

**COMPARACIÓN DE COSTOS ENTRE PUENTES CON VIGAS DE ACERO,
CONCRETO REFORZADO Y POSTENSADO CONSIDERANDO LA
VARIACIÓN DE LA LUZ LIBRE**



**Universidad
de Cartagena**
Fundada en 1827



**Facultad de
Ingeniería**
Fundada en 1949

DELGADO GIL CESAR ALFONSO

ZUÑIGA JURADO BENY RENE

**UNIVERSIDAD DE CARTAGENA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
CARTAGENA DE INDIAS D. T. y C.**

2015



**COMPARACIÓN DE COSTOS ENTRE PUENTES CON VIGAS EN ACERO,
CONCRETO REFORZADO Y POSTENSADO CONSIDERANDO LA
VARIACIÓN DE LA LUZ LIBRE**

**GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN ESTRUCTURAS, CONSTRUCCIÓN Y
PATRIMONIO (ESCONPAT)**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: OPTIMIZACIÓN DEL COSTOS DE LAS
ESTRUCTURAS**

INVESTIGADORES:

DELGADO GIL CESAR ALFONSO

ZUÑIGA JURADO BENY RENE

DIRECTOR:

ING. JAIRO ALVIS ALY

**UNIVERSIDAD DE CARTAGENA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
PROPUESTA TRABAJO DE GRADO
CARTAGENA DE INDIAS, DT Y C**

2015



AGRADECIMIENTOS

Agradezco principalmente a Dios padre de la creación quien siempre está presente en mi vida, a mis docentes quienes con su vocación de enseñanza transmitieron a mí los conocimientos bases de mi profesión, a mis padres quienes me han apoyado en todo modo momento y por último y sin restarle importancia le agradezco a mi tía Carmen porque sin ella llegar a este punto no hubiera sido posible.

Cesar Alfonso Delgado Gil.



El haber logrado terminar el pensum de Ingeniería Civil es uno de los logros que más he anhelado durante estos cinco años que han significado un constante esfuerzo para lograr las metas que me propuse cuando me decidí a aventurarme dentro de este maravilloso campo, muchas han sido las personas que me han apoyado durante este proceso. En primera instancia le agradezco al Dios de los cielos que me levantó de las múltiples caídas de las que está plagada la vida, me llenó de sabiduría y discernimiento en los momentos necesarios, en segundo lugar le agradezco a mi mamá Ana Milena la cual ha dado su mayor esfuerzo para hacerme salir adelante, se ha desvelado, se ha sacrificado y me ha soportado aun cuando no soy agradable, a mi padre René (Q.E.P.D) que fue mi modelo a seguir, siempre me recalca la importancia de la honestidad y las buenas costumbres, sé que debe estar alegre por mi logro, agradezco al resto de mi familia que siempre me ha apoyado, le debo también un reconocimiento a cada uno de los docentes que conocí durante el transcurso de estos cinco años cada uno aportó una parte de la persona que soy ahora, de igual manera les debo gratitud al cuerpo administrativo del Programa de Ingeniería Civil que siempre me ayudó en los percances que se me presentaron.

Beny Zúñiga Jurado



CONTENIDO

	pag
RESUMEN	11
INTRODUCCION.....	12
1. MARCO REFERENCIAL	17
1.2. MARCO TEÓRICO.....	20
1.2.1. CARGAS ESPECIALES SOBRE PUENTES	20
1.2.2. ESTRUCTURAS DE UN PUENTE	21
1.2.3. DISEÑO DE VIGAS DE CONCRETO REFORZADO	22
1.2.4. DISEÑO DE VIGAS EN CONCRETO PRESFORZADO.....	23
1.2.5. DISEÑO DE VIGAS METÁLICAS	25
1.2.6. DISEÑO DE LA SUBESTRUCTURA	28
1.2.7. SOFTWARE DE APOYO.....	30
2. OBJETIVOS	31
2.1. OBJETIVO GENERAL.....	31
2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	31
3. ALCANCE	32
4. METODOLOGÍA.....	34
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	45
CONCLUSIONES.....	55
RECOMENDACIONES	56
REFERENCIAS BIBIOGRAFICAS	57
ANEXOS.....	59



LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Dimensiones del Tablero.....	34
Tabla 2. Dimensiones Vigas de Concreto	35
Tabla 3. Propiedades Vigas concreto postensado.....	35
Tabla 4. Dimensiones de los perfiles Metálicos	35
Tabla 5. Momentos resistentes de las vigas de acero	38
Tabla 6. Refuerzo Cortante vigas de Concreto reforzado	39
Tabla 7. Refuerzo cortante vigas concreto postensadas	39
Tabla 8. Verificación de fluencia Vigas de acero.....	39
Tabla 9. Combinaciones de carga para puentes.....	40
Tabla 10. Datos de entrada hoja de cálculo estribos.....	41
Tabla 11. Tiempos de Construcción	42
Tabla 12. Costos indirectos	43
Tabla 13. Datos del transito	43
Tabla 14. Datos Monetarios y costo de desvío.....	43
Tabla 15. Costos totales zona urbana.	45
Tabla 16. Costos totales zona rural.....	46
Tabla 17. Estructura presupuestal.....	47
Tabla 18. Correlación zona urbana.....	49
Tabla 19. Correlación zona rural	49
Tabla 20. Costo superestructura.	50
Tabla 21. Costo por m ² de superestructura.	50
Tabla 22. Relación de costos rural/urbano	52
Tabla 23. Correlación peso vs luz	53



LISTADO DE ECUACIONES

Ecuación 1. Momento último resistente.	22
Ecuación 2. Fuerza cortante máxima del concreto.	22
Ecuación 3. Fuerza cortante a resistir por parte del acero.	23
Ecuación 4. Separación entre estribos.	23
Ecuación 5. Área mínima de acero de preesfuerzo.	24
Ecuación 6. Fuerza necesaria en el gato.	24
Ecuación 7. Pérdidas en el concreto.	24
Ecuación 8. Momento plástico.	25
Ecuación 9. Condiciones de compacidad.	26
Ecuación 10. Condiciones del momento plástico.	26
Ecuación 11. Resistencia del pandeo lateral torsionante.	26
Ecuación 12. Momento correspondiente a la primera fluencia.	27
Ecuación 13. Ecuación empírica para el momento nominal.	28



LISTADO DE FIGURAS

Figura 1, Gráfica distribución de puentes de concreto según su luz total.	17
Figura 2. Gráfica distribución de puentes de acero según su luz total.	18
Figura 3. Variación del momento nominal con respecto a la longitud no apoyada.	27
Figura 4. Estado de las fuerza habituales en muros de contención.	29
Figura 5. Sección del puente.....	36
Figura 6. Sección vigas.....	36
Figura 7. Asignación de cargas.....	37
Figura 8. Inicio de análisis.....	37
Figura 9. Estructura analizada.	38
Figura 10. Modelo de estribo diseñado.	40
Figura 11. Diagrama de flujo de la metodología.	44
Figura 12. Grafica costo vs luz para zona urbana.....	48
Figura 13. Grafica costo vs luz zona rural.....	49
Figura 14. Grafica costo por metro cuadrado.	51
Figura 15. Gráfica variación de los costos superestructura.	51
Figura 16. Grafica peso Vs luz.	53



LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. APU estructura metálica	59
Anexo 2. APU vigas concreto.	59
Anexo 3. APU vigas concreto postensado.....	60
Anexo 4. APU izaje de viga	60
Anexo 5. APU refuerzo en hierro.....	61
Anexo 6. APU acero de preesfuerzo	61
Anexo 7. APU estribos y aletas	62
Anexo 8. APU pilotes.....	62
Anexo 9. APU solado	63
Anexo 10. APU losa y riostras	63
Anexo 11. APU junta de dilatación.....	64
Anexo 12. APU baranda.....	64
Anexo 13. APU carpeta asfáltica.....	65
Anexo 14. APU andén.....	65
Anexo 15. APU excavación.....	66
Anexo 16. APU retiro capa vegetal	66
Anexo 17. APU línea de demarcación.....	66
Anexo 18. APU arena.....	67
Anexo 19. APU localización	67
Anexo 20. Presupuesto puente 10m concreto.....	68
Anexo 21. Presupuesto puente 15m concreto.....	69
Anexo 22. Presupuesto puente 20m concreto.....	70
Anexo 23. Presupuesto puente 25m concreto.....	71
Anexo 24. Presupuesto puente 30m concreto.....	72
Anexo 25. Presupuesto puente 10m acero.....	73
Anexo 26. Presupuesto puente 15m acero.....	74
Anexo 27. Presupuesto puente 20m acero.....	75
Anexo 28. Presupuesto puente 25m acero.....	76
Anexo 29. Presupuesto puente 30m acero.....	77
Anexo 30. Presupuesto puente 10m postensado.....	78



Facultad de Ingeniería
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

Anexo 31. Presupuesto puente 15m postensado.....	79
Anexo 32. Presupuesto puente 20m postensado.....	80
Anexo 33. Presupuesto puente 25m postensado.....	81
Anexo 34. Presupuesto puente 30m postensado.....	82



RESUMEN

El principal objetivo de este trabajo fue determinar que alternativa de construcción resulta más económica al momento de construir un puente de tipo losa y vigas sin apoyos intermedios, para condiciones urbanas y rurales. Para esto se diseñaron cinco puentes con vigas en acero, cinco puentes con vigas en concreto reforzado y cinco puentes con vigas en concreto postensado, para luces variables desde diez metros hasta treinta metros con variaciones de cinco en cinco, todo regido por la Norma Colombiana de Diseño de Puentes (CCP14), en donde se asumieron puentes vehiculares que no pasaban por cuerpos de agua, por lo que no se tuvo en cuenta efectos de socavación ni ningún otro efecto hidráulico. Terminados todos los diseños se obtuvieron cantidades de obra para cada uno de los casos. Posteriormente se obtuvieron los costos tanto para zona urbana como para zona rural mediante un análisis de precios unitarios, obteniendo como resultado una gráfica que superpone la variación de los costos a medida que aumenta la longitud del puente.

Al momento de graficar los costos de construcción en función de la luz para cada material de construcción se evidencia que inicialmente exactamente hasta poco más de 15 metros el material óptimo económicamente es el concreto reforzado pero a medida que la luz aumenta este se vuelve más costoso dejando de ser óptimo para luces grandes mientras que el concreto postensado presenta un comportamiento contrario, es decir para luces cortas menores de 16 metros no es tan viable económicamente y para luces grandes resulta como el material óptimo económicamente para construir, los puentes hechos con perfiles metálicos resultan más dispendiosos pues solo es posible trabajar con perfiles comerciales, lo cual dificulta su optimización. Al finalizar la investigación se determinó que tanto para la zona urbana como para la zona rural el comportamiento de los materiales resulto similar con la diferencia que para la zona rural los costos resultan mayores que para la zona urbana debido a menores rendimientos y mayores costos de transporte.



ABSTRACT

TITLE: COST COMPARISON BETWEEN BRIDGES WITH STEEL, REINFORCED CONCRETE AND POST-STRESSED BEAMS CONSIDERING THE CHANGE OF LENGTH.

Keywords: Bridges, reinforced concrete, pre-stressed concrete, costs.

Content:

The main objective of this study was to determine which alternative is more economical in the construction of slab and beams bridge without intermediate supports, for urban and rural conditions. For this five bridges fifteen bridges were designed, five with steel beams, five bridges with reinforced concrete beams and five bridges with pre-stressed concrete beams for variables lengths between ten and thirty meters, all governed by the Colombian Standard Bridge Design (CCP14), the hydraulics effects were not considered. Completed all designs the buildings amounts for each of the cases were obtained. Subsequently costs were obtained for both urban to rural areas through an analysis of unit prices, resulting in a graphic that overlay the cost variation with increasing length of the bridge.

The obtained graphics show that in the first ten meters the optimum design was the bridge with reinforced concrete beams, but when the length is growing it is turning too expensive, while the pre-stressed concrete beams have the inverse behavior it is expensive for short lengths and is steady when the length grows, the steel beams bridges are the most expensive in the range of this study. In this study was shown that in both situations the costs have the same behavior, the difference was that in the rural condition the indirectly costs were higher.



INTRODUCCION

En Colombia los materiales más usados para la construcción de puentes son el concreto reforzado (66%) y el concreto postensado (21%) debido a la facilidad de obtención del concreto (Daniel Ruiz, 2001). Situación que se refleja en cada región del país y a costa no es la excepción, pero al momento de escoger un material por encima del otro no está teniendo ningún fundamento teórico o económico, muchas veces el escoger un material u otro está simplemente basado en los recursos sobrantes de obras anteriores. Sin embargo el decantarse por una de estas no es tan sencillo, pues el principal efecto a soportar es la flexión y el momento flector que se ve influenciado principalmente por la luz del puente y en menor medida por las cargas impuestas sobre las vigas, la magnitud de este momento se ve reflejada en las grandes cantidades de acero que requiere un puente con vigas en concreto reforzado, cantidad que es menor en los puentes con vigas en concreto postensado, por otra parte la alternativa de vigas en perfiles metálicos tiene la ventaja de ser más resistentes y tener secciones más pequeñas, pero poseen las desventajas de que se necesita mano de obra más especializada y mantenimientos más periódicos razones por las que normalmente se ve limitada su utilización. Lo que lleva a preguntarse ¿Para puentes sin apoyos intermedios de diferentes longitudes qué material y técnica de construcción generan los menores costos?

Al parecer una pregunta de fácil solución pues Pankow en 2003 afirmó que al construir la superestructura de un puente en concreto reforzado y postensado, resulta más caro construir un puente con concreto postensado (Pankow, 2003). Una afirmación que se presta como base para la escogencia de un material sobre el otro, pero aún no se sabe que tan confiable es ese postulado. Por lo tanto la investigación realizada tuvo como objetivo determinar la variación de costos directos e indirectos en la construcción de puentes con distintas luces con vigas en acero, concreto reforzado y concreto postensado considerando la variación de la luz libre, bajo condiciones rurales y urbanas teniendo como base parámetros de referencia de la Costa Caribe más específicamente Cartagena. Con el fin de poder brindar a todos los ingenieros civiles en Colombia una herramienta que les permita escoger de manera tentativa un material de construcción que resulte óptimo dependiendo de la luz libre a cubrir.



Los puentes han sido objeto de estudio en la última década; estas investigaciones se han centrado en los materiales usados y en los costos de construcción.

Robert L. Smith y Robert J. Bush (1996) plantean que como material de construcción el concreto pretensado resulta mejor debido a su bajo mantenimiento, bajo costo, fácil construcción y larga vida. Esta fue una evaluación no estructural de los materiales de construcción de un puente para su correcta elección, en donde los materiales estudiados fueron concreto pretensado, concreto reforzado, acero y madera. (Smith & Bush, 1996). De esta manera se aprecia la ventaja que tienen los elementos construidos en concreto pretensado con respecto a los demás material, sin embargo el aspecto estructural no fue tenido en cuenta en este estudio, por lo tanto al momento de diseñar estructuras específicas en estos materiales el costo puede variar dependiendo de diferentes parámetros.

La investigación anterior se centró en los materiales y los beneficios que estos representaban, pero se han realizado otros estudios donde diversos autores tratan el tema de la comparación de costos en este tipo de estructuras. La evaluación de diferentes alternativas de refuerzo para puentes en concreto pretensado representa uno de estos estudios, caracterizado por la comparación de los costos relacionados directamente al tipo de refuerzo que se aplique, con el objetivo de obtener la alternativa que genere menos costa pero un mayor ciclo de vida en la estructura (Eamon et al, 2012). El estudio anterior plantea la comparación de costos en función del ciclo de vida de la estructura, por otro lado Starossek realiza un planteamiento enfocado en la influencia del peso de la estructura en su costo, haciendo un análisis comparativo de costos entre puentes atirantados construidos con materiales de peso ligero tales como el acero y las fibras de carbono (Starossek, 1998).

Las últimas décadas el desarrollo de las técnicas de optimización de diseño computacional han madurado, este avance se puede considerar como una ayuda significativa para el ingeniero de hoy en el proceso creativo de encontrar el diseño óptimo de un puente (Loov & Hassanain, 2003). El desarrollo de algoritmos y métodos matemáticos también hace parte del auge de las técnicas de optimización, las cuales tienen en cuenta diferentes parámetros tales como el material de construcción y la estructura transversal de los puentes. Un algoritmo que puede ser útil para los diseñadores y los contratistas interesados en la optimización de costos del sistema puente I-viga para concreto postensado fue el resultado



obtenido de la investigación realizada por Raquib Ahsan y sus colegas (Raquib et al, 2012). De igual manera se conoce acerca del método numérico para la optimización de los costos totales de los sistemas de puentes de viga en I de hormigón pretensado prefabricado (Sirca & Adeli, 2005).

La diversidad de estudios sobre la optimización de los puentes, los costos y beneficios de los materiales, dan a conocer un panorama general de un estado actual de constante búsqueda de soluciones económicas al momento de construir estructuras tales como los puentes

Los costos de construcción de estructuras especiales como los puentes dependen de manera directa de diferentes parámetros, por lo tanto la variación de estos se ve reflejada en los costos. El inicio del milenio trajo consigo muchos avances tecnológicos y científicos en el campo de la construcción lo que ha motivado la realización de investigaciones relacionadas con nuestro tema de investigación.

De manera general esta investigación surge debido a que los tres materiales de estudio poseen grandes ventajas, la idea del concreto reforzado surge porque el concreto es un material que posee gran resistencia a la compresión pero es muy débil a la hora de resistir esfuerzos de tensión, es por esto que se usa el acero como complemento, debido a que este es capaz de soportar tracciones muy grandes pero debido a la esbeltez habitual de los elementos de acero es endeble a la hora de tolerar compresiones, durante mucho tiempo este ha sido un tándem que ha generado admirables obras de ingeniería. Por otra parte la idea del concreto pre esforzado nace de la idea de eliminar la necesidad de grandes cantidades de acero dentro del concreto, para esto se analiza en que estados de esfuerzo quedará el miembro estructural y se le generan esfuerzos de compresión en donde vaya a haber esfuerzos de tensión asegurando así que no habrá fallas por tracción.

La alternativa de construcción de puentes en acero puede ser muy efectiva, ya que todas las piezas están prefabricadas así que el proceso constructivo está limitado al ensamblaje de la gran cantidad de piezas metálicas, a pesar de esto solo el 3% de los puentes del país están hechos en este material, la dificultad de hacer estas estructuras en el país se debe a que no se consta con muchas empresas que fabriquen los perfiles metálicos que se requieren



haciendo inminente la necesidad de importarlos y por consiguiente se generan aumentos en los costos directos (Daniel Ruiz, 2001).

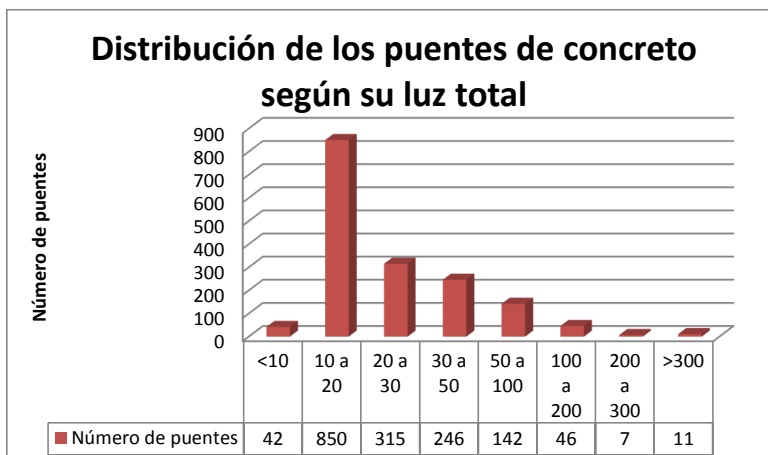
Los componentes estructurales que generalmente se hacen en distintos materiales son las vigas, ya que debido a que están sometidas a flexión presentan esfuerzos de tensión en las fibras inferiores. Los momentos generados dentro de una viga están directamente influenciados por las cargas impuestas, pero principalmente con la luz de esta. De esta manera la longitud efectiva del puente domina sobre la mayoría factores que influyen el costo de un puente, debido a que con su variación se ve modificada gran parte de las características del puente. A la hora de realizar una obra civil el ahorro de capital juega un papel vital, de este modo la escogencia de un material sobre otro está regida máximamente por el precio. Por todo esto se llegó a cuestionarse: ¿Para puentes sin apoyos intermedios de diferentes longitudes qué material y técnica de construcción generan los menores costos?, esta investigación logró generar guías y ecuaciones que se pueden utilizar para determinar costos tentativos de puentes para condiciones similares.



