



UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE
DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN.

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO EN INGENIERÍA CIVIL.

TEMA:

**“COMPORTAMIENTO SISTEMÁTICO DE LAS PLACAS
ELASTOMÉRICAS EN LAS JUNTAS DEL PUENTE SEGMENTADO SOBRE EL
RÍO DAULE. PARA PLANTEAR ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN AL DESGASTE
DE LOS ANCLAJES DEBIDO AL TRÁFICO VEHICULAR”**

AUTOR:

ROYY MANUEL BRIONES MURILLO

TUTOR:

ING. CIVIL MAX ALMEIDA FRANCO, Msc.

GUAYAQUIL- ECUADOR

2018

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES

Yo, ROYY MANUEL BRIONES MURILLO, declaro bajo juramento, que la autoría del presente trabajo de investigación, corresponde totalmente al suscrito y me responsabilizo con los criterios y opiniones científicas que en el mismo se declaran, como producto de la investigación realizada.

De la misma forma, cedo mi derecho patrimonial y de titularidad a la UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL, según lo establece la normativa vigente.

Este proyecto se ha ejecutado con el propósito de estudiar COMPORTAMIENTO SISTEMÁTICO DE LAS PLACAS ELASTOMÈRICAS EN LAS JUNTAS DEL PUENTE SEGMENTADO SOBRE EL RÌO DAULE. PARA PLANTEAR ALTERNATIVAS DE SOLUCION AL DESGASTE DE LOS ANCLAJES DEBIDO AL TRÀFICO VEHÌCULAR

Autor



ROYY MANUEL BRIONES MURILLO

C.I. 0913853834

CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR

Guayaquil, Agosto del 2018

Certifico que el Proyecto de Investigación titulado “COMPORTAMIENTO SISTEMÁTICO DE LAS PLACAS ELASTOMÉRICAS EN LAS JUNTAS DEL PUENTE SEGMENTADO SOBRE EL RÍO DAULE. PARA PLANTEAR ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN AL DESGASTE DE LOS ANCLAJES DEBIDO AL TRÁFICO VEHÍCULAR”, ha sido elaborado por ROY MANUEL BRIONES MURILLO, bajo mi tutoría, y que el mismo reúne los requisitos para ser defendidos ante el Tribunal examinador que se designe al efecto.

Firma:



Ing. MSc. Max Almeida Franco.

DEDICATORIA.

Esta nueva preparación y la ansiada victoria de éste título profesional me llenan de satisfacción y optimismo, que es el resultado de firmeza, la dedicación, disciplina y sacrificio general de mi familia y mis amistades más cercanas, por tal motivo dedico esta tesis a nuestro Creador y que junto a mi Padre allá en el cielo, son las personas que guían mis pasos y dan esa energía extra que se necesita para afrontar, decidirse y arriesgarse a nuevos retos.

A mi esposa, mi mano derecha, mi amiga leal Mirta Págalo León, a mi hermanas, Velkis, Kerly y Marcia, quienes fueron fuente de ayuda, de este gran esfuerzo durante estos largos años; a la progenitora de mis días Gloria Murillo quien ha sido madre y padre a la vez en estos últimos cuatro años, ella quien siempre está pendiente de mí, dándome ese aliento incondicional me animó a continuar con mis estudios.

A mis eternos amigos que brindaron su ayuda incondicional y compartieron sus conocimientos en especial a los Ingenieros Fausto Cabrera, July Herrera, Alex Salvatierra, Max Almeida, Carlos Martínez; a mis amigos, Ing. Eddy Vargas e Ing. Marcos Plúas por hacerme parte de ese genial equipo de trabajo universitario, a todas las personas que durante estos años me ayudaron a seguir adelante y aquellas personas que dificultaron mi vida universitaria, este triunfo es también para ellos, porque ellos también son parte de este, mi nuevo gran logro..

AGRADECIMIENTO.

Agradecer a Dios sobre todas las cosas, porque sin su infinito poder no hubiese llegado a este período muy trascendental en mi vida, a mi esposa y familia por estar siempre a mi lado y comprender mi lejanía durante todo el tiempo que le brinde a mis aprendizajes.

A mi amiga y mentor Ing. July Herrera un agradecimiento fraterno por ser un referente para mi vida profesional, al Ing. Max Almeida Franco por su apreciable guía y sugerencia en la elaboración de la tesis. Un reconocimiento muy especial a mis catedráticos quienes supieron conllevar, ceder sus conocimientos y amistad a lo largo de mi vida universitaria, y por último al Alma mater por acogerme en sus aulas sitio en el cual recibí un bagaje muy significativos de conocimientos teóricos y prácticos que fueron depositados en mi mente y las cuales me acompañaran con éxito de mi vida profesional.

Gracias a todas las personas que ayudaron directa e indirectamente en la realización de la tesis.

Contenido

Capítulo I.

1.1 Tema	1
1.2. Planteamiento del problema.	1
1.3. Formulación del problema.	2
1.4. Sistematización del problema.	2
1.5. Objetivo general.	2
1.6. Objetivos específicos.	2
1.7. Justificación de la investigación.	3
1.8. Delimitación o alcance de la investigación.	4
1.9. Hipótesis de la investigación.	5

Capitulo II.

2. Marco teorico.	7
2.1. Juntas de expansión.	8
2.2. Tipos de fijación de placas elastoméricas	10
2.3. Anclajes pre hormigonados.	10
2.4. Anclajes Post hormigonado.	17
2.5. Pernos de acero	18
2.6. Descarga de aguas lluvias.	24
2.7. Anclajes Químicos.	26

2.8. Brocas para concreto.	28
2.9. Complementarios	33
2.10. Registro de los desplazamientos.	34
2.11. Cargas que actúan en un anclaje.	35
2.12. Tipos de fallas en los anclaje post hormigonado.	36
2.13. Fundamentación técnica	37
2.14. Fundamentación legal.	38
2.15. Marco conceptual	38
Capítulo III.	
3.1. Tipo de Investigación.	42
3.2. Enfoque de la investigación.	42
3.3. Técnicas de investigación.	42
3.4. Población y muestra.	43
3.5. Análisis de los resultados.	43
Capitulo IV.	
4.1. Diseño de la propuesta	44
4.2. Reconocimiento del diseño de las losas según planos.	45
4.3. Selección de un tipo de junta.	45
4.4. Factor de seguridad.	50
4.5. Factor de mayorización.	50
4.6. Sistema de cálculo.	51

4.7. Fuerza de tracción para un juego de 4 pernos.	52
4.8. Resistencia requerida.	52
4.9. Tipo de acero para diseño de anclaje.	53
4.10. Determinación de diseño de perno según estudio en laboratorio.	54
4.11. Selección de epóxico según estudio en laboratorio.	56
Test #2 – código en laboratorio # 17-1250.	56
Test #3 – código en laboratorio # 17-1251.	57
Test #4 – código en laboratorio # 17-1252.	57
4.12. Instrucciones de instalación y aplicación para ensayos.	58
4.13. Instalación de juntas	64
4.14. Conclusiones	64
4.15. Recomendaciones	65
Bibliografía	66
ANEXOS	67
1.- Sellos de pernos (archivo personal)	2
2. Cargas que actúan en un anclaje.	3
3. Diseño de hormigón	4
4. Hormigonado de cubos para ensayo de tracción.	5
5. Resultados de esfuerzos en ensayos a la compresión de cilindros.	6
6. Diseño de pernos para ensayo de tracción Norma ASTM E8.	7
7. Test #1 código de laboratorio 17-1249	8

8. Preparación de cubos - Test #2 código de laboratorio 17-1250 -	9
9. Recepción de muestras para ensayos de tracción	10
10. En pruebas para laboratorio- Test #1 código de laboratorio 17-1249	11
11. En pruebas para laboratorio -Test #2 código de laboratorio 17-1250	12
12. En pruebas para laboratorio -Test #3 código de laboratorio 17-1251.	13
13. En Pruebas para laboratorio -Test #4 código de laboratorio 17-1252	14
14. Informe General de ensayos.	15

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo analizar el comportamiento sistemático de las placas elastoméricas en las juntas del puente segmentado sobre el río Daule, en la cual se desprende una problemática actual donde se observa el desgaste continuo de los puentes debido a la falta de flexibilidad en sus anclajes que son los que determinan la estabilidad de la infraestructura hormigonada.

Para dar solución a dicha problemática se plantea la instalación de placas de neopreno, la misma que puede ser instalada en nuestro objeto de estudio como es el Rio Daule, o en cualquier otra infraestructura. Pero no solo eso, estas placas han sido diseñadas con un sistema apropiado que no permite el desgaste de los anclajes en forma acelerada, por lo tanto las juntas elastoméricas se conservarían por mucho más tiempo.

El objetivo de este proyecto es que el Gobierno Nacional, cuya competencia radica en este tipo de obras, extienda la vida útil de las mismas, ya que el nuevo sistema minimiza la fricción que causan los vehículos en su paso por el puente. Para que dicho proyecto se realiza de manera coherente deberá dar cumplimiento a las normas y especificaciones por la asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estatales y Transportes (AASHTO), la misma que determina los factores de carga y resistencia para su diseño.

Finalmente y a través del método descriptivo y observación se obtuvieron las pruebas que confirman el por qué se producen los daños en las juntas, lo cual da respuesta a la hipótesis planteada y permite proponer la elaboración de un perno flexible que disminuya los daños ocasionados a las juntas por el considerable tráfico vehicular.

ABSTRACT

The objective of this research is to analyze the systematic behavior of the elastomeric plates in the joints of the segmented bridge over the Daule River, which reveals a current problem where the continuous wear of the bridges is observed due to the lack of flexibility in their anchors that are what determine the stability of the concrete infrastructure.

In order to solve this problem, we propose the installation of neoprene plates, the same that can be installed in our object of study, such as the Rio Daule, or in any other infrastructure. But not only that, these plates have been designed with an appropriate system that does not allow the wear of the anchors in accelerated form, therefore the elastomeric joints would be conserved for much longer.

The objective of this project is that the National Government, whose competence lies in this type of works, extends the useful life of the same, since the new system minimizes the friction caused by vehicles passing through the bridge. In order for said project to be carried out in a coherent manner, it must comply with the standards and specifications by the American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), which determines the load and resistance factors for its design.

Finally, through the descriptive and observation method, the evidence confirming why the joints are damaged was obtained, which responds to the proposed hypothesis and allows proposing the development of a flexible bolt that reduces the damage caused to joints for the considerable vehicular traffic

CAPITULO I.

1.1 Tema

Comportamiento sistemático de las placas elastoméricas en las juntas del puente segmentado sobre el río Daule. Para plantear alternativas de solución al desgaste de los anclajes debido al tráfico vehicular.

1.2. Planteamiento del problema.

Existen varios tipos de mecanismos que se utilizan para anclar estructuras en losas o elementos estructurales de concreto simple o concreto armado. El diseño de estos sistemas implica el estudio, selección y ubicación de estos mecanismos, se puede basar también en la experiencias constructivas, el juicio profesional del ingeniero, datos de ensayos públicos ya sean por los fabricantes o requisitos existentes en normas de algunas entidades internacionales como el Instituto Americano del Concreto (ACI), la Sociedad Americana de Pruebas y Materiales (ASTM), la Asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estatales y Transportes (AASHTO), El Instituto Nacional Estadounidense de Normas (ANSI), Instituto Estadounidense del Hierro y el Acero (AISI) y además ensayos realizados a cuenta personal.

Sin embargo, ninguno de los trabajos antes mencionado ha dado como solución a diseñar un anclaje óptimo para que las placas elastoméricas soporte la tracción que genera el paso constante de los vehículos, que provocaría flexiones negativas y positivas sobre las juntas de neopreno en el nuevo puente segmentado sobre el río Daule. Por consiguiente, esta investigación representa un trabajo inédito que llevado a la práctica puede contribuir en grandes proporciones a recortar gastos en la realización de este tipo de infraestructuras.

El valor agregado que se plantea en este trabajo es que no solo se puede aplicar a infraestructuras en construcción sino también a las ya existentes.

1.3. Formulación del problema.

¿De qué manera beneficiará la instalar estas placas de neopreno, en la losa del nuevo puente segmentado sobre el río Daule con un sistema apropiado, para llegar a disminuir el desgaste en los anclajes y disminuir el mantenimiento en las juntas elastoméricas, y aprovechar al máximo la vida útil de las mismas? Con esto llegar a minimizar la continua fricción de las llantas de los vehículos sobre la junta de expansión, que deslizándose horizontalmente corta el perno de anclaje.

1.4. Sistematización del problema.

- ¿En qué ayudaría esta propuesta de anclaje a contribuir a la calidad de servicio y buen desempeño vial en el puente segmentado sobre el río Daule?
- ¿Cómo está propuesta evitaría el deterioro de los anclajes de las placas de expansión que se producen por la fricción producida en el desplazamiento horizontal?
- ¿Esta propuesta optimizaría la vida útil para las juntas de expansión sobre la losa del puente?

1.5. Objetivo general.

Diseñar los anclajes para las juntas del puente segmentado sobre el río Daule, dentro de las normas y especificaciones por la Asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estatales y Transportes (AASHTO), también del Instituto Americano del Concreto (ACI), para determinar los factores de carga y resistencia para su diseño.

1.6. Objetivos específicos.

- Analizar el procedimiento de la instalación
- Calcular el óptimo anclaje para las placas.
- Diseñar los anclajes de las placas para evitar el desgaste y deterioro de esta adherencia para lograr una mayor duración.
- Evaluar los métodos utilizados en los anclajes.

1.7. Justificación de la investigación.

Los puentes en un país representan la obra más indispensable debido a su trascendental uso, por tales consideraciones es indispensable realizar un análisis sistemático de lo que a ellos constituye.

En la ciudad de Guayaquil la comunicación vial se enlazará por medio de un nuevo puente sobre el río Daule, lo cual representa otro encuentro vial de la ciudad de Samborondón y Guayaquil, a las personas que transitan en sus vehículos hacía ambos destino y buscar el desarrollo de cada uno de sus territorios.

Sin embargo y pese a la importancia que tienen fundamentalmente en la economía y otros sectores del país, las deficiencias son notorias. El desgaste continuo y acelerado que causan los vehículos sobre la capa de rodadura en los puentes deja resultados poco alentadores para los anclajes de las juntas, entre los que se anotan, desde accidentes de tránsito, hasta el riesgo latente del desprendimiento de alguna sección o toda la junta de neopreno instalada en la infraestructura.

Una de las posibles soluciones para plantear alternativas al desgaste de los anclajes debido al tráfico vehicular sobre el nuevo puente sobre el río Daule, sería apostar por el mantenimiento íntegro de las obras, así se alarga la vida útil de las mismas. Otra opción sería readecuar las infraestructuras ya realizadas con un nuevo diseño de anclaje.

Por consiguiente este tema de investigación se enfocará en estudiar el comportamiento del anclaje diseñado para asegurar las placas elastoméricas y usar como referencia el diseño de las juntas del cuarto puente sobre el río Daule.

La finalidad del presente trabajo nos permite aportar con cambios en la metodología de la instalación del anclaje para disminuir la tracción ejercida por el movimiento vertical, que produce el paso constante de las llantas de los vehículos. Además, para efecto de lo anterior se deben implementar no solo materiales de excelente calidad sino también capaces de soportar

las cargas que producirán el paso constante de los vehicular sobre la junta de neopreno, para que así se extienda la vida útil de las juntas.

La propuesta de este trabajo es innovadora, ya que la indagación tanto teórica como práctica dio como resultado la elaboración de un sistema de anclaje que permita el paso normal sobre la infraestructura, el ahorro en los costos de construcción y el alargamiento de la vida útil de la misma.

1.8. Delimitación o alcance de la investigación.

Delimitación: El comportamiento sistémico de las placas elastoméricas ubicadas en las juntas del puente segmentado sobre el río Daule, permite plantear alternativas de solución al desgaste de los anclajes debido al tráfico vehicular que comunica entre las ciudadela Brisas del Norte y la cooperativa Juan Pablo, y desemboca todo ese tráfico a la autopista Narcisa de Jesús y calle José María Egas por el lado de la ciudad de Guayaquil y del otro lado está entre las urbanización Palmar del rio y Camino del Rio comunicándose con la av. Samborondón por el lado de la parroquia urbana La Puntilla, este viaducto genera un acceso que congestiona el volumen diario del tráfico vehicular que constantemente ruedan sobre los puentes ya existentes, que lleva al total alivio al congestionamiento causado regularmente.

La ubicación geográficamente delimitada por Google Earth, da origen a las limitaciones en el sistema de coordenadas UTM (Universal Transversal de Mercator):

País: Ecuador.

Provincia: Guayas.

Cantón: Guayaquil.

Ubicación geográfica: E: 625284 N: 9765005; E: 624320 N: 9764889.



Imagen 1. Ubicación geográfica, Google Earth
Fuente: <https://earth.google.es/>

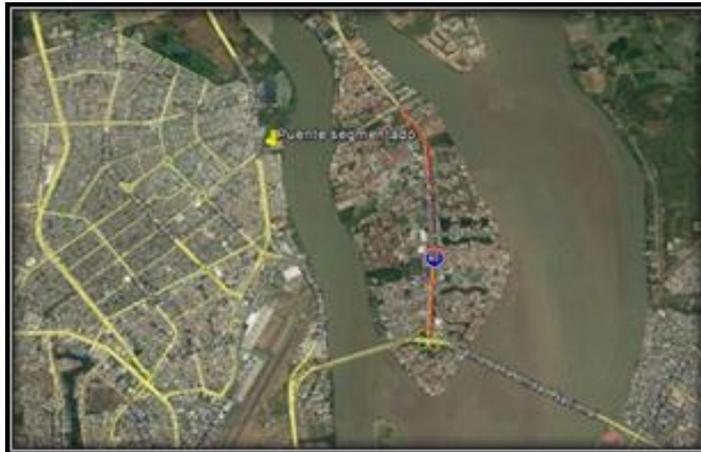


Imagen 2. Puente segmentado, Google Earth
Fuente: <https://earth.google.es/>

1.9. Hipótesis de la investigación.

¿El comportamiento sistemático de los anclajes en las juntas del puente segmentado sobre el río Daule, aportará con nuevas alternativas de solución al desgaste de los anclajes debido al tráfico vehicular? El trabajo propuesto generará un nuevo proceso de instalación de los elementos para la fijación de las placas elastoméricas y se evitaría el deterioro a corto plazo.

Se trataría que los anclajes de sujeción superen la vida útil de las juntas elastoméricas, para mejorar la tracción de los pernos con este sistema, con esto el costo final debería ser beneficioso tanto para la optimización de los recursos y evitar el mantenimiento constante de la obra.

La selección de los materiales para la sujeción entraría también en este ahorro en gasto final, ya que con estudios y pruebas de laboratorio, se podría preferir a productos con una relación rendimiento-costo-resistencia adecuada y capaz de ser beneficioso para abaratar los gastos del presupuesto referencial.

Otros de los temas para mejorar los trabajos de agarre del anclaje serian mejorar el proceso de perforación, instalación, y mejorar la adherencia material base, perno, epóxico, con sistemas que traten de mejorar el comportamiento sistemático de las placas elastoméricas en las juntas del puente segmentado sobre el río Daule y para plantear que las alternativas de solución al desgaste de los anclajes debido al tráfico vehicular sean las mejores.

Capítulo II.

2. Marco teórico.

Las cargas rodantes y el desarrollo tecnológico a nivel nacional han incurrido en la aparición de nuevos medios de transporte cuyo peso es cada vez mayor debido a la gran demanda comercial que fluctúa actualmente y que genera gran rentabilidad en los propietarios de dichos transportes. En otro ámbito el desarrollo comercial ha traído consigo también un aumento considerable de la economía y esta a su vez se ha visto reflejado en el incremento de vehicular.

La mayor parte de los puentes construidos en Ecuador fueron calculados para la carga AASHTO H -15 la cual tiene un peso total de 13.6 toneladas en tanto que el camión T3-S3, que cuenta con una autorización en el reglamento de operaciones de caminos tiene un peso legal de 47 Ton y, frecuentemente, un peso ilegal de 75.

Con este ejemplo se da respuesta a los daños que ocasionados en las estructuras de los puentes donde a más de aumentar el peso de cargas rodantes, la resistencia de la infraestructura es deficiente y capaz de generar daños colaterales.

De ahí se desprende la importancia en la conservación de puentes, razones que deben ser consideradas por las entidades responsables de la seguridad y conservación de los mismos. Sin embargo es notable que existe cierto grado de rezago en esta actividad ya que el deterioro de las estructuras físicas es notorio. Entre las razones que intentan justificar la poca importancia estatal constan:

- Crisis financiera.
- Preferencia a la estructura rural.
- Falta de conocimiento sobre la conservación.

