

UNIVERSIDAD DE SONORA

División de Ingeniería Departamento de Ingeniería Civil y

Minas

Maestría en Ingeniería Urbana



**"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"**

Trabajo Escrito

**"Una aproximación al costo horario en proyectos estructurales de
vivienda"**

Que para obtener el Grado de Maestría en Ingeniería Urbana

Línea Terminal Construcción

Presenta

Karla Sofía Bringas Gutiérrez

Director de Tesis

Dr. Gerardo Ramírez Uribe

Hermosillo, Sonora a septiembre del 2022

Repositorio Institucional UNISON



**"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"**



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como openAccess

RESUMEN

La ingeniería civil cuenta con una amplia gama de especialidades para poder desarrollarte como profesional, en la cual dependiendo de las actividades que se estén desarrollando se tendrá un propio criterio de cómo y cuánto cobrar por la prestación de los servicios, es por eso importante conocer o implementar alguna metodología para los honorarios profesionales de los servicios prestados o bien el costo horario profesional.

Se demuestra que a partir de la suma de los costos directos e indirectos del proyecto se obtiene el costo total del proyecto a realizar y para la obtención de dichos costos se propusieron diferentes factores que son fundamentales para la obtención de la aproximación al costo horario.

Los factores implementados a lo largo del documento se obtuvieron a partir de la aplicación de una encuesta al gremio de los ingenieros civiles de la región, en el cual se presentaron preguntas con un listado de varias opciones de respuestas con la finalidad de conocer la mayor preferencia de los encuestados y estas respuestas fueran utilizadas como los factores a implementar en la sumatoria del costo directo e indirecto del proyecto, a partir de las características particulares del proyecto estructural a trabajar. Como costos directos se propuso un factor por magnitud de proyecto, tipo de edificación, tiempo de entrega, solicitado de detallado de planos y como costo indirecto se consideraron un porcentaje por sueldo para colaboradores, renta de oficina, viáticos y gastos de papelería.

Durante la búsqueda de información para implementar en la metodología de la aproximación del costo horario en proyectos estructurales en vivienda se tomó como base la metodología del arancel mínimo del colegio departamental de Arquitectos de la Paz (2014), en el cual con base a esa información se obtuvo el costo hora profesional implementando la sumatoria del costo directo e indirecto del proyecto en función de los días de ejecución por las horas invertidas.

ABSTRACT

Civil engineering has a wide range of specialties that allow a person to develop as a professional. Where, depending on the activities that are being performed a person will have their own criteria as how and how much to charge for the provision of services. For this same reason it is important to know or implement some methodology for the fees of the services to be provided or the professional hourly cost.

It is demonstrated that from the sum of the direct and indirect costs of the project the total cost for it to be carried out is obtained. To calculate said costs, different factors that are fundamental in obtaining an approximation to the hourly fee were proposed.

The factors implemented throughout this document were obtained from the application of a survey to the guild of civil engineers in the region, in which questions were presented with a list of several options in order to know the greatest preference of the respondents. These answers were used as the factors to be implemented in the sum of the direct and indirect cost of the project, with the particular characteristics of the structural project to be worked. As direct costs, a factor was proposed by magnitude of the project, type of building, time of delivery, and requested detailing of plans. And as an indirect cost, a percentage per salary for employees, office rent, per diems and stationery expenses were considered.

During the search for information to implement in the methodology of the hourly cost approximation in structural projects for housing, the methodology of the minimum tariff of the departmental college of Architects from La Paz (2014) was taken as a basis. In which, based on this information the professional hourly cost was obtained by implementing the sum of the direct and indirect cost of the project and dividing it on the days of execution times the hours invested.

DEDICATORIAS

Dedico esta Tesis a Dios por siempre estar conmigo y ser la guía en cada etapa de mi vida.

A mis padres y hermanos por ser los pilares de mi vida, son todo para mí, los amo con el alma.

A mis abuelos del cielo y de la tierra, siempre conmigo.

AGRADECIMIENTOS

Gracias Dios por permitirme culminar otro proyecto más en la vida, sin duda nada de esto sería gracias a ti.

Agradezco a mis papás por todo el esfuerzo que han puesto toda su vida por mis hermanos y por mí, gracias a todo su apoyo hemos llegado a donde estamos, los amo siempre, todo es por ustedes.

Gracias Ana, Alejandra y Sergio por siempre estar conmigo, apoyarme y alentarme cuando tengo miedo, realmente son la mejor parte de mi vida, los amo.

Gracias a la familia Gutiérrez Molina por siempre hacerme sentir parte de ustedes, los quiero.

Al apoyo por parte de mi comité tutorial, Dr. Gerardo Ramírez por ser guía en mi proyecto de investigación. Mis asesores, Dr. Quintana y Dr. Ojeda por todo el apoyo constante durante este tiempo de licenciatura y maestría, gracias por su dedicación.

A mis maestros la Dra. Gema Ibarra por sus consejos y enseñanzas, Arq. Gilberto Romero y al Ing. Artemio González gracias infinitas por todo su apoyo y recomendaciones.

Agradezco a mi alma máter la Universidad de Sonora por haberme aceptado por segunda vez como alumna y por darme parte de los mejores años de mi vida, los mejores maestros y enseñanzas.

A mis amigos del alma son parte fundamental en mi vida Madai, Areli, Juan Jesús, Sebastián, Marco, Juan Pablo, Luzma, Ana G, Daniela, Linda y Camila, los quiero muchísimo siempre, gracias por su amistad y apoyo.

Gracias Consejo Nacional de Ciencia y Tecnologías (CONACYT) por el apoyo durante todo mi periodo de estudiante.

ÍNDICE

1. INTRODUCCION	12
1.1 Planteamiento del Problema.....	12
1.2 Objetivos	13
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	14
2.1 Antecedentes	14
2.2 Conceptos generales	15
2.3 Ciclo de vida del proyecto.....	16
2.4 Costos.....	17
2.5 Proceso de la gestión de costos	18
2.6 Estimación de costos	19
2.7 Clases de costos.....	20
2.7.1 Costos directos e indirectos.....	20
2.8 Diferentes metodologías de los honorarios en la ejecución de proyectos en distintas áreas de la ingeniería civil y construcción.....	22
2.8.1.1 Valuadores profesionales del estado de Sonora.	22
2.8.1.1.1 Resumen de Aranceles.	23
2.8.1.2 Asociación de Ingenieros Civiles Estructuristas de Guanajuato, A.C.....	24
2.8.1.2.1 Costo por m ² en función del tipo de obra	24
2.8.1.2.2 Factor de ajuste por grado de dificultad:	24
2.8.1.2.3 Porcentaje de repetición	25
2.8.1.2.4 Tipo de edificación.....	25
2.8.1.3 Arancel mínimo del Colegio departamental de Arquitectos de la Paz	26
2.8.1.3.1 Conceptos generales de la arquitectura del reglamento del arancel mínimo 2014	27
2.8.1.3.2 Definición del factor del cálculo	28
2.8.1.3.3 Costo de hora profesional (CH).....	28

2.8.1.3.4	Fórmula para determinar el costo por hora.....	29
2.8.1.3.5	Determinación del índice de cálculo por m ² proyectado.....	29
2.8.1.3.6	Definición de honorarios	29
2.8.1.4	Aranceles de proyecto estructural por la Sociedad Mexicana de Ingeniería Estructural 2020.	29
2.8.1.4.1	Método de obtención del arancel de un proyecto estructural.....	30
2.8.1.4.2	Costo directo/ m ² de la estructura o de obra negra en función del tipo de edificación	32
2.8.1.4.3	Porcentaje de proyecto estructural por área construida de cubiertas, incluyendo voladizos de la estructura o la denominada obra negra.....	33
2.8.1.4.4	Factor por grado de Dificultad	33
2.8.1.4.5	Porcentaje adicional por repetición	33
2.8.1.5	Aranceles aplicables a la INFE	34
2.8.1.5.1	Proyecto estructural.....	34
2.8.1.5.2	Fórmula para el cálculo de los honorarios del proyecto estructural.....	35
2.8.1.5.3	Parámetros básicos para el cálculo de honorarios	36
3.	METODOLOGÍA	40
3.1	Introducción	40
3.2	Desarrollo de metodología	42
3.2.1	Realización y aplicación de encuesta	42
3.2.2	Propuesta de caso de estudio.....	42
3.2.3	Costo directo por proyecto.	44
3.2.4	Estimaciones iniciales de los costos indirectos mensuales.....	44
3.2.5	Método para el costo de honorarios	45
3.2.6	Cálculo del cotizador de honorarios.....	45
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	48
4.1	Resultados de encuesta.....	48
4.2	Caso de estudio.....	53

4.3	Costo directo por proyecto, (sumatoria).....	53
4.3.1	Cálculo del costo por m ² de proyecto.....	53
4.3.2	Factor por tipo de edificación.....	54
4.3.3	Factor por tiempo de entrega.....	54
4.3.4	Solicitud de detallado de planos	55
4.3.5	Costo directo por proyecto	55
4.4	Estimaciones iniciales de costos indirectos mensuales, (sumatoria).....	56
4.5	Propuesta de ecuaciones del método establecido	57
4.6	Elaboración de cotizador	58
4.7	Validación de Resultados	59
4.7.1	Aplicación de la metodología del costo total del proyecto SMIE, 2020	59
4.7.2	Resultado de la aplicación de metodología SMIE, 2020.....	60
5.	CONCLUSIONES	62
6.	REFERENCIAS	64

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 2.1 Gráfico tomado de PMBOK	17
FIGURA 2.2 Gráfico ciclo de vida del proyecto	18
FIGURA 2.3 Diagrama de costos de una orden de trabajo especializado, con base al sistema de costos en empresas de servicios empleando el coste real	23
FIGURA 2.4 Gráfico correspondiente al porcentaje de obra negra en función de los m ² del proyecto	32
FIGURA 3.1 Proceso de la aplicación de la metodología	41
FIGURA 3.2 Planta arquitectónica primer nivel de proyecto	44
FIGURA 3.3 Planta arquitectónica alta de proyecto a diseñar	45
FIGURA 4.1 Gráfico correspondiente a los resultados en los años de experiencia de los Ingeniero estructuristas	49
FIGURA 4.2 Gráfico correspondiente a los resultados en las horas promedio dedicadas al análisis y diseño de un proyecto estructural	50
FIGURA 4.3 Gráfico correspondiente a los factores más populares para la realización de los honorares profesionales en un proyecto estructural	51
FIGURA 4.4 Gráfico correspondiente al número de cambios permitidos dentro de un proyecto estructural	52
FIGURA 4.5 Gráfico correspondiente a los gastos indirectos contemplados en un proyecto estructural	53
FIGURA 4.6 Modificación correspondiente al \$/m ² de la tabla 2.2 AICEG, 2019 ..	55
FIGURA 4.7 Correspondiente al factor por tipo de edificación	55

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 2.1 Modificada del resumen de los Aranceles del colegio de Valuadores profesionales del estado de Sonora, A.C. para el cobro de honorarios	24
TABLA 2.2 Costo por m ² en función del tipo de obra y los m ² construidos	25
TABLA 2.3 Factores por grado de dificultad	26
TABLA 2.4 Factores que se consideran para el porcentaje por repetición de proyectos	26
TABLA 2.5 Factores por el tipo de edificación	27
TABLA 2.6 modificada del reglamento de arancel mínimo, 2014	29
TABLA 2.7 Correspondiente al costo/m ² en función del tipo de edificación	33
TABLA 2.8 Correspondiente al porcentaje de obra en función de los m ² del proyecto	34
TABLA 2.9 Correspondiente a los factores por grado de dificultad en función del tipo de estructura y suelo	34
TABLA 2.10 Porcentaje adicional al proyecto por repetición	34
TABLA 2.11 Análisis de costos de infraestructura física educativa por nivel y modalidad	37
TABLA 2.12 Factores de superficie	38
TABLA 2.13 Porcentajes para determinar el factor de especialidad	39
TABLA 2.14 Alcances del proyecto estructural por etapas	39
TABLA 2.15 Alcances de las etapas del proyecto estructural	40
TABLA 3.1 Correspondiente a la propuesta de cotizador de honorarios profesionales	47

TABLA 4.1 Factores correspondientes a la magnitud del proyecto	55
TABLA 4.2 Factores correspondientes al tiempo de entrega	56
TABLA 4.3 Factores correspondientes al detallado de planos	56
TABLA 4.4 Correspondiente al costo directo por proyecto	57
TABLA 4.5 Correspondiente al costo indirecto por proyecto	58
TABLA 4.6 Correspondiente a la propuesta de cotizador de honorarios profesionales	60

1. INTRODUCCION

1.1 Planteamiento del Problema

La ingeniería civil cuenta con una amplia gama de especialidades para la ejecución de proyectos de cualquier índole. Cuando un profesionista comienza a trabajar de manera independiente, una de las inquietudes más grandes suele ser cuánto cobrar por los servicios a realizar o cómo se debe calcular los honorarios profesionales. Anteriormente algunos profesionistas al momento de presentar sus honorarios por la realización de algún proyecto de manera independiente, se basaba principalmente en sus años de experiencia, la magnitud del proyecto, el tiempo invertido en él o bien aplicando un porcentaje correspondiente a la construcción.

