m, para las viguetas con varillas con un proceso de corrosión de 2 meses el momento ultimo al transcurrir 28 días de curado fue de 0.142 Tn-m y finalmente para las viguetas con varillas con un proceso de corrosión de 3 meses el momento ultimo al transcurrir 28 días de curado fue de 0.123 Tn-m, se observa que la presencia de corrosión en las varillas de acero genera que el momento último se

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

vea reducida, con la observación que para viguetas con varillas con un proceso de corrosión de 2 meses el momento último se ve un incremento debido a que la película de corrosión formada genero un incremento de sección en el diámetro nominal del acero de refuerzo lo cual produjo un proceso de rigidización de las viguetas produciendo un incremento en el momento último, lo cual para varillas con un proceso de corrosión de 3 meses no ocurrió ya que se ve la perdida de la película de corrosión observada en las de un proceso de corrosión de dos meses lo que conllevo una disminución en la sección del diámetro nominal de las varillas de 3 meses teniendo como resultado una disminución en el momento ultimo.

5.3. Comentario o Descripción de la Hipótesis

Hipótesis General:

¿La corrosión tiene un efecto directo reduciendo la resistencia del acero y como parte del elemento estructural incrementa su adherencia con el concreto?

El proceso de corrosión generado por el agente corrosivo seleccionado el ácido sulfúrico a una concentración de 0.1M resulto en:

Tracción:

En los resultados obtenidos para el ensayo de tracción, para las varillas de acero de refuerzo sometidas a un proceso corrosivo por un periodo de exposición de 1,2 y 3 meses resulto en la conclusión de que la conformidad de los resultados es parcial, esto debió a que en los ensayos de tracción para varillas con un proceso de corrosión de 1 mes se ve el incremento en la resistencia de tensión en un 1 % respecto al valor obtenido del acero de refuerzo patrón, para las varillas con un proceso de corrosión de 2 meses se verifica una reducción en la resistencia de tensión en un 4% respecto al valor obtenido del acero de refuerzo patrón y para las varillas de refuerzo sometidas a un proceso de corrosión de 3 meses se ve una reducción de un 9% en la resistencia de tensión respecto al valor obtenido del acero de refuerzo patrón.

Flexión:

En los resultados obtenidos para el ensayo de flexión, para viguetas fabricadas con varillas de acero de refuerzo sometidas a un proceso de corrosión por un periodo de exposición de 1,2 y 3 meses resulto en la conclusión de que la conformidad de los resultados es parcial, Tras la evaluación de la resistencia a la tracción por flexión en viguetas de concreto con 28 días curado, se presentó una reducción del momento último para viguetas con 28 días de curado con un

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

proceso de corrosión de 1 mes encontrándose una reducción del 14.22% , para vigueta con 28 días de curado con un proceso de corrosión de 2 se ve un incremento del momento ultimo mas no una mejora ya que comparándolo con una vigueta patrón con 28 días de curado tiene una reducción del 5.52%, para viguetas con 28 días de curado con un proceso de corrosión de 3 meses se ve reducido el momento último en un 18.36%, estos porcentajes obtenidos respecto al de los aceros de refuerzos de patrón.

Adherencia:

En los resultados obtenidos para el ensayo de adherencia, para viguetas fabricadas con varillas de acero de refuerzo sometidas a un proceso de corrosión por un periodo de exposición de 1,2 y 3 meses resulto en la conclusión de que la conformidad de los resultados es total, dado que no se ve incrementada la adherencia, en los ensayos de los dados patrón y dados con varilla con un proceso de corrosión de 1 mes, se ve que no hay diferencia por lo que podríamos decir que el proceso de corrosión no representa un perjuicio respecto a los valores de tensión de adherencia, esto no sucede para las ensayos de los dados con varilla con un proceso de corrosión de 3 meses en los cuales se observa que las varillas se la fuerza de tracción provoca una ruptura abrupta en lugar de un desplazamiento, ocasionando que ya no se pueda considerar como ensayo de adherencia, ya que el ensayo de adherencia trata del arrancamiento de una varilla incrustada en un dado de concreto, por lo que decimos que la corrosión a largo tiempo es muy perjudicial para las fuerzas de tensión de adherencia entre el acero de refuerzo y el concreto. Se verifico que en los dados con varillas de refuerzo con un proceso de corrosión de tres meses la resistencia de varillas de acero de refuerzo se ve reducido producto de la pérdida del diámetro nominal lo que trajo consigo la fragilidad de la varilla y que estas ya no pudieran ser extraídas de los dados y no se hallara una tensión de adherencia, sino que se obtuvo un resultado como el de un ensayo de tracción ya que las varillas no lograron ser extraídas, sino que fallaron por ruptura.