2.1. Juntas de expansión.

2.1.1. Juntas de dilatación o placas elastoméricas.

Las placas elastoméricas también llamadas juntas de dilatación o deformación, son módulos en dimensiones maniobrables que permiten los meneos tangentes entre dos partes de una estructura, además son los elementos encargados de absorber los movimientos producidos, cubren los espacios libres dejados en la capa de rodadura, ya que en muchos puentes no se pueden hacer tableros continuos debido a condiciones geográficas, geométricas, económicas o trabajabilidad. Constitución de la junta de expansión.

Están constituidos en esencia por un bloque de elastómero que lleva intercaladas en su masa y vulcanizadas con la goma, y por tanto firmemente adheridas a ella, unas chapas de acero. La palabra elastómero es un término genérico para los materiales sintéticos similares al caucho natural. Lo normal es utilizar cauchos sintéticos de alta calidad normados por la AASSTO, de los cuales el más común es el neopreno cuya denominación química es poli-2-clorobutadieno.

En esencia, es una placa interior de Acero Norma ASTM A36 que queda completamente embebidas con el bloque de elastómero el cual sirve para protegerlas.

2.1.2. Uso de las juntas expansivas.

Las juntas elastoméricas sirven para de pequeños y grandes desplazamientos, son dispositivos que permiten los movimientos relativos de mediana magnitud entre dos partes de una estructura. Es resistente a condiciones ambientales extremas. Están diseñadas para un tráfico abundante de vehículos. Frente a las cargas verticales transmitidas por el tablero los apoyos son deformables, es decir, sufren acortamientos según el sentido del eje -z, aunque en general esta flexibilidad vertical no se suele tener en cuenta en el diseño del tablero. Un dato de gran importancia para el diseño del neopreno es el módulo de elasticidad transversal de la goma o elastómero (G), que relaciona las fuerzas horizontales aplicadas al apoyo con los

movimientos horizontales del mismo, según los conceptos clásicos de Resistencia de Materiales. El valor de G para acciones lentas (deformaciones termo higrométricas) suele estar comprendido entre 8 y 12 kp/cm².

2.1.3. Secciones que constituyen una junta elastomérica.

En esta sección se describirá de manera general las partes que conforman una junta, puesto que de acuerdo a sus materiales constituyentes existe una gran variedad de juntas.

Básicamente una junta consta de cuatro partes:

- Guardacantos.- Sección reforzadas que se utilizan para proteger la parte terminal de las losas o tableros.
- Perfil de Acero.- Se coloca en algunos casos en la parte externa del guardacantos y en otros entre el guardacanto y el tablero, va anclado a la estructura con pernos o varillas de acero soldadas al mismo, y unido al material sellante.
- Anclaje.- Pueden ser pernos o varillas de acero, que unen o anclan la junta con la estructura, van empotradas en el hormigón de la estructura.
- Material sellante.- Es el material que impermeabiliza y amortigua los movimientos en la junta, pueden ser de neopreno, polímero, epóxicos, elastómeros, silicona, etc.

Cualidades de la junta elastomérica:

- Asegurar la libre oscilación de la losa.
- Dar una excelente continuidad a carpeta asfáltica, que sea capaz de soportar las cargas vehiculares.
- No provocar ni ser una fuente de sonidos, impactos o vibraciones.
- Tener una buena evacuación de las aguas lluvias o superficiales que caigan sobre ellas o la calzada.
- Poseer un sistema de anclaje capaz de soportar el movimiento dinámico que actúan sobre las placas de neopreno.

Si se definiera tipos de juntas de acuerdo a su función, características y uso, solo existiera un tipo de junta que se llamaría junta de deformación. Si detenidamente sabemos el concepto de lo que es una junta, sus características y su utilidad, se verá que las juntas deben ser capaces de deformarse en cualquier sentido para encajar a los movimientos dinámicos del puente.

Por lo tanto no se puede decir que existen solo juntas de expansión, dilatación, o juntas de contracción, porque la percepción estaría incompleta, ya que en un puente, estos movimientos se presentan combinados de ahí la denominación antes escrita de Juntas de deformación.

2.2. Tipos de fijación de las placas elastoméricas.

En la actualidad, los métodos de anclajes para las placas elastoméricas se pueden separar en dos grupos: los sistemas de fijación hormigonado en sitio (anclajes armados antes de vaciar el concreto) y los sistemas de fijación situados en el hormigón ya endurecido (anclajes instalados en perforaciones realizadas con taladros especiales después del curado total del hormigón vaciado).

Los anclajes que se han utilizado en la fijación de las juntas de deformación o placas elastoméricas sobre la estructura de hormigón armado, las podemos clasificar según el tipo de junta.

2.3. Anclajes pre hormigonados.

Son los que instalan antes del hormigonado y que llegan a unirse con pernos para ubicarse sobre la losa de los tableros, y su estructura de anclaje quedan embebidos de hormigón.



Imagen 3-4: Anclajes pre hormigonado.
Fuente: Roy Briones 2018

2.3.1. Tipo rellenas o selladas moldeadas.

También llamadas como sello de compresión, están conformadas con ángulos metálicos con un sistema de anclaje compuesto por pernos unidos a los ángulos, anclados en el hormigón fresco, este ángulo situado en ambos lados de las losas, cubre los dos bordes y entre ellos se sitúa un sello elastomérico o polímeros (detalle del anclaje en imagen 3).

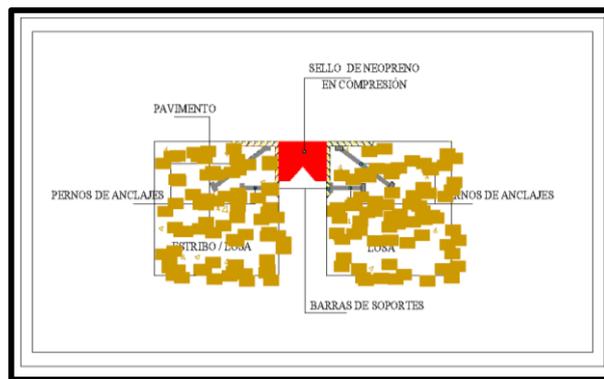


Imagen 5: Sello de neopreno en compresión
Fuente: <https://www.monografias.com/trabajos5/juntas/juntas.shtml>

2.3.2. Armadas y con Grout expansivo.

También se las puede llamar anclajes fijados in situ por su armado y fundición con un hormigón de alta resistencia comercializado en el mercado, con una armadura sencilla embebida con una sección a la vista para que sirva como agarre a la nueva estructura a fundir (detalle de anclaje en imagen 4)

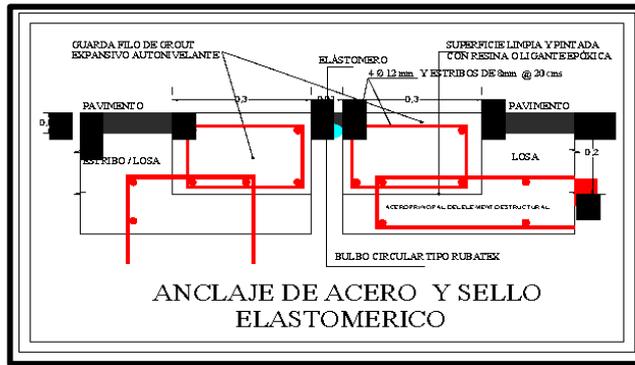


Imagen 6: Anclaje de acero y sello elastomérico.
 Fuente: <https://www.monografias.com/trabajos5/juntas/juntas.shtml>

2.3.3. De polímero asfáltico.

Similar al anclaje de acero y de sello elastomérico, con la variedad del refuerzo en las aristas con un ángulo metálico (ver imagen 5) y el anclaje sin refuerzo en las aristas (ver imagen 6) apoyada en una carterita metálica anclada a la estructura y embebida con hormigón de una resistencia similar a las estructuras existente, como nota se puede indicar el uso de una pieza elastomérica como separador entre losas y sobre los ángulos un cubre juntas metálica soldada de un solo lado para no rigidizar el movimiento entre las estructuras.

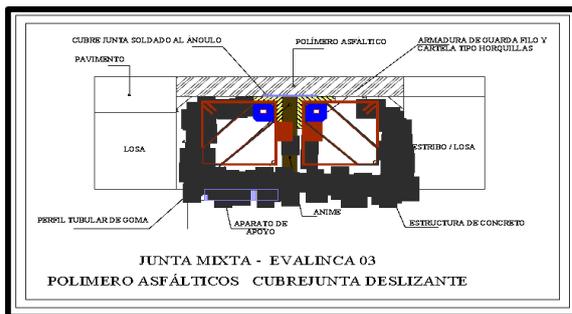


Imagen 7: Junta mixta - Evalinca 03
 Fuente: <https://www.monografias.com/trabajos5/juntas/juntas.shtml>

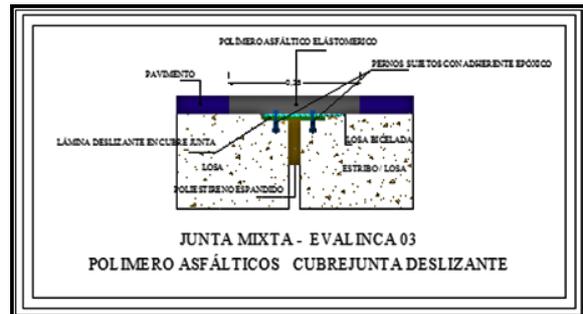


Imagen 8: Junta mixta – lámina deslizante

2.3.4. Con armadura, con tope de acero, y sello elastomérico.

Es una modificación de las armadas y con Grout expansivo, además tiene una placa empotrada en vez de pernos (ver imagen 9)

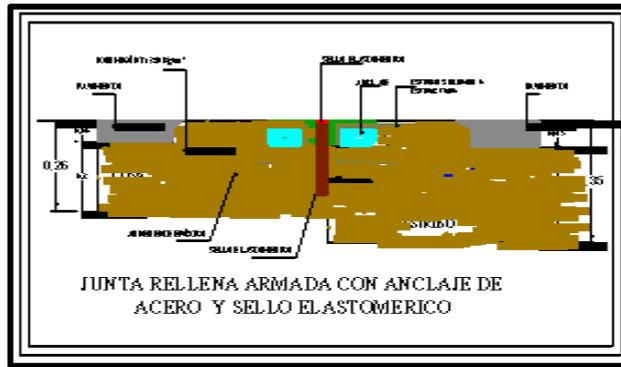


Imagen 9: Junta rellena armada con anclaje de acero y sello elastomérico.
Fuente: <https://www.monografias.com/trabajos5/juntas/juntas.shtml>

2.3.5. De placa dentada.

También se las puede llamar anclajes fijados en situ por su armado y anclado en el momento de la fundición en la losa con un el mismo hormigón, con anticipación una armadura dentro de la losa para que sirva como agarre a la nueva estructura a soldar, (ver imagen 10).

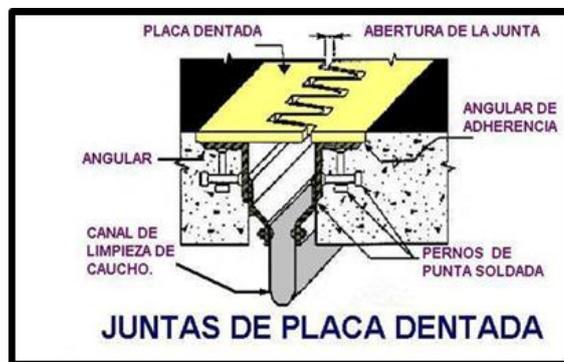


Imagen 10: Juntas de placa dentada
Fuente: <https://www.monografias.com/trabajos5/juntas/juntas.shtml>

2.3.6. Juntas Modulares

Este sistema está conformado de dos bloques de caucho tipo poliuretano ó elastoméricas. Un bloque elastomérico descansa sobre el tope de la barra de soporte, el segundo bloque se ajusta debajo y ambos bloques a su vez están unidos al tope de la cubierta. La gran ventaja de esta junta es que permite grandes movimientos de hasta 1.20 m, otros no paralelos, rotaciones y cizallamiento. La desventaja es el ruido provocado al pasar los vehículos sobre estas juntas, (ver imagen 11).

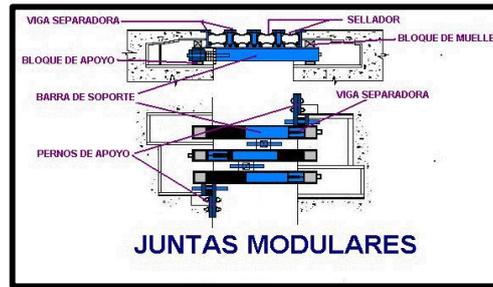


Imagen 11: Juntas modulares.

Fuente: <https://www.monografias.com/trabajos5/juntas/juntas.shtml>

2.3.7. Juntas de placa dentada tipo sierra.

Se aplican en puentes de tramos pequeños, están estabilizadas con pernos anclados en hormigón fresco con un ángulo metálico sobre el cual van apoyados las placas metálicas, su ventaja es la facilidad de ser desmontada. Solo soportan movimientos de 4" hasta 24", su anclaje es con el sistema pre hormigonado, (ver imagen 12).



Imagen 12: Juntas de placa dentada tipo sierra.

Fuente: Roy Briones2018

2.3.8. Con placa deslizante.

Este sistema de junta es anclada muy similar a las juntas de placa dentada, solo que están soldadas en un solo lado, son muy poco soportables al agua, por lo cual su corrosión es difícil de combatir. También su anclaje es por pernos y reformados en las aristas con un ángulo metálico, (ver imagen13).

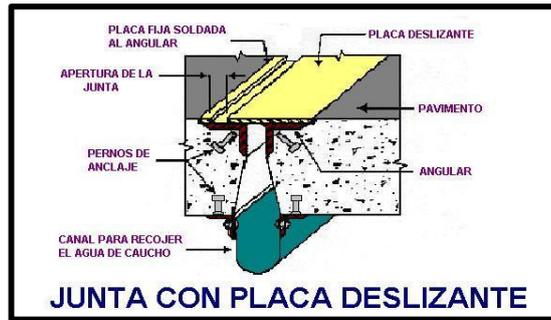


Imagen 13: Junta con placa deslizante.

Fuente: <https://www.monografias.com/trabajos5/juntas/juntas.shtml>

2.3.9. Con sello de franja.

Son juntas con buenos registros de desempeño, comparables con las juntas de compresión o expansión de neopreno, la franja de mayor tamaño puede proporcionar hasta 5 pulgadas de movimiento, (ver imagen 14).

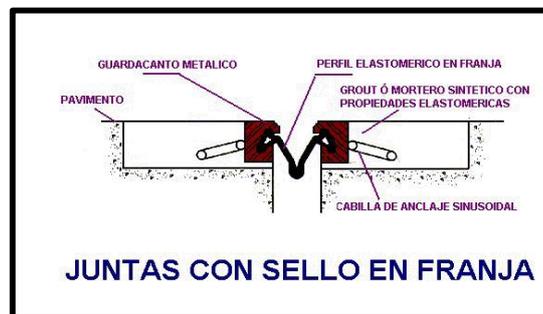


Imagen 14: Juntas con sello en franja

Fuente: <https://www.monografias.com/trabajos5/juntas/juntas.shtml>

2.3.10. Con sello de lámina

Es muy similar a junta de sello en franja, solo varía el accesorio de neopreno por una lámina de acero inoxidable, entre losas (ver imagen 15).

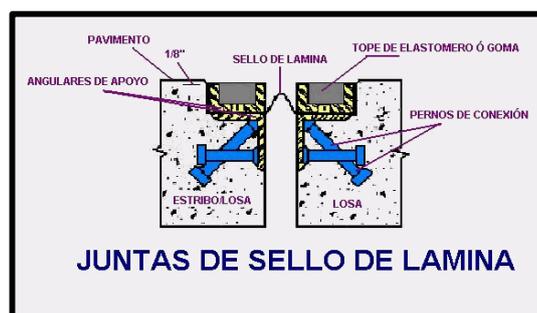


Imagen 15: Juntas de sello de lámina.

Fuente: <https://www.monografias.com/trabajos5/juntas/juntas.shtml>

3.11. Junta mixta tipo "Aceroton"

Tiene dos variantes, la primera forma un sello de expansión-compresión, con la base y ayudado con una placa deslizante, la segunda posee el mismo elemento más una junta que la protege, es impermeable y de buen funcionamiento, (ver imagen 16).

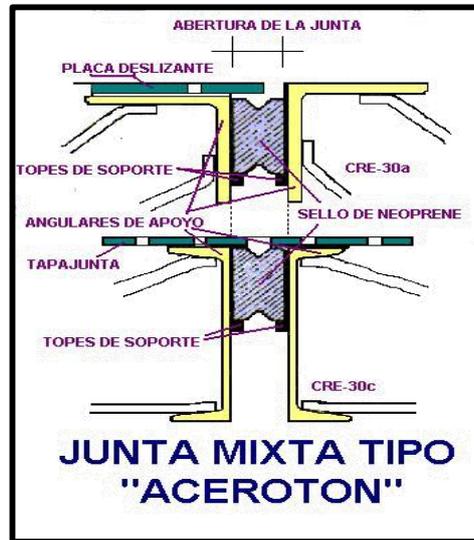


Imagen 16: Junta mixta "Aceroton"

Fuente: <https://www.monografias.com/trabajos5/juntas/juntas.shtml>

3.12. Junta mixta tipo Evalinca 01

Este tipo de junta es calificada como extrema y se utiliza para conectar la estructura con la losa de acceso al puente. Se realiza la combinación de la junta de polímero asfáltico en la parte superior, para posteriormente conectar la junta abierta con los aceros acoplados y con soldadura en los elementos, (ver imagen 17).



Imagen 17: Junta mixta-Evalinca 01

Fuente: <https://www.monografias.com/trabajos5/juntas/juntas.shtml>

2.4. Anclajes Post hormigonado.

2.4.1. Tipo selladas para pequeños movimientos

Son dispositivos de neopreno de alta calidad y en cuyo interior esta reforzada de acero normado por la ASTM A36, estos permiten los movimientos relativos de mediana magnitud entre las dos secciones de una estructura, (ver figura 16).

2.4.2. Características.

- El tiempo de vida útil es de aproximadamente 2 años.
- Su superficie impide el deslizamiento vehicular.
- Resistente al ozono y a la mayoría de oxidantes químicos.
- Están diseñadas para resistir a las cargas, acomodarse a los movimientos de servicio y satisfacer los requerimientos de los estados límites de esfuerzos que actúan sobre ellas.

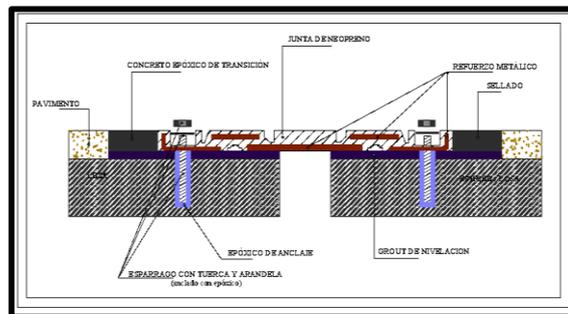


Imagen 18: Sello de neopreno

Fuente: <https://www.monografias.com/trabajos5/juntas/juntas.shtml>

2.4.3. Tipo selladas para grandes movimientos

También llamadas juntas sísmicas son utilizadas especialmente para desplazamientos muy grandes, constan de una platina metálica, además de un caucho diseñado en forma de acordeón que puede ser asimétrica o simétrica, que depende mucho de los requerimientos en el diseño.

Son muy prácticas y poseen una gran capacidad de absorción de desplazamientos multidireccionales, como norma general, se consideran juntas sísmicas aquellas cuya cabida de movimiento es el 25% del ancho de la junta en el eje horizontal, (ver imagen 17).

2.4.4. Características.

- El tiempo de vida útil es de aproximadamente 2 años.
- Su superficie impide el deslizamiento vehicular.
- Resistente al ozono y a la mayoría de oxidantes químicos.
- Están diseñadas para resistir a las cargas, acomodarse a los movimientos de servicio y satisfacer los requerimientos de los estados límites de esfuerzos que actúan sobre ellas.
- Constan de dos tipos tanto simétricas y asimétricas.

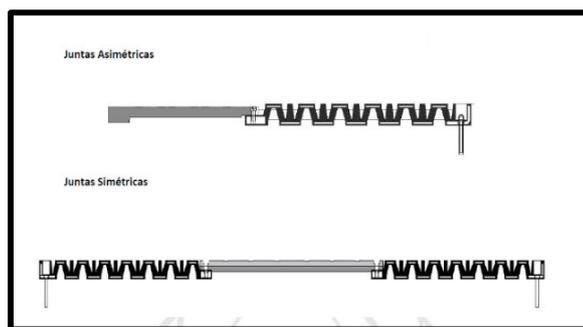


Imagen 19: Juntas para grandes desplazamientos.

