



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Civil

**ANÁLISIS COMPARATIVO TÉCNICO-ECONÓMICO DE LICITACIONES EN SISTEMAS  
CONSTRUCTIVOS: ESTRUCTURA DE CONCRETO ARMADO Y ESTRUCTURA DE ACERO,  
PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN CENTRO COMERCIAL UBICADO EN LA ZONA 10 DE  
LA CIUDAD DE GUATEMALA**

**Rodrigo Antonio Chacón Villatoro**

Asesorado por el Ing. David Estuardo Ortega Valvert

Guatemala, octubre de 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ANÁLISIS COMPARATIVO TÉCNICO-ECONÓMICO DE LICITACIONES EN SISTEMAS  
CONSTRUCTIVOS: ESTRUCTURA DE CONCRETO ARMADO Y ESTRUCTURA DE ACERO,  
PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN CENTRO COMERCIAL UBICADO EN LA ZONA 10 DE  
LA CIUDAD DE GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**RODRIGO ANTONIO CHACÓN VILLATORO**  
ASESORADO POR EL ING. DAVID ESTUARDO ORTEGA VALVERT

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO CIVIL**

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Oscar Humberto Galicia Nuñez
VOCAL V	Br. Carlos Enrique Gómez Donis
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

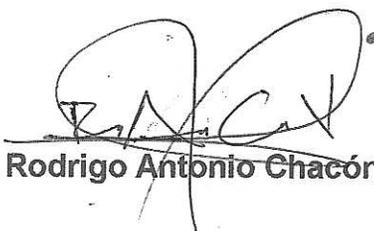
DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Alan Geovani Cosillo Pinto
EXAMINADOR	Ing. Fredy Adolfo Alvarado Hernández
EXAMINADOR	Ing. Dennis Salvador Argueta Mayorga
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

## HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**ANÁLISIS COMPARATIVO TÉCNICO-ECONÓMICO DE LICITACIONES EN SISTEMAS  
CONSTRUCTIVOS: ESTRUCTURA DE CONCRETO ARMADO Y ESTRUCTURA DE ACERO,  
PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN CENTRO COMERCIAL UBICADO EN LA ZONA 10 DE  
LA CIUDAD DE GUATEMALA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil,  
con fecha mayo de 2016.



**Rodrigo Antonio Chacón Villatoro**

Guatemala, 02 de Mayo de 2018

Ingeniero .  
Guillermo Francisco Melini Salguero  
Escuela de Ingeniería Civil  
Departamento de Planeamiento  
Facultad de Ingeniería, USAC

Ingeniero Melini:

Por medio de la presente me dirijo a usted, para hacer de su conocimiento que como Asesor del estudiante universitario, Rodrigo Antonio Chacón Villatoro, con numero de carné: 200818992, he tenido a la vista el trabajo de graduación titulado: "ANÁLISIS COMPARATIVO TÉCNICOECONOMICO DE LICITACIONES EN SISTEMAS CONSTRUCTIVOS: ESTRUCTURA DE CONCRETO ARMADO Y ESTRUCTURA DE ACERO, PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN CENTRO COMERCIAL UBICADO EN LA ZONA 10 DE LA CIUDAD DE GUATEMALA" el cual encuentro satisfecho.

En tal virtud, LO DOY POR APROBADO, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.



Ing. David Estuardo Ortega Valvert  
Número Colegiado: 6337

*David Estuardo Ortega Valvert*  
Ingeniero Civil Col. 6337



**USAC**  
**TRICENTENARIA**  
 Universidad de San Carlos de Guatemala  
 FACULTAD DE INGENIERÍA

<http://civil.ingenieria.usac.edu.gt>

**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**



Guatemala,  
 10 de septiembre de 2018

Ingeniero  
 Hugo Leonel Montenegro Franco  
 Director Escuela Ingeniería Civil  
 Facultad de Ingeniería  
 Universidad de San Carlos

Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **ANÁLISIS COMPARATIVO TÉCNICO-ECONÓMICO DE LICITACIONES EN SISTEMAS CONSTRUCTIVOS: ESTRUCTURA DE CONCRETO ARMADO Y ESTRUCTURA DE ACERO, PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN CENTRO COMERCIAL UBICADO EN LA ZONA 10 DE LA CIUDAD DE GUATEMALA** desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Rodrigo Antonio Chacón Villatoro, quien contó con la asesoría del Ing. David Estuardo Ortega Valvert.

Considero este trabajo bien desarrollado y representa un aporte para la ingeniería nacional y habiendo cumplido con los objetivos del referido trabajo doy mi aprobación al mismo solicitando darle el trámite respectivo.

Atentamente,

ID Y ENSEÑADA TODOS

Ing. civil, Guillermo Francisco Melini Salguero  
 Jefe Del Departamento de Planeamiento



**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**DEPARTAMENTO**  
**DE**  
**PLANEAMIENTO**  
**U S A C**

/mrrm.



*Más de 138 años de Trabajo y Mejora Continua*



**USAC**  
TRICENTENARIA  
Universidad de San Carlos de Guatemala  
FACULTAD DE INGENIERÍA

<http://civil.ingenieria.usac.edu.gt>

**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. David Estuardo Ortega Valvert y Coordinador del Departamento de Planeamiento Ing. Guillermo Francisco Melini Salguero, al trabajo de graduación del estudiante Rodrigo Antonio Chacón Villatoro ANÁLISIS COMPARATIVO TÉCNICO-ECONÓMICO DE LICITACIONES EN SISTEMAS CONSTRUCTIVOS: ESTRUCTURA DE CONCRETO ARMADO Y ESTRUCTURA DE ACERO, PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN CENTRO COMERCIAL UBICADO EN LA ZONA 10 DE LA CIUDAD DE GUATEMALA da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

  
Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, octubre 2018

/mrm.



*Más de 138 años de Trabajo y Mejora Continua*

Universidad de San Carlos  
de Guatemala

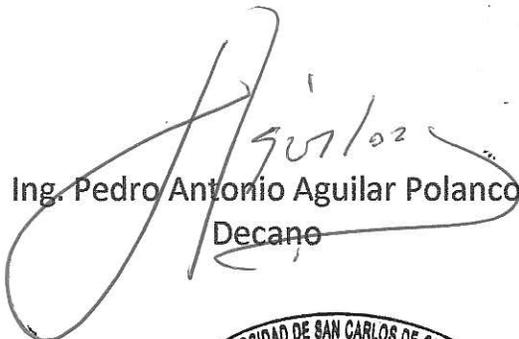


Facultad de Ingeniería  
Decanato

DTG. 426.2018

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al Trabajo de Graduación titulado: **ANÁLISIS COMPARATIVO TÉCNICO-ECONÓMICO DE LICITACIONES EN SISTEMAS CONSTRUCTIVOS: ESTRUCTURA DE CONCRETO ARMADO Y ESTRUCTURA DE ACERO, PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN CENTRO COMERCIAL UBICADO EN LA ZONA 10 DE LA CIUDAD DE GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario: **Rodrigo Antonio Chacón Villatoro**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

  
Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco  
Decano

Guatemala, octubre de 2018



/gdech

## **ACTO QUE DEDICO A:**

### **Dios**

Mi padre celestial y mi creador. Es el forjador de mi camino. Por darme salud e inteligencia; me acompaña todo el tiempo y es mi fortaleza en todos mis tropiezos. Además de brindarme su infinita bondad y amor.

### **Mis padres**

Willy Chacón y Reyna Villatoro quienes con su esfuerzo y dedicación forjaron en mí valores para la vida que me acompañan cada día, por su gran amor y ejemplo de perseverancia.

### **Mi esposa**

Josseline Flores quien con su gran amor ha sido la compañía ideal que Dios puso a mi lado para triunfar en la vida. Mi apoyo incondicional en todo momento.

### **Mi hijo**

Santiago Chacón por ser una inspiración para mí. Desde el día que nació he aprendido a amar incondicionalmente, gracias a él aprendí a ser un ejemplo para quienes me rodean.

### **Mis hermanos**

José Chacón, Christa Chacón y Miguel Salguero por su compañía y apoyo en todo momento, quienes siempre tienen una palabra de aliento para mí.

**Mi tío**

Henry Chacón (q.e.p.d.) por su ejemplo de perseverancia para lograr los sueños que nos tracemos en esta vida.

**Mis familiares**

Abuelos, primos, tíos, sobrinos, etc. No puedo mencionar a todos por espacio, pero cada uno de ustedes que me ha apoyado y me ha alentado a ser una persona de bien, tienen un lugar importante en mi corazón.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

**Facultad de Ingeniería,  
USAC**

Por abrirme las puertas para desarrollar mi inteligencia y el conocimiento de las ciencias que me apasionan.

**Mis amigos de la  
Facultad**

Raúl Ticún, Salvador García, Marvin Felipe, Pablo Tello, Javier Mendez, Edgar Morales, Jose Galindo, Werner Valdez y Marvin Mejia, por su amistad, haber estudiado conmigo y apoyarme en los cursos de nuestra carrera.

**Mis catedráticos**

Por proporcionarme el conocimiento para desarrollar mis habilidades.

**Mi asesor**

Ing. David Ortega por compartir su conocimiento y apoyarme en mi desarrollo profesional.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	V
LISTA DE SÍMBOLOS .....	VII
GLOSARIO .....	IX
RESUMEN .....	XIII
OBJETIVOS .....	XV
INTRODUCCIÓN .....	XVII
1. GENERALIDADES .....	1
1.1. Descripción del proyecto .....	1
1.2. Sistemas constructivos más utilizados en Guatemala para la construcción de edificios de uso público .....	1
1.3. Planteamiento de las opciones de sistemas constructivos para el proyecto .....	2
2. CARACTERÍSTICAS ESPECIFICAS DEL PROYECTO .....	3
2.1. Ubicación .....	3
2.2. Área de construcción .....	3
2.3. Uso .....	4
2.4. Ciclo de vida .....	4
3. GENERALIDADES DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS POR EVALUAR .....	7
3.1. Concreto armado .....	7
3.1.1. Características .....	8
3.1.2. Utilidades .....	10
3.1.3. Ventajas .....	10
3.1.4. Desventajas .....	11
3.2. Acero estructural .....	12

3.2.1.	Características .....	13
3.2.2.	Utilidades .....	15
3.2.3.	Ventajas.....	15
3.2.4.	Desventajas .....	17
4.	COMPARACIÓN TÉCNICOECONOMICA DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS POR EVALUAR .....	19
4.1.	Aspectos técnicos.....	19
4.2.	Aspectos económicos.....	20
4.3.	Aspectos estéticos.....	21
5.	EVALUACIÓN DE OFERTAS RECIBIDAS EN LA LICITACIÓN .....	23
5.1.	Proceso de licitación.....	23
5.1.1.	Ponderación de criterios por evaluar.....	24
5.2.	Ofertas homologadas .....	24
5.2.1.	Estructura de concreto armado .....	24
5.2.1.1.	Precio.....	24
5.2.1.2.	Tiempo de ejecución .....	31
5.2.1.3.	Experiencia .....	32
5.2.2.	Estructura de acero.....	32
5.2.2.1.	Precio.....	32
5.2.2.2.	Tiempo de ejecución .....	37
5.2.2.3.	Experiencia .....	37
6.	ANÁLISIS DE RESULTADOS .....	39
6.1.	Tabla comparativa de precios .....	39
6.2.	Resultados ponderados .....	40
6.3.	Gráficas de resultados .....	41
6.4.	Análisis técnico.....	45
6.5.	Análisis económico .....	46
6.6.	Otras comparaciones realizadas a los sistemas de construcción .....	47

6.6.1.	Arquitectónico .....	47
6.6.2.	Valor de rescate .....	48
6.6.3.	Ciclo de vida del proyecto .....	48
CONCLUSIONES .....		51
RECOMENDACIONES .....		53
BIBLIOGRAFÍA.....		55



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Fundición de concreto armado .....	8
2.	Montaje de estructura de acero .....	13
3.	Proceso de licitación .....	23
4.	Gráfica comparación de precios – estructura de concreto .....	41
5.	Gráfica comparación de precios – estructura de acero .....	42
6.	Gráfica comparación de precios – concreto vs acero .....	43
7.	Gráfica comparación de tiempo de ejecución – estructura de concreto .....	44
8.	Gráfica comparación de tiempo de ejecución – estructura de acero ....	44

### TABLAS

I.	Distribución de área de construcción por nivel – edificio 1 .....	3
II.	Distribución de área de construcción por nivel – edificio 2 .....	4
III.	Comparación técnica .....	19
IV.	Comparación económica.....	20
V.	Comparación estética.....	21
VI.	Ponderación de criterios por evaluar .....	24
VII.	Cuadro homologado – concreto armado – edificio 1 .....	25
VIII.	Cuadro homologado – concreto armado – edificio 2 .....	28
IX.	Tiempo de ejecución – concreto armado.....	32

X.	Experiencia – concreto armado .....	32
XI.	Cuadro homologado – estructura de acero – edificio 1 .....	33
XII.	Cuadro homologado – estructura de acero – edificio 2 .....	35
XIII.	Tiempo de ejecución – estructura de acero .....	37
XIV.	Experiencia – estructura de acero .....	38
XV.	Tabla comparativa de precios – estructura de concreto.....	39
XVI.	Tabla comparativa de precios – estructura de acero.....	39
XVII.	Resultado ponderado – estructura de concreto .....	40
XVIII.	Resultado ponderado – estructura de acero .....	40

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>cm</b>	Centímetros
<b>PSI</b>	Libra por pulgada cuadrada
<b>m<sup>3</sup></b>	Metro cúbico
<b>ml</b>	Metro lineal
<b>m<sup>2</sup></b>	Metros cuadrados
<b>%</b>	Porcentaje
<b>P.U.</b>	Precio unitario
<b>Q</b>	Quetzales (moneda oficial de Guatemala)
<b>°C<sup>-1</sup></b>	Unidades para coeficiente de dilatación térmica



## GLOSARIO

<b>AGIES</b>	Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica.
<b>Catástrofe</b>	Suceso en el que se produce gran destrucción y muchas desgracias que alteran el desarrollo normal de las cosas.
<b>Ciclo de vida</b>	Es el conjunto de fases en las que se organiza un proyecto desde su inicio hasta su cierre.
<b>Compresión</b>	Proceso físico o mecánico que consiste en someter a un cuerpo a la acción de dos fuerzas opuestas para que disminuya su volumen. Se conoce como esfuerzo de compresión al resultado de estas tensiones.
<b>Concreto armado</b>	Material compuesto por cemento, arena, grava, acero de refuerzo y agua.
<b>Confinamiento del concreto</b>	Este permite reducir la presión lateral que experimenta el concreto armado en sus elementos estructurales, con el uso de este el concreto con ayuda del acero transversal puede experimentar niveles de deformación elevados sin llegar a la fatiga.

<b>Dilatación térmica</b>	Es el proceso por el cual los cuerpos aumentan su volumen debido a su temperatura.
<b>Ductilidad</b>	Propiedad de algunos materiales que bajo la acción de una fuerza pueden deformarse sin llegar a su fatiga.
<b>Esbeltez</b>	Es la relación entre la base y la altura en la sección de un elemento, entre mayor sea el cociente menor será la resistencia del elemento sujeto a compresión axial o a flexo compresión.
<b>Licitación</b>	Proceso administrativo por el cual se adjudica la realización de un proyecto o servicio, llevando a cabo varios procesos como, invitación a participar, recepción de plicas, homogenización de ofertas, ponderar resultados, adjudicar.
<b>Momentos flexionantes</b>	Es la suma algebraica de los momentos producidos por todas las fuerzas externas a un mismo lado de la sección respecto a un punto de dicha sección.
<b>NSE</b>	Norma de Seguridad Estructural.
<b>Rigidez</b>	Es una medida cualitativa de la resistencia a las deformaciones elásticas producidas por un material, que contempla la capacidad de un elemento estructural para soportar esfuerzos sin adquirir grandes deformaciones.

**Valor de rescate**

Es el valor que tiene un activo al final de su vida útil, entendiendo esta como el periodo en que se espera usar el activo.



## RESUMEN

El siguiente trabajo de graduación consta de seis capítulos. El capítulo uno contiene el tipo de proyecto a evaluar, así como también, se plantean los sistemas constructivos a utilizar en el desarrollo de la licitación.

En el capítulo dos, se amplía la información sobre el proyecto exponiendo todas las características específicas del mismo, como lo son: ubicación, tamaño, uso y su ciclo de vida.

En el capítulo tres se desarrolla ampliamente la información sobre los sistemas constructivos a evaluar los cuales son: concreto armado y acero estructural; se describen sus características, utilidades, ventajas y desventajas.

En el capítulo cuatro se realiza la comparación técnicoeconómico del concreto armado y el acero estructural frente a frente evaluando los aspectos técnicos, económicos y estéticos, describiendo las características de cada uno.

En el capítulo cinco se muestra el proceso de licitación para elegir el sistema constructivo a utilizar, se definen los criterios de ponderación de resultados de la evaluación de las ofertas, luego se homologan las ofertas evaluando el precio, tiempo de ejecución y la experiencia de cada empresa.

En el capítulo seis se analizan los resultados de la evaluación de las ofertas obteniendo los resultados ponderados, además, realizando un análisis técnico y económico de los sistemas estructurales, se comparan los aspectos arquitectónicos y el valor de rescate.



# OBJETIVOS

## General

Realizar un análisis comparativo técnico-económico de licitaciones en sistemas constructivos: estructura de concreto armado y estructura de acero, para la construcción de un centro comercial.

## Específicos

1. Describir las generalidades de los sistemas constructivos estructura de concreto armado y estructura de acero.
2. Realizar una comparación de aspectos técnicos de los dos sistemas constructivos planteados por medio de tabla comparativa.
3. Realizar una comparación de aspectos económicos de los dos sistemas constructivos planteados por medio de tabla comparativa.
4. Dar una base o lineamiento de los factores a considerar en una licitación para la decisión de que sistema constructivo utilizar para una edificación.
5. Realizar una comparación de precios de ambos sistemas constructivos por medio de tablas y gráficas.
6. Realizar una comparación de tiempo de ejecución de ambos sistemas constructivos por medio de tablas y gráficas.
7. Identificar las ventajas y desventajas que existen en los sistemas constructivos planteados para este proyecto.



## INTRODUCCIÓN

En Guatemala, en la actualidad, existen diversidad de sistemas constructivos, por lo que el diseñador del proyecto siempre busca la mejor opción adecuándolo a los requerimientos del inversionista, pero cuando se trata de proyectos de gran magnitud es importante realizar una evaluación exhaustiva de cada uno de los sistemas que se tenga como opciones, ya que se debe garantizar el correcto funcionamiento del proyecto.

En el planteamiento de este proyecto, las dos opciones que se plantearon desde el anteproyecto fueron las de concreto armado y de estructura metálica, por lo que se evaluará cada una de ellas por medio de las licitaciones presentadas por los ofertantes analizando propiedades operativas, estéticas, mecánicas y económicas. Es importante tener en cuenta que no existen malos o buenos sistemas constructivos, sino que, las circunstancias particulares de cada proyecto hacen más convenientes el uso de uno sobre otro, tomando en cuenta factores como la ubicación geográfica, precio, ciclo de vida del proyecto, entorno, tipo de ocupación, etc.

Se debe recordar que el concreto es el material de más uso en Guatemala para la construcción de proyectos de gran magnitud, desde el hecho que se tiene una gran comercio del material ya que este se produce a grandes escalas en el país, como también que ha sido el material fundamental para la expansión de la construcción de viviendas en el último siglo, también el acero es un material con una fuerte expansión por lo que es el material con más futuro en la industria de la construcción ya que presenta varias ventajas, tanto como refuerzo del

concreto como en perfiles estructurales, es un material muy resistente a la tensión y que permite realizar diseños arquitectónicos más complejos, ahorrando espacio y permitiendo estructuras más ligeras.

# **1. GENERALIDADES**

## **1.1. Descripción del proyecto**

El proyecto consiste en la construcción de una edificación de uso público comercial, ubicado en la zona 10 de la ciudad de Guatemala. El edificio consta de dos sótanos de parqueos, así como, dos niveles de comercio y una azotea para parqueo.

El proyecto fue diseñado para atraer visitantes que puedan permanecer un tiempo considerable en el comercial y el consumo de cada uno pueda aportar económicamente al rescate de la inversión por medio de los inquilinos, además, el parqueo vehicular es una fuente de ingresos muy buena y, por la ubicación privilegiada que posee, se pretende construir una edificación muy versátil con larga vida útil.

## **1.2. Sistemas constructivos más utilizados en Guatemala para la construcción de edificios de uso público**

En Guatemala se utilizan diversos sistemas estructurales aprobados por AGIES (Asociación guatemalteca de ingeniería estructural y sísmica), los cuales indican cómo se deben diseñar tales estructuras para que sean seguras para el uso público en caso de un sismo.

En edificaciones de gran magnitud, en la actualidad, el sistema constructivo más utilizado es el de concreto armado; sin embargo, la estructura metálica ha ganado mucho terreno en la industria de la construcción, ya que posee algunas

ventajas sobre el concreto armado, como: luces mayores, mayor área de espacio útil, rapidez de instalación y un mayor valor de rescate.

### **1.3. Planteamiento de las opciones de sistemas constructivos para el proyecto**

Para este tipo de edificaciones lo más conveniente es utilizar como parámetro de diseño las *Normas de seguridad estructural de edificios y obras de infraestructura para la República de Guatemala, AGIES 2010, NSE 3 Sistema de marcos E1*. En estas se puede encontrar los sistemas constructivos aprobados para un tipo de proyecto público comercial el cual, aunque no es prioritario en medio de catástrofes, debe cumplir con niveles de seguridad que permitan la evacuación de las personas que visiten el centro comercial en medio de una catástrofe.

El diseñador del proyecto junto con el inversionista plantearon como opciones por evaluar, los siguientes sistemas constructivos: estructura de concreto armado y acero estructural. Entre estas dos se pretende evaluar los parámetros técnico-económicos para elegir la opción que mejor se adapte al proyecto planteado.

## 2. CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS DEL PROYECTO

### 2.1. Ubicación

El proyecto se ubicará sobre Boulevard Los Próceres zona 10 de la ciudad de Guatemala. Esta es una ubicación privilegiada para el tipo de proyecto por desarrollar, ya que es una zona comercial por lo que la plusvalía de la propiedad es de las más altas en la ciudad.

### 2.2. Área de construcción

El proyecto consta de un área de construcción de 13 854,87 m<sup>2</sup>, los cuales están distribuidos estructuralmente en dos edificios para fines de diseño, de la siguiente manera: Dos sótanos de parqueo y dos niveles de comercio.

Tabla I. **Distribución de área de construcción por nivel – edificio 1**

NIVEL	ÁREA (m <sup>2</sup> )
Sótano 1	2 051,93
Nivel 1	1 610,90
Nivel 2	1 629,03
Nivel 3	301,44
<b>Total</b>	<b>5 593,30</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla II. **Distribución de área de construcción por nivel – edificio 2**

NIVEL	ÁREA (m2)
Sótano 1	2 139,65
Nivel 1	2 099,68
Nivel 2	1 964,70
Nivel 3	2 057,54
<b>Total</b>	<b>8 261,57</b>

Fuente: elaboración propia.

### **2.3. Uso**

El proyecto fue diseñado para utilizarse con fines comerciales de uso público. Permite la recreación y circulación de las personas. Impulsará el comercio de tienda por departamento que abarcaría el primer nivel completo y el segundo podrán ocuparlo restaurantes que sirvan a la carta y propicien que los clientes permanezcan por períodos largos en el lugar. En ambos sótanos habrá parqueos para los clientes del edificio o de comercios aledaños. En esta zona los comercios carecen de espacio para parqueo, por lo cual el tercer nivel se diseñó para estacionamiento al cual se pueda llegar desde edificios vecinos.

### **2.4. Ciclo de vida**

Se plantea que por la privilegiada ubicación comercial del proyecto este tendrá una tasa interna de retorno (TIR) alta, alcanzando la inversión inicial en un periodo corto, ya que los costos de renta de locales y parqueo en la zona donde se encuentra el proyecto son elevados en comparación a otras zonas de la ciudad de Guatemala.

Se prevé la recuperación de la inversión inicial en tiempo aproximado de 5 años, descontando los costos de operación del centro comercial.

La ubicación del proyecto deja la puerta abierta que luego de recuperar la inversión inicial y obtener una utilidad acumulada igual a la inversión inicial, se pueda plantear un proyecto de mayor magnitud reemplazando el proyecto a desarrollar actualmente.



### **3. GENERALIDADES DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS POR EVALUAR**

#### **3.1. Concreto armado**

Es la mezcla de cemento, grava, arena y acero de refuerzo; los cuales, combinando las propiedades mecánicas del concreto y del acero, forman el par perfecto para soportar cargas en compresión y tensión a la vez, el concreto sin refuerzo no puede soportar cargas a tensión, lo cual es complementado al colocarle el acero de refuerzo.

Una de las principales ventajas de este material es que sus componentes se pueden conseguir con facilidad en todo el país. El concreto se puede fabricar en diferentes resistencias, para uso de edificación de gran magnitud en Guatemala se utiliza desde 4 000 hasta 5 000 PSI, la cual indica su resistencia a la compresión, la resistencia del concreto a tensión es muy baja. Otra ventaja de este material es la competencia en el mercado guatemalteco por su demanda, lo cual hace que los precios sean competitivos, y el costo de cualquier proyecto pueda verse relativamente bajo.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> REYES, Roberto. *Introducción a las Estructuras de Concreto Reforzado*. p.8.

Figura 1. **Fundición de concreto armado**



Fuente: Mapa da Obra. <http://www.mapadaobra.com.br/negocios/concreto-armado-2/>. Consulta: enero de 2018.

### **3.1.1. Características**

- Complementariedad mecánica de ambos materiales: ambos materiales tienen una relación de complementariedad mecánica. Por el principio de Navier-Bernoulli podemos decir que las deformaciones del acero son similares a las del concreto que lo circunda, ya que para fines prácticos, las secciones de la deformada siguen considerándose planas. Sin embargo, el concreto se encarga de soportar los esfuerzos a compresión, mientras que el acero lo hace con la tracción. Esta "simbiosis" de los materiales, es la idea fundamental en que se basa la filosofía del hormigón armado.
- Uniformidad de coeficientes de dilatación térmica: esta cualidad (con un valor de alrededor de  $11,0 \times 10^{-6} \text{ C}^{-1}$  para el acero y de  $10,8 \times 10^{-6} \text{ C}^{-1}$  para el concreto) es la que posibilita la construcción de grandes volúmenes de concreto sin que se produzcan agrietamientos, ya que como se sabe el

concreto, es muy mal material en lo que respecta a las fuerzas de tensión inducidas por la dilatación térmica.

- La adherencia que se desarrolla entre las varillas de acero y el concreto: si no existiera la adherencia, las varillas saldrían disparadas con una aceleración proporcional a las fuerzas de tensión inducido por el concreto. Este fenómeno se produce gracias a la fricción entre las corrugaciones de las varillas de acero y los áridos que componen el concreto. Esto permite que ambos materiales se comporten como uno sólo.
- El confinamiento del concreto por el refuerzo transversal: el concreto queda confinado cuando a esfuerzos que se aproximan a la resistencia uniaxial, las deformaciones transversales se hacen muy elevadas debido al agrietamiento interno progresivo y el concreto se apoya sobre el refuerzo transversal, el cual proporciona un apoyo pasivo que confina al concreto en el núcleo. Muchos investigadores (Richart, Iyengar, Bertero, Felippa y otros) han demostrado bajo distintos modelos que este confinamiento mejora considerablemente las características de esfuerzo deformación del concreto para grandes deformaciones del concreto.
- El recubrimiento: el recubrimiento de las varillas de acero tiene como finalidad fundamental proteger a las varillas de acero de la humedad y del ataque químico de otras sustancias corrosivas que se hallen presentes en el ambiente.<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup> SEVILLANO, Jania. *El concreto*.  
<http://batistadiana.blogspot.com/2014/09/hormigon-armado-resenahistorica-en.html>. Consulta: diciembre 2017.

### **3.1.2. Utilidades**

El concreto armado tiene un sinnúmero de utilidades en la construcción de grandes obras civiles, algunas de esas son:

- Puentes
- Edificios
- Viviendas
- Túneles
- Presas, etc.

### **3.1.3. Ventajas**

El concreto armado cuenta con muchas ventajas para su utilización en la construcción, algunas de ellas son:

- Tiene una mayor resistencia a la compresión en comparación con el acero estructural.
- Tiene una larga vida de servicio. Esto puede explicarse por el hecho de que la resistencia del concreto no disminuye con el tiempo, sino que en realidad aumenta con los años debido al largo proceso de solidificación de la pasta de cemento.
- La conservación del acero en el concreto. La corrosión o la oxidación representa un problema para el acero y el hierro en general. Los productos anticorrosivos, tienen una eficiencia muy relativa. se sabe que el contacto de la pasta de cemento detiene la oxidación y es capaz de evitarla a futuro, mientras mantenga la debida aislación de las barras de la humedad ambiente.

- El concreto reforzado tiene gran resistencia al fuego y al agua, y de hecho es el mejor material estructural que existe para los casos en que el agua se halle presente.
- Es prácticamente el único material económico disponible para zapatas, sótanos, muelles y construcciones similares,
- Se requiere mano de obra de baja calificación para su montaje, en comparación con el acero estructural.
- Requiere de poco mantenimiento.
- Aprovecha para su elaboración la existencia de materiales locales baratos.<sup>3</sup>

#### **3.1.4. Desventajas**

Como todo material de construcción el concreto armado también tiene algunas desventajas, algunas de ellas pueden ser:

- El concreto tiene una resistencia muy baja a la tensión, por lo que requiere la ayuda del acero de refuerzo.
- Se requiere formaletas para mantener el concreto en posición hasta que endurece suficientemente.
- Su ejecución puede resultar lenta en comparación con el acero, que se arma con gran rapidez en terreno, debido a los tiempos de fraguado.
- Materiales no recuperables durante un desmontaje y/o demolición, por lo que su valor de rescate es muy bajo.
- La baja resistencia por unidad de peso de concreto conduce a miembros pesados. Esto se vuelve muy importante en estructuras de gran luz, donde

---

<sup>3</sup> QUINTANAR, Juan. *Concreto y asfalto*. <https://es.slideshare.net/jcquintanarp/concreto-y-asfalto>. Consulta: diciembre 2017.

el peso muerto del concreto tiene un fuerte efecto en los momentos flexionantes.

- Requiere de un permanente control de calidad, pues esta se ve afectada por las operaciones de mezcla, colocación, curado; ya que por ser in situ la colocación del concreto no se tiene un ambiente controlado.
- Las propiedades del concreto varían ampliamente debido a las variaciones en su dosificación y mezclado.
- La colocación y el curado del concreto no son tan cuidadosamente controlados como la producción de otros materiales.
- Dimensiones grandes en las secciones de elementos estructurales.

### **3.2. Acero estructural**

Acero estructural se conoce como el resultado de la aleación de hierro, carbono y pequeñas cantidades de otros elementos como silicio, fósforo, azufre y oxígeno, que le tributan características específicas.

El contenido de carbono en el acero afecta directamente sus propiedades mecánicas, el aumento del contenido de carbono aumenta su resistencia a la tensión, incrementa la dureza y hace que disminuya la tenacidad y la ductilidad. Generalmente, el contenido de carbono en el acero no supera el 1%, aunque en algunos aceros puede llegar hasta el 1.9%.<sup>4</sup>

El acero estructural puede fabricarse económicamente en una variedad de formas y tamaños sin un cambio apreciable de sus propiedades físicas.

---

<sup>4</sup> ROJAS, Gustavo. *Ventajas y Desventajas del Uso de Acero en la Construcción*. <http://estructurasacero.blogspot.com/2007/06/ventajas-y-desventajas-del-uso-de-acero.html>. Consulta: diciembre 2017.

Normalmente, los miembros más ventajosos son aquellos que tienen grandes módulos de sección en proporción con sus áreas de sus secciones transversales. Las formas I o W, T, y canal, tan comúnmente usadas pertenecen a esta clase.

Figura 2. **Montaje de estructura de acero**



Fuente: PMA SpA. <http://pmaserviciosintegrales.cl/fabricacion-y-montaje-de-estructuras/>.  
Consulta: enero de 2018.

### **3.2.1. Características**

Aunque es difícil establecer las propiedades físicas y mecánicas del acero debido a que estas varían con los ajustes en su composición y los diversos tratamientos térmicos, químicos o mecánicos, con los que pueden conseguirse aceros con combinaciones de características adecuadas para infinidad de aplicaciones, se pueden citar algunas propiedades genéricas:

- **Alta resistencia mecánica:** los aceros son materiales con alta resistencia mecánica al someterlos a esfuerzos de tracción y compresión y lo soportan por la contribución química que tienen los aceros. Por medio de los ensayos

de laboratorio se determina la resistencia a tensión y a compresión evaluando su límite elástico y el esfuerzo de rotura.

- Elasticidad: la elasticidad de los aceros es muy alta, en un ensayo de tensión del acero al estirarse antes de llegar a su límite elástico vuelve a su condición original.
- Soldabilidad: es un material que se puede unir por medio de soldadura y gracias a esto se pueden componer una serie de estructuras con piezas rectas.
- Ductilidad: los aceros tienen una alta capacidad para trabajarlos, doblarlos y torcerlos, esta es la capacidad del acero de absorber deformaciones por un alto esfuerzo a tensión regresando a su estado original.
- Forjabilidad: significa que al calentarse y al darle martillazos se les puede dar cualquier forma deseada.
- Trabajabilidad: se pueden cortar y perforar a pesar de que es muy resistente y aun así siguen manteniendo su eficacia.
- Oxidación: los aceros tienen una alta capacidad de oxidarse si se exponen al aire y al agua simultáneamente y se puede producir corrosión del material si se trata de agua salina.
- Transmisor de calor y electricidad: el acero es un alto transmisor de corriente y a su vez se debilita mucho a altas temperaturas, por lo que es preferible utilizar aceros al níquel o al aluminio o tratar de protegerlos haciendo

ventilados y evitar hacer fábricas de combustible o plásticos con este tipo de material.

- Uniones o conexiones: las piezas de acero estructural son prefabricadas por naturaleza por lo que deben ensamblarse en el proyecto para ello pueden ser uniones rígidas (soldadura), flexibles (pernos o tornillos); la unión rígida trabaja por empotramiento y la flexible por articulación.<sup>5</sup>

### **3.2.2. Utilidades**

El acero estructural cuenta con muchas utilidades en la construcción tales como:

- Edificios
- Puentes
- Viviendas
- Naves industriales
- Rótulos de gran altura.

### **3.2.3. Ventajas**

El acero estructural cuenta con muchas ventajas para su utilización en la construcción, algunas de ellas son:

---

<sup>5</sup> Revista ARQHYS. *Características del acero*. <https://www.arqhys.com/construccion/acero-caracteristicas.html>. Consulta: enero 2018.

- Alta resistencia. La alta resistencia del acero por unidad de peso implica que será poco el peso de las estructuras, esto es de gran importancia en para el diseño de vigas de grandes luces.
- Uniformidad. Las propiedades del acero no cambian apreciablemente con el tiempo como es el caso de las estructuras de concreto reforzado.
- Durabilidad. Si el mantenimiento de las estructuras de acero es adecuado duraran indefinidamente.
- Ductilidad. La ductilidad es la propiedad que tiene un material de soportar grandes deformaciones sin fallar bajo altos esfuerzos de tensión. La naturaleza dúctil de los aceros estructurales comunes les permite fluir localmente, evitando así fallas prematuras.
- Tenacidad. Los aceros estructurales son tenaces, es decir, poseen resistencia y ductilidad. La propiedad de un material para absorber energía en grandes cantidades se denomina tenacidad.
- Otras ventajas importantes del acero estructural son:
  - Gran facilidad para unir diversos miembros por medio de varios tipos de conectores como son la soldadura, los tornillos y los remaches.
  - Posibilidad de prefabricar los miembros de una estructura
  - Rapidez de montaje.
  - Gran capacidad de laminarse y en gran cantidad de tamaños y formas.
  - Se pueden hacer obras arquitectónicas de alta complejidad con facilidad, ya que la trabajabilidad del material lo permite y el montaje es relativamente sencillo.

- Tiene un alto valor de recuperación, o en el peor de los casos como chatarra de acero.
- Posible reutilización después de desmontar una estructura.
- Sección menores y luces mayores de sus elementos estructurales.

#### **3.2.4. Desventajas**

Como todo material de construcción, el acero estructural también tiene desventajas, algunas de ellas pueden ser:

- Costo de mantenimiento. La mayor parte de los aceros son susceptibles a la corrosión al estar expuestos al agua y al aire y, por consiguiente, deben pintarse periódicamente.
- Costo de la protección contra el fuego. Aunque algunos miembros estructurales son incombustibles, sus resistencias se reducen considerablemente durante los incendios. Además, se ha comprobado que, por su gran capacidad de conducir calor, ha provocado la propagación de incendios, elevando la temperatura de habitaciones donde no hay flamas o chispas de ignición más por el alto calor conducido ha logrado inflamar otros materiales usuales como madera, tela y otros.
- Susceptibilidad al pandeo. Es decir cuanto más esbeltos sean los miembros a compresión, mayor es el peligro de pandeo. Como se indicó, el acero tiene una alta resistencia por unidad de peso, pero al utilizarse como columnas estas requieren una mayor sección de acero con respecto a vigas, solo para hacer más rígidas las columnas contra el posible pandeo. Sin embargo cabe

la posibilidad de usar perfiles que tengan dentro sus propiedades grandes momentos de inercia abundando a mitigar esta desventaja.<sup>6</sup>

---

<sup>6</sup> ROJAS, Gustavo. *Ventajas y Desventajas del Uso de Acero en la Construcción*.  
<http://estructurasacero.blogspot.com/2007/06/ventajas-y-desventajas-del-uso-de-acero.html>.  
Consulta: enero 2017.

## 4. COMPARACIÓN TÉCNICOECONOMICA DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS POR EVALUAR

### 4.1. Aspectos técnicos

Los aspectos técnicos son las características de servicio que ofrecen los sistemas constructivos.

Tabla III. Comparación técnica

Concreto armado	Estructura metálica
La materia prima se obtiene de canteras.	El material es producido con explotación de minería.
Se fabrica en obra.	Las piezas se fabrican en un taller certificado.
El control de calidad se realiza en obra. Se requieren ensayos luego de fabricado el material, el cual puede variar por la calidad de los materiales.	El control de calidad de los materiales se realiza en el taller, antes de la fabricación de las piezas se certifica el material.
Los elementos como vigas y columnas son de gran sección.	Los elementos como vigas y columnas son esbeltos.
Se pueden fabricar de diferentes formas y tamaños.	El traslado de las piezas puede limitar el tamaño y forma de las piezas.
Al aumentar el servicio los elementos crecen considerablemente.	Al aumentar el servicio se puede controlar mediante variaciones en las propiedades o en sus proporciones
Puede tener limitantes en sismos por su rigidez.	Es totalmente tolerante a la actividad sísmica.
El comportamiento a tensión es deficiente, por lo que se agrega el acero de refuerzo.	El comportamiento a tensión en toda la estructura es igual.
El comportamiento a compresión es muy bueno.	El comportamiento a compresión se debe controlar con la esbeltez.
La disponibilidad de la materia prima lo hace fácil de usar en todos los lugares.	La disponibilidad de la materia prima es mínima y en algunos lugares pueden prohibir extraerla.
Los asentamientos diferenciales pueden ser muy perjudiciosos.	Tolera de mejor manera los asentamientos diferenciales.
Una falla en estabilidad puede llevar al colapso total.	Una falla en estabilidad puede llevar a deformaciones permanentes

Fuente: elaboración propia.

## 4.2. Aspectos económicos

Los aspectos económicos son las consideraciones monetarias a tomar en cuenta de los sistemas constructivos.

Tabla IV. **Comparación económica**

<b>Concreto armado</b>	<b>Estructura metálica</b>
El costo de mano de obra es bajo ya que puede ser mano de obra no calificada la que lo manipula, la cantidad de personal es mayor.	El costo de mano de obra es alto ya que el personal debe ser especializado, la cantidad de personal es menor.
La mano de obra calificada se encuentra fácilmente en el mercado laboral popular.	La mano de obra especializada debe buscarse o capacitar para lograr la especialización.
El costo del material se ve reducido por la demanda y el amplio mercado existente.	El costo de material es alto porque es controlado por oferta y demanda extranjera.
Los costos de inversión inicial no son elevados ya que se van generando con el avance del proyecto.	Los costos de inversión inicial son elevados ya que se debe comprar la mayor parte de materiales para fabricación en taller.
La disponibilidad del material nunca se ve limitada.	La disponibilidad del material puede verse afectada por mercados internacionales.
El costo del transporte es negociable con los proveedores por el amplio mercado existente.	El transporte debe ser especializado por las dimensiones de los elementos fabricados.
El tiempo de ejecución es mayor ya que se construye en varias etapas.	El tiempo de ejecución es menor por su fácil montaje en obra
Aumenta costos en mano de obra por los tiempos mayores en ejecución.	Disminuye costos de mano de obra por su corto tiempo de ejecución.
Los costos de mantenimiento son prácticamente nulos.	Los costos de mantenimiento son altos, ya que periódicamente requiere de este.
Los costos de limpieza en la ejecución son elevados.	Los costos de limpieza en la ejecución son bajos.

Fuente: elaboración propia.

### 4.3. Aspectos estéticos

Los aspectos estéticos se refieren a las características físicas de aspecto que pueden ofrecer los sistemas constructivos.

Tabla V. **Comparación estética**

<b>Concreto armado</b>	<b>Estructura metálica</b>
Elementos estructurales robustos.	Elementos estructurales delgados
Relación base/altura de elementos estructurales es dispareja.	Relación base/altura de elementos estructurales es muy pareja.
Geometría de los elementos es de prismas.	Geometría de los elementos es variada (H, I, cuadrada, etc.).
Es necesario aplicar acabados plásticos si se desea dejar expuesto los elementos.	Únicamente requiere de pintura como acabado en todos los elementos.
No hay limitación en cuanto a formas o tamaños de las edificaciones, sin embargo, los elementos cuentan con algunas limitantes.	No hay limitación en la forma de las edificaciones, para arquitecturas complicadas es el material más utilizado.
La forma de los elementos es casi siempre una forma simple de cuerpos prismáticos.	La forma de los elementos se basa en los perfiles disponibles y la única limitante es la disponibilidad de transporte entre la fábrica y la obra.
La relación entre la longitud y la sección transversal es de 1:7 a 1:30.	La relación entre la longitud y la sección transversal es de 1:15 a 1:50.

Fuente: elaboración propia.

Esta comparación no deja de ser subjetiva, ya que va depender mucho de la apreciación y gustos de los interesados.