5.4. Aporte de la Investigación

- Se pretende dar a conocer el impacto de la lluvia acida en los procesos de corrosión en el acero utilizado en la continuación del proceso constructivo de edificaciones en la ciudad del Cusco. Dando como aporte que la lluvia acida en la ciudad del Cusco no representa un impacto significativo ya que el pH de las muestras recolectadas era muy cercano a un pH base.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

- Se pretende identificar que componente de la lluvia acida es aquel que genera un mayor porcentaje de corrosión, identificándose que el que generaba un mayor proceso de corrosión era el ácido sulfúrico.
- Se pretende dar a conocer que el ácido sulfúrico en estado sumergido genera un mayor porcentaje de corrosión que la generada por el ácido sulfúrico en el estado suspendido.
- Se procura determinar la concentración de los agentes corrosivos en las precipitaciones pluviales de la ciudad del Cusco.
- Pretende dar a conocer el impacto de la corrosión generada por la lluvia acida en la tensión de adherencia generada entre el acero de refuerzo con un proceso de corrosión y el concreto, dando como aporte que a mayor porcentaje de corrosión menor resistencia a la tensión de adherencia.
- Dando como aporte que a mayor porcentaje de corrosión menor resistencia a los esfuerzos de tensión, esto producto de que por el proceso de corrosión disminuye el área de sección nominal del acero de refuerzo.
- Dando como aporte que la película de corrosión generada efecto de manera directa al ensayo de flexión no solo reduciendo el momento ultimo de dichos ensayos, sino que afectando de manera directa al comportamiento de la vigueta durante el ensayo de flexión llegando a modificar el modo en que se generaba la rotura, en las viguetas con procesos de corrosión más avanzados se generaron en estos pequeñas deformaciones y rupturas abruptas.
- Se pretende determinar si el proceso de corrosión a una exposición mínima y controlada puede resultar beneficiosa para las propiedades mecánicas del acero de refuerzo. Dando como resultado que, si el proceso de corrosión no fue por un periodo de tiempo muy prolongado, este podría representar un beneficio en las resistencias a tracción, notándose una reducción mínima en los valores de momento ultimo y finalmente una reducción continua para los valores de la tensión de adherencia.

5.5. Incorporación de Temas Nuevos

- ✓ Se tuvo que investigar qué factores afectan a la corrosión de varillas de acero de refuerzo en la ciudad del Cusco.
- ✓ Se tubo que investigar la composición de la luvia acida.
- ✓ Se tubo que investigar la concentración de los agentes corrosivos que componían a la lluvia acida de la ciudad del Cusco.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