Fuente: <https://cauchosvikingo.com/product/traccion/>

2.5. Pernos de acero

2.5.1. Pernos Ordinarios

Los pernos ordinarios (ver imagen 18), se caracterizan principalmente por la apariencia burda del espigo. Su uso es respaldado por la norma ASTM A307, esta norma estadounidense y utiliza orificios de diámetro de 1/16" mayor que el nominal, (ver tabla 3). En construcción son conocidos como: ordinarios, comunes de máquina o burdos. Su capacidad portante de carga es relativamente baja. Sin embargo cuentan con una ventaja frente a los pernos ordinarios y es hacer conexiones con ellos tan solo con una llave, (ver imagen 19).

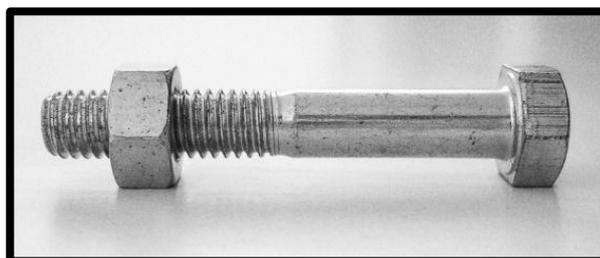


Imagen 20: Perno Ordinario

Fuente: <https://tormex.com/>

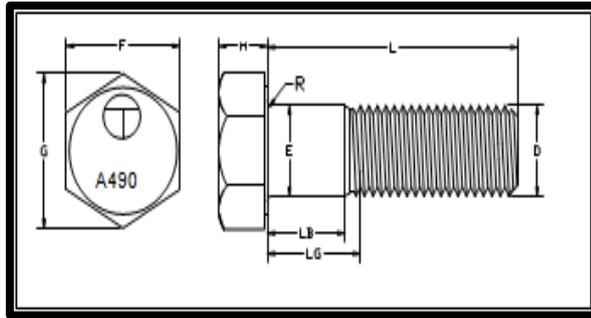


Imagen 21: Diagrama Perno Ordinario
Fuente: <https://tormex.com/>

Diam del Tilo.	Largo del Tilo.	Rockwell C	
		Min	Max
1/2 to 1 Incl.	Less tan 2D	33	39
	2D and over		39
1 1/8 to 1-1/2 Incl.	Less tan 3D	33	39
	3D and over		39

Tabla 1. Diámetro del perno ordinario
Fuente: <https://tormex.com/>

Tamaño de Tornillo	Hilos por Pulgada	Area de Esf. Pulg2	Resistencia a la Tensión lbf	
			Min	Max
			1/2	13 UNC
5/8	11 UNC	0.226	33.900	39.200
3/4	10 UNC	0.334	50.100	57.800
7/8	9 UNC	0.462	69.300	79.950
1	8 UNC	0.606	90.900	104.850
1 1/8	8 UNC	0.79	118.500	136.700
1 1/4	8 UNC	1	150.000	173.000
1 3/8	8 UNC	1.233	185.000	213.300
1 1/2	8 UNC	1.492	223.800	258.000

Tabla 2. Resistencia Perno Ordinario
Fuente: <https://tormex.com/>

Medida Nominal	E		F			G		H			R		Lt
	Diam Cuerpo	Max	Distancia entre caras			Distancia entre esquinas		Altura			Radio bajo cabeza		Largo Cuerda
			Basic	Max	min	Max	Min	Basic	Max	Min	Max	Min	Basic
			1/2	0.500	0.515	7/8	0.875	0.850	1.010	0.969	5/16	0.323	0.302
5/8	0.625	0.642	1 1/16	1.062	1.031	1.227	1.175	25/64	0.403	0.378	0.062	0.021	1.25
3/4	0.750	0.768	1 1/4	1.250	1.212	1.443	1.383	15/32	0.483	0.455	0.062	0.021	1.38
7/8	0.875	0.895	1 7/16	1.438	1.394	1.660	1.589	35/64	0.563	0.531	0.062	0.031	1.50
1	1.000	1.022	1 5/8	1.625	1.575	1.876	1.796	39/64	0.627	0.591	0.093	0.062	1.75
1 1/8	1.125	1.149	1 13/16	1.812	1.756	2.093	2.002	11/16	0.718	0.658	0.093	0.062	2.00
1 1/4	1.250	1.277	2	2.000	1.938	2.309	2.209	25/32	0.813	0.749	0.093	0.062	2.00
1 3/8	1.375	1.404	2 3/16	2.188	2.119	2.526	2.416	27/32	0.878	0.810	0.093	0.062	2.25
1 1/2	1.500	1.531	2 3/8	2.375	2.300	2.742	2.622	15/16	0.974	0.902	0.093	0.062	2.25

Tabla 3. Medidas, distancia y altura del perno
Fuente: <https://tormex.com/>

Las conexiones de elementos estructurales son de suma importancia en el comportamiento general de una estructura; el conocimiento básico de pernos hace que sea necesario previamente al cálculo de juntas empernadas. Las especificaciones ASTM, RCSC, son las que rigen los pernos de alta resistencia.

Perno, arandela y tuerca en conjunto, están especificados dentro de los códigos emitidos por AISC, RCSC, los cuales, a partir de estudios han demostrado ser la normativa adecuada para usarse como guía de diseño al momento de requerir juntas con perno de rosca cilíndrica.

2.5.2 Pernos de rosca cilíndrica.

Este tipo de pernos es el que se utiliza normalmente en las máquinas y lo más importante que se requiere de ellos es que soporten los esfuerzos a los que están sometidos y que no se aflojen durante el funcionamiento de la máquina donde están insertados, (ver tabla 2).

Lo destacable de estos pernos es el sistema de rosca y el tipo de cabeza que tengan puesto que hay variaciones de unos sistemas a otros. Por el sistema de rosca los más usados son los siguientes:

- Rosca métrica de paso normal o paso fino
- Rosca inglesa Whitworth de paso normal o fino
- Rosca americana SAE

Los más usados son los Cabeza hexagonal tipo DIN 933 y DIN 931, (ver imagen 20).



Imagen 22: Perno DIN 933 – ISO 4017
Fuente: Roy Briones 2018

El perno más utilizado para junta de dilatación la m significa rosca métrica 24, el valor del diámetro exterior y 60 la longitud de la rosca-Propiedades y características.

Los pernos los definen las siguientes características:

- Diámetro exterior de la caña: en el sistema métrico se expresa en mm y en el sistema inglés en fracciones de pulgada.
- Tipo de rosca: métrica, Whitworth, trapecial, redonda, en diente de sierra, eléctrica, etc. Las roscas pueden ser exteriores o machos (tornillos) o bien interiores o hembras (tuercas), con magnitudes coherentes para que ambos elementos puedan enroscarse.
- Paso de la rosca: Distancia que hay entre dos crestas sucesivas, en el sistema métrico se expresa en mm (ver tabla 4) y en el sistema inglés (ver tabla 5 y 6) por el número de hilos que hay en una pulgada.
- Sentido de la hélice de la rosca: a derechas o a izquierdas. Prácticamente casi toda la tornillería tiene rosca a derechas, pero algunos ejes de máquinas tienen alguna vez rosca a izquierda.

Material constituyente y resistencia mecánica que tienen: salvo excepciones la mayor parte de tornillos son de acero de diferentes aleaciones y resistencia mecánica. Para madera se utilizan mucho los tornillos de latón.

- Longitud de la caña: es variable.
- Tipo de cabeza: en estrella o Phillips, Bristol, de pala y algunos otros especiales.
- Tolerancia y calidad de la Proceso construcción.

2.5.3. Pernos de alta resistencia

Existen dos tipos de pernos de alta resistencia, y su uso o aplicación va a depender del tipo de conexión para lo que son destinados ya sean estas de deslizamiento o de tipo aplastamiento. El cálculo de la capacidad de carga es obtenido a través de esfuerzos cortantes (ver tabla 6,7 y 8).

SISTEMA METRICO												
NORMA	ELEMENTO	CALIDAD										
		3.6	4.6	4.8	5.8	5.9	6.8	8.8	9.8	10.9	12.9	15.9
ISO 898	TORNILLO											
DIN 207	TORNILLO											
ISO 898	TORNILLO											
ISO 898	TUERCA											
ISO 898	TUERCA											
DIN 207	TUERCA											

Tabla 4: Medidas del perno en sistema métrico.

Fuente: <http://sudandolagotagorda.blogspot.com/2008/05/sobre-la-resistencia-mecnica-de-los.html>

SISTEMA IMPERIAL AMERICANO SAE				
GRADO SAE	ACERO	DIÁMETRO TORNILLO	FLUENCIA (N/mm ²)	ROTURA (N/mm ²)
1	Bajo carbono	1/4 a 1-1/2	227,6	413,8
2	Bajo carbono	1/4 a 3/4	379,3	510,3
		3/4 a 1-1/2	227,6	413,8
3	Acero al carbon trabajado en frio	1/4 a 1-1/2	586,2	758,6
		> 1-1/2	551,7	689,7
4	Acero al carbono	1/4 a 1-1/2	689,7	793,1
5	Acero al carbon templado y revenido	1/4 a 1-1/2	634,5	827,6
		> 1-1/2	558,6	724,1
5.1	Acero al carbon templado y revenido	< 3/8	724,1	917,2
5.2	Acero al carbon templado y revenido	1/4 a 1	634,5	827,6
7	Acero aleado templado y revenido -Laminado-	1/4 a 1-1/2	793,1	917,2
8	Acero al carbon templado y revenido	1/4 a 1-1/2	896,6	1034,5
8.2	Acero al carbon templado y revenido	1/4 a 1-1/3	896,6	1034,5
ALLEN	Acero aleado templado y revenido -Laminado-		965	1240

Tabla 5: Sistema SAE

Fuente: <http://sudandolagotagorda.blogspot.com/2008/05/sobre-la-resistencia-mecnica-de-los.html>

Diámetro Nominal del Perno (pulg)	Dimensiones de Pernos Estructurales de Cabeza Hexagonal Pesada			Dimensiones de Tuercas Hexagonales Pesadas	
	Ancho a través de cara plana F. (pulg)	Altura H1, (pulg)	Longitud Roscada T, (pulg)	Ancho a través de cara plana W. (pulg)	Altura H2. (pulg)
1/2	7/8	5/16	1	7/8	31/64
5/8	1 1/16	25/64	1 1/4	1 1/16	39/64
3/4	1 1/4	15/32	1 3/8	1 1/4	47/64
7/8	1 7/16	35/64	1 1/2	1 7/16	55/64
1	1 5/8	39/64	1 3/4	1 5/8	63/64
1 1/8	1 13/16	11/16	2	1 13/16	1 7/64
1 1/4	2	25/32	2	2	1 7/32
1 3/8	2 3/16	27/32	2 1/4	2 3/16	1 11/32
1 1/2	2 3/8	15/16	2 1/4	2 3/8	1 15/32

Tabla 6: Dimensiones estándares de pernos y tuercas en pulgadas

Fuente: <https://es.scribd.com/document/371748867/Sobre-La-Resistencia-Mecanica-de-Los-Tornillos-de-Acero>

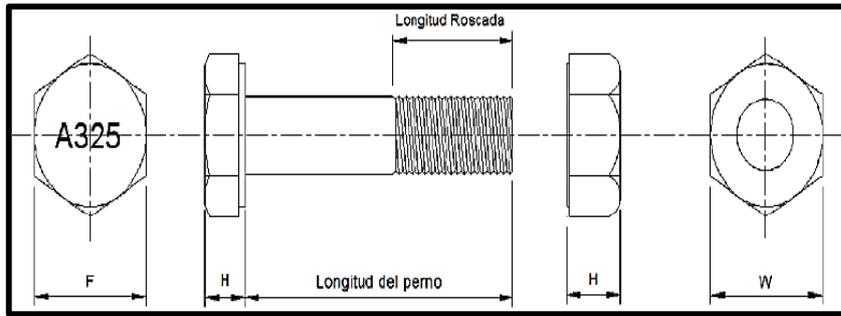


Tabla 7: Dimensiones estándares de pernos y tuercas de alta resistencia
 Fuente: <http://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn31.html>

TIPO Y GRADOS DE RESISTENCIA - SAE-DIN-ISO-ASTM			RESISTENCIA A LA TENSION (mínima) kg/cm ²	RESISTENCIA A LA FLUENCIA (mínima) kg/cm ²	USOS	CARACTERISTICAS
VARILLA CORRUGADA			6300	4200	Refuerzo para obras civiles en hormigon.	Aceros de bajo Carbono tratado térmicamente
SAE GRADO 2	DIN/ ISO - DIN CLASE 5.8	AS A325 TIPO 1 (hasta 1Ø)	8500	6500	Para requerimientos de alta traccion y otros, especialmente para juntas estructurales exigidas mecánicamente.	Aceros de Medio Carbono tratado térmicamente
SAE GRADO 5	DIN/ ISO - DIN CLASE 8.8	AS A490	10500	8100	Para requerimientos de alta resistencia a la traccion, flexion, cizalle, además de culata de motores, paquete de resortes, pernos para ruedas, vehiculos pesados etc	Aceros de Medio Carbono aleado, tratado térmicamente

SAE : SOCIEDAD DE INGENIERIA EN AUTOMOVILES
 DIN: INSTITUTO DE NORMALIZACION ALEMAN
 ISO : ORGANIZACION INTERNACIONAL DE NORMALIZACION
 ASTM : SOCIEDAD AMERICANA DE ENSAYOS DE MATERIALES .

Tabla 8: Resistencias de varilla corrugada y pernos de alta resistencia.
 Fuente: <http://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn31.html>

2.5.4 Tratamiento para pernos.

Los tratamientos químicos para los pernos de acero varían según su uso y requerimiento.

Existen tratamientos como:

- Galvanizado al caliente.
- Galvanizado al frio.
- Cadmiado.

Galvanizado al caliente.

El galvanizado es el alias utilizado usualmente para llamar al recubrimiento antioxidante, generalmente mezclado por una parte de Zinc, Cromo, y otros metales que protegen al acero negro de la corrosión, por medio de la inmersión.

En algunos casos, como pernos de hierro, varillas roscadas, o tuercas de seguridad, los productos vienen con tratamiento de galvanizado desde la fabricación de la pieza. En otros casos, como los pernos de acero negro, este recubrimiento se lo puede realizarse como un

servicio aparte y así conseguir la protección antioxidante deseada. El proceso de galvanizado no altera, aumenta, o disminuye la dureza y resistencia del metal base.

Se lo utiliza principalmente en la construcción y el mobiliario urbano, durante años ha sido el recubrimiento más confiable en protección contra la corrosión. Sin embargo, la llegada de nuevos sistemas, y el progresivo abaratamiento de los mismos, o la no necesidad de reparar roscas o protegerlas del baño de zinc, se comenzó a relegar este proceso a un segundo plano en elementos roscados.

Galvanizado al frío.

El galvanizado en frío es un recubrimiento de zinc que se aplica sobre acero mediante pistola, brocha o rodillo. Para que este tipo de producto tenga una resistencia a la corrosión equivalente al galvanizado en caliente se requiere que la película seca contenga un mínimo de 95% de zinc.

Cadmiado

El cadmiado ofrece una elevada resistencia a la corrosión atmosférica y salina, se puede usar ampliamente en la protección de ciertas piezas de vehículos automóviles, obra civil, pernos para el sistema eléctrico y algunas piezas para embarcaciones.

En comparación con el galvanizado esta alternativa garantiza una enorme protección, ya que se asocia mucho mejor a las caras a proteger. Por otro lado, basta un estrato inferior (1/3 aproximadamente) para conseguir el idéntico efecto preventivo que el galvanizado al caliente.

2.6. Descarga de aguas lluvias.

2.6.1. Canalón acero inoxidable.

Se aplicaría epóxico solo en los bordes del eje central hacia afuera, es recomendable que los orificios donde van ubicados los pernos que libre, y que los orificios sean cubiertos con algún tipo de cinta de fácil desprendimiento para evitar posibles errores, luego se deberá colocar el canalón de acero inoxidable en el centro (imagen-22), para la unión del siguiente

canalón se colocara en la parte baja del canalón anterior epóxico (imagen-21) y así hasta el término del mismo.



Imagen 23: instalación de canalón.
Fuente: Roy Briones 2018



Imagen 24: instalación de canalón
Fuente: Roy Briones 2018

2.6.2. Acero inoxidable en canalón.

El acero inoxidable le confiere al canalón una resistencia total frente a los cambios de temperatura (frío-calor) y a los cambios climáticos (lluvia, sol etc...). Estos tienen una mayor resistencia y durabilidad que los fabricados en P.V.C o Aluminio. El soporte que aguanta el canalón es interior y por lo tanto queda oculto a la vista. También ofrece la posibilidad de ser lacado en varios- Propiedades y características.

Las principales características del acero inoxidable son:

- Durabilidad: Largo ciclo de vida. Todo lo que es hecho en acero inoxidable se hace para resistir mucho tiempo.
- Higiene y Limpieza: Facilidad de limpieza y conservación, para permitir la total higiene y la garantía de la calidad en la asepsia.
- Estética: Fuerte apelo visual (belleza y modernidad).
- Resistencia: Alta resistencia a la corrosión, alta resistencia a elevadas temperaturas. Mantiene sus propiedades, incluso si se somete a altas y bajas temperaturas.

2.7. Anclajes Químicos.

2.7.1. Adhesivos epóxico para anclajes.

Es una pasta sintética bi-componente que por una reacción química se transforma de un producto sólido viscoso a una sustancia plástica maleable con carga libre de materiales solventes.

Son diseñados para sujetar, aferrar o asegurar un objeto o conjunto de objetos para mantenerlos estáticos, puede ser una escalera, motores, soportes, tensores de postes o cables, barandales, etc., regularmente se colocan más de tres sitios de contención ya que si uno de los puntos de sujeción pueden fallar y el o los otros serán capaces de aguantar el peso o golpe dinámico que genera el cuerpo anclado.

Polimeriza sin contracción, tiene bajas propiedades exotérmicas, buena adherencia al concreto y soporta metales, tiene buenas características metálicas, bajo módulo de elasticidad.

El epóxico como pasta para técnicas de restauración en estructuras de concreto, en la preparación antes de la aplicación de membranas de impermeabilización, puede ser también aplicado como un adhesivo para metal y caucho. Se puede usar en superficies horizontales y verticales hasta 25 a 30 mm de espesor por capa. Para obtener una óptima adherencia es importante preparar la superficie de concreto debe estar libre de materiales extraños, lechadas de cemento, grasa.

Es necesario mezclar los dos componentes un mezclador de bajas revoluciones hasta la completa homogenización para prevenir presencia de burbujas. El componente A es de color blanco llamado también ligante, el componente B es de color negro llamado como resina.

La completa homogeneidad se alcanza al adquirir que la pasta sea de color gris oscura, también es recomendable en orden de obtener buenos resultados es importante añadir cada parte de acuerdo a mezcla indicada.

El tiempo de trabajabilidad es 30 minutos a 20° C para temperaturas más altas, este tiempo disminuye si posee un incremento de temperatura se acelera el proceso de curado. La temperatura mínima recomendada para aplicar es 5° C para temperatura menores a esta ver recomendaciones en guía del fabricante.

2.7.2. Usos

Anclaje de varillas corrugadas y pernos roscados en materiales sólidos como concreto, piedra, bloques rellenos con Grout.

Para tensiones horizontales y verticales tanto bajo cabeza o sobre cabeza, en donde su fraguado lento permite un tiempo de trabajabilidad muy prolongado.

En anclajes cuyas perforaciones profundas o en aplicaciones civiles que no deban ponerse en servicio de manera rápida.

Para aplicaciones en ambientes externos o internos, sujetas a cargas dinámicas, tracción y vibraciones continuas.

Para anclaje de acero estructural al hormigón armado, barandas de seguridad, balcones, cubiertas corredizas, pasamanos en interiores o exteriores, asientos de escenarios deportivos.

2.7.3 Características de los adhesivos epóxicos.

- No se requiere la limpieza de la perforación y la instalación se hace con la tecnología.
- Aprobado por el ICC-ES para servicio en concreto fisurado y sismo.
- Se presentan en cartuchos plásticos unidos de forma paralelas de entre 300 ml.
- Adecuado en taladros de gran diámetro.
- Óptimo para altas temperaturas.
- Fácil instalación.
- Uso en hormigón fisurado y no fisurado.
- Empleo para cargas altas.