1. MARCO REFERENCIAL

Los puentes en Colombia han sido alternativas que han ido progresivamente ganando terreno, sin embargo al momento de escoger un material de construcción partiendo de los parámetros iniciales del lugar, no se tienen bases sólidas para escoger alternativas, esto se puede evidenciar en el inventario de puentes realizado por el INVIAS (Instituto Nacional de Vías) en el año 1996, las gráficas resultantes del ya mencionado inventario se ven plasmadas en la figura 1 y figura 2; mostradas a continuación:

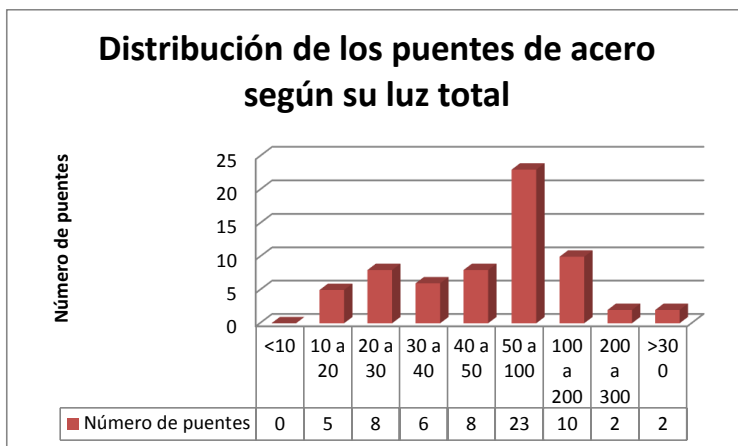
Figura 1, Gráfica distribución de puentes de concreto según su luz total.



Fuente: Invias.



Figura 2. Gráfica distribución de puentes de acero según su luz total.



Fuente: Invias.

Se puede evidenciar de esto que la luz no está siendo un factor esencial a la hora de escoger el material puesto que para ese tiempo en el país existían 64 puentes de acero, 403 puentes de concreto pre esforzado y 1265 puentes de concreto reforzado, llegando a luces mayores de 300 metros (Daniel Ruiz, 2001).

Es por esto que a través del tiempo se ha ido buscando la manera de comparar y encontrar las variables constructivas en los puentes de tal manera que se identifique que modelo constructivo es el más rentable, en este capítulo se presenta información general de puentes, antecedentes y el estado del arte de la temática en cuestión.

1.1. ANTECEDENTES

Entre los estudios referentes al tema está el de Pavani, que al realizar un rediseño de un puente de tipo losa aligerada a un puente tipo losa y viga preesforzadas afirma que analizando solo la superestructura de cada tipología, el uso de vigas permite un ahorro cercano al 10% respecto al uso de losa aligerada (Pavani, 2008). Ambos estudios fueron realizados sobre la superestructura de los puentes lo que implica que no hay variaciones en la subestructura, dejando ese campo para futuras investigaciones.



En el ámbito nacional se han realizado tesis en las que se hacen comparaciones económicas producto del diseño de estructuras de características similares. Se tiene a la universidad nacional de Colombia como referente para la comparación de este tipo de estructuras. Entre estas investigaciones se destacan la comparación económica propuesta por Franco donde nos dice que al comparar el diseño de la superestructura de un puente por el método LRFD de la AASHTO y el método del CCDSP95, se tiene que la variación de los costos es leve debido a que el diseño por ambos métodos arroja secciones y refuerzos similares (Franco, 2001). Por otro lado al momento de realizar una comparación de costos en puentes de dos y tres luces se obtiene que para la utilización de vigas simplemente apoyadas o de vigas continuas ambas fabricadas en concreto reforzado y analizando el conjunto de la superestructura y subestructura resulta más económico utilizar vigas continuas pero teniendo en cuenta su luz (Torres, 2006), sin embargo, cuando se habla de determinar que puentes es más económico teniendo como variable principal la luz se tiene un estudio relacionado con ello en el cual se realizan 4 diseños de puentes de dos y tres luces con tipología de losa y vigas continuas de concreto preesforzado con luces variables, el autor afirma que medida que la diferencia de las luces aumentaban lo mismo ocurría con los costos (Valandía, 2013).

Conocer acerca de los materiales de construcción es crucial, por lo tanto Mora plantea un análisis detallado del diseño de los elementos de preesfuerzo, con el fin de tener claro los efectos que pueden tener las cargas sobre los elementos sometidos a preesfuerzo (Mora, 2009).

Los estudios anteriores se centran en la comparación de la estructura de los puentes teniendo diferentes puntos de vista y utilizando diferentes parámetros, pero el mismo objetivo en común el cual consiste en determinar qué sistema es más eficiente y económico. Por lo tanto siguiendo esta línea de investigación el presente estudio considerara la variación de la luz y de los materiales de construcción para puentes de una sola luz.



1.2. MARCO TEÓRICO

Los puentes son estructuras que han tomado vital importancia con el transcurrir del tiempo y su diseño ha sido mejorado y optimizado de manera continua, por lo tanto para un buen desarrollo de la investigación desarrollada se plasmó los siguientes conceptos básicos.

1.2.1. CARGAS ESPECIALES SOBRE PUENTES

CARGAS MÓVILES

Debido a que en los puentes los vehículos circulan y no se mantienen en una posición fija se deberían considerar sus efectos dinámicos, es por esto que para facilitar el análisis estructural se creó el concepto de líneas de influencia. Esto es una función o gráfica que define la variación de un esfuerzo para las distintas posiciones de una carga móvil, el objetivo de esto es hallar la posición pésima de las fuerzas y el valor máximo del esfuerzo.

Suposiciones

- Material elástico lineal, pequeñas deformaciones.
- Movimiento cuasi estático: sin fuerzas de inercia.
- Una sola fuerza móvil, de módulo unidad, con dirección y sentido constante, que se mueve paralelamente a sí misma.

Estas líneas de influencia son fácilmente calculables con los principios de la estática (para vigas isostática). (Celigüeta)

CARGAS DE VIENTO

La estructura de un puente se ve influenciada por fuerza de viento, debido a que esta produce una presión sobre las superficies expuestas a ella. El viento induce inestabilidad y vibraciones excesivas en los puentes lo que puede generar fallas en los elementos clave. (Vallecilla B., 2004)

El efecto del viento depende de diferentes factores tales como la velocidad del viento, el ángulo de incidencia, la forma y rigidez de la estructura. Para el caso de los puentes la fuerza del viento se analiza para diferentes puntos de aplicación lo cuales son:



- Superestructura: en esta se analiza el efecto del viento sobre la estructura principal.
- Subestructura: en este punto se analiza el efecto del viento sobre los estribos y pilas. Se suele despreciar este efecto, debido a que actúa a favor de la estructura y no en su contra.
- Vehículos: se considera un punto de análisis el efecto del viento en los vehículos, pues este tiene influencia en la estructura de los puentes principalmente en el tablero.

FUERZA DE FRENADO

Se refiere a la fuerza de frenado de los vehículos y se deberá tomar como el mayor de los siguientes valores: 25 por ciento de los pesos por eje del camión de diseño o tándem de diseño, ó 5 por ciento del camión de diseño más la carga del carril ó 5 por ciento del tándem de diseño más la carga del carril.

La fuerza de frenado se deberá ubicar en todos los carriles de diseño que se consideran cargados y que transportan tráfico en la misma dirección. Se asumirá que estas fuerzas actúan horizontalmente a una distancia de 1800 mm sobre la superficie de la calzada en cualquiera de las direcciones longitudinales para provocar solicitaciones extremas. Todos los carriles de diseño deberán estar cargados simultáneamente si se prevé que en el futuro el puente puede tener tráfico exclusivamente en una dirección. (Castellanos).

Las demás fuerzas y cargas que se contemplan para el diseño de los puentes en este estudio, están explicadas y contempladas en el código colombiano de diseño sísmico de puentes.

1.2.2. ESTRUCTURAS DE UN PUENTE

Superestructura se denomina al sistema estructural formado por el tablero y la estructura portante principal que para el caso del presente estudio serán losas de concreto reforzado y vigas en los distintos materiales, respectivamente, la superestructura es la encargada de transmitir las cargas a las subestructura, la cual a su vez sirve como enlace entre la estructura y el suelo (Vallecilla B., 2004).

Las losas de concreto reforzado son elementos que por sus características geométricas son autosuficientes para resistir esfuerzos cortantes pero se le debe brindar el suficiente



refuerzo para soportar esfuerzos de tensión causados por la flexión; la cuantía de esta, tanto como de las vigas de concreto reforzado, se puede obtener despejando de la ecuación (1):

$$Mu = \varphi * \rho * fy * \left(1 - 0.59 \frac{\rho fy}{f'c}\right) * b * d^2 \quad (1)$$

Ecuación 1. Momento último resistente.

Dónde:

Mu = Momento flector último (T-M).

φ = Factor de disminución de resistencia (0.9 a flexión).

fy = resistencia del acero de refuerzo (T/M²).

$f'c$ = resistencia a la compresión del concreto (T/M²).

b = ancho del elemento (M).

d = altura efectiva del elemento (M).

Los elementos portantes principales o vigas en este caso deben estar diseñados para soportar principalmente los esfuerzos cortantes y los generados por la flexión; para cada tipo de material se tienen distintas metodologías de diseño, debido a las particularidades de cada uno.

1.2.3. DISEÑO DE VIGAS DE CONCRETO REFORZADO

La determinación de las dimensiones brutas de concreto está regida por un predimensionamiento establecido en el CCDSP, luego el diseño consiste en determinar las cantidades de acero de refuerzo longitudinal y transversal. El refuerzo longitudinal se determina por medio de la ecuación (1) y el refuerzo transversal se puede obtener mediante las siguientes ecuaciones: (Vallecilla B., 2004)

$$\varphi Vc = \varphi 0.17 * \sqrt{f'c} * bw * d \quad (2)$$

Ecuación 2. Fuerza cortante máxima del concreto.



$$\varphi V_s = V_u - \varphi V_c \quad (3)$$

Ecuación 3. Fuerza cortante a resistir por parte del acero.

$$s = \frac{\varphi A_v * f_y * d}{\varphi V_s} \quad (4)$$

Ecuación 4. Separación entre estribos.

Dónde:

φV_c = fuerza cortante máxima que resiste el concreto (Kg).

φ = Factor de reducción de resistencia (0.75 para cortante)

f'_c = resistencia a la compresión del concreto (Mpa).

b_w = ancho efectivo de la viga (M).

d = altura efectiva de la viga (M).

A_v = área transversal de acero (M²).

s = separación entre estribos (M).

1.2.4. DISEÑO DE VIGAS EN CONCRETO PRESFORZADO

Al igual que las vigas de concreto reforzado para estas se inicia pre dimensionando con las ecuaciones establecidas en la norma y luego se procede a verificar los estados de carga (Vallecilla B., 2004).

Las vigas preesforzadas de un puente se encuentran sometidas a una variedad de estados de carga. Existen sin embargo dos condiciones límites de carga que es necesario investigar, la condición de la viga durante la transferencia de la fuerza de preesfuerzo ($t=0$) y la condición final en la etapa de servicio ($t=\infty$).

La fuerza de preesfuerzo debe tener una magnitud tal que los esfuerzos actuantes en el acero de preesfuerzo y en el concreto no superen, bajo ningún estado de carga, los esfuerzos admisibles de estos materiales.



Una primera aproximación al cálculo de la fuerza de preesfuerzo consiste en suponer que todas las cargas actúan sobre la sección compuesta y que el brazo de palanca del momento interno de la sección es $0.65H$, donde H es la altura de la sección, entonces $P=Mt/0.65H$, donde Mt equivale a la suma de los momentos flectores provenientes de todas las acciones sobre la viga.

Luego toca determinar el área de acero de preesfuerzo. Para determinarla se usa la siguiente ecuación:

$$A_{sp} = \frac{P}{0.8 \cdot f_{py}} \quad (5)$$

Ecuación 5. Área mínima de acero de preesfuerzo.

Dónde:

A_{sp} = área de acero de preesfuerzo mínima (M^2).

P = fuerza de preesfuerzo (T).

f_{py} = esfuerzo ultimo del acero preesforzado (T/M^2).

Para determinar la fuerza que necesita el gato para realizar el postensionamiento se le debe agregar a la fuerza de preesfuerzo las pérdidas que han sido estimadas a 2310 kg/cm^2 de acero, por lo tanto se tiene que:

$$P_{t=0} = P_{t=\infty} + \Delta P \quad (6)$$

Ecuación 6. Fuerza necesaria en el gato.

$$\Delta P = 2310 * A_{sp} \quad (7)$$

Ecuación 7. Perdidas en el concreto.

Dónde:

$P_{t=0}$ = Fuerza en el momento de la transferencia (T).

$P_{t=\infty}$ = Fuerza durante la etapa de servicio (T).



El resto del diseño consiste en verificar si con estas características asignadas ninguno de los materiales supera sus esfuerzos admisibles.

1.2.5. DISEÑO DE VIGAS METÁLICAS

Para poder calcular la resistencia nominal por momento M_n , se debe examinar el comportamiento de la viga en todos sus intervalos de carga, desde el mínimo hasta el punto de colapso. De resistencia de materiales, considerando que la estructura permanece en su rango elástico y que el esfuerzo máximo en el acero no debe exceder el f_y , se tiene que el momento flexionante que lleva a la viga al punto de fluencia es $M_y = f_y * S_x$ (Diseño de estructuras de acero con LRFD, 1990).

El momento plástico que es el momento requerido para formar una articulación plástica se puede calcular por medio de una distribución de esfuerzos, dando como resultado lo siguiente:

$$M_p = F_y * Z \quad (8)$$

Ecuación 8. Momento plástico.

Dónde:

$Z = \frac{A}{2} * a$ = módulo de sección plástico.

A = área de la sección (M^2).

a = Distancia entre los dos centroides de las dos medias áreas (M).

RESISTENCIA POR FLEXIÓN DE PERFILES COMPACTOS

Una viga puede fallar al alcanzarse en ella el momento M_p y volverse totalmente plástica o puede fallar por:

- Pandeo lateral-torsional (PLT)
- Pandeo local del patín (PLP)
- Pandeo local del alma (PLA)



Si el esfuerzo máximo de flexión es menor que el límite de proporcionalidad cuando ocurre el pandeo, la falla se llama elástica; si no es así, se llama inelástica.

Un perfil compacto es aquel cuya alma está conectada de forma continua a los patines y que satisfacen los siguientes requisitos de ancho-espesor para el patín y el alma:

$$\frac{bf}{2tf} \leq \frac{65}{\sqrt{fy}} \quad y \quad \frac{h}{tw} \leq \frac{640}{\sqrt{fy}} \quad (9)$$

Ecuación 9. Condiciones de compacidad

La categoría más común es la de las vigas compactas soportadas lateralmente en donde:

$$M_n = M_p.$$

$$M_p = F_y * Z \leq 1.5M_y$$

Ecuación 10. Condiciones del momento plástico

Dónde:

Z: módulo de sección plástico

M_p: momento de pandeo(T-M)

La limitante de M_p es para limitar deformaciones excesivas por carga de trabajo.

La resistencia por momento de perfiles compactos es una función de la longitud no soportada, definida como la distancia entre los puntos de soporte lateral o arriostamiento. Si la longitud no soportada no es mayor que L_P se considera que la viga tiene soporte lateral total y entonces M_n=M_p.

La ecuación para la resistencia por pandeo lateral torsionante (PLT) elástico es:

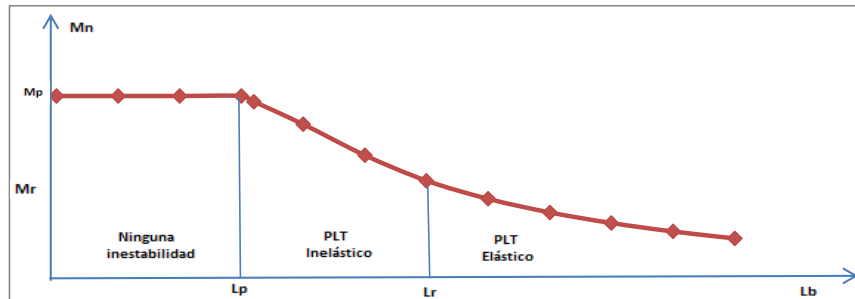
$$M_n = \frac{\pi}{L_b} \sqrt{EI_y GJ + \frac{(\pi E)^2}{L_b^2} I_y C_w} \quad (11)$$

Ecuación 11. Resistencia del pandeo lateral torsionante.

Donde C_w: Constante de alabeo.



Figura 3. Variación del momento nominal con respecto a la longitud no apoyada.



Fuente: Diseño de estructuras de acero con LRFD modificado por los autores.

Si el momento cuando el pandeo lateral torsional ocurre es mayor que el momento correspondiente a la primera fluencia, la resistencia se basa en el comportamiento inelástico. EL momento correspondiente a la primera fluencia es:

$$M_r = F_l * S_x \quad (12)$$

Ecuación 12. Momento correspondiente a la primera fluencia.

Donde F_l es la menor de las cantidades $(F_y - F_r)$ y F_y . En esta expresión, el esfuerzo de fluencia del patin se reduce por F_r o esfuerzo residual. El esfuerzo residual es 10ksi para perfiles rolados y 16.5ksi para perfiles compuestos soldados.

La frontera entre el comportamiento inelástico y elástico es el valor de L_r el cual se puede obtener mediante la siguiente ecuación:

$$L_r = \frac{r_y X_1}{(F_y - F_r)} \sqrt{1 + \sqrt{1 + X_2 (F_y - F_r)^2}}$$

Dónde:



$$X_1 = \frac{\pi}{S_x} \sqrt{\frac{EGJA}{2}}$$

$$X_2 = \frac{4C_w}{I_y} \left(\frac{S_x}{GJ}\right)^2$$

Como siempre el comportamiento inelástico es más complicado que el comportamiento elástico por lo cual se usan a menudo formulas empíricas, el AISC usa esta ecuación:

$$M_n = C_b \left[M_p - (M_p - M_r) \left(\frac{L_b - L_p}{L_r - L_p} \right) \right] \quad (13)$$

Ecuación 13. Ecuación empírica para el momento nominal.

Dónde:

$$L_p = \frac{300r_y}{\sqrt{F_y}}$$

Para vigas inelásticas cuando el momento aplicado no es uniforme las ecuaciones fundamentales se deben modificar por el siguiente factor:

$$C_b = \frac{12.5M_{max}}{2.5M_{max} + 3M_A + 4M_B + 3M_C}$$

M_{max} = Momento máximo en la longitud no soportada.

M_A , M_B y M_C = momentos a cada cuarto de la luz.

1.2.6. DISEÑO DE LA SUBESTRUCTURA

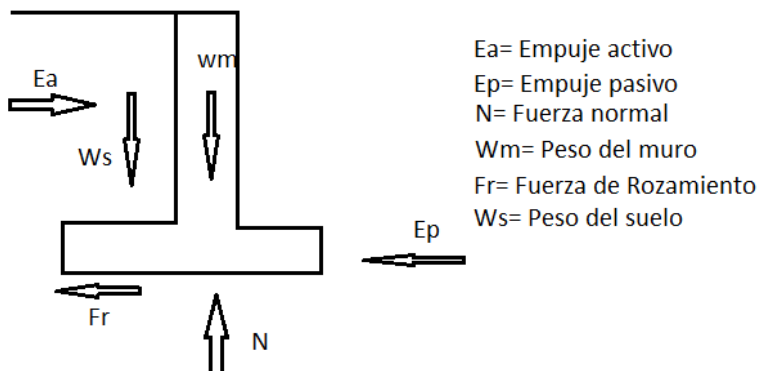
Luego de tener diseñada la estructura portante principal, se puede diseñar la subestructura la cual recibe la carga de las mencionadas anteriormente y las transmite al suelo, la subestructura más común dentro de los puentes son los muros de contención.

Los Muros de Contención son estructuras que cumplen la función de cerramiento, soportando por lo general los esfuerzos horizontales producidos por el empuje de tierras.



El empuje de tierra sobre las estructuras de contención depende de varios factores: las propiedades físicas del suelo, la interacción entre el suelo y la estructura, el comportamiento geológico del suelo, las características de deformación del suelo y de la estructura, y además de la carga sobreimpuesta (Biblioteca UdeP).

Figura 4. Estado de las fuerza habituales en muros de contención.



Fuente: Vallecilla Bahena (Curso de Puentes en Concreto) modificado por los autores.

El diseño de estas estructuras está basado en mantener la estabilidad externa del elemento y, brindar dimensiones con cantidades de materiales tales que no permitan una falla interna.

Los tipos de fallas externas que se presentan en muros de contención son: Deslizamiento, volcamiento, hundimiento.

Los tipos de fallas internas pueden ser: Por cortante, por flexión, por deslizamiento de los materiales.