- ✓ Se tubo que determinar que temperatura tenía más influencia durante los días en los cuales se podría generar humedad ambiental y o precipitaciones pluviales.
- ✓ Se tubo que desarrollar una cámara de corrosión que emule las condiciones de temperatura de la ciudad del Cusco.
- ✓ Se investigaron métodos por los cuales se podría cuantificar la fuerza de unión entre el acero y el concreto. En las cuales se tomó como referencia la norma ASTM C234-91a(Método de prueba estándar para comparar hormigones sobre la base de a adherencia desarrollada con el acero de refuerzo)
- ✓ Se tubo que investigar el funcionamiento y características de la máquina de ensayos universal, como por ejemplo como se genera aplicación de la fuerza, la cuantificación de la fuerza, la forma de sujeción de las muestras sin que se produjera deslizamientos y la cuantificación de las deformaciones, con lo que se logró fabricar un equipo que pudo emular a la máquina de ensayos universal para poder desarrollar los ensayos de adherencia y tracción.
- ✓ Se tubo que investigar los métodos por los cuales se diseña una viga simplemente reforzada, esto con la finalidad de generar una falla por flexión a un con las limitaciones de las dimensiones del equipo con el que se contaba para desarrollar el ensayo de flexión.
- ✓ Se incorporo el tema de un método estadístico, mediante la prueba de Dixon para determinar si el valor más extremo de una muestra es un valor atípico, la prueba de Dixon incluye una selección de datos estadísticos que superan los posibles efectos de enmascaramiento de otros valores atípicos en la muestra.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Glosario

Corrosión: Proceso por el cual se genera el deterioro de los metales mediante reacciones químicas y electroquímicas a diversas sustancias.

Lluvia acida: Precipitación pluvial que vio afectada su composición por agentes contaminantes presentes en la atmosfera provocando un cambio en su pH al de un ácido.

Agente corrosivo: Sustancia que al interactuar con un metal induce el inicio y o acelera el proceso de corrosión.

Acido: Sustancia que posee un pH inferior a 7 y que emiten iones de hidrogeno.

Ácido sulfúrico: Compuesto químico en presentación liquida extremadamente corrosivo que lleva por formula química H_2SO_4.

Ácido Nítrico: Compuesto químico en forma líquida viscosa y corrosivo que pueden ocasionar graves quemaduras en los seres vivos HNO_3.

Concentración: Masa o Volumen del soluto en la solución.

Molaridad: Es una medida de la concentración de esa sustancia, es decir la unida en la cual se encuentra el soluto en una solución.

Límite de elasticidad: Es la máxima tensión que se puede producirse sin que haya deformación permanente.

Límite de proporcionalidad: Es la máxima tensión que se puede producir en la zona donde la tensión es una función lineal. Suele coincidir con el anterior.

Límite de fluencia: También llamado límite aparente de elasticidad. Es una medida arbitraria tomada por acuerdo internacional. Surge a partir del punto donde se produce una deformación de 0,2%.

Carga de rotura (R) o límite de rotura: Es la carga máxima por unidad de sección que resiste el material antes de romperse.

Rotura efectiva (U): Punto donde rompe la probeta.

Alargamiento de rotura: Es el alargamiento que sufre el material antes de romperse.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tracción: El esfuerzo de tracción al igual que el esfuerzo de compresión es resultante de accionar dos fuerzas que actúan en la misma dirección en sentido contrario, en la tracción produce un alargamiento del material, hasta el punto de su fluencia o plasticidad del material.

Esfuerzos: Los esfuerzos son la evaluación de una intensidad de fuerza interna de un cuerpo cuando es sometido a la acción de una o varias fuerzas externas.

Resistencia: La resistencia es la capacidad de carga por unidad de área por medio del cual se evalúan los materiales.

Ductilidad: Es la capacidad que tiene el acero de deformarse cuando es sometido a una fuerza.

Rigidez: Es la capacidad y resistencia que tiene el acero cuando está sometido a cargas sin presentar mayores deformaciones.

Elasticidad: Es la propiedad que tiene el acero o cualquier material, cuando es sometido a cargas, presentando su capacidad de deformarse elásticamente y recuperar su forma inicial en la disminución de cargas o descarga.

Fluencia: Es la deformación del acero o de cualquier material cuando es sometido a cargas, sin poder recuperar su estado inicial.

Plasticidad: Es la capacidad mecánica que tiene el acero de deformarse de manera irreversible por encima de su límite elástico cuando es sometido a cargas.