2.8. Brocas para concreto.

2.8.1. Tipo de brocas

Son instrumentos para perforaciones rectas con un cuerpo de acero cromo vanadio templado para obtener una amplia vida útil, algunos modelos especialmente las que se usan en hormigón armado contiene una punta de carburo de tungsteno ultra resistente para una durabilidad reforzada en rutinas de alto impacto.



Imagen 25. Características de una broca.

Fuente: <https://www.irvin.com.co>

Hay varios tipos pero entre las principales tenemos:

- SDS Max: para perforaciones en concreto tiene su cabeza reforzada y pastillas de tungsteno que aseguran perforaciones tanto en concreto como en metal y reducen la vibración del taladro.
- SDS Plus Premium: para perforaciones en granito, concreto armado endurecido y seco, posee una cabeza con corte monobloque con 3 filos de corte.
- SDS plus: también se lo usa en concreto duro, posee una punta auto ajustado que previene mucho el patinado.
- Zanco recto, para perforaciones en concreto con una resistencia final baja, posee una flauta larga y estriada con borde delgado para un desalojo de material continuo.

2.8.2. Broca para concreto SDS MAX

Las brocas Urrea SDS Max son para uso en martillos perforadores equipados con mandril SDS Max. Proveen un taladrado intensivo de gran desempeño con seis aristas de corte, sus canales con núcleo progresivo hacen que la parte gruesa de la espiral mantenga mayor fricción durante el taladrado, con esto se genera una mayor resistencia al uso (ver figura 3).

Cuenta con punta autocentráble, apoyos laterales y seis filos de corte que en combinación con la geometría de la espiral evacúan una mayor cantidad de polvo con gran rapidez. Su cabeza reforzada y pastillas de tungsteno (ver figura 2) que aseguran perforaciones tanto en concreto como en metal y reducen la vibración de la herramienta.

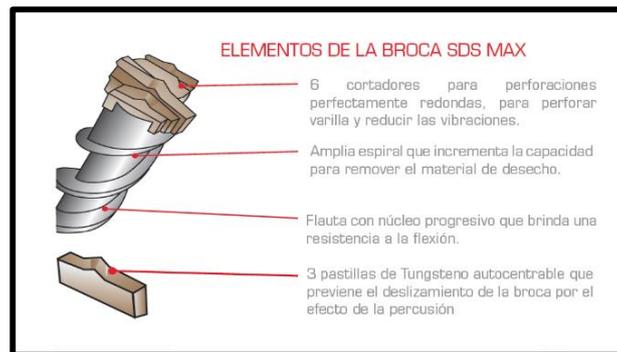


Imagen 26. Elementos de la broca SDS MAX

Fuente: <http://www.urreanet.com/newsletter/noviembre/CONCRETO.PDF>

Tabla de Desempeño en Materiales							
Concreto		+	+	+	+		
Concreto reforzado		+	+	+			
Piedra		+	+	+	+		
Piedra dura		+	+	+	+		
Granito		+	+				
Cerámica		+	+				
Yeso		+	+	+	+		
Ladrillo		+	+	+	+		
+	+	+	+	Excelente	+	+	Bueno
+	+	+		Muy bueno	+		Regular

Imagen 27. Tabla de desempeño.

Fuente: <http://www.urreanet.com/newsletter/noviembre/CONCRETO.PDF>

regulares. Zanco recto para montaje en mandriles de diámetros convencionales, ideal para uso en concreto suave y/o húmedo.



Imagen 32. Elementos de la Broca Zanco Recto

Concreto	+++
Concreto reforzado	+
Piedra	++
Piedra dura	++
Granito	+
Cerámica	+
Yeso	++++
Ladrillo	++++

++++	Excelente	++	Bueno
+++	Muy bueno	+	Regular

Imagen 33. Tabla de desempeño

Fuente: <http://www.urreanet.com/newsletter/noviembre/CONCRETO.PDF>

2.8.6. Relación de diámetro del anclaje con el diámetro de broca.

La relación para el recubrimiento perfecto está relacionado entre la perforación y el diámetro del anclaje, la relación está dada por los diseñadores de los epóxicos de adherencia, pero se mantienen en una de diferencia de 3.175 mm entre la broca y el anclaje acerado.

Característica	Símbolo	Unidades	Diámetro nominal del anclaje (pulg)/tamaño de la varilla de refuerzo							
			3/8 / #3	1/2 / #4	5/8 / #5	3/4 / #6	7/8 / #7	1 / #8	1 1/8 / #10	
Información de instalación										
Diámetro de broca	d_{bro}	pulg	1/2	5/8	3/4	7/8	1	1 1/8	1 1/4	1 1/2
Torsión máxima de apriete	T_{max}	lb-pie	10	20	30	45	60	80	125	175
Rango permitido de profundidad de empotramiento	Mínimo	h_{ef}	2 3/4	2 3/4	3 1/4	3 1/4	3 3/4	4	5	5
	Máximo	h_{ef}	4 1/2	6	7 1/2	9	10 1/2	12	15	15
Grosor mínimo del concreto	h_{min}	pulg	$h_{ef} + 5d_b$							
Distancia crítica al borde ²	c_{ad}	pulg	Vea el pie de nota 2							
Distancia mínima al borde	c_{min}	pulg	1 3/4						2 3/4	
Separación mínima de anclaje	s_{min}	pulg	3							

1. La información que se muestra en esta tabla se usa en conjunto con el criterio de diseño de ACI 318-11.
2. $c_{ad} = h_{ef} (k_{concr} / 1180)^{1/4} \times [3.1 - 0.7(h_{ef}/h_c)]$, donde:
 $h_{ef}/h_c \leq 2.4$
 k_{concr} = la resistencia a la adherencia característica en concreto sin fisuras, dada en las tablas siguientes $\leq k_{concr} (f_{te} \times f_c)^{0.5} / (f_c \times d_b)$
 h = espesor del miembro (pulg)
 h_{ef} = la profundidad de empotramiento (pulg)

Tabla 9: Referencia para recubrimiento de epóxicos a los anclajes.

Fuente: <http://www.mechanical.pe/documentos/simpson2009.pdf>

2.8.7. Colocación de mortero epóxico de transición.

Como sistema preventivo al caucho de la junta colocamos un mortero epóxico como protección, la función principal de este sistema la disminución de la fuerza en el momento del impacto con el neumático. Es un mortero que aísla totalmente la junta del asfalto y se coloca

en todo el borde y contiene también un sistema de drenaje por si algún momento llegara a penetrar agua o se presente fisura entre junta mortero o mortero asfalto.

El drenaje obviamente existirá en el lugar que lleve la pendiente, en el caso de la junta se ubicará en el tramo de ascenso; y se colocará en los dos lados. De estar a nivel ya que el agua escurrirá para los dos lados, el mortero al momento de la colocación se presentó de forma arenosa debido a que fue mezclada por un material fino.

El procedimiento es colocar los componentes a y b de forma individual, luego verterlo en una mezcladora (Concreteira) con 250 kg de arena de cuarzo que debe estar seca; se la mezcla por 15 minutos y conseguimos este material que se lo colocará en una franja de 10 cm a todo lo largo de la junta; como es un material suelto con un epóxico ligante para mejor adherencia. Entre estas partículas se decide compartir de manera manual para que se forme un solo elemento.

2.8.8. Sello de pernos

El sello de los pernos es la parte final del montaje de la que va a ser la junta y es que una vez liberada la topografía y que todos los pernos tengan la fuerza requerida no queda más que sellar o tapar los mismos con el fin de proteger cualquier penetración sea de algún material o de agua, ya que esto podría producir un deterioro acelerado del pernos lo cual ocasionaría el colapso de la junta.

Existen dos tipos de sellos uno es el que se colocara en el caucho y el otro será en el que se coloca en la plancha.

2.9. Complementarios

2.9.1. Inspección y mantenimiento.

Este capítulo se lo ha incorporado como una medida preventiva para el correcto funcionamiento del sistema de junta de dilatación; si bien es cierto que en el país no

contamos con fábricas que producen estas juntas, debemos tener en cuenta algunos correctivos existentes.

2.9.2. Inspección visual.

Consiste en una supervisión simple de la junta en la cual se puede observar daños de complejidad o simplemente cambios según su deterioro. Cabe mencionar, que una junta es un elemento principal en el correcto funcionamiento de la estructura es por esto que debemos tener un seguimiento permanente. La inspección visual consiste en una visita de campo superficial en la que podemos darnos cuenta en las carencias que posee la estructura.

2.9.3. Mantenimiento de la de junta.

La limpieza de la junta se dará superficialmente el neopreno necesita dar mantenimiento cada cierto tiempo debido a los canales pequeños que posee el caucho (en forma de acordeón), cabe mencionar también que es un caucho muy resistente pero si por algún motivo entrara un partícula de material pétreo (piedra o roca) y se quede incrustada en el caucho esto podría afectar de forma paulatina, es por esto que su cuidado es importante pero sencillo.

Para su mantenimiento correcto se recomienda un hidro-lavado, de forma que todo material que salga de las planchas de neopreno y el acordeón puedan trabajar de una mejor manera y a la larga no producir daños.

2.10. Registro de los desplazamientos.

El registro de datos es de forma inmediata ya que la variación de temperatura altera el desplazamiento de la estructura. Este puente al igual que el 50% que se encuentran construidos en esta ciudad tiene como base de infraestructura el hormigón, es decir losa sobre vigas. Por consiguiente si no se da el debido mantenimiento las afectaciones no solo se verán reflejadas en la parte física sino también en sectores comerciales y turísticos que se anexas por medio de la obra.

2.11. Cargas que actúan en un anclaje.

Las fuerzas que causan deterioros y desgaste a un anclaje químico en el comportamiento sistemático de las placas elastoméricas y que hacen necesario el plantear alternativas de solución al desgaste de los anclajes debido al tráfico vehicular son:

- Fuerza de tracción o tensión.
- Fuerza de corte o cizallamiento.
- Fuerza de compresión.

2.11.1. Fuerza de tracción o tensión

En el cálculo de estructuras en ingeniería civil se nombra tracción al esfuerzo a que está sujeto un cuerpo por la concentración de dos fuerzas que actúan en trayectoria opuesta, y tienden a dilatar.

Se considera que las tensiones que estén en cualquier sección perpendicular a dichas fuerzas: son normales a esa sección, son de sentidos opuestos a las fuerzas que intentan alargar el cuerpo.

2.11.2. Fuerza de Flexión.

En ingeniería se denomina flexión al tipo de deformación que presenta un elemento estructural alargado en una dirección perpendicular a su eje longitudinal. El término "alargado" se aplica donde una dimensión es dominante frente a las otras. Un caso típico son las vigas, las que están diseñadas para trabajar, principalmente, por flexión. Igualmente, el concepto de flexión se extiende a elementos estructurales superficiales como placas o láminas.

El esfuerzo que motiva esa flexión se denomina momento flector.

2.11.3. Fuerza de compresión.

El esfuerzo de compresión es una presión que tiende a causar en algunos casos una reducción de volumen, que siempre mantienen una masa constante. Si se somete un material a una fuerza de flexión, cizalladora o torsión actúan simultáneamente tensiones de tracción y compresión.

2.12. Tipos de fallas en los anclaje post hormigonado.

2.12.1. Tipos

Las principales tipos de fallas en los anclajes adhesivos dependen de diferentes componentes, como el tipo y la descriptiva del anclaje, las propiedades, mecánicas del material de anclaje, las propiedades mecánicas del material base, el tipo y dirección de la carga, la distancia al borde, la separación, la profundidad del empotramiento.

- Falla por ruptura del cono de concreto
- Falla por ruptura del borde de concreto
- Falla por rotura del concreto
- Fallas de adherencias
- Fallas por fractura del acero

2.12.2. Falla por ruptura del cono de concreto

Son fallas que se pueden vislumbrar si los adhesivos son instalados a pocas profundidades de penetración bajo una imposición de tensión, igualmente se pueden producir en grupos de anclajes instalados a un alejamiento menor que las críticas.

2.12.3 Falla por ruptura del borde de concreto

Este tipo de falla se puede ver visualizar si los adhesivos son instalados a una distancia al borde menor que la crítica ya sea bajo carga de tensión o corte, en este caso la falla no es del anclaje químico sino del concreto. Según pruebas realizadas la carga de tensión en la que

ocurre la falla está íntimamente relacionada con el desempeño de los agregados del concreto, otros elementos también pueden influir en la carga de tracción.

2.12.4. Falla por rotura del concreto

Se las puede observar si los anclajes instalados están en una pieza de hormigón muy delgada, si se aplica una carga de baja tensión.

- Resistencia del hormigón
- Espesor de losa

2.12.5 Fallas de adherencias

Este tipo de falla se pueden observar en anclajes adhesivos bajo una carga de tensión en la que se rompe un cono de concreto de escasa profundidad y falla la adherencia en el área de contacto entre la goma y el material base.

2.12.6. Fallas por fractura del acero

Se observa si están bajo carga de tensión o corte, aunque el espesor y las propiedades mecánicas de la sección de acero al concreto que junto con la profundidad de empotramiento del anclaje, su distancia al borde, separación y adherencia, impiden la falla en el material base.

2.13. Fundamentación técnica.

2.13.1. Normativa ACI 318 Disposiciones Sísmicas para Anclaje

2.13.2. Normativa ACI 318-08 Disposiciones sísmicas

2.13.3. Normativa ACI 318-11 Parte D.3.3.5 - Requisitos para la carga por cizallamiento

2.13.4. Normativa ACI 318-05- Anclajes al concreto.

2.13.5. Normativa ACI 318-11 – Apéndice D-Anclajes al concreto.

2.13.6. Normativa ACI 318-14- ACI 318-14-Capitulo 17

2.13.7. Normativa ACI 318-14-Capitulo 26

2.13.8. Epóxicos Normativa ASTM

2.13.9. Normas INEN

2.14. Fundamentación legal.

Se utilizaran las siguientes normas legales:

2.14.1. Ministerio del ambiental Ecuatoriano-Gestión integrada y ambientalmente racional de BIFENILOS POLICLORADOS (PCB) en el Ecuador.

2.14.2. Norma Ecuatoriana vial NEVI-12-MTOP- 2013-Distribucion máxima de carga por ejes.

2.14.3 Norma NSF/ANSI 61-NSF internacional-criterios para probar y evaluar productos para garantizar que no filtren agentes contaminantes al agua.

2.15. Marco conceptual

- **Placas elastoméricas:** Las placas elastoméricas o también llamadas juntas de dilatación o deformación, son módulos en dimensiones maniobrables que permiten los meneos tangentes entre dos partes de una estructura.
- **Epóxico:** Los materiales epóxicos comúnmente llamados o conocidos como resinas, su uso requiere de la mezcla con otros productos para lograr el endurecimiento.
- **Anclaje:** los anclajes son un sistema de constructivo de cimentaciones profundas, cuya finalidad se basa en dar soporte y sujeción.
- **Resina Epóxica:** Las resinas epoxícas son un tipo de adhesivos llamados estructurales o de ingeniería; el grupo incluye el poliuretano, acrílico y cian acrilato.
- **Hormigón:** El hormigón es un material de construcción formado por una mezcla de cemento, arena, agua y grava o piedra machacada.

- **Asfalto:** El Asfalto es un producto natural o compuesto que proviene de la destilación seca de productos orgánicos vegetales. Es una mezcla de Betún con productos materiales inertes tales como Sílice, Arena, Arcilla, etc.
- **Pernos:** Pieza metálica de forma cilíndrica, compuesta de una cabeza redondeada y una tuerca en el otro extremo.
- **Neopreno:** Material sintético, muy resistente a los aceites, hidrocarburos y a la luz solar, que se utiliza como junta o revestimiento
- **Acero:** Se denomina Acero a aquellos productos ferrosos cuyo porcentaje de Carbono está comprendido entre 0,05 y 1,7 %.

Capítulo III.

Marco metodológico.

Para proceder analizar el comportamiento sistemático de las placas elastoméricas en las juntas del puente segmentado sobre el río Daule y lograr plantear alternativas de solución al desgaste de los anclajes debido al tráfico vehicular, como alternativa de anclaje se sugiere cambiar el típico esparrago en acero A135 con hilo continuo, con un perno figurado con arandela inferior pero todo en acero A 193 tipo B7 como mínimo.

- Ensayos en laboratorio.
- Método de cálculo.

Ensayos en laboratorio.

Primero para confirmar la resistencia a tracción que soporta los anclajes de acero instalados versus la nueva propuesta, para este ensayo que recomienda la Norma ASTM E8, se realizó 2 especímenes en hormigón según recomendaciones entregadas por el laboratorio en cuyo sitio realizare las pruebas, con el dimensionamiento del espécimen volumétrico, la longitud incluida con inyección epóxica dentro del cubo de hormigón endurecido y también la distancia de la varilla expuesta.

Con los otros dos ensayos me servirán para la demostración de cuál es la resistencia de los 3 espécimen con diferentes epóxicos de adherencia inyectados, la misma varilla corrugada, similar dimensión de empotramiento y longitud de varilla expuesta, cuyos resultados me ayudaran con la selección del químico más resistente a la tracción, el de mayor volumen en su presentación y de menor costo en el mercado.

Método de cálculo.

Se procederá a verificar para que tipo de vehículos se realizó el diseño estructural del puente, ya que como eso podemos trabajar con unos de los camiones de diseño según el Ministerio de Obras Publicas del Ecuador o con recomendaciones de la Norma AASHTO capítulo 3.8.2.2.

Las dos normas dan como ejemplo un camión tipo HS 20-44 con un peso de 32.75 Kg, pero en ejes se coge el más desfavorable que sería de 14.550 kg en el eje y un peso en llanta de 7.275 kg.

El método del momento máximo de una viga isostática con carga puntual centrada, es el que utilizare para determinar el momento máximo vamos a determinar primero el diagrama de fuerza cortante, para aplicar después el método de las áreas y una vez aplicado este método determinar el momento requerido.

Además de este método de cálculo existen fórmulas para sistemas de anclajes en hormigón endurecido para 1 o un juego de 4 pernos adheridos con epóxicos en hormigón endurecido.

El cual indica que:

$$F = \frac{P * N_{ua} * F}{N^{\circ} P}$$

Fuerza necesaria es igual a multiplicación del peso de llanta por el número de mayorización o Factorización, dividido para el número de pernos a sujetar esa placa elastomérica.

Después encontrar la resistencia requerida en unidades de libra y verificar en las tablas de capacidad de anclaje de una revista de presentación de productos con talla internacional, confirmamos en que rango se encuentra y nos da el diámetro del anclaje, longitud de penetración, separación al borde y como la resistencia a corte no es necesario porque la pieza elastomérica no está expuesta a cizallamiento constante está de sobra el cálculo por corte.

La selección del epóxico se deberá seleccionar de los resultados de los ensayos realizados en el laboratorio, del cual se seleccionara el de mejor capacidad de tracción y comparar costo beneficio del producto.

3.1. Tipo de Investigación.

Para este proyecto se aplicará el Método descriptivo y de observación, con el descriptivo tenemos la pauta para establecer las características físicas y sociales que se dan por el daño que presentan en las juntas, que produce un tránsito lento y se puedan ocasionar accidentes, por la falta de una junta en perfectas condiciones que les brinde a los conductores movilidad y accesibilidad al puente.

Sujeto a lo que generó el objetivo general del proyecto: Comportamiento sistemático de las placas elastoméricas en las juntas del puente segmentado sobre el río Daule. Para plantear alternativas de solución al desgaste de los anclajes debido al tráfico vehicular, a través de alternativas constructivas y optimizar recursos.

El método de observación se lo aplica al momento de realizar los ensayos de adherencia, realizados a los 4 tipos de epóxicos utilizados en los cubos hechos de hormigón, de los que se pudo obtener la mejor alternativa de material a ser utilizado en la junta que se requiere instalar.

3.2. Enfoque de la investigación.

La investigación se enfocara de manera cuantitativa, porque se realizara una completa recolección de información y datos que fundamenten la calidad del material a ser aplicado como lo es el tipo de epóxico, para que el anclaje obtenga un mejor comportamiento y sea aplicado para la junta del puente.

3.3. Técnicas de investigación.

La técnica que se aplicará en esta investigación será de tipo descriptiva, el cual realizará una descripción completa del anclaje para juntas, además del proceso técnico que se aplicó en la instalación del anclaje existente de la junta que se tomara como muestra.

3.4. Población y muestra.

Para este estudio la población a beneficiarse serán los futuros usuarios que utilicen el puente sobre el río Daule, que unirá la ciudad de Guayaquil y Samborondón, se tiene un estimado de 35,000 vehículos que circularan por el puente.