Otro elemento importante de subestructura de los puentes y de toda estructura en general son los cimientos, estos tiene como función de transmitir las cargas que actúan sobre toda la estructura hacia el estrato de suelo resiste apropiado. El tipo de cimiento utilizado para las estructuras depende de manera directa de las propiedades mecánicas de los suelo, por ello existen dos tipos de cimientos los superficiales y los cimientos profundos.



En el caso de los puentes la superestructura se encuentra apoyada sobre pilas y/o estribos aislados que están sometidos a cargas las cuales pueden ser excéntricas o inclinadas.

El diseño de los cimiento va ligado directamente a la magnitud de la carga a transferir pues dependiendo de qué tan grande sea se decide qué tipo de cimiento utilizar, verificando que cumplan con la resistencia necesaria para no presentar fallas.

Las fallas que se pueden presentar en un cimiento van ligadas directamente al tipo de cimientos a utilizar, por lo tanto para los cimientos superficiales las fallas son las siguientes: por flexión, por cortante, por punzonamiento y para cimientos profundos se presentan las siguientes: por fuste o fricción, por punta.

Todo cimiento debe cumplir con la resistencia adecuada para soportar las cargas impuestas y transmisión de estas mismas al suelo sin sufrir ningún daño considerable, además de las fallas mencionadas anteriormente se debe garantizar y chequear que el estrato de suelo resista adecuadamente las cargas y no permita asentamientos excesivos en la estructura. (Biblioteca UdeP)

1.2.7. SOFTWARE DE APOYO

Con el fin de facilitar y agilizar la tarea de realizar los diseños de estructuras, ha entrado en auge el diseño asistido por computador, para tal finalidad existen muchos software estructurales entre los más conocidos están Midas, ETABS, SAP2000, Cubus, Sofistik y muchos más, el uso de uno u otro software de estos depende del país en el caso de Colombia que se encuentra bajo la influencia de Estados Unidos los más usados son el ETABS y SAP2000, por lo tanto para este estudio se utilizara el SAP2000 que cuenta con su versión para el diseño de puentes denominada BRIDGE (U. de Granada).



2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar la variación de costos directos e indirectos mediante análisis de precio unitario de puentes con distintas luces con vigas en acero, concreto reforzado y concreto postensado bajo condiciones rurales y urbanas para facilitar la escogencia de una alternativa sobre otra en las diferentes circunstancias.

2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Realizar los diseños estructurales correspondientes de cada puente en los diferentes materiales para las distintas luces.
- Determinar los costos directos e indirectos generados por la construcción de los distintos puentes bajo distintas condiciones técnicas.
- Obtener gráficas que muestren la relación entre la luz libre del puente y el costo del mismo, identificando en esta los intervalos de factibilidad de cada material.



3. ALCANCE

El estudio realizado consistió en el análisis comparativo de los costos directos e indirectos de la construcción de puentes en concreto armado, concreto postensado y en acero, el lugar de desarrollo de la investigación fue los laboratorios de sistemas de la universidad de Cartagena donde se realizaron los diseños correspondientes para los puentes mencionados, teniendo como criterio que el análisis fue aplicado para las condiciones de la costa caribe de Colombia específicamente a la zona de Cartagena de india D.T y C. y sus alrededores en donde se está en un ambiente con suelos arcillosos en la zona sur y suelos arenosos en la parte norte, con niveles freáticos relativamente altos gracias a la cercanía del nivel del mar, debido a la heterogeneidad del suelo para facilitar el estudio en ningún momento se varió ni el tipo de suelo ni el nivel freático, de esta manera se tomó un tipo de suelo promedio tipo D con capacidad portante de 10T/m²-14T/m², esta capacidad es considerada pobre por lo tanto se decide utilizar cimientos profundos para nuestra estructura, en donde se utilizó un pilote estándar de 40 cm de diámetro con capacidad última de 70 Toneladas.

Con el fin de lograr terminar la investigación como proyecto de grado de los estudiantes encargados de ella, se proyectó el inicio del estudio para finales del primer semestre de 2015, con una duración aproximada de seis meses, por lo tanto se estima que el proyecto tendrá culminación para finales del segundo semestre de 2015.

El proyecto se fundamentó en los costos directos e indirectos como variable dependiente. Los costos directos dependieron de los diseños estructurales de los puentes, donde las variables independientes fueron el tipo de material de construcción, la luz libre la cual variará cada cinco metros hasta llegar a una luz de treinta metros. El estudio o análisis de los costos directos se hizo por medio del análisis de precio unitario (APU) donde se manejaron precios actuales buscando la economía.

Los costos indirectos dependieron del análisis de la variable tráfico; teniendo en cuenta cómo influyen las obras correspondientes para la desviación del tráfico como alternativa para la construcción de los puentes en la zona rural y en la zona urbana respectivamente,



además de cuantificar los costos producto del aumento del tiempo de recorrido debido a la construcción de un puente.

Se realizaron cinco diseños por cada material siendo en total quince diseños los cuales se hicieron usando un software estructural como herramienta principal. Los diseños de los puentes se hicieron para diez combinaciones de cargas las cuales fueron especificadas en la metodología.

La investigación se limitó al diseño de los puentes bajo los parámetros mencionados donde las variables fueron la luz y los materiales de construcción, los demás parámetros tales como el tipo de suelo, el tipo de puente, la altura de los estribos y el tipo de cimiento utilizado fueron considerados constantes, del mismo modo los efectos hidráulicos no serán objeto de estudio de esta investigación. Los costos indirectos relacionados con el control del tráfico tuvieron solo una alternativa de solución consistente en el desvío por rutas alternas, por lo tanto también se considera constante, pero proporcionales al tiempo de construcción.

Como resultado de la investigación se obtuvieron unas gráficas que relacionaron el costo con la luz de los puentes bajo los parámetros y condiciones ya expuestos, es decir se obtuvieron dos gráficas: una para los costos directos e indirectos en una zona rural y otra para costos directos e indirectos en zonas urbanas.

Las gráficas que se obtuvieron como resultado de este estudio tienen como principal aplicación la escogencia de la solución de construcción óptima para un puente tipo losa y vigas simplemente apoyadas dependiendo de la luz y de la zona de construcción, además la gráfica es útil siempre que la localización de la obra a realizar cumpla con los parámetros de tipo de suelo y se decida usar la alternativa de desviación del tráfico como solución a la movilidad en la zona de construcción.

Los estudios realizados se limitaron al tipo de suelo, al tipo de puente y la altura de los estribos como parámetros constantes, por ende la investigación deja pie para seguir con este lineamiento pues se puede variar el tipo de suelo, el tipo de puente y la altura de los estribos e incluso si se quiere ampliar más la investigación se pueden trabajar con puentes de dos y tres luces de este modo se tendrá un estudio completo acerca de esta temática.



4. METODOLOGÍA

Esta es una investigación correlacional realizada en Cartagena de indias en donde se buscó en primera instancia la determinación de los costos de cinco diseños para puentes con vigas en acero, concreto armado y postensado, por lo tanto se realizaron un total de quince diseños es decir cinco para cada material, cada diseño fue realizado para un puente tipo losa y vigas para los cuales el tablero fue en concreto reforzado para todos los diseños, la altura de los estribos fue cinco metros, el tipo de suelo simulado fue tipo D (capacidad portante de 10T/m² - 14T/m²) determinado como el tipo de suelo más común en la zona de Cartagena, Bolívar. Para los cimientos de los estribos se decidió utilizar de pilotes debido a la capacidad del suelo. Los diseños constaron de puentes con luces variables que iban desde diez, quince, veinte, veinticinco y treinta metros para cada alternativa de construcción. Posteriormente se procedió a realizar la gráfica que representa la variación de los costos para cada alternativa al aumentar la longitud no apoyada y para cumplir este objetivo se siguió el siguiente itinerario, que se resume en la Figura 5:

1. PREDIMENSIONAMIENTO: todos los componentes de los puentes (losas y vigas) fueron predimensionados en base a lo estipulado en el Código Colombiano de Diseño de Puentes (2014), lo obtenido se muestra en las tablas 1, 2, 3, y 4.

Tabla 1. Dimensiones del Tablero

Losa			
L	H	T	S
10	0.188	9.2	2.65
15	0.182	9.2	2.45
20	0.175	9.2	2.25
25	0.175	9.2	2.25
30	0.175	9.2	2.25

Donde

L: longitud.

H: espesor

T: sección transversal

S: separación de vigas.



Tabla 2. Dimensiones Vigas de Concreto

Dimensiones Viga concreto reforzado					
L	H(viga T)	H	B	A	w(ton/m)
10	0.7	0.51	0.4	0.205	0.49
15	1.05	0.87	0.5	0.434	1.04
20	1.4	1.23	0.6	0.735	1.76
25	1.75	1.58	0.6	0.945	2.27
30	2.1	1.925	0.6	1.155	2.77

Tabla 3. Propiedades Vigas concreto postensado

Propiedades Viga postensada											
L	H(m)	A(m ²)	I(m ⁴)	C1(m)	C2(m)	b1	b2	b3	b	beffectivo	w(ton/m)
10	0.71	0.174	0.009	0.388	0.322	2.5	1.108	1.269	2.215	1.716	0.419
15	0.91	0.233	0.021	0.509	0.401	3.75	1.086	1.216	2.173	1.683	0.558
20	1.15	0.364	0.054	0.633	0.517	5	1.056	1.139	2.111	1.635	0.874
25	1.37	0.504	0.109	0.743	0.627	6.25	1.026	1.065	2.052	1.590	1.210
30	1.6	0.652	0.220	0.782	0.818	7.5	0.975	0.938	1.876	1.453	1.564

Tabla 4. Dimensiones de los perfiles Metálicos

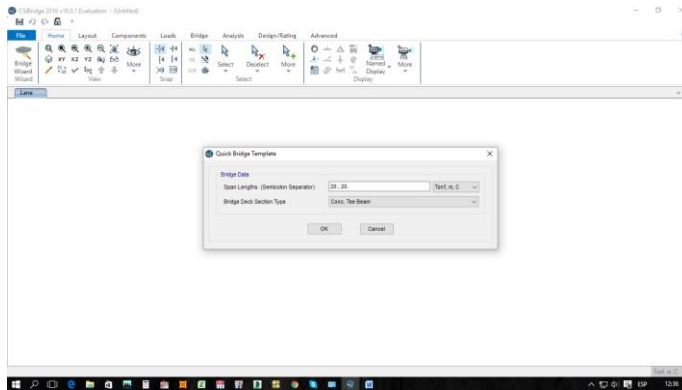
Dimensiones vigas metálicas														
H(m) Nueva	L(m)	d(m)	bf(m)	tf(m)	tw(m)	T(m)	Ix(m ⁴)	Iy(m ⁴)	A(m ²)	rx(m)	ry(m)	w (ton/m)	ry para evitar inestabilidad(m)	
0.4	10	0.5258	0.2946	0.0485	0.0270	0.4288	0.0018	0.0002	0.0402	0.2123	0.0719	0.3152	0.0645	
0.6	15	0.6780	0.3378	0.0530	0.0295	0.5720	0.0040	0.0003	0.0527	0.2744	0.0806	0.4134	0.0968	
0.8	20	0.8930	0.4060	0.0480	0.0264	0.7970	0.0081	0.0005	0.0600	0.3669	0.0946	0.4711	0.1291	
1	25	1.0480	0.4120	0.0599	0.0340	0.9282	0.0143	0.0007	0.0809	0.4208	0.0931	0.6352	0.1614	
1.2	30	1.0680	0.4170	0.0875	0.0391	0.8930	0.0199	0.0011	0.1079	0.4295	0.0992	0.8469	0.1936	

2. DISEÑO SUPERESTRUCTURA: Se realizaron los respectivos diseños estructurales con la ayuda de la extensión para puentes del software SAP2000 (Structural Analysis Program) denominada CSI BRIDGE siguiendo las instrucciones expuestas a continuación:



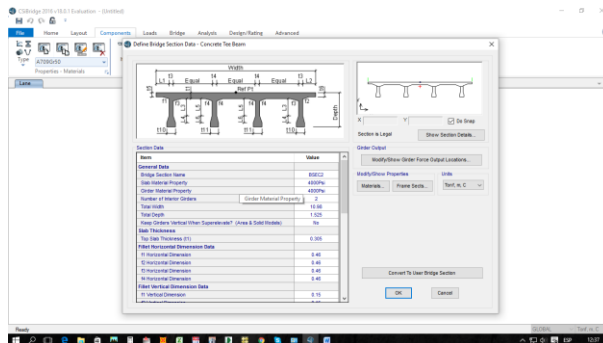
- a. Se definió la sección inicial del puente.

Figura 5. Sección del puente.



- b. Una vez defina la sección del puente se procedió a definir la sección de la viga, previamente se escogió el material de la viga antes de proceder a configurar la sección. Para esto se hizo click en la pestaña componentes y luego en definir sección tal como ilustra la figura 6 se cambiaron las medidas según nuestro predimensionamiento.

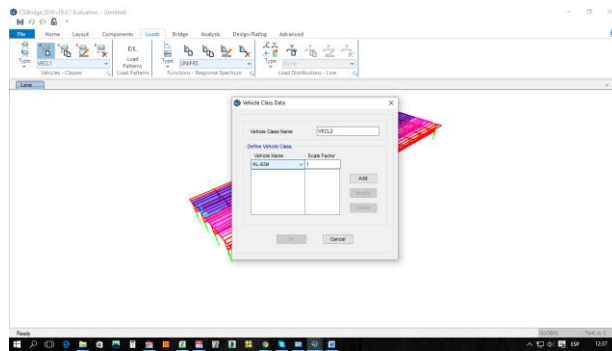
Figura 6. Sección vigas.





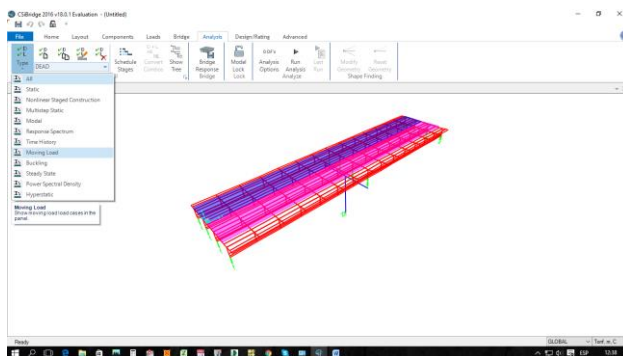
- c. El siguiente paso luego de tener la estructura según nuestro predimensionamiento fue asignar las carga, para ello se definió previamente las cargas de la siguiente manera se hizo clic en la pestaña cargas, luego en las herramienta carga distribuida en donde se definió si era una carga lineal para el caso de las barandas o una carga superficial para el caso de la carpeta asfáltica, de igual manera se hizo con las demás cargas por último se definió y asigno la carga viva del vehículo tal como ilustra la figura 7.

Figura 7. Asignación de cargas.



- d. Después de asignar las cargas se procede hacer el análisis, para ellos se hizo clic en la pestaña análisis, luego en tipo de análisis y se seleccionó análisis de carga en movimiento y luego se hizo clic en run analysis.

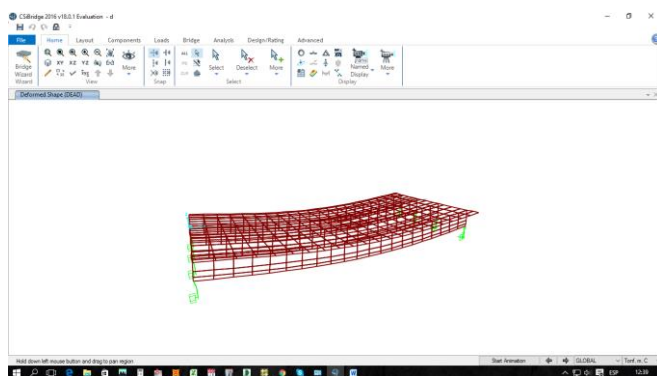
Figura 8. Inicio de análisis.





- e. Luego de haber modelado la superestructura y haber corrido el análisis se obtuvieron los momentos máximos aplicados y las fuerzas cortantes correspondientes (figura 9).

Figura 9. Estructura analizada.



Con los valores obtenidos se calculó de manera manual los refuerzos para las vigas de concreto reforzado usando la ecuación 1, para las vigas de concreto postensado se calculó el acero de preesfuerzo mediante la ecuación 5 y se comprobó la fuerza necesaria de tensionamiento para los gatos mediante la ecuación 6 de tal manera que soportaran los momentos que la afectaban. Con las vigas en acero se procedió a verificar las resistencias de las secciones utilizando las ecuaciones 9, 10 la tabla 5 ilustra los momentos admisibles de los perfiles de acero.

Tabla 5. Momentos resistentes de las vigas de acero

Calculo de Momentos resistentes							
L(m)	A(m ²)	a/2(m)	Z(m ³)	Sx(m ³)	Mp(ton-m)	My(ton-m)	Mr(ton-m)
10	0.0402	0.0187	0.0008	0.0069	31.5117	289.2635	209.2959
15	0.0527	0.0244	0.0013	0.0117	53.8831	491.2140	355.4167
20	0.0600	0.0279	0.0017	0.0181	70.4141	759.9242	549.8414
25	0.0809	0.0369	0.0030	0.0273	125.2713	1148.4300	830.9438
30	0.1079	0.0530	0.0057	0.0373	239.9461	1565.6461	1132.8195

Para el cálculo del refuerzo a cortante para las vigas de concreto se utilizaron las ecuaciones 2, 3 y 4 con las cuales se obtuvo lo siguiente.



Tabla 6. Refuerzo Cortante vigas de Concreto reforzado

VIGAS DE CONCRETO REFORZADO								
L	H(viga T)	B	VMAX TRAMO 1	VMAX TRAMO 2	VMAX TRAMO 3	S TRAMO 1	S TRAMO 2	S TRAMO 3
10	0.7	0.4	676	420	676	0.0643	0.1355	0.0643
15	1.05	0.5	863	613	863	0.0923	0.1815	0.0923
20	1.4	0.6	1200	800	1200	0.0989	0.2684	0.0989
25	1.75	0.6	1486	986	1486	0.1007	0.2820	0.1007
30	2.1	0.6	1676	1200	1676	0.1137	0.2684	0.1137

Tabla 7. Refuerzo cortante vigas concreto postensadas

VIGAS CONCRETO POSTENSADO								
L	H(viga T)	A	VMAX TRAMO 1	VMAX TRAMO 2	VMAX TRAMO 3	S TRAMO 1	S TRAMO 2	S TRAMO 3
10	0.92	0.17438	676	420	676	0.0737	0.1361	0.0737
15	1.12	0.2325	863	613	863	0.0672	0.1011	0.0672
20	1.36	0.3643	1191	791	1191	0.0567	0.0903	0.0567
25	1.58	0.50415	1486	986	1486	0.0516	0.0814	0.0516
30	1.81	0.65165	1657	1181	1657	0.0526	0.0761	0.0526

Para las vigas de acero se verifico la fluencia en el alma y el pandeo mediante las ecuaciones 11, 12 y 13 la tabla 8 muestra los resultados.

Tabla 8. Verificación de fluencia Vigas de acero

VIGAS DE ACERO							
	d	tw	Aw	h/tw	fluencia en el alma	pandeo inelastico del alma	pandeo elastico del alma
10	0.53	0.03	0.01	19.47	1	0	0
15	0.68	0.03	0.02	23.01	1	0	0
20	0.89	0.03	0.02	33.83	1	0	0
25	1.08	0.04	0.05	25.42	1	0	0
30	1.09	0.05	0.05	24.00	1	0	0

3. **DISEÑOS SUBESTRUCTURA:** Se diseñó la subestructura compuesta por los estribos y sus respectivas cimentaciones (zapatas y pilotes) las cuales también necesitaron un predimensionamiento adecuado que se realizó después de determinar las cargas que llegarían a ellas, la capacidad asumida para los pilotes fue de 70 toneladas, los diseños de los estribos se realizaron con el apoyo de una hoja de cálculo de Excel, la figura 10 muestra el diseño utilizado para la sub estructura y la tabla 10 indica los datos de entrada de la hoja de cálculo, la cual se encargó de hacer el análisis de la subestructura y arrojar un diseño óptimo. Para realizar los diseños se tuvo en cuenta las combinaciones de carga (tabla 9) que establece la norma:



Tabla 9. Combinaciones de carga para puentes

Estado Límite de la Combinación de carga	DC DD DW EH EV ES EL PS CR SH	LL IM CE BR PL LS	WA	WS	WL	FR	TU	TG	SE	Use uno de estos a la vez				
										EQ	BL	IC	CT	CV
Resistencia I (a menos que se indique)	γ_p	1.75	1.00	-	-	1.00	0.50/1.20	γ_{TG}	γ_{SE}	-	-	-	-	-
Resistencia II	γ_p	1.35	1.00	-	-	1.00	0.50/1.20	γ_{TG}	γ_{SE}	-	-	-	-	-
Resistencia III	γ_p	-	1.00	1.40	-	1.00	0.50/1.20	γ_{TG}	γ_{SE}	-	-	-	-	-
Resistencia IV	γ_p	-	1.00	-	-	1.00	0.50/1.20	-	-	-	-	-	-	-
Resistencia V	γ_p	1.35	1.00	0.40	1.0	1.00	0.50/1.20	γ_{TG}	γ_{SE}	-	-	-	-	-
Evento Extremo I	γ_p	γ_{EQ}	1.00	-	-	1.00	-	-	-	1.00	-	-	-	-
Evento Extremo II	γ_p	0.50	1.00	-	-	1.00	-	-	-	-	1.00	1.00	1.00	1.00
Servicio I	1.00	1.00	1.00	0.30	1.0	1.00	1.00/1.20	γ_{TG}	γ_{SE}	-	-	-	-	-
Servicio II	1.00	1.30	1.00	-	-	1.00	1.00/1.20	-	-	-	-	-	-	-
Servicio III	1.00	0.80	1.00	-	-	1.00	1.00/1.20	γ_{TG}	γ_{SE}	-	-	-	-	-
Servicio IV	1.00	-	1.00	0.70	-	1.00	1.00/1.20	-	1.0	-	-	-	-	-
Fatiga I - Sólo LL, IM & CE	-	1.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fatiga I II - Sólo LL, IM & CE	-	0.75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fuente: Código Colombiano de Diseño de Puentes, (2014).