Alargamiento: Es la cantidad de estricción o alargamiento que sufre un cuerpo por su unidad de longitud cuando es sometido a tracción.

Rotura: Es el punto donde sufre la fractura el acero luego de ser sometido a la tracción.

Resiliencia: Es la capacidad que tiene el material de conservar la energía dentro de la zona elástica.

Tenacidad: Es la capacidad que tiene el material de conservar la energía dentro de la zona plástica.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Conclusiones:

CONCLUSION N°1

Queda demostrada parcialmente la Hipótesis general que indica “La corrosión tiene un efecto directo reduciendo la resistencia del acero y como parte del elemento estructural incrementa su adherencia con el concreto”, debido a que se demuestra la influencia directa de la corrosión en las propiedades mecánicas del acero, se confirma la reducción de la resistencia del acero como parte del elemento estructural mas no se ve incrementada la adherencia con el concreto.

Viéndose que en los resultados del ensayo de tracción conforme se incrementaba el periodo de exposición al proceso de corrosión los valores de tensión se vieron reducidos de manera progresiva, en el ensayo de adherencia se vieron resultados similares ya que conforme se incrementaba el periodo de exposición al proceso de corrosión la tensión de adherencia también se vio reducida de forma continua y finalmente en el ensayo de flexión se vieron reflejados los mismos resultados que a mayor tiempo de exposición al proceso de corrosión el momento ultimo también se vio reducido. (Viéndose estas en la figura 179, figura 180 y 181)

CONCLUSION N°2

Se logró demostrar la sub hipótesis N°1: que dice que “El agente corrosivo que tendrá mayor efecto será el ácido sulfúrico puesto que es el de más fácil creación en la formación de la lluvia acida.” dado que el agente corrosivo que tuvo un mayor efecto por un periodo de exposición de 1 mes fue el ácido sulfúrico quedando demostrado por los resultados obtenidos en la “Prueba corrida 0 baño maría emulando cámara de corrosión” en los que los testigos de las varillas de acero de refuerzo de 6mm que demostraron mayor pérdida de masa y como consecuencia un proceso de corrosión más acelerado fueron aquellos que fueron expuestos al Ácido sulfúrico. (ver tabla 101).

CONCLUSION N°3

Se demostró parcialmente la sub hipótesis N°2: que dice que “La concentración que afectará en mayor medida al acero de refuerzo para el periodo de exposición de 1 mes será el del acelerante de 0.1 Molar.” dado que la concentración molar del acelerante demostró ser superior a la concentración actual de la lluvia acida obtenida de las muestras de lluvia de la ciudad del Cusco siendo estas solo de una concentración molar de 0.0001 Molar en el modo de exposición sumergido, mas no en el suspendido (ver tabla 226 y tabla 227).

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Tomando en cuenta que la concentración molar del acelerante fue limitada por las condiciones de bioseguridad para salvaguardar la integridad de aquellos que manipularían el ácido, siendo esta concentración recomendada por los Técnicos de Laboratorio de química de la Universidad Andina del Cusco.

CONCLUSION N°4

Queda demostrada parcialmente la sub hipótesis N°3: que dice que "La corrosión en el acero de refuerzo se desarrollará de manera agresiva y acelerada en su interacción con los agentes corrosivos." Debido a que en los resultados se observó en la tabla 226 y 227 que en algunos de los agentes corrosivos empleados como el agua y el agua destilada no se desarrollaron procesos de corrosión de manera agresiva, quedando demostrado en sus resultados en el ensayo de porcentaje de corrosión como en el ensayo de velocidad de corrosión los cuales resultaron ser inferiores a los obtenidos con los otros agentes corrosivos como son el ácido nítrico y el ácido sulfúrico y a su vez estos se vieron afectados de formas variables debido al tipo de exposición al que fueron sometidos.