3.5. Análisis de los resultados.

Con las pruebas realizadas a cada elemento que se utilizara para el proyecto de investigación, Comportamiento sistemático de las placas elastoméricas en las juntas del puente segmentado sobre el río Daule. Para plantear alternativas de solución al desgaste de los anclajes debido al tráfico vehicular.

Primero se inició con la fabricación de los moldes de madera los que servirán para contener el hormigón y elaborar de los dados de concreto, todo este proceso de fabricación de los dados de hormigón se lo realizo en el laboratorio de la facultad de Ingeniería Industria y construcción de la universidad.

El hormigón a ser utilizado en la elaboración de los dados, fue diseño para una resistencia de 280kg/cm², cuyas dimensiones fueron de 0.40x0.40x0.40m una vez hormigonados, para obtener un mejor fraguado del hormigón a las 12 horas de iniciado su fraguado, se los introdujo en fundas de plástico llenas de agua para que el fraguado sea lento y evitar la aparición de fisuras por efecto del fraguado del hormigón.

Capítulo IV

Propuesta.

Posterior a los objetivos fijados en esta investigación y después de haber obtenido los registros y resultados se plantea como propuesta para mejorar el sistema de anclajes con epóxico de adherencia para las placas elastoméricas en las losas del nuevo puente segmentado sobre el río Daule, con cumplimiento con normas y especificaciones por la asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estatales y Transportes (AASHTO), Instituto Americano del concreto (ACI), quienes determinan los factores de carga y resistencia para su diseño.

4.1. Diseño de la propuesta

Para el diseño de un anclaje post – hormigonado para mejorar el comportamiento sistemático de las placas elastoméricas en las juntas del puente segmentado sobre el río Daule, y para plantear alternativas de solución al desgaste de los anclajes debido al tráfico vehicular, se requiere de la selección de los materiales y epóxicos adecuados para soportar la fuerza de desprendimiento del anclaje químico, con una técnica específica de adherencia entre el hormigón perforado, el epóxico inyectado y el perno seleccionado; los cuales deben tener una correlación muy buena, ya que la falla de uno de ellos provocaría el desprendimiento de la junta de neopreno principal beneficiado de este conjunto o familia que se produce al unir los tres elementos.

La clave para generar esta perfecta relación entre los tres elementos es la fabricación de aristas vivas dentro del agujero perforado en el hormigón armado y el cambio del tradicional esparrago de hilo continuo, por un perno figurado del mismo diámetro que recomienda los instaladores y fabricantes de juntas elastoméricas, tanto los diseñadores nacionales como también los internacionales.

Por consiguiente, no es necesario diseñar otro modelo de anclaje metálico, porque la fuerza de corte no influye mucho en el deterioro de los mismos, pero la fuerza de tracción que actúa

sobre estas placas continuamente es el principal problema que deben soportar los anclajes que se instalan en la losa sobre la cual se montara transversalmente todas las placas de neopreno que sean necesarias para simular la separación entre las losas, para lo cual necesitamos cumplir con algunos requisitos generales los cuales se mencionan a continuación:

- Reconocimiento del diseño de las losas.
- Selección de un tipo de junta.
- Fuerzas que actúan sobre un anclaje.
- Camión de diseño.
- Factor de seguridad
- Factor de mayorización.
- Sistema de cálculo.
- Fuerzas de tracción para un juego de 4 pernos.
- Resistencia requerida.
- Tipo de acero para diseño de anclaje.
- Determinación de diseño de perno según estudio en laboratorio.
- Selección de epóxico según estudio en laboratorio.
- Instrucciones de instalación y aplicación.

4.2. Reconocimiento del diseño de las losas según planos.

Una vez determinadas los movimientos de desplazamiento que están diseñado las losas y con ello a realizar y analizar el comportamiento sistemático de las placas elastoméricas en las juntas del puente segmentado sobre el río Daule, para plantear alternativas de solución al desgaste de los anclajes debido al tráfico vehicular.

4.3. Selección de un tipo de junta.

Debido a que el diseño de desplazamiento es para grandes movimiento se puede considerar como la junta más despreciable para este cálculo es la placa de neopreno con dimensiones:

Modelo JCV-13001207 mm de ancho, 127 mm de espesor, 381 mm entre tableros y 122 mm de longitud.

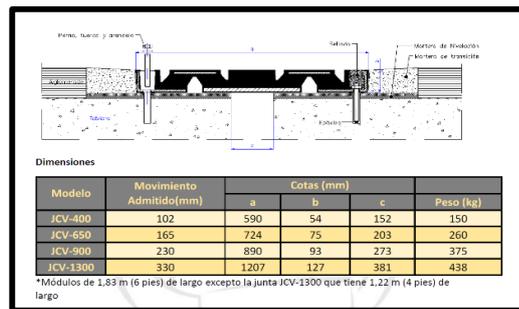


Imagen 34. Modelos de Juntas
Fuente: <https://cauchosvikingo.com/product/traccion/>

4.3.1. Fuerzas que actúan en un anclaje.

Al tener en cuenta las dimensiones de las juntas elastoméricas o también llamadas juntas de expansión, espaciamento y diseño de las losas, podemos detallar que según sea el diseño o carga a soportar se puede realizar un cálculo con una o tres cargas que actúan sobre el anclaje.

En este caso por ser una junta elastomérica para grandes movimientos y no una junta de expansión sísmica m solo se debe realizar el cálculo con solo la fuerza de tracción, ya que el modulo va a trabajar encapsulado entre hormigón de alta resistencia.

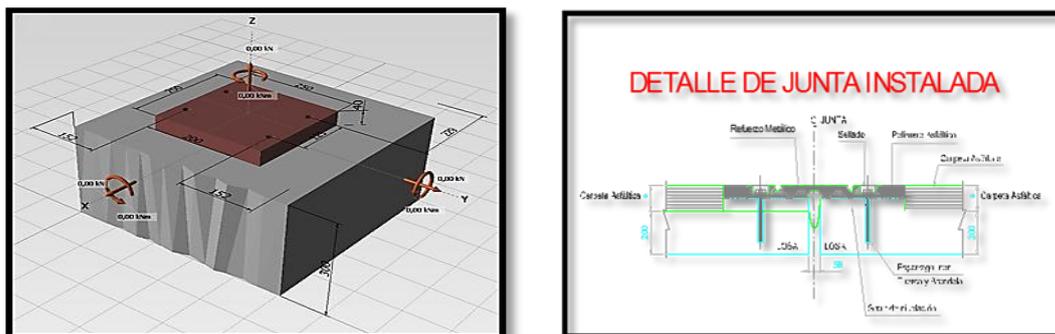


Imagen 35-36. Fuerzas que se pueden presentar en una junta con anclajes.
Fuente: <https://cauchosvikingo.com/product/traccion/>

4.3.2. Camión tipo para diseño de anclaje.

Los camiones propuestos como H consisten en un camión de dos ejes, o su adecuada línea de peso. Los automotores considerados por el Manual de vías para esta clase son: H 15-44 y H

20-44. Las longitudes de estos camiones se encuentran definidas en el capítulo 3.8.2.2 de la Norma AASHTO.

Sin importar el tipo de camión utilizado en el diseño, se debe considerar un tren de carga, es decir, la carga del camión debe ser aplicada en varios puntos, hasta llegar a simular la acción del camión por sobre la junta. De esta manera, para el diseño del elemento que constituye parte del puente, se deben determinar los esfuerzos máximos con las posiciones más desfavorables del camión.

Para este caso en particular se considera en el diseño la aplicación de un camión HS 20-44, debido a que este puente es un puente de índole urbano con paso constante de vehículos, que puede verse sometido a la acción de paso constante de vehículos y camiones cargados de mercadería de toda índole.

Esto es debido al ingreso a la ciudad más económicamente activa como es Guayaquil y también da ingreso a una ciudad satélite como es La Puntilla parroquia que pertenece al cantón Samborondón.

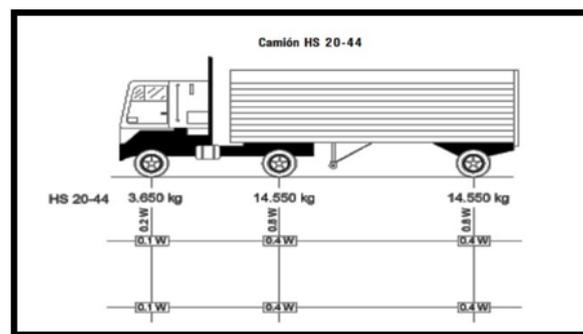


Imagen 37. Camión de diseño para puentes según ASSTHO.

Fuente: <https://es.scribd.com/doc/94869334/CAMION-AASHTO-HS20>

En el Ecuador el MTOP ha designado la siguiente terminología para los vehículos que circulan en el país.

TIPO	DISTRIBUCIÓN MÁXIMA DE CARGA POR EJE	DESCRIPCIÓN	PESO MÁXIMO PERMITIDO (Ton.)	LONGITUDES MÁXIMAS PERMITIDAS (metros)		
				Largo	Ancho	Alto
2 D			7	5,00	2,60	3,00
2DA			10	7,50	2,60	3,50
2DB			18	12,20	2,60	4,10
3-A			27	12,20	2,60	4,10
4-C			31	12,20	2,60	4,10
4-0 OCTUPLO			32	12,20	2,60	4,10
V2DB			18	12,20	2,60	4,10
V3A			27	12,20	2,60	4,10
VZS			27	12,20	2,60	4,10
T2			18	8,50	2,60	4,10
T3			27	8,50	2,60	4,10
S3			24	13,00	2,60	4,10
S2			20	13,00	2,60	4,10
S1			11	13,00	2,60	4,10
R2			22	10,00	2,60	4,10
R3			31	10,00	2,60	4,10
B1			11	10,00	2,60	4,10
B2			20	10,00	2,60	4,10
B3			24	10,00	2,60	4,10

Para las unidades de carga (Remolques, semiremolques y remolques balanceados) en la combinación se restará el largo del traslape.

Imagen 38. Distribución máxima de carga por eje
Fuente: <https://es.scribd.com/doc/94869334/CAMION-AASHTO-HS20>

TIPO	DISTRIBUCIÓN MÁXIMA DE CARGA POR EJE	DESCRIPCIÓN	PESO BRUTO VEHICULAR MÁXIMO PERMITIDO (toneladas)	LONGITUDES MÁXIMAS PERMITIDAS (metros)		
				Largo	Ancho	Alto
2S1			29	20,50	2,60	4,30
2S2			38	20,50	2,60	4,30
2S3			42	20,50	2,60	4,30
3S1			38	20,50	2,60	4,30
3S2			47	20,50	2,60	4,30
3S3			48	20,50	2,60	4,30
2R2			40	20,50	2,60	4,30
2R3			48	20,50	2,60	4,30
3R2			48	20,50	2,60	4,30
3R3			48	20,50	2,60	4,30
2B1			29	20,50	2,60	4,30
2B2			38	20,50	2,60	4,30
2B3			42	20,50	2,60	4,30
3B1			38	20,50	2,60	4,30
3B2			47	20,50	2,60	4,30
3B3			48	20,50	2,60	4,30

Imagen 39. Distribución máxima de carga por eje

Fuente: Fuente: <https://es.scribd.com/doc/94869334/CAMION-AASHTO-HS20>

Como resultado de las dimensiones y peso de camiones tanto como el ASSTHO y NEVI-12, se considera como el más desfavorable el camión HS-20-44, para el cálculo de los anclajes para analizar los esfuerzos que actúan sobre las juntas elastoméricas sobre el cuarto puente que comunican a las ciudades de Guayaquil y la ciudad Satélite “La Puntilla”.

4.4. Factor de seguridad.

El coeficiente de seguridad o respaldo, es el coeficiente del valor calculado entre la capacidad máxima de un sistema y el valor del requerimiento esperado, que puede ser real a la carga que será sometida. Por tal motivo debe de ser un número mayor que uno por lo general puede oscilar entre 1,1 hasta 1,9, que puede indicar la capacidad en exceso que tiene un sistema sobre los requerimientos del diseño.

Este índice de seguridad se aplica en diferentes campos como la ingeniería civil, ingeniería eléctrica, ingeniería mecánica, etc.

Valor del coeficiente utilizado es 1,3 para realizar los cálculos de tracción en los anclajes químicos.

$$F_s = \frac{T_{\text{ultimo}}}{T_{\text{admisible}}} = 1,3$$

4.5. Factor de mayorización.

Es un factor que se aplica por la carga que actúa sobre cualquier elemento, se lo aplica para tener un miembro o conexión bajo cargas factorizadas.

En general las cargas factorizadas se obtienen al multiplicar las cargas de ericio o de trabajo por un factor de carga, que también suele ser mayor que la unidad.

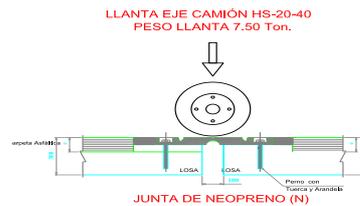
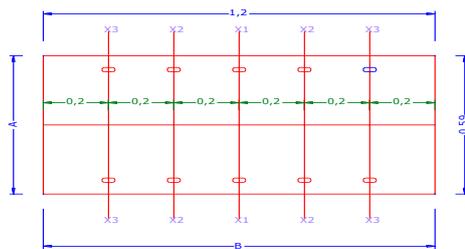
$$N_{ua} = \text{Carga factorizada}$$

$$N_{ua} = 1.60$$

4.6. Sistema de cálculo.

Los requisitos de Reglamento para Concreto Estructural (ACI 318-05), del Instituto Americano del Concreto, que nos dan los requerimiento mínimos para realizar cualquier diseño, mejora, adherencia o construcción sobre concreto estructural.

Con respaldo el formato de diseño LRFD (Diseño por factores de carga y resistencia), el cual analiza en primer término, las cargas o momentos que se presentan en las secciones críticas de un elemento estructural o estructura bajo las acciones de diseño o cargas factorizadas.



$$\begin{aligned}
 PX1 &= 7500 \text{ kg} / 4 \text{ ejes} = 1875 \text{ kgf} \\
 PX2 &= 1875 \text{ kgf} \times (B / N^{\circ} \text{ de vanos} + 1) \\
 PX2 &= 1875 \text{ kgf} \times (0.30 + 1) = \mathbf{2437.50 \text{ kgf}} \\
 PX3 &= 2437.5 \text{ kgf} \times (B / N^{\circ} \text{ de vanos} + 1) \\
 PX3 &= 2437.5 \text{ kgf} \times (0.30 + 1) = \mathbf{3168.7 \text{ kgf}}
 \end{aligned}$$

$$MX1 = \frac{P.L}{4} = \frac{1875.00 \text{ kgf} \times 0.59 \text{ m}}{4} = 276.56 \text{ kgf m}$$

$$MX2 = \frac{P.L}{4} = \frac{2437.50 \text{ kgf} \times 0.59 \text{ m}}{4} = 359.53 \text{ kgf m}$$

+

$$MX2 = \frac{P.L}{4} = \frac{3168.70 \text{ kgf} \times 0.59 \text{ m}}{4} = 467.38 \text{ kgf m}$$

$$Mp = \frac{MX1 + (MX2 \times 2) + (MX3 \times 3)}{5} = \frac{276.56 \text{ kgf m} + 359.53 \text{ kgf m} + 467.38 \text{ kgf m}}{5} =$$

$$Mp = 386.076 \text{ kgf m}$$

$$\text{Momento promedio} = 386.076 \text{ kgf m} / 1 \text{ m} = 386.076 \text{ kgf}$$

$$F \text{ tracción} = \frac{Mp \times l_f \times F_s}{N^{\circ} \text{ Pernos}} = \frac{386.076 \text{ kgf} \times 1.6 \times 1.3}{1} = \mathbf{803.038 \text{ kgf}}$$

T tracción requerida = 803.038 kgf en cada perno.

$$\mathbf{803.038 \text{ kgf} \times 0.009806 \text{ kN} = 7.87 \text{ kN}}$$

$$\mathbf{1 \text{ kgf}}$$

$$\text{Test \# 3 con código de laboratorio 17-1251} = \mathbf{47.61 \text{ kN}}$$

Cálculo realizado por Royy Briones 2018

Donde;

P= peso de mitad del eje

If= Índice de factorización...

Fs= factor de seguridad

N°p= número de pernos

4.7. Fuerzas de tracción para un juego de 4 pernos.

CALCULO DE TRACCIÓN NECESARIA PARA UN JUEGO DE 4 PERNOS.

$$F = \frac{PN_{ua}F}{N^{\circ}p} = \frac{7.25 \text{ Ton.} \times 1.6 \times 1.3}{4} = \frac{15.08 \text{ Tn}}{4} = 3.78 \text{ Tn}$$
$$0.75 \times 4 \times R = (15.08 \text{ Tn} \times 1000\text{kg} \times 2.2\text{Lb})$$
$$R = \frac{33,176 \text{ Lb}}{0.75 \times 4} = \frac{33,176 \text{ Lb}}{3} = 11,058.66 \text{ Lb} \sim 12,000.00 \text{ Lb}$$
$$= 5,026.66 \text{ Kg} \sim 5,454.54 \text{ Kg}$$

Cálculo realizado por Royy Briones 2018

Donde;

P= peso de mitad del eje

Nua= carga factorizada.

F= factor de seguridad.

N°p= número de pernos.

Coefficiente de reducción de resistencia= 0.75 (falla del acero)

R= Resistencia requerida.

4.8. Resistencia requerida.

La resistencia requerida viene del cálculo anterior donde el resultado nos dio una capacidad de 11,058.66 libras, dentro del cuadro me voy a resistencia al acero en tensión nominal y me da un diámetro de anclaje de ½ pulgada.

ANCLAJE <i>Anclaje adhesivo a torque</i>						
Datos de diseño de tensión para anclaje IXP™ con adhesivo epóxico en concreto de peso normal ¹						
Característica	Símbolo	Unidad	Diámetro del anclaje nominal (pulg.)			
			¾	1	1½	2
Profundidad de empotramiento	h_{em}	pulg.	3¼	4¼	6¼	8¼
Resistencia al acero en tensión						
Resistencia al acero en tensión nominal	N_s	libras	6,175	11,075	17,675	25,900
Coefficiente de reducción de resistencia - Falta del acero	ϕ	-	0.75			
Resistencia a la ruptura del concreto en tensión²						
Profundidad de empotramiento efectiva	h_{ef}	pulg.	3¼	4¼	6¼	8¼
Distancia al borde crítica ³	c_{cr}	pulg.	5	7¼	10	12¼
Coefficiente de efectividad - Concreto sin fisuras	k_{cr}	-	24			
Coefficiente de efectividad - Concreto fisurado	k_{fr}	-	17			
Relación de h_{em}/h_{ef}	λ	-	1.41			
Coefficiente de reducción de resistencia - Falta por ruptura del concreto	ϕ	-	0.65			
Resistencia al arrancamiento en tensión (2,500 ≤ f_c ≤ 8,000 LPPC)						
Resistencia al arrancamiento nominal - Concreto fisurado	N_{arr}	libras	∅			
Resistencia al arrancamiento nominal - Concreto sin fisuras	N_{arr}	libras	∅			
Coefficiente de reducción de resistencia - Falta por arrancamiento	ϕ	-	∅			
Resistencia al arrancamiento en tensión para aplicaciones sísmicas (2,500 ≤ f_c ≤ 8,000 LPPC)						
Resistencia a la tensión - Cargas sísmicas	N_s	libras	∅			
Coefficiente de reducción de resistencia - Falta por arrancamiento	ϕ	-	∅			

Imagen 40. Referencia para diseño de tensión
Fuente: <http://www.mechanical.pe/documentos/simpson2009.pdf>

Con ese diámetro de anclaje, me da un espesor mínimo de 9 ¾ de pulgada, que en S.I es de 0.247 m de espesor.

Una profundidad de empotramiento de 4 7/8 de pulgada similar a 0.1238 m.