No existe una cantidad exacta sobre el costo horario en la ejecución de un proyecto, eso tiene como consecuencia que en ciertas ocasiones se presenta un monto estimado y en el transcurso del proyecto se puede percatar que se proporcionó una aproximación que no corresponde al proyecto a realizar, por el hecho de un análisis, cálculo, o un rápido estudio del anteproyecto, como también problemas durante la planificación de este.

Según la definición dada por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), a través del glosario de la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE), los trabajadores independientes, o *freelancers*, son profesionistas que se emplean por su cuenta, como informales, cuentapropistas o personas que trabajan desde su hogar sin estar dados de alta en la nómina de alguna empresa. Los trabajadores independientes disponen de sus propias herramientas o medios de producción y buscan su materia prima y/o clientes; son dueños del bien o producto que elaboran o que venden; deciden cómo y dónde promover sus productos y/o servicios enfrentando el riesgo económico de perder o ganar.

Los trabajadores independientes están completamente desprotegidos por la ley. De hecho, es una práctica común que las empresas aprovechen esta figura para contratar empleados temporales, sin contratos y también para tener empleados fijos sin darles prestaciones de ley (Ochoa, 2018).

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

Determinar los factores que influyen en el cálculo de costo horario en el desarrollo de un proyecto estructural para una vivienda, e identificar un método que pueda ser aplicable.

1.2.2 Objetivos específicos

1. Llevar a cabo una amplia revisión bibliográfica para identificar los principales métodos y factores utilizados en la determinación de los honorarios en el proyecto estructural en viviendas a partir de las características del proyecto.
2. Analizar las diferentes metodologías que aborden el proceso de honorarios en la ejecución de proyectos en distintas áreas de la ingeniería civil, para lograr orientación y definición del método más idóneo.
3. Describir el procedimiento en la determinación de los honorarios del proyecto estructural por los Ingenieros estructuristas a nivel regional.
4. Establecer un método para el cálculo de los honorarios profesionales a partir de las características del proyecto.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 Antecedentes

El decreto 690 de 1976 “Por medio del cual se reglamentan las tarifas para los servicios de ingeniería”. Es uno de los documentos normativos más antiguos, el cual todavía conserva cierta validez.

Dejando a un lado el factor económico, fue la primera aproximación a un reglamento para aquellos trabajos que salían de la labor cotidiana del profesional de la construcción, era pues evidente que existían tarifas para el desarrollo de los trabajos propios tales como diseños y construcción, pero cuando se pretendía incursionar en otros niveles, la asesoría apareció y la primera pregunta fue: “¿Qué hacer y cómo cobrar un servicio que presumiblemente no produce un hecho tangible?”, es por eso por lo que el asesor en ese época, era un ente que intervenía en el desarrollo del proyecto solo cuando aquel que dirigía las acciones (arquitecto o ingeniero) se enfrentaba a hechos o procesos que superaban los conocimientos, teniendo que recurrir a un especialista. Como consecuencia, nace la consultoría, una actividad perfectamente válida para el desarrollo de cualquier proceso, pero difícil de definir en cuanto a sus responsabilidades y su costo (Baquero, 2007).

La Sociedad Colombiana de Ingenieros (SCI) del decreto 690 de 1976 como cuerpo consultivo del Gobierno Nacional en las materias relacionadas con la Ingeniería, propuso una serie de tarifas para el desarrollo de la ingeniería de consulta y aprobó mediante el decreto mencionado los costos de operación y sistemas de cobro de las tarifas, para el desarrollo de estas actividades. Las tarifas se basaron especialmente en costos directos e indirectos de operación de la firma consultora, adicionándole a estos una cantidad o factor multiplicador por concepto de utilidad profesional, como contra prestación de servicios.

Por otra parte, Baquero (2007), comenta que se fijaron diferentes sistemas de cobro según el criterio del ingeniero consultor que generó una gama indeterminada de posibilidades, ya que permitió que en un mismo contrato se pudieran combinar sistemas tales como:

- Determinación de suma fija por día o por hora.
- Establecimiento de suma fija periódica.

- Costos directos totales afectados por un multiplicador (variable dependiente del tipo de proyecto o la duración de los estudios, se fijó un solo parámetro que podía variar entre 2.2 y 3.5 veces los costos directos que incurra la firma o el profesional contratado).

2.2 Conceptos generales

Los ingresos por honorarios son todos los percibidos por la prestación de servicios profesionales independientes, en una relación laboral autónoma y voluntaria tanto del individuo que lo realiza como de la unidad económica receptora (García A. K., 2020).

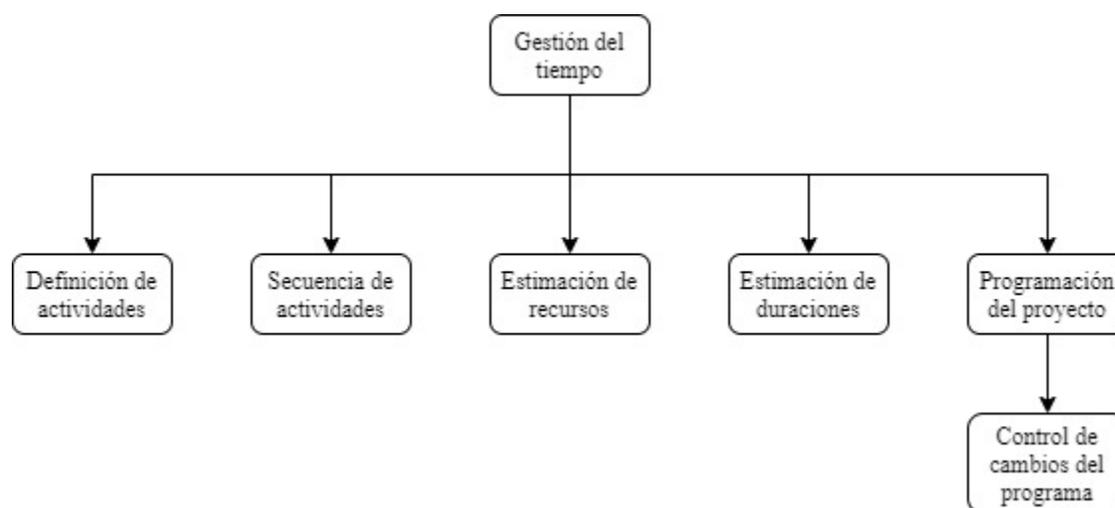
El diseño estructural se define como las diversas actividades que desarrolla el proyectista para determinar la forma, dimensiones y características detalladas de una estructura. Dicho diseño se encuentra inserto en el proceso más general del proyecto de una obra civil, en el cual se definen las características que debe tener la construcción para cumplir de manera adecuada la funciones que esté destinada a desempeñar (Meli, 2008).

Un proyecto es un desafío temporal que se enfrenta para crear un único producto o servicio. Todo proyecto tiene un resultado deseado, una fecha límite y un presupuesto limitado (Lledó y Rivarola, 2007). Es una planificación, que consiste en un conjunto de actividades a realizar de manera articulada entre sí, con el fin de producir determinados bienes o servicios capaces de satisfacer necesidades o resolver problemas, dentro de los límites de un presupuesto y un periodo de tiempo dado (GUIA PADID, 2014).

La ejecución del proyecto es la parte en la cual se realizan todas las actividades necesarias para generar el alcance acordado. Se trata de las labores de análisis de requisitos, planificación (en cuanto a diseño por ejemplo una estructura o un producto), cálculo, diseño en detalle, subcontratación, aclaraciones, etc., (Vela, 2016).

En la figura 2.1 se muestran según las guías del PMBOK (Project Management Body of Knowledge, 2017), se distinguen seis procesos de gestión para la administración del tiempo en la ejecución del proyecto.

Figura 2.1 Procesos de gestión para la administración del tiempo en la ejecución del proyecto.



Fuente: Lledó y Rivarola 2007.

1. Definición de actividades: Se especifican todas las actividades necesarias para complementar los entregables del proyecto.
2. Secuencia de actividades: se identifica la interactividad y dependencia entre las actividades.
3. Estimación de los recursos: se definen los recursos necesarios (personal, equipamiento, materiales, etc.) y en qué cantidades serán necesarios para llevar a cabo las actividades del proyecto.
4. Duración de cada actividad: se estima el tiempo necesario para completar las actividades del proyecto.
5. Agenda o programación del proyecto: se combina la secuencia y duración de las actividades, así como la necesidad de recursos para cada una de ellas.
6. Control de cambios: se actualizan los cambios que puedan ocurrir en la programación.

2.3 Ciclo de vida del proyecto

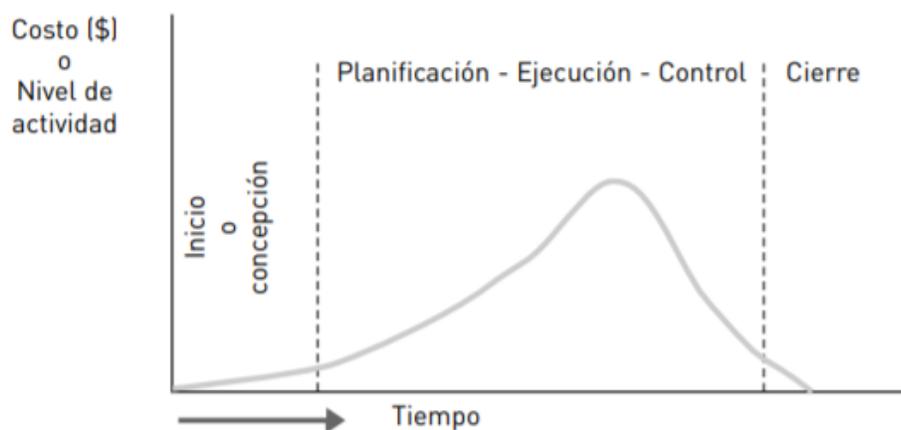
El proceso del proyecto se considera cíclico, ya que, por un lado, de los resultados finales pueden surgir ideas de nuevos proyectos que continúan y complementan el ciclo y,

por otro lado, cada una de las fases precede a otra. Este proceso dinámico incorpora la nueva información a los planteamientos previos y reorienta de esta manera el proceso de elaboración del proyecto, (Project Management Institute,2002 citado por Cáceres, 2005).

En general, los proyectos se dividen en distintas fases con el objeto de hacer más eficiente la administración y el control. Cada fase del proyecto se considera completa cuando finaliza la producción de entregables (bienes o servicios claramente definidos y verificables que se producen durante el proyecto o que son el resultado). Las fases de cada proyecto en particular tienen similares nombres y requerimientos de entregables, casi todos los proyectos son distintos (Lledó y Rivarola, 2007).

En el siguiente gráfico se puede observar el ciclo de vida característico de un proyecto. Sin embargo, cada proyecto en particular podrá tener su propio ciclo de vida, que puede diferir del presentado gráfico.

Figura 2.2 Gráfico de Ciclo de vida del proyecto



Fuente: Lledó y Rivarola 2007.

2.4 Costos

El costo representa la medición financiera de los esfuerzos asociados a la adquisición o producción de un bien o servicio y generalmente está constituido por el resultado de las cantidades multiplicadas por los precios (Heredia, 2008).

Cuando se habla de costo se refiere al desembolso económico que se realiza para la producción de algún bien o a la oferta de algún servicio. El costo incluye la compra de

insumos, el pago de la mano de obra, gastos de producción, gastos administrativos, entre otras actividades (Raffino, 2020).

Por otra parte, sobre la base de esta definición, se dice que el costo es el insumo de determinados elementos valorizables económicamente, aplicado a lograr un objetivo también económico. Es posible decir que todos los contenidos que forman parte del precio de venta de una operación o producto, más allá de la ganancia, son costos, puesto que se trata de la adquisición y el consumo de “esfuerzos” que pueden ser valuados en dinero y que son imprescindibles para llevar a cabo la operación que nos permita recibir ese precio de venta (Faga & Mejía, 2006).

2.5 Proceso de la gestión de costos

La administración del costo debe incluir los procesos necesarios para asegurar que el proyecto se cumpla dentro del presupuesto preestablecido, se distinguen tres procesos para la administración del costo del proyecto (Lledó & Rivarola, 2007).

Se distinguen tres procesos para la administración del costo del proyecto,

1. Estimación de costos: es el proceso que consiste en desarrollar una estimación aproximada de los recursos monetarios necesarios para completar las actividades del proyecto. El beneficio clave de este proceso es determinar la cantidad de costos requeridos para llevar a cabo las tareas del proyecto. Como salidas de este proceso encontramos, la estimación de costos de las actividades (García, 2015).
2. Presupuesto de costos: se asignan los costos estimados a cada actividad del proyecto (Faga & Mejía, 2006). Este proceso consiste en sumar los costos estimados de las actividades individuales o paquetes de trabajo de cara a establecer una línea base de costos autorizada. El beneficio clave de este proceso es que determina la línea base de costos con respecto a la cual se puede monitorear y controlar el desempeño del proyecto (García, 2015).
3. Control de costos: se controlan los cambios que puedan ocurrir en los costos estimados (Faga & Mejía, 2006). El beneficio clave de este proceso es que

proporciona los medios para detectar desviaciones con respecto al plan y de este modo, tomar acciones correctivas y minimizar el riesgo (García, 2015).