CONCLUSION N°5

Se logro demostrar parcialmente la Sub-hipótesis N°04 que indica "La corrosión reducirá la resistencia a la tensión del acero de refuerzo para un periodo de exposición de 1, 2 y 3 meses." Debido a que, si existe reducción en los resultados de la resistencia a la tensión, esto se puede apreciar en la figura 172, pero esta no se da en los resultados de las varillas de refuerzo de 6 mm sometidas a un proceso de corrosión por un periodo de exposición de 1 mes donde se observa un incremento en la resistencia a la tensión en varillas de diámetro de 6 mm con un proceso de corrosión de 1 mes respecto a varillas patrón de diámetro de 6mm. Para varillas con un diámetro de 6 mm con un proceso de corrosión de 2 y 3 meses se observa una reducción en los resultados de la resistencia a la tensión respecto a varillas patrón. La resistencia a la tensión obtenida para varillas patrón de un diámetro 6mm es de 714.489MPa, la resistencia a la tensión obtenida para Varillas de diámetro de 6 mm con un proceso de corrosión a un tiempo de exposición de 1 mes es de 722.144MPa, la resistencia a la tensión obtenida para Varillas de diámetro de 6 mm con un proceso de corrosión a un tiempo de exposición de 2 meses es de 688.971MPa y finalmente la resistencia a la tensión obtenida para Varillas de diámetro de 6 mm con un proceso de corrosión a un tiempo de exposición de 3 meses es de 653.247MPa.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

CONCLUSION N°6

No se logró demostrar la Sub-hipótesis N°05 que indica "La corrosión incrementará la adherencia del acero con el concreto para un periodo de exposición de 1, 2 y 3 meses." Esto se puede apreciar en la figura 170, donde se observa una reducción general en los resultados de adherencia en los dados de concreto luego de un proceso de curado de 28 días con varillas de refuerzo de 6 mm sometidas a un proceso de corrosión por un tiempo de exposición de 1, 2 y 3 meses en comparación con los resultados obtenidos de los testigos de dados patrón de concreto con 28 días de curado llegando a obtener una fuerza de adherencia 1.174 MPa, se observa que para la resistencia de adherencia obtenido para dados de concreto luego de un proceso de curado de 28 días con varillas con diámetro de 6 mm con un proceso de corrosión de 1 mes se tiene una resistencia a la adherencia 1.174 MPa el cual tiene la misma fuerza de adherencia de los resultados obtenidos de los dados con acero de refuerzo de un diámetro de 6mm patrón ,en los resultados de dados de concreto luego de un proceso de curado de 28 días con varillas de refuerzo de 6 mm sometidas a un proceso de corrosión por un periodo de exposición de 2 meses la resistencia a la adherencia fue de 1.111 MPa y finalmente en los resultados para dados de concreto luego de un proceso de curado de 28 días con varillas de refuerzo de 6mm sometidas a un proceso de corrosión por un periodo de exposición de 3 meses se obtuvo 1.070 MPa.

CONCLUSION N°7

Queda demostrada parcialmente la sub hipótesis N°6: que dice que "La corrosión provocará la reducción de la resistencia a tracción por flexión del elemento de concreto armado refuerzo para un periodo de exposición de 1,2 y 3 meses." Dado que en los resultados si se puedo observar una reducción general en los resultados de momento ultimo de las varillas de refuerzo de 6 mm sometidas a un proceso de corrosión por un tiempo de exposición de 1, 2 y 3 meses en comparación con los resultados obtenidos de los testigos patrón los cuales dieron como resultado posterior a los 28 días de curado un momento ultimo de 0.150Tn-m (ver figura 174). Esta reducción ocurre en correspondencia al periodo de exposición de los procesos de corrosión a los que fueron sometidos los testigos, observándose que para el momento ultimo obtenido para las varillas de refuerzo de 6 mm que fueron sometidas a un proceso de corrosión por un periodo de exposición de 1 mes se obtuvo un momento ultimo de 0.129Tn-m, en los resultados de las varillas de refuerzo de 6 mm sometidas a un proceso de corrosión por un periodo de exposición de 2 meses se pudo apreciar una recuperación con un momento ultimo de 0.142Tn-m en comparación a los resultados obtenidos por las varillas de refuerzo de 6mm sometidas a

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

un proceso de corrosión de 1 mes pero estos a su vez sin lograr igualar o superar a la obtenida de las varillas de acero de refuerzo patrón de 6mm y finalmente en los resultados para las varillas de refuerzo de 6mm sometidas a un proceso de corrosión por un periodo de exposición de 3 meses se obtuvo una disminución en su momento ultimo resultado tan solo de 0.123Tn-m.