Información de instalación y datos adicionales para anclaje IXP™ con adhesivo epóxico en concreto de peso normal ¹						
Característica	Símbolo	Unidad	Diámetro del anclaje nominal (pulg.)			
			¾	1	1½	2
Información de instalación						
Diámetro de la broca	d	pulg.	¾	1	1½	2
Diámetro de la perforación en la placa de base	d_b	pulg.	0.438	0.563	0.888	0.875
Torque de instalación	T_{inst}	piez-libras	30	60	100	160
Profundidad de empotramiento y profundidad de empotramiento efectiva	h_{em}/h_{ef}	pulg.	3¼	4¼	6¼	8¼
Distancia al borde crítica	c_{cr}	pulg.	5	7¼	10	12¼
Distancia al borde mínima	c_{min}	pulg.	3¼	4¼	6¼	8¼
Separación mínima	s_{min}	pulg.	5	4¼	6¼	8¼
Espesor del concreto mínimo	h_{con}	pulg.	6¼	9¼	13¼	16¼
Datos adicionales						
Categoría de anclaje	categoría	-	1			
Límite de fluencia	f_u	LPPC	105,000			
Resistencia a la tensión	f_m	LPPC	125,000			
Área de esfuerzo de tensión mínima	A_n	pulg ²	0.0494	0.0896	0.1414	0.2064

Imagen 41. Referencia para diseño de tensión
Fuente: <http://www.mechanical.pe/documentos/simpson2009.pdf>

4.9. Tipo de acero para diseño de anclaje.

Normalmente los pernos de anclaje para las juntas elastoméricas son de acero normados con la ASTM y como mínimo son acero A193 en grado B7, pero para nuestro diseño preferimos un acero A325 tipo 1, con acabado zincado, cuyas características superan al A193, que es más resistente al corte y tensión.

TIPO Y GRADOS DE RESISTENCIA - SAE-DIN-ISO-ASTM			RESISTENCIA A LA TENSION (mínima) kg/cm ²	RESISTENCIA A LA FLUENCIA (mínima) kg/cm ²	USOS	CARACTERISTICAS
VARILLA CORRUGADA			6300	4200	Refuerzo para obras civiles en hormigón.	Acero de bajo Carbono tratado térmicamente
		AS A193 TIPOB7 (hasta 2 1/2 "Ø)	8787,5	7381,5	Mayor requerimiento a la fatiga del material y mayor resistencia al impacto o resaca.	Acero de medio Carbono tratado térmicamente
SAE GRADO 2	DIN/ ISO - DIN CLASE 5.8	AS A325 TIPO 1 (hasta 1Ø)	8500	6500	Para requerimientos de alta tracción y otros, especialmente para juntas estructurales cargadas mecánicamente.	Acero de Medio Carbono tratado térmicamente
SAE GRADO 5	DIN/ ISO - DIN CLASE 8.8	AS A490	10500	8100	Para requerimientos de alta resistencia a la tracción, flexión, cizalle, además de cacha de motores, paquete de resortes, pernos para ruedas, vehículos pesados etc.	Acero de Medio Carbono aleado, tratado térmicamente

SAE : SOCIEDAD DE INGENIERIA EN AUTOMOVILES
DIN: INSTITUTO DE NORMALIZACION ALEMAN
ISO : ORGANIZACION INTERNACIONAL DE NORMALIZACION
ASTM : SOCIEDAD AMERICANA DE ENSAYOS DE MATERIALES.

Imagen 42. Cuadro de tensión y fluencia de aceros
Fuente: Royy Briones 2018

Perno para anclaje: As A325 tipo 1

Diámetro: 1/2" – 5/8"

Longitud: 15 cm

Resistencia a la tensión: 6300 kg/cm²

Limite a la Fluencia: 7381,5 kg/cm²

4.10. Determinación de diseño de perno según estudio en laboratorio.

Para determinar cuál diseño de perno es el más recomendado para el comportamiento sistemático de las placas elastoméricas en las juntas del puente segmentado sobre el río Daule y para plantear alternativas de solución al desgaste de los anclajes debido al tráfico vehicular, se realizó ensayos de tracción según la norma ASTM E8-Ensayo de tracción de materiales.

Estos métodos de prueba cubren una amplia gama de ensayos en cualquier forma a temperatura ambiente, algunos de estos ensayos pueden ser:

- Resistencia a la fluencia
- Rendimiento del punto de alargamiento.
- Elongación.
- Resistencia a la tracción.
- Reducción del área.

Este ensayo consiste en el estiramiento de una varilla de hilo continuo o figurada, empotrada con epóxico químico de adherencia en un cubo de hormigón (ver anexo de diseño de hormigón), con medidas y diámetros analizados por los fabricantes de los tres epóxicos escogidos dentro del mercado nacional para los ensayos.

Datos técnicos para el ensayo.

Dados de hormigón:

Dimensiones = 30*30*30 cm

Resistencia = $f'c$ 240 kg/cm²

(Ver fotos de diseños de cubos de hormigón)

Perforación:

Diámetro de perforación = $\frac{3}{4}$ de pulgadas, igual a 19.05 mm

Longitud de perforación = 12 cm.

(Ver fotos de perforación de cubos de hormigón)

Diámetro de anclaje:

Varilla corrugada de 16 mm

Longitud = 60 cm, requerimiento solicitado por el laboratorio)

Varilla de hilo continuo:

Varilla de 16 mm

Longitud = 60 cm, requerimiento solicitado por el laboratorio).

(Ver fotos de varillas empotradas en los cubos de hormigón)

Sujetadores metálicos para juntas:

Se usaron dos tipos de anclajes para los ensayos para saber que diseño soportan más carga de tracción y llegar a una conclusión de cuáles son los más idóneos para sujetar las juntas elastoméricas.

Test #1 Varillas de hilo continuo (llamados espárragos), y el test #2 también los anclajes con varilla figurada, ambos se utilizan en el sitio de la obra en conexiones que unen miembros individuales ya sean en anclajes pre hormigonados y post hormigonados.

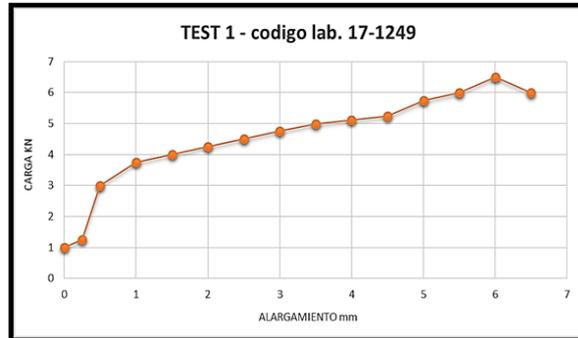


Imagen 43. Muestra grafica de ensayo 17-1249.
Fuente: Roy Briones 2018.

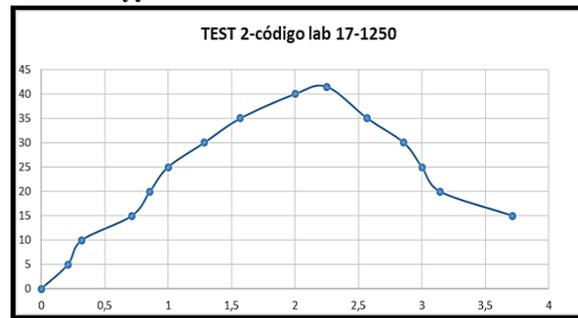


Imagen 44. Muestra grafica de ensayo 17-1250.
Fuente: Roy Briones 2018

Los resultados dan como mejor opción según las pruebas de laboratorio dan con un 86.62% de la prueba 17-1250 con relación al otro ensayo.

4.11. Selección de epóxico según estudio en laboratorio.

Para realizar un mejor estudio sobre cuál sería el mejor epóxico para mejorar el comportamiento sistemático de las placas elastoméricas en las juntas del puente segmentado sobre el río Daule y para plantear alternativas de solución al desgaste de los anclajes debido al tráfico vehicular, se realizó 4 pruebas de tracción, de las cuales se describe los elementos usados en cada cubo de ensayo:

Test #2 – código en laboratorio # 17-1250.

Ensayo en cubo de hormigón, contiene epóxico de anclaje tipo 1, varilla corrugada en el exterior y figurada para anclaje dentro del cubo, de 75 cm de longitud, empotramiento 12 cm.

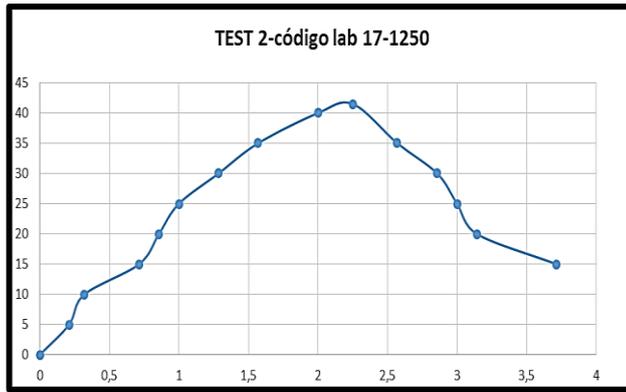


Imagen 45. Muestra grafica de ensayo 17-1250.
Fuente: Royy Briones 2018.

Test #3 – código en laboratorio # 17-1251.

Ensayo en cubo de hormigón, contiene epóxico de anclaje tipo2, varilla corrugada en el exterior y figurada para anclaje dentro del cubo, de 75 cm de longitud, empotramiento 12 cm.

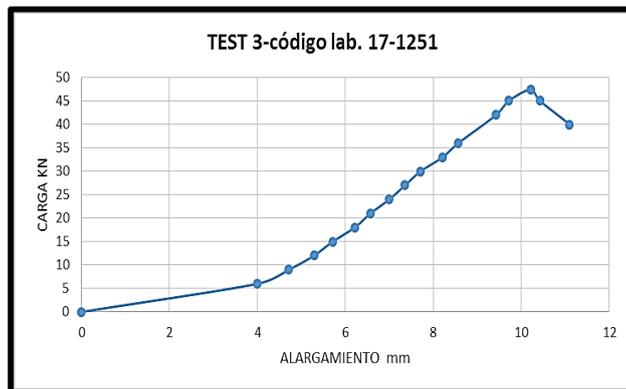


Imagen 46. Muestra grafica de ensayo 17-1251.
Fuente: Royy Briones 2018.

Test #4 – código en laboratorio # 17-1252.

Ensayo en cubo de hormigón, contiene epóxico de anclaje tipo 3, varilla corrugada en el exterior y figurada para anclaje dentro del cubo, de 75 cm de longitud, empotramiento 12 cm.

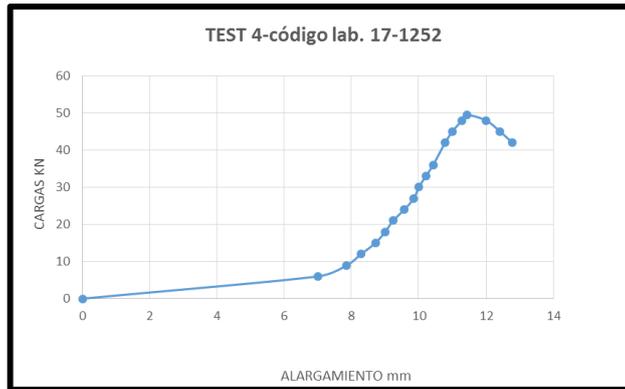


Imagen 47. Muestra grafica de ensayo 17-1252.
Fuente: Royy Briones 2018.

Una vez analizados los resultados del laboratorio, se puede notar que los últimos 3 ensayos soportar una carga entre 40KN y 50 KN, se escogió el ensayo # 4 con código de laboratorio 17-1252 como ganador entre los tres con 49,61 KN, pero según análisis de costo y rendimiento (ver anexo de análisis de precios), la mejor opción es el test # 3 con código de laboratorio 17-1251 el más conveniente.

4.12. Instrucciones de instalación y aplicación para ensayos.

4.12.1. Diseños de dados

Los espécimen para los ensayos de tracción se elaboraron de hormigón mezclado en concretera basado en un diseño de agregación de proporción 1:2:3, con parihuelas de 0.35m x 0.35m x 0.26m, para la arena y piedra triturada. (Ver anexos vaciados de hormigón)



Imagen 48. Vaciado de hormigón en encofrado.
Fuente: Royy Briones 2018.

4.12.2 Dimensionamiento de las muestras.

Las muestras para el ensayo de tensión, fueron tomadas en relación a el espacio en la maquina universal de ensayo 600Kn y peso del elemento para su maniobrabilidad.



Imagen 49. Dados de hormigón listo para fraguar.
Fuente: Royy Briones 2018.



Imagen 50. Muestras de hormigón desencofrado.
Fuente: Royy Briones 2018.

Las muestras se realizaron con encofrados de 0.30m x 0.30m x 0.30m, en plywood de 12mm., para evitar las superficies y aristas irregulares, hincado 25 veces con una varilla de 5/8" de punta semiesférica lisa, dividir imaginariamente el cubo en cuatro partes iguales, para evitar así la realización de burbujas de aire en su interior al momento de desencofrar, esto se lo realizo para el ensayo de tracción (ASTM E8 2013-Métodos de Pruebas Estándar para Tensión en Materiales Metálicos), también se hincó el contenido de hormigón para la muestra cilíndrica (300 altura x 150 mm de diámetro) que dicho molde sería para el ensayo compresión (ASTM C39, Método de Ensayo Normalizado para la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto), e hincar cada capa con la varilla, sin sobre pasar la capa anterior, también se sugiere dar golpes suaves con un mazo de goma a los costados del cilindro metálico, con un acabado liso en la parte superior.(**Ver anexos**).

4.12.3. Curado de los especímenes.

Los especímenes una vez desencofrados fueron saturados en agua potable para que empiece el curado de la muestra y bajar la temperatura del hormigón, este proceso se lo realizó por 28 días consecutivos, revisados cada 5 días, debido a que la deshidratación entre las primeras 120 horas es muy aceleradas. (Ver anexos)



Imagen 51. Muestras saturadas de agua
Fuente: Royy Briones 2018.



Imagen 52. Muestras cilíndricas para ensayos
Fuente: Royy Briones 2018.

4.12.4. Resultado de las muestras en el ensayo de compresión.

Los cilindros tomados para el ensayo de compresión dieron una resistencia a la rotura de 246.60 kg/cm² a los 28 días, con la resistencia debida para proceder a realizar los trabajos en los cubos para pruebas de tracción según la norma ASTM E8-2013.

4.12.5. Distancia al borde

Las distancias al borde para los anclajes a instalar se recogen de la norma ACI 318-11- Seccion D-8.6, para respetar la distancia que no debe ser menos a 2 hef, (altura efectiva), para anclajes adheridos con epóxicos químicos tal como se muestra en la imagen.

$$D_b = 2h_{ef}$$



Imagen 53. Distancia al borde.
Fuente: Royy Briones 2018.

4.12.6. Escanear el acero de refuerzo.

Se detallara sobre la losa de hormigón el recorrido de todo el acero de refuerzo, para evitar encontrarse en el momento de la perforación y provocar accidentes que se pueden producir con el torque del roto-martillo al momento de quedar atrapado con el acero de refuerzo.



Imagen 54. Escáner para hormigón armado

Fuente: Royy Briones 2018.

4.12.7. Proceso de perforación

Este es uno de los procesos más riesgosos donde el equipo de trabajo debe contar con las seguridades del caso para poder realizarlo. Entre las seguridades ocupacionales se destacan las siguientes: casco, viseras, protectores auditivos, guantes de cuero y botas con protección de acero en las puntas. Se inicia el proceso al perforar el orificio, con el radio y el calado especificados, que depende del tipo de carga a soportar o al tipo de diseño.

La profundidad de la perforación está dada, según la norma ACI 318s-11-Sección D.8.5, que indica sobre el valor de hef, para un anclaje pos instalado, de expansión o con sobre perforación en su base, no debe exceder al mayor entre $2/3$ de altura del espesor del elemento.

$$H_{ef} = 2/3 (h \text{ de elemento}).$$

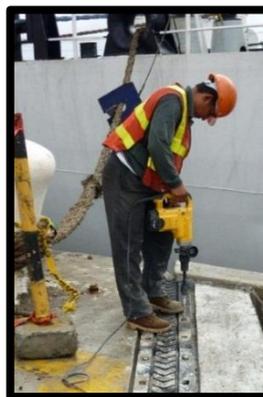


Imagen 55. Perforación sobre losa de H.A.

Fuente: Royy Briones 2018.

Para mejorar la adherencia entre el elemento de hormigón y el epóxico se deberá deformar el interior de la perforación con una broca de dientes interiores, como prototipo se escogió una broca similar a la broca tipo sacabocado con dientes de carbono que sobresale 3 mm de su diámetro.

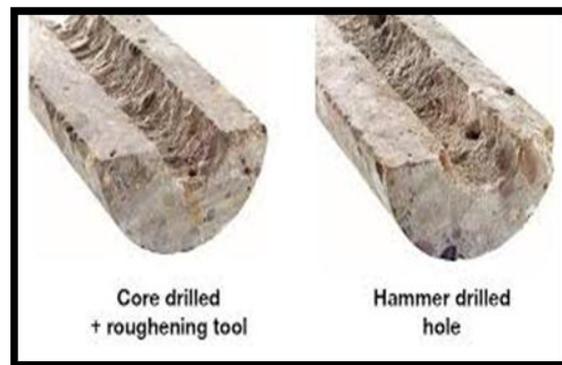


Imagen 56. Caras con aristas vivas dentro de la perforación.
Fuente: <https://goo.gl/images/mgBdKh>



Imagen 57. Diferencia entre perforaciones.
Fuente: <https://goo.gl/images/mgBdKh>

4.12.8. Inyección de epóxico químico

Una vez realizado las aristas vivas dentro del orificio se debe remover todo el exceso de material suelto o partículas de polvo que exista en su interior, se lo eliminara al aplicar un equipo que emane aire comprimido, sin rastro de cualquier químico o aceites extraños.



Imagen 58. Inyección de epóxico
Fuente: Royy Briones 2018.

Para confirmar que no exista material suelto dentro del orificio perforado, se deberá limpiar con un cepillo de alambre trenzado con cerdas de nylon, durante unos 3 a 6 ciclos según sea de su necesidad. Confirmado la inexistencia de material suelto dentro del orificio se procederá a la inyección del epóxico según las normas del fabricante.

Para mejorar este proceso se debe incluir que el llenado debe de ser la mitad del orificio, para evitar producir bolsas de aire al realizar la inyección del epóxico, y también se puede recomendar que el trabajo de inyección sea en horas de la noche para evitar las altas temperaturas guardadas en el interior de la losa, que puede producir una aceleración en el fraguado del producto químico.

4.12.9. Instalación de perno

La recomendación sobre este proceso es tomada de sistemas de anclajes y sujeción para concreto y mampostería 2009-2010-de Simpson strong tie anchor systems. Insertar el esparrago para el anclaje muy lentamente, con vueltas hasta que llegue o haga contacto con la parte inferior del orificio.



Imagen 59. Instalación de perno.
Fuente: Royy Briones 2018.

4.12.10. Tiempo de fraguado de químico para anclar

Un fraguado óptimo es el recomendado por los fabricantes, pero sería de mucha ayuda para el secado normal que los trabajos se realicen en jornadas nocturnas.

4.13. Instalación de juntas

Una vez al fraguar el epóxico químico, según lo recomendado por el fabricante, se puede continuar con el proceso de instalación de las juntas de neopreno.

Es muy necesario instalarla en un solo sentido para evitar separaciones e inconvenientes al momento de ajustar los anclajes, ya que después de ajustar se procede a regar sobre el espacio entre la losa de hormigón armado y la junta de expansión, este vacío se llena con algún polímero de transición.

4.14. Conclusiones

- El tema que manejamos en esta investigación es inédito, por lo tanto representa una fuente bibliografía que podría usarse en trabajos posteriores.
- Dentro de la investigación se pudo determinar que la mayoría de las juntas instaladas hasta antes del 2010 en puentes y pasos elevados que existen en la ciudad de Guayaquil reflejan daños en el sistema de anclajes, principalmente en el puente de adherencia entre el epóxico y la losa de hormigón armado.
- En la mayoría de los aparatos de sujeción entre la losa y la junta de expansión, los anclajes tiene una resistencia a la tracción muy inferior al que están expuestos, los espárragos de acero con hilo continuo utilizados en el anclaje no ayudan a la adherencia con el epóxico con la losa de hormigón armado.
- Los métodos utilizados quizás no corresponde a un sistema de instalación adecuado, y que si analizamos los químicos de anclajes como también el material metálico en este caso el perno o esparrago, no poseen mucha área donde el agarre del epóxico tenga una cobertura excelente en el acero.

- Con este trabajo se tratara de generar nuevos procesos de instalación para los elementos de fijación de las placas elastoméricas y así se evitará su deterioro a corto plazo.
- La propuesta presentada es una alternativa para la optimización de recursos y el alargamiento de la vida útil de los anclajes en las juntas del puente segmentado sobre el río Daule y así plantear alternativas de solución al desgaste de los anclajes debido al tráfico vehicular

4.15. Recomendaciones

- Las nuevas investigaciones deberán proveer de diversas directrices que optimicen y simplifiquen la teoría antigua existente.
- La optimización de los sistemas de anclaje debe ser ejecutada bajo las normas que se especifican en la asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estatales y Transportes (AASHTO), la cual ayuda a determinar los factores de carga y resistencia para su diseño.
- La selección de los materiales deben de ser analizados, según sea el uso y requerimiento.
- Mejorar la adherencia del anclaje dentro de la perforación con un mejor puente de unión con una broca descalificadora en las paredes interiores que provoque aristas vivas sin ampliar el diámetro de la perforación.
- La utilización de un anillo de acero tipo copa para evitar el desplazamiento horizontal, con medidas en su diámetro, para evitar que el diámetro interior no sea mayor al desfavorable en este caso de 1/2 pulgada y el diámetro exterior mayor al perforado, sin ser muy exagerado se recomienda de 9/16 de pulgadas como máxima, la base de referencia es el área de recubrimiento para el epóxico.
- Queda establecidos en los ensayos de tracción que el perno figurado tiene mayor cobertura y mejor puente de adherencia que los espárragos de hilo continuo, por lo cual se hace necesario el cambio de los pernos utilizados anteriormente.