Figura 10. Modelo de estribo diseñado.

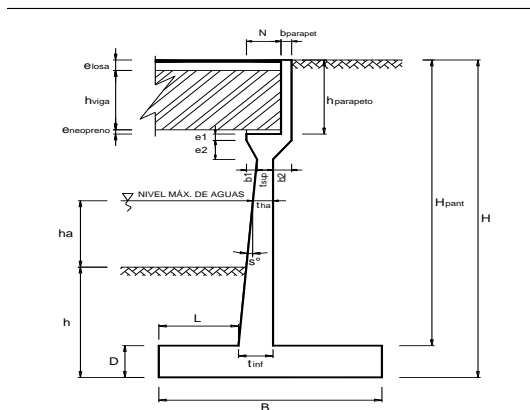




Tabla 10. Datos de entrada hoja de cálculo estribos.

DIMENSION	CALCULADO	REDONDEADO	OBSERVACION
H	5.00 m	5.00 m	Dato
h	1.00 m	1.00 m	Dato
B=0.6H	3.00 m	3.00 m	Criterio
D=0.1H	0.50 m	0.50 m	Criterio
tsup	0.35 m	0.35 m	Valor mínimo
tinf=0.1H	0.40 m	0.40 m	Criterio
L=B/3	1.00 m	1.00 m	Criterio
elosa	0.21 m	0.21 m	Dato
hvigas	0.50 m	0.50 m	Dato
eneopreno	0.10 m	0.10 m	Dato
hparapeto	0.81 m	0.81 m	elosa+hvigas+eneo
bparapeto	0.20 m	0.20 m	Asumido
e1	0.15 m	0.15 m	Asumido
e2	0.45 m	0.45 m	Asumido
DIMENSION	CALCULADO	REDONDEADO	OBSERVACION
b1	0.15 m	0.15 m	Asumido
b2	0.15 m	0.15 m	Asumido
sº	0.99º	0.99º	Calculado
Nmínimo	0.22 m	--	Según Norma MTC
N	0.45 m	0.45 m	Calculado
ha	0.00 m	0.00 m	Dato
tha	0.39 m	0.39 m	Calculado
Hpant	4.50 m	4.50 m	Calculado

Fuente: hoja de Cálculo extraída de www.civilgeek.com

4. CALCULO DE CANTIDADES: Se procedió a obtener las cantidades de obra para cada diseño en donde se discriminó por volumen (sección x espesor) de concreto en losas, vigas, estribos y cimentaciones; peso de acero de refuerzo, peso de acero preesforzado (para vigas de concreto postensado), volúmenes de excavación (sección x profundidad de desplante), volumen de concreto asfáltico (espesor de la carpeta asfáltica x longitud del puente x ancho de la vía) y metros lineales de barandas, estas cantidades se pueden apreciar en los anexos.
5. RENDIMIENTOS: Se indagaron los valores de rendimientos de la mano de obra requerida y precios unitarios de las cantidades de obra anteriormente discriminadas además de sus gastos de formaletería y otras actividades derivadas del proceso de construcción tomando como fuentes el IDU (Instituto de Desarrollo Urbano) y la colaboración de ingenieros con experiencia en el área recomendados por el director de tesis.

Comentado [j1]: Beny ayuda aquí busca en el Excel algo que se relacione dado el caso que no encuentres describe de manera breve como sacar las cantidades. Ejemplo para el volumen de concreto se multiplicom las dimensiones tal tal y tal para todos los elementos en concreto algo así.



6. ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS: Con los datos obtenidos lo siguiente fue realizar el presupuesto de cada alternativa para los distintos casos mediante análisis de precio unitario (APU) estos se pueden apreciar en los anexos.
7. TIEMPOS Y COSTOS INDIRECTOS: Se indagaron valores promedios de tiempos de construcción para cada una de las alternativas, estos tiempos se usaron para determinar los costos indirectos, como costos de alquiler y gastos de oficina, además de un análisis de la influencia que tiene la construcción en el tráfico, esto solo para la obra en vías urbanas, utilizando una correlación entre el tiempo adicional de viaje generado por la puesta en marcha de la obra y el dinero que se pierde por esto mismo (el valor que se usará como estándar será el tiempo en función del salario mínimo vigente) las tablas 11 ilustra los tiempos obtenidos para el desarrollo de cada actividad y la tabla 12 los costos indirectos producto de ese tiempo de construcción.

Tabla 11. Tiempos de Construcción.

TIEMPOS				
10	15	20	25	30
0.120	0.120	0.120	0.120	0.120
0.193	0.197	0.201	0.206	0.210
0.026	0.026	0.026	0.026	0.026
0.059	0.082	0.106	0.130	0.153
2.667	2.667	2.667	2.667	2.667
0.032	0.048	0.064	0.081	0.097
0.010	0.033	0.074	0.118	0.173
0.004	0.007	0.010	0.012	0.015
0.161	0.256	0.337	0.428	0.509
0.180	0.337	0.550	0.729	1.117
0.319	0.326	0.333	0.340	0.347
0.025	0.035	0.045	0.058	0.076
0.063	0.088	0.113	0.139	0.164
2.206	2.206	2.206	2.206	2.206
0.033	0.050	0.067	0.083	0.100
0.008	0.008	0.008	0.008	0.008
0.001	0.001	0.001	0.002	0.002
0.007	0.011	0.015	0.018	0.022
2.404	2.404	2.404	2.404	2.404



Tabla 12. Costos indirectos

COSTOS INDIRECTOS PROPORCIONALES AL TIEMPO	
ITEM	VALOR MENSUAL
SERVICIOS BASICOS	\$ 950,000.00
ALQUILER BAÑOS	\$ 800,000.00
DESVIO DE TRAFICO	\$ 5,584,366.67
GASTOS DE OFICINA	\$ 250,000.00
TOTAL	\$ 7,584,366.67

Para el análisis de la variable tráfico se tuvieron en cuenta los datos de tránsito contemplados en la tabla 13 y los datos monetarios, es decir el SMMLV y el costos del desvío del tráfico se aprecian en la tabla 14.

Tabla 13. Datos del tránsito

DATOS DE TRANSITO	
TPD	208
TRANSITO MENSUAL	6240
TIEMPO NORMAL DE CRUCE (MIN)	20
TIEMPO DE CRUCE CON LA OBRA(MIN)	40
TIEMPO EXTRA TOTAL POR DIA	4160
TIEMPO EXTRA TOTAL POR MES	108160

Tabla 14. Datos Monetarios y costo de desvío

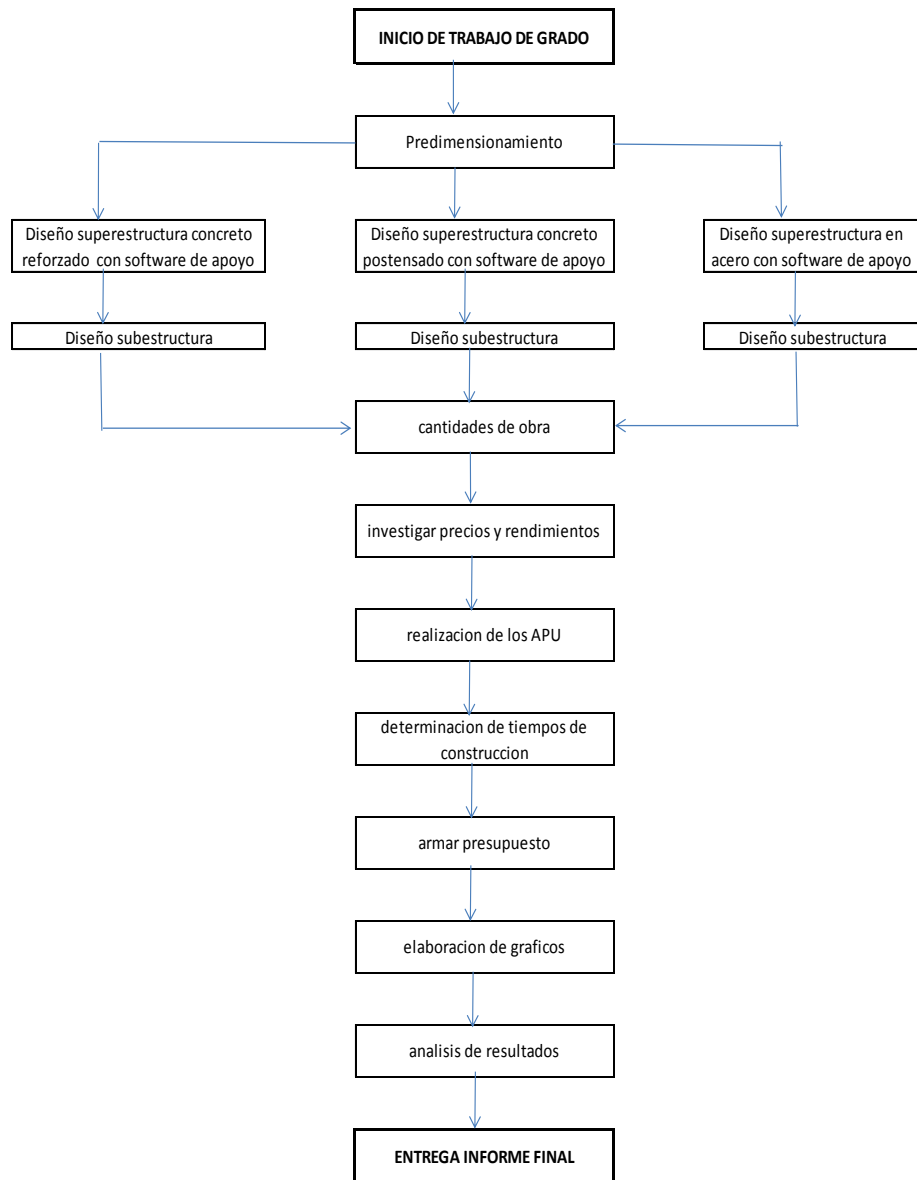
DATOS MONETARIOS	
SALARIO MINIMO VIGENTE MENSUAL	\$ 644,350.00
SALARIO MINIMO VIGENTE POR MIN	\$ 51.63
COSTO GENERADO POR EL DESVIO	\$ 5,584,366.67

8. **COSTOS TOTALES Y GRAFICAS:** Luego se determinaron los costos totales para cada caso en condición rural y condición urbana y con estos valores finales se procedió a realizar las gráficas.

El análisis realizado con los datos obtenidos al culminar el proceso anteriormente mencionado consistió en la construcción de dos gráficas una para la zona rural y una para la zona urbana, las gráficas que se construyeron relacionan la longitud del puente vs costos totales, además el contenido de cada grafica corresponde a tres series o líneas las cuales representan las tres alternativas de materiales de construcción.



Figura 11. Diagrama de flujo de la metodología.





5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Esta investigación que comprendió un proceso de diseño estructural, obtención de cantidades de obra y realización de presupuestos mediante la utilización de análisis de precios unitarios, se pudo obtener como principales resultados intervalos de factibilidad, y la obtención de ecuaciones matemáticas que expresan el comportamiento de los costos de puentes a medida que varía la luz libre. Debido a la gran cantidad de elementos tenidos en cuenta, las cantidades de obra y sus respectivos precios unitarios se pueden ver en los anexos. Dentro de la modelación se realizó un solo diseño de losa debido a que esto está regido por las cargas y la configuración de las vigas que fue igual para todos los casos, para esta losa se necesitó barras de $\frac{3}{4}$ " cada 25 centímetros en el sentido perpendicular al tráfico y el acero de repartición de las mismas características en el sentido paralelo al tráfico. Las áreas de acero necesitadas por las vigas de concreto reforzado estuvo entre los 46.3 cm² y los 120 cm², para las vigas de concreto postensado el área total de los ductos estuvo entre los 21cm² y los 53 cm² las cuales necesitan entre 313 Ton y 800 Ton de preesfuerzo las cuales son repartidas en dos tensionamientos para todos los casos, para las vigas de acero todos los índices de sobreesfuerzo para constante y flexión fueron menores a 1.

Uno de los principales resultados fue la obtención de los costos totales de los puentes, en la tabla 4 se muestra la estructura presupuestal con los items que se tuvieron en cuenta y en las tablas 2 y 3 se muestran los costos totales tanto para condiciones urbanas como rurales.

Tabla 15. Costos totales zona urbana.

RESUMEN DE COSTOS ZONA URBANA			
LONGITUD	COSTO REF	COSTO POST	COSTO ACERO
10	\$ 533,031,612.00	\$ 547,765,721.00	\$ 557,719,919.67
15	\$ 568,914,759.00	\$ 570,882,859.00	\$ 626,294,675.67
20	\$ 631,560,756.33	\$ 612,968,452.33	\$ 719,054,139.00
25	\$ 695,425,548.67	\$ 657,309,291.67	\$ 859,000,332.33
30	\$ 766,655,514.33	\$ 696,815,702.33	\$ 1,036,718,031.00



Facultad de Ingeniería
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

Tabla 16. Costos totales zona rural.

RESUMEN DE COSTOS ZONA RURAL			
LONGITUD	COSTO REF	COSTO POST	COSTO ACERO
10	\$ 546,941,786.00	\$ 561,378,526.00	\$ 572,238,633.67
15	\$ 584,271,068.00	\$ 585,331,913.00	\$ 642,824,984.67
20	\$ 648,589,370.33	\$ 628,469,758.33	\$ 738,484,987.00
25	\$ 714,164,888.67	\$ 674,119,940.67	\$ 882,852,444.33
30	\$ 787,857,776.33	\$ 715,069,651.33	\$ 1,067,080,203.00



Tabla 17. Estructura presupuestal.

PUENTE DE 10 METROS					
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL PARCIAL
1	PRELIMINARES				\$ 5,719,655
1.1	Localización y Replanteo	M2	200	\$ 2,754	\$ 550,800
1.2	Campamento de Obra	GLB	1	\$ 2,750,352	\$ 2,750,352
1.3	Vía de Acceso a la Obra	GLB	1	\$ 1,567,650	\$ 1,567,650
1.4	Vallas Informativas y señalización	GLB	1	\$ 850,853	\$ 850,853
2	SUB-ESTRUCTURA				\$ 273,777,964.00
2.1	Excavacion	M3	71.80	\$ 15,690	\$ 1,126,542
2.2	Concreto Estribos	M3	57.34	\$ 586,776	\$ 33,645,736
2.3	Solado(e=0.05m)	M2	54.00	\$ 21,847	\$ 1,179,738
2.4	Pilotes	M3	5.65	\$ 550,950	\$ 3,115,548
2.5	Muro de contención	M3	400.00	\$ 586,776	\$ 234,710,400
3	SUPER-ESTRUCTURA				\$ 21,188,146.00
3.1	Tablero	M3	19.32	\$ 729,144	\$ 14,087,062
3.2	Vigas	M3	6.14	\$ 776,371	\$ 4,766,918
3.3	Almohadillas de Neopreno	UND	6	\$ 71,850	\$ 431,100
3.4	Riostras	M3	2.61	\$ 729,144	\$ 1,903,066
4	ACERO				\$ 126,949,763.00
4.1	Tablero	KG	1736.86	\$ 3,984	\$ 6,919,650
4.2	Vigas	KG	1943.88	\$ 3,984	\$ 7,744,418
4.3	Estribos	KG	3415.17	\$ 3,984	\$ 13,606,039
4.4	Riostras	KG	266.04	\$ 3,984	\$ 1,059,903
4.5	Pilotes	KG	680.00	\$ 3,984	\$ 2,709,120
4.6	Muro de contención	KG	23822.95	\$ 3,984	\$ 94,910,633
5	OTROS				\$ 37,136,784.00
5.1	Barandas	ML	20.00	\$ 183,906	\$ 3,678,120
5.2	Juntas de dilatación	ML	18.40	\$ 45,052	\$ 828,957
5.3	Carpeta asfáltica	M3	3.50	\$ 419,194	\$ 1,467,179
5.4	Anden	M2	22.00	\$ 45,678	\$ 1,004,910
5.5	Relleno	M3	721.28	\$ 41,811	\$ 30,157,618
				TOTAL DIRECTOS	\$ 464,772,312.00
				INDIRECTOS	\$ 68,259,300.00
				TOTAL	\$ 533,031,612.00



Se puede observar que tanto para condición rural como urbana se mantiene una tendencia similar, en ambas condiciones para los 10 metros el material o técnica que posee menores costos de construcción es el concreto reforzado, luego a los 15 metros el concreto reforzado y el concreto postensado llegan a tener costos muy similares mientras que el costo del puente con vigas de acero se va aumentando notablemente, luego de los 15 metros. El material que posee los costos más bajos es el concreto postensado, pues ya las cantidades de acero y el volumen de concreto en las vigas de concreto reforzado opacan a la mano de obra y técnicas usadas en el anterior, el puente en vigas de acero mantiene costos más altos debido a las limitaciones de la Norma Colombiana de Diseño de Puentes (CCP14) se debe mantener alturas mínimas, lo cual dificulta la optimización de este diseño, el comportamiento antes descrito se ve reflejado en las figuras 6 y 7:

Figura 12. Grafica costo vs luz para zona urbana.

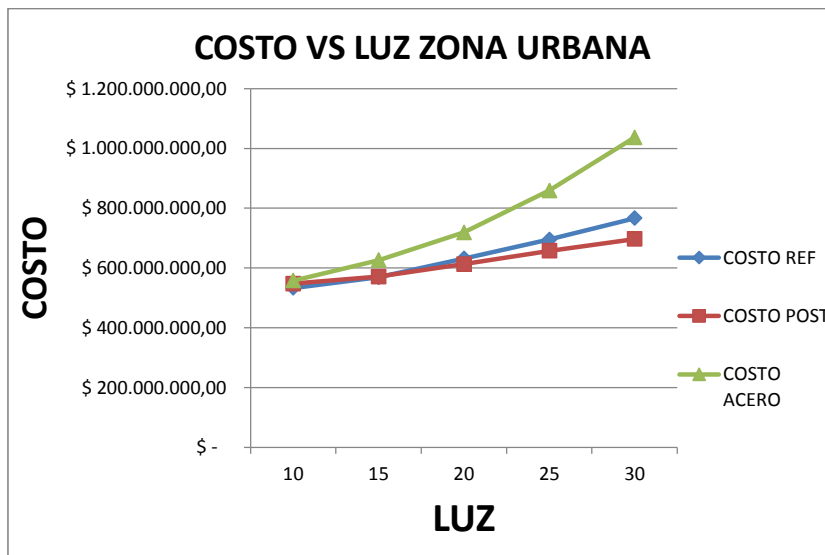
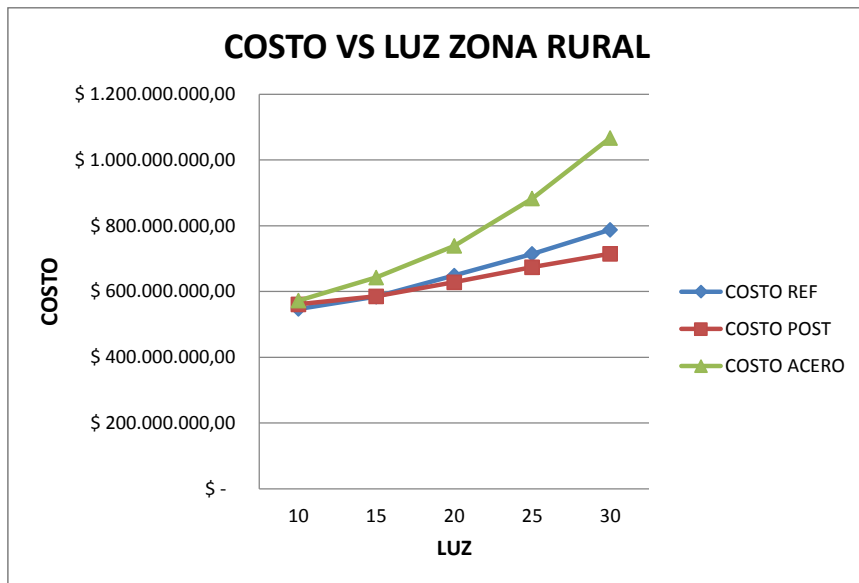




Figura 13. Grafica costo vs luz zona rural.