Recomendaciones

Recomendación n°01

Se recomienda para futuras investigaciones realizar la misma investigación bajo la influencia de la concentración de los agentes corrosivos de la lluvia acida en otros ambientes geográficos.

Recomendación n°02

Se recomienda para futuras investigaciones determinar si el agente corrosivo denominado ácido nítrico tiene una mayor concentración y de ser así emplearlo en la cámara de corrosión.

Recomendación n°03

Se recomienda para futuras investigaciones el uso de la máquina de ensayo universal para poder obtener resultados más precisos y que posean una mejor capacidad de sujeción para ensayo de varillas no solo de refuerzo sino también las de acero estructural.

Recomendación n°04

Se recomienda realizar el mismo ensayo, pero bajo las condiciones climáticas de otras ciudades del Perú.

Recomendación n°05

Se recomienda realizar más ensayos, para obtener un análisis más completo de la adherencia del concreto con el acero de refuerzo, es necesario realizar diversos ensayos con la finalidad de que mediante algún método estadístico podamos descartar datos atípicos para tener resultados más exactos y a su vez válidos.

Recomendación n°06

Se recomienda el uso de la norma tal ASTM-C234-91(Método de prueba estándar para comparar hormigones sobre la base de la adherencia desarrollada con acero de refuerzo) para la evaluación de la tensión de adherencia del acero estructural con un varillaje de mayor diámetro sometido a un proceso de corrosión.

Recomendación n°07

Se recomienda para futuras investigaciones realizar el ensayo ASTM-C234-91(Método de prueba estándar para comparar hormigones sobre la base de la adherencia desarrollada con

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

acero de refuerzo) para evaluar la tensión de adherencia de dados de concreto con una mayor resistencia a la compresión y con un periodo de exposición superior al proceso de corrosión de nuestra investigación.

Recomendación n°08

Se recomienda para futuras investigaciones realizar otros ensayos que puedan cuantificar la tensión de adherencia entre el acero de refuerzo y el concreto tales como con el ensayo de Beam test.

Recomendación n°09

Se recomienda para el ensayo de tracción el uso de aceros provenientes de distintas empresas siderúrgicas y de distintos diámetros de varillaje, para evaluar los resultados de tensión tanto las varillas de acero sanas como aquellas que serán sometidas a un proceso de corrosión para poder realizar una comparación mediante sus resultados de resistencia a la tensión.

Recomendación n°10

Se recomienda para futuros estudios el uso de viguetas de mayores dimensiones en el ensayo de flexión y del uso de varillas de mayor diámetro para verificar si estas afectaran tanto al momento ultimo como al tipo de falla.

Recomendación n°11

Se recomienda para futuras investigaciones verificar la capacidad de las pinturas anticorrosivas para reducir la velocidad de corrosión tanto en las varillas de acero de refuerzo como el las varillas de acero estructural y el impacto que esta pueda tener en las propiedades de las varillas como a las propiedades mecánicas de cuando esta interactúe con el concreto.

Recomendación n°12

Se recomienda para futuras investigaciones evaluar el proceso de corrosión durante la interacción del acero ya sea estructural o de refuerzo con el concreto en elementos como vigas o viguetas posterior a su proceso de curado y como afectara está a sus propiedades mecánicas.

Recomendación n°13

Se recomienda para futuras investigaciones la evaluación y comparación de los diversos métodos de protección contra el proceso de corrosión en varillas de acero estructural expuestas a la intemperie.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

Referencias

Abanto Castillo, F. (2009). *TECNOLOGIA DEL CONCRETO.* Lima: San Marcos E.I.R.L.