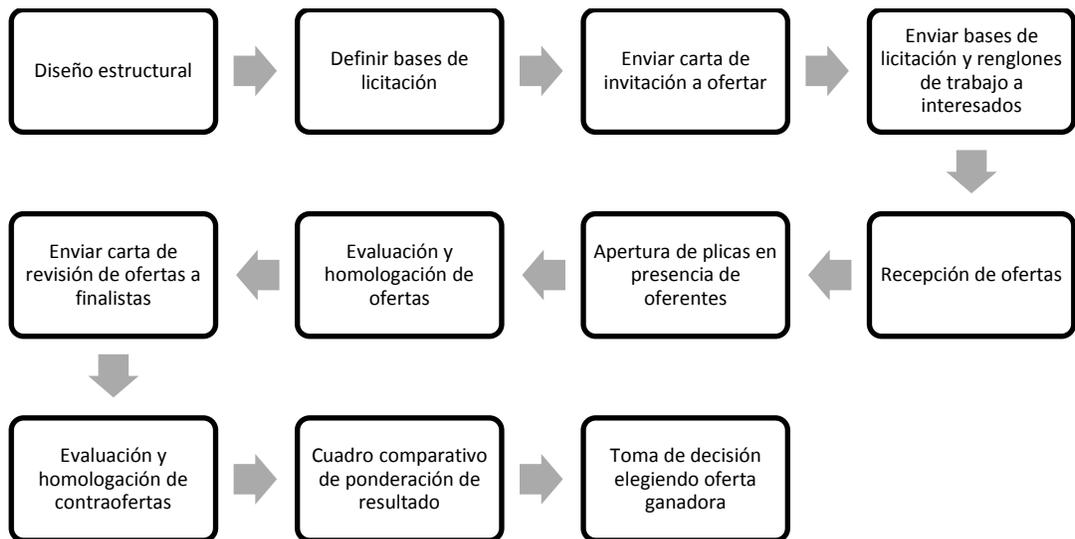


## 5. EVALUACIÓN DE OFERTAS RECIBIDAS EN LA LICITACIÓN

### 5.1. Proceso de licitación

El proceso de licitación para evaluación de ofertas de una forma objetiva debe de llevar un proceso ordenado y transparente, con los siguientes pasos:

Figura 3. Proceso de licitación



Fuente: elaboración propia.

### 5.1.1. Ponderación de criterios por evaluar

Para obtener mejores resultados en la evaluación de ofertas se debe definir los criterios a evaluar y ponderación de cada uno de ellos, estos deben estar definidos en las bases de licitación para transparentarlos desde el inicio con los oferentes, en este caso en particular se determinaron los siguientes:

Tabla VI. Ponderación de criterios por evaluar

Criterio	Ponderación %	Punteo 1er. Lugar	Punteo 2do. Lugar
Precio	60	100	$P_I = \left( \frac{\text{Precio 1er. lugar}}{\text{Precio 2do. lugar}} \right) X100$
Tiempo	25	100	$P_I = \left( \frac{\text{Tiempo 1er. lugar}}{\text{Tiempo 2do. lugar}} \right) X100$
Experiencia en proyectos similares	15	100	$P_I = \left( \frac{\text{Cantidad 2do. lugar}}{\text{Cantidad 1er. lugar}} \right) X100$

Fuente: elaboración propia.

## 5.2. Ofertas homologadas

A continuación, se muestran las ofertas económicas, tiempo de ejecución y experiencia de las empresas oferentes en concreto armado y estructura de acero.

### 5.2.1. Estructura de concreto armado

Se muestran las ofertas de dos empresas en concreto armado.

#### 5.2.1.1. Precio

El precio es la oferta económica de cada empresa oferente.

Tabla VII. Cuadro homologado – concreto armado – edificio 1

Edificio No. 1 – concreto armado							
				Empresa A		Empresa B	
No.	DESCRIPCIÓN	Cantidad	Unidad	P.U.	MONTO	P.U.	MONTO
<b>1</b>	<b>PRELIMINARES</b>				Q 12 440,10		Q 14 084,27
1,01	Trazo y nivelación	510,00	mL	Q 3,31	Q 1 688,10	Q 5,61	Q 2 861,10
1,02	Topografía	7,00	Día	Q 1 536,00	Q 10 752,00	Q 1 603,31	Q 11 223,17
<b>2</b>	<b>CIMENTACIÓN SÓTANO 2 NIVEL+ 96.63</b>				Q 84 631,60		Q 156 919,46
	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS ESTRUCTURALES</b>						
2,01	corte y relleno estructural vigas de amarre	86,98	m3	Q 58,66	Q 5 102,25	Q 75,50	Q 6 566,99
2,02	acarreo de material sobrante	357,67	m3	Q 35,84	Q 12 818,89	Q 36,65	Q 13 108,61
2,03	excavación de pilotes	32,00	unidad	Q 1 272,87	Q 40 731,84	Q 3 894,96	Q 124 638,72
2,04	plantilla de cimentación	724,85	m2	Q 35,84	Q 25 978,62	Q 17,39	Q 12 605,14
<b>3</b>	<b>PILOTES Y VIGAS DE AMARRE</b>				Q 472 344,39		Q 541 195,57
3,01	PILOTE P1	3,00	unidad	Q 13 423,47	Q 40 270,42	Q 14 241,95	Q 42 725,85
3,02	PILOTE P2	7,00	unidad	Q 15 365,29	Q 107 557,03	Q 17 742,43	Q 124 197,01
3,03	PILOTE P3	1,00	unidad	Q 11 624,92	Q 11 624,92	Q 14 112,45	Q 14 112,45
3,04	PILOTE P4	6,00	unidad	Q 15 870,83	Q 95 224,98	Q 19 730,41	Q 118 382,45
3,05	PILOTE P6	15,00	unidad	Q 11 159,42	Q 167 391,26	Q 12 704,97	Q 190 574,54
3,06	Vigas de amarre VA	144,97	ml	Q 346,80	Q 50 275,78	Q 353,20	Q 51 203,27
<b>4</b>	<b>MONTAJE de estructura metálica y amarre de vigas</b>				Q 2 275 455,05		Q 3 112 305,19
4,01	Colocación de losa acero nivel 1 (no incluir losa acero) N +106	401,41	m2	Q 77,61	Q 31 152,88	Q 534,54	Q 214 568,45
4,02	Colocación de losa acero nivel 2 (no incluir losa acero) N +111	401,41	m2	Q 77,61	Q 31 152,88	Q 534,54	Q 214 568,45
4,03	fundición de losa (no incluir electro malla) N +106	401,41	m2	Q 356,97	Q 143 291,39	Q 261,83	Q 105 102,46
4,04	fundición de losa (no incluir electro malla) N +111	401,41	m2	Q 356,97	Q 143 291,39	Q 261,83	Q 105 102,46
4,05	Suministro e instalación de estructura metálica conformada por vigas y columnas WF	802,82	m2	Q 2 399,75	Q 1 926 566,51	Q 3 080,35	Q 2 472 963,36
4,06	Suministro e instalación de estructura de gradas interiores NO APLICA	-	global	Q -	Q -	Q -	Q -
<b>5</b>	<b>COLUMNAS</b>				Q 705 682,67		Q 717 640,77
<b>5,10</b>	<b>SÓTANO 2 +96.63</b>						
5.1.1	Columna tipo C1	4,00	unidad	Q 5 860,20	Q 23 440,81	Q 5 761,92	Q 23 047,68
5.1.2	Columna tipo C2	4,00	unidad	Q 5 099,07	Q 20 396,30	Q 6 910,28	Q 27 641,11
5.1.3	Columna tipo C3	1,00	unidad	Q 5 164,04	Q 5 164,04	Q 7 065,53	Q 7 065,53
5.1.4	Columna tipo C4	4,00	unidad	Q 6 590,44	Q 26 361,77	Q 7 095,36	Q 28 381,43
5.1.5	Columna tipo C5	4,00	unidad	Q 7 042,43	Q 28 169,72	Q 7 137,51	Q 28 550,03

Continuación tabla VII.

5.1.6	Columna tipo C6	9,00	unidad	Q 5 116,83	Q 46 051,44	Q 7 013,92	Q 63 125,29
5.1.7	Columna tipo C7	10,00	unidad	Q 6 599,12	Q 65 991,22	Q 7 129,47	Q 71 294,74
<b>5,20</b>	<b>SÓTANO 1 +100.56</b>						
5.2.1	Columna tipo C2	4,00	unidad	Q 6 948,03	Q 27 792,11	Q 7 875,91	Q 31 503,62
5.2.2	Columna tipo C3	1,00	unidad	Q 7 002,07	Q 7 002,07	Q 9 441,29	Q 9 441,29
5.2.3	Columna tipo C4	4,00	unidad	Q 8 963,00	Q 35 851,99	Q 8 095,60	Q 32 382,41
5.2.4	Columna tipo C5	-	unidad	Q -	Q -	Q -	Q -
5.2.5	Columna tipo C6	9,00	unidad	Q 6 956,44	Q 62 607,93	Q 8 851,62	Q -
5.2.6	Columna tipo C7	10,00	unidad	Q 8 974,82	Q 89 748,15	Q 9 076,75	Q 81 690,71
<b>5,30</b>	<b>NIVEL 1 +106</b>						
5.3.1	Columna tipo C2	4,00	unidad	Q 6 384,68	Q 25 538,71	Q 8 569,95	Q 34 279,81
5.3.2	Columna tipo C3	1,00	unidad	Q 6 447,75	Q 6 447,75	Q 8 762,49	Q 8 762,49
5.3.3	Columna tipo C4	4,00	unidad	Q 8 245,38	Q 32 981,50	Q 8 783,24	Q 35 132,97
5.3.4	Columna tipo C6	9,00	unidad	Q 6 913,75	Q 62 223,79	Q 8 698,47	Q 78 286,21
5.3.5	Columna tipo C7	10,00	unidad	Q 8 139,32	Q 81 393,16	Q 8 825,48	Q 88 254,77
<b>5,40</b>	<b>NIVEL 2 +111</b>						
5.4.1	Columna tipo C2	4,00	unidad	Q 6 384,68	Q 25 538,71	Q 8 479,43	Q 33 917,73
5.4.2	Columna tipo C4	4,00	unidad	Q 8 245,38	Q 32 981,50	Q 8 720,73	Q 34 882,94
<b>6</b>	<b>VIGAS Y LOSAS</b>				<b>Q 4 635 833,61</b>		<b>Q 4 578 705,70</b>
<b>6,10</b>	<b>SOTANO 1 +100.50</b>						
6.1.1	Viga tipo V1	79,26	ml	Q 1 106,33	Q 87 687,66	Q 1 025,69	Q 81 296,16
6.1.2	Viga tipo V2	156,96	ml	Q 1 143,41	Q 179 469,64	Q 1 073,08	Q 168 431,34
6.1.3	Viga tipo V3	249,64	ml	Q 778,46	Q 194 335,34	Q 682,91	Q 170 481,31
6.1.4	Viga tipo V4	641,30	ml	Q 577,50	Q 370 349,05	Q 451,14	Q 289 318,33
6.1.5	Losa e=13 cms	051,95 <sup>2</sup>	m2	Q 380,66	Q 781 088,21	Q 469,66	Q 963 711,34
<b>6,20</b>	<b>NIVEL 1 +106</b>						
6.2.1	Viga tipo V5	2,50	ml	Q 554,08	Q 1 385,20	Q 461,61	Q 1 154,03
6.2.2	Viga tipo V6	155,42	ml	Q 1 132,32	Q 175 984,84	Q 1 102,92	Q 171 415,86
6.2.3	Viga tipo V7	26,01	ml	Q 1 061,10	Q 27 599,17	Q 975,74	Q 25 378,98
6.2.4	Viga tipo V8	99,00	ml	Q 780,85	Q 77 304,22	Q 687,97	Q 68 109,12
6.2.5	Viga tipo V9	97,74	ml	Q 789,52	Q 77 167,45	Q 701,65	Q 68 579,64
6.2.6	Viga tipo V10	504,50	ml	Q 582,48	Q 293 862,83	Q 458,24	Q 231 179,87
6.2.7	Viga tipo V19	3,75	ml	Q 548,54	Q 2 057,03	Q 467,26	Q 1 752,22

Continuación tabla VII.

6.2.8	Losa e= 13 cms	610,90 <sup>1</sup>	m2	Q 383,08	Q 617 106,51	Q 470,84	Q 758 480,09
<b>6,30</b>	<b>NIVEL 2 +111</b>						
6.3.1	Viga tipo V7	26,02	ml	Q 1 061,06	Q 27 608,82	Q 975,74	Q 25 388,73
6.3.2	Viga tipo V10	513,00	ml	Q 582,48	Q 298 813,94	Q 458,24	Q 235 074,87
6.3.3	Viga tipo V11	155,50	ml	Q 1 127,22	Q 175 282,87	Q 1 038,53	Q 161 491,23
6.3.4	Viga tipo V12	99,00	ml	Q 764,81	Q 75 716,13	Q 683,64	Q 67 680,59
6.3.5	Viga tipo V13	97,80	ml	Q 782,51	Q 76 529,74	Q 686,10	Q 67 100,59
6.3.6	losa e= 13 cms	629,03 <sup>1</sup>	m2	Q 501,27	Q 816 579,89	Q 470,84	Q 767 016,46
<b>6,40</b>	<b>NIVEL 3 +116</b>						
6.4.1	Viga tipo V14	52,84	ml	Q 1 053,97	Q 55 691,80	Q 957,62	Q 50 600,52
6.4.2	Viga tipo V17	8,55	ml	Q 751,19	Q 6 422,70	Q 679,41	Q 5 808,97
6.4.3	Viga tipo V18	25,65	ml	Q 609,24	Q 15 626,88	Q 480,45	Q 12 323,63
6.4.4	Viga tipo V21	25,05	ml	Q 797,72	Q 19 982,81	Q 672,07	Q 16 835,47
6.4.5	Viga tipo V22	59,85	ml	Q 632,93	Q 37 881,09	Q 476,58	Q 28 523,15
6.4.6	losa e= 13 cms	301,44	m2	Q 478,70	Q 144 299,77	Q 469,66	Q 141 573,21
<b>7</b>	<b>RESANES</b>				<b>Q 143 188,99</b>		<b>Q 40 663,44</b>
7,10	Resane en parqueos sótano 2 +96.63	051,95 <sup>2</sup>	m2	Q 25,60	Q 52 529,92	Q 7,27	Q 14 917,68
7,20	Resane en parqueos sótano 1 + 100.50	610,90 <sup>1</sup>	m2	Q 25,60	Q 41 239,04	Q 7,27	Q 11 711,24
7,30	Resane en comercio nivel 1 + 106	629,03 <sup>1</sup>	m2	Q 25,60	Q 41 703,17	Q 7,27	Q 11 843,05
7,40	Resane en Comercio nivel 2 +111	301,44	m2	Q 25,60	Q 7 716,86	Q 7,27	Q 2 191,47
<b>8</b>	<b>DUCTO DE ELEVADORES</b>				<b>Q 45 099,68</b>		<b>Q 76 077,11</b>
8,10	construcción de ducto de elevadores	1,00	global	Q 45 099,68	Q 45 099,68	Q 76 077,11	Q 76 077,11
8,20	Rampas para área de carga NO APLICA		m2	Q -	Q -		Q -
<b>9</b>	<b>MODULO DE GRADAS</b>				<b>Q 68 409,15</b>		<b>Q 12 206,90</b>
9,1	Gradas de concreto según especificaciones	1,00	global	Q 68 409,15	Q 68 409,15	Q 12 206,90	Q 12 206,90

**TOTAL**

**Q 8 443 085,25**

**Q 9 249 798,40**

Fuente: elaboración propia.

Tabla VIII. Cuadro homologado – concreto armado – edificio 2

Edificio No. 2 – concreto armado							
				Empresa A		Empresa B	
No.	DESCRIPCIÓN	Cantidad	Unidad	P.U.	MONTO	P.U.	MONTO
<b>1</b>	<b>PRELIMINARES</b>				<b>Q 12 837,30</b>		<b>Q 15 645,77</b>
1,01	Trazo y nivelación	630,00	mL	Q 3,31	Q 2 085,30	Q 7,02	Q 4 422,60
1,02	Topografía	7,00	Día	Q 1 536,00	Q 10 752,00	Q 1 603,31	Q 11 223,17
<b>2</b>	<b>CIMENTACION SOTANO 2 NIVEL+ 96.63</b>				<b>Q 101 582,32</b>		<b>Q 269 449,24</b>
	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS ESTRUCTURALES</b>						
2,02	corte y relleno estructural vigas de amarre	94,54	m3	Q 58,66	Q 5 545,72	Q 129,36	Q 12 229,69
2,03	acarreo de material sobrante	588,89	m3	Q 35,84	Q 21 105,82	Q 50,89	Q 29 968,61
2,04	excavación de pilotes	44,00	unidad	Q 1 574,60	Q 69 282,40	Q 649,16	Q 28 563,04
2,05	plantilla de cimentación	157,60	m2	Q 35,84	Q 5 648,38	Q 1 260,71	Q 198 687,90
<b>3</b>	<b>PILOTES Y VIGAS DE AMARRE</b>				<b>Q 954 526,90</b>		<b>Q 1 090 331,50</b>
3,01	PILOTE P1	1,00	UNIDAD	Q 13 259,80	Q 13 259,80	Q 13 171,96	Q 13 171,96
3,02	PILOTE P2	13,00	UNIDAD	Q 16 470,47	Q 214 116,17	Q 19 459,59	Q 252 974,65
3,03	PILOTE P3	6,00	UNIDAD	Q 16 779,76	Q 100 678,59	Q 16 799,71	Q 100 798,24
3,04	PILOTE P4	6,00	UNIDAD	Q 10 972,57	Q 65 835,44	Q 11 233,52	Q 67 401,10
3,05	PILOTE P5	14,00	UNIDAD	Q 18 564,57	Q 259 903,92	Q 19 207,60	Q 268 906,38
3,06	PILOTE P6	1,00	UNIDAD	Q 22 747,65	Q 22 747,65	Q 25 436,74	Q 25 436,74
3,07	PILOTE P7	3,00	UNIDAD	Q 31 948,44	Q 95 845,31	Q 30 945,27	Q 92 835,80
3,08	Vigas de amarre VA	525,20	ml	Q 346,80	Q 182 140,02	Q 511,82	Q 268 806,65
<b>4</b>	<b>COLUMNAS</b>				<b>Q 1 296 247,93</b>		<b>Q 1 312 615,13</b>
<b>4,1</b>	<b>SÓTANO 2 +97.45</b>						
4.1.1	Columna tipo C1	6,00	unidad	Q 6 706,25	Q 40 237,51	Q 6 767,53	Q 40 605,19
4.1.2	Columna tipo C1a	1,00	unidad	Q 6 690,79	Q 6 690,79	Q 6 875,92	Q 6 875,92
4.1.3	Columna tipo C2	13,00	unidad	Q 6 666,70	Q 86 667,06	Q 6 825,09	Q 88 726,14
4.1.4	Columna tipo C2a	2,00	unidad	Q 6 600,30	Q 13 200,61	Q 8 423,76	Q 16 847,52
4.1.5	Columna tipo C2b	1,00	unidad	Q 6 304,15	Q 6 304,15	Q 9 096,59	Q 9 096,59
4.1.6	Columna tipo C3	3,00	unidad	Q 6 654,18	Q 19 962,53	Q 9 096,59	Q 27 289,77
4.1.7	Columna tipo C4	3,00	unidad	Q 8 585,10	Q 25 755,29	Q 6 779,92	Q 20 339,76
4.1.8	Columna tipo C5	7,00	unidad	Q 8 494,16	Q 59 459,10	Q 6 820,00	Q 47 740,01
4.1.8	<b>Columna tipo C5a</b>	1,00	unidad	Q 8 437,91	Q 8 437,91	Q 6 820,00	Q 6 820,00
4.1.9	Columna tipo C6	7,00	unidad	Q 8 524,02	Q 59 668,16	Q 9 129,73	Q 63 908,10
<b>4,20</b>	<b>SÓTANO 1 +101.45</b>						
4.2.1	Columna tipo C1	6,00	unidad	Q 7 375,90	Q 44 255,39	Q 7 371,53	Q 44 229,21

Continuación tabla VIII.

4.2.1	Columna tipo C1a	1,00	unidad	Q 8 989,83	Q 8 989,83	Q 7 334,99	Q 7 334,99
4.2.2	Columna tipo C2	13,00	unidad	Q 7 333,13	Q 95 330,68	Q 6 752,36	Q 87 780,64
4.2.3	Columna tipo C2a	2,00	unidad	Q 8 868,25	Q 17 736,50	Q 8 239,17	Q 16 478,34
4.2.4	Columna tipo C2b	1,00	unidad	Q 6 304,15	Q 6 304,15	Q 9 666,71	Q 9 666,71
4.2.5	Columna tipo C3	3,00	unidad	Q 6 654,18	Q 19 962,53	Q 10 199,43	Q 30 598,28
4.2.6	Columna tipo C4	3,00	unidad	Q 7 723,62	Q 23 170,87	Q 9 206,27	Q 27 618,82
4.2.7	Columna tipo C5	7,00	unidad	Q 9 111,37	Q 63 779,58	Q 9 263,70	Q 64 845,87
4.2.7	Columna tipo C5a	1,00	unidad	Q 11 328,40	Q 11 328,40	Q 7 790,24	Q 7 790,24
4.2.8	Columna tipo C6	7,00	unidad	Q 9 695,39	Q 67 867,74	Q 12 403,87	Q 86 827,11
<b>4,30</b>	<b>NIVEL 1 +106</b>						
4.3.1	Columna tipo C2	13,00	unidad	Q 9 235,32	Q 120 059,11	Q 9 363,36	Q 121 723,74
4.3.2	Columna tipo C2a	2,00	unidad	Q 8 257,65	Q 16 515,30	Q 12 723,78	Q 25 447,55
4.3.3	Columna tipo C2b	1,00	unidad	Q 7 887,14	Q 7 887,14	Q 11 888,08	Q 11 888,08
4.3.4	Columna tipo C5	7,00	unidad	Q 12 084,12	Q 84 588,85	Q 8 455,65	Q 59 189,54
4.3.4	Columna tipo C5a	1,00	unidad	Q 10 540,09	Q 10 540,09	Q 8 449,44	Q 8 449,44
4.3.5	Columna tipo C6	7,00	unidad	Q 11 338,68	Q 79 370,74	Q 11 275,62	Q 78 929,31
<b>4,40</b>	<b>NIVEL 2 +111</b>						
4.4.1	Columna tipo C2	13,00	unidad	Q 8 331,66	Q 108 311,62	Q 8 505,22	Q 110 567,86
4.4.2	Columna tipo C2a	2,00	unidad	Q 8 257,65	Q 16 515,30	Q 11 215,48	Q 22 430,96
4.4.3	Columna tipo C2b	1,00	unidad	Q 7 887,14	Q 7 887,14	Q 11 596,97	Q 11 596,97
4.4.4	Columna tipo C5	7,00	unidad	Q 10 618,74	Q 74 331,19	Q 8 505,22	Q 59 536,54
4.4.5	Columna tipo C5a	1,00	unidad	Q 10 540,09	Q 10 540,09	Q 11 275,62	Q 11 275,62
4.4.6	Columna tipo C6	7,00	unidad	Q 10 656,08	Q 74 592,57	Q 11 451,48	Q 80 160,33
<b>5</b>	<b>VIGAS Y LOSAS</b>				<b>Q 7 501 799,16</b>		<b>Q 6 990 402,62</b>
<b>5,10</b>	<b>SÓTANO 1 +101.45</b>						
5.1.1	Viga tipo V1	29,08	ml	Q 1 114,59	Q 32 412,28	Q 1 012,70	Q 29 449,43
5.1.2	Viga tipo V2	116,56	ml	Q 1 158,96	Q 135 088,24	Q 1 064,08	Q 124 029,73
5.1.3	Viga tipo V2a	25,81	ml	Q 1 157,64	Q 29 878,73	Q 1 065,14	Q 27 491,17
5.1.4	Viga tipo V3	28,28	ml	Q 1 293,27	Q 36 573,73	Q 1 056,33	Q 29 873,08
5.1.5	Viga tipo V4	23,34	ml	Q 1 160,52	Q 27 086,59	Q 1 060,43	Q 24 750,41
5.1.6	Viga tipo V5	17,83	ml	Q 1 110,08	Q 19 792,80	Q 1 010,92	Q 18 024,68
5.1.7	Viga tipo V6	232,61	ml	Q 796,13	Q 185 187,49	Q 692,08	Q 160 984,60
5.1.8	Viga tipo V7	44,94	ml	Q 760,72	Q 34 186,85	Q 686,45	Q 30 849,27
5.1.9	Viga tipo V10	533,01	ml	Q 583,51	Q 311 014,07	Q 448,33	Q 238 964,97
5.1.10	Viga tipo V11	98,39	ml	Q 1 121,26	Q 110 321,02	Q 1 065,97	Q 104 880,58
5.1.11	Viga tipo V18	13,22	ml	Q 565,83	Q 7 480,23	Q 462,82	Q 6 118,49
5.1.12	Viga tipo V20	8,05	ml	Q 1 108,43	Q 8 922,90	Q 1 060,70	Q 8 538,62

Continuación tabla VIII.

5.1.13	Viga tipo V43	34,04	ml	Q 754,21	Q 25 673,30	Q 679,39	Q 23 126,33
5.1.14	Viga tipo V11		ml	Q -	Q -	Q 448,73	Q -
5.1.15	Losa e=13 cms	<sup>2</sup> 139,65	m2	Q 361,69	Q 773 879,91	Q 470,67	Q 1 007 071,74
<b>5,20</b>	<b>NIVEL 1 +106</b>						
5.2.1	Viga tipo V7	36,55	ml	Q 752,56	Q 27 506,07	Q 676,53	Q 24 727,02
5.2.2	Viga tipo V11	63,47	ml	Q 1 134,60	Q 72 012,77	Q 1 065,63	Q 67 635,25
5.2.3	Viga tipo V12	29,08	ml	Q 1 106,34	Q 32 172,41	Q 1 009,41	Q 29 353,77
5.2.4	Viga tipo V13	87,42	ml	Q 1 170,00	Q 102 281,56	Q 1 078,16	Q 94 252,66
5.2.5	Viga tipo V14	25,62	ml	Q 1 160,51	Q 29 732,27	Q 1 068,63	Q 27 378,39
5.2.6	Viga tipo V15	58,32	ml	Q 1 157,24	Q 67 489,96	Q 1 059,30	Q 61 778,60
5.2.7	Viga tipo V17	204,25	ml	Q 1 003,06	Q 204 875,92	Q 688,03	Q 140 530,55
5.2.8	Viga tipo V18	72,92	ml	Q 564,60	Q 41 170,30	Q 576,91	Q 42 067,99
5.2.9	Viga tipo V19	360,85	ml	Q 586,12	Q 211 499,62	Q 448,22	Q 161 740,57
5.2.10	Losa e= 13 cms	<sup>2</sup> 099,68	m2	Q 480,84	Q 1 009 617,65	Q 470,67	Q 988 259,01
<b>5,30</b>	<b>NIVEL 1A +04.10</b>						
5.3.1	Viga tipo V5	17,84	ml	Q 1 099,77	Q 19 619,85	Q 1 018,13	Q 18 163,49
5.3.2	Viga tipo V7	18,58	ml	Q 752,56	Q 13 982,56	Q 676,53	Q 12 569,85
5.3.3	Viga tipo V16	23,34	ml	Q 1 140,46	Q 26 618,23	Q 1 063,53	Q 24 822,90
5.3.4	Viga tipo V17	92,93	ml	Q 1 003,06	Q 93 214,78	Q 688,03	Q 63 938,82
5.3.5	Viga tipo V18	17,04	ml	Q 564,60	Q 9 620,71	Q 576,91	Q 9 830,48
5.3.6	Viga tipo V19	170,00	ml	Q 586,12	Q 99 639,56	Q 448,22	Q 76 197,58
5.3.7	Viga tipo V20	5,88	ml	Q 1 101,06	Q 6 474,23	Q 1 048,03	Q 6 162,42
5.3.8	Viga tipo V43	34,28	ml	Q 746,05	Q 25 574,51	Q 669,60	Q 22 954,05
<b>5,40</b>	<b>NIVEL 2 +111</b>						
5.4.1	Viga tipo V7	41,15	ml	Q 760,72	Q 31 303,72	Q 689,60	Q 28 376,93
5.4.2	Viga tipo V17		ml	Q -	Q -	Q -	Q -
5.4.3	Viga tipo V18	13,22	ml	Q 569,84	Q 7 533,28	Q 461,19	Q 6 096,99
5.4.4	Viga tipo V21	30,14	ml	Q 1 122,76	Q 33 840,12	Q 955,20	Q 28 789,62
5.4.5	Viga tipo V22	149,91	ml	Q 1 189,38	Q 178 299,86	Q 1 018,54	Q 152 688,79
5.4.6	Viga tipo V23	25,86	ml	Q 1 196,16	Q 30 932,77	Q 1 021,20	Q 26 408,29
5.4.7	Viga tipo V24	11,74	ml	Q 1 165,66	Q 13 684,80	Q 980,21	Q 11 507,72
5.4.8	Viga tipo V25	53,52	ml	Q 800,08	Q 42 820,31	Q 762,85	Q 40 827,93
5.4.9	Viga tipo V26	60,26	ml	Q 796,01	Q 47 967,29	Q 711,04	Q 42 847,55
5.4.10	Viga tipo V27	56,18	ml	Q 789,47	Q 44 352,33	Q 699,49	Q 39 297,32
5.4.11	Viga tipo V28	57,03	ml	Q 786,21	Q 44 837,33	Q 746,80	Q 42 589,93
5.4.12	Viga tipo V29	627,46	ml	Q 595,66	Q 373 750,38	Q 459,84	Q 288 529,61

Continuación tabla VIII.

5.4.13	Viga tipo V34	34,25	ml	Q 752,63	Q 25 777,71	Q 685,42	Q 23 475,47
5.4.14	losa e= 13 cms	<sup>1</sup> 964,70	m2	Q 480,84	Q 944 713,39	Q 448,73	Q 881 628,94
<b>5,50</b>	<b>NIVEL 3 +116</b>						
5.5.1	Viga tipo V35	29,94	ml	Q 1 114,17	Q 33 358,29	Q 703,35	Q 21 058,40
5.5.2	Viga tipo V36	179,94	ml	Q 1 141,77	Q 205 450,58	Q 1 027,49	Q 184 886,03
5.5.3	Viga tipo V38	11,62	ml	Q 1 175,43	Q 13 658,51	Q 1 049,84	Q 12 199,13
5.5.4	Viga tipo V39	69,81	ml	Q 774,33	Q 54 055,69	Q 1 054,71	Q 73 629,04
5.5.5	Viga tipo V39a	56,47	ml	Q 780,43	Q 44 071,00	Q 702,42	Q 39 665,89
5.5.6	Viga tipo V40	64,10	ml	Q 775,45	Q 49 706,10	Q 706,14	Q 45 263,66
5.5.7	Viga tipo V41	48,55	ml	Q 783,42	Q 38 035,22	Q 696,74	Q 33 826,64
5.5.8	Viga tipo V43	36,01	ml	Q 754,21	Q 27 159,09	Q 677,96	Q 24 413,21
5.5.9	Viga tipo V44	686,39	ml	Q 583,84	Q 400 740,24	Q 455,41	Q 312 589,55
5.5.10	losa e= 13 cms	<sup>2</sup> 057,54	m2	Q 478,80	Q 985 150,06	Q 448,73	Q 923 289,46
<b>6</b>	<b>RESANES</b>				<b>Q 211 496,19</b>		<b>Q 60 061,61</b>
6,10	Resane en parqueos sótano 2 +96.63	<sup>2</sup> 139,65	m2	Q 25,60	Q 54 775,04	Q 7,27	Q 15 555,26
6,20	Resane en parqueos sótano 1 + 100.50	<sup>2</sup> 099,68	m2	Q 25,60	Q 53 751,81	Q 7,27	Q 15 264,67
6,30	Resane en comercio nivel 1 + 106	<sup>1</sup> 964,70	m2	Q 25,60	Q 50 296,32	Q 7,27	Q 14 283,37
6,40	Resane en Comercio nivel 2 +111	<sup>2</sup> 057,54	m2	Q 25,60	Q 52 673,02	Q 7,27	Q 14 958,32
<b>7</b>	<b>DUCTO DE ELEVADORES</b>				<b>Q 176 765,63</b>		<b>Q 213 237,48</b>
7,10	construcción de ducto de elevadores	1,00	global	Q 176 765,63	Q 176 765,63	Q 213 237,48	Q 213 237,48
7,20	Rampas para área de carga NO APLICA	-	m2	Q -	Q -		Q -
<b>8</b>	<b>MODULO DE GRADAS Y DUCTO DE ELEVADORES</b>				<b>Q 243 517,65</b>		<b>Q 309 739,42</b>
8,1	Gradas de concreto según especificaciones INTERIORES	1,00	global	Q 137 789,89	Q 137 789,89	Q 171 720,59	Q 171 720,59
8,2	Gradas de concreto según especificaciones EXTERIORES	1,00	global	Q 105 727,76	Q 105 727,76	Q 138 018,83	Q 138 018,83
<b>TOTAL</b>					<b>Q10 485 935,77</b>		<b>Q10 245 837,01</b>

Fuente: elaboración propia.

### 5.2.1.2. Tiempo de ejecución

El tiempo de ejecución es el tiempo que la empresa ofrece para desarrollar el proyecto.

Tabla IX. **Tiempo de ejecución – concreto armado**

<b>Estructura de concreto</b>		
	<b>Empresa A</b>	<b>Empresa B</b>
Edificio 1	5,5 meses	5 meses
Edificio 2		

Fuente: elaboración propia.

### **5.2.1.3. Experiencia**

La experiencia se refiere a los proyectos similares ejecutados por la empresa oferente.

Tabla X. **Experiencia – concreto armado**

<b>Estructura de concreto</b>		
	<b>Empresa A</b>	<b>Empresa B</b>
<b>Proyectos similares ejecutados (Cantidad)</b>	7	4

Fuente: Elaboración propia.

### **5.2.2. Estructura de acero**

Se muestran las ofertas de dos empresas en estructura de acero.

#### **5.2.2.1. Precio**

El precio es la oferta económica de cada empresa oferente.

Tabla XI. Cuadro homologado – estructura de acero – edificio 1

Edificio No. 1 – estructura de acero							
				Empresa A		Empresa B	
No.	DESCRIPCIÓN	Cantidad	Unidad	P.U.	MONTO	P.U.	MONTO
<b>1</b>	<b>PRELIMINARES</b>				Q 24 182,61		Q 47 271,62
1,1	Trazo y nivelación	510,00	mL	Q 5,33	Q 2 716,82	Q 4,51	Q 2 298,93
1,2	Topografía	30,00	Día	Q 715,53	Q 21 465,79	Q 1 499,09	Q 44 972,69
<b>2</b>	<b>CIMENTACIÓN SÓTANO 2 NIVEL+ 96.63</b>				Q 107 077,11		Q 75 202,92
	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS ESTRUCTURALES</b>						
2,1	corte y relleno estructural vigas de amarre	95,00	m3	Q 133,18	Q 12 651,86	Q 52,47	Q 4 984,75
2,2	acarreo de material sobrante	184,00	m3	Q 211,87	Q 38 984,68	Q 82,46	Q 15 172,20
2,3	excavación de pilotes	36,00	Unidad	Q 1 089,63	Q 39 226,82	Q 1 075,04	Q 38 701,46
2,4	plantilla de cimentación	36,00	unidad	Q 450,38	Q 16 213,75	Q 454,01	Q 16 344,51
<b>3</b>	<b>PILOTES Y VIGAS DE AMARRE</b>				Q 838 005,10		Q 648 450,23
3,1	PILOTE P1	6,00	UNIDAD	Q 10 634,83	Q 63 808,96	Q 9 303,77	Q 55 822,62
3,2	PILOTE P2	13,00	UNIDAD	Q 12 288,65	Q 159 752,43	Q 10 180,64	Q 132 348,32
3,3	PILOTE P3	17,00	UNIDAD	Q 16 161,69	Q 274 748,76	Q 14 490,70	Q 246 341,90
3,4	COLOCACIÓN DE PERNOS DE ANCLAJE.	36,00	UNIDAD	Q 181,61	Q 6 537,80	Q 104,04	Q 3 745,44
3,50	Vigas de amarre VA	548,16	ml	Q 607,77	Q 333 157,15	Q 383,45	Q 210 191,95
<b>4</b>	<b>COLUMNAS</b>				Q 8 960 096,90		Q 10 149 387,44
<b>4,10</b>	<b>SÓTANO 2 +96.63</b>						
4.1.1.	Columnas ( tomar en cuenta todos los distintos elementos pernos y platinas también tomar en cuenta tubos diagonales de refuerzo y cualquier otro elemento que sea parte del refuerzo vertical)	1 974,33	m2	Q 339,00	Q 669 292,34	Q 406,31	Q 802 190,41
4.1.2	Protección de concreto en cada columna sobre el nivel de piso terminado proteger 10 cms con acero de # 3.	36,00	unidad	Q 152,55	Q 5 491,75	Q 594,54	Q 21 403,52
<b>4,20</b>	<b>SOTANO 1 +100.56</b>						
4.2.1	Columnas ( tomar en cuenta todos los distintos elementos pernos y platinas también tomar en cuenta tubos diagonales de refuerzo y cualquier otro elemento que sea parte del refuerzo vertical)	1 974,33	m2	Q 444,33	Q 877 251,04	Q 454,46	Q 897 248,71
4.2.2	suministro y colocación de vigas	1 974,33	m2	Q 584,77	Q 1 154 529,29	Q 632,55	Q 1 248 861,95
4.2.3	Colocación de losa acero, electro malla, pasadores de corte.	1 974,33	m2	Q 34,51	Q 68 124,40	Q 145,93	Q 288 120,11
4.2.4	Fundición de losa acero (incluye concreto, formaleta, etc.)	1 545,60	m2	Q 300,25	Q 464 073,61	Q 292,33	Q 451 826,85
4.2.5	Losa solida (eje del 2 al 4)	428,73	m2	Q 491,55	Q 210 740,49	Q 562,17	Q 241 017,75

Continuación tabla XI.

4.2.6	Borde de losa	158,00	m2	Q 777,27	Q 122 809,00	Q 622,13	Q 98 296,39
<b>4,30</b>	<b>NIVEL 1 +106</b>						
4.3.1	Columnas ( tomar en cuenta todos los distintos elementos pernos y platinas también tomar en cuenta tubos diagonales de refuerzo y cualquier otro elemento que sea parte del refuerzo vertical)	1 974,33	m2	Q 322,05	Q 635 827,73	Q 338,62	Q 668 545,37
4.3.2	suministro y colocación de vigas	1 974,33	m2	Q 690,10	Q 1 362 487,99	Q 763,69	Q 1 507 785,89
4.3.3	Colocación de losa acero, electro malla, pasadores de corte.	1 974,33	m2	Q 34,51	Q 68 124,40	Q 145,93	Q 288 120,11
4.3.4	Fundición de losa acero (incluye concreto, formaleta, etc.)	1 974,33	m2	Q 300,25	Q 592 801,79	Q 292,33	Q 577 157,94
4.3.5	Borde de losa	158,00	m2	Q 684,05	Q 108 079,57	Q 622,13	Q 98 296,39
<b>4,40</b>	<b>NIVEL 2 +111</b>						
4.4.1	Columnas ( tomar en cuenta todos los distintos elementos pernos y platinas también tomar en cuenta tubos diagonales de refuerzo y cualquier otro elemento que sea parte del refuerzo vertical)	1 974,33	m2	Q 65,38	Q 129 077,81	Q 63,19	Q 124 766,68
4.4.2	suministro y colocación de vigas	1 974,33	m2	Q 703,42	Q 1 388 781,61	Q 763,69	Q 1 507 785,89
4.4.3	Colocación de losa acero, electro malla, pasadores de corte.	1 974,33	m2	Q 34,51	Q 68 124,40	Q 145,93	Q 288 120,11
4.4.4	Fundición de losa acero (incluye concreto, formaleta, etc..)	1 974,33	m2	Q 300,25	Q 592 801,79	Q 292,33	Q 577 157,94
4.4.5	Borde de losa	158,00	m2	Q 684,05	Q 108 079,57	Q 622,13	Q 98 296,39
<b>4,50</b>	<b>NIVEL 3 +116</b>						
4.5.1	suministro y colocación de vigas	268,52	m2	Q 691,31	Q 185 631,14	Q 728,78	Q 195 691,77
4.5.2	Colocación de losa acero, electro malla, pasadores de corte.	268,52	m2	Q 34,51	Q 9 265,30	Q 145,93	Q 39 185,96
4.5.3	Fundición de losa acero (incluye concreto, formaleta, etc.)	268,52	m2	Q 300,25	Q 80 624,38	Q 292,33	Q 78 496,73
4.5.4	Borde de losa	82,00	m2	Q 708,26	Q 58 077,48	Q 622,13	Q 51 014,58
<b>5</b>	<b>DUCTO DE ELEVADORES</b>				Q -		Q -
5.1	construcción de ducto de elevadores (opcional)	1,00	global	Q -	Q -	Q -	Q -
<b>6</b>	<b>MODULO DE GRADAS</b>				Q 14 710,06		Q 12 410,75
6.1	Gradas de ACERO (opcional)	1,00	global	Q 14 710,06	Q 14 710,06	Q 12 410,75	Q 12 410,75

**TOTAL**      **Q 9 944 071,77**

**Q 10 932 722,96**

Fuente: elaboración propia.

Tabla XII. Cuadro homologado – estructura de acero – edificio 2

Edificio No. 2 – estructura de acero								
				Empresa A			Empresa B	
No.	DESCRIPCIÓN	Cantidad	Unidad					
<b>1</b>	<b>PRELIMINARES</b>				Q 24 821,86		Q 47 812,55	
1,1	Trazo y nivelación	630,00	mL	Q 5,33	Q 3 356,07	Q 4,51	Q 2 839,86	
1,2	Topografía	30,00	Día	Q 715,53	Q 21 465,79	Q 1 499,09	Q 44 972,69	
<b>2</b>	<b>CIMENTACION SOTANO 2 NIVEL+ 96.63</b>				Q 206 517,03		Q 121 347,38	
	MOVIMIENTO DE TIERRAS ESTRUCTURALES							
2,1	corte y relleno estructural vigas de amarre	105,02	m3	Q 133,18	Q 13 986,30	Q 52,47	Q 5 510,51	
2,2	acarreo de material sobrante	588,89	m3	Q 211,87	Q 124 770,04	Q 82,46	Q 48 558,46	
2,3	excavación de pilotes	44,00	Unidad	Q 1 089,63	Q 47 943,89	Q 1 075,04	Q 47 301,78	
2,4	plantilla de cimentación	44,00	unidad	Q 450,38	Q 19 816,81	Q 454,01	Q 19 976,62	
<b>3</b>	<b>PILOTES Y VIGAS DE AMARRE</b>				Q 958 364,56		Q 805 573,97	
3,1	PILOTE P1	15,00	UNIDAD	Q 10 634,83	Q 159 522,40	Q 10 057,24	Q 150 858,67	
3,2	PILOTE P2	12,00	UNIDAD	Q 12 288,65	Q 147 463,78	Q 11 005,13	Q 132 061,55	
3,3	PILOTE P3	17,00	UNIDAD	Q 16 161,69	Q 274 748,76	Q 15 664,23	Q 266 291,95	
3,8	COLOCACION DE PERNOS DE ANCLAJE.	44,00	UNIDAD	Q 181,61	Q 7 990,65	Q 112,47	Q 4 948,49	
3,90	Vigas de amarre VA	606,54	ml	Q 607,77	Q 368 638,97	Q 414,50	Q 251 413,30	
<b>4</b>	<b>ESTRUCTURA (columnas, vigas y losas)</b>				Q 11 484 951,74		Q 13 051 802,30	
<b>4,10</b>	<b>SOTANO 2 +97.45</b>							
4.1.1.	Columnas ( tomar en cuenta todos los distintos elementos pernos y platinas también tomar en cuenta tubos diagonales de refuerzo y cualquier otro elemento que sea parte del refuerzo vertical)	2 151,85	m2	Q 331,73	Q 713 839,60	Q 400,70	Q 862 246,04	
4.1.2	Protección de concreto en cada columna sobre el nivel de piso terminado proteger 10 cms con acero de # 3.	44,00	unidad	Q 152,55	Q 6 712,14	Q 594,54	Q 26 159,86	
<b>4,20</b>	<b>SOTANO 1 +101.45</b>							
4.2.1	Columnas ( tomar en cuenta todos los distintos elementos pernos y platinas también tomar en cuenta tubos diagonales de refuerzo y cualquier otro elemento que sea parte del refuerzo vertical)	2 151,85	m2	Q 334,15	Q 719 050,11	Q 387,53	Q 833 913,90	
4.2.2	suministro y colocación de vigas	2 151,85	m2	Q 553,29	Q 1 190 601,09	Q 595,04	Q 1 280 435,83	
4.2.3	Colocación de losa acero, electro malla, pasadores de corte,	2 151,85	m2	Q 34,51	Q 74 249,74	Q 145,93	Q 314 026,16	
4.2.4	Fundición de losa acero (incluye concreto, formaleta, etc.)	2 151,85	m2	Q 300,25	Q 646 103,00	Q 292,33	Q 629 052,54	
4.2.5	Borde de losa e= 0.195	188,00	m2	Q 648,94	Q 122 000,25	Q 622,13	Q 116 960,26	

Continuación tabla XII.

<b>4,30</b>	<b>NIVEL 1 +104.1</b>							
4.3.1	Columnas ( tomar en cuenta todos los distintos elementos pernos y platinas también tomar en cuenta tubos diagonales de refuerzo y cualquier otro elemento que sea parte del refuerzo vertical)	1 520,45	m2	Q 120,47	Q 183 161,13	Q 135,58	Q 206 138,45	
4.3.2	suministro y colocación de vigas	1 520,45	m2	Q 296,62	Q 450 999,76	Q 303,93	Q 462 110,39	
4.3.3	Colocación de losa acero, electro malla, pasadores de corte.	1 520,45	m2	Q 34,51	Q 52 463,24	Q 145,93	Q 221 883,99	
4.3.4	Fundición de losa acero (incluye concreto, formaleta, etc.)	1 520,45	m2	Q 300,25	Q 456 522,20	Q 292,33	Q 444 474,72	
4.3.5	Borde de losa e=0.195	188,00	m2	Q 600,51	Q 112 895,75	Q 622,13	Q 116 960,26	
<b>4,30</b>	<b>NIVEL 1A +106</b>							
4.3.1	Columnas ( tomar en cuenta todos los distintos elementos pernos y platinas también tomar en cuenta tubos diagonales de refuerzo y cualquier otro elemento que sea parte del refuerzo vertical)	736,01	m2	Q 817,23	Q 601 486,06	Q 793,63	Q 584 117,76	
4.3.2	suministro y colocación de vigas	736,01	m2	Q 1 351,15	Q 994 456,96	Q 1 379,31	Q 1 015 182,77	
4.3.3	Colocación de losa acero, electro malla, pasadores de corte.	736,01	m2	Q 34,51	Q 25 396,08	Q 145,93	Q 107 408,23	
4.3.4	Fundición de losa acero (incluye concreto, formaleta, etc.)	736,01	m2	Q 300,25	Q 220 990,44	Q 292,33	Q 215 158,57	
4.3.5	Borde de losa e=0.195	188,00	m2	Q 623,51	Q 117 220,39	Q 622,13	Q 116 960,26	
<b>4,40</b>	<b>NIVEL 2 +111</b>							
4.4.1	Columnas ( tomar en cuenta todos los distintos elementos pernos y platinas también tomar en cuenta tubos diagonales de refuerzo y cualquier otro elemento que sea parte del refuerzo vertical)	1 996,25	m2	Q 272,41	Q 543 795,40	Q 321,42	Q 641 635,41	
4.4.2	suministro y colocación de vigas	1 996,25	m2	Q 708,26	Q 1 413 868,04	Q 764,46	Q 1 526 058,21	
4.4.3	Colocación de losa acero, electro malla, pasadores de corte.	1 996,25	m2	Q 34,51	Q 68 880,75	Q 145,93	Q 291 318,96	
4.4.4	Fundición de losa acero (incluye concreto, formaleta, etc.)	1 996,25	m2	Q 300,25	Q 599 383,37	Q 292,33	Q 583 565,83	
4.4.5	Borde de losa e=0.195	188,00		Q 617,46	Q 116 082,33	Q 622,13	Q 116 960,26	
<b>4,50</b>	<b>NIVEL 3 +116</b>							
4.5.1	suministro y colocación de vigas	1 997,45	m2	Q 629,57	Q 1 257 527,07	Q 674,21	Q 1 346 702,67	
4.5.2	Colocación de losa acero, electro malla, pasadores de corte.	1 997,45	m2	Q 34,51	Q 68 922,16	Q 145,93	Q 291 494,08	
4.5.3	Fundición de losa acero (incluye concreto, formaleta, etc.)	1 997,45	m2	Q 300,25	Q 599 743,68	Q 292,33	Q 583 916,63	
4.5.4	Borde de losa e=0.195	188,00	m2	Q 684,05	Q 128 601,01	Q 622,13	Q 116 960,26	

Continuación tabla XII.

5	<b>DUCTO DE ELEVADORES</b>				Q	-		Q	-
5,1	construcción de ducto de elevadores (opcional)	1,00	global	Q	-	Q	-	Q	-
6	<b>MODULO DE GRADAS</b>				Q	-		Q	-
6,1	Gradas de ACERO (opcional)	1,00	global	Q	-	Q	-	Q	-

<b>TOTAL</b>	<b>Q 12 674 655,19</b>
--------------	------------------------

<b>Q 14 026 536,20</b>
------------------------

Fuente: elaboración propia.

### 5.2.2.2. Tiempo de ejecución

El tiempo de ejecución es el tiempo que la empresa ofrece para desarrollar el proyecto.

Tabla XIII. **Tiempo de ejecución – estructura de acero**

<b>Estructura de acero</b>		
	<b>EMPRESA A</b>	<b>EMPRESA B</b>
Edificio 1 + Edificio 2	3,5	3,5

Fuente: elaboración propia.

### 5.2.2.3. Experiencia

La experiencia se refiere a los proyectos similares ejecutados por la empresa oferente.

Tabla XIV. **Experiencia – estructura de acero**

<b>Estructura de acero</b>		
	<b>Empresa A</b>	<b>Empresa B</b>
<b>Proyectos similares ejecutados (Cantidad)</b>	13	21

Fuente: elaboración propia.

## 6. ANÁLISIS DE RESULTADOS

### 6.1. Tabla comparativa de precios

Se muestra el resumen de la oferta económica de cada oferente en concreto armado y estructura de acero.

Tabla XV. **Tabla comparativa de precios – estructura de concreto**

<b>Estructura de concreto</b>		
	<b>Empresa A</b>	<b>Empresa B</b>
Edificio 1	Q 8 443 085,25	Q 9 249 798,40
Edificio 2	Q 10 485 935,77	Q 10 261 482,78
<b>Total estructura de concreto</b>	<b>Q 18 929 021,02</b>	<b>Q 19 511 281,18</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVI. **Tabla comparativa de precios – estructura de acero**

<b>Estructura de acero</b>		
	<b>Empresa A</b>	<b>Empresa B</b>
Edificio 1	Q 9 944 071,77	Q 10 920 312,21
Edificio 2	Q 12 674 655,19	Q 14 026 536,20
<b>Total estructura de acero</b>	<b>Q 22 618 726,97</b>	<b>Q 24 946 848,41</b>

Fuente: elaboración propia.

## 6.2. Resultados ponderados

Se muestra los resultados ponderados luego de evaluar las ofertas.

Tabla XVII. Resultado ponderado – estructura de concreto

Resultados ponderados – estructura de concreto					
Criterio	Ponderación	EMPRESA A	EMPRESA B	Resultado ponderado - Empresa A	Resultado ponderado - Empresa B
Costo	60%	100	$P_I = \left( \frac{18\ 929\ 021,02}{19\ 511\ 281,18} \right) X100 = 97,02$	60	58,21
Tiempo	25%	$P_I = \left( \frac{5}{5,5} \right) X100 = 90,91$	100	22,73	25
Experiencia	15%	100	$P_I = \left( \frac{4}{7} \right) X100 = 57,14$	15	8,57
<b>TOTAL</b>				<b>97,73</b>	<b>91,78</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVIII. Resultado ponderado – estructura de acero

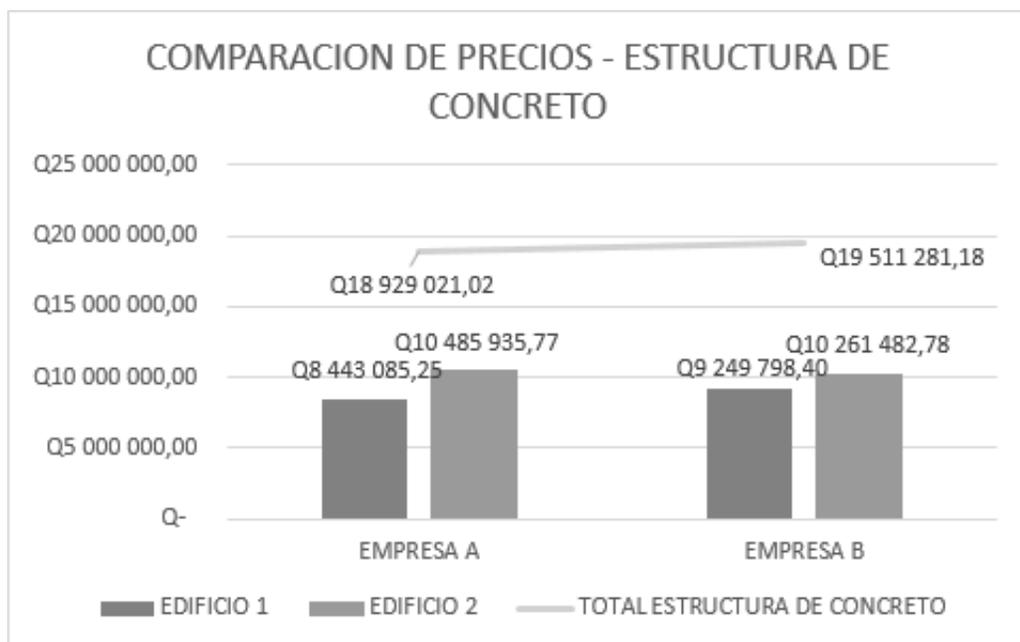
Resultados ponderados – estructura de acero					
Criterio	Ponderación	EMPRESA A	EMPRESA B	Resultado ponderado - Empresa A	Resultado ponderado - Empresa B
Costo	60%	100	$P_I = \left( \frac{22\ 618\ 726,97}{24\ 946\ 848,41} \right) X100 = 90,66$	60	54,40
Tiempo	25%	100	100	25	25
Experiencia	15%	$P_I = \left( \frac{13}{21} \right) X100 = 61,90$	100	9,28	15
<b>TOTAL</b>				<b>94,28</b>	<b>94,40</b>

Fuente: elaboración propia.

### 6.3. Gráficas de resultados

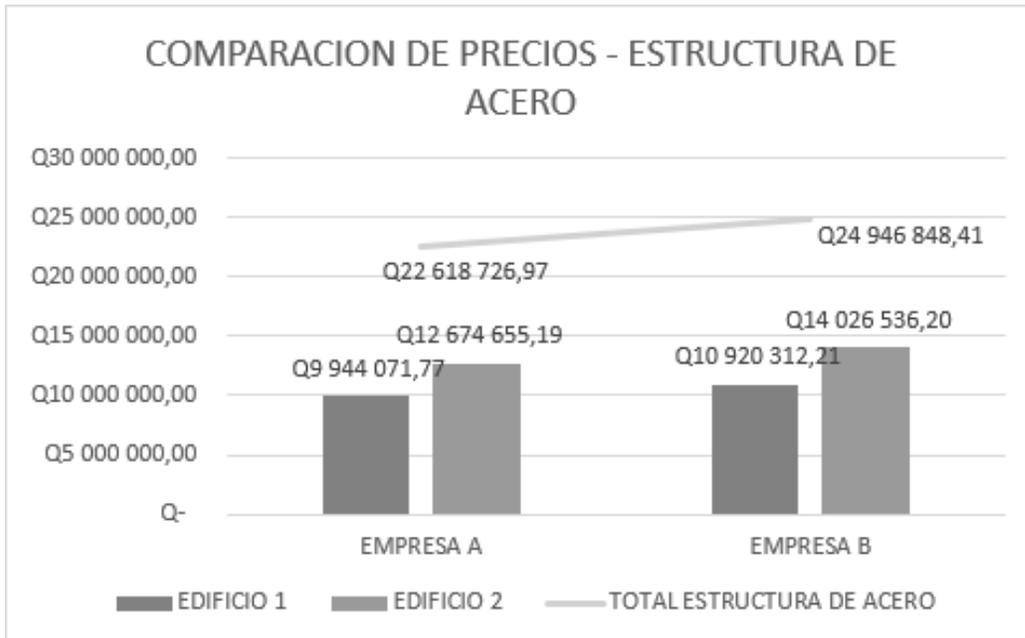
Se muestra las gráficas comparativas de resultados luego de evaluar las ofertas.

Figura 4. Gráfica comparación de precios – estructura de concreto



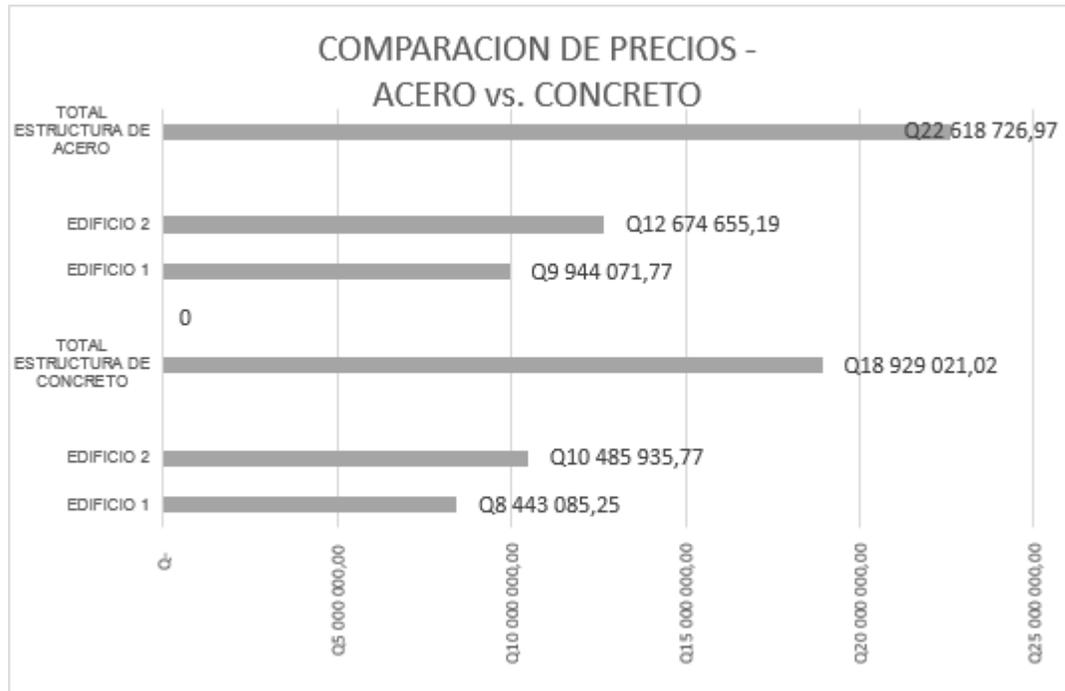
Fuente: elaboración propia.

Figura 5. Gráfica comparación de precios – estructura de acero



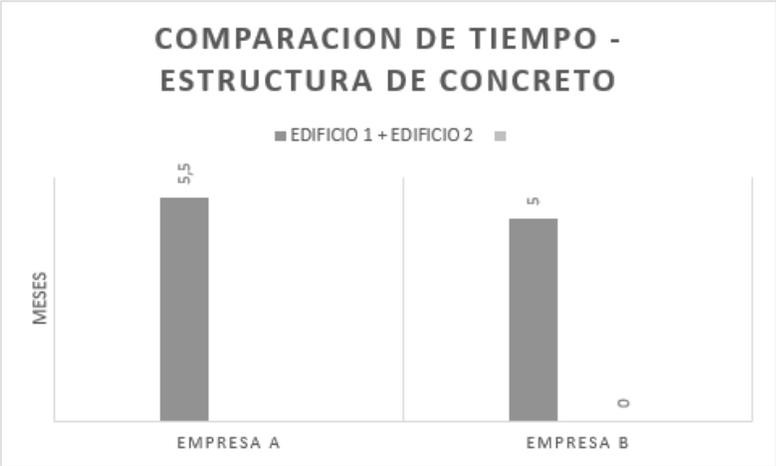
Fuente: elaboración propia.

Figura 6. Gráfica comparación de precios – concreto vs acero



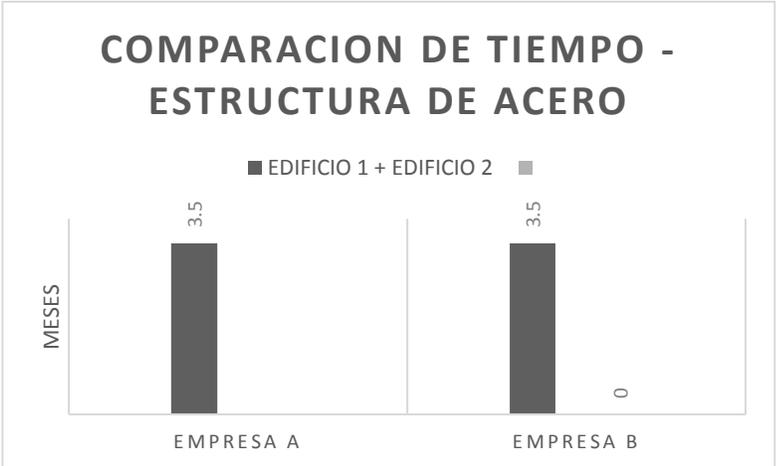
Fuente: elaboración propia.

Figura 7. **Gráfica comparación de tiempo de ejecución – estructura de concreto**



Fuente: elaboración propia

Figura 8. **Gráfica comparación de tiempo de ejecución – estructura de acero**



Fuente: elaboración propia.

#### **6.4. Análisis técnico**

Es imposible indicar que un sistema constructivo es superior técnicamente comparándolo con otro, ambos presentan características propias que los identifican y les confieren funcionalidad, dependiendo el tipo de proyecto por ejecutar. Cada sistema estructural cuenta con aspectos técnicos suficientes y comprobados, que los hace una opción viable en la construcción de este proyecto.

Comparar el concreto y el acero como materiales estructurales es plantear una competencia innecesaria entre dos nobles elementos del arte constructivo, puesto que las dos materias primas conviven armónicamente en el medio de la construcción y solamente un fenómeno de índole cultural ha mantenido la diferenciación.

Las diferencias técnicas entre los dos sistemas estructurales en un mismo proyecto se deben, exclusivamente, a las necesidades planteadas por el diseñador de dicho proyecto; ya que ambas pueden dar los mismos resultados con algunas diferencias, como tamaño de los elementos, luces entre columnas. O bien puede haber otros aspectos por considerar, como disponibilidad de materia prima, acceso de transporte de materiales y algunos otros que se deben de evaluar dependiendo del lugar donde se lleve a cabo el proyecto.

La estructura metálica tolera de mejor manera la actividad sísmica debido a su alta resistencia a la flexión; sin embargo, las cargas dinámicas pueden ocasionar fatiga en las uniones; en la estructura de concreto la carga de impacto puede producir agrietamientos en los diferentes elemento de la edificación.

## **6.5. Análisis económico**

Los costos totales del proyecto muestran que el concreto armado es un sistema constructivo más económico comparado con la estructura metálica. El concreto armado es más económico por la disponibilidad de la materia prima, los costos de inversión inicial son menores ya que se van generando con el avance del proyecto.

La falta de una metodología de evaluación más amplia que la simple comparación de costos es la mayor dificultad para identificar el tipo de estructura por utilizar en una obra. En algunos casos, la afirmación de que la estructura metálica es más costosa encierra una discusión sin profundizar en un proceso de análisis.

El valor de rescate en un proyecto de gran magnitud es uno de los análisis iniciales con los cuales cobra vida un proyecto. En este caso, dado que la ubicación del proyecto está en la zona 10 de la ciudad de Guatemala puede ser volátil con el tiempo y se puede tomar la decisión de modificarlo parcial o totalmente que puede incluir una demolición total. Esto dependerá de los requerimientos del comercio. Es posible rescatar mayor cantidad de elementos de la estructura metálica porque pueden desarmarse y armarse en otro lugar o venderse por tonelada de acero para reciclarlo en función del valor del acero por peso en ese momento. Este valor se convertiría en el valor de rescate del proyecto, mientras que el concreto armado tendría que ser demolido en su totalidad sin recuperar nada de la estructura.

La optimización de una elección bien estructurada agrega valor al proceso y ciertamente, nos lleva a una decisión más acertada; siendo esta incluso la más costosa.

## **6.6. Otras comparaciones realizadas a los sistemas de construcción**

Existen otras comparaciones que pueden hacerse a los sistemas constructivos, para poder evaluarlos y elegir la mejor opción para un proyecto.

### **6.6.1. Arquitectónico**

Ambos sistemas no impiden que las estructuras adquieran las formas necesarias, la diferencia está en la capacidad tecnológica, considerando que la estructura de concreto dará mayores tamaños de elementos que reducen los espacios de ocupación de la edificación, aunque los tamaños de las piezas de acero se ven limitadas a la disponibilidad de transporte adecuado para elementos de gran tamaño. Sin embargo, la estructura metálica facilita la construcción de fachadas más elaboradas.

Es un factor subjetivo que depende del concepto del proyecto arquitectónico, de las posibilidades del cliente y del objetivo de la obra; su valor relativo no admite una comparación generalizada.

Externamente, no se puede distinguir el sistema constructivo utilizado en una edificación, ya que las diferencias son internas de los elementos, los acabados pueden ser similares; aunque con el concreto se requiere un mayor trabajo para lograr los acabados en sus elementos máxime si se requiere dejar vistos, a diferencia del acero que únicamente requiere pintura todos sus elementos.

### **6.6.2. Valor de rescate**

La anticipación en el cronograma de operación de un edificio permite que la estructura metálica sea una opción ideal, ya que su montaje es relativamente rápido comparado con el proceso constructivo del concreto armado, el tiempo de ejecución es menor con la estructura metálica hasta en un 40%. Cuanto menor sea el tiempo de construcción será mejor para el inversionista, la rapidez en la construcción significa un pronto retorno de la inversión y es un factor muy relevante en la escogencia del sistema estructural para la construcción de un centro comercial; aunque existen proyectos como los edificios habitacionales, el tiempo de construcción puede ser compatible a la capacidad del desembolso de los compradores.

Dado que la ubicación del proyecto está en una zona de muy alta plusvalía donde las personas están dispuestas a pagar el costo alto por obtener un espacio de comercio, y el costo de la edificación no cambia con respecto a otras zonas de la ciudad, el inversionista ve una gran oportunidad de obtener un valor de rescato mayor en un tiempo menor en comparación en otras zonas, puede optar a evaluar el proyecto con diferentes aspectos no únicamente el económico.

### **6.6.3. Ciclo de vida del proyecto**

Es un factor poco común mencionado en el análisis de la escogencia de un sistema constructivo, la mayoría de las edificaciones son diseñadas para un mínimo de 40 años. Sin embargo, en el transcurso de este tiempo puede haber cambios circunstanciales en las necesidades del proyecto o una necesidad completa del mismo. Si este fuera el caso, la facilidad de desmontaje e instalación en otro sitio de la estructura metálica le da un mayor valor, ya que cambios totales

o parciales en la estructura de concreto esta debe ser demolida sin recuperar nada.

Aunque son casos aislados, donde se requiera en el transcurso del ciclo de vida del proyecto cambios parciales o totales del proyectos, debe ser evaluado y consultado con el inversionista desde el inicio de la planificación del proyecto para que se tome en cuenta en la escogencia del sistema constructivo.



## CONCLUSIONES

1. Se entiende que no existe un sistema constructivo mejor que otro, en el caso específico del concreto armado y acero estructural, ambos son de gran calidad, con grandes beneficios, y características especiales que los hacen únicos.
2. Ambos sistemas estructurales técnicamente son aceptados y diseñados por los ingenieros estructurales alrededor del mundo, algunas diferencias técnicas pueden ser que el acero puede obtenerse mayores luces con menor sección de sus elementos, así como también, que el acero es más resistente a sismos por la ductilidad de su naturaleza.
3. En la parte económica se podría indicar inicialmente que el concreto armado es más barato que el acero, sin embargo, evaluando con una metodología por medio de una licitación se podría obtener que al final del ciclo de vida de un proyecto, desarrollar el proyecto con la inversión inicial menor no nos garantiza un mejor valor de rescate.
4. Es importante evaluar los siguientes aspectos en una licitación costo, tiempo de ejecución, experiencia en proyectos similares, ciclo de vida del proyecto, valor de rescate.
5. La construcción con concreto armado puede resultar comúnmente de un 15% a 20 % más económico que construir con perfiles de acero estructural.

6. El tiempo de ejecución de un proyecto con acero estructural comúnmente en un 20% más rápido que construir con concreto armado.
7. Ambos sistemas estructurales poseen ventajas uno sobre el otro, así como, desventajas; para ello se debe hacer una evaluación optima del tipo de proyecto a realizar esto con el fin de elegir de manera adecuada el sistema constructivo a utilizar dependiendo la funcionalidad de dicho proyecto.

## RECOMENDACIONES

1. Antes de diseñar estructuralmente un proyecto el diseñador debe evaluar los sistemas constructivos disponibles, tomando en cuenta aspectos técnicos, económicos, arquitectónicos; para escoger de una manera profesional y en beneficio del inversionista.
2. Luego de elegir el sistema constructivo por utilizar, el desarrollador del proyecto debe realizar una licitación con el ánimo de optimizar las ofertas para desarrollar el proyecto, ya que en esta se pueden homologar los cuadros comparando el precio unitario de cada renglón de las empresas oferentes.
3. Para evaluar económicamente los sistemas constructivos para la construcción de un centro comercial el desarrollador del proyecto no debe tomar únicamente el precio menor de construcción del proyecto, ya que este dato puede no ser determinante a la hora de evaluar el ciclo de vida y el valor de rescate del proyecto.
4. Para construir un centro comercial en la ciudad de Guatemala, se puede elegir el sistema constructivo concreto armado o acero estructural, ya que ambos han sido utilizados y probados, sin embargo, al conocer la zona donde será construido el desarrollador del proyecto debe evaluar exhaustivamente la parte económica con los criterios del inciso anterior.



## BIBLIOGRAFÍA

1. Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica. *NSE 7.1 – Concreto reforzado*. Guatemala: AGIES, 2010. 38 p.
2. Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica. *NSE 7.5 – Estructuras de acero*. Guatemala: AGIES, 2010. 54 p.
3. Dirección Nacional de Servicios Académicos Virtuales. *Resistencia de Materiales*. Universidad Nacional de Colombia, 2011. 136 p.
4. FRÓMETA SALAS, Zenaida Paulette; DELÁS MAGDALEÓN, Francisco. *Influencia del carbono en las propiedades del acero para refuerzo de hormigón*. Universidad de Oriente, Santiago de Cuba, 2009. 178 p.
5. MENDOZA, Carlos. *Comparativo Concreto Vs Acero*. [en línea]. <<https://prezi.com/zyhuh4vquy6-/comparativo-concreto-vs-acero/>> [Consulta: enero 2018].
6. QUINTANAR, Juan. *Concreto y asfalto*. [en línea]. <<https://es.slideshare.net/jcquintanarp/concreto-y-asfalto>> [Consulta: diciembre 2017].

7. Revista ARQHYS. *Características del acero*. [en línea].  
<<https://www.arqhys.com/construccion/acero-caracteristicas.html>>  
[Consulta: enero 2018].
8. REYES, Roberto. *Introducción a las Estructuras de Concreto Reforzado*.  
Colombia: Ecomac construcciones 1995. 116 p.
9. ROJAS, Gustavo. *Ventajas y Desventajas del Uso de Acero en la Construcción*. [en línea].  
<<http://estructurasacero.blogspot.com/2007/06/ventajas-y-desventajas-del-uso-de-acero.html>> [Consulta: diciembre 2017].
10. SEVILLANO, Jania. *El concreto*. [en línea].  
<<http://batistadiana.blogspot.com/2014/09/hormigon-armado-resenahistorica-en.html>> [Consulta: diciembre 2017].