Bibliografía

Capriles, J. F. (2012). *SOBRE LA RESISTENCIA MECÁNICA DE LOS TORNILLOS DE ACERO*.

Recuperado el 2016, de <http://sudandolagotagorda.blogspot.com/2008/05/sobre-la-resistencia-mecnica-de-los.html>

UNACEM. (2014). *Estudio y Tipología de las Uniones Atornilladas*. Recuperado el 2016, de

<http://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn31.html>

Norma AASHTO 1996. <https://es.scribd.com/doc/94869334/CAMION-AASHTO-HS20>

William Lobo Dugarte (2000). LAS JUNTAS DE PUENTES - MONOGRAFIAS.COM

<https://www.monografias.com/trabajos5/juntas/juntas.shtml>.

Cauchos Vikingo para juntas de dilatación (1983). <https://cauchosvikingo.com/product/traccion/>

Urreanet México (2005). <http://www.urreanet.com/newsletter/noviembre/CONCRETO.PDF>

Charles IRWIN (2000). <https://www.irwin.com.mx/tools/browse>

ANEXOS

1.- Sellos de pernos (archivo personal)



2. Cargas que actúan en un anclaje.



3. Diseño de hormigón



Universidad Laica "VICENTE ROCAFUERTE" de Guayaquil
 Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción
 Diseño de hormigón



RESISTENCIA a 28 Días: 240,00 Kg/cm²
 FACTOR DE SEGURIDAD: 1,15
 REVENIMIENTO MAXIMO: 7,60 cm
 FECHA: Septiembre, 2017

DISEÑO DE HORMIGON

CARACTERISTICAS DE LOS MINERALES:

CEMENTO Gravedad Especifica : 2,85
 Volumen varillado, saco de 50 kilos 0,035 m³

PIEDRA 1": Piedra triturada color gris blanquinosa

ARENA : Arena Homogenizada

D O S I F I C A C I O N

MATERIALES	PROPORCION kg/m ³	PROPORCION Kg/sac o cent.	PROPORCION Mat/m ³	PROPORCION Volumen
Cemento	406,50	50,00	0,28455	1,000
Arena	737,03	90,66	0,5193	1,825
Piedra 1"	896,03	110,21	0,6853	2,408
Agua	200,08	24,61	0,2001

DETALLE VOLUMETRICO:

CEMENTO Un saco 50 kilos

ARENA 0,064 m³ 2 Caj. de (0,35 x 0,35 x 0,26)m.

PIEDRA 3/4" : 0,084 m³ 3 Caj. de (0,35 x 0,35 x 0,23)m.

NOTA: La variación de altura del cajón de arena está en función del porcentaje de humedad máxima admisible, 15%.

El gasto teórico de sacos de cemento correspondiente por metro c³ 8,13

4. Hormigonado de cubos para ensayo de tracción.



5. Resultados de esfuerzos en ensayos a la compresion de cilindros.

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas Laboratorio de Suelos y Materiales Dr. Ing. Arnaldo Ruffilli		 																									
ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CILINDROS DE CONCRETO																											
11-octubre-2017																											
CONTRATISTA:	ROY BRIONES MURILLO																										
PROYECTO:	ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO SISTEMÁTICO DE LAS PLACAS ELASTOMERICAS EN LAS JUNTAS DEL PUENTE SEGMENTADO DEL RIO DAULE PARA PLANTEAR ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN AL DESGASTE DE LOS ANCLAJES DEBIDO AL TRÁFICO VEHICULAR																										
UBICACIÓN:	GUAYAQUIL																										
ESPECIFICACIÓN																											
CEMENTO:	ROCAFUERTE TIPO G.U.	Ø CILINDRO:	15,00 cm																								
RESISTENCIA:	240 Kg/cm ²	H CILINDRO:	30,00cm																								
AGREGADOS FINOS:	-	ÁREA CILINDRO:	176,72 cm ²																								
AGREGADOS GRUESOS:	-	T.M.A.G.	19 mm																								
AGUA:	LIMPIA																										
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">ELEMENTO</th> <th style="width: 15%;">Fecha Toma de Muestra</th> <th style="width: 15%;">Fecha de Rotura</th> <th style="width: 5%;">Días</th> <th style="width: 15%;">Carga Máxima Kg.</th> <th style="width: 15%;">Esfuerzo Kg/cm²</th> <th style="width: 15%;">Porcentaje %</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">12/09/2017</td> <td style="text-align: center;">11/10/2017</td> <td style="text-align: center;">29</td> <td style="text-align: center;">43584</td> <td style="text-align: center;">246,6</td> <td style="text-align: center;">103%</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">12/09/2017</td> <td style="text-align: center;">11/10/2017</td> <td style="text-align: center;">29</td> <td style="text-align: center;">44150</td> <td style="text-align: center;">249,8</td> <td style="text-align: center;">104%</td> </tr> </tbody> </table>							ELEMENTO	Fecha Toma de Muestra	Fecha de Rotura	Días	Carga Máxima Kg.	Esfuerzo Kg/cm ²	Porcentaje %	1	12/09/2017	11/10/2017	29	43584	246,6	103%	2	12/09/2017	11/10/2017	29	44150	249,8	104%
ELEMENTO	Fecha Toma de Muestra	Fecha de Rotura	Días	Carga Máxima Kg.	Esfuerzo Kg/cm ²	Porcentaje %																					
1	12/09/2017	11/10/2017	29	43584	246,6	103%																					
2	12/09/2017	11/10/2017	29	44150	249,8	104%																					
OBSERVACIONES:	Los especímenes fueron traídos al Laboratorio por el contratista.																										
OPERADOR: C.C.	CALCULADO POR: J.F.Z.			VERIFICADOR POR:	 ING. JULIO VARGAS J. DIRECTOR																						
Cdla. Universitaria Av. Kennedy - frente al Colegio Las Mercedarias e-mail: laboratorioruffilli@ug.edu.ec - Telf.: 04-2281037																											

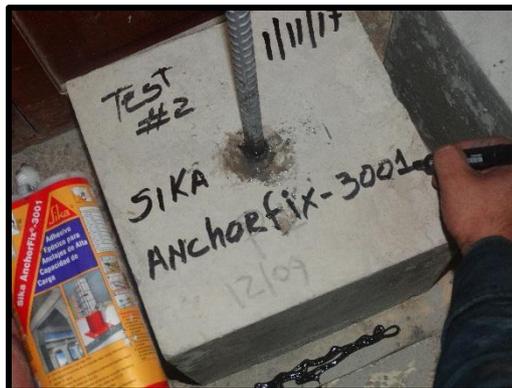
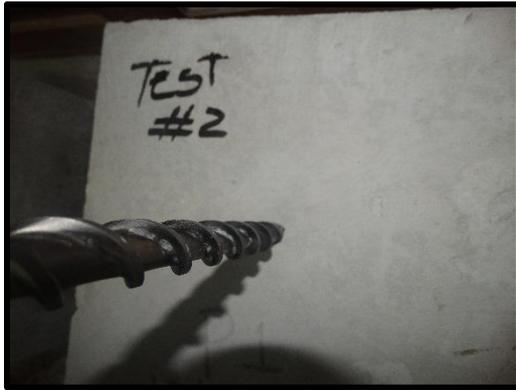
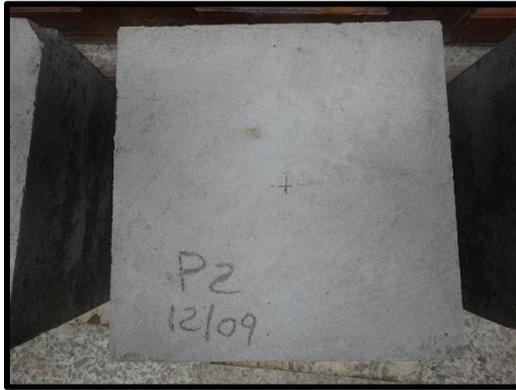
6. Diseño de pernos para ensayo de tracción Norma ASTM E8.



7. Test #1 código de laboratorio 17-1249



8. Preparación de cubos - Test #2 código de laboratorio 17-1250 -



9. Recepción de muestras para ensayos de tracción

Laboratorio de Ensayos Metrológicos y de Materiales LEMAT	RECEPCIÓN DE MUESTRAS Nº RM17-1558	Hoja 1 de 1 Edición 6
--	---------------------------------------	--------------------------

Almacenamiento / Conservación / Ubicación de la muestra: ARM #2

OBSERVACIONES DE LA MUESTRA:
 No Si NECESITA REFRIGERACIÓN
 No Si TÓXICO
 No Si FRÁGIL
 No Si VOLÁTIL
 No Si CONDICIONES ESPECIALES DE ALMACENAMIENTO ¿CUÁLES?

Sólido Macizo Líquido Polvo Equipo Instrumento Material

NOMBRE DEL CLIENTE: BRIONES MURILLO ROY MANUEL
 ENTREGADO POR: Ing. Roy Briones
 FECHA DE INGRESO: 2017-11-28 9:00:00

CÓDIGO DE MUESTRA	DESCRIPCIÓN PROPORCIONADA POR CLIENTE	INFORMACIÓN ADICIONAL (Requerido en el Informe)	ENSAYO, CALIBRACIÓN O ANÁLISIS	OBSERVACIONES
17-1249	TEST #1	No Informado	Tracción	-
17-1250	TEST #2	No Informado	Tracción	-
17-1251	TEST #3	No Informado	Tracción	-
17-1252	TEST #4	No Informado	Tracción	-

Recibido por Paola Fischer
Entregado por Ing. Roy Briones
Impreso por Paola Fischer T.

UBICACIÓN DE LA MUESTRA

Disposición final: Destruyó Eliminación Entrega de muestra al cliente

Nombre de quién eliminó la muestra: N/A

Código: 17-1249 hasta 17-1252

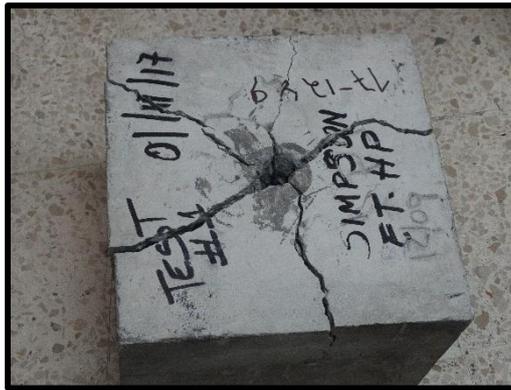
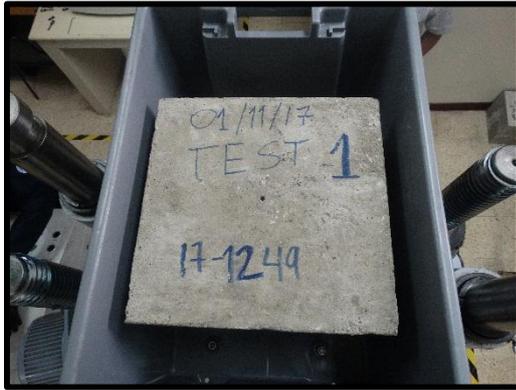
Entregado a: Paola Fischer

Fecha: 28-11-2017

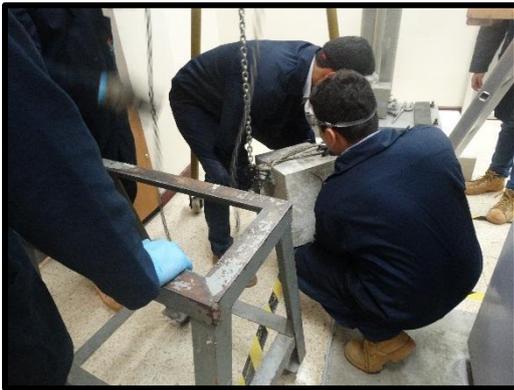
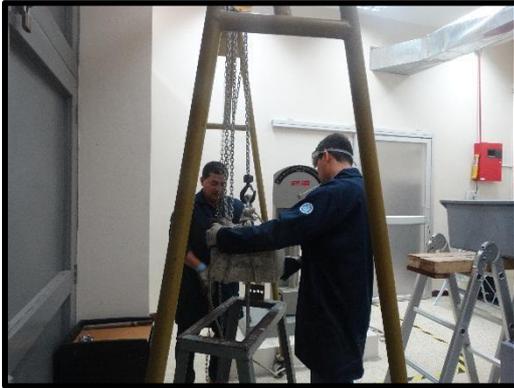

 Firma

NOTAS.-
 1) Las muestras quedarán almacenadas por un mes como indica la proforma.
 2) Luego de haber realizado la orden de trabajo se tomará en cuenta el tiempo indicado para la eliminación de la muestra.
 3) Recordamos a nuestro clientes que los ensayos que se realizan en nuestro laboratorio LEMAT en su mayoría son ensayos destructivo excepto equipos e intrumentos que nos envien a calibrar.
 4) En caso de no aprobar la proforma, las muestras recibidas serán eliminadas en un mes.
 MC2001-06

10. En pruebas para laboratorio- Test #1 código de laboratorio 17-1249



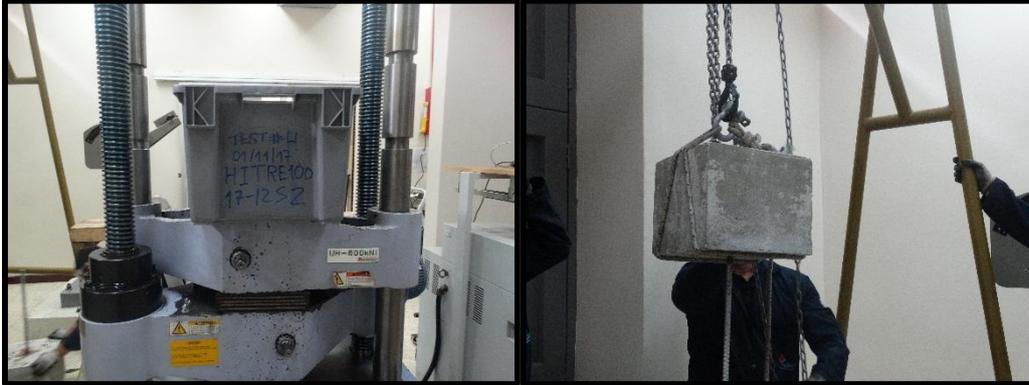
11. En pruebas para laboratorio -Test #2 código de laboratorio 17-1250



12. En pruebas para laboratorio -Test #3 código de laboratorio 17-1251.



13. En Pruebas para laboratorio -Test #4 código de laboratorio 17-1252



14. Informe General de ensayos.

Laboratorio de Ensayos
Metrológicos y de
Materiales
LEMAT-ESPOL



INFORME DE ENSAYOS/

CERTIFICADO DE
CALIBRACIÓN

Hoja: 2 de 3
Nº Informe: 17-272

Edición: 5
Fecha de emisión: 15/11/2017
Número de Orden: OT-1299-17

ENSAYO DE TENSIÓN

Material: Acero-Hormigón
Noma de ensayo: Método interno
Velocidad de ensayo: 10 MPa/s
Humedad (Máx/Mín): 64,7% / 61,3%
Temperatura (Máx/Mín): 21,2°C / 20,8°C

Código de muestra	Diámetro de varilla de acero (mm)	Área (mm ²)	Dimensión nominal del bloque de hormigón (mm)	Carga Máxima (kN)
17-1249	15,76	195,08	300 x 300 x 300	5,49
17-1250	17,78	248,29	300 x 300 x 300	41,06
17-1251	17,96	253,34	300 x 300 x 300	47,61
17-1252	17,80	248,85	300 x 300 x 300	49,61

Tabla 1. Ensayos de tensión. Resultados.

OBSERVACIONES:

Las muestras ensayadas y la información de las mismas fueron proporcionadas por el cliente.

El método de ensayo fue acordado previamente con el cliente, dicho método consistió en someter la muestra a una carga axial en tensión, con el objetivo de conocer la carga máxima para desprender la varilla de acero del anclaje en el bloque de hormigón.

El ensayo se dio por culminado una vez que la varilla de acero se deslizó del bloque de concreto sin provocar resistencia.

Los diámetros reportados corresponden a las dimensiones de la probeta previo al ensayo de tensión.

NOTA: Las opiniones, interpretaciones, inspecciones, etc., que se indiquen en este informe se encuentra fuera del alcance de acreditación del SAE.

LOS RESULTADOS DECLARADOS EN ESTE INFORME SE REFIEREN ÚNICAMENTE A LOS OBJETOS ENSAYADOS O CALIBRADOS.

Se prohíbe la reproducción total o parcial del presente informe, salvo aprobación escrita del LEMAT.

Guayaquil, Compuz "Gustavo Oafoño" Km. 30,5 vía perimetral, contiguo a la Calle Santa Cecilia.

Rue: (593-4)2260293 - Teléfono: 2269373

E-mail: lemat@espol.edu.ec

LEC2201-05

15. Informe de ensayos previa a los ensayos y después de los ensayos de tracción.

Laboratorio de Ensayos
Metrológicos y de
Materiales
LEMAT-ESPOL



INFORME DE ENSAYOS/

CERTIFICADO DE
CALIBRACIÓN

Hoja: 3 de 3
Nº Informe: 17-272

Edición: 5
Fecha de emisión: 15/11/2017
Número de Orden: OT-1299-17

ENSAYO DE TENSION



Fotografía 1. Muestras 17-1249, 17-1250, 17-1251 y 17-1252 previo al ensayo de tensión.



Fotografía 2. Muestras 17-1249, 17-1250, 17-1251 y 17-1252 luego del ensayo de tensión.

OBSERVACIONES:

Las muestras ensayadas y la información de las mismas fueron proporcionadas por el cliente.

Ing. María José Bastidas R.
Dirección Técnica



Ing. Diego Toscano P.
Dirección de Calidad

NOTA: Las opiniones, interpretaciones, inspecciones, etc., que se indiquen en este informe se encuentra fuera del alcance de acreditación del SAE.

LOS RESULTADOS DECLARADOS EN ESTE INFORME SE REFIEREN ÚNICAMENTE A LOS OBJETOS ENSAYADOS O CALIBRADOS.

Se prohíbe la reproducción total o parcial del presente informe, salvo aprobación escrita del LEMAT.
Guayaquil: Campus "Castro Gallardo" Km. 30,5 vía parametral, esquinero a la Culla, Santa Cecilia.
Fono: (593-4)2766703 - Teléfono: 2260325
E-mail: lemat@espol.edu.ec
MC2201-05

16. Informe 17-1249-de ensayo de tracción, nombre en cubo test # 1.

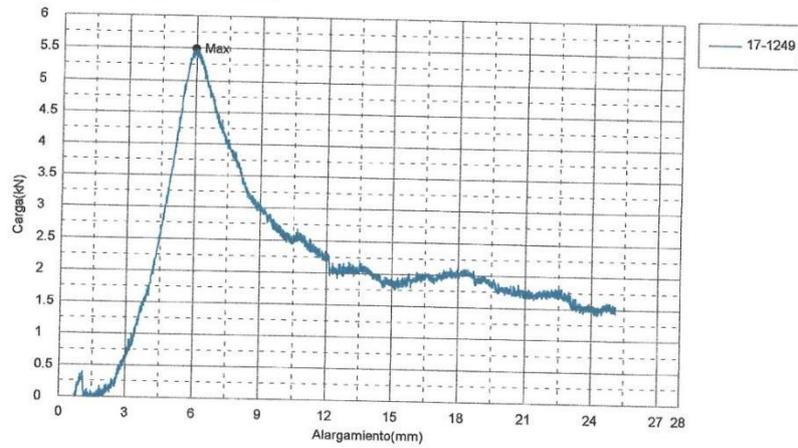
Procedimiento : PEE-LEMAT-02
Temperatura Máx/Min :
Equipo Utilizado : Máquina Universal de Ensayos 600 KN
Velocidad de ensayo : 10 MPa/s

Norma de Referencia : ASTM E8:2013
Humedad Máx/Min :
Material :
Control de velocidad : Mediante tasa de esfuerzo

Forma: Cilíndrica

Unidades	Diametro mm	Longitud calibrada mm
17-1249	15.7600	100.0000

Nombre	Carga Máxima kN
17-1249	5.49375



Comentarios

16. Informe 17-1250-de ensayo de tracción, nombre en cubo test # 2.

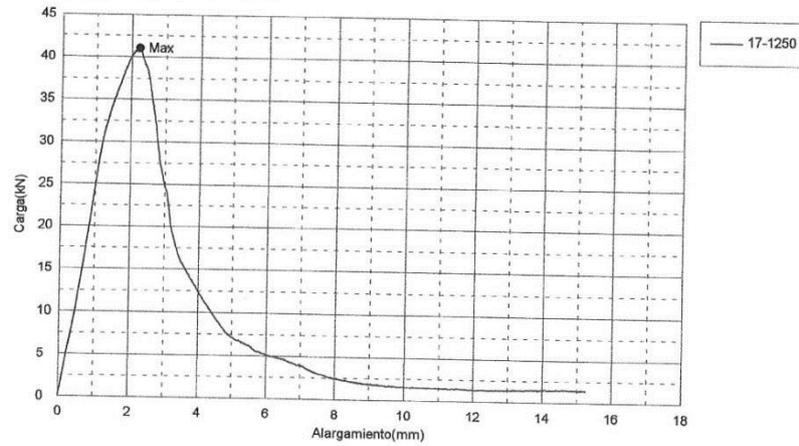
Procedimiento : PEE-LEMAT-02
Temperatura Máx/Min :
Equipo Utilizado : Máquina Universal de Ensayos 600 KN
Velocidad de ensayo : 10 MPa/s

Norma de Referencia : ASTM E8:2013
Humedad Máx/Min :
Material :
Control de velocidad : Mediante tasa de esfuerzo

Forma: Cilíndrica

Unidades	Diametro mm	Longitud calibrada mm
17-1250	17.7800	100.0000

Nombre	Carga Máxima kN
17-1250	41.0625



Comentarios

17. Informe 17-1251-de ensayo de tracción, nombre en cubo test # 3.

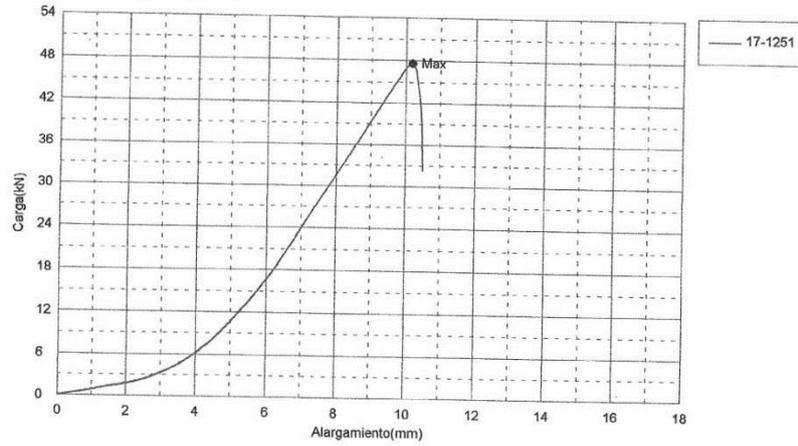
Procedimiento : PEE-LEMAT-02
Temperatura Máx/Min :
Equipo Utilizado : Máquina Universal de Ensayos 600 KN
Velocidad de ensayo : 10 MPa/s

Norma de Referencia : ASTM E8:2013
Humedad Máx/Min :
Material :
Control de velocidad : Mediante tasa de esfuerzo

Forma: Cilíndrica

Unidades	Diametro	Longitud calibrada
17-1251	mm	mm
	17.9600	100.0000

Nombre	Carga Máxima
Unidades	kN
17-1251	47.6063



Comentarios

18. Informe 17-1252-de ensayo de tracción, nombre en cubo test # 4.

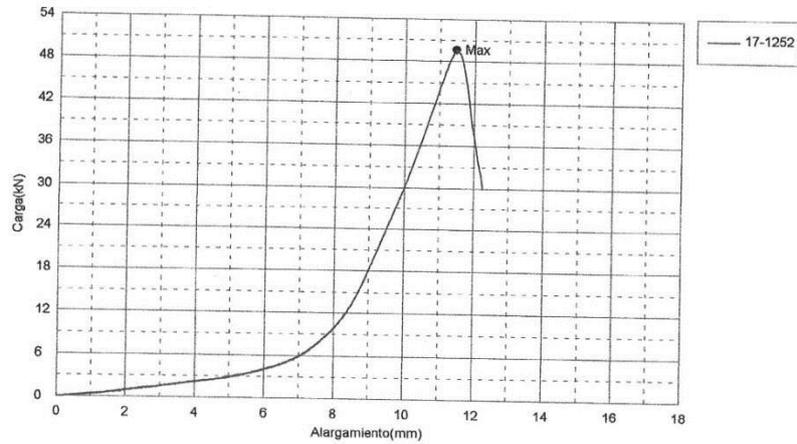
Procedimiento : PEE-LEMAT-02
Temperatura Máx/Min :
Equipo Utilizado : Máquina Universal de Ensayos 600 KN
Velocidad de ensayo : 10 MPa/s

Norma de Referencia : ASTM E8.2013
Humedad Máx/Min :
Material :
Control de velocidad : Mediante tasa de esfuerzo

Forma: Cilíndrica

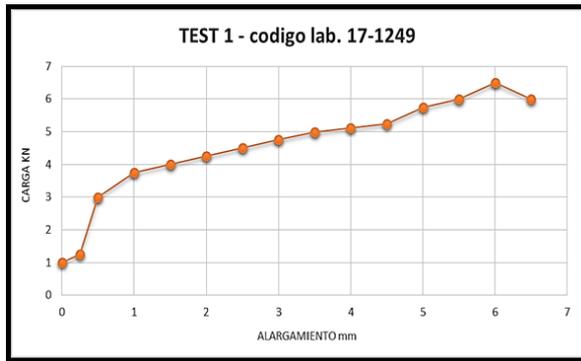
Unidades	Diametro	Longitud calibrada
17-1252	mm	mm
	17.8000	100.0000

Nombre	Carga Máxima
Unidades	kN
17-1252	49.6125

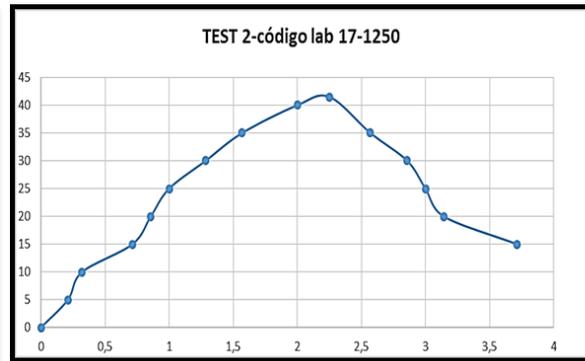


Comentarios

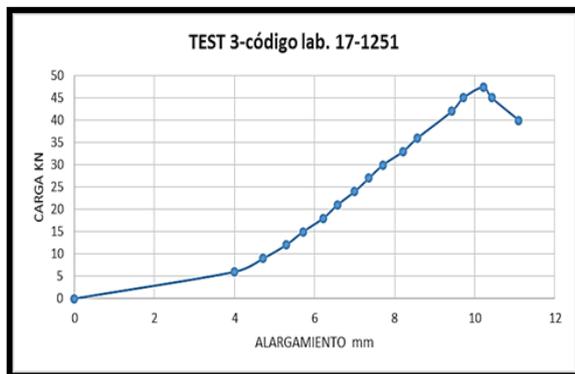
19. Representación gráfica de los ensayos de tracción según Norma ASTM E8.



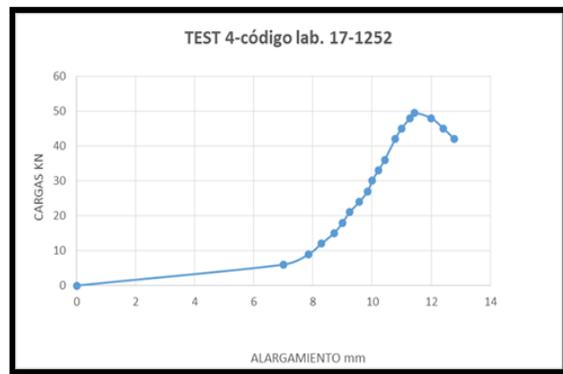
Resultados= Carga = 5.49 KN - Alargamiento = 6mm.



Resultados= Carga = 41,06 KN - Alargamiento = 2,25mm



Resultados= Carga = 47.61 KN - Alargamiento = 10.21mm.



Resultados= Carga = 49.61 KN - Alargamiento = 11.42mm

20.- PRESUPUESTOS ESTIMATIVOS SEGÚN TEST # 4 y Perno AS A325 TIPO 1.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					Hoja 1 de 3
RUBRO:	PERNOS DE ANCLAJE CON EPOXICO HILTY RE 100, PERNOS GALVANIZADOS EN 1/2, LONGITUD 6" INCLUYE PERFORACIONES EN HORMIGON CON TALADRO TIPO ROTOMARTILLO			UNIDAD:	U
DETALLE:					
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
HERRAMIENTA MENOR 5%	5.00 %MO	0,00613			0,006
TALADRO	1	6	6	0,01	0,060
SUBTOTAL M					0,066
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal /HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
MAESTRO (CAT IV)	1	5,24	5,24	0,01	0,052
PEON	2	3,51	7,02	0,01	0,070
SUBTOTAL N					0,123
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
VARILLA ROSCADA GALV 1/2"x 6" PARA ANCLAJE, ACERO GRADO 5, SIMILAR NORMA TECNICA SAE GRADO 2, INCLUYE ARANDELAS Y TUERCAS.	1	1	0,9634	0,9634	
EPOXICO HILTY RE 100	TUBO	0,02	29,45	0,589	
SUBTOTAL O					1,5524
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					1,741
INDIRECTOS Y UTILIDADES: %					
OTROS INDIRECTOS: 0.00000 %					0
COSTO TOTAL DEL RUBRO					
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.					VALOR OFERTADO

21.- PRESUPUESTOS ESTIMATIVOS SEGÚN TEST # 2 y Perno AS A325 TIPO 1.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					Hoja 2 de 3	
RUBRO:	PERNOS DE ANCLAJE CON EPOXICO SIMPSONET 22, PERNOS GALVANIZADOS EN 1/2, LONGITUD 6" INCLUYE PERFORACIONES EN HORMIGÓN CON TALADRO TIPO ROTOMARTILLO				UNIDAD:	U
DETALLE:						
EQUIPOS						
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo	
HERRAMIENTA MENOR 5%	5.00 %MO	0,00613			0,006	
TALADRO	1	6	6	0,01	0,060	
SUBTOTAL M					0,066	
MANO DE OBRA						
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo	
MAESTRO (CAT IV)	1	5,24	5,24	0,01	0,052	
PEON	2	3,51	7,02	0,01	0,070	
SUBTOTAL N					0,123	
MATERIALES						
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo		
VARILLA ROSCADA GALV 1/2" x 6" PARA ANCLAJE, ACERO GRADO 5, SIMILAR NORMA TECNICA SAE GRADO 2, INCLUYE ARANDELAS Y TUERCAS.	1	1	0,9634	0,9634		
CARTUCHO EPOXICO ET 22	TUBO	0,008	30,00	0,24		
SUBTOTAL O					1,2034	
TRANSPORTE						
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo		
SUBTOTAL P					0	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					1,392	
INDIRECTOS Y UTILIDADES: %						
OTROS INDIRECTOS: 0.00000 %					0	
COSTO TOTAL DEL RUBRO						
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.					VALOR OFERTADO	

22.- PRESUPUESTOS ESTIMATIVOS SEGÚN TEST # 3 y Perno AS A325 TIPO 1.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					Hoja 3 de 3
RUBRO:	PERNOS DE ANCLAJE CON EPOXICO SIKA ANCHORFIX 3001 , PERNOS GALVANIZADOS EN 1/2, LONGITUD 6" INCLUYE PERFORACIONES EN HORMIGON CON TALADRO TIPO ROTOMARTILLO			UNIDAD:	U
DETALLE:					
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
HERRAMIENTA MENOR 5%	5.00 %MO	0,00613			0,006
TALADRO	1	6	6	0,01	0,060
SUBTOTAL M					0,066
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
MAESTRO (CAT IV)	1	5,24	5,24	0,01	0,052
PEON	2	3,51	7,02	0,01	0,070
SUBTOTAL N					0,123
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
VARILLA ROSCADA GALV 1/2" x 6" PARA ANCLAJE, ACERO GRADO 5, SIMILAR NORMA TECNICA SAE GRADO 2, INCLUYE ARANDELAS Y TUERCAS.	1	1	0,9634	0,9634	
CARTUCHO EPOXICO SIKA ANCHORFIX 3001	TUBO	0,009	37,91	0,34119	
SUBTOTAL O					1,30459
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					1,493
INDIRECTOS Y UTILIDADES: %					
OTROS INDIRECTOS: 0.00000 %					0
COSTO TOTAL DEL RUBRO					
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.					VALOR OFERTADO

23.- PRESUPUESTOS ESTIMATIVOS SEGÚN TEST # 4 y Perno AS A193 B7.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						Hoja 1 de 3
RUBRO:		ANCLAJE CON EPOXICO HILTY RE 100, PERNOS GALVANIZADOS EN 1/2", LONGITUD 6" INCLUYE PERFORACIONES EN HORMIGON CON TALADRO TIPO ROTOMARTILLO			UNIDAD: U	
DETALLE:						
EQUIPOS						
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo	
HERRAMIENTA MENOR 5%	5.00 %MO	0,00613			0,006	
TALADRO	1	6	6	0,01	0,060	
SUBTOTAL M					0,066	
MAÑO DE OBRA						
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo	
MAESTRO (CAT IV)	1	5,24	5,24	0,01	0,052	
PEON	2	3,51	7,02	0,01	0,070	
SUBTOTAL N					0,123	
MATERIALES						
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo		
VARILLA ROSCADA GALV 1/2" x 6" PARA ANCLAJE, ACERO GRADO 8, SIMILAR NORMA TECNICA ASTM A193 B7, INCLUYE ARANDELAS Y TUERCAS.	1	1	1,8	1,8		
EPOXICO HILTY RE 100- TUBO 330ML	TUBO	0,02	29,45	0,589		
SUBTOTAL O					2,389	
TRANSPORTE						
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo		
SUBTOTAL P					0	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					2,578	
INDIRECTOS Y UTILIDADES: %						
OTROS INDIRECTOS: 0.00000 %					0	
COSTO TOTAL DEL RUBRO						
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.					VALOR OFERTADO	

24.- PRESUPUESTOS ESTIMATIVOS SEGÚN TEST # 2 y Perno AS A193 B7.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					Hoja 2 de 3	
RUBRO: PERNOS DE ANCLAJE CON EPOXICO CARTUCHO EPOXICO ET 22, PERNOS GALVANIZADOS EN 1/2", LONGITUD 6" INCLUYE PERFORACIONES EN HORMIGON CON TALADRO TIPO ROTOMARTILLO						
						UNIDAD: U
DETALLE:						
EQUIPOS						
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo	
HERRAMIENTA MENOR 5%	5.00 %MO	0,00613			0,006	
TALADRO	1	6	6	0,01	0,060	
SUBTOTAL M					0,066	
MAND DE OBRA						
Descripción	Cantidad	Jornal /HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo	
MAESTRO (CATIV)	1	5,24	5,24	0,01	0,052	
PEON	2	3,51	7,02	0,01	0,070	
SUBTOTAL N					0,123	
MATERIALES						
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo		
VARILLA ROSCADA GALV 1/2" x 6" PARA ANCLAJE, ACERO GRADO 8, SIMILAR NORMA TECNICA ASTM A 193 B 7, INCLUYE ARANDELAS Y TUERCAS.	1	1	1,8	1,8		
CARTUCHO EPOXICO ET 22, TUBO 650ML	TUBO	0,0082	30,00	0,246		
SUBTOTAL O					2,046	
TRANSPORTE						
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo		
SUBTOTAL P					0	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					2,235	
INDIRECTOS Y UTILIDADES: %						
OTROS INDIRECTOS: 0.00000 %					0	
COSTO TOTAL DEL RUBRO						
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.					VALOR OFERTADO	

25.- PRESUPUESTOS ESTIMATIVOS SEGÚN TEST # 3 y Perno AS A193 B7.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					Hoja 3 de 3	
RUBRO:		PERNOS DE ANCLAJE CON EPOXICO CARTUCHO EPOXICO SIKA ANCHORFIX 3001 , PERNOS GALVANIZADOS EN 1/2", LONGITUD 6" INCLUYE PERFORACIONES EN HORMIGON CON TALADRO TIPO ROTOMARTILLO			UNIDAD:	U
DETALLE						
EQUIPOS						
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo	
HERRAMIENTA MENOR 5%	5.00 %MO	0,00613			0,006	
TALADRO	1	6	6	0,01	0,060	
SUBTOTAL M					0,066	
MAND DE OBRA						
Descripción	Cantidad	Jornal /HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo	
MAESTRO (CAT IV)	1	5,24	5,24	0,01	0,052	
PEON	2	3,51	7,02	0,01	0,070	
SUBTOTAL N					0,123	
MATERIALES						
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo		
VARILLA ROSCADA GALV 1/2" x 6" PARA ANCLAJE, A CERO GRADO 8, SIMILAR NORMA TECNICA ASTM A 193 B7, INCLUYE ARANDELAS Y TUERCAS.	1	1	1,80	1,8		
CARTUCHO EPOXICO SIKA ANCHORFIX 3001, TUBO 600 ML	TUBO	0,00889	37,91	0,3370199		
SUBTOTAL O					2,1370199	
TRANSPORTE						
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo		
SUBTOTAL P					0	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					2,326	
INDIRECTOS Y UTILIDADES: %						
OTROS INDIRECTOS: 0.00000 %					0	
COSTO TOTAL DEL RUBRO						
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.					VALOR OFERTADO	

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS

TÍTULO Y SUBTÍTULO:

“COMPORTAMIENTO SISTEMÁTICO DE LAS PLACAS ELASTOMÉRICAS EN LAS JUNTAS DEL PUENTE SEGMENTADO SOBRE EL RÍO DAULE. PARA PLANTEAR ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN AL DESGASTE DE LOS ANCLAJES DEBIDO AL TRÁFICO VEHICULAR”

AUTOR/ES:

ROYY BRIONES MURILLO

TUTOR:

ING. MAX ALMEIDA FRANCO, MSc.

REVISORES:

INSTITUCIÓN:

UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE

FACULTAD:

INGENIERÍA INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN

CARRERA:

INGENIERÍA CIVIL

FECHA DE PUBLICACIÓN:

2018

No. DE PÁGS:

106

TÍTULO OBTENIDO:

INGENIERO CIVIL

ÁREAS TEMÁTICAS: Arquitectura y Construcción

PALABRAS CLAVE: Construcción Civil, Puente, Operación de Construcción, Acero

RESUMEN: La presente investigación tiene como objetivo analizar el comportamiento sistemático de las placas elastoméricas en las juntas del puente segmentado sobre el río Daule, en la cual se desprende una problemática actual donde se observa el desgaste continuo de las juntas debido a la falta de flexibilidad en sus anclajes que son los que determinan la estabilidad de la infraestructura hormigonada. Para dar solución a dicha problemática se plantea la instalación de placas de neopreno, la misma que puede ser instalada para este estudio.

No. DE REGISTRO (en base de datos):

No. DE CLASIFICACIÓN:

DIRECCIÓN URL (tesis en la web)

ADJUNTO PDF:

SI

NO

CONTACTO CON AUTOR/ES

Teléfono: 0983343497

Email: r.brionesmur@gmail.com

CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:

Nombre: Decana Facultad; Ing. Civ. July Herrera Valencia, MSc.

Teléfono: (04)2596500 Ext. 260

E-mail: mvargasa@ulvr.edu.ec

Urkund Analysis Result

Analysed Document: PROYECTO TESIS Roy.docx (D40713914)
Submitted: 8/4/2018 12:45:00 AM
Submitted By: malmeidaf@ulvr.edu.ec
Significance: 4 %

Sources included in the report:

Daniel_Castillo_Trabajo_de_suficiencia_profesional_2016.pdf (D27023766)
<http://www.urreanet.com/newsletter/noviembre/CONCRETO.PDF>

Instances where selected sources appear:

9

~~10. Homicidio~~ In su -