ACI 211.1-91. (1991). *Standard Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavyweight, and.* Michigan: American Concrete Institute.

ASTM C 128. (s.f.). Método de ensayo estándar para determinar la densidad, densidad relativa (gravedad específica) y la absorción de agregados finos.

ASTM C234-91a. (1991). Método de prueba estándar para comparar hormigones sobre la base de la adherencia desarrollada con acero de refuerzo. *ASTM International*.

ASTM E8/E8M. (2021). Métodos de prueba estándar para las pruebas de tensión de los materiales metálicos. *ASTM International*.

ASTM G46 - 94. (2018). Guía estándar para el examen y la evaluación de la corrosión por picaduras. *ASTM International*.

Barreiro, J. A. (2005). *Fabricación de hierro, aceros y fundiciones 2.* España: Urmo, S.A. de Ediciones.

Cachay Chavez, S. (2003). *Concreto Armado.* Tarapoto: Universidad Nacional de San Martin.

CDV Ingeniería Antisísmica. (02 de 08 de 2021). *CDV Ingeniería Antisísmica*. Obtenido de https://www.cdvperu.com/

Cegarra Sánchez, J. (2011). *Metodología de la Investigación Científica y Tecnológica.* Madrid: Ediciones Diaz de Santos.

Cervera Ruíz, M., & Blanco Díaz, E. (2015). *Resistencia de Materiales.* Barcelona, España: CIMNE.

Constructivo, R. (2018). Factores que afectan al comportamiento del acero de armadura en el concreto. *Revista Constructivo*, 2.

Díaz, M., Sánchez, E., & García, E. (2014). *LIBRO DE CORROSIÓN.* Venezuela: Instituto Universidad Politécnico Santiago Mariño.

Domínguez Ramírez, N. (2013). La adherencia en el concreto reforzado: breve revisión. *Investigacion y Ciencia*, 11.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

E.0.60. (2009). *Norma Técnica de Edificacion E.060 Concreto armado.* Lima: Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento.

Garcés Giraldo, L. F., & Hernández Ángel, M. L. (2011). La lluvia ácida: un fenómeno fisicoquímico. *Lasallista de Investigación*, 7.

Giulliano Polito. (2006). *Corrosão em estruturas de concreto armado: causas, mecanismos, prevenção e recuperação.* Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais.

Gonzáles Fernández, J. A. (1989). *Control de la corrosión. Estudio y medida por técnicas electroquímicas.* Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

Harmsen, T. E. (2002). *Diseño de Estructuras de Concreto Armado.* LIma: Pontificia Universidad Católica del Perú.

Iminox. (16 de 10 de 2016). *Iminox*. Obtenido de Iminox: https://iminox.org.mx/a-que-tipos-de-corrosion-esta-expuesto-el-acero-inoxidable/

Kumar Mehta. (1998). *Concreto. Estructuras, Propiedades y Materiales.* Mexico: Instituto Mexicano del Cemento .

López González, W., Rodríguez López, P., Avila Mendoza, J., & Genescá Llongueras, J. (1991). Tres métodos para evaluar una velocidad de corrosión. *revistatyca*, 15.

Lopez Rivva, E. (2005). *Diseño de mezclas.* Lima: Instituto de Construccion y Gerencia.

Lopez Rivva, E. (2005). *Diseño de Mezclas.* Lima: Instituto de la Construcción y Gerencia.

McCuen, R. H. (2005). *Estadística de Datos.* EE. UU: Springer-Verlag EE. UU.

National Geographic. (5 de 9 de 2010). *NATIONAL GEOGRAPHIC*. Obtenido de NATIONAL GEOGRAPHIC: https://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/lluvia-acida

NRMCA. (2017). CIP 16 - Resistencia a Flexión del concreto. *National Ready Mixed Concrete Association*, 2.