2.6 Estimación de costos

Consiste en realizar aproximaciones de cuánto costarán los recursos necesarios para completar las actividades del proyecto. Entre estos costos se puede mencionar: mano de obra, materiales, equipamiento, viáticos, reservas para contingencias, intereses financieros, etc. Al asignar los costos de cada recurso de las diferentes actividades del proyecto, se obtendrá el costo total presupuestado para cada uno de ellos. La sumatoria del costo de todas las actividades de trabajo será el costo total estimado del proyecto (Lledó & Rivarola, 2007).

Olavarrieta (1999), dice que los costos pueden estimarse de una gran variedad de formas:

- Estimaciones realizadas burdamente: se refiere a una estimación simplemente estimada, carecen de detalle y se basan solamente en la experiencia y el juicio del estimador.
- Estimación presupuestal: obtenida al elaborar un presupuesto para la fabricación de un producto o servicio, etc.
- Estimación detallada: esta en función del riesgo y del monto involucrado.
- Estimación paramétrica: se basa en costos unitarios que se usan como parametros de referencia. es bastante usual en la industria de la construcción.
- Estimación de proyectos: estimar el costo de un proyecto es una tarea que representa mayor complejidad. Se toma como base el tiempo de ejecución del proyecto.

Según el PMBOK (2017), la exactitud de la estimación del costo de un proyecto aumenta según avanza el proyecto, de manera que es un proceso iterativo.

Por lo tanto, podemos definir la estimación de costos, como una evaluación cuantitativa de los costos probables de los recursos necesarios para completar las actividades del proyecto.

2.7 Clases de costos

Sáez (s.f.) dice que los costos pueden clasificarse de acuerdo con sus relaciones con la producción. La clasificación está relacionada directamente con los elementos del costo de un producto y es el principal objetivo del control. Las dos categorías basadas en las relaciones con la producción son los costos primos y de conversión:

- Costos primos: son los materiales directos y la mano de obra directa, es decir los costos relacionados directamente con la producción del artículo.
- Costos de conversión: son los relacionados con el procedimiento de materiales dentro de los productos terminados. Los costos de conversión son la mano de obra directa y los costos indirectos de fabricación.

Los costos que pueden ser directamente reconocidos en un objeto de costo mediante un claro mecanismo cuantitativo de seguimiento son los así llamados costos directos, mientras que los que sólo pueden ser identificados en él mediante una fórmula de asignación específica son los indirectos (Toro, 2010). Estos costos son de gran utilidad pues proporcionan información para la toma de decisiones económicas (Cáceres, 2005).

2.7.1 Costos directos e indirectos

Los primeros son aquellos asignables a una unidad productiva o mensurables en ella. Los segundos son los que no se asignan directamente, sino que se distribuyen en las diversas unidades productivas o productos (Faga & Ramos Mejía, 2006).

Según Soto (s.f.) define que los costos directos son aquellos que él cual se clasifica en:

- a. Costos directos de materias primas: aquellos que están físicamente incorporadas a un cierto producto, con posibilidad de imputación directa.
- b. Costos directos de mano de obra: aquellos costos relativos al trabajo prestado exclusivamente para la producción de un producto. Comprende sueldos y jornales, horas por destajo, horas extras, pagos en concepto, etc.

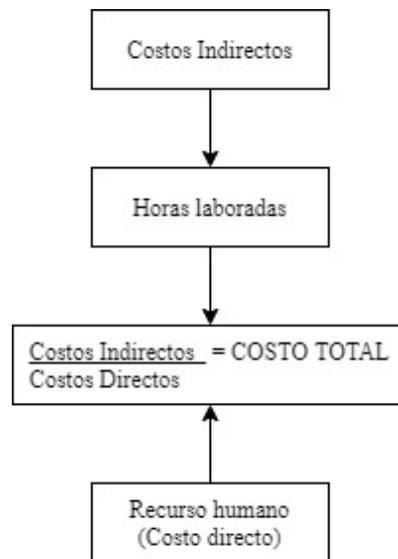
- c. Costos especiales diversos: aquellos que son mantenidos directa y únicamente para la producción de un producto y no son materias primas ni mano de obra, por ejemplo: trabajos de terceros, equipos especializados para realizar el trabajo, entre otras más.

En cuanto a costos indirectos son aquellos que se clasifican en:

- d. Gastos de producción: gastos realizados para las actividades tétano productiva, ejemplo: servicios (energía eléctrica, aire, agua, etc.), sueldos al personal técnico y gastos para el funcionamiento de oficina (estudios, proyectos, dibujos, etc.,).
- e. Gastos generales administrativos: sueldo a empleados, contribuciones sociales (obligados por la ley), gastos de papelería, bancarios, etc.
- f. Gastos generales de comercialización: publicidad, movilidades, estudios e investigación, etc.
- g. Gastos empresariales: impuestos y tasas.

En la siguiente gráfica (Fig. 2.3) se describe el proceso para la obtención del costo total del proyecto contemplando los conceptos mencionados anteriormente, con base al sistema de costos en empresas de servicios empleando el costo real.

Figura 2.3 Diagrama de costos de una orden de trabajo especializado



Fuente: Toro (2010)

El sistema de costos del proyecto está diseñado para lograr dos objetivos importantes: el primero es desarrollar información sobre la producción de mano de obra y el equipo útil para la gestión y supervisión de proyectos cuya función es controlar los costos y mantenerlos dentro del presupuesto, el segundo es desarrollar información sobre costos de mano de obra y equipo en una forma adecuada para respaldar la información precisa del costo del trabajo futuro (Sears, et al, 2015).

2.8 Diferentes metodologías de los honorarios en la ejecución de proyectos en distintas áreas de la ingeniería civil y construcción.

2.8.1.1 Valuadores profesionales del estado de Sonora.

El colegio de Valuadores profesionales del estado de Sonora, A.C., (COVAPROES, 2021), presenta un arancel para el cobro de honorarios de avalúos de bienes inmuebles: Bancarios, profesionales, judiciales, maquinaria y equipo, agropecuarios e industriales; costo por hora efectiva en investigaciones, tiempos en traslados a localidades que se ubiquen a más de 200 kilómetros de la ciudad base, medios de apremio en avalúos judiciales, gastos de

viáticos, costo por kilómetro recorrido en la utilización de vehículo, alimentación, hospedaje y casetas de cuota, en avalúos foráneos.

2.8.1.1.1 Resumen de Aranceles.

En la siguiente tabla 2.1 se muestra de manera desglosada cada cobro mínimo que aplican en COVAPROES considera que es apto para el cobro de las diferentes categorías de avalúos y subcategorías que se desea realizar según la necesidad del cliente.

Tabla 2.1 modificada de resumen de COVAPROES para el cobro de Honorarios.

1.- Avalúos Bancarios:		
a).- De Bienes inmuebles	Cobro mínimo=	\$ 4,000.00
b).- De terrenos baldíos	Cobro mínimo=	\$ 3,300.00
2.- Avalúos profesionales:		
a).- De Bienes inmuebles	Cobro mínimo=	\$ 3,600.00
b).- De terrenos baldíos	Cobro mínimo=	\$ 3,000.00
3.- Avalúos Judiciales		
a).- De Bienes inmuebles		
De \$1.00 hasta \$1'120,000.00	Cobro mínimo=	\$ 5,600.00
De \$1'120,000.00 en adelante:		5/1,000
b).- De terrenos baldíos	Cobro mínimo=	\$ 5,000.00
4.- Avalúos Maquinaria y Equipo		
a) Tarifa 5/1000	Cobro mínimo=	\$ 5,600.00
5.- Avalúos Agropecuarios		
a) Tarifa 5/1000	Cobro mínimo=	\$ 5,600.00
6.- Avalúos Industriales		
a) Tarifa 5/1000	Cobro mínimo=	\$ 5,600.00
7.- Costo por Hora Efectiva		
a).- En investigaciones		\$ 850.00
b).- Dictámenes urgentes		\$ 1,700.00
8.- Costo por tiempo de traslado		
a).- Traslados mayores de 200kms		\$ 5,000.00
9.- Costo por Km. Recorrido		
a).- En carretera Pavimentada	\$/Km=	\$ 12.00
b).- En terracerías y Cerriles	\$/Km=	\$ 30.00
10.- Viáticos de acuerdo a los comprobantes correspondientes		

Fuente: Aranceles del Colegio de Valuadores profesionales del Estado de Sonora, A.C. (2020)

2.8.1.2 Asociación de Ingenieros Civiles Estructuristas de Guanajuato, A.C.

Según la asociación de ingenieros civiles estructuristas de Guanajuato 2020, (AICEG), cuentan con distintos factores para la determinación del honorario mínimo para el cálculo de un proyecto estructural, considerando los siguientes factores:

- Costo por m² en función del tipo de obra
- Factor por grado de dificultad
- Porcentaje de repetición
- Tipo de edificación

2.8.1.2.1 Costo por m² en función del tipo de obra

En la siguiente tabla se muestra de manera desglosada el costo en función de la magnitud del proyecto, es decir, los m² correspondientes al proyecto a calcular y diseñar, se puede observar la variabilidad que existe entre los rangos de costos estimados por m².

Tabla 2. 2 costo por m² en función del tipo de obra y los m² construidos.

A=	< ó = 50	60.00	70.00	80.00	90.00	100.00	150.00	200.00	250.00	300.00	350.00	400.00	450.00
Costo=	\$ 290.06	\$ 256.59	\$ 237.78	\$ 218.32	\$ 203.61	\$ 190.69	\$ 159.75	\$ 137.77	\$ 127.34	\$ 119.01	\$ 111.69	\$ 105.36	\$ 100.95
A=	500.00	550.00	600.00	650.00	700.00	750.00	800.00	850.00	900.00	950.00	1000.00	1500.00	1959.00
Costo=	\$ 97.03	\$ 92.89	\$ 89.91	\$ 87.29	\$ 84.75	\$ 82.22	\$ 79.74	\$ 78.91	\$ 78.11	\$ 76.48	\$ 74.89	\$ 67.10	\$ 62.85
A=	2000.00	2500.00	3000.00	3500.00	4000.00	4500.00	5000.00	5500.00	6000.00	6500.00	7000.00	7500.00	8000.00
Costo=	\$ 60.51	\$ 57.19	\$ 54.24	\$ 52.49	\$ 50.90	\$ 49.23	\$ 47.67	\$ 46.36	\$ 45.16	\$ 44.22	\$ 43.33	\$ 43.01	\$ 42.72
A=	8500.00	9000.00	9500.00	10000.00	15000.00	20000.00	25000.00	30000.00	35000.00	40000.00	45000.00	50000.00	55000.00
Costo=	\$ 42.11	\$ 41.53	\$ 40.93	\$ 40.35	\$ 37.43	\$ 35.26	\$ 34.07	\$ 33.11	\$ 32.36	\$ 31.73	\$ 31.18	\$ 30.69	\$ 30.25
A=	60000.00	65000.00	70000.00	75000.00	80000.00	85000.00	90000.00	95000.00	100000.00	150000.00	200000.00	250000.00	300000.00
Costo=	\$ 29.59	\$ 29.50	\$ 29.27	\$ 28.86	\$ 28.58	\$ 28.32	\$ 28.07	\$ 27.84	\$ 27.62	\$ 25.94	\$ 24.79	\$ 29.92	\$ 23.25

Fuente: Asociación de Ingenieros Civiles del Estructuristas de Guanajuato (2019)

2.8.1.2.2 Factor de ajuste por grado de dificultad:

A continuación, se muestran los factores que se consideran (Tabla 2.3) para el costo del proyecto dependiendo del grado de dificultad.

Tabla 2. 3 factores por grado de Dificultad

FACTOR DE AJUSTE POR GRADO DE DIFICULTAD	
Estructura regular, en suelo duro	1.1
Estructura regular, en suelo blando	1.2
Estructura no regular, en suelo duro	1.3
Estructura no regular, en suelo blando	1.4

Fuente: Asociación de Ingenieros Civiles del Estructuristas de Guanajuato (2019)

2.8.1.2.3 Porcentaje de repetición

Los siguientes factores que se consideran aplicar al costo del proyecto estructural a partir de las unidades a repetir.

Tabla 2. 4 porcentaje de Repetición

PORCENTAJE DE REPETICION	
Segunda unidad	40%
Tercera unidad	30%
Cuarta unidad	20%
Quinta unidad en adelante	10%

Fuente: Asociación de Ingenieros Civiles del Estructuristas de Guanajuato (2019)

2.8.1.2.4 Tipo de edificación

En la siguiente tabla, se puede observar los factores que se consideran al costo del proyecto dependiendo del tipo de edificación que corresponda.