De estas gráficas se procedió a hacer un análisis estadístico mediante una regresión lineal y las ecuaciones obtenidas (todas con un coeficiente de correlación de 1) se muestran en las tablas 5 y 6:

Tabla 18. Correlación zona urbana

ZONA URBANA	
TIPO DE PUENTE	CORRELACIÓN
CONCRETO REFORZADO	$C = 1E+06x^4 - 2E+07x^3 + 9E+07x^2 - 1E+08x + 6E+08$
CONCRETO POSTENSADO	$C = 400981x^4 - 7E+06x^3 + 4E+07x^2 - 6E+07x + 6E+08$
ACERO	$C = -1E+06x^4 + 2E+07x^3 - 6E+07x^2 + 1E+08x + 5E+08$

Tabla 19. Correlación zona rural

ZONA RURAL	
TIPO DE PUENTE	CORRELACIÓN
CONCRETO REFORZADO	$C = 1E+06x^4 - 2E+07x^3 + 9E+07x^2 - 1E+08x + 6E+08$
CONCRETO POSTENSADO	$C = 394138x^4 - 7E+06x^3 + 4E+07x^2 - 6E+07x + 6E+08$
ACERO	$C = -1E+06x^4 + 2E+07x^3 - 6E+07x^2 + 1E+08x + 5E+08$



Donde C es el costo total del puente en Pesos Colombianos y X es el valor de la luz libre del puente en metros, habiendo obtenido estas ecuaciones es posible realizar el proceso de igualación para obtener cuando estos puentes alcanzan costos equivalentes, y se determinó que para luces de 17 metros el costo de un puente en concreto postensado y concreto reforzado es casi igual, mientras que al hacer el proceso de igualación con el puente de acero se obtienen luces menores a los 2 metros los cuales son longitudes ilógicas para un puente.

Adicional a esto se propuso obtener los costos de las superestructuras pues estas son las que cambian de manera más significativa en este estudio y se procedió a calcular el costo por metro cuadrado de cada uno de estos lo cual se muestra en las tablas 7 y 8:

Tabla 20. Costo superestructura.

COSTOS SUPERESTRUCTURA			
L	REFORZADO	POSTENSADO	ACERO
10	\$ 43,891,282.93	\$ 58,625,391.93	\$ 84,160,355.45
15	\$ 76,939,240.64	\$ 79,449,164.64	\$ 150,441,746.36
20	\$ 125,143,815.36	\$ 102,216,919.36	\$ 224,700,451.16
25	\$ 170,507,256.95	\$ 127,839,120.95	\$ 347,464,791.72
30	\$ 222,454,370.67	\$ 155,278,546.67	\$ 515,286,757.48

Tabla 21. Costo por m2 de superestructura.

COSTOS SUPERESTRUCTURA/M2			
L	REFORZADO	POSTENSADO	ACERO
10	\$ 477,079.16	\$ 637,232.52	\$ 914,786.47
15	\$ 557,530.73	\$ 575,718.58	\$ 1,090,157.58
20	\$ 680,129.43	\$ 555,526.74	\$ 1,221,198.10
25	\$ 741,335.90	\$ 555,822.27	\$ 1,510,716.49
30	\$ 805,994.10	\$ 562,603.43	\$ 1,866,981.01

Se puede evidenciar que el costo por metro cuadrado de puentes en con vigas acero y puentes con vigas en concreto reforzado llegando a costar respectivamente hasta 330% y 43% más que un puente con vigas de concreto postensado tienden a aumentar a medida que se aumenta la luz mientras que en los puentes de concreto postensado tiende a ser muy estable razón por la cual este termina siendo el puente más económico para luces grandes, de manera ilustrativa los costos totales y por metro cuadrado de superestructura se muestran en las figuras 8 y 9



Figura 14. Grafica costo por metro cuadrado.

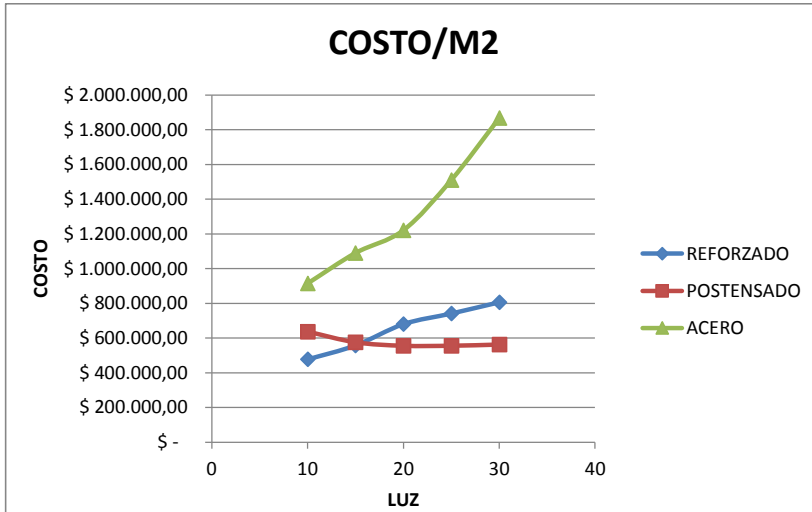
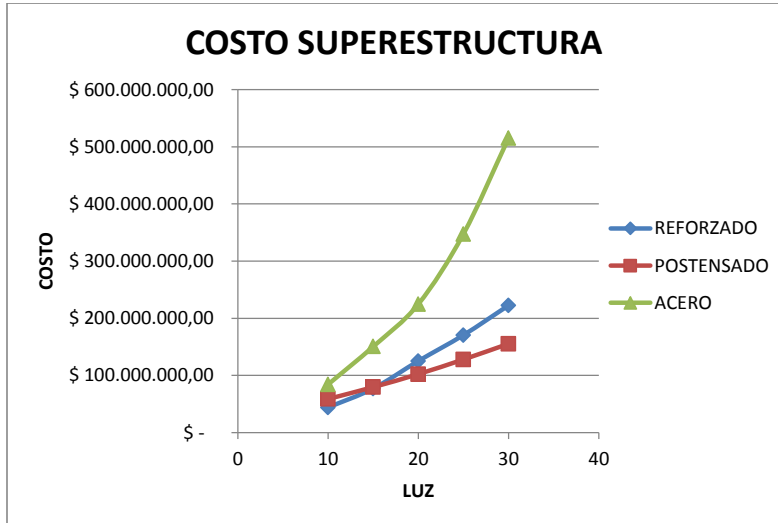


Figura 15. Gráfica variación de los costos superestructura.





Otro indicador calculado con los resultados obtenidos fue la relación de costo rural/ costo urbano la cual fue calculada para cada diseño y se muestra en la tabla 9:

Tabla 22. Relación de costos rural/urbano

RELACION DE COSTOS R/U			
L	REFORZADO	POSTENSADO	ACERO
10	1.02609634	1.024851509	1.026032267
15	1.026992284	1.025310015	1.02639382
20	1.026962749	1.025288913	1.027022789
25	1.02694658	1.025574945	1.027767291
30	1.027655527	1.026196237	1.029286818

Esta muestra que los costos aumentan un 2.65% aproximadamente al realizarse bajo las condiciones rurales modeladas que son de rendimientos más bajos y costos de transporte mayores.

Como este estudio busca servir de base para la escogencia de una alternativa sobre otra también se hizo un análisis de los pesos totales de la estructura para cuando el terreno sea una limitante más importante que el costo esto se muestra en la figura 10 y las correlaciones respectivas se muestran en la tabla 10.



Figura 16. Grafica peso Vs luz.

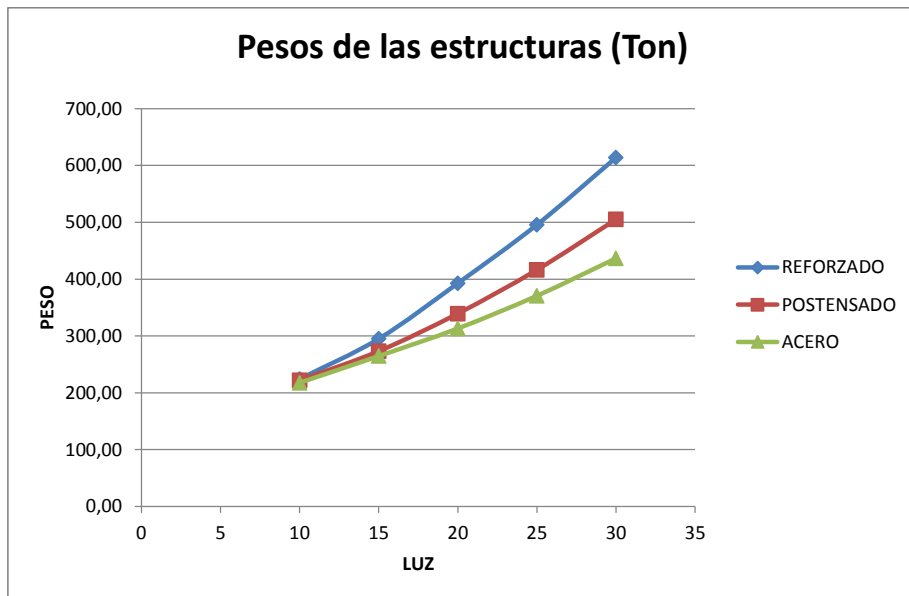


Tabla 23. Correlación peso vs luz

PESO ESTRUCTURAS	
TIPO DE PUENTE	CORRELACIÓN
CONCRETO REFORZADO	$y = 0.0021x^4 - 0.1754x^3 + 5.5464x^2 - 58.203x + 405.88$
CONCRETO POSTENSADO	$y = -0.002x^3 + 0.3669x^2 + 2.1246x + 165.93$
ACERO	$y = 0.0046x^3 - 0.1412x^2 + 10.64x + 120.87$

Donde se puede apreciar que la alternativa que presenta menor peso es el puente metálico y luego el puente de concreto postensado dejando al puente de concreto reforzado como el pesado, lo que da a entender que aunque sea más costoso si la resistencia del suelo a nivel superficial y a profundidad la alternativa que se debe escoger es un puente metálico o un puente de concreto postensado.

Al haber obtenido todos estos datos es posible comparar con estudios anteriores, como el mencionado anteriormente de Pankow que menciona que al hacer la superestructura de concreto reforzado y concreto postensado el segundo resulta más costoso, dando un poco a



contrastar con los resultados obtenidos aunque se debe tener en cuenta que lo único que fue de distinto material en este estudio fueron las vigas mientras que Pankow evaluó toda la superestructura.

Este estudio maneja la comparación basada en los materiales principalmente esta se puede complementar un poco con la tesis realizada por García y Vega de la UIS (k Garcia, 2012) que comparan los procesos constructivos en puentes extradados que son un punto medio entre puentes pretensados y puentes atirantados.



CONCLUSIONES

De los resultados del estudio y de las diferentes gráficas realizadas a partir de los datos del estudio, se puede concluir:

- Se pudo apreciar de la siguiente investigación que para luces menores a los 17 metros el puente de concreto reforzado es entre un 2.76% y un 4.63% más barato que los de vigas de acero y los de vigas de concreto, mientras que para luces mayores el de concreto postensado es el de menor costo.
- De las correlaciones obtenidas para los pesos vs luces de cada puente se logra evidenciar que los puentes de acero presentan el menor peso para todos los casos, siendo alternativas cuando el suelo es la limitante principal.
- Los costos por metro cuadrado para los puentes de acero y de concreto reforzado aumentan mucho con el aumento de la luz, pues al aumentar la luz de 10 a 30 metros su costos aumenta 100% y 69% respectivamente mientras que para puentes de concreto postensado se mantiene muy estable con valores entre 637.232\$ y 555.526\$.
- Los costos indirectos de puentes de acero son menores con valores entre 53 millones y 91 millones de pesos mientras que los puentes de concreto postensado y reforzado presentan costos indirectos entre 68 y 106 millones de pesos, esto debido a que los costos indirectos tenidos en cuenta son proporcionales al tiempo de construcción.
- Los costos de construcción aumentan un 2.65% en condiciones rurales para las condiciones modeladas.
- Del estudio se obtuvo que las variables de costos y peso de estructura de un puente para cualquiera de los materiales se pueden describir de manera muy precisa mediante ecuaciones polinómicas de cuarto grado, dando coeficientes de correlación de 1 para todos los casos.



RECOMENDACIONES

Este estudio estuvo basado para la condición específica de puentes de una sola luz, siendo esta luz la variable dependiente, lo cual indica que se mantuvo el ancho de vía constante, número de carriles, altura de estribos, tipo de suelo, cantidad de luces y zona de estudio constantes, dando la oportunidad de realizar diferentes estudios que se pueden basar en la variación de alguno de estos parámetros con el fin de encontrar el modelo de puente óptimo desde todo punto de vista.

Otros aspectos no tenidos en cuenta dentro de esta investigación fueron los efectos hidráulicos en puentes que pueden estar presentes en muchos casos, por tal motivo se puede partir de esto para llegar a un modelo de puente óptimo desde todo punto de vista y acorde a todas las situaciones que se pueden presentar en la realidad.



REFERENCIAS BIBIOGRAFICAS

- Biblioteca UdeP.* (s.f.). Recuperado el 26 de marzo de 2015, de
http://www.biblioteca.udep.edu.pe/bibvirudep/tesis/pdf/1_141_179_93_1310.pdf
- Castellanos, M. (s.f.). *Academia.edu*. Recuperado el 2 de abril de 2015, de
http://www.academia.edu/7142766/PUENTES_AASTHO_NORMA_CARGAS
- Celigüeta, J. T. (s.f.). *Líneas de influencia*. Pamplona: tecnun.
- Daniel Ruiz, L. Y. (2001). vulnerabilidad sísmica de puentes en Colombia y estrategias para rehabilitación. *revistaing uniandes*, 74-80.
- Diseño de estructuras de acero con LRFD* . (1990). W.segui: Thomson.
- Franco, E. (2001). *Comparación económica del diseño de superestructura utilizando el método LRFD de la ASTO y el CCDSP95*. Bogota D.C.: Trabajo de grado especializacion.
- k Garcia, C. v. (2012). valoracion cuantitativa de los costos directos de construccion de un puente con pretensado extradosado en colombia. Bucaramanga, colombia: universidad industrial de santander.
- Loov, R. E., & Hassanain, M. A. (2003). Cost optimization of concrete bridge infrastructure. *Canadian Journal of Civil Engineering.*, 841-849.
- Mintrasporte, & INVIAS. (1995). *Código colombiano de diseño sísmico de puentes*. Bogota.
- Mora, J. A. (2009). *Análisis y diseño de puentes preesforzados de luz continúa*. Bogotá D.C: Trabajo de grado especialización en estructuras.
- Pankow, R. (2003). *hormigon prefabricado postensado versus elaboracion in siyu de hormigon armado: comparacion en proyectos de viaductos*. curitiba, Brasil.: universidad federal de paraná.
- Pavani, E. (2008). *comparacion tecnico econoomica de puente de losa versus puente de viga* . Santiago, Chile: trabajo de grado .



- Sirca, G. F., & Adeli, H. (2005). Cost Optimization of Prestressed Concrete Bridges. *Journal of Structural Engineering.* , 380-388.
- Smith, R., & Bush, R. (mayo de 1996). nonstructural evaluation of competing bridge materials. *journal materials in civil engineering*, 88-94.
- Starossek, U. (1998). weight versus cost: light-weight materials in cable-stayed bridges. *journal of structural engineerings*, 1359-1363.
- Torres, J. R. (2006). *Comparación económica de diseño de puentes en concreto reforzado con superestructura de losa y vigas de dos y tres luces: Vigas continuas contra vigas simplemente apoyadas.* . Bogota D.C.: Trabajo de grado especialización en estructuras.
- Valandía, J. (2013). *comparacion tecnico economica de puentes de dos y tres luces con losas de concreto reforzado y vigas continuas de concreto preesforzado.* Bogota D.C.: trabajo de grado especializacion.
- Vallecilla B., C. R. (2004). *Curso de Puentes en Concreto.* Bogotá.



ANEXOS

Anexo 1. APU estructura metálica

ESTRUCTURA METALICA PERFL IPE					Unidad: KLS
DESCRIPCION	UND	CANT.	DESP.%	PRECIO UNIT	VALOR TOTAL
MATERIALES					
PERFIL IPE ESTRUCTURA PRECIO PROMEDIO	KLS	1	0	3,500.00	3,500.00
SOLDADURA 6011 1/8" VARILLA	KLS	0.01	3	7,200.00	74.16
ANTICORROSIVO PHCL	GLN	0.001	0	37,862.00	37.86
SUBTOTAL MATERIALES					3,612.02
MANO DE OBRA					
	Jornal	Prestac.	Jornal Ttl	Rendim/Día	Valor-Unit.
M.O. ALBANILERIA 2 AYUDANTE	70,952.00	170%	120,618.40	400.000	301.55
M.O. METALISTERIA 1 AYUDANTE-1 OFI	113,414.00	170%	192,803.80	200.000	964.02
SUBTOTAL MANO DE OBRA					1,265.57
EQUIPO					
SOLDADOR ELECTRICO	DIA	0.003		28,500.00	85.50
HERRAMIENTA MENOR	%	5%		1,265.57	63.28
OXICORTE (OXIGENO-ACETILENO)	DIA	0.002		27,500.00	55.00
ANDAMIO METALICO TUBULAR	U/D	0.3		1,050.00	315.00
SUBTOTAL EQUIPO					518.78
OTROS					
SUBTOTAL OTROS					-
COSTO DIRECTO				5,396.37	5,396.00

Anexo 2. APU vigas concreto.

VIGAS CONC. 4000 PSI.					Unidad: M3
DESCRIPCION	UND	CANT.	DESP.%	PRECIO UNIT	VALOR TOTAL
MATERIALES					
GUADUA [TACO] 2.50-3M	UND	8	0	6,000.00	48,000.00
PUNTILLA 2 CC	LBS	4	0	2,000.00	8,000.00
TABLA 1x10x3M	UND	7.15	0	8,500.00	60,775.00
VARETA 1"x1"x3M	UND	3	0	2,400.00	7,200.00
CUARTON 2"x4"x3M	ML	8.62	0	2,800.00	24,136.00
MEZCLA CONCRETO 4000 PSI 280 MPa	M3	1.03		342,876.00	353,162.28
SUBTOTAL MATERIALES					501,273.28
MANO DE OBRA					
	Jornal	Prestac.	Jornal Ttl	Rendim/Día	Valor-Unit.
M.O. ALBANILERIA 2 AYUDANTE-1 OFI	121,977.00	170%	207,360.90	1.000	207,360.90
M.O. ALBANILERIA 3 AYUDANTE-1 OFI	157,453.00	170%	267,670.10	8.000	33,458.76
SUBTOTAL MANO DE OBRA					240,819.66
EQUIPO					
FORMALETA PARA ENTREPISO PRE	M2	1.1		3,765.00	4,141.50
VIBRADOR ELECTRICO	DIA	0.52		34,800.00	18,096.00
HERRAMIENTA MENOR	%	5%		240,819.66	12,040.98
SUBTOTAL EQUIPO					34,278.48
OTROS					
SUBTOTAL OTROS					-
COSTO DIRECTO				776,371.43	776,371.00



Anexo 3. APU vigas concreto postensado

VIGAS CONC. 4000 PSI. PARA VIGAS POSTENSADAS						Unidad: M3
						ITEM:
DESCRIPCION	UND	CANT.	DESP.%	PRECIO UNIT	VALOR TOTAL	
MATERIALES						
GUADUA [TACO] 2.50-3M	UND	8	0	6,000.00	48,000.00	
PUNTILLA 2 CC	LBS	4	0	2,000.00	8,000.00	
TABLA 1x10x3M	UND	7.15	0	8,500.00	60,775.00	
VARETA 1"x1"x3M	UND	3	0	2,400.00	7,200.00	
CUARTON 2"x4"x3M	ML	8.62	0	2,800.00	24,136.00	
MEZCLA CONCRETO 4000 PSI 280 MPa	M3	1.05		342,876.00	360,019.80	
SUBTOTAL MATERIALES					508,130.80	
MANO DE OBRA						
	Jornal	Prestac.	Jornal Ttl	Rendim/Dia	Valor-Unit.	
M.O. ALBANILERIA 2 AYUDANTE-1 OFI	121,977.00	170%	207,360.90	1.000	207,360.90	
M.O. ALBANILERIA 3 AYUDANTE-1 OFI	157,453.00	170%	267,670.10	5.000	53,534.02	
SUBTOTAL MANO DE OBRA					260,894.92	
EQUIPO						
FORMALETA PARA ENTREPISO PRE	M2	13		3,765.00	48,945.00	
VIBRADOR ELECTRICO	DIA	0.8		34,800.00	27,840.00	
HERRAMIENTA MENOR	%	5%		260,894.92	13,044.75	
SUBTOTAL EQUIPO					89,829.75	
OTROS						
SUBTOTAL OTROS					-	
COSTO DIRECTO				858,855.47	858,855.00	

Anexo 4. APU izaje de viga

IZAJE DE VIGA						Unidad: UND
						ITEM:
DESCRIPCION	UND	CANT.	DESP.%	PRECIO UNIT	VALOR TOTAL	
MANO DE OBRA						
	Jornal	Prestac.	Jornal Ttl	Rendim/Dia	Valor-Unit.	
M.O. ALBANILERIA 2 AYUDANTES	70,952.00	170%	120,618.40	3.000	40,206.13	
OPERARIO	70,952.00	170%	70,952.00	1.000	70,952.00	
SUBTOTAL MANO DE OBRA					111,158.13	
EQUIPO						
GRUA TELESCOPICA	%	200%	0	2,900,000.00	5,800,000.00	
SUBTOTAL EQUIPO					5,800,000.00	
OTROS						
SOGA	ML	80		1,650.00	132,000.00	
BARRAS PORTAEQUIPOS	UND	2		70,000.00	140,000.00	
SUBTOTAL OTROS					272,000.00	
COSTO DIRECTO				6,183,158.13	6,183,158.00	



Anexo 5. APU refuerzo en hierro

REFUERZOS EN HIERRO DE 60.000 PSI.						Unidad: KLS
DESCRIPCION	UND	CANT.	DESP.%	PRECIO UNIT	ITEM: VALOR TOTAL	
MATERIALES						
ALAMBRE NEGRO # 18	KLS	0.05	0	3,200.00	160.00	
SEGUETA SIN MARCO	UND	0.05	0	2,600.00	130.00	
HIERR.DE 60000 PSI 420 MPA	KLS	1	5	2,330.00	2,446.50	
SUBTOTAL MATERIALES					2,736.50	
MANO DE OBRA						
	Jornal	Prestac.	Jornal Ttl	Rendim/Dia	Valor-Unit.	
M.O. ALBANILERIA 3 AYUDANTES	106,428.00	170%	180,927.60	145.000	1,247.78	
SUBTOTAL MANO DE OBRA					1,247.78	
OTROS						
SUBTOTAL OTROS					-	
COSTO DIRECTO				3,984.28	3,984.00	

Anexo 6. APU acero de preesfuerzo

ACERO DE PREESFUERZO						Unidad: KG
DESCRIPCION	UND	CANT.	DESP.%	PRECIO UNIT	ITEM: VALOR TOTAL	
MATERIALES						
ANCLAJES MÓVILES	UND	0.003	0	1,100,000.00	3,300.00	
DUCTOS PARA TENSIONAMIENTO	ML	0.008		12,800.00	102.40	
ANCLAJES FIJOS	UND	0.003		1,289,600.00	3,868.80	
ACERO DE TENSIONAMIENTO	KG	1.05		16,000.00	16,800.00	
LECHADA PARA DUCTOS	L	0.03		1,100.00	33.00	
ALAMBRE NEGRO	KG	0.05		3,700.00	185.00	
SUBTOTAL MATERIALES					24,289.20	
MANO DE OBRA						
	Jornal	Prestac.	Jornal Ttl	Rendim/Dia	Valor-Unit.	
M.O. ALBANILERIA 1 OFICIAL + 2 AYUDANTES	121,977.00	170%	207,360.90	60.000	3,456.02	
SUBTOTAL MANO DE OBRA					3,456.02	
EQUIPO						
BOMBA DE INYECCION DE LECHADA	H	0.01	30	13,500.00	175.50	
BOMBA PARA GATO DE TENSIONAMIENTO	H	0.01	30	45,000.00	585.00	
GATO PARA TENSIONAMIENTO MAX 200 TON (Amax=314CM2)	H	0.01	30	159,000.00	2,067.00	
SUBTOTAL EQUIPO					2,827.50	
OTROS						
SUBTOTAL OTROS					-	
COSTO DIRECTO				30,572.72	30,573.00	



Anexo 7. APU estribos y aletas

ESTRIBOS Y ALETAS EN CONCRETO 3000 PSI						Unidad: M3
						ITEM:
DESCRIPCION	UND	CANT.	DESP.%	PRECIO UNIT	VALOR TOTAL	
MATERIALES						
PUNTILLA 2 CC	LBS	0.6	0	2,000.00	1,200.00	
TABLA 1x10x3M	UND	3.5	0	8,500.00	29,750.00	
CUARTON 2"x4"x3M	ML	6	0	2,800.00	16,800.00	
GUADUA (TACO) 2.50-3M	UND	1	0	6,000.00	6,000.00	
CINTA PVC JUNT. DILATAION	ML	1	0	9,000.00	9,000.00	
MEZCLA CONCRETO 1:2:3 3100 PSI 210 MPa	M3	1.05	0	321,130.00	337,186.50	
SUBTOTAL MATERIALES					399,936.50	
MANO DE OBRA						
	Jornal	Prestac.	Jornal Ttl	Rendim/Dia	Valor-Unit.	
M.O. ALBANILERIA 3 AYUDANTE-1 OFI	157,453.00	170%	267,670.10	1.600	167,293.81	
SUBTOTAL MANO DE OBRA					167,293.81	
EQUIPO						
VIBRADOR ELECTRICO	DIA	0.04	0	34,800.00	1,392.00	
HERRAMIENTA MENOR	%	5%	0	167,293.81	8,364.69	
FORMALETA	M2	2.6		3,765.00	9,789.00	
SUBTOTAL EQUIPO					19,545.69	
OTROS						
SUBTOTAL OTROS					-	
COSTO DIRECTO				586,776.00	586,776.00	

Anexo 8. APU pilotes

PILOTE CONCRETO REFORZADO						Unidad: M3
						ITEM:
DESCRIPCION	UND	CANT.	DESP.%	PRECIO UNIT	VALOR TOTAL	
MATERIALES						
VENTONITA PREPARACION	KLS	50	0	432.00	21,600.00	
MEZCLA CONCRETO 1:2:3 3100 PSI 210 MPa	M3	1.03	0	321,130.00	330,763.90	
SUBTOTAL MATERIALES					352,363.90	
MANO DE OBRA						
	Jornal	Prestac.	Jornal Ttl	Rendim/Dia	Valor-Unit.	
M.O. ALBANILERIA 2 AYUDANTE	70,952.00	170%	120,618.40	2.000	60,309.20	
M.O. ALBANILERIA 1 AYUDANTE-1 OFI	86,501.00	170%	147,051.70	2.500	58,820.68	
SUBTOTAL MANO DE OBRA					119,129.88	
EQUIPO						
PERFORADORA BARRENO	HRS	1		73,500.00	73,500.00	
HERRAMIENTA MENOR	%	5%	0	119,129.88	5,956.49	
SUBTOTAL EQUIPO					79,456.49	
OTROS						
SUBTOTAL OTROS					-	
COSTO DIRECTO				550,950.27	550,950.00	



Anexo 9. APU solado

SOLADO ESPESOR E=0.05M 3000 PSI 210 MPA						Unidad: M2
DESCRIPCION						ITEM:
UND	CANT.	DESP.%	PRECIO UNIT	VALOR TOTAL		
MATERIALES						
MEZCLA CONCRETO 1:2:3 3100 PSI 210 MPa	M3	0.05	0	321,130.00	16,056.50	
SUBTOTAL MATERIALES					16,056.50	
MANO DE OBRA						
	Jornal	Prestac.	Jornal Ttl	Rendim/Dia	Valor-Unit.	
M.O. ALBANILERIA 1 AYUDANTE-1 OFI	86,501.00	170%	147,051.70	26.667	5,514.37	
SUBTOTAL MANO DE OBRA					5,514.37	
EQUIPO						
HERRAMIENTA MENOR	%	5%	0	5,514.37	275.72	
SUBTOTAL EQUIPO					275.72	
OTROS						
SUBTOTAL OTROS					-	
COSTO DIRECTO				21,846.59	21,847.00	

Anexo 10. APU losa y riostras

LOSAS Y RIOSTRAS CONC. 3000 PSI.						Unidad: M3
DESCRIPCION						ITEM:
UND	CANT.	DESP.%	PRECIO UNIT	VALOR TOTAL		
MATERIALES						
GUADUA [TACO] 2.50-3M	UND	8	0	6,000.00	48,000.00	
PUNTILLA 2 CC	LBS	4	0	2,000.00	8,000.00	
TABLA 1x10x3M	UND	7.15	0	8,500.00	60,775.00	
VARETA 1"x1"x3M	UND	3	0	2,400.00	7,200.00	
CUARTON 2"x4"x3M	ML	8.62	0	2,800.00	24,136.00	
MEZCLA CONCRETO 1:2:3 3100 PSI 210 MPa	M3	1.05		321,130.00	337,186.50	
SUBTOTAL MATERIALES					485,297.50	
MANO DE OBRA						
	Jornal	Prestac.	Jornal Ttl	Rendim/Dia	Valor-Unit.	
M.O. ALBANILERIA 2 AYUDANTE-1 OFI	105,661.00	170%	179,623.70	1.000	179,623.70	
M.O. ALBANILERIA 3 AYUDANTE-1 OFI	134,480.00	170%	228,616.00	7.273	31,433.52	
SUBTOTAL MANO DE OBRA					211,056.52	
EQUIPO						
FORMALETA PARA ENTREPISO PRE	M2	1.1		3,765.00	4,141.50	
VIBRADOR ELECTRICO	DIA	0.52		34,800.00	18,096.00	
HERRAMIENTA MENOR	%	5%		211,056.52	10,552.82	
SUBTOTAL EQUIPO					32,790.32	
OTROS						
SUBTOTAL OTROS					-	
COSTO DIRECTO				729,144.34	729,144.00	



Anexo 11. APU junta de dilatación

JUNTA DILATACION DOS LADOS SEGUN DIS						Unidad: ML
						ITEM:
DESCRIPCION	UND	CANT.	DESP. %	PRECIO UNIT	VALOR TOTAL	
MATERIALES						
SOLDADURA 6011 1/8" VARILLA	KLS	0.5	3	7,200.00	3,708.00	
ANGULO 2 x 1/4 TIRA DE 6 METROS	UND	0.35	2	56,221.00	20,070.89	
HIERR. DE 60000 PSI 420 MPA	KLS	3.4	0	2,330.00	7,922.00	
SUBTOTAL MATERIALES					31,700.89	
MANO DE OBRA						
	Jornal	Prestac.	Jornal Ttl	Rendim/Dia	Valor-Unit.	
M.O. HIDROSANIT. 1 AYUDANTE-1 OFI	81,642.00	170%	138,791.00	40.000	3,469.78	
M.O. ALBANILERIA 1 AYUDANTE-1 OFI	76,842.00	170%	130,631.00	20.000	6,531.55	
SUBTOTAL MANO DE OBRA					10,001.33	
EQUIPO						
SOLDADOR ELECTRICO	DIA	0.1	0	28,500.00	2,850.00	
HERRAMIENTA MENOR	%	5%	0	10,001.33	500.06	
SUBTOTAL EQUIPO					3,350.06	
OTROS						
SUBTOTAL OTROS					-	
COSTO DIRECTO				45,052.28	45,052.00	

Anexo 12. APU baranda

BARANDA METAL.TUBO GALV. 3" S. DIS						Unidad: ML
						ITEM:
DESCRIPCION	UND	CANT.	DESP. %	PRECIO UNIT	VALOR TOTAL	
MATERIALES						
SOLDADURA 6011 1/8" VARILLA	KLS	0.15	0	7,200.00	1,080.00	
PINTURA ESMALTE	GLN	0.3	0	45,000.00	13,500.00	
TUBO GALV. 3" X 3 MTS COLMENA	UND	0.67	0	178,367.00	119,505.89	
LAM.HOT ROLLED 1/4 DE 100x200CM	UND	0.2	0	106,256.00	21,251.20	
PLATINA 4x 1/8	UN	0.035	0	6,817.00	238.59	
SUBTOTAL MATERIALES					155,575.68	
MANO DE OBRA						
	Jornal	Prestac.	Jornal Ttl	Rendim/Dia	Valor-Unit.	
M.O. METALISTERIA 1 AYUDANTE-1 OFI	92,207.00	170%	156,751.00	7.273	21,552.45	
SUBTOTAL MANO DE OBRA					21,552.45	
EQUIPO						
SOLDADOR ELECTRICO	DIA	0.2	0	28,500.00	5,700.00	
HERRAMIENTA MENOR	%	5%	0	21,552.45	1,077.62	
SUBTOTAL EQUIPO					6,777.62	
OTROS						
SUBTOTAL OTROS					-	
COSTO DIRECTO				183,905.75	183,906.00	



Anexo 13. APU carpeta asfáltica

CARPETA ASFALTICA [ST]						Unidad: M3
						ITEM:
DESCRIPCION	UND	CANT.	DESP.%	PRECIO UNIT	VALOR TOTAL	
MATERIALES						
CONCRETO ASFALTICO	M3	1.25	5	294,500.00	386,531.25	
					SUBTOTAL MATERIALES	
					386,531.25	
MANO DE OBRA						
	Jornal	Prestac.	Jornal Ttl	Rendim/Dia	Valor-Unit.	
M.O. ALBANILERIA 5 AYUDANTE-1 OFI	192,118.00	170%	326,600.00	61.539	5,307.20	
					SUBTOTAL MANO DE OBRA	
					5,307.20	
EQUIPO						
VIBROCOMPACTADOR CA-15	HRS	0.1	0	89,900.00	8,990.00	
TERMINADORA DE ASFALTO	HRS	0.1	0	106,000.00	10,600.00	
COMPACTADOR DE LLANTA	HRS	0.1	0	75,000.00	7,500.00	
HERRAMIENTA MENOR	%	5%	0	5,307.20	265.36	
					SUBTOTAL EQUIPO	
					27,355.36	
OTROS						
					SUBTOTAL OTROS	
					-	
				COSTO DIRECTO	419,193.81	419,194.00

Anexo 14. APU anden

ANDEN CONCRETO 10CM 3000 PSI						Unidad: M2
						ITEM:
DESCRIPCION	UND	CANT.	DESP.%	PRECIO UNIT	VALOR TOTAL	
MATERIALES						
ANTISOL ROJO	KLS	0.1	0	10,500.00	1,050.00	
PUNTILLA 2 CC	LBS	0.05	0	2,000.00	100.00	
TABLA 1x10x3M	UND	0.5	0	8,500.00	4,250.00	
MEZCLA CONCRETO 1:2:3 3100 PSI 210 MPa	M3	0.1	0	321,130.00	32,113.00	
					SUBTOTAL MATERIALES	
					37,513.00	
MANO DE OBRA						
	Jornal	Prestac.	Jornal Ttl	Rendim/Dia	Valor-Unit.	
M.O. ALBANILERIA 2 AYUDANTE-1 OFI	121,977.00	170%	207,360.90	26.667	7,775.94	
					SUBTOTAL MANO DE OBRA	
					7,775.94	
EQUIPO						
HERRAMIENTA MENOR	%	5%	0	7,775.94	388.80	
					SUBTOTAL EQUIPO	
					388.80	
OTROS						
					SUBTOTAL OTROS	
					-	
				COSTO DIRECTO	35,804.96	45,677.73



Anexo 15. APU excavación

EXCAVACION MANUAL TIERRA SECA H=1.8M(SR)						Unidad: M3
						ITEM:
DESCRIPCION	UND	CANT.	DESP %	PRECIO UNIT	VALOR TOTAL	
MANO DE OBRA						
	Jornal	Prestac.	Jornal Tti	Rendim/Dia	Valor-Unit.	
M.O. ALBANILERIA 1 AYUDANTE	35,476.00	170%	60,309.20	4.000	15,077.30	
					SUBTOTAL MANO DE OBRA	15,077.30
EQUIPO						
HERRAMIENTA MENOR	%	5%	0	15,077.30	612.40	
					SUBTOTAL EQUIPO	612.40
OTROS						
					SUBTOTAL OTROS	-
				COSTO DIRECTO	15,689.70	15,690.00

Anexo 16. APU retiro capa vegetal

RETIRO PRADO - MALEZA						Unidad: M2
						ITEM:
DESCRIPCION	UND	CANT.	DESP %	PRECIO UNIT	VALOR TOTAL	
MANO DE OBRA						
	Jornal	Prestac.	Jornal Tti	Rendim/Dia	Valor-Unit.	
M.O. ALBANILERIA 1 AYUDANTE	28,819.00	170%	48,992.00	53.334	918.59	
					SUBTOTAL MANO DE OBRA	918.59
OTROS						
					SUBTOTAL OTROS	-
				COSTO DIRECTO	918.59	919.00

Anexo 17. APU linea de demarcación

LINEA DE DEMARCACION CONTINUA ANCHO 10CM						Unidad: ML
						ITEM:
DESCRIPCION	UND	CANT.	DESP %	PRECIO UNIT	VALOR TOTAL	
MATERIALES						
DISOLVENTE TIPO TRAFICO	GLN	0.001	0	22,900.00	22.90	
PINTURA DEMARCACION	GLN	0.015	0	47,800.00	717.00	
					SUBTOTAL MATERIALES	739.90
MANO DE OBRA						
	Jornal	Prestac.	Jornal Tti	Rendim/Dia	Valor-Unit.	
M.O. ALBANILERIA 1 AYUDANTE	35,746.00	170%	60,768.20	125.986	482.34	
					SUBTOTAL MANO DE OBRA	482.34
EQUIPO						
MAQUINA APLICADORA DE PINTURA	DIA	0.002	0	45,000.00	90.00	
					SUBTOTAL EQUIPO	90.00
OTROS						
					SUBTOTAL OTROS	-
				COSTO DIRECTO	1,312.24	1,312.00



Facultad de Ingeniería
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

Anexo 18. APU arena

ARENA GRUESA POLVILLO [COMPA]						Unidad: M3
						ITEM:
DESCRIPCION	UND	CANT.	DESP %	PRECIO UNIT	VALOR TOTAL	
MATERIALES						
GASOLINA CORRIENTE	GLN	0.05	0	8,700.00	435.00	
GRAVA TRITURADA 3/8"	M3	1	0	14,000.00	14,000.00	
ACEITE MOTOR 4 TIEMPOS	GLN	0.015	0	70,000.00	1,050.00	
SUBTOTAL MATERIALES					15,485.00	
MANO DE OBRA						
		Jornal	Prestac.	Jornal Ttl	Rendim/Dia	Valor-Unit
M.O. ALBANILERIA 1 AYUDANTE-1 OFI		76,842.00	170%	130,631.00	10.000	13,063.10
SUBTOTAL MANO DE OBRA					13,063.10	
EQUIPO						
VIBROCOMPACTADOR TIPO RANA	DIA	0.09		39,000.00	3,510.00	
VOLQUETA TRANSPORTE MAT.PETREOS 1-10KMS	M3	1.3	0	7,000.00	9,100.00	
HERRAMIENTA MENOR	%	5%	0	13,063.10	653.15	
SUBTOTAL EQUIPO					13,263.15	
OTROS						
SUBTOTAL OTROS					-	
COSTO DIRECTO				75,911.25	41,811.25	

Anexo 19. APU localización

LOCALIZACION-REPLANTEO OBRA						Unidad: M2
						ITEM:
DESCRIPCION	UND	CANT.	DESP %	PRECIO UNIT	VALOR TOTAL	
MATERIALES						
LISTON 2 x2x3M.	UND	0.11	0	3,800.00	418.00	
PUNTILLA 2 CC	LBS	0.02	0	2,000.00	40.00	
PIOLA GRUESA 50 METROS	ROL	0.06	0	2,500.00	150.00	
MINERAL ROJO	KLS	0.005	0	4,700.00	23.50	
SUBTOTAL MATERIALES					631.50	
MANO DE OBRA						
		Jornal	Prestac.	Jornal Ttl	Rendim/Dia	Valor-Unit
M.O. ALBANILERIA 2 AYUDANTE-1 OFI		105,661.00	170%	179,623.00	133.333	1,347.18
M.O. TOPOGRAFIA 1 CADENERO-1 TOP		211,628.00	170%	359,767.00	533.336	674.56
SUBTOTAL MANO DE OBRA					2,021.74	
EQUIPO						
HERRAMIENTA MENOR	%	5%	0	2,021.74	101.09	
SUBTOTAL EQUIPO					101.09	
OTROS						
SUBTOTAL OTROS					-	
COSTO DIRECTO				2,754.32	2,754.00	



Anexo 20. Presupuesto puente 10m concreto

PUENTE DE 10 METROS					
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL PARCIAL
1	PRELIMINARES				\$ 5,719,655
1.1	Localizacion y Replanteo	M2	200	\$ 2,754	\$ 550,800
1.2	Campamento de Obra	GLB	1	\$ 2,750,352	\$ 2,750,352
1.3	Via de Acceso a la Obra	GLB	1	\$ 1,567,650	\$ 1,567,650
1.4	Vallas Informativas y señalización	GLB	1	\$ 850,853	\$ 850,853
2	SUB-ESTRUCTURA				\$ 273,777,964.00
2.1	Excavacion	M3	71.80	\$ 15,690	\$ 1,126,542
2.2	Concreto Estribos	M3	57.34	\$ 586,776	\$ 33,645,736
2.3	Solado(e=0.05m)	M2	54.00	\$ 21,847	\$ 1,179,738
2.4	Pilotes	M3	5.65	\$ 550,950	\$ 3,115,548
2.5	Muro de contención	M3	400.00	\$ 586,776	\$ 234,710,400
3	SUPER-ESTRUCTURA				\$ 21,188,146.00
3.1	Tablero	M3	19.32	\$ 729,144	\$ 14,087,062
3.2	Vigas	M3	6.14	\$ 776,371	\$ 4,766,918
3.3	Almohadillas de Neopreno	UND	6	\$ 71,850	\$ 431,100
3.4	Riostras	M3	2.61	\$ 729,144	\$ 1,903,066
4	ACERO				\$ 126,949,763.00
4.1	Tablero	KG	1736.86	\$ 3,984	\$ 6,919,650
4.2	Vigas	KG	1943.88	\$ 3,984	\$ 7,744,418
4.3	Estribos	KG	3415.17	\$ 3,984	\$ 13,606,039
4.4	Riostras	KG	266.04	\$ 3,984	\$ 1,059,903
4.5	Pilotes	KG	680.00	\$ 3,984	\$ 2,709,120
4.6	Muro de contención	KG	23822.95	\$ 3,984	\$ 94,910,633
5	OTROS				\$ 37,136,784.00
5.1	Barandas	ML	20.00	\$ 183,906	\$ 3,678,120
5.2	Juntas de dilatación	ML	18.40	\$ 45,052	\$ 828,957
5.3	Carpeta asfáltica	M3	3.50	\$ 419,194	\$ 1,467,179
5.4	Anden	M2	22.00	\$ 45,678	\$ 1,004,910
5.5	Relleno	M3	721.28	\$ 41,811	\$ 30,157,618
TOTAL DIRECTOS				\$	464,772,312.00
INDIRECTOS				\$	68,259,300.00
TOTAL				\$	533,031,612.00



Anexo 21. Presupuesto puente 15m concreto

PUENTE DE 15 METROS					
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL PARCIAL
1	PRELIMINARES				\$ 6,408,155
1.1	Localización y Replanteo	M2	450	\$ 2,754	\$ 1,239,300
1.2	Campamento de Obra	GLB	1	\$ 2,750,352	\$ 2,750,352
1.3	Via de Acceso a la Obra	GLB	1	\$ 1,567,650	\$ 1,567,650
1.4	Vallas Informativas y señalización	GLB	1	\$ 850,853	\$ 850,853
2	SUB-ESTRUCTURA				\$ 274,534,905.00
2.1	Excavacion	M3	71.80	\$ 15,690	\$ 1,126,542
2.2	Concreto Estribos	M3	58.63	\$ 586,776	\$ 34,402,677
2.3	Solado(e=0.05m)	M2	54.00	\$ 21,847	\$ 1,179,738
2.4	Pilotes	M3	5.65	\$ 550,950	\$ 3,115,548
2.5	Muro de contención	M3	400.00	\$ 586,776	\$ 234,710,400
3	SUPER-ESTRUCTURA				\$ 39,834,008.00
3.1	Tablero	M3	28.98	\$ 729,144	\$ 21,130,593
3.2	Vigas	M3	19.54	\$ 776,371	\$ 15,168,348
3.3	Almohadillas de Neopreno	UND	6	\$ 71,850	\$ 431,100
3.4	Riostras	M3	4.257	\$ 729,144	\$ 3,103,966
4	ACERO				\$ 139,666,502.00
4.1	Tablero	KG	2764.89	\$ 3,984	\$ 11,015,322
4.2	Vigas	KG	3642.96	\$ 3,984	\$ 14,513,553
4.3	Estribos	KG	3492.00	\$ 3,984	\$ 13,912,139
4.4	Riostras	KG	382.05	\$ 3,984	\$ 1,522,087
4.5	Pilotes	KG	952.00	\$ 3,984	\$ 3,792,768
4.6	Muro de contención	KG	23822.95	\$ 3,984	\$ 94,910,633
5	OTROS				\$ 40,211,889.00
5.1	Barandas	ML	30.00	\$ 183,906	\$ 5,517,180
5.2	Juntas de dilatación	ML	18.40	\$ 45,052	\$ 828,957
5.3	Carpeta asfáltica	M3	5.25	\$ 419,194	\$ 2,200,769
5.4	Anden	M2	33.00	\$ 45,678	\$ 1,507,365
5.5	Relleno	M3	721.28	\$ 41,811	\$ 30,157,618
TOTAL DIRECTOS				\$	500,655,459.00
INDIRECTOS				\$	68,259,300.00
TOTAL				\$	568,914,759.00



Anexo 22. Presupuesto puente 20m concreto

PUENTE DE 20 METROS					
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL PARCIAL
1	PRELIMINARES				\$ 7,372,055
1.1	Localizacion y Replanteo	M2	800	\$ 2,754	\$ 2,203,200
1.2	Campamento de Obra	GLB	1	\$ 2,750,352	\$ 2,750,352
1.3	Via de Acceso a la Obra	GLB	1	\$ 1,567,650	\$ 1,567,650
1.4	Vallas Informativas y señalización	GLB	1	\$ 850,853	\$ 850,853
2	SUB-ESTRUCTURA				\$ 276,330,362.00
2.1	Excavacion	M3	71.80	\$ 15,690	\$ 1,126,542
2.2	Concreto Estribos	M3	59.92	\$ 586,776	\$ 35,159,618
2.3	Solado(e=0.05m)	M2	54.00	\$ 21,847	\$ 1,179,738
2.4	Pilotes	M3	7.54	\$ 550,950	\$ 4,154,064
2.5	Muro de contención	M3	400.00	\$ 586,776	\$ 234,710,400
3	SUPER-ESTRUCTURA				\$ 67,023,368.00
3.1	Tablero	M3	38.64	\$ 729,144	\$ 28,174,124
3.2	Vigas	M3	44.10	\$ 776,371	\$ 34,237,961
3.3	Almohadillas de Neopreno	UND	6	\$ 71,850	\$ 431,100
3.4	Riostras	M3	5.733	\$ 729,144	\$ 4,180,183
4	ACERO				\$ 154,119,945.00
4.1	Tablero	KG	3640.84	\$ 3,984	\$ 14,505,107
4.2	Vigas	KG	5937.87	\$ 3,984	\$ 23,656,474
4.3	Estribos	KG	3568.84	\$ 3,984	\$ 14,218,239
4.4	Riostras	KG	490.23	\$ 3,984	\$ 1,953,076
4.5	Pilotes	KG	1224.00	\$ 3,984	\$ 4,876,416
4.6	Muro de contención	KG	23822.95	\$ 3,984	\$ 94,910,633
5	OTROS				\$ 43,286,993.00
5.1	Barandas	ML	40.00	\$ 183,906	\$ 7,356,240
5.2	Juntas de dilatación	ML	18.40	\$ 45,052	\$ 828,957
5.3	Carpeta asfáltica	M3	7.00	\$ 419,194	\$ 2,934,358
5.4	Anden	M2	44.00	\$ 45,678	\$ 2,009,820
5.5	Relleno	M3	721.28	\$ 41,811	\$ 30,157,618
TOTAL DIRECTOS				\$	548,132,723.00
INDIRECTOS				\$	83,428,033.33
TOTAL				\$	631,560,756.33



Anexo 23. Presupuesto puente 25m concreto

PUENTE DE 25 METROS					
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL PARCIAL
1	PRELIMINARES				\$ 8,611,355
1.1	Localizacion y Replanteo	M2	1250	\$ 2,754	\$ 3,442,500
1.2	Campamento de Obra	GLB	1	\$ 2,750,352	\$ 2,750,352
1.3	Via de Acceso a la Obra	GLB	1	\$ 1,567,650	\$ 1,567,650
1.4	Vallas Informativas y señalización	GLB	1	\$ 850,853	\$ 850,853
2	SUB-ESTRUCTURA				\$ 278,119,952.00
2.1	Excavacion	M3	71.80	\$ 15,690	\$ 1,126,542
2.2	Concreto Estribos	M3	61.20	\$ 586,776	\$ 35,910,691
2.3	Solado(e=0.05m)	M2	54.00	\$ 21,847	\$ 1,179,738
2.4	Pilotes	M3	9.42	\$ 550,950	\$ 5,192,580
2.5	Muro de contención	M3	400.00	\$ 586,776	\$ 234,710,400
3	SUPER-ESTRUCTURA				\$ 96,048,570.00
3.1	Tablero	M3	48.3	\$ 729,144	\$ 35,217,655
3.2	Vigas	M3	70.88	\$ 776,371	\$ 55,025,295
3.3	Almohadillas de Neopreno	UND	6	\$ 71,850	\$ 431,100
3.4	Riostras	M3	7.371	\$ 729,144	\$ 5,374,520
4	ACERO				\$ 167,686,807.00
4.1	Tablero	KG	4624.43	\$ 3,984	\$ 18,423,729
4.2	Vigas	KG	7872.15	\$ 3,984	\$ 31,362,646
4.3	Estribos	KG	3645.07	\$ 3,984	\$ 14,521,967
4.4	Riostras	KG	629.46	\$ 3,984	\$ 2,507,769
4.5	Pilotes	KG	1496.00	\$ 3,984	\$ 5,960,064
4.6	Muro de contención	KG	23822.95	\$ 3,984	\$ 94,910,633
5	OTROS				\$ 46,362,098.00
5.1	Barandas	ML	50.00	\$ 183,906	\$ 9,195,300
5.2	Juntas de dilatación	ML	18.40	\$ 45,052	\$ 828,957
5.3	Carpeta asfáltica	M3	8.75	\$ 419,194	\$ 3,667,948
5.4	Anden	M2	55.00	\$ 45,678	\$ 2,512,275
5.5	Relleno	M3	721.28	\$ 41,811	\$ 30,157,618
TOTAL DIRECTOS				\$	596,828,782.00
INDIRECTOS				\$	98,596,766.67
TOTAL				\$	695,425,548.67



Anexo 24. Presupuesto puente 30m concreto

PUENTE DE 30 METROS					
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL PARCIAL
1	PRELIMINARES				\$ 10,126,055
1.1	Localización y Replanteo	M2	1800	\$ 2,754	\$ 4,957,200
1.2	Campamento de Obra	GLB	1	\$ 2,750,352	\$ 2,750,352
1.3	Vía de Acceso a la Obra	GLB	1	\$ 1,567,650	\$ 1,567,650
1.4	Vallas Informativas y señalización	GLB	1	\$ 850,853	\$ 850,853
2	SUB-ESTRUCTURA				\$ 280,953,925.00
2.1	Excavacion	M3	71.80	\$ 15,690	\$ 1,126,542
2.2	Concreto Estribos	M3	62.49	\$ 586,776	\$ 36,667,632
2.3	Solado(e=0.05m)	M2	54.00	\$ 21,847	\$ 1,179,738
2.4	Pilotes	M3	13.19	\$ 550,950	\$ 7,269,612
2.5	Muro de contención	M3	400.00	\$ 586,776	\$ 234,710,400
3	SUPER-ESTRUCTURA				\$ 129,958,348.00
3.1	Tablero	M3	57.96	\$ 729,144	\$ 42,261,186
3.2	Vigas	M3	103.95	\$ 776,371	\$ 80,703,765
3.3	Almohadillas de Neopreno	UND	6	\$ 71,850	\$ 431,100
3.4	Riostras	M3	9	\$ 729,144	\$ 6,562,296
4	ACERO				\$ 189,998,850.00
4.1	Tablero	KG	5495.32	\$ 3,984	\$ 21,893,355
4.2	Vigas	KG	12060.33	\$ 3,984	\$ 48,048,355
4.3	Estribos	KG	3721.90	\$ 3,984	\$ 14,828,067
4.4	Riostras	KG	821.97	\$ 3,984	\$ 3,274,728
4.5	Pilotes	KG	1768.00	\$ 3,984	\$ 7,043,712
4.6	Muro de contención	KG	23822.95	\$ 3,984	\$ 94,910,633
5	OTROS				\$ 49,437,203.00
5.1	Barandas	ML	60.00	\$ 183,906	\$ 11,034,360
5.2	Juntas de dilatación	ML	18.40	\$ 45,052	\$ 828,957
5.3	Carpeta asfáltica	M3	10.50	\$ 419,194	\$ 4,401,537
5.4	Anden	M2	66.00	\$ 45,678	\$ 3,014,730
5.5	Relleno	M3	721.28	\$ 41,811	\$ 30,157,618
				TOTAL DIRECTOS	\$ 660,474,381.00
				INDIRECTOS	\$ 106,181,133.33
				TOTAL	\$ 766,655,514.33



Anexo 25. Presupuesto puente 10m acero

PUENTE DE 10 METROS					
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL PARCIAL
1 PRELIMINARES					\$ 5,719,655
1.1	Localización y Replanteo	M2	200	\$ 2,754	\$ 550,800
1.2	Campamento de Obra	GLB	1	\$ 2,750,352	\$ 2,750,352
1.3	Vía de Acceso a la Obra	GLB	1	\$ 1,567,650	\$ 1,567,650
1.4	Vallas Informativas y señalización	GLB	1	\$ 850,853	\$ 850,853
2 SUB-ESTRUCTURA					\$ 273,484,576.00
2.1	Excavacion	M3	71.80	\$ 15,690	\$ 1,126,542
2.2	Concreto Estribos	M3	56.84	\$ 586,776	\$ 33,352,348
2.3	Solado(e=0.05m)	M2	54.00	\$ 21,847	\$ 1,179,738
2.4	Pilotes	M3	5.65	\$ 550,950	\$ 3,115,548
2.5	Muro de contención	M3	400.00	\$ 586,776	\$ 234,710,400
3 SUPER-ESTRUCTURA					\$ 70,261,540.00
3.1	Tablero	M3	19.32	\$ 729,144	\$ 14,087,062
3.2	Vigas	KG	9456.9	\$ 5,396	\$ 51,029,432
3.3	Almohadillas de Neopreno	UND	6	\$ 71,850	\$ 431,100
3.4	Riostras	KG	873.6	\$ 5,396	\$ 4,713,946
4 ACERO					\$ 118,026,798.00
4.1	Tablero	KG	1736.86	\$ 3,984	\$ 6,919,650
4.3	Estribos	KG	3385.39	\$ 3,984	\$ 13,487,395
4.5	Pilotes	KG	680.00	\$ 3,984	\$ 2,709,120
4.6	Muro de contención	KG	23822.95	\$ 3,984	\$ 94,910,633
5 OTROS					\$ 37,136,784.00
5.1	Barandas	ML	20.00	\$ 183,906	\$ 3,678,120
5.2	Juntas de dilatación	ML	18.40	\$ 45,052	\$ 828,957
5.3	Carpeta asfáltica	M3	3.50	\$ 419,194	\$ 1,467,179
5.4	Anden	M2	22.00	\$ 45,678	\$ 1,004,910
5.5	Relleno	M3	721.28	\$ 41,811	\$ 30,157,618
5.6	Conectores de cortante	UND			\$ 0
TOTAL DIRECTOS				\$	504,629,353.00
INDIRECTOS				\$	53,090,566.67
TOTAL				\$	557,719,919.67



Anexo 26. Presupuesto puente 15m acero

PUENTE DE 15 METROS					
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL PARCIAL
1 PRELIMINARES \$ 6,408,155					
1.1	Localización y Replanteo	M2	450	\$ 2,754	\$ 1,239,300
1.2	Campamento de Obra	GLB	1	\$ 2,750,352	\$ 2,750,352
1.3	Vía de Acceso a la Obra	GLB	1	\$ 1,567,650	\$ 1,567,650
1.4	Vallas Informativas y señalización	GLB	1	\$ 850,853	\$ 850,853
2 SUB-ESTRUCTURA \$ 274,241,517.00					
2.1	Excavacion	M3	71.80	\$ 15,690	\$ 1,126,542
2.2	Concreto Estribos	M3	58.13	\$ 586,776	\$ 34,109,289
2.3	Solado(e=0.05m)	M2	54.00	\$ 21,847	\$ 1,179,738
2.4	Pilotes	M3	5.65	\$ 550,950	\$ 3,115,548
2.5	Muro de contención	M3	400.00	\$ 586,776	\$ 234,710,400
3 SUPER-ESTRUCTURA \$ 129,372,154.00					
3.1	Tablero	M3	28.98	\$ 729,144	\$ 21,130,593
3.2	Vigas	KG	18602.1	\$ 5,396	\$ 100,376,932
3.3	Almohadillas de Neopreno	UND	6	\$ 71,850	\$ 431,100
3.4	Riostras	KG	1377.6	\$ 5,396	\$ 7,433,530
4 ACERO \$ 122,970,394.00					
4.1	Tablero	KG	2764.89	\$ 3,984	\$ 11,015,322
4.3	Estribos	KG	3462.22	\$ 3,984	\$ 13,793,496
4.5	Pilotes	KG	816.00	\$ 3,984	\$ 3,250,944
4.6	Muro de contención	KG	23822.95	\$ 3,984	\$ 94,910,633
5 OTROS \$ 40,211,889.00					
5.1	Barandas	ML	30.00	\$ 183,906	\$ 5,517,180
5.2	Juntas de dilatación	ML	18.40	\$ 45,052	\$ 828,957
5.3	Carpeta asfáltica	M3	5.25	\$ 419,194	\$ 2,200,769
5.4	Anden	M2	33.00	\$ 45,678	\$ 1,507,365
5.5	Relleno	M3	721.28	\$ 41,811	\$ 30,157,618
5.6	Conectores de cortante	UND			\$ 0
TOTAL DIRECTOS				\$	573,204,109.00
INDIRECTOS				\$	53,090,566.67
TOTAL				\$	626,294,675.67



Anexo 27. Presupuesto puente 20m acero

PUENTE DE 20 METROS					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL PARCIAL
1 PRELIMINARES \$ 7,372,055					
1.1	Localización y Replanteo	M2	800	\$ 2,754	\$ 2,203,200
1.2	Campamento de Obra	GLB	1	\$ 2,750,352	\$ 2,750,352
1.3	Vía de Acceso a la Obra	GLB	1	\$ 1,567,650	\$ 1,567,650
1.4	Vallas Informativas y señalización	GLB	1	\$ 850,853	\$ 850,853
2 SUB-ESTRUCTURA \$ 275,450,198.00					
2.1	Excavación	M3	71.80	\$ 15,690	\$ 1,126,542
2.2	Concreto Estribos	M3	58.42	\$ 586,776	\$ 34,279,454
2.3	Solado(e=0.05m)	M2	54.00	\$ 21,847	\$ 1,179,738
2.4	Pilotes	M3	7.54	\$ 550,950	\$ 4,154,064
2.5	Muro de contención	M3	400.00	\$ 586,776	\$ 234,710,400
3 SUPER-ESTRUCTURA \$ 197,065,970.00					
3.1	Tablero	M3	38.64	\$ 729,144	\$ 28,174,124
3.2	Vigas	KG	28267.8	\$ 5,396	\$ 152,533,049
3.3	Almohadillas de Neopreno	UND	6	\$ 71,850	\$ 431,100
3.4	Riostras	KG	2951.76	\$ 5,396	\$ 15,927,697
4 ACERO \$ 127,619,623.00					
4.1	Tablero	KG	3640.84	\$ 3,984	\$ 14,505,107
4.3	Estribos	KG	3481.25	\$ 3,984	\$ 13,869,291
4.5	Pilotes	KG	1088.00	\$ 3,984	\$ 4,334,592
4.6	Muro de contención	KG	23822.95	\$ 3,984	\$ 94,910,633
5 OTROS \$ 43,286,993.00					
5.1	Barandas	ML	40.00	\$ 183,906	\$ 7,356,240
5.2	Juntas de dilatación	ML	18.40	\$ 45,052	\$ 828,957
5.3	Carpeta asfáltica	M3	7.00	\$ 419,194	\$ 2,934,358
5.4	Andén	M2	44.00	\$ 45,678	\$ 2,009,820
5.5	Relleno	M3	721.28	\$ 41,811	\$ 30,157,618
5.6	Conectores de cortante	UND			\$ 0
TOTAL DIRECTOS				\$	650,794,839.00
INDIRECTOS				\$	68,259,300.00
TOTAL				\$	719,054,139.00



Anexo 28. Presupuesto puente 25m acero

PUENTE DE 25 METROS					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL PARCIAL
1	PRELIMINARES				\$ 8,611,355
1.1	Localización y Replanteo	M2	1250	\$ 2,754	\$ 3,442,500
1.2	Campamento de Obra	GLB	1	\$ 2,750,352	\$ 2,750,352
1.3	Vía de Acceso a la Obra	GLB	1	\$ 1,567,650	\$ 1,567,650
1.4	Vallas Informativas y señalización	GLB	1	\$ 850,853	\$ 850,853
2	SUB-ESTRUCTURA				\$ 275,620,363.00
2.1	Excavación	M3	71.80	\$ 15,690	\$ 1,126,542
2.2	Concreto Estribos	M3	58.71	\$ 586,776	\$ 34,449,619
2.3	Solado(e=0.05m)	M2	54.00	\$ 21,847	\$ 1,179,738
2.4	Pilotes	M3	7.54	\$ 550,950	\$ 4,154,064
2.5	Muro de contención	M3	400.00	\$ 586,776	\$ 234,710,400
3	SUPER-ESTRUCTURA				\$ 312,836,583.00
3.1	Tablero	M3	48.3	\$ 729,144	\$ 35,217,655
3.2	Vigas	KG	47639.5305	\$ 5,396	\$ 257,062,907
3.3	Almohadillas de Neopreno	UND	6	\$ 71,850	\$ 431,100
3.4	Riostras	KG	3729.6	\$ 5,396	\$ 20,124,922
4	ACERO				\$ 132,141,900.00
4.1	Tablero	KG	4624.43	\$ 3,984	\$ 18,423,729
4.3	Estribos	KG	3496.77	\$ 3,984	\$ 13,931,122
4.5	Pilote	KG	1224.00	\$ 3,984	\$ 4,876,416
4.6	Muro de contención	KG	23822.95	\$ 3,984	\$ 94,910,633
5	OTROS				\$ 46,362,098.00
5.1	Barandas	ML	50.00	\$ 183,906	\$ 9,195,300
5.2	Juntas de dilatación	ML	18.40	\$ 45,052	\$ 828,957
5.3	Carpeta asfáltica	M3	8.75	\$ 419,194	\$ 3,667,948
5.4	Andén	M2	55.00	\$ 45,678	\$ 2,512,275
5.5	Relleno	M3	721.28	\$ 41,811	\$ 30,157,618
5.6	Conectores de cortante	UND			\$ 0
TOTAL DIRECTOS				\$	775,572,299.00
INDIRECTOS				\$	83,428,033.33
TOTAL				\$	859,000,332.33



Anexo 29. Presupuesto puente 30m acero

PUENTE DE 30 METROS					
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL PARCIAL
1 PRELIMINARES					\$ 10,126,055
1.1	Localización y Replanteo	M2	1800	\$ 2,754	\$ 4,957,200
1.2	Campamento de Obra	GLB	1	\$ 2,750,352	\$ 2,750,352
1.3	Vía de Acceso a la Obra	GLB	1	\$ 1,567,650	\$ 1,567,650
1.4	Vallas Informativas y señalización	GLB	1	\$ 850,853	\$ 850,853
2 SUB-ESTRUCTURA					\$ 276,504,508.00
2.1	Excavacion	M3	71.80	\$ 15,690	\$ 1,126,542
2.2	Concreto Estribos	M3	59.00	\$ 586,776	\$ 34,619,784
2.3	Solado(e=0.05m)	M2	54.00	\$ 21,847	\$ 1,179,738
2.4	Pilotes	M3	8.84	\$ 550,950	\$ 4,868,044
2.5	Muro de contención	M3	400.00	\$ 586,776	\$ 234,710,400
3 SUPER-ESTRUCTURA					\$ 474,113,818.00
3.1	Tablero	M3	57.96	\$ 729,144	\$ 42,261,186
3.2	Vigas	KG	76225.2	\$ 5,396	\$ 411,311,179
3.3	Almohadillas de Neopreno	UND	6	\$ 71,850	\$ 431,100
3.4	Riostras	KG	3726.9	\$ 5,396	\$ 20,110,352
4 ACERO					\$ 135,524,047.00
4.1	Tablero	KG	5495.32	\$ 3,984	\$ 21,893,355
4.3	Estribos	KG	3338.81	\$ 3,984	\$ 13,301,819
4.5	Pilotes	KG	1360.00	\$ 3,984	\$ 5,418,240
4.6	Muro de contención	KG	23822.95	\$ 3,984	\$ 94,910,633
5 OTROS					\$ 49,437,203.00
5.1	Barandas	ML	60.00	\$ 183,906	\$ 11,034,360
5.2	Juntas de dilatación	ML	18.40	\$ 45,052	\$ 828,957
5.3	Carpeta asfáltica	M3	10.50	\$ 419,194	\$ 4,401,537
5.4	Anden	M2	66.00	\$ 45,678	\$ 3,014,730
5.5	Relleno	M3	721.28	\$ 41,811	\$ 30,157,618
5.6	Conectores de cortante	UND			\$ 0
TOTAL DIRECTOS				\$	945,705,631.00
INDIRECTOS				\$	91,012,400.00
TOTAL				\$	1,036,718,031.00



Anexo 30. Presupuesto puente 10m postensado

PUENTE DE 10 METROS					
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL PARCIAL
1 PRELIMINARES					\$ 5,719,655
1.1	Localización y Replanteo	M2	200	\$ 2,754	\$ 550,800
1.2	Campamento de Obra	GLB	1	\$ 2,750,352	\$ 2,750,352
1.3	Vía de Acceso a la Obra	GLB	1	\$ 1,567,650	\$ 1,567,650
1.4	Vallas Informativas y señalización	GLB	1	\$ 850,853	\$ 850,853
2 SUB-ESTRUCTURA					\$ 273,777,964.00
2.1	Excavación	M3	71.80	\$ 15,690	\$ 1,126,542
2.2	Concreto Estribos	M3	57.34	\$ 586,776	\$ 33,645,736
2.3	Solado(e=0.05m)	M2	54.00	\$ 21,847	\$ 1,179,738
2.4	Pilotes	M3	5.65	\$ 550,950	\$ 3,115,548
2.5	Muro de contención	M3	400.00	\$ 586,776	\$ 234,710,400
3 SUPER-ESTRUCTURA					\$ 20,914,242.00
3.1	Tablero	M3	19.32	\$ 729,144	\$ 14,087,062
3.2	Vigas	M3	5.2314	\$ 858,855	\$ 4,493,014
3.3	Almohadillas de Neopreno	UND	6	\$ 71,850	\$ 431,100
3.4	Riostras	M3	2.61	\$ 729,144	\$ 1,903,066
4 ACERO					\$ 123,408,302.00
4.1	Tablero	KG	1736.86	\$ 3,984	\$ 6,919,650
4.2	Acero de preesfuerzo	KG	77.99	\$ 30,573	\$ 2,384,333
4.3	Estribos	KG	3415.17	\$ 3,984	\$ 13,606,039
4.4	Riostras	KG	266.04	\$ 3,984	\$ 1,059,903
4.5	Pilotes	KG	680.00	\$ 3,984	\$ 2,709,120
4.6	Muro de contención	KG	23822.95	\$ 3,984	\$ 94,910,633
4.7	Refuerzo transversal vigas	KG	456.48	\$ 3,984	\$ 1,818,624
5 OTROS					\$ 55,686,258.00
5.1	Barandas	ML	20.00	\$ 183,906	\$ 3,678,120
5.2	Juntas de dilatación	ML	18.40	\$ 45,052	\$ 828,957
5.3	Carpeta asfáltica	M3	3.50	\$ 419,194	\$ 1,467,179
5.4	Anden	M2	22.00	\$ 45,678	\$ 1,004,910
5.5	Relleno	M3	721.28	\$ 41,811	\$ 30,157,618
5.6	Izaje de vigas	UND	3.00	\$ 6,183,158	\$ 18,549,474
TOTAL DIRECTOS				\$	479,506,421.00
TOTAL INDIRECTOS				\$	68,259,300.00
TOTAL				\$	547,765,721.00



Anexo 31. Presupuesto puente 15m postensado

PUENTE DE 15 METROS					
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL PARCIAL
1 PRELIMINARES					\$ 6,408,155
1.1	Localización y Replanteo	M2	450	\$ 2,754	\$ 1,239,300
1.2	Campamento de Obra	GLB	1	\$ 2,750,352	\$ 2,750,352
1.3	Via de Acceso a la Obra	GLB	1	\$ 1,567,650	\$ 1,567,650
1.4	Vallas Informativas y señalización	GLB	1	\$ 850,853	\$ 850,853
2 SUB-ESTRUCTURA					\$ 274,534,905.00
2.1	Excavación	M3	71.80	\$ 15,690	\$ 1,126,542
2.2	Concreto Estribos	M3	58.63	\$ 586,776	\$ 34,402,677
2.3	Solado(e=0.05m)	M2	54.00	\$ 21,847	\$ 1,179,738
2.4	Pilotes	M3	5.65	\$ 550,950	\$ 3,115,548
2.5	Muro de contención	M3	400.00	\$ 586,776	\$ 234,710,400
3 SUPER-ESTRUCTURA					\$ 30,656,173.00
3.1	Tablero	M3	28.98	\$ 729,144	\$ 21,130,593
3.2	Vigas	M3	6.975	\$ 858,855	\$ 5,990,514
3.3	Almohadillas de Neopreno	UND	6	\$ 71,850	\$ 431,100
3.4	Riostras	M3	4.257	\$ 729,144	\$ 3,103,966
4 ACERO					\$ 132,262,963.00
4.1	Tablero	KG	2764.89	\$ 3,984	\$ 11,015,322
4.2	Acero de preesfuerzo	KG	138.28	\$ 30,573	\$ 4,227,662
4.3	Estribos	KG	3492.00	\$ 3,984	\$ 13,912,139
4.4	Riostras	KG	382.05	\$ 3,984	\$ 1,522,087
4.5	Pilotes	KG	816.00	\$ 3,984	\$ 3,250,944
4.6	Muro de contención	KG	23822.95	\$ 3,984	\$ 94,910,633
4.7	Refuerzo transversal vigas	KG	859.48	\$ 3,984	\$ 3,424,176
5 OTROS					\$ 58,761,363.00
5.1	Barandas	ML	30.00	\$ 183,906	\$ 5,517,180
5.2	Juntas de dilatación	ML	18.40	\$ 45,052	\$ 828,957
5.3	Carpeta asfáltica	M3	5.25	\$ 419,194	\$ 2,200,769
5.4	Anden	M2	33.00	\$ 45,678	\$ 1,507,365
5.5	Relleno	M3	721.28	\$ 41,811	\$ 30,157,618
5.6	Izaje de vigas	UND	3.00	\$ 6,183,158	\$ 18,549,474
TOTAL DIRECTOS				\$	502,623,559.00
TOTAL INDIRECTOS				\$	68,259,300.00
TOTAL				\$	570,882,859.00



Anexo 32. Presupuesto puente 20m postensado

PUENTE DE 20 METROS					
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL PARCIAL
1 PRELIMINARES					\$ 7,372,055
1.1	Localización y Replanteo	M2	800	\$ 2,754	\$ 2,203,200
1.2	Campamento de Obra	GLB	1	\$ 2,750,352	\$ 2,750,352
1.3	Vía de Acceso a la Obra	GLB	1	\$ 1,567,650	\$ 1,567,650
1.4	Vallas Informativas y señalización	GLB	1	\$ 850,853	\$ 850,853
2 SUB-ESTRUCTURA					\$ 276,330,362.00
2.1	Excavacion	M3	71.80	\$ 15,690	\$ 1,126,542
2.2	Concreto Estribos	M3	59.92	\$ 586,776	\$ 35,159,618
2.3	Solado(e=0.05m)	M2	54.00	\$ 21,847	\$ 1,179,738
2.4	Pilotes	M3	7.54	\$ 550,950	\$ 4,154,064
2.5	Muro de contención	M3	400.00	\$ 586,776	\$ 234,710,400
3 SUPER-ESTRUCTURA					\$ 42,171,833.00
3.1	Tablero	M3	38.64	\$ 729,144	\$ 28,174,124
3.2	Vigas	M3	10.929	\$ 858,855	\$ 9,386,426
3.3	Almohadillas de Neopreno	UND	6	\$ 71,850	\$ 431,100
3.4	Riostras	M3	5.733	\$ 729,144	\$ 4,180,183
4 ACERO					\$ 141,829,702.00
4.1	Tablero	KG	3640.84	\$ 3,984	\$ 14,505,107
4.2	Acero de preesfuerzo	KG	190.20	\$ 30,573	\$ 5,814,985
4.3	Estribos	KG	3568.84	\$ 3,984	\$ 14,218,239
4.4	Riostras	KG	490.23	\$ 3,984	\$ 1,953,076
4.5	Pilotes	KG	1088.00	\$ 3,984	\$ 4,334,592
4.6	Muro de contención	KG	23822.95	\$ 3,984	\$ 94,910,633
4.7	Refuerzo transversal vigas	KG	1529.39	\$ 3,984	\$ 6,093,070
5 OTROS					\$ 61,836,467.00
5.1	Barandas	ML	40.00	\$ 183,906	\$ 7,356,240
5.2	Juntas de dilatación	ML	18.40	\$ 45,052	\$ 828,957
5.3	Carpeta asfáltica	M3	7.00	\$ 419,194	\$ 2,934,358
5.4	Anden	M2	44.00	\$ 45,678	\$ 2,009,820
5.5	Relleno	M3	721.28	\$ 41,811	\$ 30,157,618
5.6	Izaje de vigas	UND	3.00	\$ 6,183,158	\$ 18,549,474
TOTAL DIRECTOS				\$	529,540,419.00
TOTAL INDIRECTOS				\$	83,428,033.33
TOTAL				\$	612,968,452.33



Anexo 33. Presupuesto puente 25m postensado

PUENTE DE 25 METROS					
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL PARCIAL
1 PRELIMINARES \$ 8,611,355					
1.1	Localización y Replanteo	M2	1250	\$ 2,754	\$ 3,442,500
1.2	Campamento de Obra	GLB	1	\$ 2,750,352	\$ 2,750,352
1.3	Vía de Acceso a la Obra	GLB	1	\$ 1,567,650	\$ 1,567,650
1.4	Vallas Informativas y señalización	GLB	1	\$ 850,853	\$ 850,853
2 SUB-ESTRUCTURA \$ 277,795,415.00					
2.1	Excavacion	M3	71.80	\$ 15,690	\$ 1,126,542
2.2	Concreto Estribos	M3	61.20	\$ 586,776	\$ 35,910,691
2.3	Solado(e=0.05m)	M2	54.00	\$ 21,847	\$ 1,179,738
2.4	Pilotes	M3	8.84	\$ 550,950	\$ 4,868,044
2.5	Muro de contención	M3	400.00	\$ 586,776	\$ 234,710,400
3 SUPER-ESTRUCTURA \$ 54,013,028.00					
3.1	Tablero	M3	48.3	\$ 729,144	\$ 35,217,655
3.2	Vigas	M3	15.1245	\$ 858,855	\$ 12,989,752
3.3	Almohadillas de Neopreno	UND	6	\$ 71,850	\$ 431,100
3.4	Riostras	M3	7.371	\$ 729,144	\$ 5,374,520
4 ACERO \$ 153,381,155.00					
4.1	Tablero	KG	4624.43	\$ 3,984	\$ 18,423,729
4.2	Acero de preesfuerzo	KG	264.44	\$ 30,573	\$ 8,084,862
4.3	Estribos	KG	3645.07	\$ 3,984	\$ 14,521,967
4.4	Riostras	KG	629.46	\$ 3,984	\$ 2,507,769
4.5	Pilotes	KG	1224.00	\$ 3,984	\$ 4,876,416
4.6	Muro de contención	KG	23822.95	\$ 3,984	\$ 94,910,633
4.7	Refuerzo transversal vigas	KG	2524.04	\$ 3,984	\$ 10,055,779
5 OTROS \$ 64,911,572.00					
5.1	Barandas	ML	50.00	\$ 183,906	\$ 9,195,300
5.2	Juntas de dilatación	ML	18.40	\$ 45,052	\$ 828,957
5.3	Carpeta asfáltica	M3	8.75	\$ 419,194	\$ 3,667,948
5.4	Anden	M2	55.00	\$ 45,678	\$ 2,512,275
5.5	Relleno	M3	721.28	\$ 41,811	\$ 30,157,618
5.6	Izaje de vigas	UND	3.00	\$ 6,183,158	\$ 18,549,474
TOTAL DIRECTOS				\$	558,712,525.00
TOTAL INDIRECTOS				\$	98,596,766.67
TOTAL				\$	657,309,291.67



Anexo 34. Presupuesto puente 30m postensado

PUENTE DE 30 METROS					
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL PARCIAL
1 PRELIMINARES					\$ 10,126,055
1.1	Localización y Replanteo	M2	1800	\$ 2,754	\$ 4,957,200
1.2	Campamento de Obra	GLB	1	\$ 2,750,352	\$ 2,750,352
1.3	Vía de Acceso a la Obra	GLB	1	\$ 1,567,650	\$ 1,567,650
1.4	Vallas Informativas y señalización	GLB	1	\$ 850,853	\$ 850,853
2 SUB-ESTRUCTURA					\$ 279,915,409.00
2.1	Excavacion	M3	71.80	\$ 15,690	\$ 1,126,542
2.2	Concreto Estribos	M3	62.49	\$ 586,776	\$ 36,667,632
2.3	Solado(e=0.05m)	M2	54.00	\$ 21,847	\$ 1,179,738
2.4	Pilotes	M3	11.31	\$ 550,950	\$ 6,231,096
2.5	Muro de contención	M3	400.00	\$ 586,776	\$ 234,710,400
3 SUPER-ESTRUCTURA					\$ 66,044,768.00
3.1	Tablero	M3	57.96	\$ 729,144	\$ 42,261,186
3.2	Vigas	M3	19.5495	\$ 858,855	\$ 16,790,186
3.3	Almohadillas de Neopreno	UND	6	\$ 71,850	\$ 431,100
3.4	Riostras	M3	9	\$ 729,144	\$ 6,562,296
4 ACERO					\$ 166,561,660.00
4.1	Tablero	KG	5495.32	\$ 3,984	\$ 21,893,355
4.2	Acero de preesfuerzo	KG	358.05	\$ 30,573	\$ 10,946,551
4.3	Estribos	KG	3721.90	\$ 3,984	\$ 14,828,067
4.4	Riostras	KG	821.97	\$ 3,984	\$ 3,274,728
4.5	Pilotes	KG	1360.00	\$ 3,984	\$ 5,418,240
4.6	Muro de contención	KG	23822.95	\$ 3,984	\$ 94,910,633
4.7	Refuerzo transversal vigas	KG	3837.87	\$ 3,984	\$ 15,290,086
5 OTROS					\$ 67,986,677.00
5.1	Barandas	ML	60.00	\$ 183,906	\$ 11,034,360
5.2	Juntas de dilatación	ML	18.40	\$ 45,052	\$ 828,957
5.3	Carpeta asfáltica	M3	10.50	\$ 419,194	\$ 4,401,537
5.4	Anden	M2	66.00	\$ 45,678	\$ 3,014,730
5.5	Relleno	M3	721.28	\$ 41,811	\$ 30,157,618
5.6	Izaje de vigas	UND	3.00	\$ 6,183,158	\$ 18,549,474
TOTAL DIRECTOS				\$	590,634,569.00
TOTAL INDIRECTOS				\$	106,181,133.33
TOTAL				\$	696,815,702.33