NTP 339.034. (2008). *HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas.* Lima: Indecopi.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

NTP 339.078. (2012). *CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.* Lima: Indecopi.

NTP 341.031. (2018). *PRODUCTOS DE ACERO. Barras de acero al carbono,corrugadas, para refuerzo de concreto armado. Requisitos.* Lima: Inacal.

NTP 400.011. (2008). *AGREGADOS. Definición y clasificación de agregados para uso en morteros y hormigones (concretos).* Lima: Indecopi.

NTP 400.012. (2018). *Análisis granulometrico del agregado fino, grueso.* Lima: Indecopi.

NTP 400.021. (2002). *AGREGADOS: Método de Ensayo Normalizado para Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso.* Lima: Indecopi.

NTP 400.037. (2014). *AGREGADOS. Especificaciones normalizadas para agregados en concreto.* Lima: Indecopi.

Osorio Vanegas, A. T. (2014). *Adherencia de la varilla con la mezcla de concreto obedeciendo a la forma y textura de las gravas de la misma procedencia.* Bogotá: PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA.

Ottazzi Pasino, G. (2014). *Topicos de concreto estructural I.* Lima: PUCP.

Pasquel Carbajal, E. (1998). *TOPICOS DE TECNOLOGIA DEL CONCRETO EN EL PERU.* Lima: Limusa S.A.

Pasquel Carbajal, E. (1998). *TOPICOS DE TEGNOLOGIA DEL CONCRETO EN EL PERU.* Lima: LimusaS.A.

Perú, S. (19 de 10 de 2019). *Sider Perú*. Obtenido de Sider Perú: https://www.siderperu.com.pe/sites/pe_gerdau/files/PDF/FIERRO%20SIDERPERU%20NTP%20341%20031%20v2.pdf

Pires Carvalho, E., Guariento Ferreira, E., & Celso da Cunha, J. (2017). Experimental Investigation of Steel-Concrete Bond for Thin Reinforcing Bars. *Latin American Journal of Solids and Structures*, 20.

Plizzari, G. (1998). *Confinamiento en la Capacidad de Anclaje.* Estados Unidos: Journal of Cold Regions Engineering.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS

Universidad Andina del Cusco
Repositorio Digital

RILEM, T. (1994). *Ensayo de adherencia RC 6 para acero de refuerzo-Prueba de extracción.* Estados Unidos: E & FN.

Rivera, G. A. (2006). *Concreto Simple.* Cauca: Universidad de Cauca.

Sampieri, D. R. (2014). *metodología de la investigación.* Mexico: booksmedico.org.

Sánchez de Guzmán, D. (2001). *TECNOLOGIA DEL CONCRETO Y DEL MORTERO.* Bogotá: Bhandar Editores.

Siderurgica Perú. (2019). Barras de Construcción. *Sider Perú*, 3.

Taylor Ph.D., J. k., & Cihon Ph.D., C. (2004). *Técnicas estadísticas para el análisis de datos.* Florida: Crepress.

Tello Velazco, M. (2014). *Metodos de investigación.* Trujillo: Universidad privada antenor orrego.

Tomlinson, M. (2017). *CIMENTACIONES DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN.* México: Trillas Editorial.

Torre Castillo, A. (2004). *Curso Basico de Tecnología del Concreto.* Lima: Universidad Nacional de Ingenieria.

United States Environmental Protection Agency. (30 de 1 de 2009). *United States Environmental Protection Agency*. Obtenido de United States Environmental Protection Agency (EPA): https://www3.epa.gov/acidrain/education/site_students_spanish/phscale.html

Warthon Ascarza, J. L. (2017). *Energía Limpia y Cero Emisión.* Cusco: Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2017-04780.

Yura. (2014). *Cemento Portland Puzolánico Yura IP - Alta Durabilidad.* Arequipa: Yura.

Zornoza Gómez, E. (2008). *Corrosión de Armaduras en Estructuras de Hormigón Armado.* Madrid: Editorial Club Universitario.

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS