



BUAP

BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

Facultad de Ingeniería

Secretaría de Investigación y Estudios de Posgrado

**EVALUACIÓN COSTO-BENEFICIO DEL EMPLEO DE
CIMENTACIÓN A BASE DE ZAPATAS PREFABRICADAS DE
CONCRETO REFORZADO PARA CONSTRUCCIÓN DE NAVE
INDUSTRIAL TIPO AVÍCOLA**

TESIS

Para obtener el grado de:
**MAESTRO EN INGENIERÍA
CON OPCIÓN TERMINAL EN CONSTRUCCIÓN**

Presenta:

ING. CARLOS MIGUEL UC HERRERA

Director de tesis:

M.I. Francisco Martín Alonso Ruiz

Co-Director de tesis:

M.I. Juan Luis Castillo Pensado

Puebla, Pue.

Abril de 2019



BUAP

Oficio No. 0543/2019

C. Carlos Miguel Uc Herrera

Pasante de la Maestría en Ingeniería
con opción terminal en Construcción
Facultad de Ingeniería, BUAP.
Presente

Por medio del presente, el suscrito M.I. Fernando Daniel Lazcano Hernández, Director de la Facultad de Ingeniería, de acuerdo a su solicitud de aprobación de Tema de Tesis, le autoriza desarrollar el tema intitulado: **Evaluación costo-beneficio del empleo de cimentación a base de zapatas prefabricadas de concreto reforzado para construcción de nave industrial tipo avícola.** Para obtener el grado de Maestro en Ingeniería con opción terminal en Construcción. Asignándose como Director al M.I. Francisco Martín Alonso Ruiz y Co-Director al M.I. Juan Luis Castillo Pensado.

Sin otro particular de momento, reciba un cordial saludo.

Atentamente

"Pensar bien, para vivir mejor"

H. Puebla de Zaragoza, febrero 9 de 2019.


M.I. Fernando Daniel Lazcano Hernández

Director

C.c.p. M.I. Francisco Martín Alonso Ruiz y M.I. Juan Luis Castillo Pensado, Director Co-Director del Tema de Tesis.

C.c.p. Archivo

ABH/CBM/sco*



Puebla, Pue. A 15 de Marzo de 2019

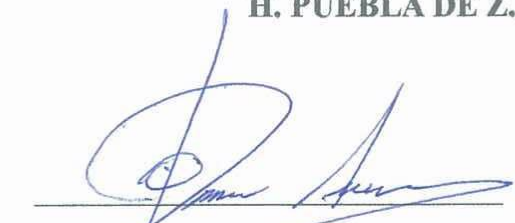
M.I. Fernando Daniel Lazcano Hernández
Director de la Facultad de Ingeniería
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

Los que suscriben, **M.I. Francisco Martín Alonso Ruíz** y **M.I. Juan Luis Castillo Pensado** asesores del tema de tesis denominado “**Evaluación costo-beneficio del empleo de cimentación a base de zapatas prefabricadas de concreto reforzado para construcción de nave industrial tipo avícola**”, presentado por el Ingeniero Civil Carlos Miguel Uc Herrera, pasante de la Maestría en Ingeniería, opción terminal en construcción y en relación al oficio de autorización de tema de tesis No. 0543/2019, me permito informar a usted que después de haber revisado la tesis correspondiente, no existe inconveniente alguno en autorizar la impresión de la misma ya que cumple con el formato establecido por el Reglamento de Titulación de la Secretaría de Investigación y estudios de Posgrado de la Facultad

Lo anterior lo hago de su conocimiento para los efectos legales a que haya lugar.

ATENTAMENTE

H. PUEBLA DE Z., A 15 DE MARZO DE 2019



M.I. Francisco Martín Alonso Ruíz
Director de tesis



M.I. Juan Luis Castillo Pensado
Codirector de tesis

C.c.p. Mesa de exámenes profesionales

C.c.p. Interesado

INDICE DE CONTENIDO

INTRODUCCION

Introducción	1
Objetivo general	2
Objetivos específicos	2
Planteamiento de la hipótesis	3
Metodología	3
Variables	4

CAPITULO 1- Antecedentes

1.1- Historia de los prefabricados	5
1.1.1.- Los prefabricados en Europa	9
1.1.2.- Los prefabricados en México	10
1.2- Conceptos básicos del concreto presforzado y prefabricado.....	14
1.2.1.- Generalidades	14
1.2.2.- Materiales	17
1.1.3.- Tipos de prefabricados de concreto en la construcción y sus aplicaciones	19
1.3- Transporte y montaje	24
1.4- Aspectos financieros y de costos de una obra prefabricada	32
1.5- Cimentaciones prefabricadas	34
1.6- Prototipo de cimentación empleado (caso de estudio)	38
1.6.1.- Planos y detalles	38
1.6.2.- Análisis de costos de prototipo	41
1.6.3.- Propuesta de prefabricación del prototipo	44

2.- CAPITULO 2- Análisis costo beneficio (teoría y aplicación)	49
2.1- Tipos de análisis de costo - beneficio (proyectos públicos y proyectos privados)	51
2.2- Metodología del costo - beneficio	59
2.3.- Cálculo de indicadores económicos	66
2.4.1- Cálculo del valor presente neto (VPN)	66
2.4.2- Cálculo de la tasa interna de retorno (TIR)	67
2.4.3.- Cálculo de la tasa de rentabilidad inmediata (TRI)	71
3.- CAPITULO 3- Aplicación del caso de estudio	73
3.1- Consideraciones generales	73
3.2- Características particulares del caso de estudio	75
3.3.- Presupuesto de construcción con sistemas tradicionales	77
3.4.- Presupuesto de construcción con sistemas prefabricados	80
3.5.- Evaluación financiera (cálculo de VPN, TIR, TRI)	85
4.- CAPITULO 4- Lineamientos para la presentación de estudios costo – beneficio del caso de estudio	93
4.1- Lineamientos del costo- beneficio	93
4.2- Etapas y formatos para la presentación del costo – beneficio	100
4.3- Presentación formal del caso de estudio	104
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	118
REFERENCIAS	121
ANEXOS	123

EVALUACIÓN COSTO-BENEFICIO DEL EMPLEO DE CIMENTACIÓN A BASE DE ZAPATAS PREFABRICADAS DE CONCRETO REFORZADO PARA CONSTRUCCIÓN DE NAVE INDUSTRIAL DE TIPO AVÍCOLA.

Introducción

En nuestro país los métodos constructivos a base de la prefabricación se han visto favorecidos con la producción en serie de los mismos y su aplicación en numerosos tipos de construcción como es el caso de viaductos, puentes vehiculares, puentes peatonales, tanques de almacenamiento, cimentaciones y techumbres en naves industriales, losas de entrepiso y azotea, en viviendas de interés social e interés medio, edificios de oficinas y centrales de abasto, entre otros.

La elección del sistema constructivo más adecuado es un aspecto necesario para lograr eficiencia y calidad en el proceso y ejecución de la obra a realizarse, esto a la vez de cubrir las necesidades y requerimientos solicitados por el cliente.

No obstante, los procedimientos convencionales y artesanales que se continúan aplicando actualmente en la industria de la construcción para grandes obras civiles forman parte de los principales sistemas constructivos que por tradición se han transmitido de generación en generación con muy pocos cambios a pesar de los años, es por ello que surge la necesidad de

buscar alternativas que sean de factible aplicación y en función a la necesidad demandada por el proyecto.

Es por ello que el planteamiento de la presente tesis se centrará en el análisis costo beneficio de un sistema prefabricado en comparación de un sistema de construcción tradicional, en ambos casos para la etapa de cimentación de naves industriales de tipo avícola a base de zapatas aisladas de concreto reforzado para marcos de acero. Ello con motivo de que al analizar los parámetros y resultados de medición de dicho análisis se obtengan valores que sirvan como indicadores para el caso de estudio.

Objetivo general

Evaluar el costo-beneficio del empleo de zapatas aisladas prefabricadas de concreto reforzado para la construcción de cimentaciones de naves industriales de tipo avícola en el Estado de Yucatán.

Objetivos específicos

1.- Comparar los costos y tiempos de ejecución de la construcción de cimentaciones de una nave industrial, entre un sistema constructivo tradicional y un sistema constructivo prefabricado.

2.- Demostrar la factibilidad de aplicación de un sistema prefabricado en la etapa de cimentación de una nave industrial mediante la aplicación de métodos de análisis como el valor presente neto (VPN), tasa interna de retorno (TIR) y tasa de rentabilidad inmediata (TRI).

3.- Explicar y enumerar, paso a paso, el formato para presentación de un estudio de análisis costo beneficio para proyectos de inversión privada.

4.- Exponer el caso de estudio para promover el empleo de sistemas de construcción prefabricados en la etapa de cimentación, aplicables a proyectos similares.

Planteamiento de la hipótesis

Con la aplicación de los métodos de análisis del valor presente neto y la tasa interna de retorno se evaluará y demostrará la factibilidad de la utilización de sistemas prefabricados en comparación con el empleo de sistemas de construcción tradicionales, en ambos casos aplicables a la etapa de cimentación en la construcción de una nave industrial de tipo avícola en el Estado de Yucatán.

Metodología

La metodología a emplearse en la presente tesis será de carácter explicativo, estableciendo la relación entre variables dependientes e independientes que intervienen en la evaluación costo beneficio presentada para el caso de estudio mediante la aplicación de los métodos de análisis de VPN (valor presente neto), TIR (tasa interna de retorno) y TRI (tasa de

rentabilidad inmediata). El aporte de la presente investigación será generar un texto guía para el caso de análisis de proyectos similares, a la par de promover la utilización de sistemas de construcción a base de la prefabricación en la etapa de cimentación de obras de tipo industrial.

Variables

Las variables que intervendrán en el desarrollo de la presente tesis serán tanto de carácter dependiente como independiente, como se ilustra a continuación:

Tabla 1. Tipos de variables de la presente tesis.

Variable dependiente	Cálculo de indicadores económicos (VPN, TIR, TRI)
	Alcance, costo, tiempo
Variable independiente	Evaluación costo-beneficio

Fuente: Elaboración propia.

ANTECEDENTES

1.1.- Historia de los Prefabricados

Al realizar un recorrido a lo largo de la historia se pueden encontrar distintos referentes de la prefabricación, reconociendo en cada uno el propósito de la sociedad de optimizar los procesos productivos disponibles según la época de que se trate. Desde el comienzo de la civilización en las primeras edades en las que se clasifica nuestra historia, en cada época se identifican los materiales utilizados y la evolución de la prefabricación a través de los tiempos.

Figura 1. Cueva de la prehistoria



Fuente: El confidencial (2015), Una gran migración cambió a los europeos y sus lenguas.

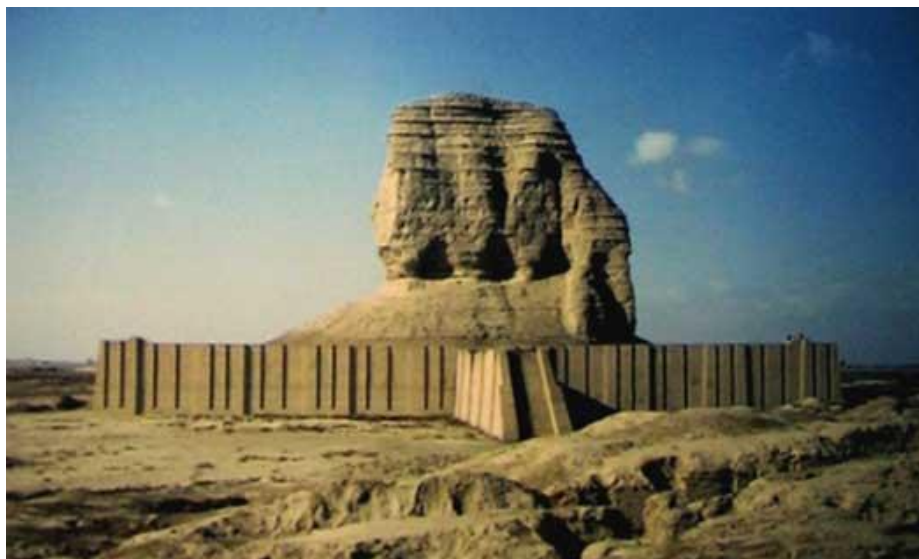
Recuperado de https://www.elconfidencial.com/sociedad/2015-03-02/una-gran-migracion-cambio-a-los-europeos-y-sus-lenguas_720741/

Iniciando por la edad de piedra (100,000 – 50,000 años) donde se utilizaban cuevas y viviendas temporales (figura 1), se cree que los primeros orígenes del concreto datan del año 7000 a.C. para la construcción de la antigua Babilonia (figura 2), pasando por las monumentales

construcciones con bloques de piedra de la antigua Egipto (5500 a.C. ~ 31 a.C., figura 3), seguida por las construcciones creadas por los griegos (900 a.C ~ siglo I d.C., figura 4), los Romanos (509 a.C ~ siglo IV d.C., figura 5), y como ejemplo en México en la península de Yucatán, la construcción de Chichen Itzá (siglo XII d.C., figura 6).

El origen de la prefabricación, entendida como la aplicación de procesos industriales a la construcción, se sitúa hasta mediados del siglo XVIII impulsada por el nacimiento de la revolución industrial. No obstante, en cuanto a la combinación de los materiales (concreto, acero) y la técnica (prefabricación) el concepto de concreto prefabricado es aún una forma de construir joven, tomando en consideración que su mayor desarrollo ha sido durante la segunda mitad del siglo XX.

Figura 2. Torre de Babel, antigua Babilonia.



Fuente: Eranos (2007), Un sereno viaje a través del ser humano, la vida y el mundo. Recuperado de <http://eranos.blogspot.com/2007/10/la-torre-de-babel.html>

Figura 3. Pirámide de Keops, Guiza Egipto.



Fuente: Wikipedia (2005), Gran pirámide de Guiza. Recuperado de https://es.wikipedia.org/wiki/Gran_Pir%C3%A1mide_de_Guiza

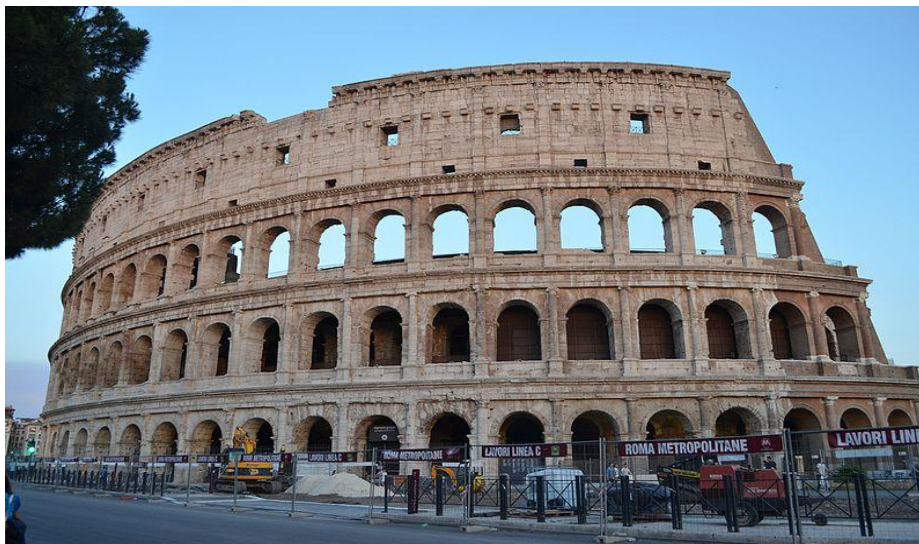
Figura 4. Atenas, Grecia.



Fuente: Mis lugares favoritos (2015), la gente y sus costumbres, los colores, los olores y las nuevas sensaciones, son algunas de las razones por las que mi pasión es viajar.

Recuperado de <http://mislugaresfavoritosjbt.blogspot.com/2015/03/la-acropolis-de-atenas-la-roca-sagrada.html>

Figura 5. Coliseo romano, Roma, Italia.



Fuente: Wikipedia (2016), Colosseum. Recuperado de [https://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Colosseum_\(189\).jpg](https://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Colosseum_(189).jpg)

Figura 6. Pirámide de Kukulcán, Tinum, Yucatán.



Fuente: Wikipedia (2013), Pirámide de Kukulcán. Recuperado de https://es.wikipedia.org/wiki/Chich%C3%A9n_Itz%C3%A1#/media/File:Pir%C3%A1mide_de_Chich%C3%A9n_Itz%C3%A1_-_1.jpg

1.1.1 Los prefabricados en Europa

Con la llegada de la primera revolución industrial situada en los años de 1840 en países de Europa como la Gran Bretaña, fue cuando se empezó a vislumbrar la posibilidad de industrializar la construcción; como ejemplo de esto se cuenta con la construcción de puentes y cubiertas de hierro fundido (mismo material que posteriormente sería empleado para la construcción de columnas y vigas para edificaciones).

Propiamente la industrialización de la construcción, que se inició a principios del siglo XIX, como resultado de un proceso económico- social, que tiene como finalidad el abatimiento de los costos y el aumento de la producción por medio de la racionalización y mecanización de los trabajos. Por mencionar algunos hitos de ésta época, nombres como Joseph Monier (prefabricados para jardinería, 1849), John Board, (Castle House, 1851), William Wilkinson, (concreto reforzado, 1854), Eduard Potter (patente de concreto prefabricado, 1889), Edmond Coignet (primeras viguetas prefabricadas, 1889), resultaron ser ingenieros que vislumbraron en el concreto una alternativa idónea a la piedra natural.

Pero no fue sino hasta el siglo XX que se comenzó a usar el concepto moderno de prefabricación, ello debido en gran medida a la necesidad de optimización de recursos para la construcción masiva de viviendas a través de sistemas industrializados, provocado por la devastación de la segunda guerra mundial en países de Europa como Francia (Banlieu de París), Alemania (los nuevos barrios de Berlín) y también en aquellos de Europa del Este en los que se

generalizó la aplicación de la prefabricación pesada de carácter cerrado, con base a paneles de concreto armado.

En 1928, el ingeniero civil y estructurista Eugene Freyssinet presenta la primera patente sobre concreto reforzado. Este concepto trajo una revolución en la forma de construir de esa fecha en adelante, y atribuyéndole al ingeniero Freyssinet el mote de “padre del concreto reforzado”.

Debido a las características especiales de la construcción, desde entonces en este campo se han tenido que vencer ciertos obstáculos y su proceso se ha atrasado con respecto de otras industrias, continuándose la evolución de la prefabricación hasta la actualidad.

1.1.2 Los prefabricados en México

La prefabricación es un medio técnico de gran importancia dentro del campo de la construcción cuyo significado básico es producir elementos en un lugar distinto al de su posición final en una estructura.

En México las nuevas técnicas se empezaron a utilizar en 1927, cuando el ingeniero Rebolledo empleó en la construcción del hotel Regis vigas prefabricadas de concreto armado. De esa fecha a la actualidad la prefabricación se fue consolidando poco a poco. En un inicio las técnicas eran copiadas de otros países, pero con el tiempo empezaron a surgir empresas especializadas en prefabricación. Esta consolidación ocurrió en los años sesenta y principios de los setenta (Dircio, 1998).

Sin embargo, el progreso logrado se vio limitado y a su vez postergado por las políticas gubernamentales, que no quisieron hacer uso de la prefabricación en los proyectos de gobierno, debido a que se pensó que como todos los procesos de industrialización traería como consecuencia la desocupación de muchos trabajadores de esta industria, sobre todo los de menor preparación

En la actualidad en nuestro país uno de los principales problemas que existen al momento de desarrollar una obra civil para las diferentes industrias relacionadas con la construcción sigue siendo que dichas obras se continúan realizando de manera tradicional a pesar de los diferentes sistemas constructivos que durante las últimas cuatro décadas han incursionado y desarrollado en México. En México la construcción industrializada no se debe considerar como sustituta de la tradicional; sino que ambas formas deben coexistir y ofrecer soluciones alternativas, según sean los requerimientos de cada proyecto.

Figura 7. Hotel Regis, ciudad de México.



Fuente: La saga (2017), tras los rastros del 19/09/85: la Ciudad de México en el sismo.
Recuperado de <https://la-saga.com/actual/tras-los-rastros-del-19091985-como-era-la-ciudad-antes-del-sismo/>

El resultado de lo expuesto en el párrafo anterior es que sólo 2 por ciento de lo que se construye en México se realiza con prefabricados, mientras que en Europa este tipo de construcción llega casi a 50 por ciento. Una de las razones de esta diferencia es que, mientras en los países europeos el costo de la mano de obra es elevado –lo cual impulsa el empleo de técnicas mecanizadas para reducirlo–, en México ocurre lo contrario –el disponer de una mano de obra abundante y barata provoca el empleo generalizado de sistemas tradicionales de construcción (Dircio, 1998).

Según estimaciones de la ANIPPAC (Asociación Nacional de industriales del prefuerzo y la prefabricación, A.C.), en 2004 sólo 2% de la construcción del país correspondía al mercado de prefabricado, hoy es de 30% (Marti, 2015). La penetración de prefabricados de concreto crece rápidamente, pudiéndose atender diferentes divisiones de proyectos como:

- Productos de alta producción o de línea (trabes AASHTO, cajón, etc...)
- Edificación
- Infraestructura
- Naves industriales
- Edificación comercial
- Proyectos especiales

Ejemplo de ello es Alpha, filial de GEO, que ha instalado en México tres plantas donde fabrica paneles sólidos de concreto con un proceso 90% automatizado, para la construcción de hasta 45,000 casas anuales, cuyos muros, techos, cableado eléctrico y tuberías hidrosanitarias se fabrican e instalan fuera de obra.

Finalmente, esto lleva a pensar que en México los constructores no se preocupan por conocer nuevas tecnologías constructivas ya que disponen de una mano de obra barata y casi esclavizada que satisface sus necesidades de construcción hasta ahora. Uno de los fines de la industrialización es proporcionar a los trabajadores un salario que les permita un nivel de vida aceptable. Nuestro país nos impone grandes retos en lo que a construcción se refiere. La construcción industrializada es una alternativa que implica para nosotros, ingenieros y arquitectos, la necesidad de conocer e involucrarnos con estas nuevas tecnologías y adaptarlas a nuestras necesidades y recursos.

1.2 Conceptos básicos del concreto prefabricado

1.2.1.- Generalidades

La prefabricación para lograr sus propósitos basa su desarrollo en procesos de tipo industrial (obteniendo buenos acabados, dimensiones acorde al proyecto, así como otros requerimientos); mientras que la industrialización es el enfoque del proceso de manufactura masiva a través del cual por el uso de tecnología se obtiene eficiencia y calidad del producto. Tanto es así que prefabricación e industrialización juegan en el mismo campo y enfocan a un objetivo en común: reducir los tiempos de producción.

La definición de concreto prefabricado se podría entender como una pieza previamente manufacturada fuera de su lugar definitivo de instalación o montaje en una obra, obteniéndose un elemento que cumple con las especificaciones requeridas por ACI (American Concrete Institute), PCI (Precast/Prestressed Concrete Institute) y reglamentaciones de construcción nacionales, estatales y locales en vigor (reglamento de construcción del Distrito Federal y sus normas técnicas complementarias, publicadas el pasado 15 de Diciembre de 2017 en la gaceta oficial de la ciudad de México).

Los prefabricados de concreto pueden ser de varios tipos, siendo los comúnmente empleados descritos a continuación:

a) Concreto armado con acero de refuerzo, donde los materiales mas utilizados son la malla electrosoldada de alta resistencia o bien varilla corrugada de acero de acuerdo al diseño de la pieza a fabricar, siendo dichos elementos reforzados de manera “tradicional”.

b) Concreto pre-esforzado (pretensado y/o postensado), utilizando filamentos de alta resistencia que se comportan como “tendones musculares” dentro de la estructura del concreto; El concreto pre-esforzado es aquel en el cual han sido aplicados esfuerzos internos de tal magnitud y distribución, que los esfuerzos resultantes debido a cargas externas, son contrarrestados a un grado deseado y acorde al diseño solicitado por el cliente. Dentro de este tipo de prefabricados, el *concreto pretensado* es aquel en cuya fabricación los tendones se tensan antes del colado del elemento, en tanto que el *concreto postensado* los tendones se tensan posterior al colado del concreto cuando éste ya ha adquirido cierta resistencia.

El concreto prefabricado representa una manera inteligente e industrializada para construir diversos tipos de edificaciones cubriendo las necesidades de las piezas requeridas con una alta calidad y permitiendo la ejecución de cada etapa de la obra en un corto período de tiempo y de manera rentable y segura, acorde al cronograma del proyecto.

A continuación, se resumen las ventajas y desventajas de la utilización de sistemas constructivos a base de elementos prefabricados de concreto:

Tabla 2. Ventajas y desventajas de los sistemas prefabricados de concreto

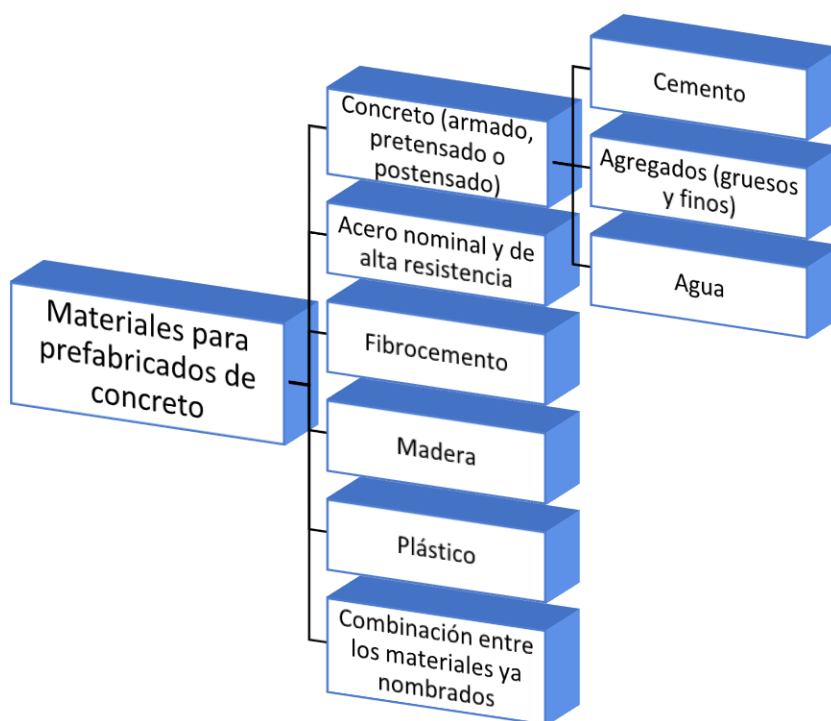
Ventajas	Desventajas
Rapidez de producción	Inversión de equipos especializados
Flexibilidad de diseño	Juntas entre elementos estructurales
Ahorro de materiales de construcción	Supervisión del proceso
Reducción de desperdicios de construcción	Programación del proceso
Control de producción	Aspectos estructurales
Bajo mantenimiento	Aspectos económico-financieros
Seguridad y calidad de procesos de producción	Equipo especializado de montaje
Economía en mano de obra	Acopio de producción
Facilidad de transporte y montaje	Limitación industrial de producción

Fuente: elaboración propia.

1.2.2 Materiales

Para iniciar cualquier proceso de producción se requiere de materia prima para la elaboración del producto (Reinoso Angulo Eduardo, 2000). Las estructuras prefabricadas y sus miembros componentes a los que se refiere la presente tesis son los que a continuación se enlistan:

Figura 8. Tipos de materiales para construcción de prefabricados de concreto



Fuente: elaboración propia

Algunas consideraciones en cuanto al manejo de los materiales en una planta de fabricación se pueden resumir en los siguientes puntos:

- a) Los agregados deben de manejarse y almacenarse de tal forma que aseguren la uniformidad en su granulometría y humedad.
- b) Evitar que se mezclen los diferentes tipos de agregados, separándolos por paredes o a una distancia razonablemente amplia entre ellos.
- c) El agregado fino deberá manejarse húmedo, para minimizar que los finos se separen por acción del viento.
- d) Cuando se usa cemento a granel deberá almacenarse en silos sellados contra el agua, humedad y contaminantes externos. Los silos deberán de vaciarse completamente por lo menos una vez al mes para evitar que el cemento se compacte.
- e) El cemento en bolsa deberá almacenarse en pilas sobre paletas de madera que eviten el contacto con la humedad y permitan la circulación del aire.
- f) Para los aditivos y pigmentos cada fabricante especifica la forma de almacenarlos. Seguir las indicaciones del fabricante asegurará el buen funcionamiento y durabilidad del producto.
- g) El acero (nominal y de pre-esfuerzo) deberá almacenarse en lugares cubiertos o protegerlos con cubiertas impermeables para evitar la corrosión.

1.2.3 Tipos de prefabricados de concreto en la construcción y sus aplicaciones

Diversos autores sobre elementos prefabricados han aportado su propia clasificación sobre éstos elementos, todos coincidiendo en clasificarlos de acuerdo a su peso y dimensiones, según el material del prefabricado, o bien una combinación entre ambas; para efecto de la presente tesis a continuación se ilustra una clasificación propia de acuerdo al uso que se les dará a las piezas prefabricadas:

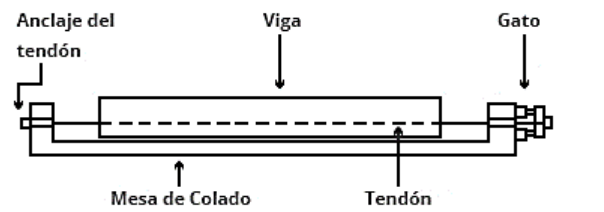
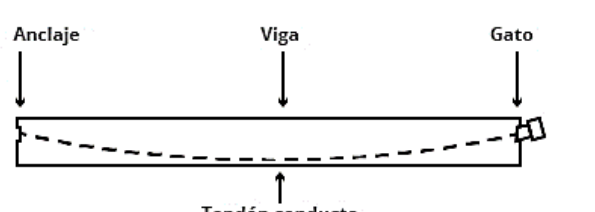
Tabla 2. Clasificación de elementos prefabricados de concreto, de acuerdo al uso del prefabricado.

Elemento simple	Prefabricado que no lleva ningún tipo de refuerzo, es un elemento de concreto como si fuera una losa siendo de dimensiones menores a los de otros elementos prefabricados.
Elemento reforzado	Pieza a la que se le aplica esfuerzos internos, a fin de reducir los esfuerzos potenciales de tensión derivados de las cargas que resulten en dicho concreto.
Elemento pretensado	Método de pre-esfuerzo en el cual los cables se tensan antes de la colocación del concreto.
Elemento postensado	Método de pre-esfuerzo en el cual se tensan los cables de refuerzo después de que el concreto haya adquirido cierta resistencia.
Elemento pre-esforzado parcial	Permite esfuerzos controlados de tensión en el concreto cuando se aplica la carga de servicio.

Fuente: elaboración propia.

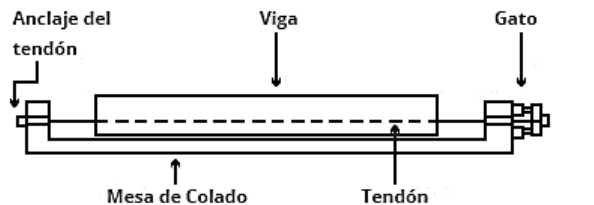
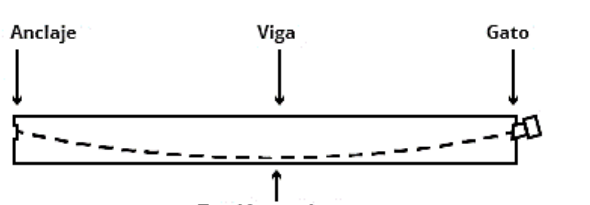
Se explica a continuación la diferencia de procedimientos constructivos, características particulares de fabricación y usos comunes entre los sistemas prefabricados de concreto pretensado y postensado (Tabla 3):

Tabla 3. Diferencias entre procesos constructivos del concreto pretensado y postensado.

PRETENSADO	POSTENSADO
	
PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO	
<p>Su fabricación se realiza en una mesa colando donde los tendones son tensados entre apoyos rígidos. Después, se vacía el concreto y una vez fraguado se liberan los anclajes. Esta tensión se transfiere al concreto por adherencia y efecto de cuña en los extremos libres, quedando así comprimido el elemento.</p>	<p>Para su construcción, se colocan unos ductos flexibles de acero en el interior del elemento y de extremo a extremo. Estos ductos son llamados “vainas” y contienen los tendones. Después, se coloca el concreto y una vez que ha endurecido, se aplica el gato que dará la tensión a los cables. Estos cables se sujetan mediante un anclaje mecánico que impide su regreso, produciendo así un elemento pre-esforzado.</p>

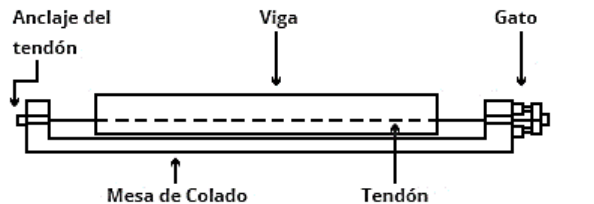
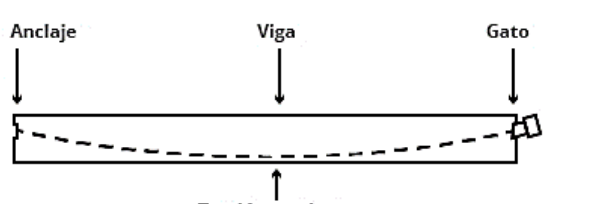
Fuente: Hercab (2016), todo sobre el concreto presforzado: ¿Qué es, cómo funciona y cuáles son sus ventajas? Recuperado de <http://blog.hercab.com/todo-sobre-el-concreto-presforzado-que-es-como-functiona-y-cuales-son-sus-ventajas>

Tabla 3. Diferencias entre procesos constructivos del concreto pretensado y postensado.

PRETENSADO	POSTENSADO
	
CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DE FABRICACIÓN	
Pieza prefabricada (producción en serie)	Piezas coladas en sitio principalmente
El presfuerzo se aplica antes que las cargas	Se aplica el presfuerzo después del colado
El anclaje se da por adherencia	El anclaje requiere de dispositivos mecánicos
La acción del presfuerzo es interna	La acción del presfuerzo es externa
El acero tiene trayectorias rectas generalmente	La trayectoria de los cables puede ser recta o curva
Las piezas son generalmente simplemente apoyadas	La pieza permite continuidad en los apoyos (elemento hiperestático)
Se utilizan moldes e instalaciones	Se requiere dejar ductos ahogados y ubicados según las trayectorias de cálculo.
USOS MAS COMUNES DE PREFABRICADOS PRESFORZADOS	
Trabes de puentes y edificios, losas extruidas, viguetas, losas T, TT y TTV	Dovelas y trabes para puentes, losas con presfuerzo bidireccional, diafragmas de puentes, vigas hiperestáticas

Fuente: Hercab (2016), todo sobre el concreto presforzado: ¿Qué es, cómo funciona y cuáles son sus ventajas? Recuperado de <http://blog.hercab.com/todo-sobre-el-concreto-presforzado-que-es-como-funciona-y-cuales-son-sus-ventajas>

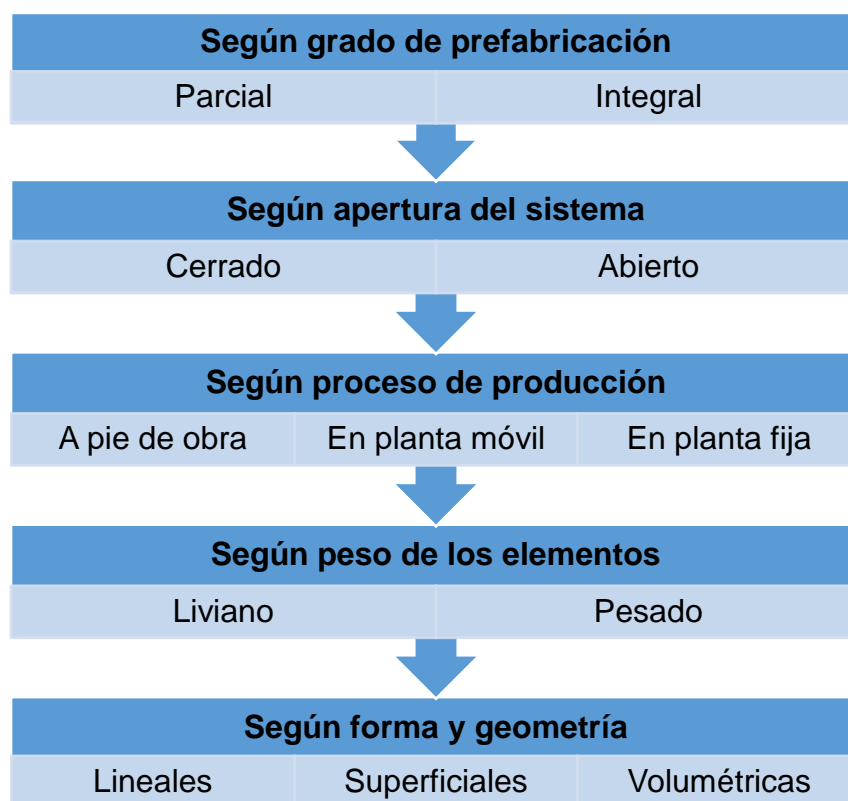
Tabla 3. Diferencias entre procesos constructivos del concreto pretensado y postensado.

PRETENSADO	POSTENSADO
 <p>Anclaje del tendón</p> <p>Viga</p> <p>Gato</p> <p>Mesa de Colado</p> <p>Tendón</p>	 <p>Anclaje</p> <p>Viga</p> <p>Gato</p> <p>Tendón conducto</p>
VENTAJAS	
Mayor rapidez de fabricación (producción a gran escala)	El proceso de transporte es más sencillo (colado en sitio)
No requiere de ductos ni de inyección de mezclas de cemento, arena y agua.	Se cubren claros más grandes
Mayor calidad de los elementos (las condiciones de fabricación, mano de obra, equipos y materiales son perfectamente controlados durante todo el proceso)	Es posible hacer un retesado de los cables
Mayor riesgo de contaminación de los materiales (el proceso se lleva a cabo en un taller con un ambiente controlado)	-

Fuente: Hercab (2016), todo sobre el concreto presforzado: ¿Qué es, cómo funciona y cuáles son sus ventajas? Recuperado de <http://blog.hercab.com/todo-sobre-el-concreto-presforzado-que-es-como-funciona-y-cuales-son-sus-ventajas>

Cabe mencionar que muchos autores sobre el tema de prefabricados han desarrollado su propia clasificación sobre los prefabricados, compartiendo el mismo criterio; por dar a conocer una de esas clasificaciones, se ejemplifica en la figura 9 dicha clasificación:

Figura 9. Clasificación general de los prefabricados, acorde a varios autores.



Fuente: elaboración propia.

1.3 Transporte y montaje

Una vez que se ha elegido el proceso constructivo a utilizar en un proyecto, es necesaria la correcta evaluación del transporte a emplearse para el traslado de las piezas prefabricadas. En gran medida, del resultado de esta evaluación se decide si los elementos serán fabricados en planta fija, en planta móvil o a pie de obra.

La incidencia del costo del transporte en el costo total de la obra es directamente proporcional a la distancia por recorrer y a la complejidad del flete. En condiciones normales, es aceptable que una obra que esté a menos de 350 km tenga un costo por transporte del 10 al 20 por ciento del costo total de los prefabricados (Reinoso Angulo Eduardo, 2000). En éste punto es importante mencionar que las condiciones de acceso a la obra y el área y medio de descarga de las piezas prefabricadas juegan un papel importante, pudiendo incrementar el costo del flete en un mayor porcentaje al ya mencionado, esto debido a necesidades de acopio tanto en la planta de producción como en sitio de la obra donde serán instaladas dichas piezas prefabricadas.

Generalmente el transporte de los elementos prefabricados en planta para determinada obra, se efectúa en equipos de transporte ordinario y de transporte especializado (mayormente, por exceso de dimensiones), siendo necesario que éstos últimos tengan registro ante la Secretaría de comunicaciones y transportes. Algunos de esos transportes son:

- a) Tractocamión (T)
- b) Semiremolque (S)
- c) Remolque (R)
- d) Módulo direccional de “n” ejes (M)
- e) Patín delantero y patín trasero
- f) Grúa industrial (GI)
- g) Unidad piloto (UP)
- h) Combinaciones de los transportes antes descritos

Figura 10. Transporte de zapata prefabricada con tractocamión.



Fuente: Mundo del hormigón (2018), transporte de zapatas prefabricadas. Recuperado de https://twitter.com/Mundo_Hormigon/status/1069620333848813570

Figura 11. Transporte tipo módulo direccional de 6 ejes.



Fuente: Annipac (2017), edificios prefabricados. Recuperado de http://www.imcyc.com/50/simposi09/empresa_organismo/mesa4/M4_AnippacGarcia.pdf

Figura 12. Transporte tipo patín trasero.



Fuente: (Reinoso Angulo Eduardo, 2000), Manual de diseño de estructuras prefabricadas y presforzadas, , página 111.

Al momento de analizar la elección del transporte adecuado es ampliamente recomendable tomar en cuenta el programa de fabricación y de montaje de la estructura en cuestión, con la finalidad de no generar retrasos entre ambas programaciones y evitar el envío de piezas que no se requieran en ese momento, y que evidentemente no se tengan repercusiones en cuanto a los aspectos de tiempo y costo de la obra.

El montaje en obra de un elemento prefabricado se entiende como el proceso mediante el cual se ensamblan los elementos entre sí ejecutándose las conexiones necesarias; se conoce que en las obras prefabricadas, el montaje representa entre 10 y 30 por ciento del costo total de la obra (Reinoso Angulo Eduardo, 2000). En términos generales, mientras mayor sea el volumen de la obra, menor será el costo relativo del montaje.

Se debe también considerar que los equipos de montaje pudieran ser especializados y de gran capacidad según las necesidades del proyecto, debido a lo cual pueden tener costos horarios elevados, por lo que resulta de vital importancia una buena planeación de todas las actividades.

Se recomienda que adicionalmente a la colocación de las piezas prefabricadas en su lugar también exista una adecuada comunicación entre el proyectista, el estructurista y ser posible con la empresa que se encargue de la fabricación de la pieza, para tomar las decisiones preliminares al montaje.

De igual modo se debe prestar mucha atención al tipo de unión que tendrán los elementos prefabricados que intervendrán en la estructura en cuestión, dado que las uniones de elementos

prefabricados son de importancia relevante tanto en su diseño como en su cálculo. Para que el montaje sea el adecuado a la necesidad del proyecto es necesario conocer el tipo de piezas que se utilizarán en la estructura, (por las diferentes geometrías que se puedan tener), variando su comportamiento estructural cuando se encuentran sujetos a la grúa de montaje.

Factores tales como la altura a la que será montado el elemento prefabricado, su peso y dimensiones son los que básicamente definen la elección de la grúa adecuada para el montaje de la pieza. Dentro del equipamiento comúnmente empleado para montaje de elementos prefabricados de concreto podemos mencionar:

- 1) Pequeña capacidad
 - a) Malacates
 - b) Gatos hidráulicos
 - c) Pórticos
- 2) Mediana y gran capacidad
 - a) Grúa hidráulica telescópica o ti
 - b) Grúa hidráulica estructural o de celosía

Figura 13. Malacate para maniobras de construcción.



Fuente: Equisella (2019), portafolio de productos y servicios. Recuperado de <http://www.equisella.com/portafolio/13.jpg>

Figura 14. Pórtico de gran capacidad para montaje de prefabricados



Fuente: Txcrane (2019), grúa de pórtico de planta prefabricada. Recuperado de <http://www.cngantrycrane.com/gantry-crane/double-girder-gantry-crane/precast-plant-gantry-crane.html>

Figura 15. Grúa telescópica para montaje de elementos prefabricados.



Fuente: Sennebogen (2019), canal construction: lifting and placing canal construction components. Recuperado de <https://www.sennebogen.com/en/industries/structural-and-civil-engineering.html>

Figura 16. Grúa estructural o de celosía.



Fuente: IMC México (2019), grúas link-belt 298HSL usada

<https://www.imcmexico.com.mx/catalogo-de-gruas-link-belt-298hsl-1519769443010934>

Las condiciones del sitio y del suelo a menudo se ignoran y son parcialmente responsables de muchos accidentes (Reinoso Angulo Eduardo, 2000). La construcción de la nave industrial que es objeto de la presente tesis se efectúan a menudo suelos vírgenes sin capacidad de soportar materiales y equipos, con accesos inadecuados. Ignorar estos hechos puede resultar costoso.

Es por tanto necesario para la etapa de cimentación, objeto de la presente tesis, tomar las siguientes previsiones para el montaje de los elementos prefabricados:

- a) Preparación adecuada de caminos de acceso y almacenamiento
- b) Espacio suficiente para armado, extensión y desarmado de pluma
- c) Barricadas y señalamientos colocados para evitar la entrada de cualquier persona a la zona de riesgo cerca y especialmente detrás de la grúa
- a) Que las piezas almacenadas temporalmente estén adecuadamente estibadas en sus puntos de apoyo de acuerdo al diseño

1.4.- Aspectos financieros y de costos de una obra prefabricada

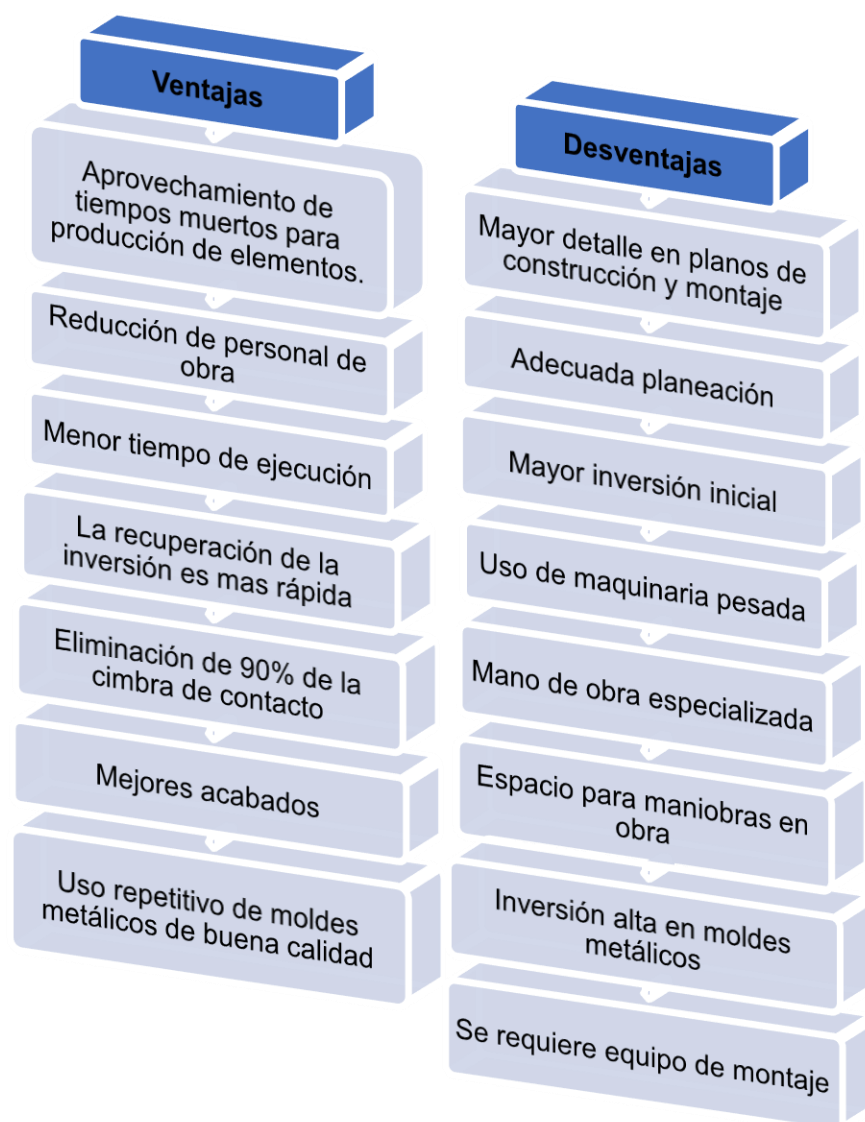
Como ya se ha mencionado en párrafos anteriores, factores tales como el costo y tiempo son de suma importancia para la elaboración de una obra prefabricada. De igual modo al unir los aspectos financieros y de costos de una obra de ésta índole son decisivos para elegir el adecuado procedimiento constructivo de un proyecto.

El aspecto financiero está en función del tiempo de ejecución, costo del dinero de inversión, tiempo para recuperarla; costo de las horas hombre en traslados y se deduce que el tipo de obra más rentable siempre será la prefabricada, ya sea simplemente reforzada, pretensada o postensada.

En este sentido vale la pena mencionar las ventajas y desventajas derivadas de este tipo de construcción, en aspectos financieros y de costos (figura 17).

Para el caso específico de la presente tesis, al tratarse de la construcción de la cimentación de una nave industrial tipo avícola a base de zapatas prefabricadas y marcos de acero estructural, los aspectos financieros y de costos de importancia relevante serán sin duda la reducción de personal en obra, menor tiempo de ejecución, eliminación de cimbra de contacto (madera) en obra y aprovechamiento de tiempos muertos; lo anterior sin descuidar el detalle de los planos de construcción y montaje, la inversión inicial, el uso del equipamiento necesario para transportación y montaje y la adecuada planeación durante todo el proceso.

Figura 17. Ventajas y desventajas de aspectos financieros y de costos de los sistemas prefabricados

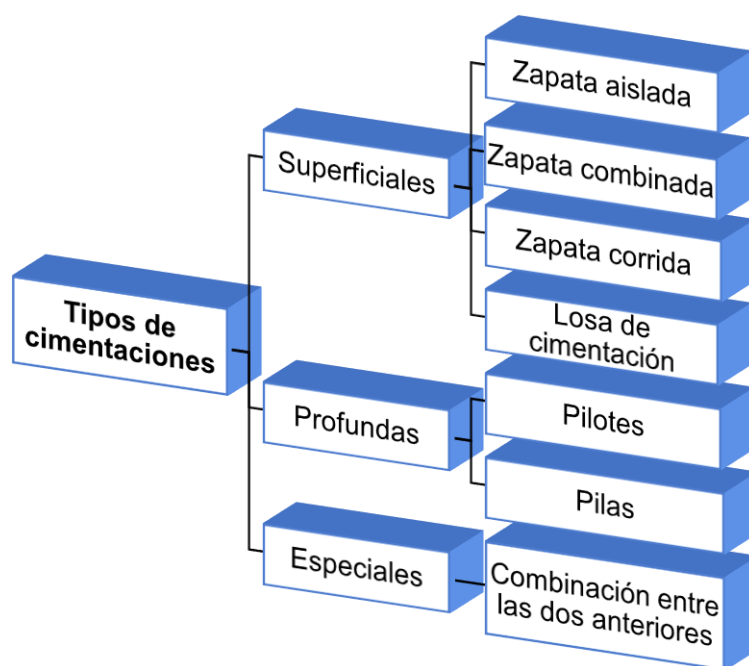


Fuente: elaboración propia.

1.5 Cimentaciones prefabricadas

La cimentación de un edificio es la primera en construirse, pero la última en diseñarse, siendo que es el elemento estructural que se encarga de transmitir la carga de columnas, pilares y muros (incluyendo su peso propio) sobre un área de terreno suficiente para que los esfuerzos transmitidos estén dentro de los límites permitidos para el suelo que la soporta. Dependiendo de la resistencia presentada por el suelo para el desplante de la cimentación de la estructura, éstas pueden clasificarse de la siguiente manera:

Figura 18. Clasificación general de las cimentaciones



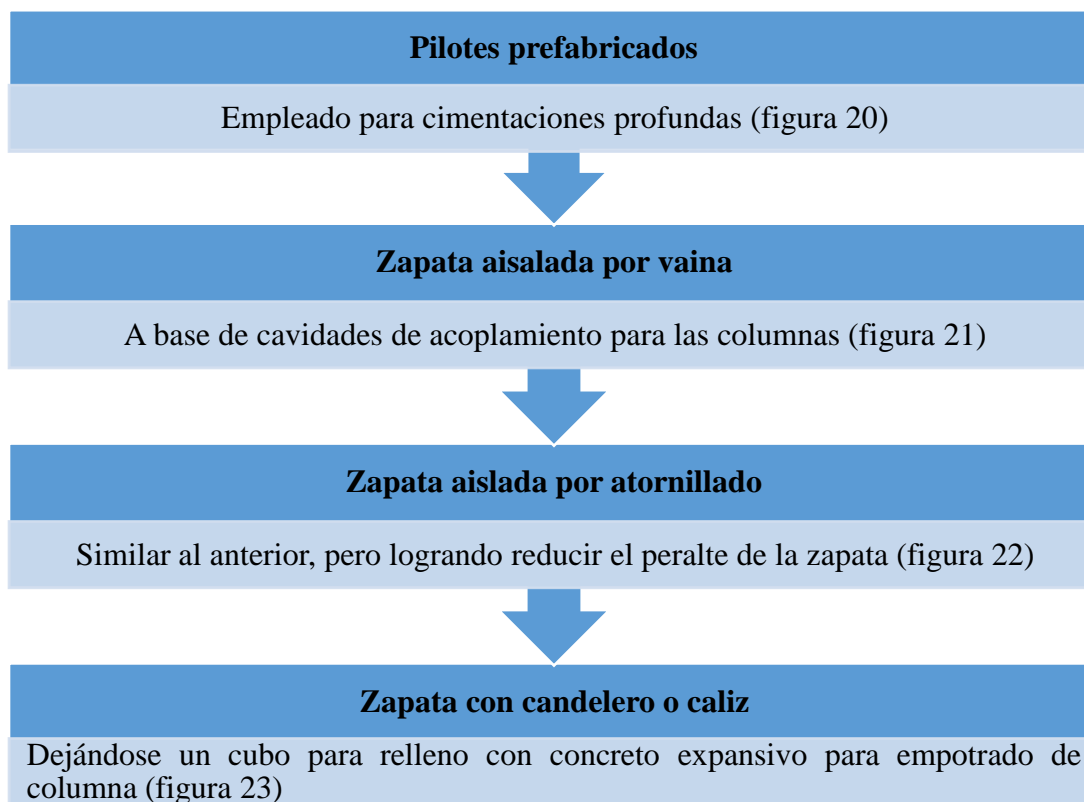
Fuente: elaboración propia

El tipo de cimentación que se tratará en la presente tesis será de tipo superficial a base de zapatas aisladas, proponiéndose el empleo de dichas zapatas aisladas a través de elementos prefabricados fuera del sitio de la obra.

Las cimentaciones prefabricadas se podrían definir como aquellas que primero son preparadas acorde a un modelo estándar y que después se terminan de completar en la edificación.

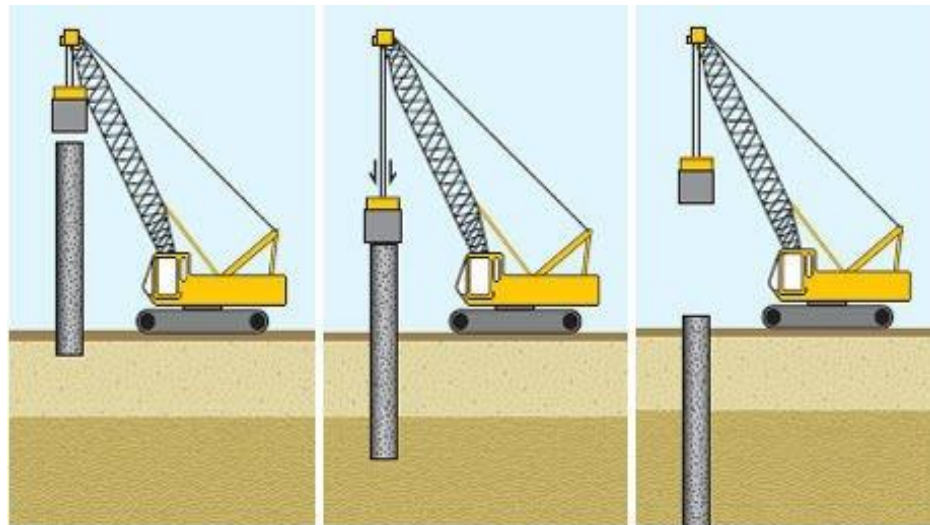
Los prototipos de cimentación prefabricada que se emplean comúnmente responden a 4 tipos, a saber:

Figura 19. Tipos de cimentaciones prefabricadas



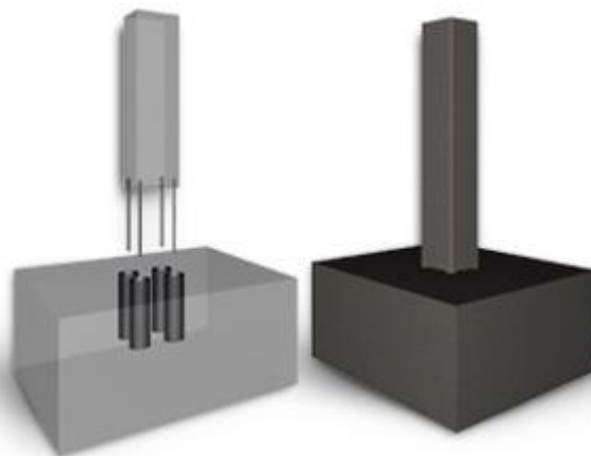
Fuente: elaboración propia

Figura 20. Pilotes prefabricados.



Fuente: Pilotes prefabricados JJ (2014), pilotes hincados. Recuperado de <https://prezi.com/5uoquh1egy-i/pilotes-prefabricados-jj/>

Figura 21. Zapatas prefabricadas por vaina.



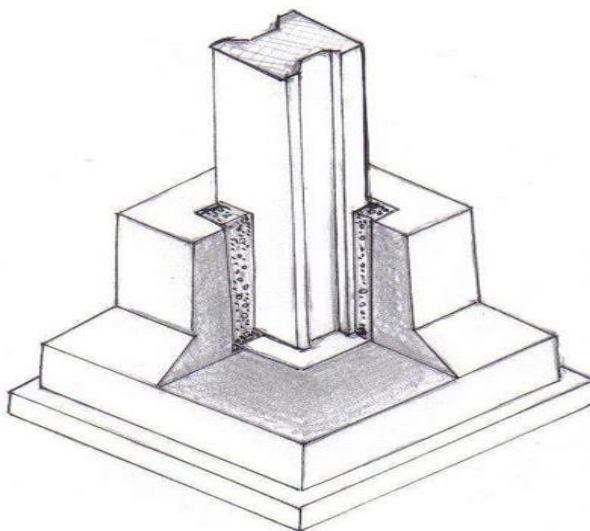
Fuente: precat, Hormigones prefabricados de Catalunya s. I. (2019), pilares y cimentaciones. Recuperado de http://www.precat.com/catalogo-de-precat/pilares_y_cimentaciones_precat/

Figura 22. Zapatas prefabricadas por atornillado.



Fuente: Fuente: precat, Hormigones prefabricados de Catalunya s. I. (2019), pilares y cimentaciones. Recuperado de http://www.precat.com/catalogo-de-precat/pilares_y_cimentaciones_precat/

Figura 23. Zapatas prefabricadas con candelero o cáliz.



Fuente: Sistemas prefabricados de concreto armado (2016), cimentaciones y moldes prefabricados. Recuperado de <http://prefabricados2016vianeyrosas.blogspot.com/2016/02/cimentaciones-y-moldes-prefabricados.html>

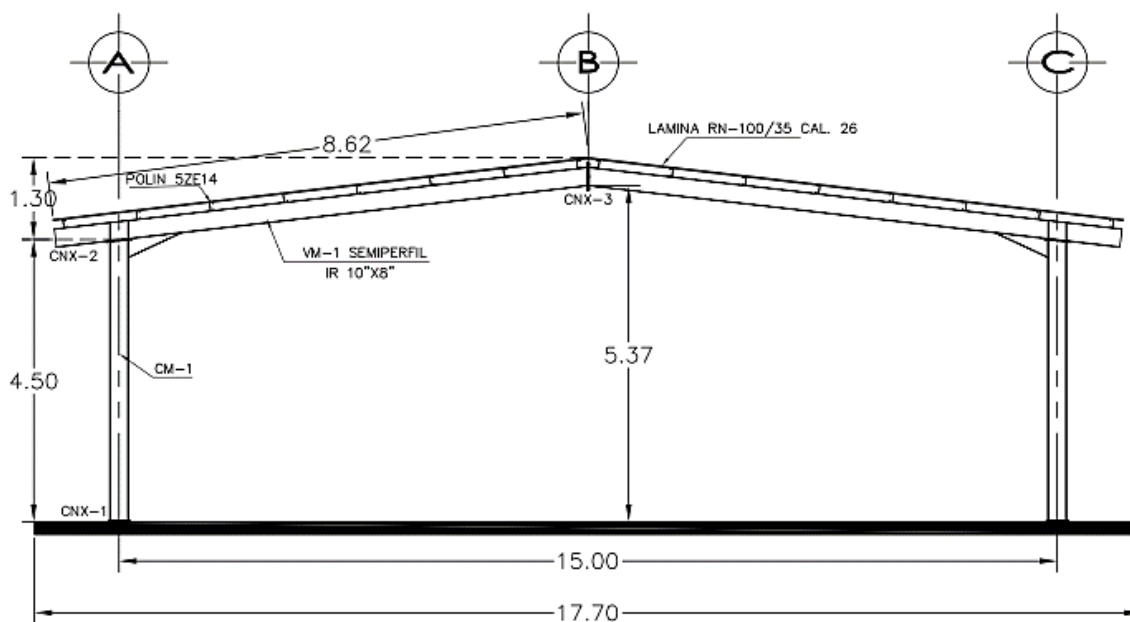
1.6.- Prototipo de cimentación empleado (caso de estudio)

En éste apartado de la presente tesis se expondrán los planos constructivos y de detalles del sistema de cimentación empleado para la construcción de nave industrial de tipo avícola, a base de sistemas tradicionales (acero, concreto, cimbra), así como el análisis de costos de dicho prototipo de cimentación. De igual manera se expondrá el prototipo de cimentación prefabricada elegida, en base a lo descrito en el apartado anterior y presentándose igualmente los planos de construcción y de detalles con su correspondiente propuesta de análisis de costos. Finalmente, en el anexo 9 se presentan fotografías de los procesos constructivos llevados a cabo con sistemas de construcción tradicionales en la etapa de cimentación de las naves industriales, así como fotografías de como finalmente lucen las naves industriales terminadas antes de iniciar operaciones de producción. En el anexo 10 se presentan fotografías esquemáticas de refuerzos y colados de zapatas prefabricadas.

1.6.1.- Planos y detalles (sistema tradicional)

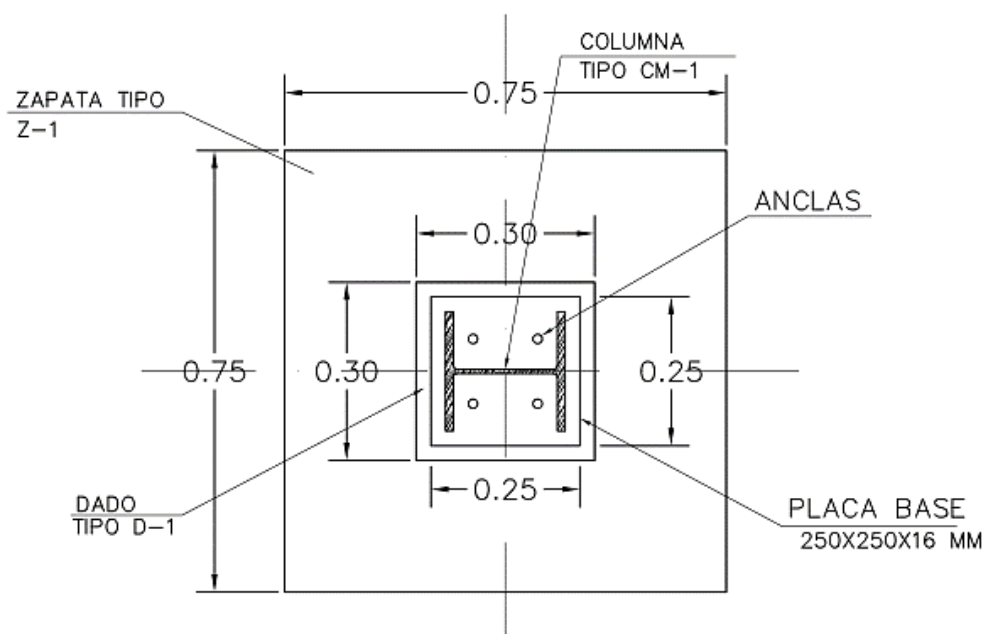
La construcción de la nave industrial de tipo avícola tendrá una estructura a base de marcos de acero estructural con una techumbre de láminas metálicas y pisos de concreto, distribuyéndose los marcos a cada 5.00 metros en el sentido longitudinal y teniéndose un ancho a ejes de marcos de 15.00 metros; empleándose para tal efecto una cimentación a base de zapatas aisladas con las características indicadas en los siguientes planos y detalles (los planos en planta y más detalles se presentan como anexo 1 a la presente tesis):

Figura 24. Marco tipo de nave industrial avícola



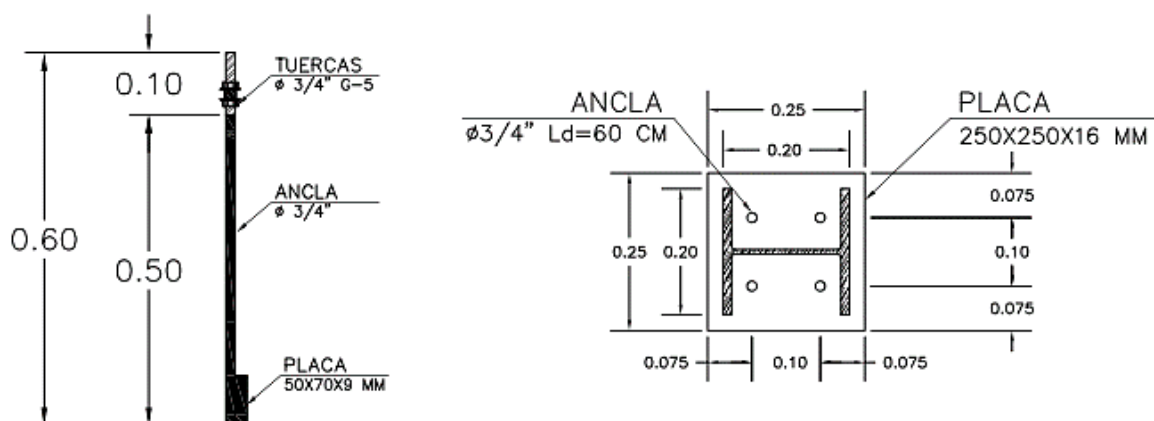
Fuente: elaboración propia

Figura 25. Detalle zapata Z-1 y dado D-1 (vista en planta)



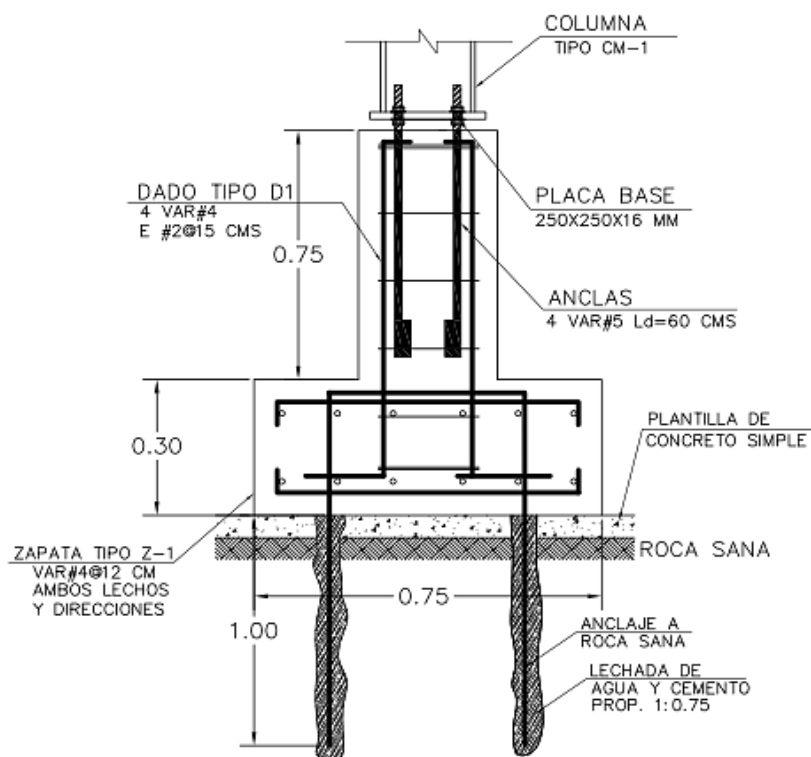
Fuente: elaboración propia.

Figura 26. Detalle de anclas y placa base para columna (vista en planta).



Fuente: elaboración propia.

Figura 27. Detalle de anclaje a roca y corte de zapata y dado.



Fuente: elaboración propia


1.6.2.- Análisis de costos de prototipo

En éste apartado se presentan los análisis de precios unitarios de la etapa de cimentación a través de medios tradicionales (acero, concreto, cimbra, etc...), acorde a los planos y detalles ilustrados en el apartado anterior. A continuación, se presenta el catálogo de conceptos correspondiente a la partida de cimentación y el resumen general del presupuesto para la construcción de una nave industrial de tipo avícola que aborda la presente tesis:

Tabla 4. Catálogo de conceptos de la partida de cimentación, correspondiente a la construcción de nave industrial tipo avícola (a través de medios tradicionales).

GRUPO CRIO S.A. DE C.V.

Obra: CONSTRUCCIÓN DE MODULO 1 (15 NAVES INDUSTRIALES)
Lugar: MUNICIPIO DE CHOCHOLÁ, YUCATÁN
Ciudad: MÉRIDA, YUCATÁN



CATÁLOGO DE CONCEPTOS DE OBRA

Código	Concepto
CIM01	CIMENTACIÓN
CIM-EXC01	Excavación de cepas por medios manuales en material tipo II. Incluye: limpieza de fondo y apile de material junto a cepa, de 0.00 a 1.00 m. de profundidad.
CIM-BAR01	Barrenos de 1" de diámetro y hasta 1.10 mts. de profundidad para anclaje de zapata a roca firme; incluye: trazo, alineación, mano de obra, equipo y todo lo necesario para su correcta ejecución.
CIM-Z1	Zapata de 75 x 75 x 30 cm. de espesor con concreto de F'c=200 kg/cm ² , acabado común, armado con 12 varillas del No. 4 (1/2") en lecho inferior y 12 varillas del No. 4 (1/2") en lecho superior, incluye: colocación de anclaje a roca firme con varilla de 1/2" amarrada a armado de zapata y ahogado en barreno de 1" con 1.00 m. de profundidad con mortero tipo II; incluye: suministro de materiales, acarreos, elevaciones, armado, cimbrado, colado, vibrado, descimbrado, mano de obra, equipo y herramienta.
CIM-D1	Dado de 30 x 30 x 75m de concreto de F'c=250 kg/cm ² , acabado común, armado con 4 varillas del No. 4 (1/2") y estribos del No. 2 (1/4") @ 15 cm, incluye: estribos dobles del No. 4 (1/4") al inicio y terminación del mismo, anclas lisas con extremos roscados de 60 cm de altura (acorde a detalle estructural) para recibir columna de IPR, suministro de materiales, acarreos, elevaciones, armado, cimbrado, colado, vibrado, descimbrado, mano de obra, equipo y herramienta.

Fuente: elaboración propia

Tabla 5. Resumen de presupuesto de construcción, por partidas presupuestales (empleando sistemas tradicionales para la etapa de cimentación).

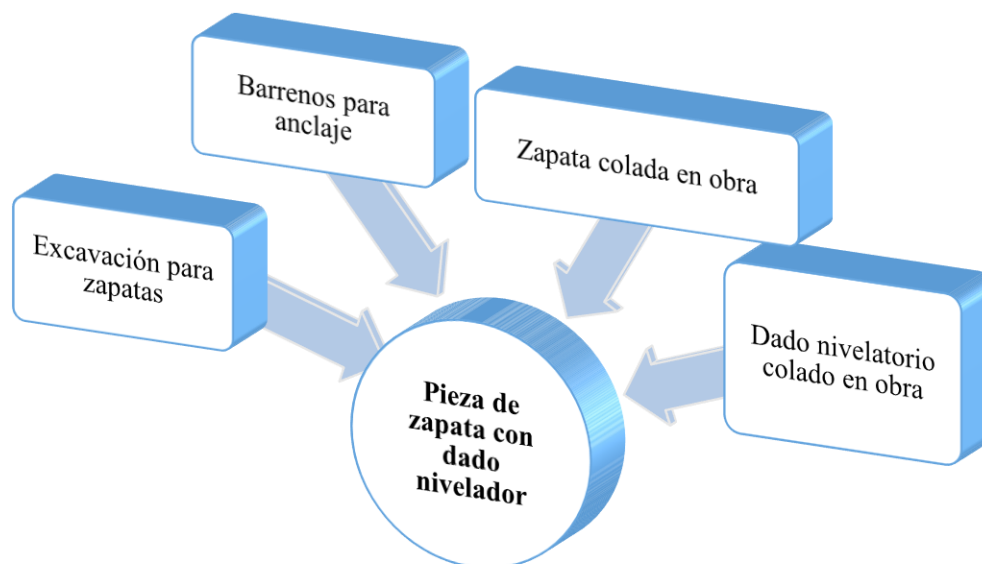
PARTIDAS PRESUPUESTALES	Importe	%
01 Preliminares	\$ 48,078.21	1.61%
02 Cimentación	\$ 378,336.91	12.63%
03 Movimiento de tierras	\$ 74,075.08	2.47%
04 Instalaciones	\$ 307,916.95	10.28%
05 Estructura	\$ 1,054,292.24	35.20%
06 Albañilerías	\$ 123,655.44	4.13%
07 Techumbres	\$ 148,013.42	4.94%
08 Acabados	\$ 96,532.70	3.22%
09 Equipamiento avícola	\$ 719,770.54	24.03%
10 Operación y puesta en marcha	\$ 44,244.38	1.48%
TOTAL =	\$ 2,994,915.88	100%

Fuente: elaboración propia

Como se puede apreciar, el importe total de la partida correspondiente a la etapa de cimentación es por \$378,336.91, representando el 12.63 % del total del presupuesto para la construcción de la nave industrial tipo avícola.

En la figura 20 se ilustran esquemáticamente los conceptos que intervienen para la construcción de una zapata con dado nivelador, para la etapa de cimentación a través de medios tradicionales.

Figura 28. Conceptos que integran una pieza de zapata, empleando sistemas de construcción tradicionales en la etapa de cimentación (acero, concreto, cimbra).



Fuente: elaboración propia.

El detalle de los costos involucrados en la partida de cimentación, así como las tarjetas de precios unitarios correspondientes a los conceptos de construcción de zapata y dado empleando sistemas de construcción tradicional serán presentados en el capítulo 3 de la presente tesis. El programa de obra con el empleo de sistemas de construcción tradicional para la etapa de cimentación se presenta como el anexo 2 a la presente tesis.

1.6.3 Propuestas de prefabricación del prototipo

La propuesta de zapata prefabricada que será objeto de estudio para la presente tesis es a través de zapatas prefabricadas acopladas a través de tornillos con la placa de la columna, también denominadas zapatas por atornillado (figura 15), pero con la diferencia de que la columna acoplada será una columna de acero de perfil IPR de 8"x8"); la decisión de optar por tal propuesta es procurando facilidad de almacenaje en obra, eliminación de cimbra de contacto (madera), así como también agilidad de montaje y facilidad de anclaje a roca firme y conexión con las columnas de acero que recibirá dicho sistema de cimentación (a través de placa de acoplamiento y tornillos en la base del dado de zapata).

Cabe mencionar que, al elegir la opción de la cimentación de zapata prefabricada acoplada a través de tornillos, la partida presupuestal de cimentación se verá afectada debido a los siguientes cambios:

- a) La propuesta de construcción del prefabricado se prevé que será en planta, siendo transportada y descargada hasta el sitio de la obra, o en un lugar de almacenaje en la misma, acorde al programa de obra del proyecto (anexo 3 de la presente tesis). En la propuesta de prefabricación se incluye el costo y la depreciación de 2 moldes metálicos para el colado del mismo en planta.
- b) Tomando en cuenta la capacidad de producción y peso de los elementos prefabricados, se requerirá un total de 5 viajes para cubrir las 62 pzas. que se requieren acorde al proyecto; lo anterior para su transporte y descarga.

- c) La colocación de las zapatas en su sitio acorde a los planos de montaje, se llevará a cabo con una grúa tipo titán de 10 toneladas, que acorde a lo especificado en el programa de ejecución de obra se ocupará durante 7 días hábiles.
- d) El acoplamiento entre la zapata prefabricada y la columna de acero dejará una tolerancia máxima de 1.5 cm por concepto de nivelación en el sitio de la obra, mismo que será cubierto con concreto expansivo.
- e) Por ser un elemento prefabricado se reducen de manera significativa los importes de mano de obra y de materiales involucrados en la construcción del mismo, lo anterior convirtiéndose en ahorros en compra de madera para cimbra, así como también un 90 % del material de acero de refuerzo.

El reajuste al presupuesto asumiendo el cambio de la partida de cimentación a través de un sistema prefabricado se resume en la tabla 6.

Tabla 6. Resumen de presupuesto de construcción, por partidas presupuestales (empleando sistemas prefabricados en la etapa de cimentación).

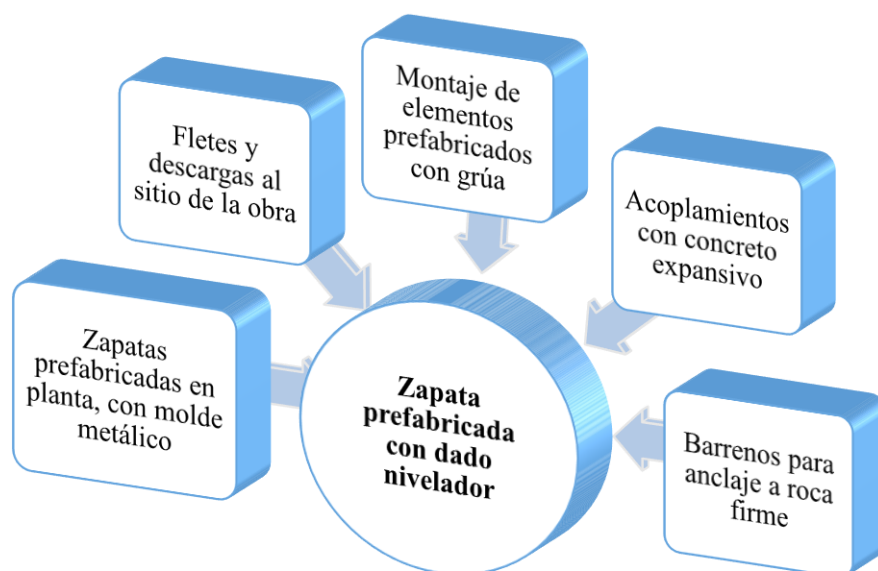
PARTIDAS PRESUPUESTALES	Importe	%
01 Preliminares	\$ 48,078.21	1.62%
02 Cimentación	\$ 352,484.80	11.87%
03 Movimiento de tierras	\$ 74,075.08	2.49%
04 Instalaciones	\$ 307,916.95	10.37%
05 Estructura	\$ 1,054,292.24	35.51%
06 Albañilerías	\$ 123,655.44	4.16%
07 Techumbres	\$ 148,013.42	4.99%
08 Acabados	\$ 96,532.70	3.25%
09 Equipamiento avícola	\$ 719,770.54	24.24%
10 Operación y puesta en marcha	\$ 44,244.38	1.49%
TOTAL =	\$ 2,969,063.77	100%

Fuente: elaboración propia.

Como se puede observar, el importe total de la partida de cimentación disminuye a \$352,484.80 en tanto que los importes de las demás partidas permanecen con el mismo importe, pero cambiando el porcentaje de incidencia respecto al presupuesto total de construcción, el cual disminuye de \$2,994,915.88 a \$2,969,063.77 (\$25,852.11 a la baja, por cada nave industrial a construirse).

Al igual que en el caso de la propuesta de construcción de la zapata en la etapa de cimentación a través de sistemas tradicionales, en la figura 21 se ilustra esquemáticamente los conceptos que intervienen para la construcción en planta y montaje en sitio de la obra para el caso de emplear zapata prefabricada en la etapa de cimentación.

Figura 29. Conceptos que integran una pieza de zapata, empleando sistemas prefabricados en la etapa de cimentación.



Fuente: elaboración propia.

El catálogo de conceptos para la propuesta de zapata prefabricada es distinto respecto al presentado para el caso de construcción con sistemas tradicionales; a continuación, se presenta dicho catálogo:

Tabla 7. Catálogo de conceptos de la partida de cimentación, correspondiente a la construcción de nave industrial tipo avícola con sistemas prefabricados.

GRUPO CRIO S.A. DE C.V.

Obra: CONSTRUCCIÓN DE MODULO 1 (15 NAVES INDUSTRIALES)
Lugar: CHOCHOLÁ, YUCATÁN
Ciudad: MÉRIDA, YUCATÁN



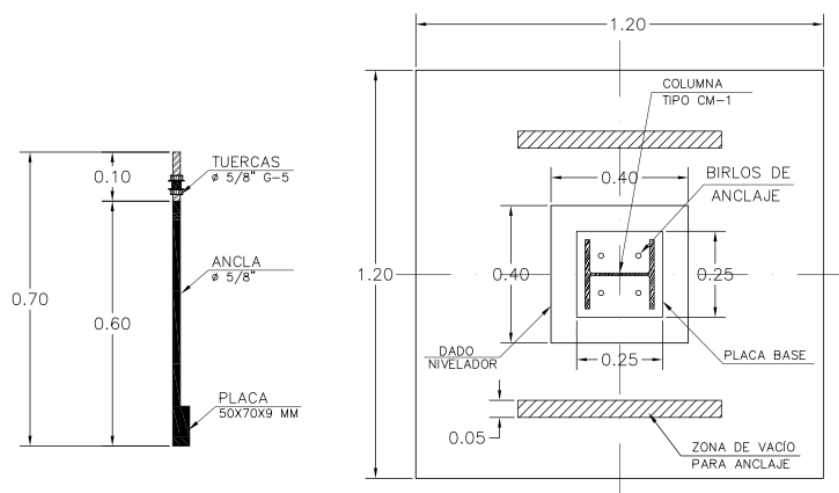
CATÁLOGO DE CONCEPTOS DE OBRA

Código	Concepto
CIM01	CIMENTACIÓN
CIM-BAR01	Barrenos de 1" de diámetro y hasta 1.10 mts. de profundidad para anclaje de zapata a roca firme; incluye: trazo, alineación, mano de obra, equipo y todo lo necesario para su correcta ejecución.
CIM-ZI-PREF	Zapata prefabricada en planta, con medidas de 1.20 x 1.20 x 20 cm. de espesor y dado nivelador de 40 x 40 x 85 cm con concreto de F'c=250 kg/cm ² , acabado aparente, armado con 10 varillas del No. 5 (5/8") en lecho inferior (armado de zapata) y 6 varillas del #5 en armado de dado, con estribos del No. 3 (3/8") @ 15 cm; incluye: birlos de acoplamiento de 5/8" en dado nivelador para columna de acero, colocación de anclaje a roca firme con varilla de 5/8" amarrada a armado de zapata y ahogado en barreno de 1" con 1.00 m. de profundidad con concreto expansivo.
CIM-FLET	Flete para transporte y descarga de zapata prefabricada, hecho con tractocamion con capacidad de 18 toneladas; incluye descarga en sitio de la obra, combustible, operador, equipo menor y herramienta.
CIM-ACOPL	Acoplamiento de columna de acero de perfil IPR de 8" x 8" con placa base de 30 x 30 cm, a base de concreto expansivo hasta una tolerancia máxima de 1.5 cm por pieza; suministro de materiales, acarreos, elevaciones, armado, cimbrado, colado, vibrado, descimbrado, mano de obra, equipo y herramienta.
CIM-MONT	Montaje de zapata prefabricada con grúa autopropulsada de brazo telescópico con una capacidad de elevación de 10 toneladas y 15 m de altura máxima de trabajo. Incluye operador, combustible, equipo menor y herramienta.

Fuente: elaboración propia.

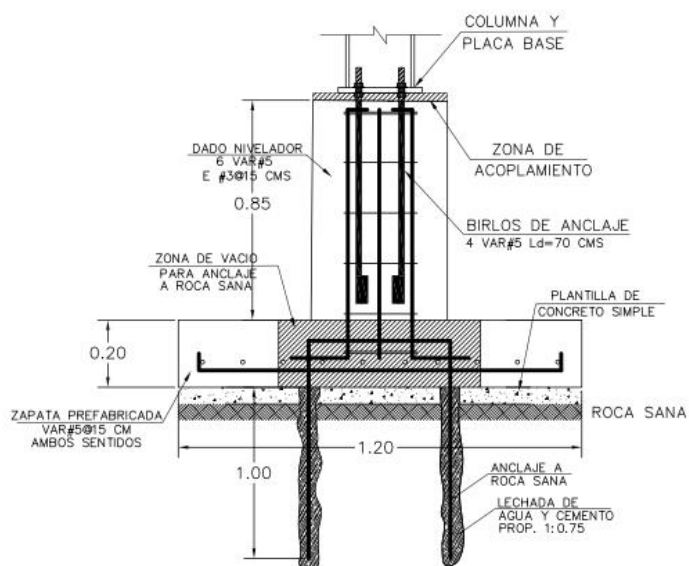
Finalmente se presentan planos de detalles de la zapata prefabricada a considerarse para efecto de la presente tesis (figuras 22 y 23)

Figura 30.- Detalle de ancla y vista en planta de zapata prefabricada



Fuente: elaboración propia.

Figura 31. Corte de propuesta zapata prefabricada



Fuente: elaboración propia.

CAPÍTULO 2.- ANÁLISIS DEL COSTO-BENEFICIO. (Teoría y Aplicación)

Desde el punto de vista empresarial, uno de los objetivos más importantes a lograr es la rentabilidad de los distintos proyectos que son propiedad de la empresa, sin dejar de reconocer que existen otros de igual relevancia (como crecer, valor agregado, etc...). Sin rentabilidad no es posible la permanencia de la empresa a mediano y largo plazos. Para que esta exista, los ingresos tienen que ser mayores que los egresos, o sea, es preciso que los ingresos por concepto de ventas sean superiores a los costos de inversión.

Un análisis de costo beneficio (ACB) es un estudio del retorno financiero de inversión, que también toma en cuenta aspectos sociales y medioambientales sobre los cuales el proyecto tiene alguna o toda influencia.

La actualidad se considera como una era donde la disposición de distintas herramientas de análisis como: posibles escenarios de aplicación, estudios de mercado, planes de negocio, estadísticas de resultado, etc...; cada vez disponemos de más razones y recursos con los que es posible conseguir una efectiva cuantificación de consecuencias sociales y económicas acerca de los distintos proyectos establecidos por una empresa.

Tomando en consideración lo descrito en el párrafo anterior es que el análisis de costo beneficio se considera como una herramienta que resulta indispensable para la toma de decisiones de cualquier tipo de empresa organización o institución en la consecución del objetivo de determinado proyecto, determinando la viabilidad del mismo. Durante su planificación se evalúan los costos y beneficios derivados, directa o indirectamente, del mismo.

La clave consistirá en encontrar o tomar la decisión adecuada, o sea, la que aportará mayor rentabilidad, de un conjunto de posibles soluciones o propuestas. Se debe considerar de igual manera que para la aplicación de dicho método se debe elegir entre dos o más cursos de acción alternativos, por lo que el costo de oportunidad es otro factor a tener en cuenta, pues representa lo que se deja de ganar por haber rechazado el valor de la siguiente mejor opción. Para el caso de estudio el costo de oportunidad representará cuanto se deja de ganar por elegir una entre dos posibles soluciones a la problemática presentada.

2.1.- Tipos de análisis del costo - beneficio (proyectos públicos y proyectos privados)

El análisis del costo-beneficio es un proceso que, de manera general, se refiere a la evaluación de un determinado proyecto, de un esquema para tomar decisiones de cualquier tipo. Ello involucra, de manera explícita o implícita, determinar el total de costos y beneficios de todas las alternativas de solución de un problema, para seleccionar la mejor o más rentable (Díaz, 2017). Este análisis se deriva de la conjunción de diversas técnicas de gerencia y de finanzas con los campos de las ciencias sociales, que presentan tanto los costos como los beneficios en unidades de medición estándar usualmente monetarias para que se puedan comparar directamente.

En tal sentido, algunas cuestiones clave en el análisis serían:

- Si el costo de la solución sobrepasa el del problema.
- Si la solución es más cara, pero trae mejoras que no se cuantifican en términos monetarios e influyen en el aspecto social.
- ¿Se debe considerar aquella información que afecta los posibles cursos de acción?
- A nivel privado la clave es encontrar, de un conjunto de posibles soluciones o propuestas, la que dará el beneficio neto óptimo (costo del problema menos el costo de la solución).

Cada análisis es diferente y para ello se requiere de un pensamiento cuidadoso e innovador para lo cual se recomienda que el encargado de realizarlo esté familiarizado con el proceso

completo de la toma de decisiones, centrar su atención en los propósitos de la decisión, los métodos de predicción disponibles, los modelos de decisión y los resultados alternos. El método del costo-beneficio puede aplicarse no solo al mundo empresarial, sino también a obras sociales, proyectos colectivos o individuales, entre otros, para lo cual se debe prestar atención a la importancia y cuantificación de las consecuencias económicas y/o sociales (Díaz, 2017).

Los proyectos de públicos son aquellos que autorizan, financian y operan instituciones gubernamentales federales, estatales o locales. Tales trabajos públicos son numerosos y aunque varían en tamaño, es frecuente que sean mucho más grandes que los negocios privados. Como requieren el gasto de capital, dichos proyectos están sujetos a los principios de la ingeniería económica con respecto a su diseño, adquisición y operación (programas de apoyo, alcances poblacionales, etc...). Sin embargo, como se trata de proyectos públicos, existe cierto número de factores de importancia especial que no es común encontrar en los negocios financiados y operados por empresas privadas (William G. Sullivan, 2004).

Un proyecto privado es aquel que es realizado por un empresario particular para satisfacer sus objetivos. Los beneficios que la espera del proyecto, son los resultados del valor de la venta de los productos (bienes o servicios), que generara el proyecto (Rodriguez, 2004).

En la siguiente tabla se resumen las diferencias entre los proyectos públicos y los privados.

Tabla 8. Diferencia entre evaluación de proyectos del sector privado y proyectos del sector público.

Concepto de evaluación	Proyectos privados	Proyectos públicos
Propósito	Proporcionar bienes y servicios que generen una utilidad; maximizar utilidades o minimizar el costo.	Proporcionar salud; proteger vidas y propiedades; brindar servicios (sin obtener utilidades); crear empleos.
Fuentes de capital	Inversionistas privados y prestamistas.	Impuestos; prestamistas privados.
Método de financiamiento	Propiedad individual, sociedades, corporaciones.	Pago directo o impuestos, préstamos sin intereses, préstamos con intereses bajos, bonos de autofinanciamiento, garantía de préstamos privados.
Propósitos múltiples	Moderados.	Comunes (por ejemplo, proyecto de una presa para controlar inundaciones, generación de energía eléctrica, irrigación, recreación, educación).
Vida del proyecto	Por lo general es corta (de 5 a 20 años).	En general es relativamente larga (de 20 a 60 años).

Fuente: elaboración propia.

Tabla 8. Diferencia entre evaluación de proyectos del sector privado y proyectos del sector público

Concepto de evaluación	Proyectos privados	Proyectos públicos
Relación de los proveedores de capital con el proyecto	Directa.	Indirecta o ninguna.
Naturaleza de las utilidades	Monetario o relativamente fácil de traducir a términos monetarios.	Con frecuencia no es monetaria, difícil de cuantificar, y de traducir a términos monetarios.
Beneficiarios del proyecto	En primer lugar, la entidad a cargo del proyecto.	El público en general.
Conflicto entre los propósitos	Moderado.	Muy común (presas para control de inundaciones vs preservación del medio ambiente)
Conflicto de intereses	Moderado.	Muy común (entre instituciones)
Efecto de la política	Poco o moderado.	Factores frecuentes, pertenencia a corto plazo para quienes toman decisiones, grupos de presión, restricciones financieras y residenciales, etc.)
Medida de la eficiencia	Tasa de rendimiento del capital.	Muy difícil, no hay comparación directa con los proyectos

		privados.
--	--	-----------

Fuente: elaboración propia.

Para los programas de proyectos de inversión (PPI) del sector público proyectados, los tipos de evaluaciones socioeconómicas requeridas por la unidad de inversión de la secretaría de hacienda y crédito público (USHCP) para el registro de éstos dependen tanto el monto de inversión requerido para su ejecución como del tipo de proyecto que se desea evaluar; entre mayor sea este monto de inversión, mayor será el nivel de análisis y precisión que se exige para su evaluación (Martha Laura Hernández Pérez, 2015).

De acuerdo con los lineamientos emitidos por parte de SHCP desde el 27 de Octubre de 2015, existen 5 tipos de evaluaciones o análisis:

Ficha técnica, análisis costo-eficiencia, análisis costo-eficiencia simplificado, análisis costo-beneficio y análisis costo-beneficio simplificado; los cuales se incluyen como anexo 4 en la presente tesis; a continuación, se describen brevemente:

Tabla 9. Descripción de los tipos de evaluación económica, acorde a los lineamientos de SHCP.

Tipos de evaluación socioeconómica	Descripción
Ficha técnica	Consiste en un análisis a nivel de conceptualización de idea, en el cual se deberá describir claramente la problemática a resolver, señalando las causas y efectos que esto conlleva.
Análisis costo - eficiencia	Además de presentar de forma concisa la problemática que se pretende resolver con la implementación del proyecto, es una evaluación socioeconómica que permite asegurar el uso eficiente de los recursos cuando se comparan dos alternativas de solución, bajo el supuesto de que generan los mismos beneficios, de lo contrario, es necesario igualarlos para permitir su comparación legítima.
Análisis costo - eficiencia simplificado	Metodológicamente igual al (CAE), con la única variante de que se usa en casos de PPI cuyos montos totales de inversión son de menor cuantía, este tipo de estudio también aplica cuando los beneficios del PPI no sean

	cuantificables o sean de difícil cuantificación y/o valoración.
--	---

Fuente: elaboración propia.

Tabla 9. Descripción de los tipos de evaluación económica, acorde a los lineamientos de SHCP.

Tipos de evaluación socioeconómica	Descripción
Análisis costo - beneficio	El ACB es una evaluación socioeconómica que permite identificar, cuantificar y valorar los costos y beneficios directos e indirectos generados por un PPI en un determinado y periodo de tiempo, incluyendo además las externalidades y efectos intangibles que deriven de su realización a fin de determinar su impacto en la sociedad. Permite priorizar e identificar de manera objetiva (respecto a su rentabilidad VPN, TIR Y TRI), aquellos PPI que coadyuven al uso eficiente de los recursos públicos.
Análisis costo - beneficio simplificado	Es igual al ACB, es decir que contempla los costos y beneficios directos e indirectos que genera el PPI, así como las externalidades que deriven de su ejecución y operación, pero aplicable a PPI con montos de inversión inferior.

Fuente: elaboración propia.

Consideraciones adicionales a los tipos de evaluación presentada:

- Para la ficha técnica, tomando en cuenta la información con que se cuenta, se deberá presentar un análisis de ventajas y desventajas para cada una de las alternativas de solución a la problemática, donde se expongan las razones que justifiquen bajo supuestos razonables, que el PPI seleccionado es la alternativa con mayor viabilidad técnica y económica. Así mismo es importante presentar una descripción de los componentes del proyecto lo más detallado posible.

- El análisis costo-eficiencia se utiliza única y exclusivamente en PPI cuyos beneficios son de difícil cuantificación y/o valoración, y que aún no existe definida una metodología costo-beneficio; un ejemplo son los proyectos de seguridad nacional, centros de investigación aplicada, centros penitenciarios, entre otros (Martha Laura Hernández Pérez, 2015, pág. 8). La evaluación de estos PPI deberá realizarse a nivel pre-factibilidad y el indicador de rentabilidad utilizado para este tipo de análisis es el Costo Anual Equivalente (CAE) mediante el cual se obtiene el valor anualizado de los costos durante la vida útil del proyecto, con el objetivo de comparar y seleccionar la alternativa que resulte con el menor costo.

- Para el análisis costo-eficiencia simplificado, de acuerdo a los lineamientos presentados, se aplicará en los siguientes casos:
 1. Proyectos de infraestructura económica, social y gubernamental, de inmuebles y otros programas y proyectos; en los que los beneficios no sean cuantificables o sean de difícil cuantificación. Es decir, cuando no generan un ingreso o un ahorro monetario y se carezca de información para hacer una evaluación adecuada de los beneficios no monetarios.

- El uso de ACBS se restringe a PPI con un monto de inversión inferior ya que, este análisis se realiza en los siguientes casos (Martha Laura Hernández Pérez, 2015, pág. 10):

- i. Los proyectos de infraestructura económica, social, gubernamental, de inmuebles y otros proyectos con un monto total de inversión superior a 50 millones de pesos y hasta 500 millones de pesos;
- ii. Los programas de adquisiciones y mantenimiento, con un monto total de inversión superior a 150 millones de pesos y hasta 500 millones de pesos;
- iii. Los programas de adquisiciones y mantenimiento de protección civil con un monto total de inversión superior a 150 millones de pesos y hasta 500 millones de pesos, y
- iv. Los programas de inversión que no estén identificados en las fracciones anteriores, con un monto total de inversión superior a 50 millones de pesos y hasta 500 millones de pesos.

2.2.- Metodología del costo beneficio

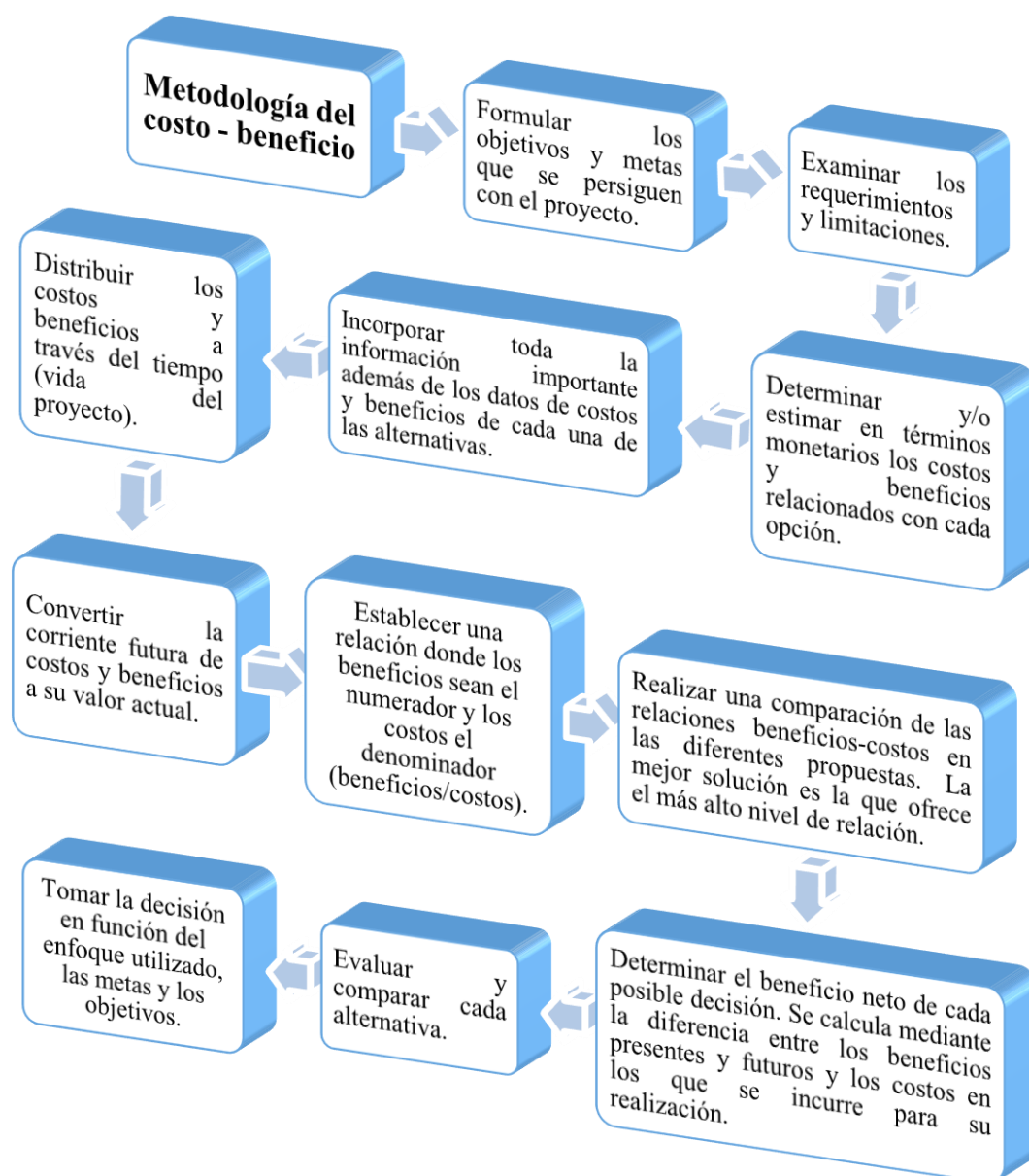
Lo mencionado en párrafos anteriores respecto a la aplicación del método costo-beneficio se presenta a través de una secuencia estándar de pasos y procedimientos a seguir en la figura 22. Para decidir la mejor alternativa se pueden considerar otras herramientas, entre las que se destaca la utilización de métodos y criterios de valoración de proyectos que toman en cuenta el valor del dinero en el tiempo (evaluación financiera en base a cálculo de indicadores económicos VPN, TIR, TRI).

Por otra parte, existen diversos enfoques en el análisis del costo - beneficio pero, en esencia, el objetivo es la cuantificación máxima y clara posible de los beneficios y costos en términos monetarios.

Por ende, para el logro de los pasos referidos, se deben dominar los conceptos de este análisis. Desde el punto de vista de las ciencias empresariales, el costo se define, generalmente, como el conjunto de recursos sacrificados o dados a cambio de alcanzar un objetivo específico. Se mide en unidades monetarias que deben ser pagadas para adquirir bienes o servicios. Por tanto, es un valor empleado para la elaboración de un producto o la prestación de un servicio. La incursión en los diferentes costos se realiza para obtener beneficios presentes o futuros. Cuando

estos se consiguen, los costos se convierten en gastos, por lo que estos últimos se consideran como un costo que ha producido un beneficio que ya ha expirado (Horngren, 2007).

Figura 32. Metodología del costo – beneficio, resumida en una serie de pasos a seguir.



Fuente: elaboración propia.

El costo está vinculado generalmente a la producción, pero es aplicable a cualquier tipo de actividad. Su propósito no es solo obtener beneficios, sino también ser un instrumento para el control y la toma de decisiones (Díaz, 2017).

El beneficio, por su parte, es la ganancia que se obtiene de una inversión o actividad comercial. Para su cálculo se debe determinar el costo del problema y el de la solución. Esta última constituye una expresión para designar la ganancia que se obtiene en una actividad determinada. El valor del beneficio se obtiene deduciendo los costos totales de los ingresos totales. Por tanto, la diferencia entre lo que se gasta en la producción o prestación de un servicio y el precio de la venta es la ganancia obtenida (Díaz, 2017).

Al determinar los beneficios asociados a un proyecto específico, así como sus costos, se realiza una comparación que permite decidir si es adecuada la alternativa. Cuando los beneficios exceden los costos, es provechoso el resultado del proyecto, o sea, genera una utilidad o beneficio neto; en cambio, si sucede lo contrario, el proyecto no resulta ventajoso. La evaluación que se realiza en el análisis costo-beneficio permite obtener el rendimiento de un proyecto o negocio. Este resulta rentable cuando los beneficios que se obtienen permiten recuperar lo invertido teniendo en cuenta la tasa deseada por el inversionista o empresario (Díaz, 2017).

Desde el punto de vista de la administración financiera existen varios criterios para decidir si un determinado proyecto es provechoso y factible. La valoración de una empresa es, fundamentalmente, una forma de medir la eficacia de la gestión realizada en la empresa. Es un problema típico de análisis de proyectos de inversión. Entre los criterios a través de los indicadores de rentabilidad se pueden encontrar (J., 2005):

1.- Valor Presente Neto (VPN): También denominado valor actual neto (VAN) equivale a descontar o actualizar el valor de una serie de flujos de efectivo futuros del proyecto. Esta actualización se realiza mediante una tasa para lograr el descuento en el momento actual. A este valor se le resta la inversión inicial y el resultado es el VPN del proyecto que constituye una medida de beneficios en términos absolutos. Entonces, si $VPN > 0$ la inversión produciría ganancias por encima de la rentabilidad exigida; si $VPN < 0$, ocurriría lo contrario y, por último, si $VPN = 0$ no se podría hablar ni de ganancias ni de pérdidas.

2.- Tasa interna de retorno (TIR): Constituye una tasa de descuento que iguala el valor descontado de los flujos de efectivo futuros con la inversión inicial, es decir, iguala el VPN a cero. Representa la rentabilidad, en términos relativos, generada por un proyecto de inversión que depende de la cuantía y duración de los flujos de tesorería.

3.- Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI): indica el momento óptimo de inicio de operación de un proyecto de inversión; para su aplicación se deben tener en cuenta los siguientes escenarios:

- a) Los beneficios del proyecto son crecientes en el tiempo calendario, independientemente de la fecha en que se ejecute el proyecto.
- b) La oferta del proyecto está controlada por el Gobierno, de manera que por lo general este criterio se aplica para proyectos públicos, como por ejemplo, carreteras, distribución y conducción de agua potable y energía eléctrica.

4.- Costo anual equivalente (CAE): se utiliza para seleccionar entre alternativas de proyectos que tienen vidas útiles distintas. La diferencia entre VPN y CAE consiste en que el primer criterio se consideran los costos y los beneficios que el proyecto genera, en tanto que en el CAE sólo se consideran los costos. El objetivo es seleccionar el proyecto de menor costo de entre distintas alternativas de solución propuestas.

5.- Razón beneficio/costo (B/C): Aunque no es un indicador requerido en la normativa vigente, el criterio de la Relación Beneficio-Costo consiste en calcular la relación existente entre el valor presente de los beneficios sociales y el valor presente de los costos sociales utilizando para su cálculo la tasa social de descuento. Este criterio beneficio/costo puede tener resultados consistentes con el criterio del indicador VPN para determinar la rentabilidad de un proyecto. Sin embargo, donde existen diferencias y los resultados no necesariamente serían consistentes con el VPN sería al momento de jerarquizar proyectos porque el

criterio B/C tiene la limitante de que no toma en consideración el tamaño de los proyectos. Básicamente el criterio B/C puede ayudar a determinar la rentabilidad de un proyecto, pero no a seleccionar entre distintas alternativas de inversión.

6.- Período de recuperación (PR): tiene como objetivo la identificación del momento en el que el inversionista estará en condiciones de recuperar la inversión realizada al inicio del proyecto. Existen dos posiciones sobre la utilización del método, uno que considera para su determinación el valor presente de los flujos y la otra posición que considera los flujos nominales del proyecto. El criterio establece que será preferido aquel proyecto que permita una más rápida recuperación de la inversión que aquel cuya recuperación es más lejana en el tiempo. La limitación del criterio es que al no considerar flujos más lejanos puede llevar a una decisión equivocada. Básicamente, el objetivo de este criterio es determinar el plazo mínimo de un financiamiento, más que determinar la rentabilidad del proyecto en sí, dado que no se consideran los flujos posteriores a la recuperación de la inversión.

Por otro lado, dos aspectos determinantes en el éxito de la aplicación de estas técnicas lo constituyen la estimación de los flujos de efectivo y la selección adecuada de la tasa de descuento (Díaz, 2017).

Como se ha observado, los criterios de evaluación muestran la conveniencia de aceptar o rechazar un proyecto. En la práctica, se pueden presentar discrepancias entre ellos, debido a las particularidades de cada uno y a los objetivos que se persigan con la evaluación. Es importante mencionar que, en lugar de ser sustitutivos entre sí, son complementarios pues, en la mayoría de los casos, miden diferentes aspectos. Por tanto, la aplicación de uno u otro para tomar una decisión dependerá de lo que la empresa pretenda lograr con el proyecto. El análisis de los estados financieros (estado de situación y estado de resultados) y de los indicadores financieros, fundamenta y expone las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas desde el punto de vista económico. Todas las herramientas profesionales disponibles para sustentar la toma de decisiones respecto a cómo encarar un proceso de evaluación de un determinado proyecto, pueden ser utilizadas para que el análisis sea más completo e integral (Díaz, 2017).

Se puede concluir que, para la evaluación y mejor toma de decisión de un proyecto, se recomienda efectuar dicha evaluación comparando el valor descontado de cada alternativa, y analizando cuál de las distintas opciones ofrece un mejor rendimiento sobre la inversión, determinándose cuál de las soluciones proporciona los mayores beneficios en relación con los costos o recursos invertidos (Díaz, 2017).

2.3.- Cálculo de indicadores económicos

2.3.1 Cálculo del valor presente neto (VPN)

De acuerdo al centro de estudios para la preparación y evaluación socioeconómica de proyectos (CEPEP) en su boletín V de junio de 2017, el valor presente neto (VPN) de un proyecto es la suma de los beneficios netos futuros del proyecto actualizado a un año común a una tasa de descuento relevante. En el caso de una evaluación privada será considerada la tasa de mercado. La fórmula para estimar el VPN es la siguiente (CEPEP, 2017, págs. 2, 3):

$$VPN = -I_0 + \sum \frac{B_n - C_n}{(1 + d)^n}$$

Donde,

- VPN = valor presente neto
- I_0 = inversión (inicial).
- B = Beneficios directos
- C = costos directos
- d = tasa de descuento o costo de oportunidad del dinero
- n = número de años del horizonte de evaluación

El VPN es, por tanto, una medida del beneficio que rinde un proyecto de inversión a través de toda su vida útil.

El VPN sirve para generar dos tipos de decisiones: ver si las inversiones son efectivas y ver qué inversión es mejor que otra en términos absolutos. Los criterios de decisión se basan matemáticamente de la siguiente manera:

- $VPN > 0$: la tasa de descuento elegida generará beneficios.
- $VPN = 0$: el proyecto de inversión no generará beneficios ni pérdidas, por lo que su realización resultará indiferente.
- $VPN < 0$: el proyecto de inversión generará pérdidas, por lo que deberá ser rechazado.

2.3.2 Cálculo de la tasa interna de retorno (TIR)

De acuerdo al CEPEP en su boletín V de junio de 2017, la tasa interna de retorno (TIR) para algunos autores resume los méritos que tiene un proyecto porque se determina de manera intrínseca al mismo proyecto y se determina exclusivamente con los flujos esperados del proyecto. La TIR es aquella tasa de descuento que ocasiona que el VPN del proyecto sea igual a cero (CEPEP, 2017, pág. 4).

La TIR es la tasa máxima que soportaría el proyecto para ser rentable, cualquier tasa de descuento mayor que la TIR ocasionaría que el VPN del proyecto es negativo, por lo tanto, el proyecto deberá ser rechazado. Cualquier tasa de descuento inferior a la TIR garantizará una rentabilidad positiva para el proyecto, por lo tanto, será conveniente realizarlo.

En base a lo anteriormente definido respecto a la TIR, y empleando la fórmula de cálculo para el VPN, se puede concluir que la fórmula de cálculo de la TIR es la siguiente:

$$VPN = -I_0 + \sum \frac{B_n - C_n}{(1 + TIR)^n} = 0$$

Donde,

- VPN = valor presente neto
- I_0 = inversión (inicial).
- B = Beneficios directos
- C = costos directos
- TIR = tasa interna de retorno
- n = número de años del horizonte de evaluación

La TIR es un porcentaje que mide la viabilidad de un proyecto o empresa, determinando la rentabilidad de los cobros y pagos actualizados generados por una inversión. Es una herramienta muy útil, ya que genera un valor cuantitativo a través del cual es posible saber si un proyecto es viable o no (valorar y comparar opciones de inversión), considerando otras alternativas de inversión que podrían ser más cómodas y seguras. La TIR transforma la rentabilidad de la empresa en un porcentaje o tasa de rentabilidad, el cual es comparable a las tasas de rentabilidad de una inversión de bajo riesgo, y de esta forma permite saber cuál de las alternativas es más rentable. Si la rentabilidad del proyecto es menor, no es conveniente invertir.

Actualmente vivimos en un mundo variable, que está experimentando cambios políticos, sociales y económicos que los mercados difícilmente logran anticipar. En este contexto, las empresas enfrentan un gran desafío a la hora de decidir dónde invertir su dinero. Existen muchas fórmulas de inversión, como por ejemplo las series de fondos, pero los negocios siempre serán una alternativa muy atractiva, y la TIR es muy útil para evaluar este tipo de inversión.

Dado que la TIR se calcula de manera que el VPN sea igual a cero, la fórmula da por resultado un porcentaje, que luego será comparado con el porcentaje de interés que se haya definido como más seguro (tasa de descuento). De esta manera, se puede realizar una comparación simple entre ambos porcentajes y de acuerdo a esta comparación se determina si el proyecto se debe o no se debe llevar a cabo en base a su viabilidad. El análisis de la TIR es el siguiente, donde d representa la tasa de descuento elegida por el dueño del proyecto:

- Si $TIR > d$ entonces se aprobará el proyecto.
- Si $TIR < d$ entonces se rechazará el proyecto.

Es importante tener en cuenta que la TIR se basa en estimaciones de rendimiento futuro, las cuales pueden variar en el tiempo. Un proyecto depende de muchos factores, como el precio de los insumos, interrupciones abruptas de tecnología, gestión interna y muchos otros.

Otro problema es que en el caso de empresas que tengan flujos de caja que varíen entre números negativos y números positivos entre un periodo y otro, la fórmula de la TIR pierde su precisión. En estos casos se puede recurrir a una fórmula ajustada de la TIR.

Tampoco es recomendable utilizar solo la TIR para evaluar un proyecto, existen otros factores también muy importantes a considerar como el análisis fundamental, el riesgo del proyecto, el análisis costo-beneficio o las situaciones de contexto específicas.

La TIR es una herramienta muy importante para tomar la decisión de llevar a cabo un nuevo proyecto, ya que permite ponderar otras opciones de rentabilidad con menor riesgo y determinar si el proyecto es viable o no. Es importante considerarla como una herramienta más dentro de otros medios existentes para evaluar un proyecto, ya que por sí sola puede perder de vista otros aspectos que generen valor al proyecto. Para una empresa privada la TIR es simplemente la tasa de rendimiento de una inversión con un riesgo similar al proyecto propuesto

2.3.2 Cálculo de la tasa de rentabilidad inmediata (TRI)

De acuerdo al CEPEP en su boletín V de junio de 2017, la tasa de rentabilidad inmediata (TRI) indica el momento óptimo de inicio de operación de un proyecto de inversión que parte de los siguientes escenarios (CEPEP, 2017, págs. 6, 7):

a) Los beneficios del proyecto son crecientes en el tiempo calendario, independientemente de la fecha en que se ejecute el proyecto. Por ejemplo, en un proyecto de agua potable con mayor capacidad para satisfacer la demanda existente en la situación actual puede tener beneficios crecientes cuando la población presenta una tasa de crecimiento positiva, los beneficios se incrementarán año con año, en función del crecimiento poblacional y seguirá así, independientemente del año en que se construya el proyecto.

b) La oferta del proyecto está controlada por el gobierno, de manera que por lo general este criterio se aplica para proyectos públicos, como por ejemplo, carreteras, distribución y conducción de agua potable y energía eléctrica. Se aplica para los bienes y servicios conocidos como monopolios naturales, donde es muy costoso tener distintas alternativas y sólo se presenta una opción, es decir, sería muy costoso para el país contar con tres líneas de distribución de energía eléctrica disponibles para cada vivienda y para que cada usuario decidiera qué compañía utilizar.

Para calcular el momento óptimo se presenta la siguiente fórmula (p. 7):

$$TRI_n = \frac{BN_n}{(I_0)}$$

Donde,

- TRI_n = tasa de rentabilidad inmediata del año n
- BN_n = beneficio neto del año n
- I_0 = inversión del proyecto (inicial).

El criterio de evaluación de éste indicador económico es el siguiente, donde d representa la tasa de descuento elegida por el inversionista:

- Si $TRI = d$ entonces es el momento óptimo para operar el proyecto.
- Si $TRI < d$ entonces el proyecto debe postergarse.
- Si $TRI > d$ debe construirse a la brevedad, dado que el momento óptimo ya ha pasado.

En conclusión, cada uno de los criterios planteados tiene convenientes e inconvenientes por lo que para evaluar algún proyecto o para tomar la decisión de seleccionar entre distintas alternativas de inversión es recomendable considerar más de un criterio de rentabilidad que permita blindar la decisión.

CAPÍTULO 3. APLICACIÓN DEL CASO DE ESTUDIO.

3.1- Consideraciones generales.

En la actualidad los proyectos de inversión deben de tomarse más en cuenta, no para solucionar los problemas existentes; más bien para consolidar y fortalecer a la empresa a corto o mediano plazo con una baja inversión de recursos financieros, o para mantenerse vigente en el mercado.

Para la ejecución del proyecto de inversión, se toma la decisión de trabajarlo bajo tres aspectos básicos fundamentales, permitiendo agrupar las acciones de ejecución del estudio técnico-financiero para su fácil interpretación e integración; para que, con los resultados obtenidos, se pueda determinar la viabilidad y rentabilidad del proyecto de inversión. Los aspectos en los cuales se agrupan las acciones de análisis del estudio técnico-financiero son:

Aspectos técnicos. - Se encarga de agrupar lo requerido para la construcción de la nave industrial avícola; tocando los aspectos fundamentales de la construcción (Sembrado de la nave en cuestión, presupuesto de la infraestructura y de la misma nave en cuestión), así como de los trámites estatales, municipales y federales requeridos para la ejecución del desarrollo avícola.

Aspectos financieros. - Bajo un panorama económico agrupamos los valores del terreno, valores de las ventas del producto avícola (caso específico, la línea de producción de aves de

engorda para consumo humano), obtención de los recursos, la incorporación de los resultados técnicos en un programa de inversión, programación de ingresos y egresos del complejo avícola, así como los gastos requeridos para su ejecución.

Cabe señalar que la confiabilidad de un proyecto de inversión, lo genera la documentación recopilada durante su proceso de ejecución, ya que ésta soporta a cada una en las acciones (técnicas, necesidades del mercado, legales y financieras), requeridas durante el desarrollo del proyecto de inversión.

Un buen proyecto de inversión es la guía para una correcta aplicación de recursos, en él se encuentra un análisis general y minucioso de las actividades de la empresa, así como los parámetros ideales de producción y ventas; con el respeto de las bases acentuadas en la proyección establecida, la empresa podrá alcanzar un fortalecimiento inmediato por la generación de los flujos de efectivo necesarios para beneficio de los accionistas.

3.2.- Características particulares del caso de estudio.

Se propone llevar a cabo un desarrollo avícola en un área de 1,211.86 hectáreas (12'118,638.56 m²) con las siguientes características:

- a) El desarrollo se proyecta para realizarse en 5 años (2013 – 2018)
- b) Se construirán 10 módulos integrados por 15 naves industriales cada uno
- c) El área de construcción de cada módulo será de 141,500 m² (incluyendo caminos de comunicación y acceso)
- d) El área de construcción de cada nave industrial es de 2,931 m²
- e) El proyecto se llevará al cabo en 5 etapas, construyéndose 2 módulos por cada etapa en 10 meses respetando el programa de obra.

Figura 33. Superficie de terreno para construcción de complejo avícola (1,211.86 hectáreas.)



Fuente: Google earth (2019), ubicación granja Chocholá. Recuperado de

(<https://earth.google.com/web/@20.7858349,-89.87191843,11.50557803a,4622.78257587d,35y,-92.46192914h,0.10982664t,0r/data=ChcaFQoNL2cvMTFjNW00NDU0cRgBIAEoAg?authuser=>

El terreno que se elige se ubica en el municipio de Chocholá, Yucatán a 26 kilómetros al suroeste del municipio de Mérida, capital del Estado; aprovechando que la transportación hasta el sitio de la obra se encuentra en un radio no mayor a 45 min. de la ciudad de Mérida.

En el presupuesto presentado se considera la construcción de un módulo de 15 naves industriales con un costo de \$ 2'994,915.88 (dos millones novecientos noventa y cuatro mil novecientos quince pesos 88/100 m.n.) por cada nave industrial, empleando sistemas tradicionales de construcción.

Para iniciar con el proyecto se completaron las actividades definidas a través de un marco legal, en el cual se consideraron todos los contratos, empresas y formas legales que operarían en el proyecto, administración de recursos monetarios para la ejecución de la obra, etc.

Realizados los estudios y análisis técnicos requeridos nos permitió poder definir el monto total de la inversión, esto en lo que se refiere a la construcción de 2 módulos y la urbanización del mismo, incluyendo el costo total del terreno, el cual fue de: \$34'750,000 más la construcción de dos módulos con 15 naves industriales cada uno con un costo de \$89'847,480.00 durante la primera etapa del proyecto. El costo se convierte en la parte más importante de la inversión, ya que éste impacta de manera directa en nuestro caso de estudio.

3.3.- Presupuesto de construcción con sistemas tradicionales

En este punto de la presente tesis se presentará con detalle el presupuesto que se ejerció utilizando un sistema de construcción tradicional en la etapa de cimentación, el cual fue realizado a través de construcción de zapatas aisladas con dados de nivelación, y efectuándose a base de acero de refuerzo, concreto $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$ con la utilización de cimbra de madera de hasta 8 usos para el proceso de colado de dichos elementos.

En la tabla 10 se presentan los componentes del presupuesto que integran la partida de cimentación, efectuada a través de sistemas de construcción tradicional (acero, concreto y cimbra). En el presupuesto presentado se observa que la construcción de la zapata y el dado de nivelación se cuantifica por pieza, al igual que los barrenos de 1" de diámetro para anclaje de zapata a roca sana; en lo que respecta a los planos de construcción se define que la cimentación se conforma de 62 zapatas con dados de nivelación por cada nave industrial, teniéndose 4 barrenos de 1" por cada zapata para anclaje de armado de zapata a roca sana, lo anterior acorde a planos y detalles de construcción presentados en el capítulo 1 y en anexo 1 de la presente tesis. Los precios unitarios considerados para ésta propuesta se presentan en el anexo 6 a la presente tesis.

Se puede concluir que el precio unitario por pieza de cada zapata, incluyendo la excavación, barrenos para anclaje a roca y dado de nivelación es de $\$378,336.91/62 \text{ piezas} = \$6,102.21/\text{pieza}$, empleando los medios de construcción tradicionales (figura 34).

Tabla 10. Presupuesto de construcción de partida de cimentación, efectuada con sistemas de construcción tradicional.

GRUPO CRIO S.A. DE C.V.

Obra: CONSTRUCCIÓN DE MODULO 1 (15 NAVES INDUSTRIALES)
Lugar: CHOCHOLÁ, YUCATÁN
Ciudad: MÉRIDA, YUCATÁN



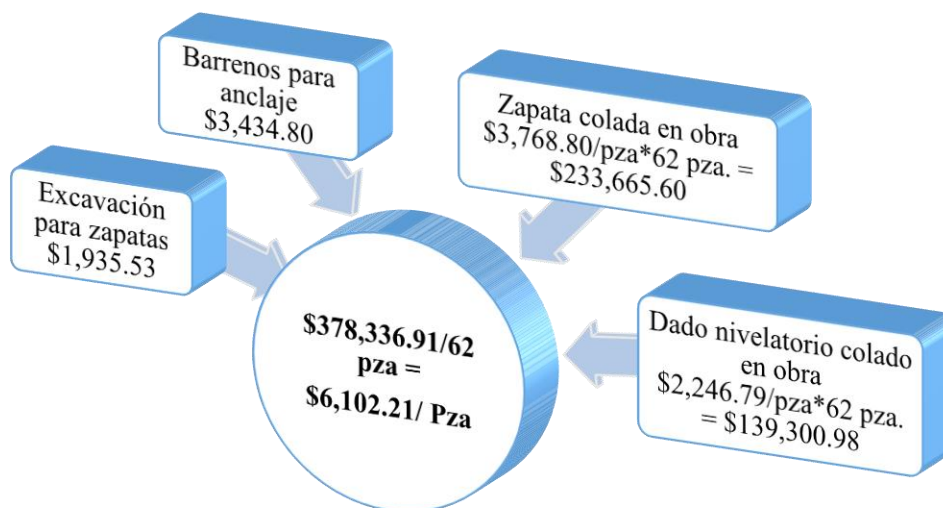
PRESUPUESTO DE OBRA

Código	Concepto	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Importe
CIM01	CIMENTACIÓN				
CIM-EXC01	Excavación de cepas por medios manuales en material tipo II. Incluye: limpieza de fondo y apile de material junto a cepa, de 0.00 a 1.00 m. de profundidad.	m³	23.19	\$ 83.47	\$ 1,935.53
CIM-BAR01	Barrenos de 1" de diámetro y hasta 1.10 mts. de profundidad para anclaje de zapata a roca firme; incluye: trazo, alineación, mano de obra, equipo y todo lo necesario para su correcta ejecución.	Pza.	248.00	\$ 13.85	\$ 3,434.80
CIM-Z1	Zapata de 75 x 75 x 30 cm. de espesor con concreto de Fc=200 kg/cm2, acabado común, armado con 12 varillas del No. 4 (1/2") en lecho inferior y 12 varillas del No. 4 (1/2") en lecho superior, incluye: colocación de anclaje a roca firme con varilla de 1/2" amarrada a armado de zapata y ahogado en barreno de 1" con 1.00 m. de profundidad con mortero tipo II; incluye: suministro de materiales, acarreos, elevaciones, armado, cimbrado, colado, vibrado, descimbrado, mano de obra, equipo y herramienta.	Pza.	62.00	\$ 3,768.80	\$ 233,665.60
CIM-D1	Dado de 30 x 30 x 75m de concreto de Fc=250 kg/cm2, acabado común, armado con 4 varillas del No. 4 (1/2") y estribos del No. 2 (1/4") @ 15 cm, incluye: estribos dobles del No. 4 (1/4") al inicio y terminación del mismo, anclas lisas con extremos roscados de 60 cm de altura (acorde a detalle estructural) para recibir columna de IPR, suministro de materiales, acarreos, elevaciones, armado, cimbrado, colado, vibrado, descimbrado, mano de obra, equipo y herramienta.	Pza.	62.00	\$ 2,246.79	\$ 139,300.98
	TOTAL PARTIDA DE CIMENTACIÓN				\$ 378,336.91

Fuente: elaboración propia.

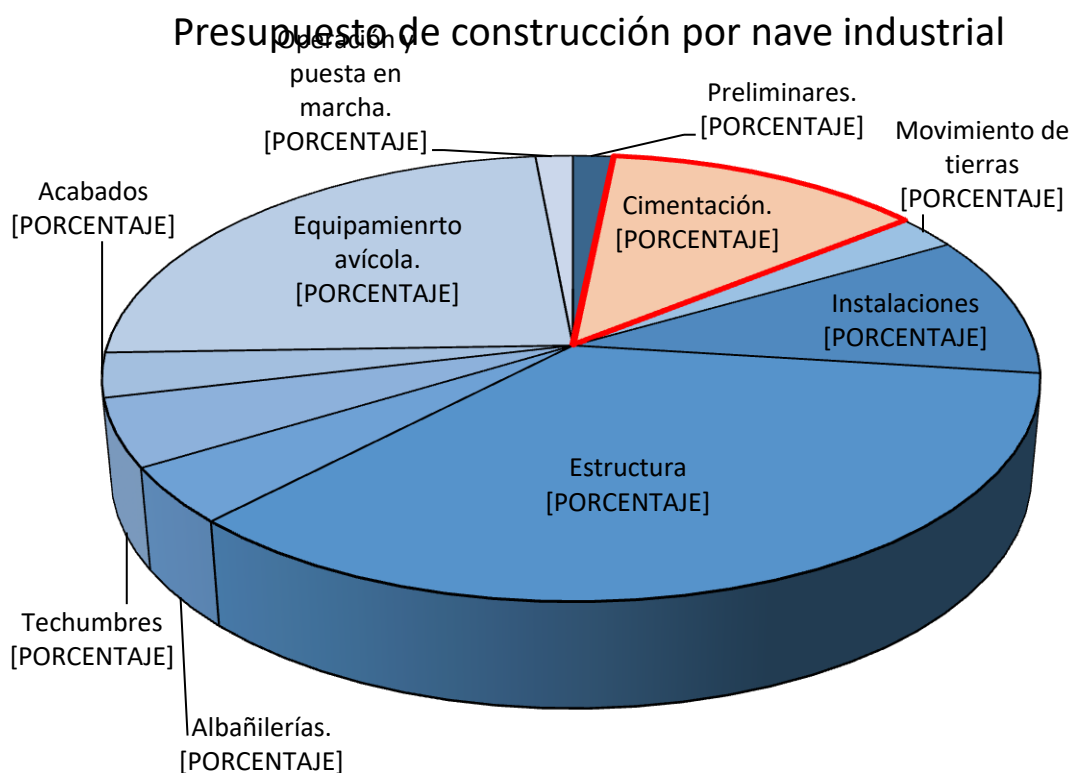
De igual modo se presenta la distribución porcentual de las partidas respecto al presupuesto total de construcción en la figura 35.

Figura 34. Integración de precio unitario por pieza de zapata, empleando sistemas de construcción tradicionales en la etapa de cimentación (acero, concreto, cimbra).



Fuente: elaboración propia.

Figura 35. Distribución porcentual de partidas respecto al total del presupuesto.



Fuente: elaboración propia.

3.4.- Presupuesto de construcción con sistemas prefabricados

Se presentará a continuación el presupuesto de la propuesta correspondiente a utilizar sistemas prefabricados en la etapa de cimentación (tabla 11); en dicha propuesta de construcción el prototipo de zapatas se fabricará de manera monolítica con el dado nivelador, siendo colados ambos en planta con concreto $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ con la utilización de cimbra metálica.

De igual manera en la tabla 11 se presentan los componentes del presupuesto que integran la partida de cimentación, efectuada a través de sistemas prefabricados. En el presupuesto presentado se observa que se aumentan conceptos tales como los fletes para transporte y descarga de los elementos prefabricados, montaje y acoplamiento de los mismos con los marcos de acero indicados en planos del proyecto (anexo 5 de la presente tesis).

Cabe mencionar que, al elegir la opción de la cimentación de zapata prefabricada acoplada a través de tornillos, la partida presupuestal de cimentación se verá afectada debido a los siguientes cambios:

- a) La propuesta de construcción del prefabricado tiene un costo de \$4,150.00/pza. (anexo 7), sin incluir transporte, descarga ni colocación, haciendo un importe de \$257,300.00 por las 62 piezas. que se requieren acorde al proyecto (se incluye la depreciación de 2 moldes metálicos para el colado del prefabricado).

- b) El costo de transporte y descarga es de \$7,300 por viaje de 14 piezas, requiriéndose un total de 5 viajes para cubrir las 62 piezas que se requieren acorde al proyecto, teniéndose un importe de \$36,500 por concepto de transporte y descarga.
- c) La colocación de las zapatas en su sitio acorde a los planos de montaje, se llevará a cabo con una grúa tipo titán de 10 Ton., cuyo costo por día es de \$6,520; acorde a lo especificado en el programa de ejecución de obra, para la etapa de cimentación, se requiere de 7 días para montaje de las zapatas, empleando sistemas prefabricados (anexo 3), teniéndose un importe total de \$45,640.00 por concepto de montaje de las zapatas.
- d) El acoplamiento entre la zapata prefabricada y la columna de acero dejará una tolerancia aproximada de 2 cm por concepto de nivelación en el sitio de la obra, mismo que será cubierto con concreto expansivo y cuyo costo será de \$155.00/pieza, teniéndose un importe total por todas las zapatas (62 piezas) de \$9,610.00.
- e) Al ser un elemento prefabricado se reducen de manera significativa los importes de mano de obra y de materiales, tomando en consideración que se procurarán ahorros en compra de madera para cimbra (se omite la compra de madera para cimbra de contacto de las zapatas a través de sistemas tradicionales) y se ocupará menos personal con respecto a los sistemas tradicionales de construcción; el

reajuste al presupuesto asumiendo el cambio de la partida de cimentación a través de un sistema prefabricado se resume en la tabla 11.

Se puede concluir que el precio unitario por pieza de cada zapata, incluyendo fabricación en planta, fletes y descargas, barrenos para anclaje a roca, montaje de zapata prefabricada y acoplamientos con concreto expansivo es de $\$352,484.80/62$ piezas = $\$5,685.24$ /pieza, empleando sistemas de construcción a base de prefabricados (figura 36).

Cabe aclarar que la propuesta de la utilización de sistemas prefabricados en la etapa de cimentación se hace con la finalidad de comparación contra un sistema tradicional en los aspectos de costo total y tiempo de ejecución entre ambas propuestas; sin embargo, lo que también se lograría con la propuesta de sistemas prefabricados es disminuir en gran medida errores que se efectúan comúnmente en la etapa de colados empleando sistemas tradicionales tales como: uso excesivo de la cimbra de madera (mayor a 15 usos), desprendimientos de concreto al momento de retirar cimbra de madera, defectos en alineación de los elementos (sentido transversal y longitudinal), inadecuado acomodo de pernos para anclaje de placa y columna metálica en dado de cimentación, desplome al momento de colado de dado, entre otros.

En el anexo 9 de la presente tesis se presentan algunas fotografías en relación al proceso constructivo que se sigue al emplear sistemas tradicionales en la etapa de cimentación y se ilustran algunos de los errores mencionados en el párrafo anterior; en el anexo 10 se presentan

fotografías esquemáticas del proceso constructivo de zapatas prefabricadas coladas en planta; cabe mencionar que dichas fotografías no corresponden al caso de estudio.

Tabla 11. Presupuesto de construcción de partida de cimentación, efectuada con sistemas prefabricados.

GRUPO CRIO S.A. DE C.V.

Obra: CONSTRUCCIÓN DE MODULO 1 (15 NAVES INDUSTRIALES)
Lugar: CHOCHOLÁ, YUCATÁN
Ciudad: MÉRIDA, YUCATÁN

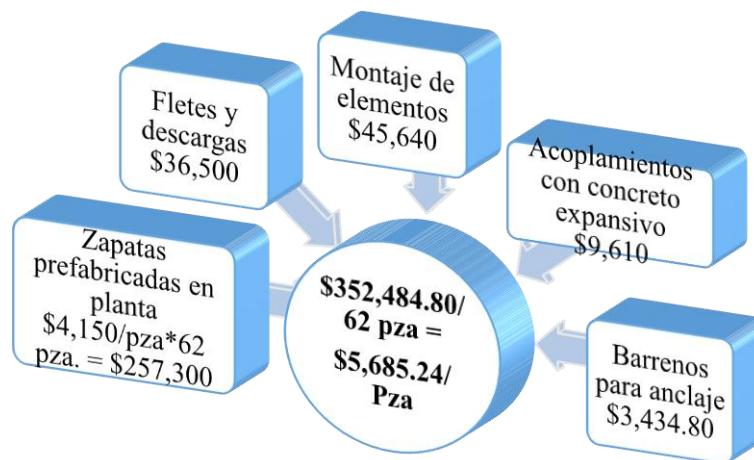


PRESUPUESTO DE OBRA

Código	Concepto	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Importe
CIM01 CIMENTACIÓN					
CIM-BAR01	Barrenos de 1" de diámetro y hasta 1.10 mts. de profundidad para anclaje de zapata a roca firme; incluye: trazo, alineación, mano de obra, equipo y todo lo necesario para su correcta ejecución.	Pza.	248.00	\$ 13.85	\$ 3,434.80
CIM-Z1-PREF	Zapata prefabricada en planta, con medidas de 1.20 x 1.20 x 20 cm.de espesor y dado nivelador de 40 x 40 x 85 cm con concreto de F'c=250 kg/cm2, acabado aparente, armado con 10 varillas del No. 5 (5/8") en lecho inferior (armado de zapata) y 6 varillas del #5 en armado de dado, con estribos del No. 3 (3/8") @ 15 cm; incluye: birlos de acoplamiento de 5/8" en dado nivelador para columna de acero, colocación de anclaje a roca firme con varilla de 5/8" amarrada a armado de zapata y ahogado en barreno de 1" con 1.00 m. de profundidad con concreto expansivo.	Pza.	62.00	\$ 4,150.00	\$ 257,300.00
CIM-FLET	Flete para transporte y descarga de zapata prefabricada, hecho con tractocamion con capacidad de 18 toneladas; incluye descarga en sitio de la obra, combustible, operador, equipo menor y herramienta.	Flete	5.00	\$ 7,300.00	\$ 36,500.00
CIM-ACOPL	Acoplamiento de columna de acero de perfil IPR de 8" x 8" con placa base de 30 x 30 cm, a base de concreto expansivo hasta una tolerancia máxima de 1.5 cm por pieza; suministro de materiales, acarreo, elevaciones, armado, cimbrado, colado, vibrado, descimbrado, mano de obra, equipo y herramienta.	Pza.	62.00	\$ 155.00	\$ 9,610.00
CIM-MONT	Montaje de zapata prefabricada con grúa autopropulsada de brazo telescópico con una capacidad de elevación de 10 toneladas y 15 m de altura máxima de trabajo. Incluye operador, combustible, equipo menor y herramienta.	Día	7.00	\$ 6,520.00	\$ 45,640.00
TOTAL PARTIDA DE CIMENTACIÓN					\$352,484.80

Fuente: elaboración propia.

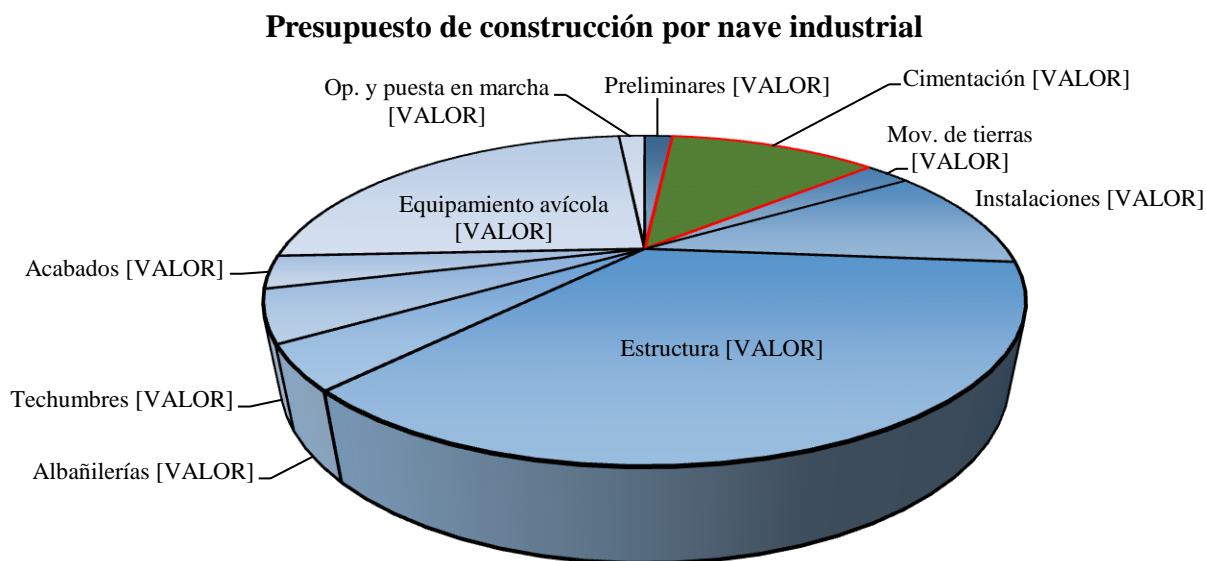
Figura 36. Integración de precio unitario por pieza de zapata, empleando sistemas de construcción prefabricados



Fuente: elaboración propia

Finalmente se presenta la distribución porcentual de las partidas respecto al presupuesto total de construcción en la figura 37.

Figura 37. Distribución porcentual de partidas respecto al total del presupuesto (sistemas prefabricados).



Fuente: elaboración propia.

3.5 Evaluación financiera.

La realización de la evaluación financiera es de suma importancia, ya que los parámetros que se obtienen nos indican la viabilidad del proyecto de inversión.

Para la evaluación financiera de la presente tesis se toman en cuenta los siguientes indicadores económicos descritos en el capítulo 2:

- a) Valor Presente Neto (VPN)
- b) Tasa Interna de Retorno (TIR)
- c) Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI)

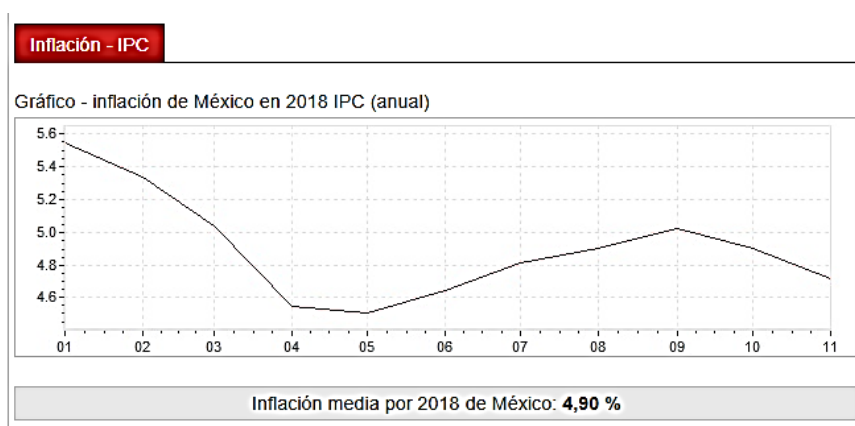
Antes de iniciar con el cálculo del valor presente neto, de la tasa interna de retorno y la tasa de rentabilidad inmediata, se debe determinar el valor de la tasa de descuento, esto porque los flujos de efectivo resultante de la proyección financiera se traen al presente; se le llama tasa de descuento, porque descuenta el valor del dinero en el futuro a su equivalente en el presente, denominándose flujos descontados o flujos netos.

Al tratarse de un proyecto de inversión privado, la tasa de descuento dependerá en gran parte de las expectativas del dueño del proyecto; debido a la caída en las tasas de interés del ahorro interno y externo en México, con el fin de contribuir de manera significativa con el

propósito del Gobierno Federal para fomentar la inversión pública en México, se consideró necesario llevar a cabo los estudios necesarios para el cálculo de la tasa social de descuento cuyo valor pasó de 10% a 12% (SHCP, 2015), publicado en la página: [//www.gob.mx/shcp/documentos/tasa-social-de-descuento-tsd](http://www.gob.mx/shcp/documentos/tasa-social-de-descuento-tsd). De igual manera se toma en consideración la inflación promedio hasta el mes de Diciembre de 2018, la cual fue de 4.90% acorde a un estudio publicado para la inflación en México basado en el índice de precios al consumo (Figura 38).

Para fines prácticos se define una tasa de descuento de 16.90%, la cual representa una tasa mayor al 12 % que es generalmente empleada como tasa social de descuento para proyectos de inversión del sector público más el índice inflacionario medio del país al mes de Diciembre de 2018. La inversión inicial del proyecto está representada por el costo del terreno y el costo de construcción de cada una de las etapas de construcción, asumiendo que tan pronto termine cada etapa ésta podrá iniciar operaciones (alojamiento, alimentación y crecimiento de aves para consumo humano).

Figura 38. Inflación promedio en México para el año 2018.



Fuente: web (<https://es.inflation.eu/tasas-de-inflacion/mexico/inflacion-historica/ipc-inflacion-mexico-2018.aspx>).

El proyecto se llevará a cabo durante 5 etapas de construcción, lo cual se traduce en que el VPN se calculará para 5 períodos, siendo que los ingresos, egresos y flujos de caja de dichos períodos están representados en la tabla 11, para el caso de sistemas de construcción tradicionales.

Para determinar el valor presente neto, que es el valor obtenido mediante la actualización de los flujos netos de efectivo del proyecto considerando la inversión inicial como una salida de efectivo, por lo tanto le corresponde un valor negativo.

El resultado del VPN deberá ser siempre positivo, para que se considere como un proyecto rentable, ya que indica que se está cubriendo el nivel mínimo o de rechazo representado por la tasa de descuento.

Es importante mencionar que los flujos netos mostrados están expresados de manera que ya se encuentran descontados los gastos asociados a la operación del proyecto (no olvidar que se trata de una granja avícola de crecimiento de aves para consumo humano).

Para poder determinar el VPN del proyecto de inversión se empleó fórmula descrita en la página 67 de la presente tesis:

$$VPN = -I_0 + \sum \frac{B_n - C_n}{(1 + d)^n}$$

Los resultados del cálculo de VPN y TIR se presentan en la tabla 11:

Tabla 12

Ingresos, egresos y flujos de efectivo netos para cálculo de VPN, TIR y TRI (empleando sistemas tradicionales de construcción).

Tasa de descuento	16.90%		
PERIODO	BENEFICIOS (INGRESOS)	COSTOS (EGRESOS)	FLUJOS DE EFECTIVO (NETOS)
0	\$ -	\$ 34,750,000.00	-\$ 34,750,000.00
1	\$ 109,134,689.00	\$ 97,933,753.00	\$ 11,200,936.00
2	\$ 116,010,170.00	\$ 104,994,777.00	\$ 11,015,393.00
3	\$ 123,318,812.00	\$ 112,055,800.00	\$ 11,263,012.00
4	\$ 131,087,899.00	\$ 119,116,824.00	\$ 11,971,075.00
5	\$ 139,346,438.00	\$ 126,177,848.00	\$ 13,168,590.00

VPN = \$ 2,384,988.00
 TIR = 19.77%
 TRI = 32.23%

Fuente: elaboración propia.

Empleando la tasa de descuento del 16.90% propuesta para este caso se obtiene un VPN de \$2'384,988.00 valor que indica que la inversión a realizar se está recuperando en su totalidad además de permitir ganancia al dueño del proyecto por la cantidad indicada.

Para determinar la TIR, se toman los mismos datos de flujos netos de efectivo obtenidos previamente e indicados en la tabla 12, y se emplea la fórmula descrita en la página 69 de la presente tesis para su cálculo, como a continuación se describe:

$$VPN = -I_0 + \sum \frac{B_n - C_n}{(1 + TIR)^n} = 0$$

El valor resultante de la TIR es de 19.77% (tabla 12), lo cual indica que la inversión a realizar es segura ya que el valor obtenido resulta superior a la tasa de descuento que sirve de base para el cálculo (16.90%).

El cálculo para la TRI se efectúa con la fórmula descrita en la página 72 de la presente tesis:

$$TRI_n = \frac{BN_n}{(I_0)}$$

El valor que se obtiene se muestra en la tabla 12 de 32.23%, el cual al ser mayor a la tasa de descuento considerada para su cálculo (16.90%) nos indica que el proyecto debe operarse lo antes posible en el año 1, pues el momento óptimo de inversión ya ha ocurrido.

Cabe mencionar que los indicadores obtenidos en párrafos anteriores son aplicables para los montos correspondientes a costos de construcción de las naves industriales avícolas en la etapa de cimentación a través de sistemas tradicionales (acero, concreto, cimbra).

Para conocer el valor de éstos mismos indicadores para el caso de costos de construcción de las naves industriales con sistemas prefabricados en la etapa de cimentación, se aplica el mismo criterio de cálculo cambiando los montos de la partida de cimentación y observándose las siguientes variaciones en los indicadores (tabla 13):

Tabla 13. Ingresos, egresos y flujos de efectivo netos para cálculo de VPN, TIR y TRI (empleando sistemas prefabricados).

Tasa de descuento	16.90%		
PERIODO	BENEFICIOS (INGRESOS)	COSTOS (EGRESOS)	FLUJOS DE EFECTIVO (NETOS)
0	\$ -	\$ 34,750,000.00	-\$ 34,750,000.00
1	\$ 109,134,689.00	\$ 97,088,360.00	\$ 12,046,329.00
2	\$ 116,010,170.00	\$ 104,088,431.00	\$ 11,921,739.00
3	\$ 123,318,812.00	\$ 111,088,502.00	\$ 12,230,310.00
4	\$ 131,087,899.00	\$ 118,088,572.00	\$ 12,999,327.00
5	\$ 139,346,438.00	\$ 125,088,643.00	\$ 14,257,795.00

VPN = \$ 5,426,433.00
 TIR = 23.32%
 TRI = 34.67%

Fuente: elaboración propia.

De acuerdo a los parámetros obtenidos para la evaluación financiera, se observa que el proyecto de inversión es viable ya que se recupera la inversión a realizar (VPN), se obtienen buenos rendimientos operativos superiores a las tasas de descuento elegida por el dueño del proyecto (TIR) y también se observa que desde el año 1 se puede operar el proyecto, puesto que la TRI obtenida es mayor a la tasa de descuento considerada para el cálculo de los indicadores

(16.90%); lo anterior en ambos casos de estudio, es decir, tanto para los costos en que se incurre el empleo de sistemas tradicionales de construcción como en los costos del empleo de sistemas prefabricados de construcción para la etapa de cimentación.

Sin embargo, es importante señalar que los mayores valores para los indicadores de VPN, TIR y TRI se obtienen en el caso del empleo de sistemas prefabricados en la etapa de cimentación; las diferencias entre ambos casos se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 14. Diferencias obtenidas entre indicadores (sistemas tradicionales versus sistemas prefabricados).

PARTIDA CIMENTACIÓN	VPN	TIR	TRI
Sistemas tradicionales	\$ 2,384,988.00	19.77%	32.23%
Prefabricados	\$ 5,426,433.00	23.32%	34.67%
Diferencias =	\$ 3,041,445.00	3.55%	2.43%

Fuente: elaboración propia.

La diferencia que se obtiene entre ambos indicadores básicamente representa el ahorro en costos al emplear sistemas prefabricados en la etapa de cimentación, aunque a la vez atendiendo al programa de ejecución de obra (anexo 3) se puede concluir que la inversión a realizarse empleando sistemas prefabricados es mayor al inicio, respecto a los sistemas de construcción tradicionales, pero a la vez se procura una reducción en el tiempo de tiempo de ejecución de 3 semanas respecto al programa de ejecución de obra con sistemas tradicionales.

Dicho ahorro en tiempo representa para el dueño del proyecto la posibilidad de repetir el proceso del producto que ofrece (crecimiento de aves de engorda para consumo humano) más ocasiones en un año que lo que comúnmente haría si se atiende a los tiempos de ejecución del calendario de obra con sistemas de construcción tradicional.

Finalmente, la decisión la toma el dueño del proyecto acorde a su criterio y experiencia en el ramo de la avicultura, así como en base a la producción esperada y a las herramientas de decisión proporcionadas en éste capítulo de tesis.

CAPÍTULO 4.- LINEAMIENTOS PARA LA PRESENTACIÓN DE ESTUDIOS COSTO-BENEFICIO DEL CASO EN ESTUDIO.

4.1.- Lineamientos del costo-beneficio

Para el caso de programas de proyectos de inversión pública (PPI), el artículo 34 de la Ley Federal de presupuesto y responsabilidad hacendaria indica que, para la programación de los recursos destinados a programas y proyectos de inversión, las dependencias y entidades deberán observar el siguiente procedimiento, sujetándose a lo establecido en el Reglamento vigente:

- I. Contar con un mecanismo de planeación de las inversiones.
- II. Presentar a la Secretaría la evaluación costo y beneficio de los programas y proyectos de inversión que tengan a su cargo
- III. Registrar cada programa y proyecto de inversión en la cartera que integra la Secretaría, para lo cual se deberá presentar la evaluación costo y beneficio correspondiente.
- IV. Los programas y proyectos registrados en la cartera de inversión serán analizados por la comisión intersecretarial de gasto financiamiento, la cual determinará la relación para su inclusión en el proyecto de presupuesto de egresos.

Los lineamientos para la elaboración y presentación de los análisis costo y beneficio de los programas y proyectos de inversión, vienen plasmados en el diario oficial de la federación de fecha 30 de Diciembre de 2013 (presentados en el anexo 4).

En lo que respecta a los lineamientos para la elaboración y presentación de los análisis costo y beneficio de los programas y proyectos de inversión, se resume a continuación lo referente a la sección VI sobre los estudios de costo – beneficio:

1.- El análisis costo-beneficio se aplicará en los siguientes casos:

- i. Para los programas y proyectos de inversión con monto total de inversión superior a 500 millones de pesos;
- ii. Para los proyectos de infraestructura productiva de largo plazo, y
- iii. Para aquellos programas y proyectos de inversión distintos de los anteriores, cuando así lo determine la Secretaría, a través de la Unidad de Inversiones, independientemente de su monto total de inversión.

2.- El análisis costo-beneficio de los programas o proyectos de inversión deberá incluir las principales conclusiones de la factibilidad técnica, legal, económica y ambiental, así como los estudios de mercado y otros específicos de acuerdo al sector y al programa o proyecto de inversión de que se trate.

3.- Para efecto de los presentes lineamientos, los análisis mencionados se definen como sigue:

- i.** Análisis de factibilidad ambiental: los estudios en donde se determina que un programa o proyecto de inversión cumple con la normatividad aplicable en materia ambiental;
- ii** Análisis de factibilidad económica: los estudios sobre la cuantificación de los costos y beneficios de un programa o proyecto de inversión en donde se muestre que el mismo es susceptible de generar, por sí mismo, beneficios netos bajo supuestos razonables
- iii.** Análisis de factibilidad legal: los estudios en donde se determine que un programa o proyecto de inversión cumple con las disposiciones jurídicas aplicables en el ámbito federal, estatal y municipal que corresponda, y
- iv.** Análisis de factibilidad técnica: los estudios sobre los materiales, maquinaria, equipo, tecnología y calificación de personal que se requieren para la ejecución y operación de un programa o proyecto de inversión, en donde se determine si el proyecto se apega a las normas establecidas por la dependencia o entidad de la administración pública federal, así como a las prácticas aceptadas de ingeniería y a los desarrollos tecnológicos disponibles.

El análisis costo-beneficio deberá contener lo siguiente:

- i.** Resumen ejecutivo

El resumen ejecutivo deberá presentar la visión global del proyecto, describiendo brevemente sus aspectos más relevantes. Se explicará en forma concisa, la problemática que se pretende resolver o las necesidades a cubrir; las principales características del proyecto, las razones por las que la alternativa elegida es la más conveniente; el monto de inversión y sus principales componentes, los indicadores de rentabilidad y los riesgos asociados a su ejecución.

ii. Situación sin proyecto y posibles soluciones En esta sección se deberá presentar lo siguiente:

- a) Diagnóstico de la situación actual que motiva la realización del proyecto, resaltando la problemática que se pretende resolver;
- b) Descripción de la situación actual optimizada, la cual detallará las acciones que llevarían a cabo las dependencias o entidades en caso de que el proyecto no se realice. El efecto de las medidas de optimización deberá proyectarse a lo largo del horizonte de evaluación, con el fin de asegurar que en ésta solamente se consideren los costos y beneficios atribuibles a la realización del proyecto;
- c) Análisis de la Oferta y Demanda de la situación sin proyecto. Se deberá incluir una estimación de la Oferta, Demanda y, en su caso, precios a lo largo del horizonte de evaluación, explicando su comportamiento y su evolución, señalando la metodología y los supuestos utilizados, así como la justificación de los mismos, y
- d) Alternativas de solución. Se deberán describir las alternativas que pudieran resolver la problemática señalada, identificando y explicando sus características técnicas, económicas, así como las razones por las que no fueron seleccionadas.

Para efectos de este inciso, no se considera como alternativa de solución diferente, la comparación entre distintos proveedores del mismo bien o servicio.

iii. Descripción del proyecto

En esta sección se deberán señalar las características más importantes del proyecto de inversión, incluyendo lo siguiente:

- a) Objetivo, es la descripción de cómo el proyecto contribuye a la consecución de los objetivos y estrategias establecidos en el Plan Nacional de Desarrollo y los programas sectoriales, regionales y especiales, así como al mecanismo de planeación al que hace referencia al artículo 34 fracción I de la Ley;
- b) Propósito, es el resultado inmediato o consecuencia directa que se espera lograr con la ejecución del proyecto y que contribuirá a alcanzar el objetivo a que se refiere el inciso anterior, por ejemplo, ahorros en tiempos en el caso de una carretera o aumento en la cobertura del servicio en el caso de líneas de distribución eléctrica;
- c) Componentes, indicar el número, tipo y principales características de los activos que resultarían de la realización del proyecto, tales como edificios, caminos, plantas productivas, redes, mobiliario y equipamiento, o servicios, los cuales son necesarios para alcanzar el propósito del mismo;
- d) Calendario de actividades, programación de las principales acciones que se requieren para generar los componentes del proyecto;
- e) Tipo de proyecto o programa, justificación conforme al numeral 2 de estos lineamientos;
- f) Localización geográfica, dónde se desarrollará el proyecto, así como su zona de influencia;
- g) Vida útil del programa o proyecto y su horizonte de evaluación;
- h) Capacidad instalada que se tendría y su evolución en el horizonte de evaluación del proyecto;
- i) Metas anuales y totales de producción de bienes y servicios cuantificadas en el horizonte de evaluación;
- j) Beneficios anuales y totales en el horizonte de evaluación, identificar, describir, cuantificar y valorar la generación de ingresos o la obtención de ahorros derivados del

proyecto de forma desagregada incluyendo los supuestos y fuentes empleadas para su cálculo;

- k) Una descripción de los aspectos más relevantes de las evaluaciones técnica, legal y ambiental del proyecto;
- l) El avance en la obtención de los derechos de vía, manifestación de impacto ambiental, cambio de uso de suelo y cualquier otro trámite previo, en el caso de proyectos que requieran contar con ellos;
- m) El costo total del proyecto, considerando por separado las erogaciones a realizar tanto en la etapa de ejecución como en la de operación:

m.1) Para la etapa de ejecución, el calendario de inversiones por año y la distribución del monto total de inversión en los componentes del proyecto o en sus principales rubros, y

m.2) Para la etapa de operación, la distribución de las erogaciones a realizar en sus principales rubros;

- n) Las fuentes de recursos, su calendarización estimada y su distribución entre recursos públicos (federales, estatales y municipales) y privados;
- o) Supuestos técnicos y socio-económicos, señalando los más importantes para efectos de la evaluación, tales como factor de planta, rendimiento por hectárea, variación del producto interno bruto, crecimiento de la población, tipo de cambio, costo de los combustibles, precios de los productos, entre otros.
- p) Infraestructura existente y proyectos en desarrollo que podrían verse afectados por la realización del proyecto.

iv. Situación con proyecto

En esta sección se deberá considerar el impacto que tendría sobre el mercado la realización del proyecto. Para dicho análisis deberá compararse la situación actual

optimizada con la situación con proyecto, de tal manera que se identifiquen los impactos atribuibles al proyecto exclusivamente, mismos que deberán reflejarse en el flujo de costos y beneficios. Este análisis deberá comparar las estimaciones de la oferta y demanda incluidas en el punto ii con las estimadas en la situación con proyecto.

v. Evaluación del proyecto

En esta sección se deberán identificar y cuantificar en términos monetarios los costos y beneficios del proyecto, así como el flujo de los mismos a lo largo del horizonte de evaluación, con objeto de mostrar que el proyecto es susceptible de generar, por sí mismo, beneficios netos para la sociedad bajo supuestos razonables.

En la evaluación del proyecto se deberán tomar en cuenta los efectos directos e indirectos, incluyendo, en su caso, las externalidades y los efectos intangibles, derivados de su realización sobre el mercado relevante, los mercados relacionados de bienes y servicios, y otros agentes económicos, a fin de determinar su impacto final sobre la sociedad. Se deberán presentar los indicadores de rentabilidad que resulten del flujo neto de costos y beneficios del proyecto; así como el cálculo del valor presente neto (VPN), la tasa interna de retorno (TIR) y, en el caso de proyectos cuyos beneficios sean crecientes en el tiempo, la tasa de rendimiento inmediato (TRI).

vi. Análisis de sensibilidad y riesgos

Mediante este análisis, se deberán identificar los efectos que ocasionaría la modificación de las variables relevantes sobre los indicadores de rentabilidad del proyecto, esto es, el VPN, la TIR y, en su caso, la TRI. Entre otros aspectos, deberá considerarse el efecto derivado de variaciones porcentuales en: el monto total de inversión, los costos de operación y mantenimiento, los beneficios, en la demanda, el precio de los principales insumos y los bienes y servicios producidos, etc.; asimismo, se deberá señalar la variación porcentual de estos rubros con la que el VPN sería igual a cero.

Finalmente, se deberán considerar los riesgos asociados tanto en la etapa de ejecución del proyecto como en su operación que puedan afectar su viabilidad y rentabilidad.

vii Conclusiones

Exponer de forma clara y precisa los argumentos por los cuales el proyecto debe realizarse.

4.2.- Etapas y formatos para la presentación del costo - beneficio

Al momento de presentar formalmente un estudio de costo beneficio ante la secretaría de hacienda y crédito público (SHCP) se requiere de un formato oficial para el caso de proyectos públicos de inversión, emitido por dicho organismo y que, de manera explícita, debe contener lo descrito en párrafos anteriores.

La versión más reciente de dicho formato es de fecha de publicación del 27 de Octubre de 2015 y se puede descargar en la página www.shcp.gob (se presenta en anexo 8); a continuación se describen las características de cada uno de los apartados de dicho formato, conteniendo de manera concisa la información requerida para su presentación oficial ante SHCP:

I.- Resumen Ejecutivo. - En esta sección se llena la información requerida a manera de resumen de lo que serán los componentes del análisis costo – beneficio.

I.1.- Problemática, objetivo y descripción de la obra

I.2.- Horizonte de evaluación, costos y beneficios del PPI

I.3.- Indicadores de Rentabilidad del PPI

I.4.- Conclusión

II.- Situación actual del proyecto. - Se describen las características actuales del proyecto, incluyendo la oferta y demanda actual, además de que se incluye un diagnóstico de la problemática que se pretende resolver.

II.1.- Diagnostico de la situación actual

II.2.- Análisis de la oferta existente

II.3.- Análisis de la demanda actual

II.4.- Interacción de la oferta - demanda

III.- Situación sin el PPI. - Se describe la situación esperada en ausencia del proyecto. Incluye las optimizaciones y el diagnóstico de la oferta y la demanda con optimizaciones, incluyéndose alternativas de solución para el problema planteado.

III.1.- Optimizaciones

III.2.- Análisis de la oferta

III.3.- Análisis de la demanda

III.4.- Interacción de la oferta – demanda

III.5.- Alternativas de solución

IV.- Situación con el PPI. - Se describe la situación esperada con la implementación del proyecto, incluyendo la siguiente información:

IV.1.- Descripción general

IV.2.- Alineación estratégica

IV.3.- Localización geográfica

IV.4.- Calendario de actividades

IV.5.- Monto de inversión

IV.6.- Fuentes de financiamiento

IV.7.- Capacidad instalada

IV.8.- Metas anuales y totales de producción

IV.9.- Vida útil

IV.10.- Descripción de los aspectos más relevantes (estudio de mercado, estudio técnico, estudio ambiental, estudio legal y estudios específicos)

IV.11.- Análisis de la oferta

IV.12.- Análisis de la demanda

IV.13.- Interacción de la oferta - demanda

V.- Evaluación con el PPI. - Se resumen los principales puntos de evaluación del proyecto, desglosando el cálculo completo de los costos, beneficios e indicadores de rentabilidad.

V.1.- Identificación, cuantificación y valoración de costos del PPI

V.2.- Identificación, cuantificación y valoración de los beneficios del PPI

V.3.- Cálculo de los indicadores de rentabilidad

V.4.- Análisis de sensibilidad

V.5.- Análisis de riesgos

VI.- Conclusiones y recomendaciones. - Se exponen de la manera más clara y precisa posible, las razones por las cuales debe llevarse a cabo el proyecto, con base en los resultados obtenidos del análisis del caso de estudio.

VII.- Anexos. - Se incorporan tanto la memoria de cálculo realizada para obtener todos los indicadores de rentabilidad solicitados, así como la cuantificación de costos y beneficios, el análisis de sensibilidad y todos los análisis de la oferta y demanda solicitados en cada sección. De igual manera se incluyen todos los estudios completos solicitados en la sección cuatro (los aplicables al caso de estudio).

VIII.- Bibliografía. - Incorporar la bibliografía de las fuentes de información utilizadas para la realización del análisis del PPI.

Lo descrito en párrafos anteriores en cuando a lineamientos y formatos para la elaboración y presentación del análisis costo – beneficio del caso de estudio serán presentados a continuación; para ello se opta por seguir los lineamientos que se marcan para la elaboración de estudios de costo – beneficio para proyectos públicos de inversión, por estar muy completos y además que para obra privada no existen una metodología estricta a seguir, diferentes a los expuestos para elaborar un minucioso análisis de costo y beneficio del caso de estudio.

4.3.- Presentación formal del caso de estudio.

Análisis Costo-Beneficio

Evaluación costo-beneficio del empleo de cimentación a base de zapatas aisladas prefabricadas de concreto reforzado para construcción de nave industrial de tipo avícola.

I. Resumen Ejecutivo

Problemática, objetivo y descripción de la obra

Objetivo de la obra

Construir un desarrollo avícola para crecimiento de aves de engorda para consumo humano en el municipio de Chocholá, Yucatán; creando fuentes de empleo para los habitantes del municipio y zonas aledañas durante y después de la construcción del mismo, empleando sistemas prefabricados en la etapa de cimentación.

Problemática identificada

Debido al crecimiento regional de la empresa CRIO (empresa avícola local de Estado de Yucatán), su director se ha enfrentado ante la necesidad de realizar proyectos de inversión en materia de infraestructura en sus diversas líneas de producción (a saber: producción de huevo, crecimiento de aves de engorda para consumo humano, incubación de aves, etc.) con la finalidad de hacer crecer su negocio a la par de ser más competitivo ante los avicultores locales.

Actualmente, en el sureste del país (Yucatán, Campeche, Quintana Roo y Tabasco) la empresa CRIO comercializa su oferta de productos, siendo la de mayor impacto la relacionada a la producción de huevo y pollo. Debido a dicha actividad se hace necesario la modernización de las plantas de producción, siendo que una de las actividades de mayor impacto es la construcción de naves industriales para crecimiento y alojamiento de aves en las líneas de producción mencionadas.

Breve descripción de la obra

La obra constará de la construcción de un desarrollo avícola de 10 módulos de producción para alojamiento, alimentación y crecimiento para la línea de producción de aves de engorda para consumo humano, con los siguientes espacios:

- a) Caminos de acceso y tránsito interior para operación y mantenimiento de los módulos de producción

- b) 15 naves industriales por cada módulo, provistas de instalaciones y equipamiento necesario para alojamiento, alimentación y crecimiento para la línea de producción de aves de engorda
- c) Infraestructura de urbanización necesaria (drenaje, electricidad, agua potable) para la operación y mantenimiento de los módulos de producción

Horizonte de evaluación, costos y beneficios de la obra

Horizonte de evaluación

5 años a partir de la primera aportación de la inversión (año 2014, con la compra del terreno), efectuándose durante los 5 años inversiones requeridas debido a la construcción de naves industriales en cada etapa, así como operación de cada módulo terminado para iniciar actividades de producción.

Descripción de los principales costos de la obra

1.- Monto de Inversión
El monto de inversión es de \$581'020,063.00 y está compuesto por urbanización, construcción y equipamiento avícola.

2.- Costo de Operación y Mantenimiento
Incluye los servicios de personal, logística de transportes, servicios de conservación y mantenimiento de las instalaciones e infraestructura. El monto anual se estima en \$9,172,445.00 (promedio anual)

3.- Costo del Terreno
Se adquiere un terreno de 12'118,638.56 metros cuadrados con un costo de \$34'750,000.00.

Descripción de los principales beneficios de la obra

- Modernización de instalaciones.
- Aumento en la capacidad de producción de aves de engorda para consumo humano.
- Incremento de ciclos de producción, resultado de mayor capacidad instalada.
- Reducción en tiempos de construcción de las naves industriales que integran cada módulo de producción, empleando sistemas prefabricados.
- Ofrecer oportunidades de empleo para los habitantes de la zona durante la etapa de construcción así como para la operación de las unidades de producción.

Monto total de inversión (con IVA)

El costo de inversión del proyecto es de \$684'623,309.28 (Seiscientos ochenta y cuatro millones, seiscientos veintitrés mil trescientos nueve pesos 28/100 M.N.) IVA incluido, e incluyendo igualmente gastos de operación.

Riesgos asociados a la obra

- Fluctuaciones a la alta en la tasa de descuento para empleada en el proyecto, respecto a la considerada.
- Capacidad de producción menor a la estimada.
- Incumplimiento en tiempos de construcción, empleando sistemas prefabricados en la etapa de cimentación.

Indicadores de rentabilidad de la obra

Valor presente neto (VPN)

El valor presente obtenido es de \$5'426,433.00 (Cinco millones, cuatrocientos veintiséis mil cuatrocientos treinta y tres pesos 00/100 M.N.) antes de IVA.

Tasa interna de retorno (TIR)

La tasa interna de retorno obtenida es de 23.32%.

Tasa de rentabilidad inmediata (TRI)

La tasa de rentabilidad inmediata obtenida es de 34.67%

Conclusión

Conclusión del análisis de la obra

El análisis de los indicadores de rentabilidad nos indica que la realización de un proyecto de construcción de naves industriales para crecimiento de aves de engorda para consumo humano resulta factible.

En el análisis se estudian 2 alternativas de solución para la problemática presentada, de las cuales la construcción de la etapa de cimentación a base de sistemas prefabricados en la etapa de cimentación resulta más rentable en comparación de empleo de sistemas de construcción tradicionales para la misma etapa de construcción.

La diferencia entre los indicadores económicos para ambas alternativas de solución en cuanto al VPN es de \$3'041,445.00 (Tres millones, cuarenta y un mil cuatrocientos cuarenta y cinco pesos 00/100 M.N.) antes de IVA; en cuanto a la TIR es de 3.55%, y en cuanto a la TRI es de 2.43%. Lo anteriormente descrito se resume en la tabla 14 de la presente tesis.

Tabla 14. Diferencias obtenidas entre indicadores (sistemas tradicionales versus sistemas prefabricados).

PARTIDA CIMENTACIÓN	VPN	TIR	TRI
Sistemas tradicionales	\$ 2,384,988.00	19.77%	32.23%
Prefabricados	\$ 5,426,433.00	23.32%	34.67%
Diferencias =	\$ 3,041,445.00	3.55%	2.43%

Fuente: elaboración propia.

Debido a lo anteriormente descrito se recomienda efectuar la realización del proyecto empleando sistemas de construcción prefabricados en la etapa de cimentación.

II. Situación actual de la obra

a) Diagnóstico de la situación actual

La infraestructura con que actualmente cuenta la empresa CRIO en la línea de producción de crecimiento de aves de engorda para consumo humano tiene un tiempo de utilización de 15 años aproximadamente, lo cual se traduce en que los alcances de producción no son los deseados por el dueño del proyecto y tampoco competitivos en comparación con los avicultores locales.

Con la finalidad de incrementar dicha producción es que se concibe la creación de nuevas unidades de producción con sistemas de construcción a prefabricados en la etapa de cimentación, procurando bajos costos de construcción de dichas unidades y obteniendo mayores beneficios económicos.

b) Análisis de la oferta existente

La oferta que en la actualidad presenta la empresa CRIO en su línea de producción de aves de engorda para consumo humano se desglosa de la siguiente manera:

- Aves producidas/unidad productora= 23,000
- (23,000 aves)(95 unidades productoras) = 2'185,000 aves
- Ciclos de producción/año = 5 ciclos
- (2'185,000 aves)(5 ciclos) = 10'925,000 aves/año
- Tasa de mortalidad 8% = 10'925,000 aves – 8% = 10'051,000 aves/año
- Peso comercial/ave aproximado de 2 Kg. = (10'051,000)(2Kg.) = 20'102,000 Kg. = 20,102 Ton/año

De acuerdo a la publicación de OCDE (2018) exámenes de mercado en México: estudio de caso del mercado de la carne de pollo, la producción de carne de pollo en el estado de Yucatán

asciende a 131,300 toneladas/año (p. 57), ocupando en este rubro la empresa CRIO un 15.31 % actualmente de la totalidad producida en el Estado. Se presenta la información en la tabla 15:

Tabla 15. Producción de carne de pollo en México por entidad federativa (anual).

Tabla 4.5. Producción de carne de pollo por entidad federativa, 2003-2016
Miles de toneladas

Entidad	Producción		Producción		Tasa de crecimiento
	2003	% total	2016	% total	2003-2016
Jalisco	232.5	10.78%	364.5	11.84%	3.5%
Veracruz	228.3	10.59%	332.8	10.81%	2.9%
Aguascalientes	121.9	5.65%	322.0	10.46%	7.8%
Querétaro	202.2	9.38%	285.7	9.28%	2.7%
Durango	178.3	8.27%	281.5	9.15%	3.6%
Guanajuato	134.0	6.21%	205.8	6.69%	3.4%
Puebla	156.1	7.24%	173.3	5.63%	0.8%
Chiapas	85.8	3.98%	166.7	5.41%	5.2%
Yucatán	76.4	3.54%	131.3	4.27%	4.3%
Sinaloa	86.6	4.02%	129.6	4.21%	3.2%
Estado de México	112.7	5.23%	103.4	3.36%	-0.7%
Coahuila	105.0	4.87%	84.8	2.75%	-1.6%
San Luis Potosí	61.6	2.86%	84.4	2.74%	2.5%
Nuevo León	111.5	5.17%	82.3	2.67%	-2.3%
Hidalgo	57.5	2.67%	66.5	2.16%	1.1%
Michoacán	44.3	2.05%	55.1	1.79%	1.7%
Morelos	46.0	2.13%	54.3	1.76%	1.3%
Sonora	4.9	0.23%	33.2	1.08%	15.8%
Navarrit	25.6	1.19%	29.3	0.95%	1.0%
Tabasco	23.6	1.09%	22.2	0.72%	-0.4%
Campeche	8.6	0.40%	21.1	0.69%	7.2%
Oaxaca	7.9	0.36%	12.0	0.39%	3.3%
Guerrero	13.4	0.62%	11.4	0.37%	-1.2%
Colima	13.5	0.63%	11.3	0.37%	-1.4%
Quintana Roo	3.6	0.17%	4.0	0.13%	0.9%
Zacatecas	2.6	0.12%	3.4	0.11%	2.1%
Chihuahua	7.5	0.35%	3.3	0.11%	-6.2%
Baja California	1.0	0.05%	0.9	0.03%	-0.7%
Tlaxcala	0.8	0.04%	0.8	0.02%	-0.6%
Baja California Sur	0.3	0.02%	0.7	0.02%	5.9%
Tamaulipas	1.0	0.05%	0.3	0.01%	-8.8%
Ciudad de México	0.8	0.04%	0.1	0.00%	-18.2%
Total	2,155.6		3,077.9		2.8%

*: Incluye pollo, así como gallina ligera y pesada que ya concluyó su ciclo productivo y es comercializada como carne

Fuente: SIAP

Fuente: OCDE (2018) exámenes de mercado en México: estudio de caso del mercado de la carne de pollo (p. 57)

c) *Análisis de la demanda actual*

Acorde a la publicación de OCDE (2018) exámenes de mercado en México: estudio de caso del mercado de la carne de pollo, se sabe que en México la producción al año 2016 fue de 3'077,900 toneladas/año y la demanda nacional fue de 3'856,500 toneladas (p.53), obteniéndose un déficit de 20.19 % al año, siendo cubierto éste déficit con importaciones por una cantidad de 778,600 toneladas provenientes en su mayoría de E.U. La información se presenta en la tabla 16 de la presente tesis:

Tabla 16. Consumo aparente de carne de pollo en México (anual)

Tabla 4.2. Consumo Nacional Aparente de pollo
Miles de toneladas

Año	Producción	Importaciones		Consumo nacional	
	nacional	(a)	Exportaciones	aparente (b)	a/b
2003	2,155.6	323.2	1.3	2,477.6	13.0%
2004	2,279.8	310.9	0.3	2,590.4	12.0%
2005	2,436.5	357.3	0.2	2,793.6	12.8%
2006	2,463.8	410.4	0.0	2,874.1	14.3%
2007	2,542.5	370.2	0.3	2,912.3	12.7%
2008	2,580.8	374.3	1.7	2,953.4	12.7%
2009	2,636.5	480.5	5.6	3,111.4	15.4%
2010	2,681.1	535.7	10.6	3,206.2	16.7%
2011	2,765.0	564.3	13.5	3,315.9	17.0%
2012	2,791.6	603.5	4.3	3,390.8	17.8%
2013	2,808.0	667.5	3.9	3,471.7	19.2%
2014	2,879.6	706.5	7.4	3,578.6	19.7%
2015	2,973.0	777.0	2.2	3,747.7	20.7%
2016	3,077.9	780.6	2.0	3,856.5	20.2%

Fuente: SIAP y SIAVI.

Fuente: OCDE (2018) exámenes de mercado en México: estudio de caso del mercado de la carne de pollo (p. 53)

d) *Interacción de la oferta-demanda*

En base a lo expuesto en la determinación de la oferta y la demanda, se puede apreciar que se tiene un déficit en cuanto a la producción del orden de 20.19% anualmente, y que además éste déficit se ha cubierto con importaciones provenientes en su mayoría de E.U.

La conclusión entre la oferta y la demanda actuales es que se debe procurar abatir el déficit con una mayor producción nacional de la carne de pollo. En éste punto la empresa CRIO ofrece aumentar su producción de carne de pollo con el proyecto de construcción de naves industriales empleando sistemas prefabricados en la etapa de cimentación, a fin de aumentar su capacidad de producción así como el número de ciclos de producción al año, para que de ésta manera logre abatirse la importación de la carne de pollo a nuestro país.

III. Situación sin obra

Con la finalidad de cuantificar los beneficios y costos del proyecto que se elige como propuesta de solución (uso de prefabricados en la etapa de cimentación), proponiéndose las

siguientes medidas de optimización:

- Reducción de ejecución en tiempo calendario
- Mayor número de ciclos de producción de carne de pollo al año
- Mayor capacidad de alojamiento de aves para producción al año

a) Optimizaciones

La propuesta de optimización del proyecto consiste en llevar a cabo la etapa de construcción de la cimentación de cada nave industrial a base de sistemas prefabricados, logrando con ello reducir el tiempo de ejecución de ésta etapa y de igual modo aumentar el número de ciclos de producción en cada unidad productora, y a la vez cada unidad productora tendrá mayor capacidad de almacenaje y producción de aves. Las optimizaciones que se lograrían con el proyecto se describen a continuación:

- Tiempo calendario de ejecución del proyecto, considerando la etapa de cimentación con sistemas prefabricados= 17 semanas
- Capacidad de alojamiento de aves = 25,000 aves/ciclo
- Ciclos de producción de carne de pollo por año = 6 ciclos/año

b) Análisis de la oferta

El principal supuesto del presente análisis es que la oferta de la empresa CRIO tendrá una mejora a corto plazo, al verse aumentados tanto el número de aves en las nuevas unidades de producción a construir como el número de ciclos por año para la producción de dichas aves:

CONDICIONES DE PRODUCCIÓN SIN PROYECTO:

- Aves producidas/unidad productora = 23,000
- $(23,000 \text{ aves})(95 \text{ unidades productoras}) = 2'185,000 \text{ aves}$
- Ciclos de producción/año = 5 ciclos
- $(2'185,000 \text{ aves})(5 \text{ ciclos}) = 10'925,000 \text{ aves/año}$
- Tasa de mortalidad 8% = $10'925,000 \text{ aves} - 8\% = 10'051,000 \text{ aves/año}$
- Peso comercial/ave aproximado de 2 Kg. = $(10'051,000)(2\text{Kg.}) = 20'102,000 \text{ Kg.} = 20,102 \text{ Ton/año}$

CONDICIONES DE PRODUCCIÓN CON PROYECTO:

- Aves producidas/unidad productora = 25,000
- $(25,000 \text{ aves})(135 \text{ unidades productoras}) = 3'375,000 \text{ aves}$
- Ciclos de producción/año = 6 ciclos
- $(3'375,000 \text{ aves})(6 \text{ ciclos}) = 20'250,000 \text{ aves/año}$
- Tasa de mortalidad 8% = $20'250,000 \text{ aves} - 8\% = 18'630,000 \text{ aves/año}$
- Peso comercial/ave aproximado de 2 Kg. = $(18'630,000)(2\text{Kg.}) = 37'260,000 \text{ Kg.} = 37,260 \text{ Ton/año}$
- Sumando la producción sin proyecto = $20,102 \text{ Ton./año} + 37,102 \text{ Ton./año} = 57,362$

Ton./año

- Se alcanzaría un 43.69% del total de la producción en el Estado de Yucatán, lo que representa un 28.38 % de mayor producción por parte de la empresa CRIO.

c) Análisis de la demanda

Tomando en cuenta que la demanda proyectada para el año 2025 según publicación de OCDE (2018) exámenes de mercado en México: estudio de caso del mercado de la carne de pollo (p. 17), será de 4'506,500 toneladas y continuaría presentándose un déficit del orden del 14% si se decidiera no construir el proyecto, lo cual se traduce en una significativa disminución en la producción de carne de pollo por año en el estado de Yucatán.

d) Diagnóstico de la interacción oferta-demanda

El diagnóstico de la interacción entre la oferta y la demanda si se decidiera no construir el proyecto para aumentar la capacidad de producción de las unidades productoras sería que el déficit de la demanda crecería de 11.36% a 14%, representando un incremento anual en dicho déficit de 2.64%.

e) Alternativas de solución

Las alternativas de solución propuestas son las siguientes:

1.- Construcción de unidades de producción con sistemas de construcción tradicionales en la etapa de cimentación, resaltando las siguientes características:

- Tiempo calendario de ejecución = 20 semanas
- Costo de construcción/unidad productora = \$2'994,915.88
- Ciclos de producción de aves/año = 5 ciclos

2.- Construcción de unidades de producción con sistemas prefabricados en la etapa de cimentación, resaltando las siguientes características:

- Tiempo calendario de ejecución = 17 semanas
- Costo de construcción/unidad productora = \$2'969,063.77
- Ciclos de producción de aves/año = 6 ciclos

La alternativa de solución 2 se elige, por representar un menor tiempo de ejecución acorde al programa de obra, así como también permite aumentar 1 ciclo de producción más a la empresa CRIO, además de ser menor el costo de construcción de cada unidad productora.

IV. Situación con la obra

a) Descripción general

El proyecto a desarrollar se trata de un complejo industrial de crecimiento de aves de engorda, para producción de carne de pollo para consumo humano.

Las características físicas de la obra son las siguientes:

- Terreno de 12'118,638.56 metros cuadrados
- Propuesta de construcción en 5 etapas (2013 – 2018)
- Costo del terreno del complejo industrial = \$34'750,000
- 2,931 metros cuadrados de construcción por unidad productora, integrados de la siguiente manera:
 - 31 marcos de acero estructural
 - 62 zapatas
 - 2,918 metros cuadrados de pisos industriales
- Capacidad de aojamiento para 25,000 aves por unidad productora
- 150 unidades productoras a construirse
- Costo de unidad productora = \$2'969,063.77

b) Alineación estratégica

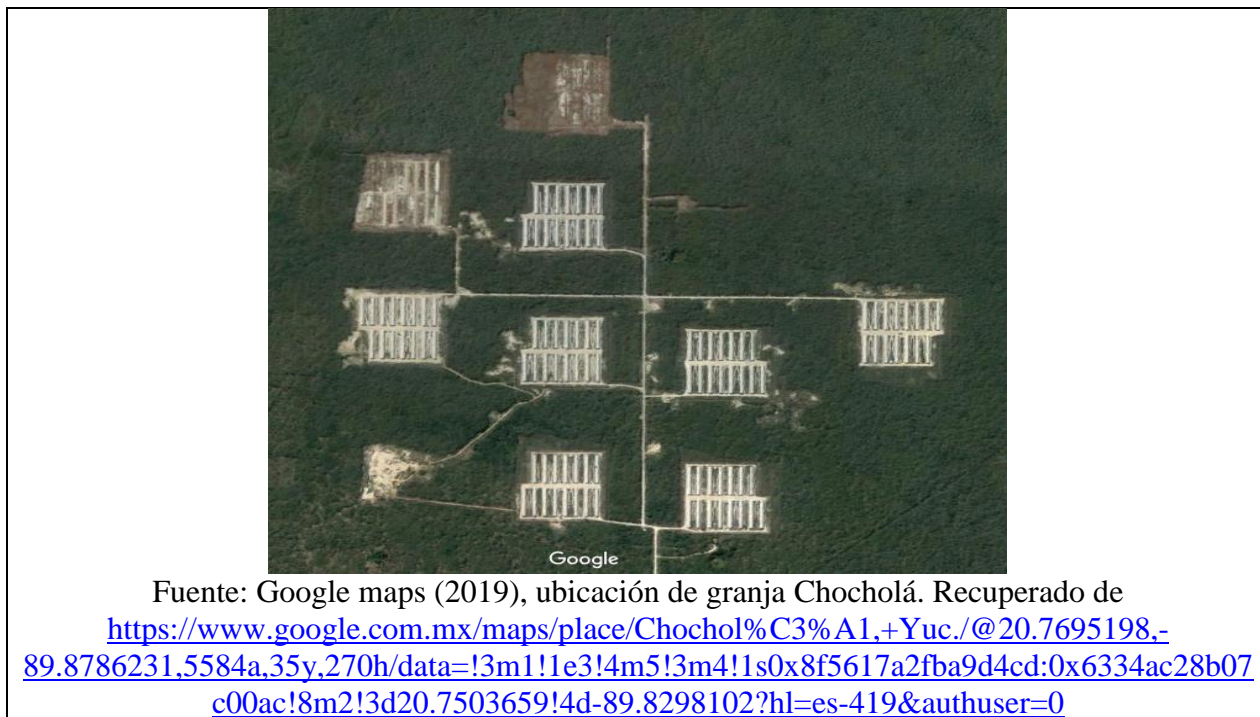
La alineación estratégica esperada con el proyecto será aquella que, en base a los indicadores económicos calculados en la evaluación económica del proyecto permitan recuperar la inversión realizada en el menor plazo posible, a la vez de incrementar la capacidad de producción de aves de engorda para consumo humano y tratar de abatir la importación de éste rubro descrita en el inciso “d” del numeral III del presente estudio de costo beneficio.

Para ello el proyecto de construcción propuesto se llevará a cabo en su etapa de cimentación con sistemas prefabricados.

c) Localización geográfica

El proyecto a construirse se ubica en el municipio de Chocholá; sus coordenadas geográficas son 20 ° 47'10.9 "al Norte y 89 ° 51'60.0" al Oeste (figura 39).

Figura 39. Ubicación del complejo industrial avícola.



d) Calendario de actividades

El calendario de obra seguir para el presente proyecto, será el mismo que se presenta en el anexo 3 de la presente tesis (17 semanas).

e) Monto total de inversión

A continuación, se presenta el monto de inversión por cada unidad productora a construirse:

Tabla 17. Presupuesto de construcción de cada unidad productora.

PARTIDAS PRESUPUESTALES	Importe	%
01 Preliminares	\$ 48,078.21	1.62%
02 Cimentación	\$ 352,484.80	11.87%
03 Movimiento de tierras	\$ 74,075.08	2.49%
04 Instalaciones	\$ 307,916.95	10.37%
05 Estructura	\$ 1,054,292.24	35.51%
06 Albañilerías	\$ 123,655.44	4.16%
07 Techumbres	\$ 148,013.42	4.99%
08 Acabados	\$ 96,532.70	3.25%
09 Equipamiento avícola	\$ 719,770.54	24.24%
10 Operación y puesta en marcha	\$ 44,244.38	1.49%
SUBTOTAL =	\$2,969,063.77	100%
IVA =	\$475,050.20	
TOTAL =	\$3,444,113.97	

Fuente: elaboración propia.

Cabe mencionar que el monto presentado corresponde solamente a la construcción de cada nave industrial, por lo que habría que tomar en cuenta el costo de operación y mantenimiento que es de \$9,172,445.00 (promedio anual) más IVA, resultando en un monto total de inversión para las 150 unidades productoras es de \$684'623,309.28 (seiscientos ochenta y cuatro millones, seiscientos veintitrés mil trecientos nueve pesos 28/100 M.N.) IVA incluido.

f) Fuentes de financiamiento

Las fuentes de financiamiento para la construcción del complejo industrial avícola son las siguientes:

- 50 % capital propio de la empresa CRIO = \$342'311,654.00
- 50 % préstamo hipotecario = \$342'311,654.00

g) Capacidad instalada

La capacidad instalada de las unidades productoras es la siguiente:

- Unidades productoras existentes = 95 unidades con capacidad de producción de 23,000 aves/año, repitiéndose 5 ciclos de producción/año
- Unidades productoras a construirse = 150 unidades a construirse con capacidad de producción de 25,000 aves/año, repitiéndose 6 ciclos de producción/año

h) Metas anuales y totales de producción

Las metas anuales de producción anuales y totales, son las mismas descritas en el inciso

“b” del numeral III del presente estudio de costo – beneficio, resumidos a continuación:

- 57,362 Ton/año de carne de pollo
- 286,810 toneladas de carne de pollo en 5 años que durará la inversión de la construcción de las unidades productoras.

i) Vida útil

La vida útil de producción que se proyecta para las unidades productoras a construirse es de 20 años.

j) Descripción de los aspectos más relevantes

Estudios de mercado

Al igual que se explicó en el numeral III del presente estudio de costo – beneficio, los estudios de mercado que se realizan para la presentación del presente análisis se resumen a continuación:

- La oferta de producción de carne de pollo al año es de 3’135,262 Ton. (se considera el aumento de producción con la construcción de las nuevas unidades productoras de aves en Yucatán)
- La producción de carne de pollo en el Estado de Yucatán aumentaría a 43.69% anual (28.38% más producción con la construcción de las nuevas unidades productoras)
- La demanda de carne de pollo al año es de 3’856,500 Ton.
- El déficit de carne de pollo al año sería de 721,238 Ton.

k) Análisis de la oferta

De acuerdo a lo descrito en el inciso anterior, se define que la oferta que existiría tomando en cuenta la construcción de las unidades productoras de carne de pollo para la empresa CRIO sería de 3’135,262 toneladas de carne de pollo/año

l) Análisis de la demanda

Acorde a lo descrito en el inciso “j” del numeral IV del presente estudio de costo – beneficio, la demanda actual es de 3’856,500 toneladas de carne de pollo/año

m) Interacción oferta-demanda

La interacción entre la oferta y la demanda que se concluye, asumiendo la construcción de las nuevas unidades productoras, es que el déficit que existe en la demanda de carne de pollo reduce de 778,600 a 721,238 toneladas de carne de pollo, representando una reducción de 1.49% a las importaciones de carne de pollo/año.

V. Evaluación de la obra

a) Identificación, cuantificación y valoración de costos de la obra

A continuación, se desglosan en términos monetarios los costos del proyecto:

Tabla 18. Desglose de costos asociados al proyecto (operación y mantenimiento).

AÑO	COSTO DEL TERRENO	COSTOS DE PRODUCCIÓN	COSTOS DE ADMINISTRACIÓN	COSTOS DE CONSTRUCCIÓN
0	\$34,750,000.00	\$	\$	\$
1	\$	\$5,290,870.20	\$2,725,599.80	\$ 89,071,890.00
2	\$	\$5,672,342.28	\$2,922,115.72	\$ 95,493,973.00
3	\$	\$6,053,813.70	\$3,118,631.30	\$101,916,057.00
4	\$	\$ 6,435,285.78	\$3,315,147.22	\$108,338,140.00
5	\$	\$6,816,757.20	\$3,511,662.80	\$114,760,223.00
\$34,750,000.0				
TOTALES = 0		\$30,269,069.16	\$15,593,156.84	\$509,580,283.00

Fuente: elaboración propia.

b) Identificación, cuantificación y valoración de los beneficios de la obra

Los beneficios que se cuantifican para el proyecto son los asociados a la venta de aves de engorda para consumo humano, tomando en consideración 6 ciclos de producción en las unidades productoras a construirse; a continuación, se desglosan en términos monetarios los beneficios del proyecto:

Tabla 19. Desglose de beneficios asociados al proyecto.

BENEFICIOS (INGRESOS)
\$
\$109,134,689.00
\$116,010,170.00
\$123,318,812.00
\$131,087,899.00
\$139,346,438.00
\$618,898,008.00

Fuente: elaboración propia.

c) Cálculo de los indicadores de rentabilidad

Indicadores de Rentabilidad	
Indicador	Valor
Valor Presente Neto (VPN)	\$5'426,433.00 (Cinco millones, cuatrocientos veintiséis mil cuatrocientos treinta y tres pesos 00/100 M.N.) antes de IVA.
Tasa interna de retorno (TIR)	23.32%
Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI)	34.67%

d) Análisis de sensibilidad

Para el análisis de sensibilidad el presente estudio de costo – beneficio del presente proyecto, desde el punto de vista de la evaluación financiera resulta rentable, dado que en el cálculo de los indicadores VPN y TIR resulta que entre los años 4 y 5 de la evaluación financiera es cuando el VPN se vuelve 0 y la TIR se aproxima a 18.5%, la cual resulta mayor a la tasa de descuento considerada para el presente proyecto (16.90%).

Tabla 20. Cálculo de indicadores económicos (VPN, TIR, TRI)

Tasa de descuento	16.90%					
PERIODO	BENEFICIOS (INGRESOS)	COSTOS (EGRESOS)	FLUJOS DE EFECTIVO (NETOS)	TIR	VPN ACUMULADO	TRI
0	\$ -	\$ 34,750,000.00	-\$ 34,750,000.00	---	-\$34,750,000.00	---
1	\$ 109,134,689.00	\$ 97,088,360.00	\$ 12,046,329.00	-65.33%	-\$24,445,185.00	34.67%
2	\$ 116,010,170.00	\$ 104,088,431.00	\$ 11,921,739.00	-21.58%	-\$15,721,287.00	34.31%
3	\$ 123,318,812.00	\$ 111,088,502.00	\$ 12,230,310.00	2.06%	-\$ 8,065,428.00	35.20%
4	\$ 131,087,899.00	\$ 118,088,572.00	\$ 12,999,327.00	15.30%	-\$ 1,104,569.00	37.41%
5	\$ 139,346,438.00	\$ 125,088,643.00	\$ 14,257,795.00	23.32%	\$ 5,426,433.00	41.03%

Fuente: elaboración propia.

e) Análisis de riesgos

El presente proyecto se juzga con un riesgo bajo dado que la TIR resulta mayor que la tasa de descuento considerada, aunque también en el análisis se refleja que la recuperación de la inversión se da hasta entre los años 4 y 5 cuando el VPN es igual a cero.

De igual modo, tomando en cuenta las afectaciones que se pueden tener por concepto de condiciones climatológicas, acorde a estudios realizados por el instituto mexicano para la competitividad (IMCO, 2012) boletín de prensa “índice de vulnerabilidad climática” se indica que el índice de vulnerabilidad climática de índole social y estructural para el Estado de Yucatán es muy bajo (p. 3).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

La avicultura en nuestro país es una de las actividades industriales fundamentales para la economía nacional, no solamente por su derrama económica, sino también por constituir una de las fuentes más importantes de generación de empleos.

Con lo que se refiere al aspecto económico se demuestra que este proyecto de inversión de construcción de una nave industrial de tipo avícola, es económicamente rentable, puesto que el VPN (valor presente neto), resulta positivo. La TIR (tasa interna de rendimiento) resulta mayor a la tasa de descuento considerada para el cálculo de los indicadores económicos. A juzgar por el estado actual de la hipótesis presentada, como fue explicado en la presentación formal del caso de estudio de costo – beneficio, los indicadores económicos evaluados (VPN, TIR y TRI), se obtienen las siguientes conclusiones:

1.- En la evaluación financiera realizada, resulta que el VPN para la opción de construir la etapa de cimentación con sistemas prefabricados es mayor con relación al VPN que resulta construyendo dicha etapa con sistemas tradicionales, a saber \$5'426,433.00 contra \$2'384,988.00 respectivamente; lo anterior significaría que durante la etapa construcción del complejo industrial avícola en el horizonte evaluado (5 años) la empresa CRIO aumentará su valor en un importe igual al VPN obtenido con el empleo de sistemas prefabricados.

2.- El resultado obtenido para la TIR revela diferencias entre las dos opciones evaluadas, a saber 23.32 % para el caso de la construcción de la etapa de cimentación a través de sistemas prefabricados contra un 19.77 % construyendo la misma etapa con sistemas prefabricados. Cabe mencionar que evaluando este indicador económico resulta que para ambas opciones resulta viable ejecutar el proyecto, pero a la vez es importante mencionar que la opción que aporta un mayor valor en el TIR obtenido es la que se basa en sistemas prefabricados para la construcción de la etapa de cimentación; lo anterior se traduce en que al ser una mayor tasa porcentual que la tasa de descuento estimada para su cálculo (16.90%) resulta en una mayor rentabilidad para la empresa en la ejecución del proyecto.

3.- Dado que la TRI indica el momento óptimo del inicio de operación de un proyecto de inversión, dicho indicador se evalúa desde el año uno del horizonte de evaluación, resultando mayor a la tasa de descuento considerada (34.67% contra 16.90%), lo cual nos indica que es viable iniciar la operación del proyecto a partir del año uno de su construcción, a fin de incrementar la producción desde dicho año de operación.

La elección del sistema constructivo que se presenta en este estudio (cimentación de zapatas aisladas prefabricadas de concreto armado) resulta el adecuado, puesto que el presupuesto nos indica que es más barato trabajar con zapatas prefabricadas que con el sistema de cimentación tradicional, siendo que adicionalmente permite acortar el plazo de ejecución de la etapa de construcción e incrementar un ciclo de producción a los que se tendrían empleando sistemas de construcción tradicionales.

Cabe mencionar de igual modo que la mano de obra para el tipo de proyecto en específico en esas zonas es un tanto escasa, pues en su mayoría los habitantes que viven en zonas aledañas al lugar de construcción de la obra buscan trabajar en la operación del complejo avícola en lugar de trabajar en la construcción del mismo, por lo que emplear sistemas constructivos prefabricados lograría abatir los tiempos de construcción en comparación con el sistema tradicional, resumiéndose en un menor costo global de construcción.

El estudio de costo - beneficio del sistema de prefabricados en cimentación en este proyecto de inversión avícola es positivo, por lo tanto también queda asentado como una guía de construcción para otras empresas del mismo ramo para llevarlo al cabo; y no solo en la cimentación sino que implementarlo en todo su conjunto.

REFERENCIAS

- Beristain, M. A. (s.f.). *UAM*. Obtenido de Formulación y Evaluación de proyectos de inversión en México: <http://www.colpamex.org/Revista/Art5/24.pdf>
- CEPEP. (Junio de 2017). *CEPEP*. Obtenido de Indicadores de Rentabilidad: https://www.cepep.gob.mx/work/models/CEPEP/metodologias/boletines/indicadores_rentabilidad.pdf
- Colorado, Ú. C. (2013 de Diciembre de 2013). Lineamientos para la elaboración y presentación de los análisis costo y beneficio de los programas y proyectos. *Lineamientos para la elaboración y presentación de los análisis costo y beneficio de los programas y proyectos*. Ciudad de México, Ciudad de México, México: Diario Oficial de la Federación.
- Díaz, A. A. (Diciembre de 2017). *SCIELO*. Obtenido de El costo-beneficio como herramienta de decisión en la inversión en actividades científicas: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2073-60612017000200022
- Dircio, J. M. (Junio de 1998). *IMCYC*. Obtenido de México y la construcción industrializada: <http://www.imcyc.com/revista/1998/junio/constru.htm>
- Horngren, C. y. (2007). *Contabilidad de costos: un enfoque gerencial*. México D.F.: Pearson.
- J., M. (2005). *Fusiones y adquisiciones de empresas*. Madrid: McGraw-Hill.
- Luis, C. T. (2007). *Paradigma del costo total*. México: IMCYC.
- Manuel, V., & Gomez, D. M. (2008). *Matemáticas financieras*. México: McGraw-Hill.
- Martha Laura Hernández Pérez, M. S. (Marzo de 2015). *CEPEP*. Obtenido de Guía general para la presentación de estudios de evaluación socioeconómica de programas y proyectos de inversión: análisis costo - beneficio, actualización 2015: https://www.cepep.gob.mx/work/models/CEPEP/metodologias/documentos/Guia_Genera1_FINAL.pdf
- Marti, D. (8 de Octubre de 2015). *Los prefabricados avanzan a pasos agigantados en México*. Obtenido de UNAM: <http://construprefabricadas.blogspot.com/2015/10/los-prefabricados-avanzan-pasos.html>
- Marti, D. (s.f.). *Los prefabricados avanzan a pasos agigantados en México*. Obtenido de una.
- Reinaldo, S. C. (2000). *Preparación y Evaluación de Proyectos*. Chile: Mc Graw Hill.
- Reinoso Angulo Eduardo, R. M. (2000). *Manual de diseño de estructuras prefabricadas y presforzadas*. Mexico, D.F.: anippac.

Rodriguez, M. L. (22 de Diciembre de 2004). *Monografías.com*. Obtenido de Proyecto de inversión: <https://www.monografias.com/trabajos16/proyecto-inversion/proyecto-inversion.shtml>

Ruíz, F. M. (Agosto de 2014). Tesis: Análisis para determinar los parámetros de factibilidad técnico-financieros de un. *Tesis: Análisis para determinar los parámetros de factibilidad técnico-financieros de un*. Puebla, Puebla, México: BUAP.

SHCP. (30 de Octubre de 2015). *SHCP*. Obtenido de Tasa social de descuento (TSD): <https://www.gob.mx/shcp/documentos/tasa-social-de-descuento-tds>

Urbina, G. B. (2001). *Evaluación de proyectos*. México, D.F.: Mc Graw-Hill .

William G. Sullivan, E. M. (2004). *Ingeniería económica de De Garmo*. Ciudad de México: PEARSON EDUCACIÓN.

ANEXOS

Anexo 1 Planos y detalles constructivos con sistemas de construcción tradicionales	124
Anexo 2 Programa de obra con sistemas de construcción tradicionales	130
Anexo 3 Programa de obra con sistemas de construcción prefabricados	131
Anexo 4 Tipos de análisis de Proyectos de Programas de Inversión acorde a SHCP	132
Anexo 5 Planos constructivos y de montaje de cimentación (zapatas prefabricadas)	146
Anexo 6 Precios unitarios de zapata y dado (sistemas de construcción tradicionales)	149
Anexo 7 Precios unitarios de zapata y dado (sistemas de construcción prefabricados)	151
Anexo 8 Formato de presentación del análisis de costo - beneficio	152
Anexo 9 Fotografías de procesos constructivos, etapa de cimentación (sistemas tradicionales) ..	167
Anexo 10 Fotografías esquemáticas de refuerzos y colados de zapatas de concreto, empleando sistemas prefabricados (las fotografías no corresponden al caso de estudio)	169

Anexo 10 Fotografías esquemáticas de refuerzos y colados de zapatas de concreto, empleando sistemas prefabricados (las fotografías no corresponden al caso de estudio)

GRUPO CRIO S.A. DE C.V.



Obra: CONSTRUCCIÓN DE MODULO 1 (15 NAVES INDUSTRIALES)

Lugar: CHOCHOLÁ, YUCATÁN

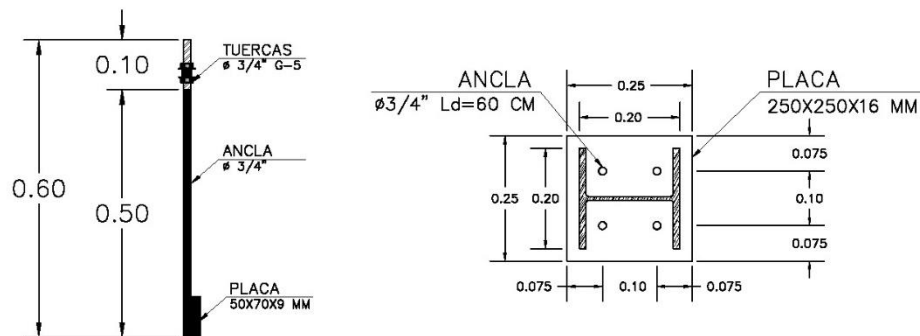
Ciudad: MÉRIDA, YUCATÁN

Fotografías esquemáticas de zapatas prefabricadas (no corresponden al caso de estudio)



Fotografía 1.- Armado de zapata y dado, acorde a especificaciones de proyecto (imagen esquemática, no corresponde al caso de estudio)
 Fotografía 2.- Zapata y dado colados en planta con concreto $f_c=2500$ Kg/cm² (imagen esquemática, no corresponde al caso de estudio).

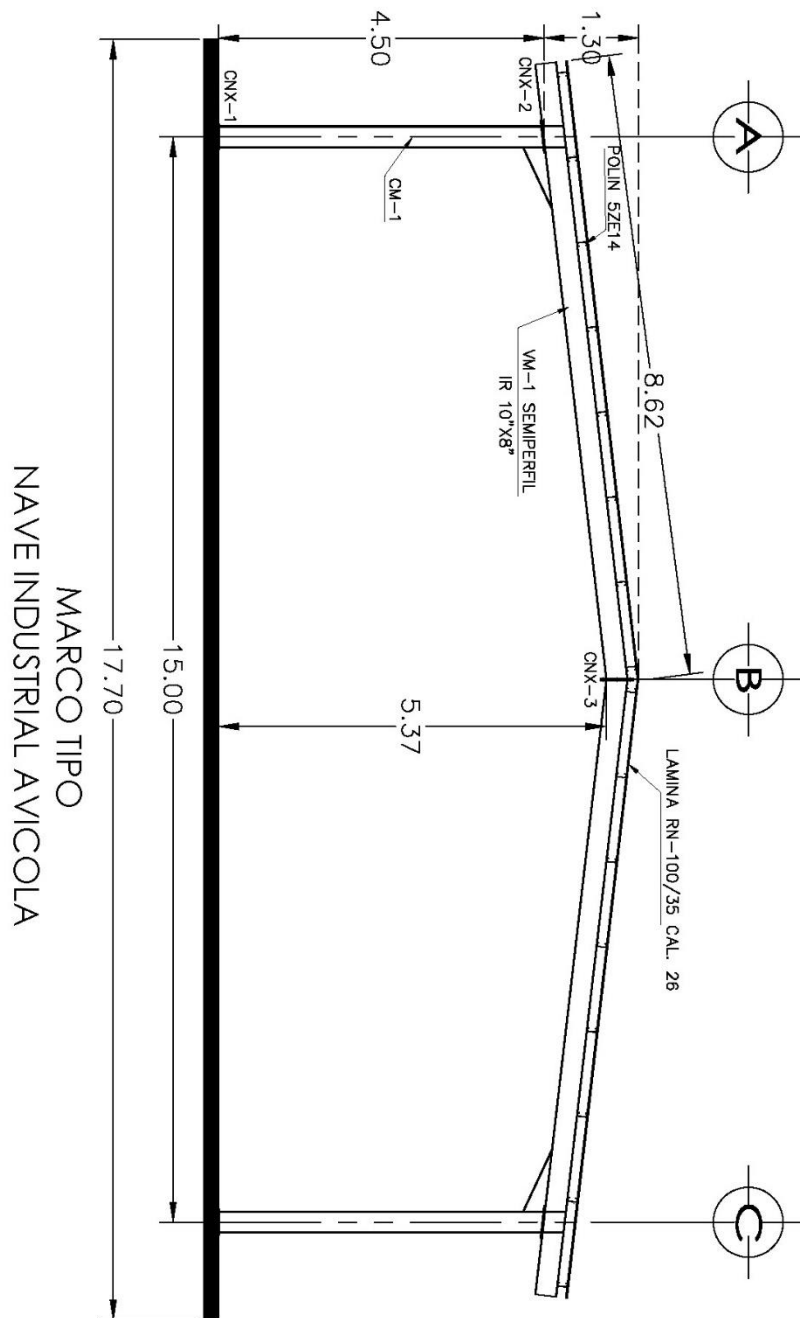
Anexo 1 Planos y detalles constructivos con sistemas de construcción tradicionales



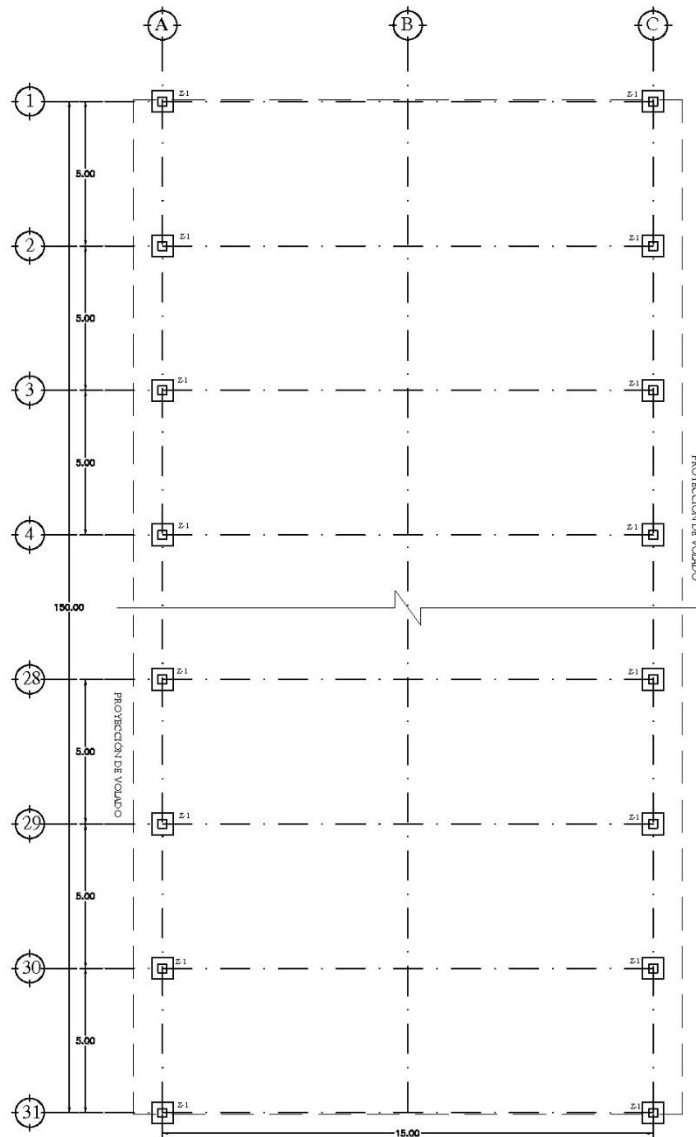
DETALLES DE DADO Y ANCLA TIPO
NAVE INDUSTRIAL AVICOLA

SECCIONES	
ID	MATERIAL
CM-1	I IR 8"x8"x71.43 kg/ml
VM-1	I IR 10"x8"x58.04 kg/ml
P-1	[5ZE14
CVH-1	● OS 5/8" (Unión viga-columna)
CW-1	● OS 5/8" (Unión de vigas)

Anexo 1 Planos y detalles constructivos con sistemas de construcción tradicionales

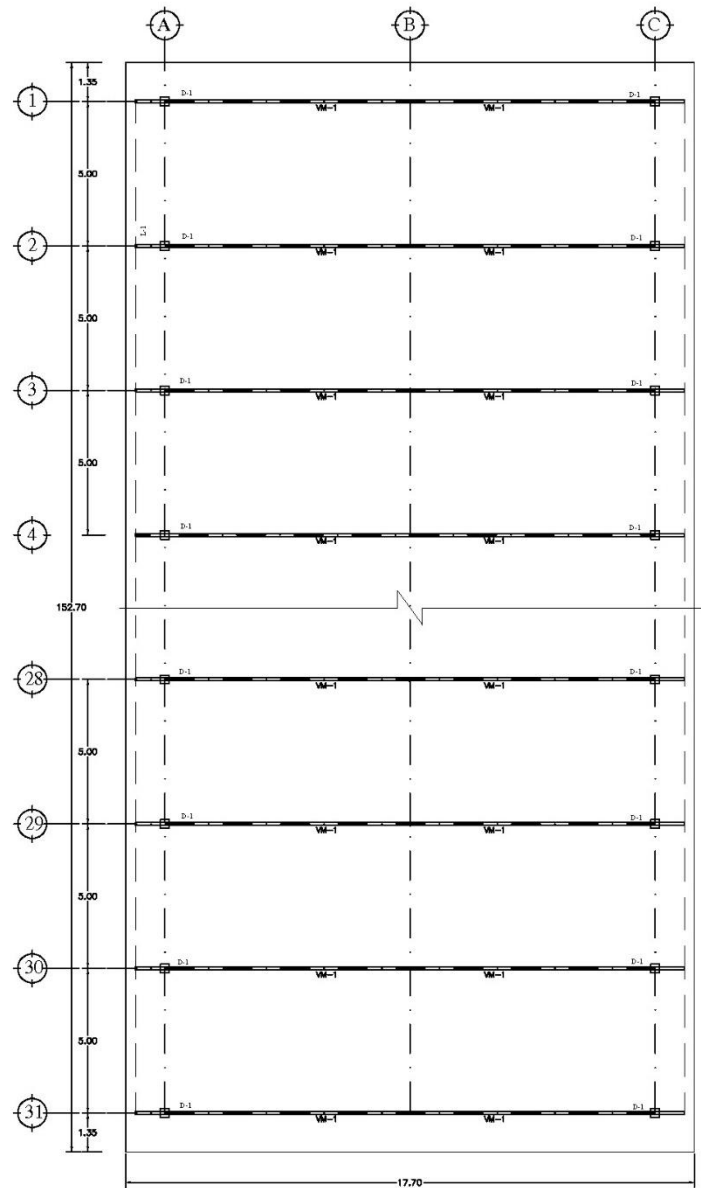


Anexo 1 Planos y detalles constructivos con sistemas de construcción tradicionales



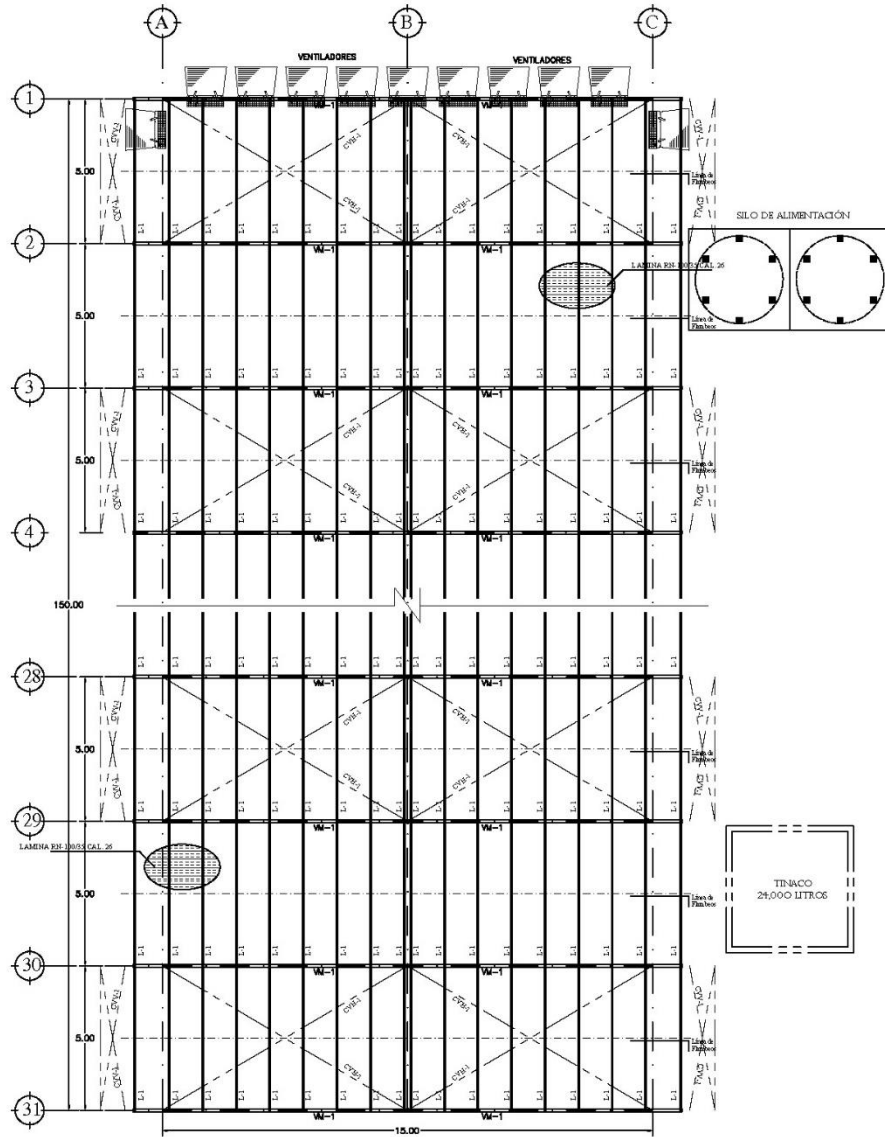
PLANTA DE CIMENTACIÓN
NAVE INDUSTRIAL AVICOLA TIPO

Anexo 1 Planos y detalles constructivos con sistemas de construcción tradicionales



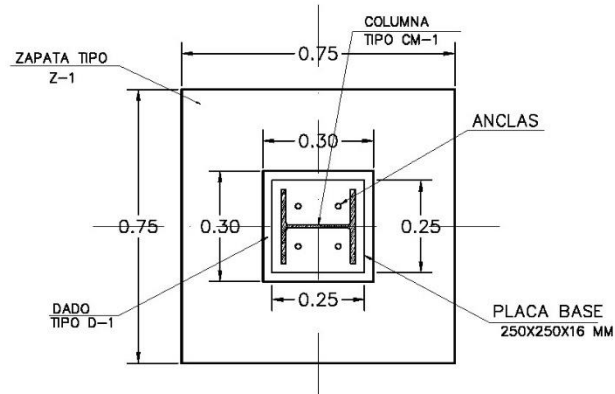
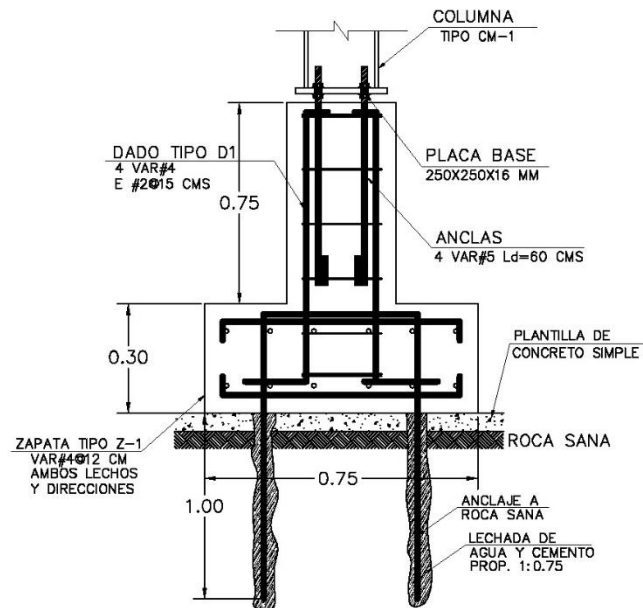
PLANTA DE PISOS
NAVE INDUSTRIAL AVICOLA TIPO

Anexo 1 Planos y detalles constructivos con sistemas de construcción tradicionales



VISTA EN PLANTA
NAVE INDUSTRIAL AVICOLA TIPO

Anexo 1 Planos y detalles constructivos con sistemas de construcción tradicionales

VISTA EN PLANTA ZAPATA Y DADO TIPO
NAVE INDUSTRIAL AVICOLACORTE ZAPATA Y DADO TIPO
NAVE INDUSTRIAL AVICOLA

130

Obra: CONSTRUCCIÓN DE MÓDULOS 1 (15 CASITAS)
 Lugar: CHOCHOLÁ, YUCATÁN
 Ciudad: MÉRIDA, YUCATÁN



GRUPO CRIO, S.A. DE C.V.

PROGRAMA DE EJECUCIÓN DE OBRA DE MÓDULO 1 (15 NAVES INDUSTRIALES)

CONCEPTO	MONTO	MES 1			MES 2			MES 3			MES 4			MES 5							
		SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 5	SEMANA 6	SEMANA 7	SEMANA 8	SEMANA 9	SEMANA 10	SEMANA 11	SEMANA 12	SEMANA 13	SEMANA 14	SEMANA 15					
01 Preliminares	\$ 48,078.21	100%	100%																		
02 Orientación	\$ 378,116.91		25%	25%	25%																
03 Movimiento de tierras	\$ 71,675.03		10%	35%	20%	35%															
04 Instalaciones	\$ 307,916.95					10%	15%		25%		30%		20%	30%							
05 Estructura	\$ 1,954,232.24					15%	15%		15%	15%		15%	15%								
06 Abariles	\$ 123,655.44					10%	15%			20%	20%	20%	15%								
07 Techumbres	\$ 116,013.12											10%	20%	20%	20%	20%					
08 Acabados	\$ 96,522.70														50%	50%					
09 Equipamiento auxiliar	\$ 719,770.54											10%	10%	20%	20%	20%					
10 Operación y puesta en marcha	\$ 44,244.38															50%					
\$2,994,915.88		\$24,039.11	\$135,632.74	\$252,536.42	\$616,462.46	\$7,367.51	\$176,596.38	\$257,469.38	\$316,791.69	\$182,722.08	\$281,300.99	\$247,531.69	\$361,314.48	\$261,046.77	\$197,774.66	\$222,739.51	\$242,240.85	\$174,596.75	\$173,046.75	\$243,243.11	\$76,388.54
		\$ 493,082.69			\$ 416,192.43			\$ 552,174.16			\$ 872,019.13			\$ 661,447.46							

Anexo 2 Programa de obra con sistemas de construcción tradicionales

131

Obra: CONSTRUCCIÓN DE MÓDULOS 1 (15 CASETAS)
 Lugar: CHOCHOLÁ, YUCATÁN
 Ciudad: MÉRIDA, YUCATÁN



GRUPO CRO, S.A. DE C.V.

PROGRAMA DE EJECUCIÓN DE OBRA DE MÓDULO 1 (15 NAVES INDUSTRIALES)

Anexo 3 Programa de obra con sistemas de construcción prefabricados

CONCEPTO	MONTO	MES 1				MES 2				MES 3				MES 4				MES 5				
		SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	
01 Preliminares	\$ 48,078.21	50%	50%																			
02 Climatización	\$ 352,484.80		20%	80%																		
03 Movimiento de tierra	\$ 74,973.68		24%	55%	20%																	
04 Instalaciones	\$ 307,916.95						10%	10%		20%	20%		20%	20%								
05 Estructura	\$ 1,054,292.24			15%	15%		10%	10%		15%	15%											
06 Albañilería	\$ 123,655.41					10%	15%	20%	20%	20%	10%											
07 Técnica	\$ 118,013.42											20%	20%	20%	20%							
08 Acabados	\$ 96,532.70													30%	50%							
09 Equipamiento agrícola	\$ 719,770.54												20%	20%	20%	20%	20%					
10 Operación y puesta en marcha	\$ 44,211.38															50%	50%					
\$2,969,063.77		\$24,899.31	\$238,462.24	\$807,914.12	\$1,900,366.36	\$1,759,143.84	\$422,865.64	\$230,112.56	\$245,219.39	\$24,774.89	\$285,544.36	\$259,241.39	\$17,803.34	\$242,546.05	\$242,546.05	\$229,223.02	\$214,242.65	\$446,076.39	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
		\$ 632,781.93				\$ 654,917.38				\$ 586,639.99				\$ 928,648.17				\$ 166,076.30				

Anexo 4 Tipos de análisis de Proyectos de Programas de Inversión acorde a SHCP

Lunes 30 de diciembre de 2013

DIARIO OFICIAL

(Segunda Sección)

LINEAMIENTOS para la elaboración y presentación de los análisis costo y beneficio de los programas y proyectos de inversión.

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Secretaría de Hacienda y Crédito Público.- Subsecretaría de Egresos.- Unidad de Inversiones.

ÚRSULA CARREÑO COLORADO, Titular de la Unidad de Inversiones de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, con fundamento en los artículos 31 de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 34 de la Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria, y 45, 46, 47, 191 y 214 de su Reglamento, así como por el artículo 61, fracción II del Reglamento Interior de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, y

CONSIDERANDO

Que el artículo 34 de la Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria establece el procedimiento que las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal deberán observar para efecto de la programación de recursos destinados a programas y proyectos de inversión;

Que el artículo señalado en el párrafo anterior establece que las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal deberán presentar a la Secretaría de Hacienda y Crédito Público la evaluación costo y beneficio de los programas y proyectos de inversión a su cargo, en donde demuestren que dichos programas y proyectos son susceptibles de generar, en cada caso, un beneficio social neto bajo supuestos razonables;

Que con fecha 27 de abril de 2012, se publicaron en el Diario Oficial de la Federación los Lineamientos para la elaboración y presentación de los análisis costo y beneficio de los programas y proyectos de inversión, los cuales tienen por objeto fortalecer el ciclo de inversiones y a efecto de brindar a las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, mayores elementos para facilitar la presentación y elaboración del análisis costo y beneficio de los programas y proyectos de inversión para ser registrados en la cartera de inversión que integra la Secretaría de Hacienda y Crédito Público;

Que los citados Lineamientos establecen los tipos de evaluaciones socioeconómicas que serán aplicables a los programas y proyectos de inversión que consideren realizar las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, y

Que es necesario actualizar los Lineamientos para establecer la vigencia de los análisis costo y beneficio, la indicación de la ubicación geográfica precisa del programa o proyecto de inversión, así como incorporar otras disposiciones que mejoren los procedimientos de elaboración y presentación de los análisis costo y beneficio, por lo que he tenido a bien expedir los siguientes:

LINEAMIENTOS PARA LA ELABORACIÓN Y PRESENTACIÓN DE LOS ANÁLISIS COSTO Y BENEFICIO DE LOS PROGRAMAS Y PROYECTOS DE INVERSIÓN

Sección I

Definiciones

1. Para efectos de estos Lineamientos, se entenderá por:
 - i. Análisis costo y beneficio: Evaluación de los programas y proyectos de inversión a que se refiere el artículo 34, fracción II, de la Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria, y que considera los costos y beneficios directos e indirectos que los programas y proyectos generan para la sociedad;
 - ii. CAE: Costo Anual Equivalente;
 - iii. Cartera: Programas y proyectos de inversión de conformidad con lo establecido en los artículos 34, fracción III, de la Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria, y 46 del Reglamento de la Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria;
 - iv. Componentes: Activos que se requieren para llevar a cabo el programa o proyecto de inversión, como son las obras, edificios, bienes, equipo, maquinaria, patentes, entre otros;
 - v. Costo total: Suma del monto total de inversión, los gastos de operación y mantenimiento, y otros costos y gastos asociados a los programas y proyectos de inversión;
 - vi. Demanda: Cantidad de un determinado bien o servicio que la sociedad, un grupo o población determinada requiere o está dispuesta a consumir o utilizar por unidad de tiempo a un valor determinado;

- vii. Estudio de Preinversión: Estudios que son necesarios para que una dependencia o entidad tome la decisión de llevar a cabo un programa o proyecto de inversión;
- viii. Evaluación a nivel de perfil: Evaluación de un programa o proyecto de inversión en la que se utiliza la información disponible con que cuenta la dependencia o entidad, tomando en cuenta la experiencia derivada de proyectos realizados y el criterio profesional de los evaluadores. También se puede utilizar información proveniente de revistas especializadas, libros en la materia, artículos contenidos en revistas arbitradas, estudios similares, estadísticas e información histórica y paramétrica, así como experiencias de otros países y gobiernos.
Para este tipo de evaluación, la información a utilizar, para efectos de la cuantificación y valoración de los costos y beneficios específicos del proyecto, debe permitir el cálculo de indicadores de rentabilidad;
- ix. Evaluación a nivel de prefactibilidad: Evaluación de un programa o proyecto de inversión en la que se utiliza, además de los elementos considerados en la evaluación a nivel de perfil, información de estudios técnicos, cotizaciones y encuestas, elaborados especialmente para llevar a cabo la evaluación de dicho programa o proyecto. La información utilizada para este tipo de evaluación debe ser más detallada y precisa, especialmente por lo que se refiere a la cuantificación y valoración de los costos y beneficios.
La información utilizada para el análisis a nivel de prefactibilidad, deberá ser verificable e incluir las fuentes de información de la misma en la sección de bibliografía del análisis;
- x. Evaluación Financiera: Evaluación que permite determinar la rentabilidad de un programa o proyecto de inversión considerando los costos y beneficios monetarios en que incurre la entidad o dependencia ejecutora. Dicha evaluación permite determinar si el proyecto es capaz de generar un flujo de recursos suficiente para hacer frente a todas sus obligaciones, incluyendo las financieras y fiscales, así como sus gastos de operación y mantenimiento.
Bajo esta perspectiva, se deben incluir todos los costos y beneficios privados que genera el programa o proyecto para la dependencia o entidad ejecutora, incluidos los costos financieros por préstamos de capital, pago de impuestos e ingresos derivados de subsidios y transferencias, entre otros. Los precios empleados serán de mercado, incluyendo el costo de oportunidad de los recursos;
- xi. Evaluación socioeconómica: Evaluación del programa o proyecto desde el punto de vista de la sociedad en su conjunto, con el objeto de conocer el efecto neto de los recursos utilizados en la producción de los bienes o servicios sobre el bienestar de la sociedad. Dicha evaluación debe incluir todos los factores del programa o proyecto, es decir, sus costos y beneficios independientemente del agente que los enfrente. Ello implica considerar adicionalmente a los costos y beneficios directos, las externalidades y los efectos indirectos e intangibles que se derivan del programa o proyecto;
- xii. Externalidad: Efectos positivos y/o negativos que cause el programa o proyecto de inversión a terceros y que no hayan sido retribuidos o compensados a los mismos;
- xiii. Ley: Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria;
- xiv. Ley de Transparencia: Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental;
- xv. Memoria de Cálculo: Hoja de cálculo electrónica donde se incluyan los datos, parámetros, fórmulas y cálculos para sustentar la información presentada en la Evaluación socioeconómica;
- xvi. Monto total de inversión: Total de gasto de capital que se requiere para la realización de un programa o proyecto de inversión, que incluye tanto los recursos fiscales presupuestarios y propios, como los de otras fuentes de financiamiento, tales como las aportaciones de las entidades federativas, los municipios, inversionistas privados, fideicomisos públicos o crédito externo, entre otros;
- xvii. Oferta: Cantidad de producción, suministro y/o cantidad disponible de bienes o servicios por unidad de tiempo;
- xviii. PIPP: Sistema del Proceso Integral de Programación y Presupuesto;
- xix. Precios sociales: Valores que reflejan el costo de oportunidad para la sociedad de utilizar un bien o servicio y que pueden diferir de los precios de mercado;
- xx. Programas de inversión: Acciones que implican erogaciones de gasto de capital no asociadas a proyectos de inversión;
- xxi. Programas y proyectos de inversión: Conjunto de obras y acciones que llevan a cabo las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal para la construcción,

- ampliación, adquisición, modificación, mantenimiento o conservación de activos fijos, con el propósito de solucionar una problemática o atender una necesidad específica y que generan beneficios y costos a lo largo del tiempo;
- xxii. Proyectos de inversión: Acciones que implican erogaciones de gasto de capital destinadas a obra pública en infraestructura, así como la construcción, adquisición y modificación de inmuebles, las adquisiciones de bienes muebles asociadas a estos proyectos, y las rehabilitaciones que impliquen un aumento en la capacidad o vida útil de los activos de infraestructura e inmuebles;
 - xxiii. Reglamento: Reglamento de la Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria;
 - xxiv. Secretaría: Secretaría de Hacienda y Crédito Público;
 - xxv. TIR: Tasa Interna de Retorno;
 - xxvi. TRI: Tasa de Rendimiento Inmediata;
 - xxvii. Unidad de Inversiones: Unidad de Inversiones de la Secretaría;
 - xxviii. Variables relevantes: Aquéllas cuyos cambios, durante la ejecución y operación del proyecto, pueden modificar los indicadores de rentabilidad, y
 - xxix. VPN: Valor Presente Neto.

Sección II

Tipos de programas y proyectos de inversión

2. Los proyectos de inversión se clasifican en los siguientes tipos:
 - i. Proyectos de infraestructura económica, cuando se trate de la construcción, adquisición y/o ampliación de activos fijos para la producción de bienes y servicios en los sectores de agua, comunicaciones y transportes, electricidad, hidrocarburos y turismo. Bajo esta denominación, se incluyen todos los proyectos de infraestructura productiva de largo plazo a que se refieren los artículos 18, tercer párrafo, de la Ley General de Deuda Pública y 32, segundo párrafo, de la Ley, así como los de rehabilitación y mantenimiento cuyo objeto sea incrementar la vida útil o capacidad original de los activos fijos destinados a la producción de bienes y servicios de los sectores mencionados;
 - ii. Proyectos de infraestructura social, cuando se trate de la construcción, adquisición y/o ampliación de activos fijos para llevar a cabo funciones en materia de educación, ciencia y tecnología, cultura, deporte, salud, seguridad social, urbanización, vivienda y asistencia social;
 - iii. Proyectos de infraestructura gubernamental, cuando se trate de la construcción, adquisición y/o ampliación de activos fijos para llevar a cabo funciones de gobierno, tales como seguridad nacional, seguridad pública y procuración de justicia, entre otras, así como funciones de desarrollo económico y social distintas a las señaladas en las fracciones i y ii anteriores. Esta fracción no incluye los proyectos de inmuebles destinados a oficinas administrativas, mismos que están comprendidos en la fracción iv siguiente de este numeral;
 - iv. Proyectos de inmuebles, cuando se trate de la construcción, adquisición y/o ampliación de inmuebles destinados a oficinas administrativas, incluyendo las operaciones que se realicen bajo el esquema de arrendamiento financiero, y
 - v. Otros proyectos de inversión, cuando se trate de aquellos que no estén identificados en las fracciones anteriores.
3. Los programas de inversión se clasifican en los siguientes tipos:
 - i. Programas de adquisiciones, cuando se trate de la compra de bienes muebles, tales como vehículos, mobiliario para oficinas, bienes informáticos y equipo diverso, entre otros, que no estén asociados a proyectos de inversión o relacionados con protección civil;
 - ii. Programas de mantenimiento, cuando se trate de acciones cuyo objeto sea conservar o mantener los activos existentes en condiciones adecuadas de operación y que no impliquen un aumento en la vida útil o capacidad original de dichos activos para la producción de bienes y servicios, ni se encuentren relacionados con protección civil. Estas acciones buscan que los activos existentes continúen operando de manera adecuada, incluyendo reparaciones y remodelaciones de activos fijos y bienes inmuebles aun cuando se trate de obra pública o se asocien a ésta;
 - iii. Programas de adquisiciones de protección civil, cuando se trate de la compra de bienes muebles tales como extintores, detectores de humo, detectores de gas, entre otros, que no estén asociados a proyectos de inversión;

- iv. Programas de mantenimiento de protección civil, los programas referidos en la fracción ii del presente numeral, siempre y cuando estén relacionados con protección civil, a fin de salvaguardar la vida, integridad y salud de la población, así como sus bienes; la infraestructura, la planta productiva y el medio ambiente;
- v. Estudios de preinversión, cuando se trate de estudios que sean necesarios para que una dependencia o entidad tome la decisión de llevar a cabo un programa o proyecto de inversión, y por lo tanto aún no se han erogado recursos para su ejecución. Dentro de los estudios de preinversión, podrá considerarse el análisis costo y beneficio.
Tanto los estudios de preinversión como los que se realicen con posterioridad a la decisión de ejecutar un programa o proyecto deberán considerarse dentro del monto total de inversión del mismo;
- vi. Programa ambiental, cuando se trate de acciones cuyo objeto principal sea la conservación y protección de los recursos naturales y del ecosistema, la preservación de la biodiversidad, la mitigación de los efectos derivados de las actividades humanas sobre el medio ambiente, la restauración del equilibrio ecológico, así como aquellas encaminadas a la prevención, control y reversión de los procesos que generan contaminación con efectos adversos a la población. Incluye también aquellas acciones que promueven la gestión ambiental, el ordenamiento ecológico, y la educación y conocimientos para la sustentabilidad ambiental, y
- vii. Otros programas de inversión, cuando se trate de aquellos que no estén identificados en las fracciones anteriores.

Sección III

Tipos de Evaluación socioeconómica

4. Se establecen los siguientes tipos de evaluaciones socioeconómicas que serán aplicables a los programas y proyectos de inversión que consideren realizar las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal:

- i. Ficha técnica;
- ii. Análisis costo-beneficio simplificado;
- iii. Análisis costo-beneficio;
- iv. Análisis costo-eficiencia simplificado, y
- v. Análisis costo-eficiencia

Sección IV

De la ficha técnica

5. La ficha técnica consistirá en una descripción detallada de la problemática o necesidades a resolver con el programa o proyecto de inversión, así como las razones para elegir la solución presentada.

6. La ficha técnica se requerirá en los siguientes casos:

- i. Para los proyectos de infraestructura económica, social, gubernamental, de inmuebles y otros programas y proyectos, que tengan un monto de inversión menor o igual a 50 millones de pesos; así como los programas de adquisiciones, programas de adquisiciones de protección civil, programas de mantenimiento y programas de mantenimiento de protección civil menores a 150 millones de pesos, y
- ii. Para los proyectos de inversión superiores a 1,000 millones de pesos o aquéllos que por su naturaleza o características particulares lo requieran, deberán solicitar primero el registro de los estudios de preinversión a través de la ficha técnica, previo a la elaboración y presentación del análisis costo y beneficio correspondiente. En caso de no requerir estudios de preinversión, se deberá justificar dentro del análisis costo y beneficio la razón de no requerirlos.

7. La ficha técnica deberá contener los siguientes elementos:

- i. Información general del programa o proyecto de inversión, en la que se incluya el nombre y tipo del programa o proyecto de inversión, las fuentes de financiamiento, el calendario y el monto estimado de inversión, el horizonte de evaluación, su localización georrefenciada, la cual deberá ir acompañada de un mapa de ubicación con las coordenadas decimales, siempre y cuando la naturaleza del proyecto lo permita;

- ii. Alineación estratégica, donde se especifiquen los objetivos, estrategias y líneas de acción que atiende el programa o proyecto de inversión, conforme al Plan Nacional de Desarrollo correspondiente y los programas gubernamentales. Además, se deberán identificar los programas o proyectos de inversión relacionados o que podrían verse afectados por su ejecución;
- iii. Análisis de la situación actual, en el que se describa la problemática específica que justifique la realización del programa o proyecto de inversión, que incluya una descripción y cuantificación de la oferta y demanda de los bienes y servicios relacionados;
- iv. Análisis de la situación sin proyecto, mediante el cual se deberá especificar las optimizaciones, entendidas como las medidas administrativas o de bajo costo que contribuirían a optimizar la situación actual descrita; asimismo, se deberá realizar una estimación de la oferta y la demanda de los bienes y servicios relacionados con el programa o proyecto de inversión, considerando las optimizaciones identificadas;
- v. Justificación de la alternativa de solución seleccionada, en la que se describa las alternativas que resuelvan la problemática planteada, así como la cuantificación de sus costos y la descripción de los criterios técnicos y económicos de selección, utilizados para determinar la alternativa más conveniente;
- vi. Análisis de la situación con proyecto, en el que se describa el programa o proyecto de inversión y sus componentes, los aspectos técnicos, legales y ambientales más importantes relacionados con su ejecución, así como la localización geográfica con coordenadas georreferenciadas; adicionalmente, se deberá incluir una estimación de la oferta y la demanda proyectada bajo el supuesto de que el programa o proyecto de inversión se lleve a cabo, con el fin de determinar su interacción y verificar que contribuya a solucionar la problemática identificada;
- vii. Identificación y, en su caso, cuantificación y valoración de los costos y beneficios relacionados con la implementación del programa o proyecto de inversión tanto en la etapa de ejecución como de operación. Sólo para aquellos programas o proyectos de inversión de infraestructura económica con un monto total de inversión superior a 30 millones de pesos y hasta 50 millones de pesos, se deberán calcular los indicadores de rentabilidad necesarios para determinar la conveniencia socioeconómica de realizar el programa o proyecto.

El VPN, la TIR y la TRI se calcularán conforme a lo previsto en el Anexo 1 de los presentes Lineamientos, para lo cual, será necesario estimar los beneficios identificados previamente. En caso de que los beneficios no sean cuantificables o sean de difícil cuantificación y valoración, se deberá justificar dicha situación y realizar el cálculo del CAE, de acuerdo con el Anexo 1 mencionado, y
- viii. Para los estudios de preinversión, la ficha técnica deberá integrar el contenido descrito en las fracciones i., ii. y iii. del presente numeral en lo que respecta a la descripción de la problemática, así como señalar: (a) nombre del estudio, (b) tipo de estudio, (c) fecha estimada de realización, (d) justificación de su realización, (e) descripción, (f) monto estimado de inversión, y (g) vigencia del estudio.

Sección V

Del análisis costo-beneficio simplificado

8. El análisis costo-beneficio simplificado consistirá en una evaluación socioeconómica a nivel de perfil y deberá contener los mismos elementos y apartados descritos en el numeral 14 de los presentes Lineamientos.

La información utilizada para la Evaluación a nivel de perfil, deberá ser verificable e incluir las fuentes de la misma en la sección de bibliografía.

9. El análisis costo-beneficio simplificado se aplicará en los siguientes casos:

- i. Los proyectos de infraestructura económica, social, gubernamental, de inmuebles y otros proyectos con un monto total de inversión superior a 50 millones de pesos y hasta 500 millones de pesos;
- ii. Los programas de adquisiciones y mantenimiento, con un monto total de inversión superior a 150 millones de pesos y hasta 500 millones de pesos;

- iii. Los programas de adquisiciones y mantenimiento de protección civil con un monto total de inversión superior a 150 millones de pesos y hasta 500 millones de pesos, y
- iv. Los programas de inversión a los que se refiere la fracción vii del numeral 3 de estos Lineamientos, con un monto total de inversión superior a 50 millones de pesos y hasta 500 millones de pesos.

Sección VI

Del análisis costo-beneficio

10. El análisis costo-beneficio, es una evaluación socioeconómica del programa o proyecto a nivel de prefactibilidad, y consistirá en determinar la conveniencia de un programa o proyecto de inversión mediante la valoración en términos monetarios de los costos y beneficios asociados directa e indirectamente, incluyendo externalidades, a la ejecución y operación de dicho programa o proyecto de inversión.

El análisis costo-beneficio tendrá una vigencia de tres años a partir del registro en Cartera del programa o proyecto de inversión, plazo que podrá modificarse a consideración de la Unidad de Inversiones.

11. El análisis costo-beneficio se aplicará en los siguientes casos:

- i. Para los programas y proyectos de inversión con monto total de inversión superior a 500 millones de pesos;
- ii. Para los proyectos de infraestructura productiva de largo plazo, y
- iii. Para aquellos programas y proyectos de inversión distintos de los anteriores, cuando así lo determine la Secretaría, a través de la Unidad de Inversiones, independientemente de su monto total de inversión.

12. El análisis costo-beneficio de los programas o proyectos de inversión deberá incluir las principales conclusiones de la factibilidad técnica, legal, económica y ambiental, así como los estudios de mercado y otros específicos de acuerdo al sector y al programa o proyecto de inversión de que se trate. La Unidad de Inversiones podrá solicitar la presentación de los estudios que considere necesarios para profundizar el análisis de la evaluación socioeconómica.

En caso de que las dependencias y entidades no cuenten en su totalidad con lo referido en el párrafo anterior, podrán presentar la factibilidad con un nivel de avance. Para tal efecto, contarán con un plazo de 180 días hábiles contados a partir de que se les otorgue el registro, para acreditar las factibilidades antes mencionadas. De lo contrario, la Unidad de Inversiones podrá determinar suspender o cancelar dicho registro.

Una vez cumplido el plazo a que hace referencia el párrafo anterior, las dependencias y entidades deberán presentar ante la Unidad de Inversiones:

- i. Las principales conclusiones de los análisis de factibilidad técnica, legal, económica y ambiental, así como los estudios de mercado y otros específicos de acuerdo al sector y al programa o proyecto de inversión de que se trate.
- ii. Un escrito por medio del cual manifiesten bajo protesta de decir verdad que han cumplido con los requisitos de los análisis de factibilidad mencionados en el inciso anterior y que se considera viable llevar a cabo el programa o proyecto de inversión.

13. Para efecto de los presentes Lineamientos, los análisis mencionados se definen como sigue:

- i. Análisis de factibilidad ambiental: los estudios en donde se determina que un programa o proyecto de inversión cumple con la normatividad aplicable en materia ambiental;
- ii. Análisis de factibilidad económica: los estudios sobre la cuantificación de los costos y beneficios de un programa o proyecto de inversión en donde se muestre que el mismo es susceptible de generar, por sí mismo, beneficios netos bajo supuestos razonables;
- iii. Análisis de factibilidad legal: los estudios en donde se determine que un programa o proyecto de inversión cumple con las disposiciones jurídicas aplicables en el ámbito federal, estatal y municipal que corresponda, y
- iv. Análisis de factibilidad técnica: los estudios sobre los materiales, maquinaria, equipo, tecnología y calificación de personal que se requieren para la ejecución y operación de un programa o proyecto de inversión, en donde se determine si el proyecto se apega a las normas establecidas por la dependencia o entidad de la Administración Pública Federal, así como a las prácticas aceptadas de ingeniería y a los desarrollos tecnológicos disponibles.

14. El análisis costo-beneficio deberá contener lo siguiente:

- i. Resumen Ejecutivo. Contendrá el nombre del programa o proyecto de inversión, localización y monto total de inversión; explicará en forma concisa, el objetivo del programa o proyecto de inversión, la problemática identificada, sus principales características, su horizonte de evaluación, la identificación y descripción de los principales costos y beneficios, sus indicadores de rentabilidad, los principales riesgos asociados a la ejecución y operación, e incluirá una conclusión referente a la rentabilidad del programa o proyecto de inversión.
- ii. Situación Actual del Programa o Proyecto de Inversión.
En esta sección se deberán incluir los siguientes elementos:
- a) Diagnóstico de la situación actual que motiva la realización del proyecto, resaltando la problemática que se pretende resolver;
 - b) Análisis de la Oferta o infraestructura existente;
 - c) Análisis de la Demanda actual, y
 - d) Diagnóstico de la interacción de la oferta-demanda a lo largo del horizonte de evaluación: Consiste en realizar el análisis comparativo para cuantificar la diferencia entre la oferta y la demanda del mercado en el cual se llevará a cabo el programa o proyecto de inversión, describiendo de forma detallada la problemática identificada. Este análisis deberá incluir la explicación de los principales supuestos, metodología y las herramientas utilizadas en la estimación.
- iii. Situación sin el Programa o Proyecto de Inversión.
En esta sección deberá incluirse la situación esperada en ausencia del programa o proyecto de inversión, los principales supuestos técnicos y económicos utilizados para el análisis y el horizonte de evaluación.
Asimismo, este punto deberá incluir los siguientes elementos:
- a) Optimizaciones: Consiste en la descripción de medidas administrativas, técnicas, operativas, así como inversiones de bajo costo (menos del 10% del monto total de inversión), entre otras, que serían realizadas en caso de no llevar a cabo el programa o proyecto de inversión. Las optimizaciones contempladas deberán ser incorporadas en el análisis de la oferta y la demanda siguientes;
 - b) Análisis de la Oferta en caso de que el programa o proyecto de inversión no se lleve a cabo;
 - c) Análisis de la Demanda en caso de que el programa o proyecto de inversión no se lleve a cabo;
 - d) Diagnóstico de la interacción de la oferta-demanda con optimizaciones a lo largo del horizonte de evaluación: Consiste en realizar el análisis comparativo para cuantificar la diferencia entre la oferta y la demanda con las optimizaciones consideradas. El análisis deberá incluir la estimación de la oferta y de la demanda total del mercado y la explicación de los principales supuestos, metodología y las herramientas utilizadas en la estimación, y
 - e) Alternativas de solución: Se deberán describir las alternativas que pudieran resolver la problemática señalada, identificando y explicando sus características técnicas, económicas, así como las razones por las que no fueron seleccionadas.
- Para efectos de este inciso, no se considera como alternativa de solución diferente, la comparación entre distintos proveedores del mismo bien o servicio.
- iv. Situación con el Programa o Proyecto de Inversión.
En esta sección deberá incluirse la situación esperada en caso de que se realice el programa o proyecto de inversión y deberá contener los siguientes elementos:
- a) Descripción general: Deberá detallar el programa o proyecto de inversión, incluyendo las características físicas del mismo y los componentes que resultarían de su realización, incluyendo cantidad, tipo y principales características;
 - b) Alineación estratégica: Incluir una descripción de cómo el programa o proyecto de inversión contribuye a la consecución de los objetivos y estrategias establecidos en el Plan Nacional de Desarrollo y los programas sectoriales, institucionales, regionales y

- especiales, así como al mecanismo de planeación al que hace referencia el artículo 34 fracción I de la Ley;
- c) Localización geográfica: Deberá describir la ubicación geográfica con coordenadas georreferenciadas donde se desarrollará el programa o proyecto de inversión; la entidad o entidades federativas donde se ubicarán los activos derivados del programa o proyecto de inversión y su zona de influencia;
 - d) Calendario de actividades: Deberá incluir la programación de las principales actividades e hitos que serían necesarias para la realización del programa o proyecto de inversión;
 - e) Monto total de inversión: Deberá incluirse el calendario de inversión por año y la distribución del monto total entre sus principales componentes o rubros. Asimismo, deberá desglosarse el impuesto al valor agregado y los demás impuestos que apliquen;
 - f) Financiamiento: Deberán indicar las fuentes de financiamiento del programa o proyecto de inversión: recursos fiscales, federales, estatales, municipales, privados, de fideicomisos, entre otros;
 - g) Capacidad instalada que se tendría y su evolución en el horizonte de evaluación del programa o proyecto de inversión;
 - h) Metas anuales y totales de producción de bienes y servicios cuantificadas en el horizonte de evaluación;
 - i) Vida útil: Deberá considerarse como el tiempo de operación del programa o proyecto de inversión expresado en años;
 - j) Descripción de los aspectos más relevantes para determinar la viabilidad del programa o proyecto de inversión; las conclusiones de la factibilidad técnica, legal, económica y ambiental, así como los estudios de mercado y otros específicos que se requieran de acuerdo al sector y al programa o proyecto de inversión de que se trate;
 - k) Análisis de la Oferta a lo largo del horizonte de evaluación, considerando la implementación del programa o proyecto de inversión;
 - l) Análisis de la Demanda a lo largo del horizonte de evaluación, considerando la implementación del programa o proyecto de inversión; y
 - m) Diagnóstico de la interacción de la oferta-demanda a lo largo del horizonte de evaluación: Consiste en describir y analizar la interacción entre la oferta y la demanda del mercado, considerando la implementación del programa o proyecto de inversión. Dicho análisis deberá incluir la estimación de la oferta y de la demanda total del mercado y la explicación de los principales supuestos, metodología y herramientas utilizadas en la estimación.
- v. Evaluación del Programa o Proyecto de Inversión.
- Deberá incluirse la evaluación del programa o proyecto de inversión, en la cual debe compararse la situación sin proyecto optimizada con la situación con proyecto, considerando los siguientes elementos:
- a) Identificación, cuantificación y valoración de los costos del programa o proyecto de inversión: Deberán considerar el flujo anual de costos del programa o proyecto de inversión, tanto en su etapa de ejecución como la de operación. Adicionalmente, se deberá explicar de forma detallada cómo se identificaron, cuantificaron y valoraron los costos, incluyendo los supuestos y fuentes empleadas para su cálculo;
 - b) Identificación, cuantificación y valoración de los beneficios del programa o proyecto de inversión: Deberán considerar el flujo anual de los beneficios del programa o proyecto de inversión, tanto en su etapa de ejecución como de operación. Adicionalmente, se deberá explicar de forma detallada cómo se identificaron, cuantificaron y valoraron los beneficios, incluyendo los supuestos y fuentes empleadas para su cálculo;
 - c) Cálculo de los indicadores de rentabilidad: Deberán calcularse a partir de los flujos netos a lo largo del horizonte de evaluación, con el fin de determinar el beneficio neto y la conveniencia de realizar el programa o proyecto de inversión. El cálculo de los indicadores de rentabilidad incluye: VPN, TIR, y la TRI. Para el cálculo de los indicadores de rentabilidad deberán considerarse las fórmulas contenidas en el Anexo 1;

- d) Análisis de sensibilidad: A través del cual, se deberán identificar los efectos que ocasionaría la modificación de las variables relevantes sobre los indicadores de rentabilidad del programa o proyecto de inversión: el VPN, la TIR y, en su caso, la TRI. Entre otros aspectos, deberá considerarse el efecto derivado de variaciones porcentuales en: el monto total de inversión, los costos de operación y mantenimiento, los beneficios, la demanda, el precio de los principales insumos y los bienes y servicios producidos, etc.; asimismo, se deberá señalar la variación porcentual de estos rubros con la que el VPN sería igual a cero; y
- e) Análisis de riesgos: Deberán identificarse los principales riesgos asociados al programa o proyecto de inversión en sus etapas de ejecución y operación, dichos riesgos deberán clasificarse con base en la factibilidad de su ocurrencia y se deberán analizar sus impactos sobre la ejecución y la operación del programa o proyecto de inversión en cuestión, así como las acciones necesarias para su mitigación.
- vi. Conclusiones y Recomendaciones: Exponer de forma clara y precisa los argumentos por los cuales el proyecto o programa de inversión debe realizarse.
- vii. Anexos: Son aquellos documentos y hojas de cálculo, que soportan la información y estimaciones contenidas en la Evaluación socioeconómica.
- viii. Bibliografía: Es la lista de fuentes de información y referencias consultadas para la Evaluación socioeconómica.

Sección VII

Del análisis costo-eficiencia simplificado

15. El análisis costo-eficiencia simplificado consistirá en una evaluación socioeconómica a nivel de perfil y deberá contener los mismos elementos descritos en el numeral 14 de los presentes Lineamientos.

16. El análisis costo-eficiencia simplificado se aplicará en los siguientes casos:

- i. Los proyectos de infraestructura económica, social, gubernamental, de inmuebles y otros proyectos con un monto total de inversión superior a 50 millones de pesos y hasta 500 millones de pesos, y sus beneficios sean no cuantificables o de difícil cuantificación;
- ii. Los programas de adquisiciones, incluyendo los de protección civil, con un monto total de inversión superior a 150 millones de pesos y hasta 500 millones de pesos, y sus beneficios sean no cuantificables o de difícil cuantificación;
- iii. Los programas de mantenimiento, incluyendo los de protección civil, con un monto total de inversión superior a 150 millones de pesos y hasta 500 millones de pesos, y sus beneficios sean no cuantificables o de difícil cuantificación, y
- iv. Los programas de inversión a los que se refiere la fracción vii del numeral 3 de estos Lineamientos, con un monto total de inversión superior a 50 millones de pesos y hasta 500 millones de pesos, y sus beneficios sean no cuantificables o de difícil cuantificación.

Sección VIII

Del análisis costo-eficiencia

17. El análisis costo-eficiencia es una evaluación socioeconómica que permite asegurar el uso eficiente de los recursos cuando se comparan dos alternativas de solución, bajo el supuesto de que generan los mismos beneficios. Dicha evaluación se deberá realizar a nivel prefactibilidad.

18. El análisis costo-eficiencia se aplicará en los siguientes casos:

- i. Los programas y proyectos de inversión superiores a 500 millones de pesos, en los que los beneficios no sean cuantificables, y
- ii. Los programas y proyectos de inversión superiores a 500 millones de pesos, en los que los beneficios sean de difícil cuantificación, es decir, cuando no generan un ingreso o un ahorro monetario y se carezca de información para hacer una evaluación adecuada de los beneficios no monetarios.

19. El contenido del documento donde se presente el análisis costo-eficiencia será el mismo que se señala en el numeral 14 de estos Lineamientos, excepto por lo que se refiere a la cuantificación de los beneficios y, por lo tanto, al cálculo de los indicadores de rentabilidad. Adicionalmente, en el análisis costo-eficiencia se deberá incluir la evaluación de, cuando menos, una segunda alternativa del programa o proyecto de inversión, de manera que se muestre que la alternativa elegida es la más conveniente en términos de costos. Para ello, se deberán comparar las opciones calculando el CAE, conforme a la fórmula que se especifica en el Anexo 1.

Para efectos de este numeral, no se considera como alternativa diferente, la comparación entre distintos proveedores del mismo bien o servicio.

Sección IX

De la identificación de los programas de adquisiciones

20. Al definir sus programas de adquisiciones, las dependencias y entidades deberán considerar la naturaleza de los bienes que se adquieren, sin combinar adquisiciones de naturalezas distintas.

21. Las dependencias y entidades podrán consolidar sus adquisiciones de una misma naturaleza, aun cuando las realicen diversas unidades responsables. Por ejemplo, podrán integrar sus adquisiciones de equipo informático o de vehículos para uso administrativo en un solo programa para cada uno de estos conceptos, sin importar que el presupuesto provenga de distintas unidades responsables.

22. En casos excepcionales, debidamente justificados, se podrán incluir bienes de naturaleza distinta en un solo programa cuyo monto total no rebase 20 millones de pesos.

En el caso de programas de protección civil, no les será aplicable lo dispuesto en el párrafo anterior.

23. En materia de adquisiciones, las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal deberán manifestar de manera expresa, en la Evaluación socioeconómica correspondiente, que cumplen con las disposiciones vigentes en materia de austeridad y disciplina presupuestaria.

Sección X

Disposiciones generales

24. Para facilitar la elaboración y presentación de la ficha técnica, así como el análisis costo-beneficio simplificado, costo-beneficio, costo-eficiencia simplificado y costo-eficiencia, la Unidad de Inversiones pondrá a disposición de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, los formatos correspondientes en la página de Internet de la Secretaría para su llenado y presentación.

25. Para el caso de proyectos de infraestructura productiva de largo plazo, los de adquisición por arrendamiento financiero, para aquellos que se prevea contratación de deuda pública, así como otros que considere la Unidad de Inversiones, las dependencias y entidades, además de considerar lo establecido en la fracción II del artículo 34 de la Ley, deberán presentar una evaluación financiera, mostrando la rentabilidad esperada del programa o proyectos de inversión para la dependencia o entidad en términos de valor presente, considerando los ingresos generados por la venta de bienes y servicios, subsidios, transferencias, entre otros, así como los egresos incurridos por costos de operación y mantenimiento, obligaciones financieras y fiscales, entre otros.

26. Conforme a lo previsto en el segundo párrafo del artículo 47 del Reglamento, las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal deberán actualizar la evaluación socioeconómica cuando se modifique el alcance del programa o proyecto de inversión.

Se considera que un programa o proyecto de inversión ha modificado su alcance, cuando se presente alguna de las siguientes condiciones:

- a) Variación en el monto total de inversión de conformidad con los siguientes porcentajes:

Monto total de inversión	Porcentaje
Hasta mil millones de pesos.	25%
Superior a mil millones de pesos y hasta 10 mil millones de pesos.	15%
Superior a 10 mil millones de pesos.	10%

- b) Cuando los proyectos o programas presenten una variación en sus metas físicas del 25 por ciento, respecto de las registradas en la Cartera.

- c) Modificación en el tipo de inversión, cuando el programa o proyecto de inversión presente un cambio, en su totalidad, en la fuente o esquema de financiamiento.
- d) Modificación en el tipo de programa o proyecto de inversión, cuando el programa o proyecto presente un cambio de conformidad con los programas y proyectos de inversión establecidos en la Sección II de los presentes Lineamientos.
- e) Cuando se presente un diferimiento en el inicio de la entrada en operación del programa o proyecto de inversión mayor a tres años.

Aunado a los supuestos mencionados con anterioridad, la Secretaría, a través de la Unidad de Inversiones podrá determinar que el programa o proyecto de inversión ha modificado su alcance.

La Unidad de Inversiones podrá no considerar cambio de alcance, en aquellos programas y proyectos de inversión que conservando sus metas, el diseño, componentes y las fuentes de financiamiento originales, disminuyan el monto total de inversión.

27. A fin de cumplir con lo establecido en el artículo 109 de la Ley y demás disposiciones en la materia, los análisis costo beneficio se pondrán a disposición del público en general a través de medios electrónicos, con excepción de aquella que, por su naturaleza, la dependencia o entidad considere como reservada. En todo caso, se observarán las disposiciones contenidas en la Ley de Transparencia.

28. En caso de que los análisis costo beneficio contengan información clasificada como reservada por la dependencia o entidad, la dependencia o entidad deberá presentar una versión pública, que excluya la información clasificada como reservada en términos de la Ley de Transparencia y demás disposiciones aplicables en la materia.

29. La evaluación socioeconómica no se requerirá cuando se trate de programas y proyectos de inversión que se deriven de la atención prioritaria e inmediata de desastres naturales, conforme a lo establecido en la fracción II del artículo 34 de la Ley.

30. Los beneficios y costos se expresarán en términos reales, esto es, descontando el efecto causado por la inflación. Para ello, en el caso de las evaluaciones socioeconómicas de los programas o proyectos de inversión por iniciar, los beneficios y costos se expresarán a precios del año en el que se solicita el registro en la Cartera, mientras que en el caso de programas o proyectos de inversión ya iniciados para los cuales se requiera la actualización de la Evaluación socioeconómica se deberá utilizar la información en términos reales sobre erogaciones realizadas que se haya reportado a través del PIPP para efectos del seguimiento del ejercicio de dichos proyectos. El deflactor a emplearse deberá ser el correspondiente al Producto Interno Bruto.

31. La tasa social de descuento que se deberá utilizar en la evaluación socioeconómica será la que determine la Unidad de Inversiones en términos reales, es decir, a precios del año en el que se realiza dicha evaluación. En caso de que se modifique dicha tasa, se hará del conocimiento de las dependencias y entidades mediante oficio circular emitido por la Unidad de Inversiones.

32. Adicionalmente, las dependencias y entidades deberán utilizar preferentemente precios sociales en las fichas técnicas, así como en los análisis costo-beneficio simplificado, costo-beneficio, costo-eficiencia simplificado, y costo-eficiencia que realicen, e incorporar la cuantificación, cuando sea posible, de las externalidades positivas o negativas que genere el programa o proyecto de inversión. La Unidad de Inversiones podrá solicitar que, por sus características, un programa o proyecto sea evaluado utilizando precios sociales.

33. En la cuantificación monetaria de los costos y beneficios de la evaluación socioeconómica, no se deberán considerar impuestos, subsidios o aranceles.

34. La Secretaría, a través de la Unidad de Inversiones, a su juicio y considerando las características técnicas y económicas, así como el impacto social de un programa o proyecto de inversión, podrá requerir un cambio en el tipo de evaluación socioeconómica dentro de los establecidos en los presentes Lineamientos.

35. La interpretación de los presentes Lineamientos para efectos administrativos estará a cargo de la Unidad de Inversiones, sin perjuicio de las atribuciones que corresponda ejercer a otras unidades administrativas de la Secretaría, en términos de las disposiciones aplicables.

TRANSITORIOS

PRIMERO. Los presentes Lineamientos entrarán en vigor al día siguiente de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

SEGUNDO. A partir de la entrada en vigor de los presentes Lineamientos, se abrogan los "Lineamientos para la elaboración y presentación de los análisis costo y beneficio de los programas y proyectos de inversión", publicados en el Diario Oficial de la Federación el 27 de abril de 2012.

TERCERO. La tasa social de descuento que se deberá utilizar en la evaluación socioeconómica será del 12 por ciento, en términos reales, es decir, a precios del año en el que se realiza dicha evaluación, hasta en tanto la Unidad de Inversiones no actualice la misma o determine otra.

CUARTO. A los programas y proyectos de inversión, que se hayan recibido a través de la Cartera de la Unidad de Inversiones con anterioridad a la entrada en vigor del presente Acuerdo, les serán aplicables las disposiciones previstas en los Lineamientos publicados en el Diario Oficial de la Federación del 27 de abril del 2012, hasta en tanto no presenten una modificación al alcance del programa o proyecto de inversión, conforme al numeral 26 de los presentes Lineamientos, supuesto en el cual aplicarán estos últimos.

Dado en la Ciudad de México, a los 18 días del mes de diciembre de dos mil trece.- La Titular de la Unidad de Inversiones, **Úrsula Carreño Colorado**.- Rúbrica.

ANEXO 1

Indicadores de rentabilidad

a) Valor Presente Neto (VPN)

El VPN es la suma de los flujos netos anuales, descontados por la tasa social. Para el cálculo del VPN, tanto los costos como los beneficios futuros del programa o proyecto de inversión son descontados, utilizando la tasa social para su comparación en un punto en el tiempo o en el "presente". Si el resultado del VPN es positivo, significa que los beneficios derivados del programa o proyecto de inversión son mayores a sus costos. Alternativamente, si el resultado del VPN es negativo, significa que los costos del programa o proyecto de inversión son mayores a sus beneficios.

La fórmula del VPN es

$$VPN = \sum_{t=0}^n \frac{B_t - C_t}{(1+r)^t}$$

Donde:

Bt: son los beneficios totales en el año t

Ct: son los costos totales en el año t

Bt-Ct: flujo neto en el año t

n: número de años del horizonte de evaluación

r: es la tasa social de descuento

t: año calendario, en donde el año 0 será el inicio de las erogaciones

b) Tasa Interna de Retorno (TIR)

La TIR se define como la tasa de descuento que hace que el VPN de un programa o proyecto de inversión sea igual a cero. Esto es económicamente equivalente a encontrar el punto de equilibrio de un programa o proyecto de inversión, es decir, el valor presente de los beneficios netos del programa o proyecto de inversión es igual a cero y se debe comparar contra una tasa de retorno deseada.

La TIR se calcula de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$VPN = \sum_{t=0}^n \frac{B_t - C_t}{(1 + TIR)^t} = 0$$

Donde:

Bt: son los beneficios totales en el año t

Ct: son los costos totales en el año t

Bt-Ct: flujo neto en el año t

n: número de años del horizonte de evaluación

TIR: Tasa Interna de Retorno

t: año calendario, en donde el año 0 será el inicio de las erogaciones

Es importante resaltar que no se debe utilizar la TIR por sí sola para comparar alternativas de un programa o proyecto de inversión, ya que puede existir un problema de tasas internas de rendimiento múltiple. Las tasas internas de rendimiento múltiple ocurren cuando existe la posibilidad de que más de una tasa de descuento haga que el VPN sea igual a cero.

c) Tasa de Rendimiento Inmediata (TRI)

La TRI es un indicador de rentabilidad que permite determinar el momento óptimo para la entrada en operación de un programa o proyecto de inversión con beneficios crecientes en el tiempo. A pesar de que el VPN sea positivo para el programa o proyecto de inversión, en algunos casos puede ser preferible postergar su ejecución.

La TRI se calcula de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$TRI = \frac{B_{t+1} - C_{t+1}}{I_t}$$

Donde:

Bt+1: es el beneficio total en el año t+1

Ct+1: es el costo total en el año t+1

It: monto total de inversión valuado al año t (inversión acumulada hasta el periodo t)

t: año anterior al primer año de operación

t+1: primer año de operación

El momento óptimo para la entrada en operación de un proyecto, cuyos beneficios son crecientes en el tiempo, es el primer año en que la TRI es igual o mayor que la tasa social de descuento.

d) Costo Anual Equivalente (CAE)

El CAE es utilizado frecuentemente para evaluar alternativas del programa o proyecto de inversión que brindan los mismos beneficios; pero que poseen distintos costos y/o distinta vida útil. El CAE es la anualidad del valor presente de los costos relevantes menos el valor presente del valor de rescate de un programa o proyecto de inversión, considerando el horizonte de evaluación de cada una de las alternativas. El CAE puede ser calculado de la siguiente manera:

$$CAE = (VPC) \frac{r(1+r)^m}{(1+r)^m - 1}$$

Donde:

VPC: Valor presente del costo total del proyecto de inversión (debe incluir la deducción del valor de rescate del programa o proyecto de inversión)

r: indica la tasa social de descuento

m: indica el número de años de vida útil del activo

El VPC debe calcularse mediante la siguiente fórmula:

$$VPC = \sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+r)^t}$$

Donde:

Ct: costos totales en el año t

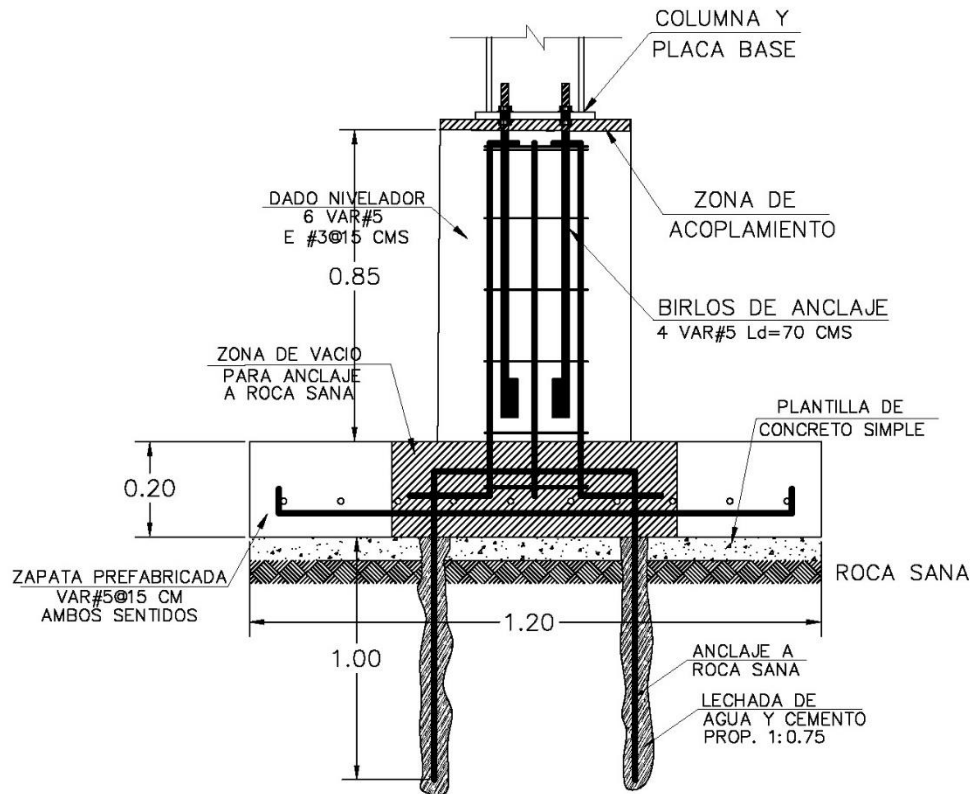
r: es la tasa social de descuento

t: año calendario, en donde el año 0 será el inicio de las erogaciones

n: número de años del horizonte de evaluación

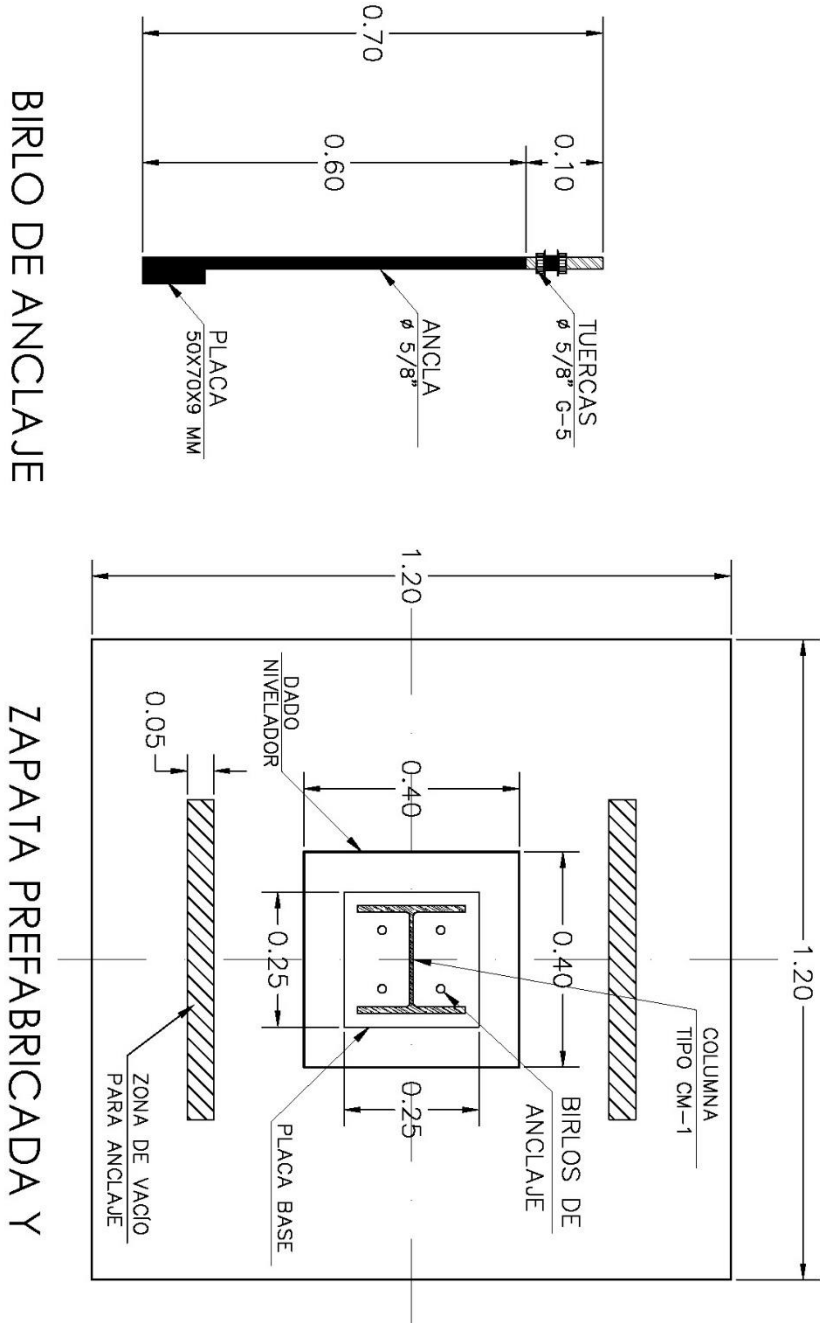
La alternativa más conveniente será aquella con el menor CAE. Si la vida útil de los activos bajo las alternativas analizadas es la misma, la comparación entre éstas se realizará únicamente a través del valor presente de los costos de las alternativas.

Anexo 5 Planos constructivos y de montaje de cimentación (zapatas prefabricadas)

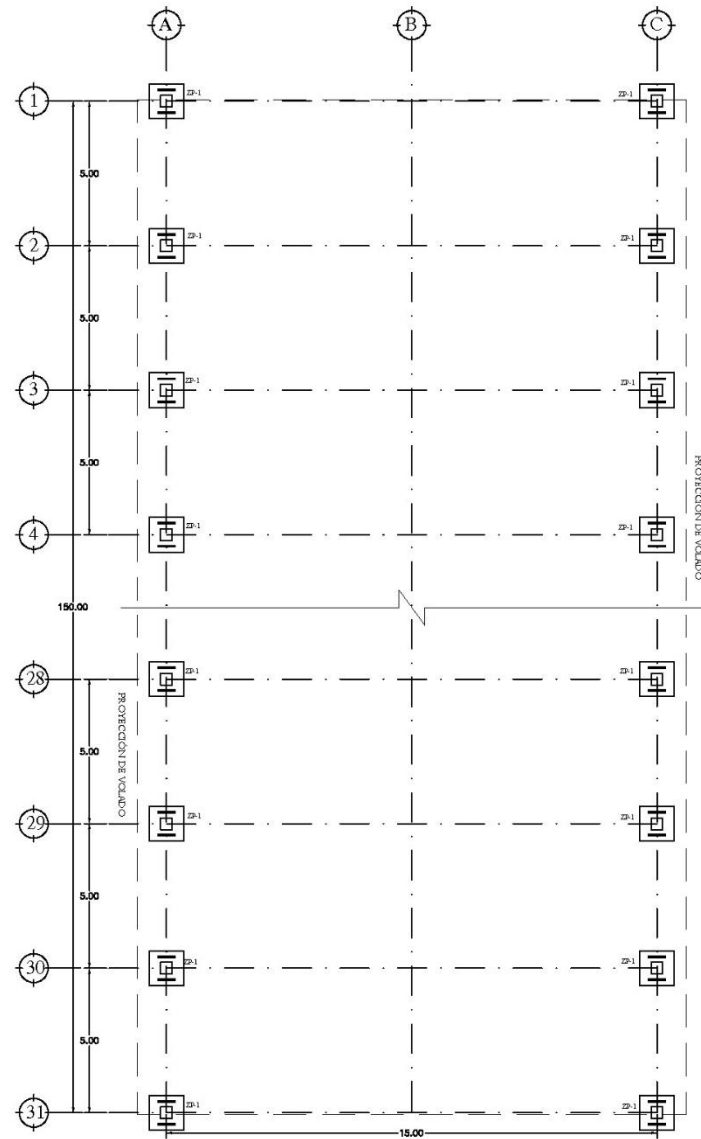


CORTE ZAPATA PREFABRICADA TIPO CON DADO NIVELADOR ACOPLADA CON TORNILLOS

Anexo 5 Planos constructivos y de montaje de cimentación (zapatas prefabricadas)



Anexo 5 Planos constructivos y de montaje de cimentación (zapatas prefabricadas)



PLANTA DE CIMENTACIÓN
NAVE INDUSTRIAL AVICOLA TIPO

Anexo 6 Precios unitarios de zapata y dado (sistemas de construcción tradicionales)

GRUPO CRIO, S.A. DE C.V.

Obra: CONSTRUCCIÓN DE MODULOS 1 Y 2 (30 CASSETAS)
 Lugar: CHOCHOLÁ, YUCATÁN
 Ciudad: MÉRIDA, YUCATÁN

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

Código	Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Importe	%
Partida:	CIM01					
Análisis:	CIM - D1	PZA	\$2,246.79	62.00	\$139,300.98	
Dado de 30 x 30 x 75m de concreto de F'c=250 kg/cm2, acabado común, armado con 4 varillas del No. 4 (1/2") y estribos del No. 2 (1/4") @ 15 cm, incluye: estribos dobles del No. 4 (1/4") al inicio y terminación del mismo, anclas lisas con extremos roscados de 60 cm de altura (acorde a detalle estructural) para recibir columna de IPR, suministro de materiales, acarreo, elevaciones, armado, cimbrado, colado, vibrado, descimbrado, mano de obra, equipo y herramienta.						
MATERIALES						
BACICOM	CIMBRA COMÚN EN ZAPATAS Y DADOS	M2	\$468.66	0.945000	\$442.88	13.44%
CLAVOS	CLAVOS DE 2 A 4 "	KG	\$25.00	0.180000	\$4.50	0.14%
ALAMREC	ALAMBRE RECOCIDO	KG	\$23.50	0.250000	\$5.88	0.18%
VARILLA N4	VARILLA DE 1/2" (12.7 MM)	KG	\$27.43	1.975000	\$54.18	1.64%
ALAMBRON	ALAMBRON 1/4"	KG	\$27.53	2.254300	\$62.06	1.88%
ANCLA01	ANCLA LISA DE EXTREMO ROSCADO PARA RECIBIR COLUMNA IPR EN DADO	PZA	\$87.50	4.000000	\$350.00	10.62%
SUBTOTAL: MATERIALES					\$919.50	27.91%
MANO DE OBRA						
1F1A	CUADRILLA No 6 (1 FERRERO+1 AYUDANTE)	JOR	\$685.00	0.100000	\$68.50	2.08%
1C1A	CUADRILLA No 7 (1 CARPINTERO+1 AYUDANTE)	JOR	\$685.00	0.750000	\$513.75	15.59%
1A5P	CUADRILLA No 22 (1 ALBAÑIL+ 5 PEONES)	JOR	\$1,217.00	0.125000	\$152.13	4.62%
SUBTOTAL: MANO DE OBRA					\$734.38	22.29%
EQUIPO Y HERRAMIENTA						
%MO1	HERRAMIENTA MENOR	%	\$734.38	0.030000	\$22.03	0.67%
EQVIB	VIBRADOR PARA CONCRETO	%	\$90.37 *	1.500000	\$135.56	93.52%
SUBTOTAL: EQUIPO Y HERRAMIENTA					\$157.59	4.78%
BASICOS						
CONC. EST-02	CONCRETO HECHO EN OBRA PARA CIMENTACION, CLASE ESTRUCTURALDE F'c=250 KG/CM2, INCLUYE: ACARREOS, BOMBEO, REVENIMIENTO, COLADO, VIBRADO, CURADO, MANO DE OBRA, MUESTREO Y PRUEBAS, EQUIPO, HERRAMIENTAS Y TOO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION.	M3	\$2,151.92	0.070875	\$152.52	4.63%
SUBTOTAL: BASICOS					\$152.52	4.63%
Costo Directo:					\$1,963.98	59.62%
INDIRECTOS			10%		\$196.40	
SUBTOTAL					\$2,160.37	
FINANCIAMIENTO			0%		\$0.00	
SUBTOTAL					\$2,160.37	
UTILIDAD			4%		\$86.41	
PRECIO UNITARIO					\$2,246.79	

(* TRECE MIL DOSCIENTOS NOVENTA Y OCHO PESOS 80/100 M.N. *)

Anexo 6 Precios unitarios de zapata y dado (sistemas de construcción tradicionales)

GRUPO CRIO, S.A. DE C.V.

Obra: CONSTRUCCIÓN DE MODULOS 1 Y 2 (30 CASSETAS)
 Lugar: CHOCHOLÁ, YUCATÁN
 Ciudad: MÉRIDA, YUCATÁN

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

Código	Concepto	Unidad	P.U.	Cantidad	Importe	%
Partida:	CIM01					
Análisis:	CIM - Z1	PZA	\$3,768.80	62.00	\$233,665.60	
Zapata de 75 x 75 x 30 cm. de espesor con concreto de F'c=200 kg/cm2, acabado común, armado con 12 varillas del No. 4 (1/2") en lecho inferior y 12 varillas del No. 4 (1/2") en lecho superior, incluye: colocación de anclaje a roca firme con varilla de 1/2" amarrada a armado de zapata y ahogado en barreno de 1" con 1.00 m. de profundidad con mortero tipo II; incluye: suministro de materiales, acarreo, elevaciones, armado, cimbrado, colado, vibrado, descimbrado, mano de obra, equipo y herramienta.						
MATERIALES						
BACICOM	CIMBRA COMÚN EN ZAPATAS Y DADOS	M2	\$468.66	0.945000	\$442.88	13.44%
CLAVOS	CLAVOS DE 2 A 4 "	KG	\$25.00	0.350000	\$8.75	0.27%
ALAMREC	ALAMBRE RECOCIDO	KG	\$23.50	1.500000	\$35.25	1.07%
VARILLA N4	VARILLA DE 1/2" (12.7 MM)	KG	\$27.43	46.396000	\$1,272.89	38.64%
ALAMBRON	ALAMBRON 1/4"	KG	\$27.53	0.748900	\$20.62	0.63%
SUBTOTAL: MATERIALES					\$1,780.39	54.04%
MANO DE OBRA						
1F1A	CUADRILLA No 6 (1 FIERRERO+1 AYUDANTE)	JOR	\$685.00	0.100000	\$68.50	2.08%
1C1A	CUADRILLA No 7 (1 CARPINTERO+1 AYUDANTE)	JOR	\$685.00	0.750000	\$513.75	15.59%
1A5P	CUADRILLA No 22 (1 ALBAÑIL+4 PEONES)	JOR	\$1,217.00	0.125000	\$152.13	4.62%
SUBTOTAL: MANO DE OBRA					\$734.38	22.29%
EQUIPO Y HERRAMIENTA						
%MO1	HERRAMIENTA MENOR	%	\$734.38	0.030000	\$22.03	0.67%
EQVIB	VIBRADOR PARA CONCRETO	%	\$90.37	3.500000	\$316.30	218.20%
SUBTOTAL: EQUIPO Y HERRAMIENTA					\$338.33	10.27%
BASICOS						
CONC. EST-02	CONCRETO HECHO EN OBRA PARA CIMENTACION, CLASE ESTRUCTURAL DE F'c=250 KG/CM2, INCLUYE: ACARREOS, BOMBEO, REVENIMIENTO, COLADO, VIBRADO, CURADO, MANO DE OBRA, MUESTREO Y PRUEBAS, EQUIPO, HERRAMIENTAS Y TOO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION.	M3	\$2,151.92	0.177188	\$381.29	11.57%
CONC. EST-01	CONCRETO HECHO EN OBRA PARA FIRMES Y PLANTILLAS, DE F'c=100 KG/CM2, INCLUYE: ACARREOS, REVENIMIENTO, COLADO, VIBRADO, CURADO, MANO DE OBRA, MUESTREO Y PRUEBAS, EQUIPO, HERRAMIENTAS Y TOO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION.	M3	\$1,582.35	0.037931	\$60.02	1.82%
SUBTOTAL: BASICOS					\$441.31	13.40%
Costo Directo:					\$3,294.41	100.00%
INDIRECTOS			10%		\$329.44	
SUBTOTAL					\$3,623.85	
FINANCIAMIENTO			0%		\$0.00	
SUBTOTAL					\$3,623.85	
UTILIDAD			4%		\$144.95	
PRECIO UNITARIO					\$3,768.80	

(* TRECE MIL DOSCIENTOS NOVENTA Y OCHO PESOS 80/100 M.N. *)

Anexo 7 Precios unitarios de zapata y dado (sistemas de construcción prefabricados)

151



PRETECHOS, S.A. DE C.V.

CALLE 75 # 138 INT. 1 X 32 Y 34, COL. MONTES DE AMÉ, 97115 MÉRIDA, YUC.
 TEL. (999) 948 35 02, Cel. 9999 49 09 86 pretechos@gmail.com facebook.com/Pretechos1

MÉRIDA, YUC. A 5 DE DICIEMBRE DE 2018.

A/TN. ING. CARLOS UC HERRERA
 TEL. CEL. 9991307717

carlosucherrera@gmail.com

PROYECTO: NAVE INDUSTRIAL AVÍCOLA
 LUGAR: CHOCHOLÁ, YUC.

**PRESUPUESTO DE FABRICACIÓN EN PLANTA DE ZAPATAS PREFABRICADAS DE CONCRETO REFORZADO,
 ACORDE A ESPECIFICACIONES PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE**

Nº	CONCEPTO	CANT.	UN	P.UNIT.	IMPORTE
1	Zapata prefabricada en planta, con medidas de 1.20 x 1.20 x 20 cm. de espesor y dado nivelador de 40 x 40 x 85 cm colada con concreto premezclado de Fc=250 kg/cm ² , acabado aparente, armado con 10 varillas del No. 5 (5/8") en lecho inferior (armado de zapata) y 6 varillas del #5 en armado de dado, con estribos del No. 3 (3/8") @ 15 cm; incluye: birlos de acoplamiento de 5/8" en dado nivelador para columna de acero, y lo necesario para su prefabricación, según especificaciones proporcionadas por el cliente (planta Mérida).	62	PIEZAS	\$ 3,982.26	\$ 246,900.00
2	Molde metálico acorde a medidas de proyecto de zapata prefabricada, incluyendo molde para dado nivelador, considerado a 31 usos por cada molde.	2	PIEZAS	\$ 5,200.00	\$ 10,400.00
SUBTOTAL					\$ 257,300.00
IVA					\$ 41,168.00
TOTAL :					\$ 298,468.00

TIEMPO DE ENTREGA: Acorde a calendario de obra pactado con el cliente

FORMA DE PAGO FABRICACIÓN: Anticipo 50%, saldo por estimaciones a contraentrega.

CONDICIONES ADICIONALES: No se incluye transporte, carga ni descarga, no se incluye montaje en sitio final de la obra; se requiere acceso adecuado al sitio de almacenaje y disponer de área y tiempos oportunos para maniobra de descarga por parte del cliente en sitio de almacenaje, lo anterior para evitar cargos por estadia y/o tiempos muertos.

ACEPTAMOS

ATENTAMENTE
 PRETECHOS, S.A. DE C.V.

 ING. CARLOS UC HERRERA

 ARQ. JORGE DUARTE CUASI

Análisis Costo-Beneficio¹

Nombre de la Obra

I. Resumen Ejecutivo

En esta sección, deben llenarse los campos de la tabla que se muestran a continuación, a manera de resumen de las secciones que componen el análisis.

Problemática, objetivo y descripción de la Obra	
Objetivo de la Obra	Puntualizar el objetivo de la obra.
Problemática Identificada	Incluir una breve descripción de la problemática identificada, que justifique la realización del PPI.
Breve descripción de la Obra	Incluir una descripción de la obra y sus componentes.
Horizonte de evaluación, costos y beneficios de la Obra	
Horizonte de Evaluación	Número de años considerados dentro de la evaluación de la obra.
Descripción de los principales costos de la Obra	Enlistar y describir los principales costos de inversión, mantenimiento y operación de la obra.
Descripción de los principales beneficios de la Obra	Enlistar y describir los principales beneficios relacionados con la implementación de la obra.

¹Para facilitar la elaboración del análisis costo-beneficio y costo- beneficio simplificado, la Unidad de Inversiones de la SHCP pone a disposición del Gobierno del Distrito Federal el presente formato, de conformidad con el numeral 23 de los Lineamientos para el registro en la Cartera de Programas y Proyectos de Inversión que integra y administra la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, de las obras contempladas en el Presupuesto de Egresos del Distrito Federal a ser financiadas con endeudamiento autorizado por el artículo 3° de la Ley de Ingresos de la Federación para el Ejercicio Fiscal 2012.

Análisis Costo-Beneficio

Monto total de inversión (con IVA)	Monto de inversión incluyendo IVA, expresado en pesos.
------------------------------------	--

Riesgos asociados a la Obra	Riesgos asociados a la ejecución y operación de la obra.
-----------------------------	--

Indicadores de Rentabilidad de la Obra

Valor Presente Neto (VPN)	Pesos.
---------------------------	--------

Tasa Interna de Retorno (TIR)	%
-------------------------------	---

Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI)	%
--------------------------------------	---

Conclusión

Conclusión del Análisis de la Obra	Breve conclusión del análisis, referente a la rentabilidad de la obra.
------------------------------------	--

II. Situación Actual de la Obra

a) Diagnostico de la Situación Actual

Incluir un diagnóstico de la situación actual que motiva la realización de la obra, resaltando la problemática que se pretende resolver.

b) Análisis de la Oferta Existente

Resumir los resultados del análisis de la oferta actual del mercado en el cual se llevará a cabo la obra. Los resultados presentados serán respaldados con gráficas y tablas. El análisis completo de la oferta actual debe integrarse en el Anexo A del presente documento. Adicionalmente, describir brevemente las obras existentes en caso de contar con las mismas.

c) Análisis de la Demanda Actual

Resumir los resultados obtenidos del análisis de la demanda actual del mercado en el cual se llevará a cabo la obra. Los resultados presentados serán respaldados por gráficas y tablas que clarifiquen el análisis e indiquen el año del mismo. El análisis completo de la demanda debe integrarse en el Anexo A del presente documento.

d) Interacción de la Oferta-Demanda

Describir de forma detallada el análisis comparativo para cuantificar la diferencia entre la oferta y la demanda del mercado en el cual se llevará a cabo la obra. El análisis debe incluir la relación precio-cantidad, la estimación de la oferta y la demanda total del mercado, la cuantificación del excedente de la demanda y la explicación de los principales supuestos, metodología y herramientas utilizadas en la estimación.

III. Situación sin Obra

Describir la situación esperada en ausencia de la obra, considerando la implantación de las optimizaciones descritas en el inciso a) de esta misma sección, presentando una descripción de los supuestos técnicos y económicos de mayor relevancia utilizados para el análisis y el horizonte de evaluación.

Describa los supuestos técnicos y económicos e incluya el horizonte de evaluación

a) Optimizaciones

Describir las posibles medidas administrativas o inversiones de bajo costo que podrían ser implementadas en la zona relevante. Por ejemplo, en lugar de realizar el reemplazo de un activo, realizar actividades de mantenimiento al mismo. Las optimizaciones contempladas deben ser incorporadas para en el análisis de la oferta y la demanda de la situación sin la obra.

b) Análisis de la Oferta

Resumir los puntos relevantes y las principales conclusiones del análisis de la oferta a lo largo del horizonte de evaluación, en caso de que la obra no se lleve a cabo. El análisis completo de la oferta debe integrarse en el Anexo A del presente documento.

c) Análisis de la Demanda

Resumir los puntos relevantes y las principales conclusiones del análisis de la demanda a lo largo del horizonte de evaluación, en caso de que la obra no se lleve a cabo. El análisis completo de la oferta debe integrarse en el Anexo A del presente documento.

d) Diagnóstico de la interacción Oferta-Demanda

Describir de forma detallada la interacción de la oferta y la demanda considerando las optimizaciones, la cual debe proyectarse para todo el horizonte de evaluación la obra.

e) Alternativas de Solución

Incluir una descripción de las alternativas de solución consideradas para atender la problemática identificada, así como la justificación de los criterios utilizados para la selección de la solución encontrada.

IV. Situación con la Obra

Describir la situación esperada en caso de que se realice la obra, la cual debe contener los siguientes elementos:

a) Descripción General

De la siguiente tabla se seleccionará el tipo de obra.

Tipo	
Obra	<input type="checkbox"/>
Adquisiciones	<input type="checkbox"/>
Mantenimiento	<input type="checkbox"/>

Detallar las características físicas de la obra. Por ejemplo, construcción de una escuela primaria con 44 aulas de estudio, patio de actividades recreativas de 100 metros cuadrados, una biblioteca con capacidad para 5,000 libros, estacionamiento con capacidad para automóviles, etc.

--

Describir los componentes o activos que resultarán de la realización de la obra, así como su cantidad, tipo y principales características.

Componente	Tipo	Cantidad	Principales Características

b) Alineación Estratégica

Describir cómo la obra contribuye a la consecución de los objetivos y estrategias establecidos en los programas aplicables al GDF.

--

c) Localización Geográfica

Definir la localización geográfica de la obra así como su zona de influencia, acompañado de un plano de localización y un diagrama en el que se señale la ubicación exacta, siempre y cuando la obra lo permita.

--

d) Calendario de Actividades

Establecer la programación de actividades necesarias para la ejecución y operación de la obra.

Actividad	Año 1	Año 2	Año "n"

e) Monto total de Inversión

Establecer el calendario de inversión por año y la distribución del monto total, desglosando los impuestos correspondientes.

Monto total de inversión	
Componentes/Rubros	Monto de inversión
1	
2	
3	
Subtotal de Componentes/Rubros	
Impuesto al Valor Agregado	
Otros Impuestos	
Subtotal de Impuestos	
Total	

f) Fuentes de Financiamiento

Enlistar las fuentes de financiamiento de la obra, así como su porcentaje de participación, especificando si los recursos son federales, GDF, fideicomisos y en su caso de privados. En el caso de fideicomisos especificar el nombre completo del mismo; y en caso de recursos privados especificar el nombre completo o razón social del privado.

Fuente de los recursos	Procedencia	Monto	Porcentaje
1. Federales			
2. Gobierno del Distrito Federal			
3. Fideicomisos			
4. Otros			
Total			

g) Capacidad Instalada

Explicar la capacidad que se tendría y su evolución en el horizonte de evaluación con la ejecución de la obra.

h) Metas anuales y totales de Producción

Explicar las metas que se tendrán con la obra en bienes y servicios, cuantificadas en el horizonte de evaluación.

i) Vida útil

Detallar la vida útil de la obra, la cual debe contemplar el tiempo de operación expresado en años.

Análisis Costo-Beneficio

Vida útil de la Obra	
Vida útil en años	

j) Descripción de los aspectos más relevantes

Estudios técnicos

Detallar los puntos, resultados y recomendaciones relevantes de los estudios técnicos realizados para la obra, los cuales deben ser integrados en el Anexo B del presente documento.

Estudios legales

Detallar los puntos, resultados y recomendaciones relevantes de los estudios legales realizados para la obra, los cuales deben ser integrados en el Anexo C del presente documento.

Estudios ambientales

Detallar los resultados y recomendaciones relevantes de los estudios ambientales realizados para la obra, los cuales deben ser integrados en el Anexo D del presente documento.

Estudios de mercado

Detallar los resultados y recomendaciones relevantes de los estudios de mercado realizados para la obra, los cuales deben ser integrados en el Anexo E del presente documento.

Estudios Específicos

Detallar los resultados y recomendaciones relevantes de los estudios requeridos y realizados para la obra, los cuales deben ser integrados en el Anexo F del presente documento.

Análisis Costo-Beneficio

--

k) Análisis de la Oferta

Resumir los aspectos relevantes y las principales conclusiones del análisis de la oferta a lo largo del horizonte de evaluación, considerando la implementación de la obra. El análisis completo de la oferta debe integrarse en el Anexo A del presente documento.

--

l) Análisis de la Demanda

Resumir los aspectos relevantes y las principales conclusiones del análisis de la demanda a lo largo del horizonte de evaluación, considerando la implementación de la obra. El análisis completo de la oferta debe integrarse en el Anexo A del presente documento.

--

m) Interacción Oferta-Demanda

Describir de forma detallada la interacción de la oferta y la demanda a lo largo del horizonte de evaluación, considerando la implementación de la obra.

--

V. Evaluación de la Obra

Resumir los principales puntos de la evaluación de la obra. Asimismo, desglosar el cálculo completo de los costos, beneficios e indicadores de rentabilidad en el Anexo G del presente documento.

a) Identificación, cuantificación y valoración de costos de la obra

Desglosar los costos de la obra de forma anual y total, diferenciando aquellos que se realizarán durante la ejecución y durante la operación. Dichos costos pueden ser agrupados por su tipo: costos directos, indirectos y externalidades, incluyendo una breve descripción. Adicionalmente, explicar cómo se identificaron, cuantificaron y valoraron los costos, incluyendo los principales supuestos y fuentes empleadas para su cálculo.

--

b) Identificación, cuantificación y valoración de los beneficios de la obra

Detallar los beneficios y ahorros generados por la obra de forma anual y total. Dichos beneficios podrán ser agrupados por su tipo: beneficios directos, indirectos y externalidades, incluyendo una breve descripción. Adicionalmente, explicar cómo se identificaron, cuantificaron y valoraron los beneficios, incluyendo los principales supuestos y fuentes empleadas para su cálculo.

--

c) Cálculo de los indicadores de rentabilidad

Incorporar el cálculo de los indicadores de rentabilidad de la obra, resultantes del análisis de la obra. La memoria de cálculo con la información cuantitativa de la obra debe ser integrada en el Anexo G del presente documento.

Indicadores de Rentabilidad	
Indicador	Valor
Valor Presente Neto (VPN)	Pesos
Tasa interna de retorno (TIR)	%
Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI)	%

d) Análisis de sensibilidad

Describir las variables seleccionadas para realizar el análisis de sensibilidad. Adicionalmente, mostrar el impacto de la(s) variable(s) relevante(s) en la evaluación de la obra, y su valor en el cual el VPN es igual a cero. Finalmente, resumir de forma concreta las principales conclusiones del análisis de sensibilidad. El análisis de sensibilidad completo debe ser integrado en el Anexo H del presente documento.

Variable	Variación respecto a su valor original	Impacto sobre el Indicador de Rentabilidad

e) Análisis de riesgos

Identificar los principales riesgos asociados a la obra en sus etapas de ejecución y operación, dichos riesgos deberán clasificarse con base en la factibilidad de su ocurrencia y se deberán analizar sus impactos, así como las acciones necesarias para su mitigación.

Descripción	Impacto

VI. Conclusiones y Recomendaciones

Exponer de forma clara y precisa, las razones por las cuales debe llevarse a cabo la obra, con base en los resultados obtenidos del análisis realizado.

--

VII. Anexos

Número del Anexo	Concepto del Anexo	Descripción
Anexo A	Análisis de la Oferta y la Demanda	Contiene el análisis de la oferta y demanda en la situación actual, sin obra y con obra.
Anexo B	Estudios Técnicos	
Anexo C	Estudios Legales	
Anexo D	Estudios Ambientales	
Anexo E	Estudios de Mercado	
Anexo F	Estudios Específicos	
Anexo G	Memoria de cálculo con los costos, beneficios e indicadores de rentabilidad de la obra	
Anexo H	Análisis de Sensibilidad	

VIII. Bibliografía

Incorporar la bibliografía de las fuentes de información utilizadas para la realización del análisis de la obra.

Responsable de la Información del Gobierno del Distrito Federal

Área Responsable:

Datos del Administrador de la obra:

Nombre	Cargo*	Firma	Fecha

Versión	Fecha

*El administrador de la obra, deberá tener como mínimo el nivel de Director de Área o su equivalente en el Gobierno del Distrito Federal

Anexo 9 Fotografías de procesos constructivos, etapa de cimentación (sistemas tradicionales)

GRUPO CRIO S.A. DE C.V.

Obra: CONSTRUCCIÓN DE MÓDULO 1 (15 NAVES INDUSTRIALES)

Lugar: CHOCHOLÁ, YUCATÁN

Ciudad: MÉRIDA, YUCATÁN

**Fotografías de procesos constructivos en etapa de cimentación**

Fotografía 1.- Excavación de cepas por medios manuales.



Fotografía 2.- Colado de plantilla y trazo para barrenaciones para anclaje en roca sana.



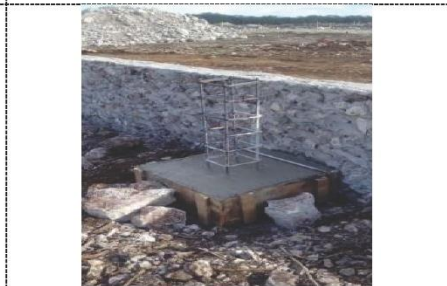
Fotografía 3.- Barrenaciones para anclaje en roca sana.



Fotografía 4.- Colocación de armado de acero y anclaje a roca firme, a través de barrenaciones.



Fotografía 5.- Cimbrado con madera de pino de segunda para colado de zapata.

Fotografía 6.- Colado de zapata, con concreto $f'c=200$ kg/cm² hecho en obra.

Anexo 9 Fotografías de procesos constructivos, etapa de cimentación (sistemas tradicionales)

GRUPO CRIO S.A. DE C.V.

Obra: CONSTRUCCIÓN DE MODULO 1 (15 NAVES INDUSTRIALES)

Lugar: CHOCHOLÁ, YUCATÁN

Ciudad: MÉRIDA, YUCATÁN



Fotografías de procesos constructivos en etapa de cimentación



Fotografía 7.- Zapata colada; trazo y alineación previo a colado de dado (para colocación de birlos de anclaje).



Fotografía 8.- Cimbrado y colado de dado y colocación de birlos para acompamiento de columna de perfil de acero IPR.



Fotografía 10.- Colocación de birlos de acero, previo a colado de dado nivelador.



Fotografía 10.- Errores de colado de dados, al emplear cimbra de madera y concreto hecho en obra (desprendimientos de concreto).



Fotografía 11.- Conjunto de dados colados, cimbrados con madera de pino de segunda y concreto $f_c=200 \text{ kg/cm}^2$ hecho en obra.



Fotografía 12.- Zapata y dado colados, con concreto $f_c=200 \text{ kg/cm}^2$ hecho en obra.

Anexo 9 Fotografías de procesos constructivos, etapa de cimentación (sistemas tradicionales)

GRUPO CRIO S.A. DE C.V.



Obra: CONSTRUCCIÓN DE MODULO 1 (15 NAVES INDUSTRIALES)

Lugar: CHOCHOLÁ, YUCATÁN

Ciudad: MÉRIDA, YUCATÁN

Fotografías de procesos constructivos de nave industrial avícola



Fotografías 13 y 14.- Colocación de 31 marcos de acero a base de IPR de 8"x8" (columnas), IR de 8"x10" (trabes) y polines 5ZE14.



Fotografías 13 y 14.- Vista de nave industrial avicola, previo a inicio de operaciones de producción (alojamiento y crecimiento de aves para consumo humano)
