

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO



FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

Proyecto de Investigación previo a la obtención del título de Ingeniero Civil

TRABAJO DE TITULACIÓN

CAUSAS RAÍCES DEL RE TRABAJO EN LA CONSTRUCCIÓN DE PUENTES

Autor: SAMUEL DAVID GUAÑO COLCHA

Tutor:

Ing. TITO CASTILLO

Riobamba - Ecuador

Año 2017

REVISIÓN

Los miembros del Tribunal de Graduación del proyecto de investigación de título: “CAUSAS RAÍCES DEL RE TRABAJO EN LA CONSTRUCCIÓN DE PUENTES” presentado por **Samuel David Guaño Colcha** y dirigida por: Ing. Tito Castillo. Una vez escuchada la defensa oral y revisado el informe final del proyecto de investigación con fines de graduación escrito en el cual se ha constatado el cumplimiento de las observaciones realizadas, remite la presente para uso y custodia en la biblioteca de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Chimborazo.

Para constancia de lo expuesto firman:

Ing. Tito Castillo

Director del proyecto.



Firma

Ing. Alexis Martínez

Miembro del Tribunal



Firma

Ing. Ángel Paredes

Miembro del Tribunal.

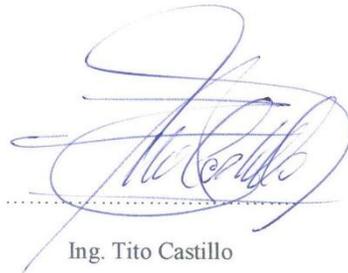


Firma

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Yo, **Ing. Tito Castillo**, en calidad de Tutor de Tesis, cuyo tema es: “CAUSAS RAÍCES DEL RE TRABAJO EN LA CONSTRUCCIÓN DE PUENTES”, CERTIFICO; que el informe final del trabajo investigado, ha sido revisado y corregido, razón por la cual autorizo al Señor **Samuel David Guaño Colcha** para que se presenten ante el tribunal de defensa respectivo para que se lleve a cabo la sustentación de su Tesis.

Atentamente,

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Tito Castillo', is written over a horizontal dotted line.

Ing. Tito Castillo

TUTOR DE TESIS

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

La responsabilidad del contenido de este Proyecto de Graduación, corresponde exclusivamente a: Samuel David Guaño Colcha e Ing. Tito Castillo; y el patrimonio intelectual de la misma a la Universidad Nacional de Chimborazo.



.....
Sr: Samuel David Guaño Colcha
C.I. 060411298-7

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme la oportunidad de estudiar esta carrera, sé que sin su ayuda nada de esto hubiese sido posible, así que le debo mucho y te doy mis más sinceros agradecimientos papito del cielo.

Gracias a mis padres María Rosa y Luis Fausto quienes me apoyaron en todo el trayecto de mi carrera universitaria, en especial a mi madre quien estuvo ahí apoyándome, motivándome preguntándome cada día de cómo me va, siempre te agradeceré por tu coraje y valentía mamá.

A mis hermanos, Erika, Darwin, Cristian, Holger, Joselyn y Madeley quienes han sido mi inspiración para luchar arduamente.

Así mismo agradezco a todos los profesores quienes han impartido sus conocimientos, a la Universidad Nacional de Chimborazo, a la Escuela de Ingeniería Civil que me ha dado la oportunidad de aprender y formarme. Un sincero agradecimiento al Ing. Tito Castillo por su paciencia y su ayuda en el desarrollo de esta investigación.

Samuel David Guaño Colcha

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios porque él ha sido mi motivación, mi ayuda, mi todo. Te lo mereces esto y mucho más papito del cielo, sé que estas orgulloso de tu hijo y sé también que estás leyendo esto. A mi madre quien ha sido un verdadero ejemplo a seguir, nunca me dejo solo, siempre ha estado motivándome y su lucha ha sido diaria. A mi hermano Darwin quien ha dado un verdadero ejemplo para que yo pueda formarme.

Samuel David Guaño Colcha

Contenido

Índice de gráficas	viii
Índice de tablas	ix
Resumen.....	x
Introducción	1
Objetivos.....	3
Objetivo general.....	3
Objetivos específicos	3
Marco Teórico.....	4
Metodología	8
Resultados y discusión.....	15
Conclusiones y recomendaciones	24
Bibliografía	25
Anexos	27

Índice de gráficas

Figura 1. Diagrama de Flujo de la Investigación.....	9
Figura 2. Indicador de impacto Tablas la Libertad.....	15
Figura 3. Indicador de impacto el Mirador	16
Figura 4. Indicador de impacto Huagra Hurco	17
Figura 5. Indicador de impacto Huagra Hurco.	18
Figura 6. Indicador de impacto Jerusalén	19
Figura 7. Indicador de impacto	20
Figura 8. Comparación de indicadores del re trabajo.	21
Figura 9. Causas raíces del re trabajo en Puentes	23
Figura 10. Mapa de ubicación de 5 puentes en la provincia de Bolívar	27
Figura 11. Órdenes de re trabajo Puente Tablas la Libertad.....	33
Figura 12. Órdenes de re trabajo Puente El Mirador	37
Figura 13. Órdenes de re trabajo Puente Hauycoyuyo	41
Figura 14. Órdenes de re trabajo Puente Huagra-Hurco.....	46
Figura 15. Órdenes de re trabajo Puente alén	50

Índice de tablas

Tabla 1: Explicación e infografía según impacto.	11
Tabla 2: Nivel de impacto rehecho.	11
Tabla 3: Nivel de impacto según su extensión.	12
Tabla 4: Registro de mano de obra	12
Tabla 5: Metodología de los 5 por qué.	14
Tabla 6: Causas del re trabajo Puente La Libertad.	15
Tabla 7: Causas del re trabajo Puente El Mirador	17
Tabla 8: Causas del re trabajo Puente Hauycoyuyo	18
Tabla 9: Causas del re trabajo Puente Huagra Hurco	19
Tabla 10: Causas del re trabajo Puente Jerusalén	19
Tabla 11: Resumen Causas raíces del re trabajo.....	22
Tabla 12: Formulario de recolección de datos del re trabajo.....	28

Resumen

La industria de la construcción considerada como la principal fuente de desarrollo económico y social del país, que permite mejorar la planificación y el control de los proyectos. Es decir mejorar la calidad de los procesos constructivos en obra y controlar el tiempo de entrega de cada proyecto. Uno de las amenazas que se identificado en la industria de la construcción es el aumento de costos y el no cumplimiento de plazos, donde el re trabajo ha sido considerado como una de las principales causas.

El propósito de esta investigación es determinar las causas raíces del re trabajo en la construcción de puentes ya que es poco lo que se ha investigado en este tipo de infraestructuras. Para lograr este objetivo se seleccionó 5 puentes en construcción, 4 de hormigón armado y 1 metálico. Se tomaron datos del re trabajo en campo diariamente mediante un instrumento de recolección de datos y de esta manera apreciar el nivel de impacto que genera el re trabajo. Los resultados de esta investigación confirman que errores y omisiones de diseño es la causa raíz de mayor impacto y frecuencia en la construcción de puentes, seguida de suministro de materiales y equipos, mano de obra calificada, espera de topografía, incumplimiento de las especificaciones, bajo control de documentos y supervisión inadecuada.

Palabras clave: Re-trabajo, calidad, construcción, puentes.

ABSTRACT

The construction industry is considered as the main source of economic and social development of the country, which allows for better planning and control of projects. In other words, to improve the quality of construction processes on site and control the delivery time of each project. One of the threats identified in the construction industry is the increase in costs and non-compliance with deadlines, where work has been considered as one of the main causes.

The purpose of this research is to determine the root causes of re work in the construction of bridges since little has been investigated in this type of infrastructure. To achieve this goal, 5 bridges were selected, 4 reinforced concrete and 1 metallic. Data were collected from the field work daily using an instrument of data collection and in this way to appreciate the level of impact generated by the work. The results of this research confirm that design errors and omissions are the root causes of greater impact and frequency in bridge construction, followed by supply of materials and equipment, skilled labor, topography waiting, non-compliance with specifications, low control of documents and inadequate supervision.

Keywords: Re-work, quality, construction, bridges.



Reviewed by:
Danilo Yépez O.
English professor



Introducción

La industria de la construcción es la principal fuente que impulsa el desarrollo económico y social del país, generando la infraestructura física que el Ecuador necesita y así crea miles de empleos. De esta manera el campo de la construcción se ha visto afectado por 2 factores: el aumento de los costos y plazos de los proyectos, donde el retrabajo en obra ha sido identificado como una de las principales causas.

El re trabajo en la construcción es un tema que ha empezado a tomar mayor importancia a nivel mundial en los últimos años, debido a que se ha tomado conciencia de la influencia que este ejerce en los resultados de los proyectos e incluso en la disminución de los beneficios económicos de los mismos. Además, se ha empezado a reconocer su detección y análisis, como un punto de partida importante para la corrección del mismo y el mejoramiento de las futuras intervenciones (Angela, 2013).

El re trabajo en la construcción se define como actividades que son rehechas, que tienen que ser realizadas más de un vez o actividades que pudiéndose realizar en una sola vez se lo realiza en n número de veces.

Existen pocos datos del retrabajo en la construcción de Puentes, debido a que este tipo de obras son escasas, el retrabajo se ha convertido en una característica endémica del proceso de contratación en la construcción que invariablemente conduce a excesos de tiempo y costos en los proyectos.

Dado la importancia del re trabajo en la construcción existe una propuesta metodológica para identificar y cuantificar el re trabajo en terreno, a partir de un caso de estudio que se lo realizo en la Línea 3 Metro S.A. en Chile. Durante 18 días se tomaron datos sobre el re trabajo el mismo que fue medido relacionando el costo directo e indirecto total del re trabajo en terreno con

respecto al costo total de la etapa en construcción. Sin embargo para aplicar este método es necesario contar con datos confidenciales llevando un registro contable de gastos. Además los reportes se lo presentaron al final del proyecto, lo que constituye como un indicador de resultado, poco útil para la toma de decisiones (Núñez Valenzuela, 2015). Una ventaja de esta investigación es la metodología de inspección en sitio, lo cual es bueno por la facilidad de obtención de datos.

Luego de la búsqueda bibliográfica no se ha encontrado información respecto de re trabajo en la construcción de puentes, por lo cual hay un vacío dentro del conocimiento que es necesario llenarlo. Este conocimiento debería permitir visualizar el impacto que produce el re trabajo en la construcción de puentes, optimizando recursos, toma de decisiones tempranas e incremento de productividad beneficiando principalmente al jefe constructor en este tipo de obras.

Es por ello que esta investigación tiene como objetivo identificar las causas raíces del re trabajo en la construcción de puentes, de esta manera clasificarlo en cuanto a su impacto, el mismo que puede ser leve, medio, grave y muy grave. Dicha información puede ser utilizada por los jefes de cada proyecto para mejora del cumplimiento de plazos y reducir costos.

Objetivos

Objetivo general

Determinar las causas raíces del re trabajo en la construcción de puentes.

Objetivos específicos

Establecer una clasificación de las causas que contribuyen al re trabajo en la construcción de puentes.

Aportar con datos técnicos de un indicador de calidad para futuras investigaciones.

Marco Teórico

El re trabajo, se ha atribuido generalmente a las condiciones latentes de los proyectos de construcción (Love, 2009), tales condiciones latentes tienden a residir en los sistemas hasta que los errores son evidentes, mientras que los participantes no identificados, permanecen felizmente ignorantes de las consecuencias de las decisiones particulares, prácticas o procedimientos que pueden tener en el desempeño de los proyectos (Busby y Hughes, 2004).

Núñez Valenzuela, (2015), propone una metodológica para identificar y cuantificar el re trabajo en terreno en la industria de la construcción. Sin embargo para aplicar este método es necesario contar con datos confidenciales llevando un registro contable de gastos, además de esta metodología los reportes se los presentaron al final del Proyecto, lo que constituye como un Indicador de Resultado, poco útil para la toma de decisiones. (Núñez Valenzuela, 2015).

El re trabajo continúa afectando el desempeño del costo y el plazo en toda la industria de la construcción. Sólo los costos directos representan el 5% del total de los costos de construcción, Bon-Gang Hwang, Stephen R. Thomas, M., (2014), utilizando los datos obtenidos de 359 proyectos de construcción. Este documento evalúa los impactos del re trabajo en el desempeño de costos de construcción para proyectos en varias categorías. Además, identifica las fuentes de esta reelaboración, permitiendo análisis adicionales y el desarrollo de iniciativas de reducción de re trabajos. Los resultados de este estudio establecen que los impactos de re trabajo difieren según las características del proyecto.

El re trabajo es un fenómeno común en la industria de la construcción y afecta significativamente el éxito del proyecto, las razones de la reelaboración siguen siendo ampliamente desconocidas y la mayoría de las empresas constructoras no pueden manejar el problema con eficacia (Love, 2009), reveló 11 dimensiones principales subyacentes de estas

causas, relacionadas con la gestión del diseño, la gestión de la comunicación, la gestión del campo, la gestión del alcance del proyecto, la gestión del proyecto, la reelaboración activa, los cambios del plan del proyecto, la gestión del subcontratista.

Identificar las causas principales del re trabajo debería ser de gran ayuda para reducir y prevenir el re trabajo y mejorar la productividad de la industria de la construcción, el mismo que para analizarlas se necesita de un cuerpo técnico (Love, 2009).

Por su parte Echeverría, J, y Alarcón L (2014), desarrollaron un sistema de indicadores cuantitativos para benchmarking, el mismo que, durante el último tiempo la industria de la construcción ha desarrollado grandes cambios en cuanto a su filosofía, ya que ahora no sólo se trata de entregar servicios de manera oportuna y al menor costo, sino que también se busca planificar con anticipación, adelantarse a las restricciones propias de una obra y trabajar bajo los preceptos de la calidad y seguridad. Uno de estos indicadores refleja la calidad de los procesos realizados en obra, mediante la relación entre el número de órdenes de re trabajo y las horas hombres trabajadas en un período de tiempo específico (semanal, quincenal o mensual) como se observa en la Ecuación 1.

$$IC = \frac{N^{\circ} \text{ de Ordenes de Trabajo Rehecho}_i}{HH \text{ Trabajadas}_i} \times 10^6 \quad (1)$$

Sin embargo este indicador de calidad solo contabiliza las órdenes de re trabajo el mismo que no ayuda mucho, porque este registro es presentado al final del proyecto, es decir, no tiene ningún propósito presentar los resultados al final de la obra. El objetivo sería que, a cada orden del re trabajo dar una ponderación, con el propósito de apreciar el impacto que genera cada orden de re trabajo. Sin embargo este indicador de calidad debe permitir corregir errores en obra de forma rápida, disminuir costos si se lo permite y respetar el cronograma.

Muchos son los indicadores que emplean las empresas para dar un seguimiento al re trabajo que se produce en los proyectos existiendo variaciones entre ellas Fayek (2003), propone una relación a las horas de mano de obra (MO) directa en terreno de re trabajo vs las horas de MO directa en terrenos totales como se observa en la Ecuación 2.

$$R = \frac{\textit{Horas de MO directa en terreno de re trabajo}}{\textit{Horas de MO directa en terreno totales}} \quad (2)$$

Además elaboró el indicador CFRI (índice de reelaboración del campo de construcción), para el re trabajo presente en cada etapa de la construcción del proyecto, el mismo que relaciona al costo directo e indirecto total del re trabajo en terreno con respecto al costo total de la etapa de construcción del proyecto como se aprecia en la Ecuación 3.

$$R = \frac{\textit{Costo directo e indirecto total del re rabajo en terreno}}{\textit{Costo total de la etapa de construcción}} \quad (3)$$

Cabe señalar que los indicadores descritos anteriormente están identificados como indicadores de resultado, de manera que son poco útiles para poder tomar decisiones a medida que se desarrolla la obra y poder corregir errores según fuese el caso, además de ser un gran apoyo para el análisis sobre futuras decisiones que permita actuar de forma rápida, respetar un cronograma y reducir costos si se lo permite. Ya que no solo basta con cuantificar el re trabajo sino que también se necesita encontrar las causas del re trabajo en la Industria de la Construcción.

El aumento de los costos y plazos de los proyectos son problemas cada vez más recurrentes en la industria de la construcción siendo el re trabajo como una de las principales causas. Varias han sido las investigaciones, por lo que debe ser considerado un factor importante en el desempeño económico de la industria. Para reducir el retrabajo y de esta manera mejorar el desempeño de los proyectos es necesario que las empresas comiencen a identificar y cuantificar

el re trabajo en terreno, de manera que la magnitud de sus costos sea conocida, causas principales identificadas, impacto que produce el re trabajo, estrategias de prevención implementadas y procesos constructivos de calidad. Cabe mencionar que la calidad no cuesta, lo que cuesta son las actividades que pudiéndose realizar en una sola vez se lo realiza en n número de veces a causa del re trabajo. La calidad no es un regalo, pero es gratuita, lo que cuesta dinero son las cosas que no tienen calidad. (Crosby P, 2009)

Metodología

La metodología inició con una revisión bibliográfica, con el objetivo de obtener información sobre cómo medir y cuantificar al re trabajo y encontrar sus causas raíces. Se elaboró un instrumento para registrar el número de órdenes de re trabajo.

La investigación fue un estudio de caso que comprendió 5 puentes en construcción cada uno de ellos con diferentes avances de obra, en la provincia de Bolívar, en una constructora del sector privado, que por confidencialidad será descrita como Constructora A, cuatro de ellos fueron de hormigón armado y una metálica. Los datos levantados fueron validados por el personal de la empresa constructora en una presentación de resultados.

La ubicación de estos puentes se los observará en el Anexo 1.

Para más detalle de esta metodología se presenta el siguiente diagrama a continuación:

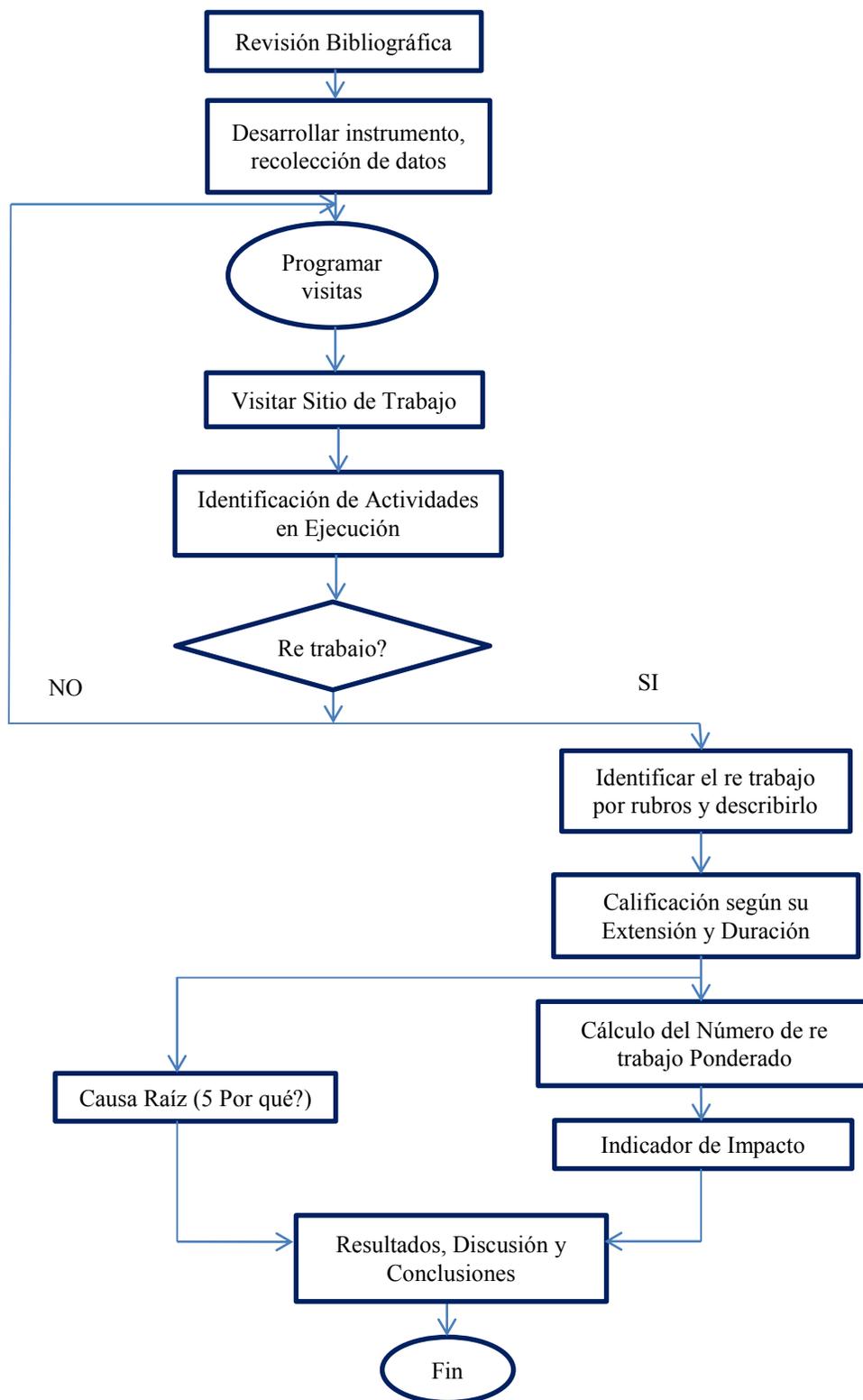


Figura 1. Diagrama de Flujo de la Investigación.

Elaborado Por: Guaño C. Samuel D.

Para la revisión bibliográfica se realizó una búsqueda utilizando buscadores como: Scopus, Scielo, Web o Science y ASCE (Sociedad Americana de Ingenieros Civiles), y repositorios digitales de universidades, con el objetivo de obtener información de la metodología a emplearse para medir y cuantificar el re trabajo en la construcción de puentes.

La búsqueda bibliográfica se centró en herramientas orientadas al re trabajo en construcción, utilizando como palabras clave: re trabajo, indicador de impacto, construcción de puentes, los registros oscilaron entre 10 y 15 registros tras la combinación de las diferentes palabras clave. Posterior, la búsqueda se extendió a términos como causas raíces del re trabajo en la construcción de puentes.

Luego de la revisión bibliográfica, se desarrolló un formulario de recolección de datos del re trabajo en la construcción puentes, véase anexo 2 , este formulario considera un registro de cada orden (rubro) de re trabajo, una descripción breve de cada orden producida en el proyecto, el impacto que produce este puede ser leve, medio grave y muy grave, véase la tabla 1, y el nivel de impacto del re trabajo, véase Tabla 2, en esta tabla se considera el tiempo que lleva en rehacer el re trabajo.

Previa la recolección de datos se programó las visitas con el jefe a cargo del proyecto, esto con el fin de difundir el objetivo de la investigación a realizar.

Durante la visita a cada puente, se buscó una persona de confianza en este caso el maestro mayor, para obtener información sobre los procesos de construcción, datos que son medidos y cuantificados en el formulario descrito anteriormente. Una vez identificadas las actividades que se estaban ejecutando, se procuró identificar si era un re trabajo, en caso afirmativo se describe cada actividad en condición de re trabajo.

Al momento de recopilar información sobre el trabajo rehecho y para clasificarlo en cuanto a su impacto o importancia, en el registro se colocó un diferenciador al lado de cada orden de trabajo rehecho, como lo explica la tabla 1, con el fin de determinar el nivel de riesgos a través de una escala de colores. Mismo que será útil para apreciar el impacto de su causa raíz.

Tabla 1: Explicación e infografía según impacto.

Impacto	Color
Leve	
Medio	
Grave	
Muy Grave	

Elaborado por: Guaño C. Samuel D

Para clasificar a cada orden del re trabajo se planteó dos dimensiones, su duración y su extensión, véase Tabla 2. La duración, se refiere a la cantidad de tiempo requerido para rehacer el trabajo existiendo 4 niveles, menos de 1 día, menos de una semana, menos de un mes y más de un mes cada una con una ponderación de 1 a 4 como lo indica la siguiente tabla. Así también con la ayuda de este instrumento se puede apreciar el impacto de la causa raíz que produce el re trabajo. Nota: mientras mayor tiempo de duración tome en corregir un re trabajo, su indicador impacto y su causa raíz será grave.

Tabla 2: Nivel de impacto rehecho.

Nivel de impacto del re trabajo					
Extensión	Duración				
		Menos de 1 Día	Menos de una semana	Menos de un mes	Más de un mes
	Total	2	3	4	4
	Zonal	2	2	3	4
	Local	1	2	2	3
Puntual	1	1	2	2	

Elaborado por: Guaño C. Samuel D

Según su extensión, se refiere al lugar donde se requiere realizar la faena, se definieron 4 clasificaciones; total, zonal, local y puntual, su significado se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 3: Nivel de impacto según su extensión.

Extensión	Descripción
Total	En todo el puente, impide el avance de la obra.
Zonal	En una zona del proyecto, por ejemplo, en varios elementos de la subestructura y superestructura que teiene que ser corregidos para el avance de la obra.
Local	En un área definida del proyecto, por ejemplo, en un estribo o en una viga, que no afecte al avance de la obra.
Puntual	En un solo elemento del proyecto, puede ser una baranda o en los acabados (pintura, señalización, etc.)

Elaborado por: Guaño C. Samuel D

Utilizando la ecuación 4 se calculó el indicador de impacto en obra.

$$\text{Indicador de Impacto} = \frac{\sum \# \text{ de Re trabajo ponderado}}{\text{HH Trabajadas}_i} \times 10^3 \quad (4)$$

El número (#) de re trabajo ponderado, se obtiene multiplicando el # de órdenes de re trabajo_i por el nivel de impacto_i, tomando en cuenta una ponderación que, ayuda a evaluar al re trabajo teniendo como referencia distintos parámetros, véase tabla 2. Por otra parte las horas hombre trabajadas (HH Trabajadas) corresponde el número de personas que laboran en cada puente por semana, llevando un registro de mano de obra como lo explica la tabla 4. La potencia 10³ corresponde a 1000 horas de hombres trabajadas.

Tabla 4: Registro de mano de obra

Número Personal	Días Semana	H. Diaras Trabajo	H. Semanal	HH.Trabajadas

Elaborado por: Guaño C. Samuel D

Este indicador temprano de magnitud relativa mide el impacto del re trabajo. Por lo tanto es un indicador de no calidad, que es lo que tiene un costo adicional para el proyecto puesto que la calidad o hacer el trabajo bien en una sola vez no tiene costo (Crosby P, 2009). Por otra parte, este indicador sirve para evaluación comparativa semanal dentro del proyecto y entre proyectos.

Por ejemplo:

Si en el puente Huagra Hurco de la semana 3 se registra 1 orden de re trabajo, laboran 8 horas diarias por 7 días, 8 personas, son 448 las HH Trabajadas. Por otra parte la orden de retrabajo corresponde al nivel 2 de extensión zonal según la tabla 2, aplicando la fórmula (4) tenemos:

$$\text{Indicador de Impacto} = \frac{1(2)}{448} \times 10^3 = 5$$

Este número representa el impacto del re trabajo por 1000 HH Trabajadas, mientras el valor encontrado se acerca a cero mejor será calidad. Nota: si no se registran órdenes de re trabajo, entonces la calidad será buena o excelente.

Por otra parte para identificar la causa raíz de cada orden de re trabajo se utilizó la metodología de los 5 Porqués. Esta técnica permite detectar problemas y resolverlos más rápidamente, precisamente para avanzar y poder aumentar la productividad. Esta técnica consiste en ir a la causa preguntándonos 5 veces atrás, para comprender el problema originario y acatar a él directamente, no tiene que ser exactamente 5 preguntas, pues esto va a depender de cuan planteada este la pregunta, (Jeff Liker, 2007).

Por ejemplo en el: rubro, acero de refuerzo 4200 kg/cm^2 en vigas se produjo un re trabajo.

Tabla 5: Metodología de los 5 por qué.

5 Por qué?	Causa Raíz
1.-No se ven los detalles del estribo en el Plano	Mano de Obra Calificada
2.-El maestro mayor no da dirección.	
3.-Dejo pasar por alto.	
4.-Nunca he realizado puentes.	
5.-	

Elaborado por: Guaño C. Samuel D

Para el procesamiento de datos se cuantificaron las órdenes de re trabajo diariamente. Para el registro de la base de datos utilicé el software Microsoft Excel, se registró información obtenida en campo para cada puente con la metodología propuesta.

Para validar la información, se realizó una presentación de resultados a los representantes de la constructora A, con la finalidad de obtener sus opiniones respecto del trabajo realizado y de esta manera corregir errores en la construcción de puentes.

Resultados y discusión

Por medio del estudio de caso, se realizó una evaluación de impacto del re trabajo por cada mil de HH Trabajadas, y sus causas raíces en la provincia de Bolívar.

La capacidad de identificar las causas raíces producidas por el re trabajo, de tarea muy difícil pero necesaria para el logro de los objetivos.

En la figura 2. Se presenta el impacto del re trabajo por cada mil de horas hombres trabajadas semanalmente, del puente tablas la libertad y en la tabla 6 sus causas raíces afectados por el re trabajo.

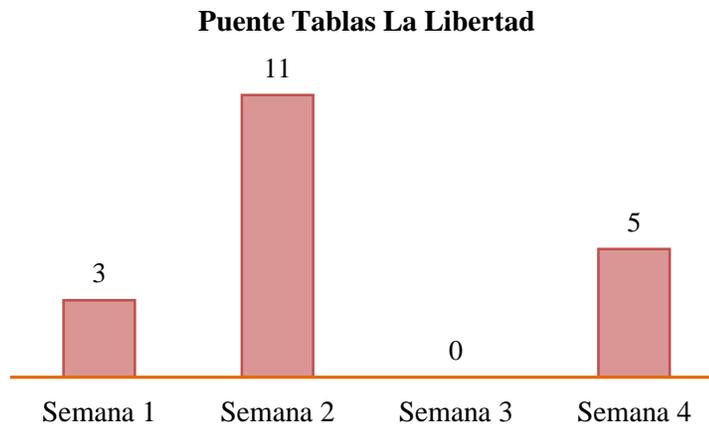


Figura 2. Indicador de impacto Tablas la Libertad

Elaborado por: Guaño C. Samuel D.

Tabla 6: Causas del re trabajo Puente La Libertad.

Puente tablas la Libertad		
	Causa raíz	Impacto
Semana 1	Bajo control de Documentos	Leve
Semana 2	Errores y Omisiones de Diseño	Leve
Semana 4	Suministro de Materiales y Equipos	Leve

Elaborado por: Guaño C. Samuel D.

Se puede observar que la semana 2 existe un mayor impacto del re trabajo por cada mil de HH Trabajadas, una de estas órdenes de re trabajo fue la mala separación de las varillas longitudinales del estribo izquierdo y el mal apuntalamiento del encofrado del mismo estribo, esto a causa de errores y omisiones de diseño y del suministro de materiales y equipos, sin embargo, en la semana 3 la calidad es buena, debido a la supervisión diaria del ingeniero a cargo.

En la figura 3 se puede observar el impacto del re trabajo en el puente Mirador.

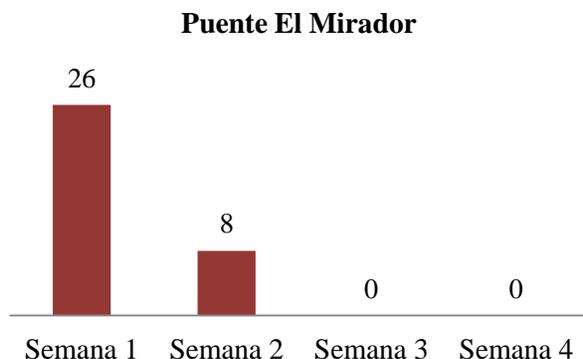


Figura 3. Indicador de impacto el Mirador

Elaborado por: Guaño C. Samuel D.

Se puede observar que en la semana 1 el impacto del re trabajo es mayor que la semana 2 por cada mil de HH Trabajadas. Entre las órdenes de re trabajo tenemos masillados en; muro de pantalla, vigas, diafragmas y trabas sísmicas, tan solo dobles de las patas en la junta de dilatación y relleno fueron presentadas en la semana 2. Por otra parte el impacto del re trabajo es buena en la semana 3 y 4 gracias a la aplicación de este indicador. Estas órdenes de re trabajo se produjeron a causa de supervisión inadecuada y mano de obra calificada como se observa en la tabla 7.

Tabla 7: Causas del re trabajo Puente El Mirador

Puente El Mirador		
	Causa raíz	Impacto
Semana 1	Supervisión Inadecuada	Medio
	Suministro y materiales de Equipos	Leve
Semana 2	Exceso de horas de Trabajo	Leve
	Errores y Omisiones de Diseño	Leve
	Mano de Obra Calificada	Medio

Elaborado por: Guaño C. Samuel D.

El impacto del re trabajo del puente Huaycoyuyo se encuentran en la figura 4.

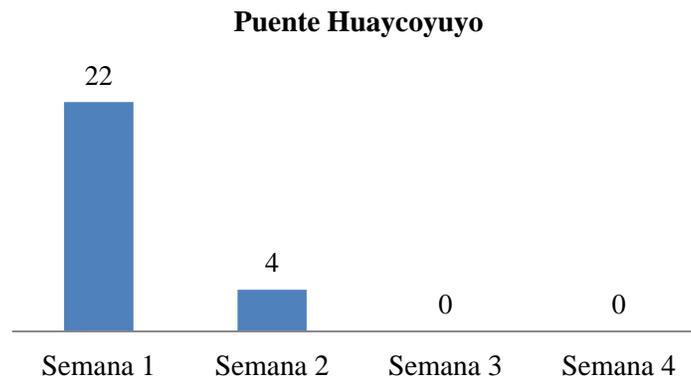


Figura 4. Indicador de impacto Huagra Hurco

Elaborado por: Guaño C. Samuel D.

Observándose que, existe un impacto del re trabajo muy alto en la semana 1 por cada mil de HH Trabajadas en comparación a la semana 2. Encofrado de vigas, y amarre de estribos en vigas fueron las órdenes de re trabajo que se produjeron en el puente, con un impacto grave, de extensión total lo cual quiere decir que el error se produjo en todo el puente, lo que impide en avance de la obra, por otra parte el tiempo de rehacer estas actividades fue menos de una semana. Por otra parte las causas raíces producidas por el re trabajo fueron espera de topografía y mano de obra calificada como se observa en la tabla 8.

Tabla 8: Causas del re trabajo Puente Hauycoyuyo

Puente Huaycoyuyo		
	Causa raíz	Impacto
Semana 1	Espera de Topografía	Grave
	Mano de Obra Calificada	Grave
Semana 2	Errores y Omisiones de Diseño	Leve

Elaborado por: Guaño C. Samuel D.

En la figura 5, se presenta el impacto del re trabajo por cada mil de horas hombre del puente Huagra Hurco.

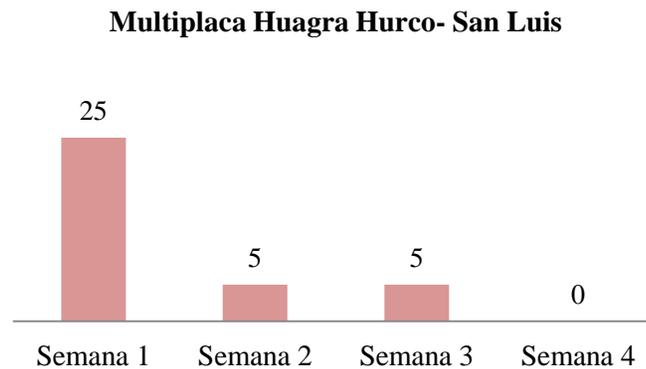


Figura 5. Indicador de impacto Huagra Hurco.

Elaborado por: Guaño C. Samuel D.

Observándose que, el impacto del re trabajo en la semana 1 es mayor que la semana 3 y 4 por cada mil de HH Trabajadas. Excavación en lecho de río estribo derecho, hormigón simple en replantillo, replanteo estribo derecho y encofrado estribo derecho fueron las órdenes de re trabajo que se produjeron en el puente, con un impacto muy grave, de extensión total lo cual quiere decir que el error se produjo en todo el puente, lo que impide en avance de la obra, por otra parte el tiempo de rehacer estas actividades fue menos de un mes. Cabe mencionar que en este puente la causa raíz producida por el re trabajo fue errores y omisiones de diseño como se observa en la tabla 9.

Tabla 9: Causas del re trabajo Puente Huagra Hurco

Puente Huagra Hurco		Impacto
	Causa raíz	
Semana 1	Errores y Omisiones de Diseño	Muy grave
Semana 2	Suministro de materiales y Equipos	Leve
Semana 3	Errores y Omisiones de Diseño	Medio

Elaborado por: Guaño C. Samuel D.

El impacto del re trabajo del puente Jerusalén se encuentran en la figura 6.

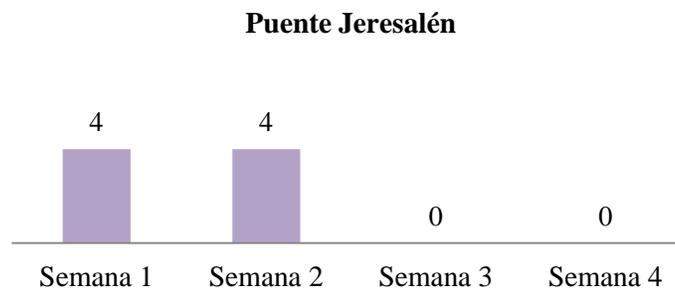


Figura 6. Indicador de impacto Jerusalén

Elaborado por: Guaño C. Samuel D.

Se puede observar que en la semana 1 y 2 el impacto del re trabajo es igual, entre estas órdenes tenemos doblez de varilla y apuntalamiento en el muro de pantalla. La sola presencia del evaluador permite un mejor impacto del re trabajo en la semana 3 y 4, esto se debe a que no existieron órdenes de re trabajo. Las órdenes de re trabajo en la semana 1 y 2 se produjeron a causa de incumplimiento de las especificaciones técnicas y suministro de materiales y equipos como se observa en la tabla 10.

Tabla 10: Causas del re trabajo Puente Jerusalén

Puente Jerusalén		Impacto
	Causa raíz	
Semana 1	Incumplimiento de las Especificaciones	Leve
Semana 2	Suministro de materiales y Equipos	Leve

Elaborado por: Guaño C. Samuel D.

Por otra parte, para visualizar el impacto del re trabajo producido en los 5 puentes evaluados se presenta una barra gráfica, véase la figura 7.

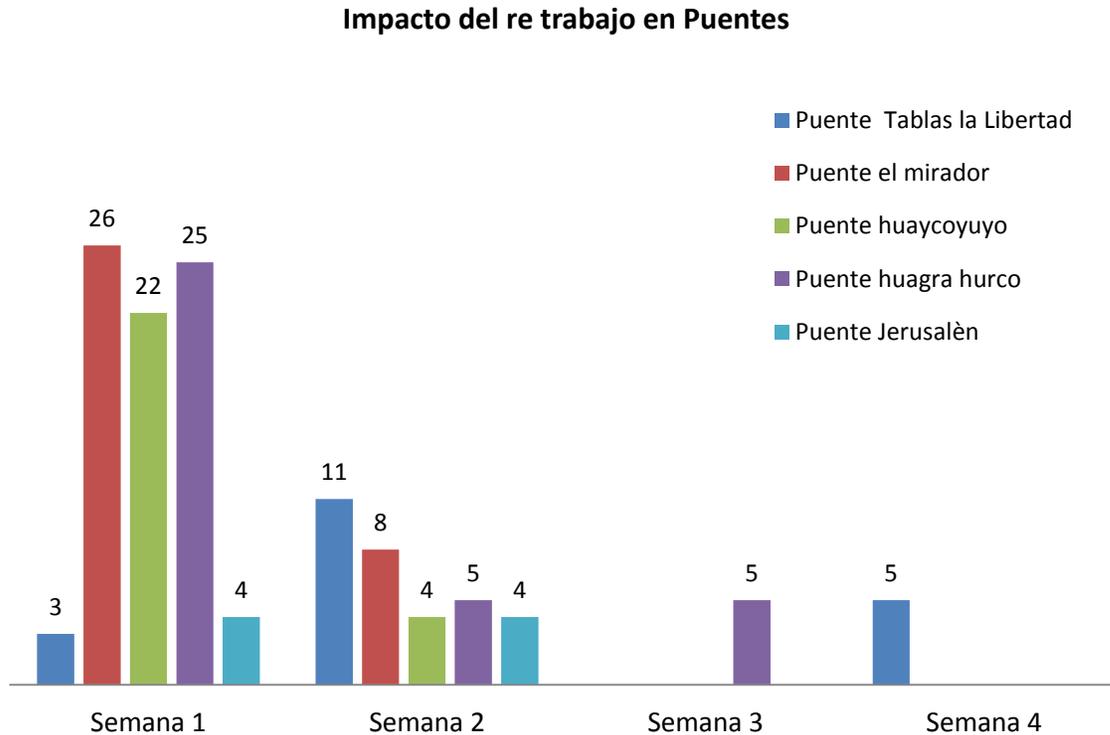


Figura 7. Indicador de impacto

Elaborado por: Guaño C. Samuel D.

En la figura 7, el puente mirador presenta un impacto del re trabajo muy alto, esto se debe a la supervisión inadecuada por parte del contratista, sin embargo, el puente Jerusalèn presenta un impacto del re trabajo bajo, lo que se puede asumir como que en esa obra hubo un trabajo de mejor calidad respecto a los demás puentes evaluados. Esto se debe a que hubo más control por parte del contratista y mejor flujo de información, además de un buen manejo de suministros de materiales y mano de obra calificada. (Salas F, 2007). Es importante que se considere a estos factores para mejorar la calidad en obra.

Por su parte para apreciar la eficiencia del indicador del re trabajo aplicado en esta investigación, se compara con lo que plantea Echeverría (2014). Los resultados que se muestran en la figura 7 se obtuvieron sumando las órdenes de re trabajo de cada puente y las HH Trabajadas semanalmente.

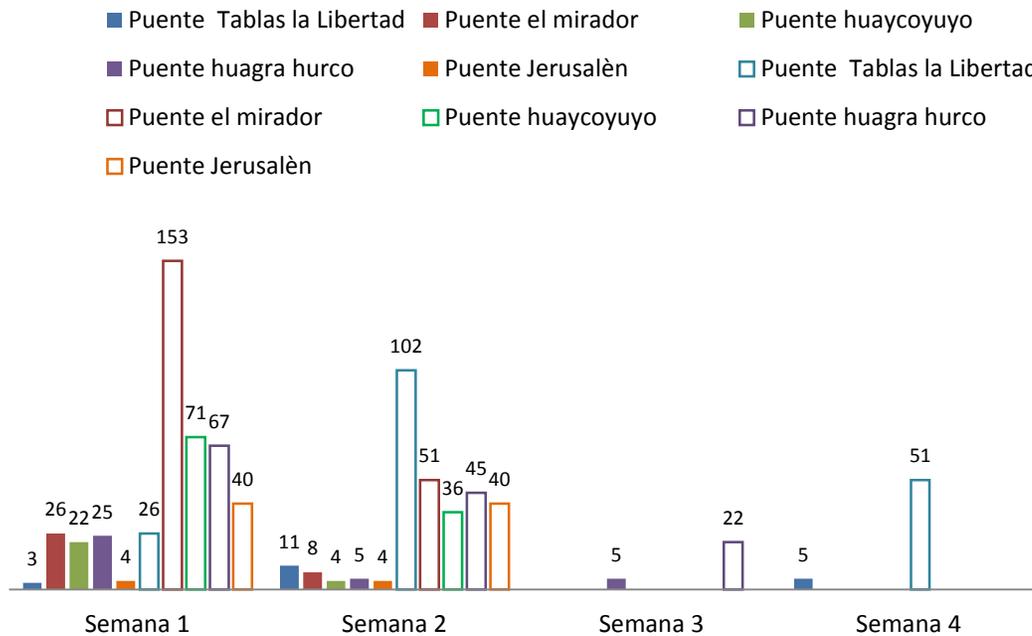


Figura 8. Comparación de indicadores del re trabajo.

Elaborado por: Guaño C. Samuel D.

Como se puede apreciar en la figura 7 el indicador de impacto que se plantea en esta investigación es mucho más sensible, dado que se está dando una ponderación (peso) a cada orden del re trabajo, al contrario de lo que se estaba midiendo en (Echeverría 2014). Por ejemplo en el puente mirador el impacto de la semana 1 es muy alto según Echeverría (2014), debido a que su indicador solo mide la frecuencia de los eventos, sin importar si son leves. Cabe anotar que el indicador ponderado muestra que, en realidad el impacto del re trabajo es mucho más leve si se compara incluso con los demás proyectos semanalmente.

En la tabla 11 se muestra una clasificación en función del impacto de las causas raíces del re trabajo encontradas en esta investigación.

Tabla 11: Resumen Causas raíces del re trabajo.

CAUSAS RAÍCES DEL RE TRABAJO EN LA CONSTRUCCIÓN DE PUENTES.		
Puente	Causa raíz	Impacto
Tablas la libertad	Bajo control de documentos	Leve
	Errores y omisiones de diseño	Leve
	Suministro de materiales y equipos	Leve
El mirador	Supervisión inadecuada	Medio
	Errores y omisiones de diseño	Medio
Huaycoyuyo	Mano de obra calificada	Grave
	Espera de topografía	Grave
Huagra hurco-San Luis	Errores y omisiones de diseño	Muy grave
	Suministro de materiales y equipos	Leve
	Errores y omisiones de diseño	Grave
Jerusalén	Incumplimiento de las especificaciones	Leve
	Suministro de equipos y materiales	Leve

Elaborado por: Guaño C. Samuel D.

Como se puede observar en la tabla 11 errores y omisiones de diseño considerada con la causa raíz con mayor impacto, esto debido a que se presentaron varios inconvenientes técnico-constructivos como: la mala elaboración de planos, ensayo de suelos y cálculo de acero.

En la figura 9 se muestra las causas raíces del re trabajo con mayor frecuencia en los 5 puentes investigados.

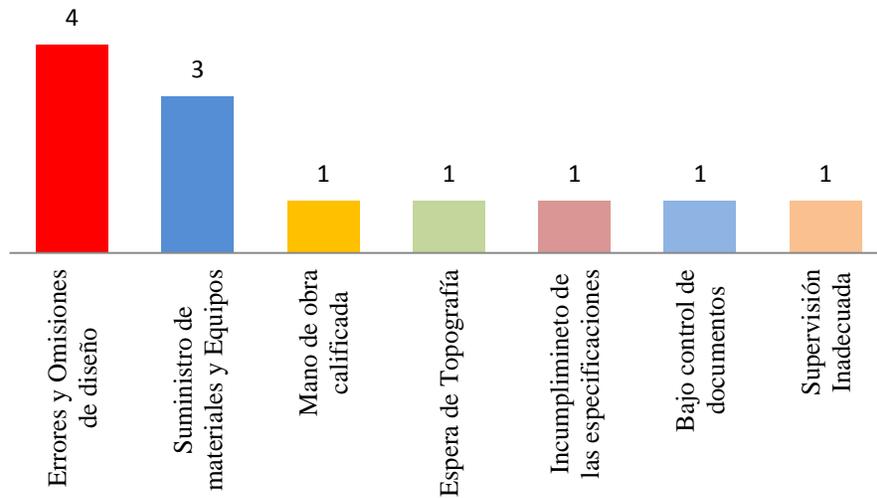


Figura 9. Causas raíces del re trabajo en Puentes

Elaborado por: Guaño C. Samuel D.

Como se aprecia en la figura 9, errores y omisiones de diseño es la causa raíz de mayor impacto y frecuencia, seguida de suministro de materiales y equipos, mano de obra calificada, espera de topografía, incumplimiento de las especificaciones, bajo control de documentos y supervisión inadecuada.

La causa raíz con mayor impacto en la construcción de puentes se debe a los siguientes factores como: mala elaboración de planos, ensayo de suelos y cálculo de acero. (Buleje, 2013).

Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

La metodología de esta investigación presenta una escala cualitativa para identificar las causas raíces del re trabajo con mayor frecuencia en la construcción de puentes. Por medio de los resultados obtenidos en la investigación se puede decir que las causas raíces del re trabajo en la construcción de puentes son: errores y omisiones de diseño se considera como muy grave seguido de mano de obra calificada, supervisión inadecuada, suministro de materiales y equipos, incumplimiento de las especificaciones, bajo control de documentos y espera de topografía.

Al registrar las órdenes de re trabajo en la construcción de puentes se puede concluir que, con solo ponderar al re trabajo se aprecia el impacto que produce.

Algunas de las limitaciones que presenta el indicador de impacto es que no se ha establecido una escala absoluta que permita conocer que valores del indicador representan una condición leve o crítica del re trabajo.

Recomendaciones

Para realizar investigaciones en este campo se recomienda obtener mayor número de proyectos, para establecer una escala absoluta que permita establecer los valores del indicador, y poder apreciar el impacto del re trabajo.

Es necesario estudiar las causas encontradas en la construcción de puentes antes de ejecutar un proyecto de este tipo.

Bibliografía

- Echeverría, J., y Alarcón L., (2014) Desarrollo de un sistema de Indicadores Cuantitativos para Benchmarking: Pontificia Universidad Católica de Chile, Gestión de la Construcción, Chile, Tesis.
- Albarrán, J., Hernández, J., y Rosas L, (2017) Desarrollo de un Sistema de Gestión de Calidad para la Mejora del proceso Logístico Mediante el uso de las TIC: Instituto Politécnico Nacional, México, Tesis.
- Núñez, N., (2015) Propuesta Metodológica Para Identificar Y Cuantificar El Retrabajo En La Industria De La Construcción Chilena: Universidad de Chile, Chile, Tesis.
- Villamizar, M., (2016) Plan de Inspección para Controlar la Calidad Durante la Ejecución de Obras de Concreto: Universidad Rafael Urdaneta, Maracaibo, Tesis.
- Solís R, (2014) La Supervisión de Obra: Mérida. Artículo Científico
- Love, P.E.D., Edwards, D.J., Smith, J. and Walker, D.H.T. (2009). “Divergence or congruence? A path model of rework for building and civil engineering projects.” *Journal of performance of Constructed Facilities*, 23(6), 480-488.
- Love, P.E.D., Edwards, D.J., Watson, H. and Davis, P. (2010) “Rework in civil infrastructure projects: determination of cost predictors.” *Journal of Construction Engineering and Management*, 136(3), 275-282.
- Orihuela, P., Ulloa, K, (2014) Selección de Insumos de Construcción en Obras de Edificación: Seminario de planificación y Gestión de Materiales de Construcción, España, Tesis.
- Álvarez, A., (2014) Estudio de los parámetros que influyen en la aparición de no conformidades en las obras de edificación: Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona, Tesis.

Fayek, A.R., Dissanayake, M., and Campero, O. (2007). "Developing a standard methodology for measuring and classifying construction field rework." *Canadian Journal of Civil Engineering*, 1077-1089.

Philip B. Crosby. (2009). *International Journal of Industrial Ergonomics*. "La calidad no cuesta".

Jeffrey K liker. (2007). *Toyota production system: beyond large-scale production*.

Anexos

Anexo 1: Mapa de ubicación de 5 puentes en construcción en la Provincia de Bolívar.



Figura 10. Mapa de ubicación de 5 puentes en la provincia de Bolívar

Elaborado por: Guaño C. Samuel D.

Anexo 2: Formulario de recolección de datos del re trabajo en la construcción de puentes.

Tabla 12: Formulario de recolección de datos del re trabajo

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



NOMBRE DEL PROYECTO: _____

FECHA: _____

ELABORADO POR: _____

SISTEMA DE MEDICIÓN DE RETRAJO EN LA CONSTRUCCIÓN DE PUENTES

SEMANA 1	Rubro	# Retrabajo	Descripción. Retrabajo	Impacto de Trabajo Rehecho		# Retrabajo Ponderado	5 Por qué?	Causa Raíz
								1.- 2.- 3.- 4.- 5.-
							1.- 2.- 3.- 4.- 5.-	
							1.- 2.- 3.- 4.- 5.-	
							1.- 2.- 3.- 4.- 5.-	
							1.- 2.- 3.- 4.- 5.-	
							1.- 2.- 3.- 4.- 5.-	
							1.- 2.- 3.- 4.- 5.-	
TOTAL						0		

Nivel de impacto del retrabajo				
Extensión	DURACIÓN			
	Menos de 1 Día	Menos de una semana	Menos de un mes	Más de un mes
Total	2	3	4	4
Zonal	2	2	3	4
Local	1	2	2	3
Puntual	1	1	2	2

Impacto	Color
Leve	
Medio	
Grave	
Muy Grave	

Extensión	Descripción
Total	En todo el puente, impide el avance de la obra.
Zonal	En una zona del proyecto, por ejemplo, en varios elementos de la subestructura y superestructura que tienen que ser corregidos para el avance de la obra.
Local	En un área definida del proyecto, por ejemplo, en un estribo o en una viga, que no afecte al avance de la obra.
Puntual	En un solo elemento del proyecto, puede ser una baranda o en los acabados (pintura, señalización, etc.)

INDICADOR DE CALIDAD

$$IC = \frac{\# \text{Retrabajo Ponderado}}{HH.Trabajadas} \times 10^3$$

IC= _____

NOTA: _____

Número Personal	Días Semana	H. Diaras Trabajo	H. Semanal	HH.Trabajadas

Elaborado por: Guaño C. Samuel D.

Anexo 3: Medición de las órdenes del re trabajo en la construcción.

PUENTE TABLAS LA LIBERTAD

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



NOMBRE DEL PROYECTO: TABLAS LA LIBERTAD

FECHA: Lunes 13 de Marzo de 2017

ELABORADO POR: Samuel Guaño

SISTEMA DE MEDICIÓN DE RETRAJO EN LA CONSTRUCCIÓN DE PUENTES

SEMANA 2	Rubro	# Retrabajo	Descripción. Retrabajo	Impacto de Trabajo Rehecho			# Retrabajo Ponderado	5 Por qué?	Causa Raíz
	Super-estructura Acero de Refuerzo fy=4200 kg/cm2 (Muro de Pantalla).	1	Separación de varillas longitudinales.	Leve		1	1	1.-No coincide con la viga de apoyo. 2.-Se amarró mal las varillas de la Pantalla. 3.-Así se reflejaba en los planos. 4.-Diseñador no tuvo precaución. 5.-Detalles.	Errores y Omisiones de Diseño
	Super-estructura Acero de Refuerzo fy=4200 kg/cm2 (Traba Sísmica).	1	Separación de varillas entre la viga de apoyo (parapeto) y la traba sísmica.	Leve		1	1	1.-Muy unido a la viga de apoyo 2.- Se amarró mal las varillas. 3.-Así se reflejaba en los planos. 4.-Diseñador no tuvo precaución. 5.-Detalles.	Errores y Omisiones de Diseño
	Encofrado en Super-estructura (Muro de Pantalla)	1	Apuntalamiento	Leve		1	1	1.-Se debilito el Encofrado. 2.-Los puntales cedieron. 3.-Mal colocadas las Estacas. 4.-Estaban muy pequeñas las Estacas. 5.-Las estacas no son apropiadas.	Suministro de Materiales y Equipos
	Encofrado en Super-estructura (Muro de Ala derecho-izquierdo)	1	Apuntalamiento	Leve		1	1	1.-Se debilito el Encofrado. 2.-Los puntales cedieron. 3.-Mal colocadas las Estacas. 4.-Estaban muy pequeñas las Estacas. 5.-Las estacas no son apropiadas.	Suministro de Materiales y Equipos
							0	1.- 2.- 3.- 4.- 5.-	
							0	1.- 2.- 3.- 4.- 5.-	
							0	1.- 2.- 3.- 4.- 5.-	
TOTAL						4			

Número Personal	Días Semana	H. Diaras Trabajo	H. Semanal	HH.Trabajadas
7	7	8	56	392

Separación de varillas longitudinales
(Muro de Pantalla.)



Separación de varillas entre la viga de apoyo
(parapeto) y la traba sísmica.



Encofrado de super-estructura.
(Muro de pantalla.) Apuntalamiento.



Encofrado de super-estructura.
(Muro de pantalla.) Apuntalamiento.



Encofrado muro de Ala Izquierdo y
Derecho. Apuntalamiento



Encofrado muro de Ala Izquierdo y Derecho.
Apuntalamiento



Figura 11. Órdenes de re trabajo Puente Tablas la Libertad
Elaborado por: Guaño C. Samuel D

Anexo 4: Medición de las órdenes del re trabajo en la construcción.

PUENTE EL MIRADOR



NOMBRE DEL PROYECTO: PUENTE EL MIRADOR

FECHA: Lunes 6 de Marzo de 2017

ELABORADO POR: Samuel Guano

SISTEMA DE MEDICIÓN DE RETRAJO EN LA CONSTRUCCIÓN DE PUENTES

SEMANA I	Rubro	# Retrabajo	Descripción. Retrabajo	Impacto de Trabajo Rehecho		# Retrabajo Ponderado	5 Por qué?	Causa Rafz
		Sub-estructura Placas de neopreno a-50 (40*35)cm	1	Dando visibilidad al Neopreno y enlucido del mismo	Medio	2	2	1.-Picar para descubrir al neopreno 2.-Por mucho vibrar el Hormigón tapo el Neopreno 3.-No existe una persona que controle la vibración. 4.- 5.-
	Encofrado en Super-estructura (riostras para pasamamos)	1	Acople de tubos de pasamamos con las riostras	Leve	1	1	1.-Corte de madera. 2.-No se acopla bien la madera con el tubo. 3.-No es el material adecuado. 4.-Es necesario un encofrado metálico. 5.-La empresa no posee ese tipo de Encofrado	Suministro y materiales de Equipos
	Super-estructura Hormigón Simple f'c=210 kg/cm2 (Masillado Muro de Pantalla)	1	Acabados de Muro de Pantalla	Medio	2	2	1.-Picar para consolidar con mortero nuevo. 2.-Por mucho vibrar el encofrado se hinchó. 3.-No existe una persona que controle la vibración. 4.- 5.-	Supervisión Inadecuada
	Super-estructura Hormigón Simple f'c=210 kg/cm2 (Masillado Base de Vigas)	1	Acabados de la viga (Base de la viga).	Medio	2	2	1.-Picar para consolidar y sacar filos. 2.-Por mucho vibrar el encofrado se hinchó. 3.-No existe una persona que controle la vibración. 4.- 5.-	Supervisión Inadecuada
	Super-estructura Hormigón Simple f'c=210 kg/cm2 (Masillado Diafragmas)	1	Relleno con mortero en la vista frontal y posterior del Diafragma	Medio	2	2	1.-Picar para consolidar con mortero nuevo. 2.-Por falta de vibración. 3.-No existe una persona que controle la vibración. 4.- 5.-	Supervisión Inadecuada
	Super-estructura Hormigón Simple f'c=210 kg/cm2 (Masillado Traba sísmica)	1	Masillado a la Traba Sísmica	Leve	1	1	1.-Sufríó daños la Traba sísmica. 2.-No Tomamos precaución al desencofrar. 3.-Por apresurarse (tiempo) 4.-Tengo mas trabajo por hacer 5.-	Exceso de horas de Trabajo
							1.- 2.- 3.- 4.- 5.-	
TOTAL						10		

Número Personal	Días Semana	H. Diaras Trabajo	H. Semanal	HH.Trabajadas
7	7	8	56	392



NOMBRE DEL PROYECTO: PUENTE EL MIRADOR

FECHA: Lunes 13 de Marzo de 2017

ELABORADO POR: Samuel Guano

SISTEMA DE MEDICIÓN DE RETRABAJO EN LA CONSTRUCCIÓN DE PUENTES

SEMANA 2	Rubro	# Retrabajo	Descripción. Retrabajo	Impacto de Trabajo Rehecho		# Retrabajo Ponderado	5 Por qué?	Causa Raíz
	Super-estructura (Juntas de Dilatación)	1	Doblez de Patas de Juntas de Dilatación	Leve		1	1.-El fierro acato a los planos 2.-El dibujante no tomo las medidas de seguridad. 3.-Por falta de comunicación con el calculista. 4.-Calculista no obtó por el doblez. 5.-Detalles de dibujo.	Errores y Omisiones de Diseño
	Sobreacarreo material de relleno	1	Relleno para transito de vehículos	Medio		2	1.-El suelo es muy balndo 2.-El operador no compacto adecuadamente 3.- 4.- 5.-	Mano de Obra Calificada
							1.- 2.- 3.- 4.- 5.-	
							1.- 2.- 3.- 4.- 5.-	
							1.- 2.- 3.- 4.- 5.-	
							1.- 2.- 3.- 4.- 5.-	
							1.- 2.- 3.- 4.- 5.-	
TOTAL						3		

Número Personal	Días Semana	H. Diaras Trabajo	H. Semanal	HH.Trabajadas
7	7	8	56	392

Fotografías del re trabajo Puente El Mirador.

<p>Masillado de traba sísmica Estribo izquierdo</p> 	<p>Masillado de traba sísmica Estribo izquierdo</p> 
<p>Juntas (doblez de patas)</p> 	<p>Sobre acarreo de material sub-base</p> 

Figura 12. Órdenes de re trabajo Puente El Mirador

Elaborado por: Guaño C. Samuel D.

Anexo 5: Medición de las órdenes del re trabajo en la construcción.

PUENTE HUAYCOYUYO



NOMBRE DEL PROYECTO: PUENTE HUAYCOYUYO - EL TOPE

FECHA: Lunes 6 de Marzo de 2017

ELABORADO POR: Samuel Guano

SISTEMA DE MEDICIÓN DE RETRAJO EN LA CONSTRUCCIÓN DE PUENTES

SEMANA I	Rubro	# Retrabajo	Descripción. Retrabajo	Impacto de Trabajo Rehecho			# Retrabajo Ponderado	5 Por qué?	Causa Rafz
		Super-estructura (Encofrado de vigas).	1	Fijando la base del Encofrado	Grave		3	3	1.-No tuvieron datos de la contraflecha 2.-El topógrafo no les dio los datos. 3.-Acumulación de Trabajo 4.- 5.-
	Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2 (Vigas)	1	Amarre de estribos en las vigas	Grave		3	3	1.-No se ven los detalles del estribo en el Plano 2.-El maestro mayor no da dirección. 3.-Dejo pasar por alto. 4.-Nunca he realizado puentes. 5.-	Mano de Obra Calificada
								1.- 2.- 3.- 4.- 5.-	
								1.- 2.- 3.- 4.- 5.-	
								1.- 2.- 3.- 4.- 5.-	
								1.- 2.- 3.- 4.- 5.-	
								1.- 2.- 3.- 4.- 5.-	
TOTAL							6		

Número Personal	Días Semana	H. Diaras Trabajo	H. Semanal	HH.Trabajadas
5	7	8	56	280



NOMBRE DEL PROYECTO: PUENTE HUAYCOYUYO - EL TOPE

FECHA: Lunes 13 de Marzo de 2017

ELABORADO POR: Samuel Guano

SISTEMA DE MEDICIÓN DE RETRABAJO EN LA CONSTRUCCIÓN DE PUENTES

SEMANA 2	Rubro	# Retrabajo	Descripción. Retrabajo	Impacto de Trabajo Rehecho			# Retrabajo Ponderado	5 Por qué?	Causa Raíz
	Super-estructura Acero de Refuerzo fy=4200 kg/cm2 (Traba Sísmica).	1	Separación de varillas entre la viga de apoyo (parapeto) y la traba sísmica.	Leve		1	1	1.-Muy unido a la viga de apoyo 2.- Se amarró mal las varillas. 3.-Así se reflejaba en los planos. 4.-Diseñador no tuvo precaución. 5.-Detalles.	Errores y Omisiones de Diseño
								1.- 2.- 3.- 4.- 5.-	
								1.- 2.- 3.- 4.- 5.-	
								1.- 2.- 3.- 4.- 5.-	
								1.- 2.- 3.- 4.- 5.-	
								1.- 2.- 3.- 4.- 5.-	
								1.- 2.- 3.- 4.- 5.-	
TOTAL							1		

Número Personal	Días Semana	H. Diaras Trabajo	H. Semanal	HH.Trabajadas
5	7	8	56	280

Fotografía del re trabajo Puente Huaycoyuyo.

Encofrado base de vigas. No consideraron la contraflecha por falta de Topografía



Encofrado base de vigas.



Amarre de estribos en vigas



Amarre de estribos en vigas



Figura 13. Órdenes de re trabajo Puente Huaycoyuyo

Elaborado por: Guaño C. Samuel D.

Anexo 6: Medición de las órdenes del re trabajo en la construcción.

PUENTE HUAGRA-HURCO



NOMBRE DEL PROYECTO: MULTI-PLACA HUAGRA HURCO
 FECHA: Lunes 6 de Marzo de 2017
 ELABORADO POR: Samuel Guaño

SISTEMA DE MEDICIÓN DE RETRABAJO EN LA CONSTRUCCIÓN DE PUENTES

SEMANA I	Rubro	# Retrabajo	Descripción. Retrabajo	Impacto de Trabajo Rehecho		# Retrabajo Ponderado	5 Por qué?	Causa Raíz
		Sub-estructura (Excavación en lecho de río) Estribo Derecho	1	Excavación para las zapatas	Muy Grave	4	4	1.-Trasladaron el puente de un punto a otro. 2.-Encontraron rocas madres. 3.-Y porque no dinamitaron. 4.-Porque en el otro punto no había rocas 5.-Pero hubo mas rocas que las del inicio.
	Sub-estructura Hormigón simple en replantillo f'c=210 kg/cm2 Estribo derecho	1	Fundición de Replantillo	Muy Grave	4	4	1.-Trasladaron el puente de un punto a otro. 2.-Encontraron rocas madres. 3.-Para no dinamitar. 4.-En la crecida se encontraron mas rocas 5.-Retomar al punto propio.	Errores y Omisiones de Diseño
	Replanteo Estribo Derecho	1	Replanteo del Estribo derecho	Grave	3	3	1.-El estribo se traslado de un punto a otro 2.-Se encontraron rocas madres 3.- 4.- 5.-	Errores y Omisiones de Diseño
							1.- 2.- 3.- 4.- 5.-	
							1.- 2.- 3.- 4.- 5.-	
							1.- 2.- 3.- 4.- 5.-	
							1.- 2.- 3.- 4.- 5.-	
TOTAL						11		

Número Personal	Días Semana	H. Diaras Trabajo	H. Semanal	HH.Trabajadas
8	7	8	56	448



NOMBRE DEL PROYECTO: MULTI-PLACA HUAGRA HURCO

FECHA: Lunes 13 de Marzo de 2017

ELABORADO POR: Samuel Guaño

SISTEMA DE MEDICIÓN DE RETRABAJO EN LA CONSTRUCCIÓN DE PUENTES

SEMANA 2	Rubro	# Retrabajo	Descripción. Retrabajo	Impacto de Trabajo Rehecho			# Retrabajo Ponderado	5 Por qué?	Causa Raíz
		Encofrado en super-estructura. Estribo Derecho	1	Apuntalamiento Muro de Pantalla	Leve		1	1	1.-Se debilito el Encofrado. 2.-Los puntales cedieron. 3.-Mal colocadas las Estacas. 4.-Estaban muy pequeñas las Estacas. 5.-El terreno es esponjoso y no da para fijar bien.
	Encofrado en super-estructura. Estribo derecho	1	Apuntalamiento Muro de Alas Derecho e Izquierdo	Leve		1	1	1.-Se debilito el Encofrado. 2.-Los puntales cedieron. 3.-Mal colocadas las Estacas. 4.-Estaban muy pequeñas las Estacas. 5.-El terreno es blando y no da para fijar bien.	Suministro de materiales y Equipos
								1.- 2.- 3.- 4.- 5.-	
								1.- 2.- 3.- 4.- 5.-	
								1.- 2.- 3.- 4.- 5.-	
								1.- 2.- 3.- 4.- 5.-	
								1.- 2.- 3.- 4.- 5.-	
TOTAL							2		

Número Personal	Días Semana	H. Días Trabajo	H. Semanal	HH.Trabajadas
8	7	8	56	448

Fotografía del re trabajo Puente Huagra-Hurco

Hormigón simple replantillo Estribo derecho



Replanteo estribo izquierdo



Encofrado muro de pantalla Estribo derecho



Apuntalamiento Muro de Pantalla



Figura 14. Órdenes de re trabajo Puente Huagra-Hurco

Elaborado por: Guaño C. Samuel D.

Anexo 7: Medición de las órdenes del re trabajo en la construcción.

PUENTE JERUSALÉN



NOMBRE DEL PROYECTO: PUENTE JERUSALÉN

FECHA: Lunes 13 de Marzo de 2017

ELABORADO POR: Samuel Guano

SISTEMA DE MEDICIÓN DE RETRABAJO EN LA CONSTRUCCIÓN DE PUENTES

SEMANA 2	Rubro	# Retrabajo	Descripción. Retrabajo	Impacto de Trabajo Rehecho			# Retrabajo Ponderado	5 Por qué?	Causa Raíz
	Encofrado en super-estructura. Estribo Derecho	1	Apuntalamiento Muro de Pantalla	Leve		1	1	1.-Se debilito el Encofrado. 2.-Los puntales cedieron. 3.-Mal colocadas las Estacas. 4.-Estaban muy pequeñas las Estacas. 5.-El terreno es esponjoso y no da para fijar bien.	Suministro de materiales y Equipos
	Encofrado en super-estructura. Estribo Derecho	1	Apuntalamiento Muro de Alas Derecho e Izquierdo	Leve		1	1	1.-Se debilito el Encofrado. 2.-Los puntales cedieron. 3.-Mal colocadas las Estacas. 4.-Estaban muy pequeñas las Estacas. 5.-El terreno es blando y no da para fijar bien.	Suministro de materiales y Equipos
								1.- 2.- 3.- 4.- 5.-	
								1.- 2.- 3.- 4.- 5.-	
								1.- 2.- 3.- 4.- 5.-	
								1.- 2.- 3.- 4.- 5.-	
								1.- 2.- 3.- 4.- 5.-	
TOTAL							2		

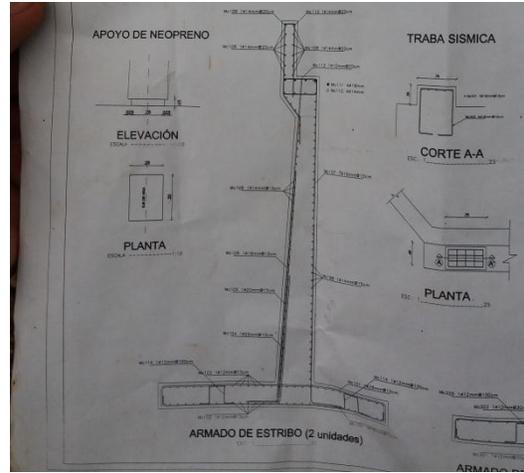
Número Personal	Días Semana	H. Diaras Trabajo	H. Semanal	HH.Trabajadas
9	7	8	56	504

Fotografía del re trabajo Puesto Jerusalén

Doblez acero de refuerzo



Especificación de acero de refuerzo



Apuntalamiento muro de pantalla y muro de Ala.



Figura 15. Órdenes de re trabajo Puesto alén

Elaborado por: Guaño C. Samuel D.