Tabla 2.5 tipo de edificación

TIPO DE EDIFICACION		FACTOR
Tipo 1	Ins. Deportivas, gasolineras, mercados y talleres	0.586
Tipo 2	Oficinas y corporativos	1.000
Tipo 3	Naves industriales, bodegas, fabricas y cubiertas metálicas	0.488
Tipo 4	Escueas, cárceles, clínicas, laboratorios e iglesias	0.853
Tipo 5	Hoteles, hospitales, auditorios, teatros, museos, bibliotecas, comercios, restaurantes, centros culturales, edificio de estacionamiento y terminales de autobuses	0.895
Tipo 6	Edificios de departamentos	0.779
Tipo 7	Casa habitación alta área mayor a 250.0m2	0.842
Tipo 8	Casa habitación media area comprendida entre 60.0-250.0m2	0.697
Tipo 9	Casa habitación de interés social área menor de 60.0m2	0.551
Tipo 10	Cisternas y alberas, (áreas de losas y muros)	0.585
Tipo 11	Muros de contención y barda	0.639
Tipo 12	Puentes peatonales, incluyendo área de rampas y escaleras	2.200
Tipo 13	Puentes vehiculares	4.000
Tipo 14	Revisión, con datos de memoria y planos, 75% de la obra correspondiente	-
Tipo 15	Revisión, sin datos de memoria y planos, 80% de la obra correspondiente	-
Tipo 16	Diseño de solo de cimentación, 30% de la obra correspondiente	-

Fuente: Asociación de Ingenieros Civiles del Estructuristas de Guanajuato (2019)

2.8.1.3 Arancel mínimo del Colegio departamental de Arquitectos de la Paz

El reglamento del arancel mínimo del colegio departamental de Arquitectos de la Paz (2014), menciona que el honorario constituye la retribución económica por el trabajo y la responsabilidad profesional en el ejercicio de la tarea encomendada. Los costos adicionales emergentes de la contratación y tareas que sobrepasan los alcances de prestación de servicios definidos por este arancel serán compensados por el comitente de común acuerdo entre partes.

Se estimará los honorarios profesionales por acumulación de tareas a realizar y el monto final será la suma de los costos de los servicios prestados.

2.8.1.3.1 Conceptos generales de la arquitectura del reglamento del arancel mínimo 2014

Según el colegio departamental de arquitectos de la Paz (2014), el proyecto de arquitectura consta de:

- Estudios preliminares y programas analíticos: Consisten en definiciones conceptuales del objeto a proyectar considerando factores de medio ambiente, normas y reglamento de uso de suelo, objeto del hecho arquitectónico. El programa analítico es la constatación y numeración de las partes o dependencias del edificio a proyectar descritas cualitativa y cuantitativamente, determinando sus unciones y necesidades a fin:
 - Objetivizar el proyecto
 - Calcular dimensiones y el costo
- Anteproyecto: Aporte intelectual y creativo del profesional que se plasma en la propuesta espacial, funcional y formal, concebida en base a un programa. Comprende; esquemas plantas, cortes, elevaciones, perspectivas y otros, de la obra en estudio.
- Proyecto arquitectónico: Es la resolución técnica del anteproyecto. Comprende conjunto de los planos arquitectónicos para la ejecución de la obra, incluyendo las proposiciones orientadas a la concepción y proyectos de estructura, instalaciones y servicios.

Estudios complementarios:

- Especificaciones técnicas
- Cómputo y presupuesto
- Análisis y detalle necesarios para la ejecución de la obra
- Proyectos de especialidad

Los servicios profesionales se agrupan en seis áreas:

Tabla 2.6 modificada del reglamento del arancel mínimo

Área 1 ARQUITECTURA	Área 4 SERVICIOS ACADEMICOS Y DE
A. Vivienda B. Equipamiento y servicios C. Comercio D. Industria	A. Investifación B. Gestión pública y privada C. Docencia
Área 2 URBANISMO	Área 5 EJECUCUIÓN DE OBRAS
A. Planificación territorial B. Urbanización C. Fraccionamiento (División, partición, anexión)	A. Dirección de obra B. Administración de obra C. Supervisión de obra D. Fiscalización de obras
Área 3 SERVICIOS ESPECIALIZADOS	Área OTROS SERVICIOS
A. Restauración B. Remodelación C. Paisajismo y espacios abiertos D. Arquitectura de interiores E. Evaluación, peritaje y dirimición F. Proyecos medio ambientales	A. Consultas y asesoramientos B. Fraccionamiento en propiedad horizontal C. Consultorías

Fuente: colegio departamental de arquitectos de la Paz (2014)

El reglamento del arancel mínimo (2014), del colegio departamental de arquitectos de la Paz, define la siguiente metodología para la obtención del costo hora profesional de los servicios prestados.

2.8.1.3.2 Definición del factor del cálculo

El factor de cálculo es el resultado de la división entre el valor del costo hora profesional y el índice de cálculo:

$$FC = \frac{CH}{IC} \quad (2.1)$$

2.8.1.3.3 Costo de hora profesional (CH)

El costo de hora de trabajo del profesional Arquitecto será determinado de acuerdo con las condiciones socioeconómicas del país:

2.8.1.3.4 Fórmula para determinar el costo por hora

$$CH = \frac{V(\text{Variable de vida})}{(\text{días del mes}) * (\text{horas diarias})} \quad (2.2)$$

2.8.1.3.5 Determinación del índice de cálculo por m² proyectado

$$IC = \frac{M2}{(\text{días del mes}) * (\text{horas diarias})} \quad (2.3)$$

Los colegios departamentales consideran la valoración e importancia de estos parámetros los cuales arrojan sus factores de cálculos en función a su variable costo hora.

2.8.1.3.6 Definición de honorarios

Para las áreas 1,2,3 de acuerdo con cuadro adjunto es:

$$\text{Honorario} = m2 * FC \quad (2.4)$$

Para el área 4:

$$CH \times \text{tiempo de dedicación} \quad (2.5)$$

2.8.1.4 Aranceles de proyecto estructural por la Sociedad Mexicana de Ingeniería Estructural 2020.

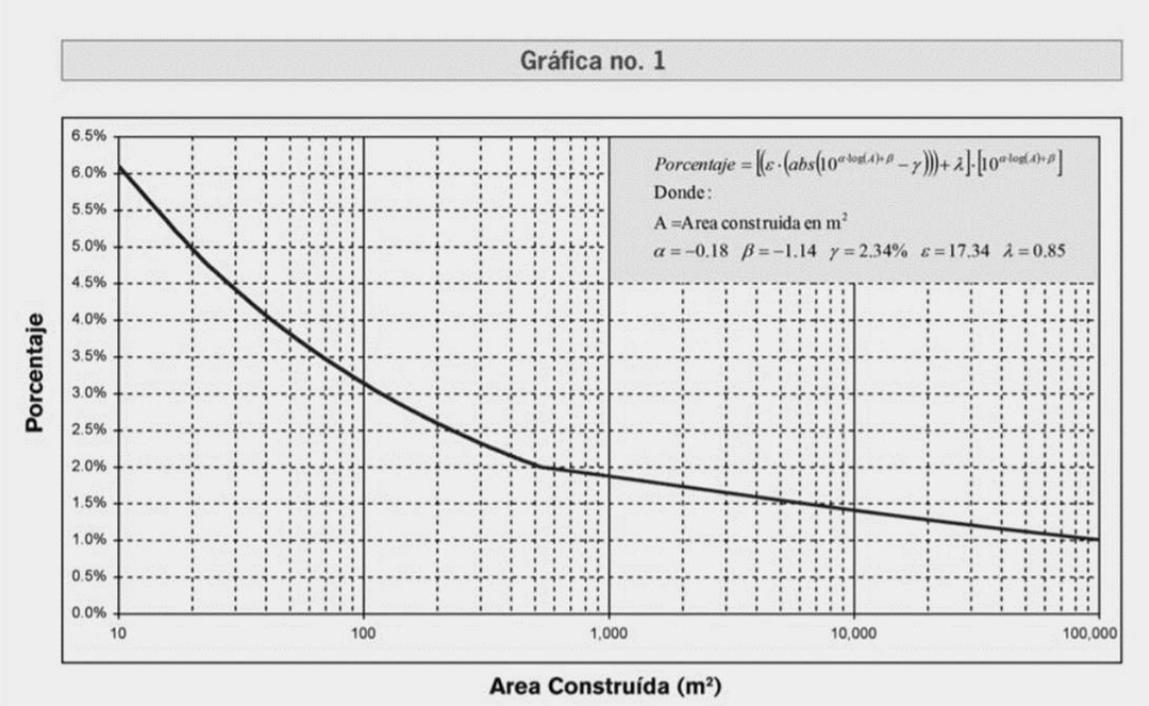
La sociedad Mexicana de Ingeniería Estructural Representación Yucatán presenta la versión 2020 de su Aranceles de proyecto estructural con la finalidad de ser aplicados como el límite inferior a sus servicios. La intención del SMIE representación Yucatán es que todos los ingenieros que se dediquen a proyectos estructurales compitan de forma ética y justa por la confianza del cliente, en donde la decisión de este dependa de la opción profesional, y no en base a una guerra de precios que solamente contribuye a una deficiencia general en los proyectos, con los graves riesgos que esto implica, por lo que debe prevalecer la calidad sobre el costo (Sociedad Mexicana de Ingeniería Estructural, 2020).

2.8.1.4.1 Método de obtención del arancel de un proyecto estructural

1. Se ubica el proyecto en alguno de los tipos de edificación presentado en la tabla 2.7 y se obtiene el costo directo unitario (costo/m²).
2. Se estima el área total del proyecto a realizar, la cual se obtiene de acuerdo con el tipo de edificación.
3. Esta área deberá comprender los espacios cubiertos por losas de concreto, cubiertas ligeras, pergolados, etc. De todos los niveles. Para el caso de estructuras especiales las áreas a considerar el área de la losa de fondo de albercas, área de losas de fondo y tapa de cisternas, para el caso de muros de contención o bardas se considerará el área de tablero tipo y se aplicará la repetición del tablero a todo el muro y para el caso de letreros se considerará el área de pantalla.
4. Se multiplica el costo directo unitario obtenido del punto 1. Por el área obtenida del punto 2. Para obtener el costo total de obra negra del proyecto.
5. El costo del proyecto estructural se obtiene en multiplicar el costo total de obra negra obtenido del punto 3. Por un porcentaje que obtiene de la tabla 2.8. los porcentajes de la tabla 2.8 se obtuvieron de la ecuación presentada en la figura 1.4.
6. El costo anterior se multiplica con los factores de la tabla 2.9 (factores por grado de dificultad) y los factores de la tabla 2.10 (porcentaje adicional por repetición).

A continuación, se presenta la curva correspondiente al porcentaje de obra negra del proyecto en función de los m² (área construida).

Figura 2.4 porcentaje de obra negra en función de los m² del proyecto



Fuente: SMIE, 2020

**2.8.1.4.2 Costo directo/ m² de la estructura o de obra negra
en función del tipo de edificación**

Tabla 2.7 costo/m² en función del tipo de edificación

TIPO DE EFICICACIÓN		Costo directo/ m2
VIVIENDAS		
Tipo 1	Casa habitación de interés social. Área menor de 60.0 M ²	\$ 1,870.56
Tipo 2	Casa habitación Media. Área comprendida entre 60.0 y 250.0 M ²	\$ 2,073.88
Tipo 3	Casa habitación Alta. Área mayor a 250.0 M ²	\$ 2,207.68
EDIFICIOS		
Tipo 4	Edificios de departamentos de interés social.	\$ 2,466.09
Tipo 5	Edificios de departamentos de interés medio	\$ 2,637.93
Tipo 6	Edificios de departamentos de lujo.	\$ 2,935.70
Tipo 7	Oficinas y Corporativos	\$ 3,229.53
Tipo 8	Escuelas.	\$ 2,567.09
Tipo 9	Clínicas, Laboratorios.	\$ 2,426.74
Tipo 10	Hospitales	\$ 6,259.67
Tipo 11	Nave industrial, Gasolineras, Talleres, Bodegas, Fabricas, Cubiertas metálicas y Terminales de autobuses.	\$ 2,867.49
Tipo 12	Bancos.	\$ 2,658.92
Tipo 13	Hoteles.	\$ 2,839.94
Tipo 14	Centros comerciales.	\$ 2,750.74
Tipo 15	Locales Comerciales.	\$ 2,117.16
Tipo 16	Supermercados.	\$ 2,216.86
Tipo 17	Auditorios, Teatros, Museos, Bibliotecas, Centros Culturales, Cines e Iglesias	\$ 3,777.84
Tipo 18	Edificio de Estacionamiento.	\$ 2,525.12
Tipo 19	Edificio de Estacionamiento subterráneo.	\$ 2,525.12
ESTRUCTURAS ESPECIALES		
Tipo 20	Instalaciones deportivas.	\$ 2,881.91
Tipo 21	Cárceles.	\$ 2,557.91
Tipo 22	Gradas.	\$ 2,776.97
Tipo 23	Albercas. Se tomará el área de losas de fondo.	\$ 2,514.62
Tipo 24	Cisternas. Se tomará el área de losas de fondo y de la tapa.	\$ 4,112.34
Tipo 25	Muros de contención y Bardas	\$ 1,049.40
Tipo 26	Puentes peatonales para claros de hasta 15 m, incluyendo área de rampas y escaleras.	\$ 6,920.79
Tipo 27	Puentes vehiculares para claros de hasta 15 m.	\$ 9,300.31
Tipo 28	Anuncios en general	\$ 14,821.46

Fuente: SMIE, 2020

2.8.1.4.3 Porcentaje de proyecto estructural por área construida de cubiertas, incluyendo voladizos de la estructura o la denominada obra negra

Tabla 2.8 porcentaje de obra en función de los m² de proyecto

A ≤	50.00	60.00	70.00	80.00	90.00	100.00	150.00	200.00	250.00	300.00	350.00	400.00	450.00
%	3.82%	3.62%	3.47%	3.34%	3.23%	3.14%	2.80%	2.59%	2.44%	2.32%	2.23%	2.15%	2.08%
A ≤	500.00	550.00	600.00	650.00	700.00	750.00	800.00	850.00	900.00	950.00	1000.00	1500.00	1959.00
%	2.02%	1.98%	1.97%	1.95%	1.94%	1.92%	1.91%	1.90%	1.89%	1.88%	1.87%	1.78%	1.73%
A ≤	2000.00	2500.00	3000.00	3500.00	4000.00	4500.00	5000.00	5500.00	6000.00	6500.00	7000.00	7500.00	8000.00
%	1.73%	1.68%	1.64%	1.61%	1.58%	1.56%	1.54%	1.52%	1.50%	1.49%	1.47%	1.46%	1.45%
A ≤	8500.00	9000.00	9500.00	10000.00	15000.00	20000.00	25000.00	30000.00	35000.00	40000.00	45000.00	50000.00	55000.00
%	1.43%	1.42%	1.41%	1.40%	1.33%	1.27%	1.23%	1.20%	1.17%	1.15%	1.13%	1.11%	1.10%
A ≤	60000.00	65000.00	70000.00	75000.00	80000.00	85000.00	90000.00	95000.00	100000.00	150000.00	200000.00	250000.00	300000.00
%	1.08%	1.07%	1.06%	1.05%	1.04%	1.03%	1.02%	1.01%	1.00%	0.94%	0.90%	0.87%	0.84%

Fuente: SMIE, 2020

2.8.1.4.4 Factor por grado de Dificultad

Tabla 2.9 Factores por grado de dificultad en función del tipo de estructura y suelo

Factor por Grado de Dificultad	
Estructura regular, en suelo duro	1.00
Estructura regular, en suelo blando	1.10
Estructura irregular, en suelo duro	1.20
Estructura irregular, en suelo blando	1.30

Fuente: SMIE, 2020

2.8.1.4.5 Porcentaje adicional por repetición

Tabla 2.10 Porcentaje adicional al proyecto por unidad de repetición

Porcentaje adicional por repetición	
Segunda unidad	40%
Tercera unidad	30%
Cuarta unidad	20%
Quinta unidad	10%

Fuente: SMIE, 2020

2.8.1.5 Aranceles aplicables a la INFE

El instituto nacional de la infraestructura física educativa establece los factores y fórmulas para el cálculo y regulación de los costos de los servicios profesionales contratados por el INIFED 2013, para las siguientes áreas de trabajo y servicios:

- Proyecto ejecutivo y dirección arquitectónica de la obra
- Edificación y administración de la obra
- Servicios de consultoría y asesoría profesional

Su objetivo es establecer los aranceles profesionales aplicables en el INIFED para regular el pago de los servicios profesionales contratados por éste para el desarrollo de actividades y que servirán como base para el cálculo de los servicios reenumerados derivados a su objeto.

2.8.1.5.1 Proyecto estructural

Para efectos de este arancel las estructuras se han clasificado por tipos, de conformidad con las Normas técnicas complementarias (NTC) del Reglamento de construcción para el Distrito federal.

- **Tipo A:** Son aquellas clasificadas como ligeras o medianas, de poca extensión y con excavaciones someras
- **Tipo A.1:** Son aquellas estructuras del tipo A que no satisfacen las **condiciones de regularidad** de las NTC para diseño por sismo del Reglamento de construcciones para el Distrito Federal
- **Tipo B:** Son aquellas clasificadas como pesadas, extensas o con excavaciones profundas
- **Tipo B.1:** Son aquellas estructuras del tipo B que no satisfacen las **condiciones de regularidad** de las NTC para diseño por sismo del Reglamento de construcciones para el Distrito Federal

2.8.1.5.2 Fórmula para el cálculo de los honorarios del proyecto estructural

$$H = (CO)(FS)(FE)(FA)(G)$$

Donde:

H= Honorarios

CO= Costo estimado de la obra igual a (m² de proyecto) (\$/m² de construcción)

FS= Factor de superficie

FE= Factor de especialidad

FA= Factor de alcance

G= Grado de dificultad

G Tipo A= 1.00

G Tipo A.1= 1.20

G Tipo B= 1.35

G Tipo B.1= 1.50

2.8.1.5.3 Parámetros básicos para el cálculo de honorarios

Tabla 2.11 Análisis de costos de infraestructura física educativa por nivel y modalidad

NIVEL EDUCATIVO	MODALIDAD	COSTO/M ²
Básico	Jardín de niños	\$ 5,750.00
	Primaria	\$ 6,700.00
	Telesecundaria	\$ 5,600.00
	Secundaria General	\$ 7,200.00
	Secundaria Técnica	
Medio Superior	Bachillerato General	\$ 7,225.00
	CBTA	\$ 8,465.00
	CBTIS	
	CETIS	\$ 6,945.00
	CETdel Mar	\$ 8,120.00
	CONALEP	\$ 8,049.00
Superior	Institutos Tecnológicos	\$ 12,000.00
	Universidades Tecnológicas	
	Universidades Politécnicas	
Educación Extraescolar y de Capacitación	Centro de Desarrollo Infantil	\$ 7,420.00
	Audición y Lenguaje	\$ 6,820.00
	Deficientes Mentales	\$ 6,560.00
	Audición y Deficientes Mentales	\$ 6,819.00
	Centro Psicopedagógico	\$ 7,275.00
	Capacitación para el Trabajo de Educación Especial	\$ 6,190.00
	Centro Múltiple Único	\$ 7,420.00
	Centro de Estimulación Temprana	\$ 7,740.00
	Centro de Capacitación para el Trabajo	\$ 6,190.00

Fuente: INIFED, 2013

Tabla 2.12 Factores de superficie

El monto de la remuneración por servicios profesionales disminuye a razón de la mayor dimensión de la superficie proyectada.

RANGOS DE SUPERFICIE M ²	FACTOR DE SUPERFICIE	RANGOS DE SUPERFICIE M ²	FACTOR DE SUPERFICIE
Hasta 100	0.1200	5,001-6,000	0.0598
101-200	0.1091	6,001-7,000	0.0589
201-300	0.0993	7,001-8,000	0.0579
301-400	0.0924	8,001-9,000	0.0570
401-600	0.0907	9,001-10,000	0.0560
601-800	0.0855	10,001-12,000	0.0550
801-1,000	0.0821	12,001-14,000	0.0540
1,001-1,200	0.0806	14,001-16,000	0.0530
1,201-1,400	0.0791	16,001-18,000	0.0520
1,401-1,600	0.0775	18,001-20,000	0.0510
1,601-1,800	0.0760	20,001-22,000	0.0498
1,801-2,000	0.0745	22,001-24,000	0.0486
2,001-2,200	0.0732	24,001-26,000	0.0475
2,201-2,400	0.0718	26,001-28,000	0.0463
2,401-2,600	0.0705	28,001-30,000	0.0451
2,601-2,800	0.0691	30,001-35,000	0.0436
2,801-3,000	0.0678	35,001-40,000	0.0421
3,001-3,200	0.0666	40,001-45,000	0.0419
3,201-3,400	0.0654	45,001-50,000	0.0418
3,401-3,600	0.0641	50,001-60,000	0.0414
3,601-3,800	0.0629	60,001-70,000	0.0411
3,801-4,000	0.0617	70,001-80,000	0.0407
4,001-5,000	0.0608	80,001-90,000	0.0404
		90,001-100,000	0.0400

Fuente: INIFED, 2013

Fuente: INIFED, 2013

Tabla 2.13 Porcentajes para determinar el factor de especialidad

CONCEPTO	FACTOR DE ESPECIALIDAD
Proyecto Arquitectónico	0.5890
Ingeniería Civil (Estructuras)	0.1304
Ingeniería Eléctrica	0.1063
Ingeniería Hidráulica y Sanitaria	0.0512
Instalación de Protección contra Incendio	0.0355
Instalación de gases	0.0128
Ingeniería de Aire Acondicionado	0.0236
Ingeniería de Telecomunicaciones	0.0512
TOTAL:	1.0000

Fuente: INIFED, 2013

Tabla 2.14 Alcances del proyecto estructural por etapas

ETAPAS DEL PROYECTO ESTRUCTURAL	FACTORES DE ALCANCE	
	OBRA NUEVA Y AMPLIACIÓN	REMODELACIÓN
a. Anteproyecto	0.22	0.00
Estudios preliminares	0.05	No aplica
Criterios generales de estructuración	0.12	No aplica
Anteproyecto	0.05	No aplica
b. Proyecto definitivo	0.78	0.00
Planos estructurales	0.28	No aplica
Memorias de diseño y cálculo	0.38	No aplica
Complementos	0.12	No aplica
Subtotal:	1.00	0.00
c. Estudios complementarios	Variable	Variable

Fuente: INIFED, 2013

Tabla 2.15 Alcances de las etapas del proyecto estructural

ETAPAS DEL PROYECTO ESTRUCTURAL	FACTORES DE ALCANCE	
	OBRA NUEVA Y AMPLIACIÓN	REMODELACIÓN
a. Anteproyecto	0.22	No aplica
Estudios preliminares	0.05	0.00
Análisis de la información	0.02	No aplica
Inspección del sitio	0.02	No aplica
Premisas técnicas y constructivas	0.01	No aplica
Criterios generales de estructuración	0.12	0.00
Análisis de las variables	0.05	No aplica
Dimensionamiento y geometría de componentes	0.05	No aplica
Memoria técnica de anteproyecto	0.02	No aplica
Anteproyecto	0.12	0.00
Cimentación	0.01	No aplica
Elementos portantes verticales	0.01	No aplica
Elementos portantes horizontales	0.01	No aplica
Entrepisos y cubiertas	0.01	No aplica
Cortes Esquemáticos	0.01	No aplica
b. Proyecto definitivo	0.78	No aplica
Planos estructurales	0.28	0.00
Proyecto de cimentación	0.06	No aplica
Proyecto de elementos portantes verticales	0.06	No aplica
Proyecto de elementos portantes horizontales	0.06	No aplica
Proyecto de entrepisos y cubiertas	0.06	No aplica
Cortes transversales y longitudinales	0.02	No aplica
Detalles constructivos	0.02	No aplica
Memorias de diseño y cálculo	0.38	0.00
Análisis de las variables con métodos exactos	0.15	No aplica
Dimensionamiento definitivo de componentes	0.18	No aplica
Memoria técnica del proyecto	0.05	No aplica
Complementos	0.12	0.00
Especificaciones y descripción del proceso constructivo	0.02	No aplica
Cátalogo de conceptos y números generadores	0.10	No aplica
Anteproyecto+ proyecto definitivo	1.00	0.00

Fuente: INIFED, 2013

3. METODOLOGÍA

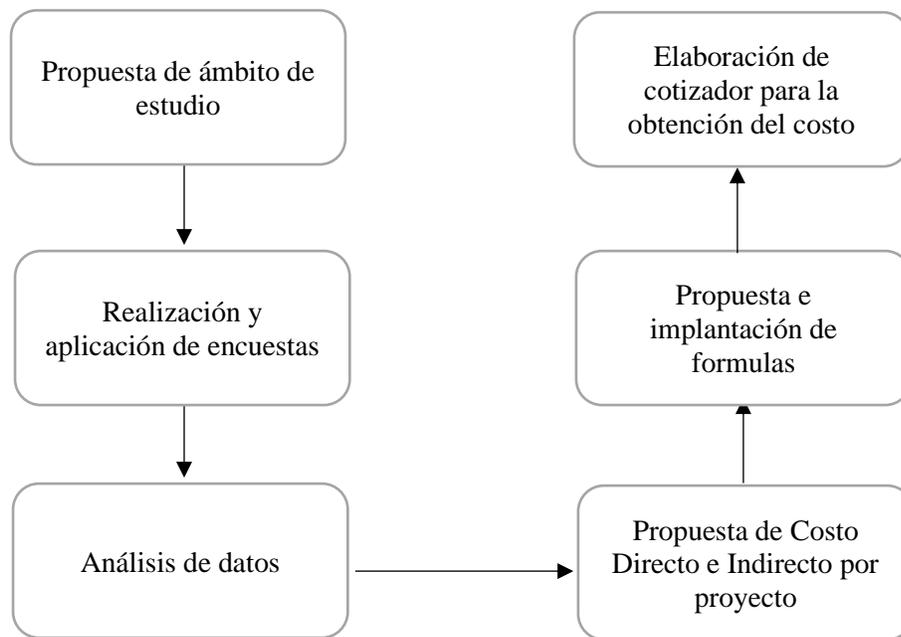
3.1 Introducción

El siguiente capítulo consiste en la obtención del costo aproximado por hora en proyectos estructurales de vivienda a partir de las características propias de un proyecto a estudiar.

Se realizará con base a la información obtenida en la aplicación de encuestas, utilizando los factores obtenidos como puntos clave para la implementación de fórmulas y una vez aplicadas, se realizará la elaboración de un cotizador de honorarios, en el cual se podrá obtener el costo horario y el total de honorarios del proyecto.

A continuación, se presenta el siguiente gráfico, el cual describe paso a paso el proceso a realizar para la obtención del costo horario en proyectos estructurales en vivienda.

Figura 3.1 Proceso de la aplicación de la metodología



Fuente: Elaboración Propia

El proceso metodológico consta de dos etapas, la primera etapa corresponde a realizar una encuesta en la plataforma “Google Forms” con la finalidad de conocer las preferencias y diferentes opiniones de los Ingenieros Civiles Estructuristas de la región al momento de generar sus honorarios profesionales para la realización de un proyecto estructural.

Dicha encuesta será aplicada al gremio de los Ingenieros Civiles Estructuristas, con la cual se pretende conocer:

- Años de experiencia del Ingeniero Civil Estructurista.
- Horas promedio al día dedicadas al análisis y diseño de un proyecto estructural.
- Factores que consideren más importantes para la realización de los honorarios profesionales.
- Número de cambios permitidos en el proyecto dentro de los honorarios.
- Gastos indirectos con mayor importancia al momento de realizar sus honorarios profesionales.

Derivado de los resultados obtenidos de cada pregunta perteneciente a la encuesta realizada, se seleccionarán las respuestas que mayor impacto tengan según los Ingenieros civiles estructuristas, las cuales serán necesarias para la determinación de los factores que influyen en la determinación del costo horario en la ejecución de un proyecto estructural, los cuales contribuyen al costo directo e indirecto del proyecto.

Para la determinación de los honorarios mínimos por calculo estructural se utilizarán los costos por m² en función del tipo de obra del proyecto de los aranceles de la Asociación de Ingenieros Civiles Estructuristas de Guanajuato (AICEG), 2019.

La segunda etapa corresponde a partir de lo mencionado anteriormente, ya que se realizará una aproximación del costo de hora profesional (CH), con base los procedimientos del Reglamento del Arancel Mínimo 2014 por el colegio departamental de Arquitectos de la Paz de Bolivia, la fórmula para determinar el factor del cálculo (FC), valor del costo hora profesional (CH), el índice de cálculo (IC) por m² proyectado.

Al obtener obtención del costo por hora profesional se realizará los procedimientos correspondientes para conocer los honorarios profesionales, con lo cual se podrá tener una comparación con base a los diferentes proyectos ya realizados, con el objetivo de conocer las ventajas y desventajas de utilizar de utilizar los aranceles y el costo aproximado por hora en proyectos estructurales.

3.2 Desarrollo de metodología

3.2.1 Realización y aplicación de encuesta

Se diseño y aplicó una encuesta en modalidad “online” por medio de la plataforma Google “FORMS”, la cual consta de cinco preguntas dirigidas al gremio de los Ingenieros Estructuristas de la región, donde con cada respuesta obtenida será necesaria para la determinación de los factores claves para la aproximación al costo horario en un proyecto estructural en vivienda. En total se aplicaron 18 encuestas en el mes de septiembre del 2021

3.2.2 Propuesta de caso de estudio

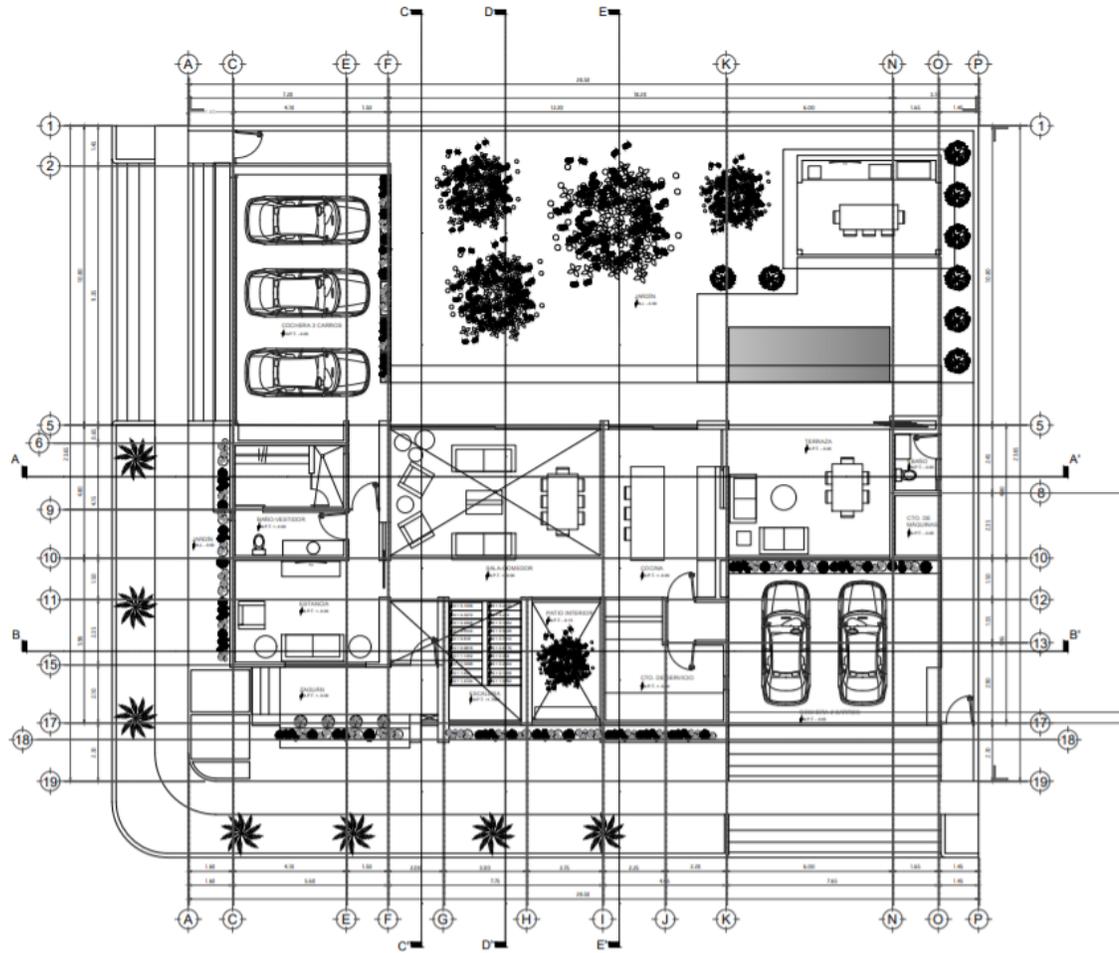
Este apartado se pretende conocer y estudiar las características del proyecto a diseñar, con la finalidad de poder realizar una cotización de honorarios por diseño estructural, se conoce el proyecto con base a la información proporcionada por el cliente, es decir:

- Planos arquitectónicos
- Magnitud de proyecto
- Estudio de mecánicas de suelos
- Tiempos de entrega

Gracias a la particularidad del proyecto, se obtiene una propuesta de lo que el cliente desea realizar y llegar acuerdos, en cuanto a criterios de diseños, tiempos de entrega y ciertas inquietudes que pudieran surgir.

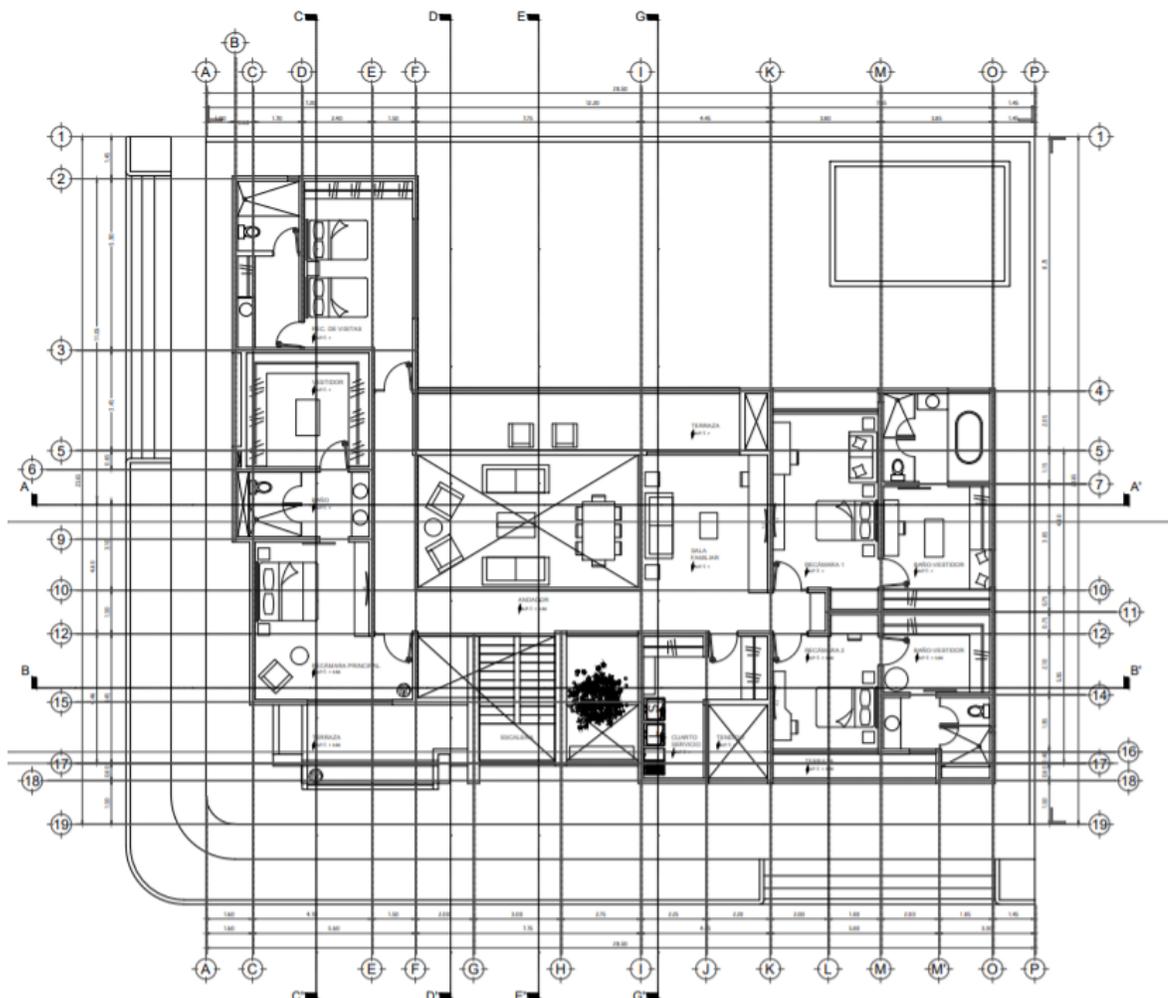
El proyecto caso de estudio para la propuesta de la aproximación al costo horario trata de un proyecto tipo vivienda residencial (Fig. 3.2), el cual cuenta con un área aproximada de 600.00m² de superficie de construcción, ubicado en el estado de Sinaloa.

Figura 3.2 Planta arquitectónica primer nivel de proyecto



Fuente: información personal

Figura 3.3 Planta arquitectónica segundo nivel del proyecto



Fuente: información personal

3.2.3 Costo directo por proyecto.

Aquí apartado se pretende obtener la sumatoria de los costos directos establecidos en los honorarios del proyecto estructural, los cuales corresponden a los costos que son asignados directamente, es decir los costos que pueden ser cuantificados exactamente, ya sea como costo por mano de obra, materiales, equipamiento, etc.

3.2.4 Estimaciones iniciales de los costos indirectos mensuales

Se realizará de la sumatoria de los costos indirectos mensuales que cada Ingeniero considere necesarios para contemplar en la elaboración de los honorarios profesionales.

3.2.5 Método para el costo de honorarios

Como ya fue mencionado con anterioridad en el capítulo II, se pretende obtener el costo de los honorarios estructurales con base a la metodología del costo por hora profesional del Reglamento del Arancel Mínimo 2014, en este caso se propone reformular la ecuación 2.1 con la finalidad de obtener el factor de cálculo del valor costo hora profesional utilizando como dividiendo la sumatoria de los costos directos más los costos indirectos.

Es decir:

$$CH = \frac{\text{Costo Total de proyecto (CT)}}{(\text{días del mes}) * (\text{horas diarias})} \quad (3.1)$$

$$CT = \sum CD + CI \quad (3.2)$$

Donde:

CD= costos directos

CI= costos indirectos

Al obtener el valor del costo por hora profesional (CH) con la propuesta de la ecuación 3.1 se obtendrá el factor de cálculo por proyecto con base la información mencionada anteriormente.

3.2.6 Cálculo del cotizador de honorarios

Como herramienta para la elaboración del cotizador de honorarios se utilizará el software “Microsoft Excel”, con la finalidad de crear una tabla programada con las fórmulas propuestas, para así poder indicar los datos necesarios para la obtención del costo hora profesional.

APROXIMACIÓN AL COSTO HORARIO EN PROYECTOS ESTRUCTURALES				
FACTOR DE CALCULO		DATOS	CANTIDAD	UNIDAD
$FC = \frac{CH}{IC} =$		Σ Gastos indirectos=	\$ -	\$/días
		Σ Costo por proyecto=		\$/m ²
		Total m ² de proyecto=		m ²
		Total de días a trabajar=		días
Valor costo hora		Horas invertidas=		hrs
Indice de calculo por m2		HONORARIOS ESTRUCTURALES		
		Total m ² de proyecto=		m ²
		FC=		-
		Total de Honorarios=	0	\$

Tabla 3.1 tabla correspondiente a la propuesta de cotizador de honorarios profesionales
Elaboración propia

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

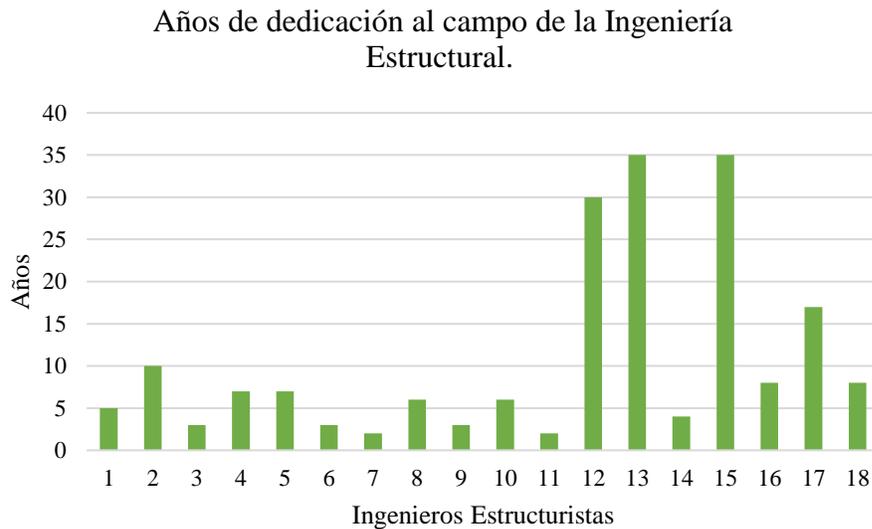
En el siguiente apartado se pretende implementar cada paso mencionado anteriormente para la obtención de los honorarios profesionales.

4.1 Resultados de encuesta

De la encuesta realizada al gremio de los Ingenieros Estructuristas de la región, se obtuvieron 18 respuestas, donde cada respuesta es necesaria para la determinación de los factores claves para la aproximación al costo horario en un proyecto estructural.

Pregunta 1. Años de dedicación al campo de la Ingeniería Estructural.

Figura 4.1 gráfico correspondiente a los resultados en los años de experiencia de los ingenieros estructuristas



Fuente: Elaboración propia.

Se obtuvieron 18 respuestas, donde el número de años de experiencia con mayor repetición fue de 3 años, el número con mayor y menor años de experiencia fueron 35 años 1 año respectivamente.

Pregunta 2. Horas promedio al día dedicadas al análisis y diseño de un proyecto estructural.

Figura 4.2 gráfico correspondiente a los resultados en las horas promedio dedicadas al análisis y diseño de un proyecto estructural.



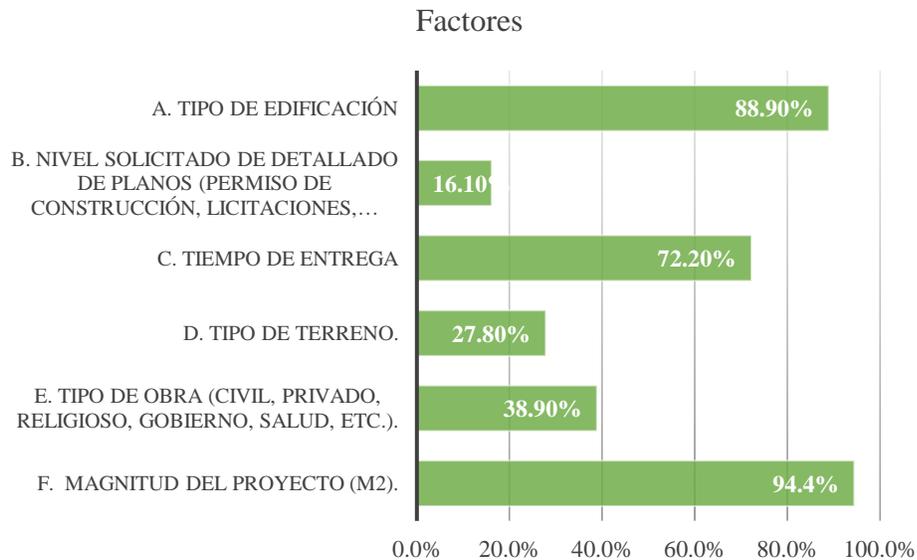
Fuente: Elaboración propia.

De los 18 resultados obtenidos, el número de horas promedio dedicadas al cálculo estructural es de 8 horas aproximadamente según las estadísticas, donde el número mayor y menor de horas dedicadas al proyecto es de 8 y 4 horas respectivamente.

Pregunta 3. Seleccione los 4 factores que usted considere más importantes para la realización de sus honorarios profesionales.

- Tipo de edificación.
- Nivel solicitado de detallado de planos (permiso de construcción, licitaciones, planos de ejecución, entre otros más).
- Tiempo de entrega.
- Tipo de terreno.
- Tipo de obra (civil, privado, religioso, gobierno, salud, etc.).
- Magnitud del proyecto (m^2).

Figura 4.3 gráfico correspondiente los factores de impacto para la realización de los honorarios profesionales en un proyecto estructural



Fuente: Elaboración propia.

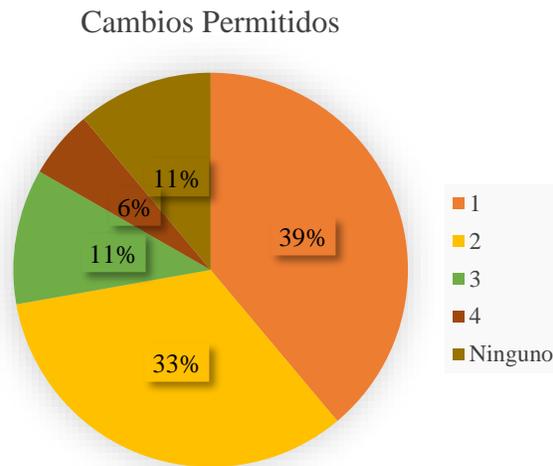
Las respuestas que tuvieron mayor popularidad serán fundamentales para la realización de los honorarios profesionales, los cuales serán:

1. Magnitud de proyecto, con 17 resultados (94.4%).
2. Tipo de edificación, con 16 resultados (88.9%).
3. Tiempo de entrega, con 13 resultados (72.2%).
4. Nivel solicitado de detallado de planos, con 11 resultados (61.1%).

Pregunta 4. Seleccione el número de cambios permitidos dentro de los honorarios profesionales

Según las estadísticas el número de cambios permitidos en un proyecto estructural es 2 cambios.

Figura 4.4 Gráfico correspondiente al número de cambios de un proyecto estructural.



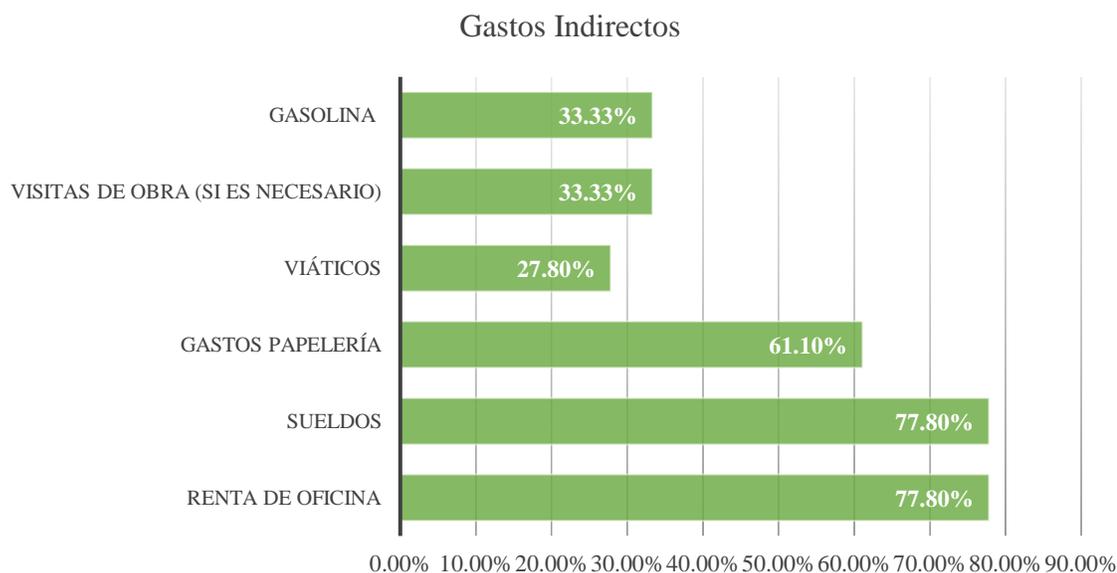
Fuente: Elaboración propia.

Al solicitarse algún cambio adicional se tendrá que estimar un porcentaje extra al costo de los honorarios profesionales.

Pregunta 5. Seleccione los gastos indirectos más importantes a contemplar al momento de realizar sus honorarios profesionales.

- Renta de oficina.
- Sueldos a colaboradores.
- Gastos papelería.
- Viáticos.
- Visitas de obra (en caso de ser necesarias).
- Gasolina.
- Otros.

Figura 4.5 gráfico correspondiente a los gastos indirectos contemplados en un proyecto estructural



Fuente: Elaboración propia.

Se seleccionarán las 4 respuestas con mayor popularidad las cuales serán fundamentales para la realización de los honorarios profesionales, los cuales serán:

1. Porcentaje por renta de oficina.
2. Porcentaje por sueldo.
3. Porcentaje por gastos de papelería.
4. Porcentaje de gasto de gasolina/ viáticos.

Como propuesta de gastos indirectos, ciertos Ingenieros Estructuristas propusieron como respuesta a la pregunta abierta, que se debiese considerar como un gasto indirecto las licencias de software para la realización de los diseños estructurales y los respectivos impuestos que estos generen.

4.2 Caso de estudio

A partir de la información proporcionada por el cliente, se puede realizar el costo de honorarios profesionales con base a las características particulares del proyecto, las cuales son obtenidas de los planos arquitectónicos, como lo son:

- Vivienda tipo residencial
- Magnitud de proyecto: 600.00m²
- Tiempo de entrega: 3-4 semanas (tiempo acordado por el cliente por la magnitud del proyecto)
- Detallado de planos: planos constructivos/ ejecución.

Una de las maneras de la obtención de los m² de un proyecto es directamente proporcionado con el cliente, o bien se puede corroborar utilizando algún software para la lectura y modificación de planos, en este caso se utilizó el software “AutoCAD” versión 2021, donde en el cual mediante el comando “polyline” se traza una polilínea en todo el perímetro de la planta arquitectónica y después con el comando “properties” se obtiene el área de la polilínea la cual es la correspondiente a los m² del proyectos a diseñar.

4.3 Costo directo por proyecto, (sumatoria)

En el siguiente apartado se toman en cuenta los diferentes factores para la obtención del costo directo del proyecto

4.3.1 Cálculo del costo por m² de proyecto

Como primer paso será la determinación del costo/ m² por proyecto, es decir magnitud de proyecto, el cual esta información es obtenida a partir de la propuesta de caso de estudio.

Dicho costo se obtendrá con base a la información de la tabla 2.2 del AICEG 2019, en una hoja de cálculo programada en el software Microsoft Excel, se creó una tabla programada ligada a las tablas mencionadas anteriormente, teniendo como celda a rellenar los m² del proyecto a diseñar, en la cual la hoja programada y una interpolación del costo/ m² en función de los m² de la tabla 2.2 del AICEG 2019, se obtendrá el costo/m² del proyecto, es decir:

Tabla 4.1 factores correspondientes a la magnitud del proyecto

FACTORES PARA EL COSTO DIRECTO POR PROYECTO		
	Especificación	Factor
Magnitud de proyecto (Area)	m ²	600
Costo/ m2	\$/m ²	89.912

Fuente: Elaboración propia

Figura 4.6 modificación correspondiente al \$/m² de la tabla 2.2 AICEG, 2019

550.00	600.00	650.00
\$ 92.89	\$ 89.91	\$ 87.29
2500.00	3000.00	3500.00
\$ 57.19	\$ 54.24	\$ 52.49

Fuente: Asociación de Ingenieros Civiles del Estructuristas de Guanajuato (2019)

4.3.2 Factor por tipo de edificación

Se propone utilizar los datos de la tabla 2.5 del AICEG 2019, para la determinación del factor correspondiente al tipo de edificación correspondiente al proyecto, en este caso será utilizado el factor tipo 7, correspondiente a una casa habitación alta >250m², el cual es 0.842.

Figura 4.7 correspondiente al factor por tipo de edificación

FACTORES PARA EL COSTO DIRECTO POR PROYECTO		
	Especificación	Factor
Tipo de edificación	Tipo 7	0.842

Fuente: Elaboración propia

4.3.3 Factor por tiempo de entrega

En la hoja de cálculo mencionada anteriormente, se propone utilizar los siguientes factores correspondientes al aumento del costo directo por la solicitud del tiempo de entrega del proyecto, la importancia de la utilización de este factor es que la mayoría del tiempo la realización de los planos estructurales tiene cierta complejidad en cuanto el detallado de los planos estructurales, es por eso por lo que debe de tener un tiempo determinado y ser respetado lo más posible.

Tabla 4.2 factores correspondientes al tiempo de entrega

Tiempos de entrega	
Variable de tiempo	Factor
Menor a una semana	1.15
Una semana	1.2
< una semana	1.1
2 -3 semanas	1.08
3-4 semanas	1.05
< 4 semanas o más	1

Fuente: Elaboración propia

4.3.4 Solicitación de detallado de planos

El detallado de planos es un factor importante al momento de considerar los honorarios profesionales, ya que muchas veces el cliente solicita un análisis rápido en el cual no necesita algún plano estructural o solo necesita algo básico como para la solicitud de permisos, o bien necesita algo más complejo y detallado como unos planos para alguna licitación de obra o planos constructivos. Sin embargo, en un proyecto formal, si es necesario el detallado de planos. Se proponen los siguientes factores para la solicitud de detallado de planos:

Tabla 4.3 factores correspondientes al detallado de planos

SOLICITACIÓN DE DETALLES EN PLANOS	
Detallado planos	Factor
Permisos de construcción	0.1
Licitaciones de obra	0.2
Planos constructivos/ ejecución	0.3

Fuente: Elaboración propia

4.3.5 Costo directo por proyecto

Con base a la implementación de los factores correspondientes al proyecto en la tabla programada en el software Microsoft Excel, se obtiene la sumatoria de total del costo directo por proyecto, datos adquiridos de las características del proyecto, utilizando como factores las respuestas con mayor popularidad según la encuesta aplicada anteriormente.

En la siguiente tabla se observa el costo directo total del proyecto, obtenido de los factores propuestos y las características del proyecto.

Tabla 4.4 Costo directo por proyecto.

FACTORES PARA EL COSTO DIRECTO POR PROYECTO		
	Especificación	Factor
Magnitud de proyecto (Area)	m ²	600
Costo/ m2	\$/m ²	89.912
Tipo de edificación	Tipo 7	0.842
Tiempo de entrega	3-4 semanas	1.05
Detallado de planos	Planos constructivos/ ejecución	0.3
	Total=	\$ 14,308.416

Fuente: Elaboración propia

4.4 Estimaciones iniciales de costos indirectos mensuales, (sumatoria)

Como ya fue mencionado anteriormente en este caso de estudio se propone utilizar el software Microsoft Excel, en el cual se creó una tabla programada con los costos indirectos contemplados para la realización de los honorarios profesionales con la finalidad de obtener la sumatoria de estos costos mensuales, los cuales fueron seleccionados por la encuesta realizada con anterioridad, dichos serán necesarios para la obtención del valor de coto por hora profesional (CH), referente a la ecuación 2.2 mencionada en el capítulo II.

En la siguiente tabla se propone utilizar esos costos mensuales para el caso de estudio, dichos costos pueden ser variables según las necesidades del Ingeniero Estructuralista.

Tabla 4.5 Costo indirecto por proyecto.

COSTOS INDIRECTOS MENSUALES		
COSTO INDIRECTO	ESPECIFICACION	PAGO MENSUAL
Renta de oficina Mes	DICIEMBRE	\$ 3,000.00
Sueldo	2 Empleados	\$ 16,000.00
Gastos papelería	-	\$ 1,800.00
Gasolina/ viáticos	-	\$ 2,000.00
	Total=	\$ 22,800.00

Fuente: Elaboración propia

4.5 Propuesta de ecuaciones del método establecido

En el siguiente apartado se muestra la propuesta de ecuaciones para la obtención de los honorarios profesionales, con base a la metodología del costo por hora profesional del Reglamento del Arancel Mínimo 2014, es decir implementando las siguientes formulas:

Propuesta de reformulación de ecuación 2.2, para la obtención del costo por hora profesional.

$$CH = \frac{\text{Costo Total de proyecto (CT)}}{(\text{días del mes}) * (\text{horas diarias})} = \frac{\$22,800.00 + \$14,308.42}{(20 \text{ días}) * (10 \text{ horas})} = 193.27 \$/hrs \quad \text{Ec. 4.1}$$

Donde:

$$CT = \sum CD + CI \quad \text{Ec. 4.2}$$

CD= costos directos= \$14,308.42

CI= costos indirectos= \$22,800.00

Índice de cálculo por m² proyectado.

$$IC = \frac{M2}{(\text{días del mes}) * (\text{horas diarias})} = \frac{600.00 \text{ m}^2}{(24 \text{ días}) * (8 \text{ horas})} = 3.125 \quad \text{Ec. 2.3}$$

Factor de cálculo, dicho factor es importante, ya que al obtenerlo podremos calcular el total de los honorarios del proyecto.

$$FC = \frac{CH}{IC} = \frac{193.27}{3.125} = 61.8473 \quad \text{Ec. 2.1}$$

Determinación del honorario por proyecto estructural.

$$\text{Honorario} = m^2 * FC = 600.00m^2 * 61.8473 = \$37,108.42 \quad \text{Ec. 2.4}$$

4.6 Elaboración de cotizador

Con base a la herramienta Microsoft Excel, se programa la siguiente tabla, la cual se va obteniendo el costo horario en el proyecto estructural de vivienda, al momento de introducir los datos y cantidades necesarias que corresponden a cada factor que fue mencionado anteriormente, es decir siguiendo los siguientes pasos:

1. Obtener el total de la sumatoria de los costos indirectos.
2. Obtener el total de la sumatoria de los costos directos.
3. Desarrollar la ecuación 3.1 en la cual se obtendrá la aproximación del costo por hora profesional en proyectos.
4. Desarrollar la ecuación 2.3 en la cual se obtendrá índice de cálculo en función de los m² del proyecto, días y horas de dedicación en el análisis y diseño estructural.
5. Desarrollar la ecuación 2.1 para la obtención el factor de cálculo del costo por hora profesional entre la magnitud del proyecto.
6. Desarrollar la ecuación 2.4 para la obtención del costo total de los honorarios por proyecto.

Tabla 4.6 correspondiente a la propuesta de cotizador de honorarios profesionales.

APROXIMACIÓN AL COSTO HORARIO EN PROYECTOS ESTRUCTURALES				
FACTOR DE CALCULO		DATOS	CANTIDAD	UNIDAD
$FC = \frac{CH}{IC} = 61.84735976$		Σ Gastos indirectos=	\$ 22,800.00	\$/días
		Σ Costo directo por proyecto=	\$ 14,308.42	\$/m ²
		Total m ² de proyecto=	600	m ²
		Total de días a trabajar=	24	días
Valor costo hora profesional (CH)=	193.27 \$/hrs	Tiempo invertido=	8	hrs
Indice de calculo por m2 (IC)=	3.125	HONORARIOS ESTRUCTURALES		
		Total m ² de proyecto=	600	m ²
		FC=	61.84735976	-
		Total de Honorarios=	\$ 37,108.42	\$

Fuente: Elaboración propia

4.7 Validación de Resultados

Se realizará una comparativa del costo total de los honorarios por proyecto estructural con los resultados logrados en la propuesta de la metodología mencionada anteriormente, obteniendo el costo total por proyecto estructural de los aranceles de la Sociedad Mexicana de Ingeniería Estructural (SMIE, 2020), utilizándolo como punto de comparación de costos totales, esto con la finalidad de validar el resultado obtenido en la metodología para que esta pueda ser utilizada, implementando los factores y formulas propuestas, analizando si este costo es superior o inferior a los aranceles de proyecto estructural SMIE 2020.

4.7.1 Aplicación de la metodología del costo total del proyecto SMIE, 2020

1. Casa habitación ≥ 250.00 m², edificación tipo 3 obteniendo un costo/ m² de \$2,207.68, obtenido de la tabla 2.7 capítulo 2.
2. El área total de proyecto a analizar corresponde a 600.00m² de construcción.
3. Se realizará la multiplicación del costo directo unitario obtenido en el punto 1, es decir \$2,207.68 por la magnitud del proyecto, 600.00m², área obtenida del punto 2, seguido de su porcentaje por proyecto estructural 1.97%.

4. El costo anterior se multiplicará con los factores de la tabla 2.9 del capítulo 2, correspondiente al factor por grado de dificultad de la estructura a analizar y diseñar.

4.7.2 Resultado de la aplicación de metodología SMIE, 2020

Costo del proyecto= (costo/m²) *(m² de proyecto) *(% por proyecto estructural)

$$= (\$2,207.68) *(600.00\text{m}^2) *(1.97\%) = \$26,094.776$$

Costo total del proyecto implementando el factor por grado de dificultad de la estructura.

$$\text{Costo total del proyecto} = (\$26,094.776) *(1.20) = \$31,313.7331$$

Aplicando la metodología del costo total del proyecto por los aranceles de la Sociedad Mexicana de Ingeniería Estructural se obtiene un costo total de \$31,313.7331, correspondiente a los honorarios estructurales.

5. CONCLUSIONES

A través de la búsqueda de información bibliográfica para la aplicación de algún método para la determinación de los honorarios, se tomó como base la metodología de los Arquitectos de la Paz 2014, que gracias a esta se realizó un parteaguas en la investigación ya que se implementó la sumatoria de los costos directos e indirectos para lograr un costo total del proyecto, en el cual como costo directo se empleó el procedimiento de los aranceles AICEG 2019, utilizando el factor 0.842 como tipo de edificación correspondiente a vivienda y a partir de la aplicación de la encuesta se obtuvo los factores a implementar para el costo directo del proyecto como tiempo de entrega, detallado de planos, tipos de edificación y magnitud del proyecto, y como costos indirectos los ingenieros estructuristas de la región consideraron importante considerar en sus costos, la renta de oficina, sueldo, gastos de papelería y viáticos.

A partir de la implementación de la metodología propuesta el total de los honorarios profesionales corresponde a \$37,108.42, y posteriormente eso se obtiene la aproximación al costo horario en los proyectos estructurales en vivienda con un total de \$193.27 \$/hrs, comparando el total de honorarios con el procedimiento de los aranceles de la SMIE 2020, con un total de \$31,313.73, se obtiene un aumento en el costo de la metodología propuesta con un 18.5%, el cual sigue siendo un número viable para la presentación de los honorarios profesionales.

Es importante tener en cuenta cuáles son las necesidades que cada Ingeniero Civil Estructurista cree conveniente contemplar en los honorarios profesionales para la elaboración y/o ejecución de un análisis y diseño de un proyecto estructural, ya que para realizarse conlleva considerar todas las actividades a realizar y los puntos característicos que se necesitan tomar en cuenta para obtención de la aproximación al costo horario.

Al establecer esta propuesta metodológica se podrá entregar al cliente un número más exacto de los honorarios profesionales, en el cual no solo considera las características del proyecto que arrojan un costo directo, sino que también en ese número van desglosado todos los diferentes gastos necesarios durante la ejecución del análisis y diseño estructural, los cuales se definen como costos indirectos del proyecto, ya que dichos costos son los causantes

de que la aproximación al costo horario sea variable dependiendo de la cantidad de egresos necesarios durante la ejecución del proyecto.

La aproximación al costo horario será variable según las características particulares del proyecto y las consideraciones que cada Ingeniero Estructuralista crea necesarias para la elaboración del diseño estructural dentro del tiempo determinado, ya que es quien realiza el proyecto.

6. REFERENCIAS

- Anderson, H. (1977). *Conceptos básicos de contabilidad de costos*. España: Continental.
- Backer, M., & Jacobsen, L. (1983). *Contabilidad de costos. Un enfoque administrativo para la toma de decisiones*. México: McGraw Hill.
- Baquero, M. Á. (2007). *Gerencia de proyectos de construcción inmobiliaria*. Bogotá : Pontificia Universidad JAVERIANA .
- Cáceres, T. K. (2005). *Estimación de costos de proyectos de infraestructura municipal*. Perú: Universidad de Piura.
- Duque, R. M., Osorio, A. J., & Mauricio, A. H. (2012). Análisis de la aplicación del sistema de costeo estándar en las empresas manufactureras colombianas. *Revista Digital del Instituto Internacional de Costos*.
- Educativa, I. N. (2013). Aranceles aplicables a la INFE. México.
- Faga, H. A., & Mejía, M. E. (2006). *Cómo profundizar en el análisis de sus costos para tomar mejores decisiones empresariales*. Buenos Aires: Granica .
- Faga, H. A., & Ramos Mejía, M. E. (2006). *Cómo profundizar en el análisis de sus costos para tomar mejores decisiones empresariales*. Buenos Aires: Granica.
- García, A. K. (23 de Febrero de 2020). *El economista*. Obtenido de <https://www.economista.com.mx/gestion/contrato-por-honorarios-20200222-0008.html>
- García, O. (29 de Julio de 2015). *Gestión de los Costos del Proyecto, Proyectum*. Obtenido de <https://www.proyectum.com/sistema/blog/gestion-de-los-costos-del-proyecto/#:~:text=La%20Gesti%C3%B3n%20de%20los%20Costos,Presupuesto%20y%20Controlar%20los%20Costos>.
- GUIA PADID. (2014). *Programa de apoyo a la docencia, investigación y difusión de las artes*. Obtenido de <https://www.cenart.gob.mx/wp-content/uploads/2014/08/Gu%C3%ADa-PADID-2014.docx.pdf>
- Heredia, G. D. (2008). METODOLOGÍA DE COSTEO BASADO EN LAS ACTIVIDADES. *Económicas CUC* .
- Huson, J. J. (1970). Analysis of Costs in Housing . *International Symposia on Low Cost Housing*. Institute, P. M. (2017). *La guía de los fundamentos para la dirección de proyectos*. Pennsylvania: Project Managment Institute, Inc., Editor.
- Lee, K., Larry, R., & Manoj, M. (2007). *Administración de operaciones procesos y cadenas de valor*. Pearson Education.

- Lledó, P., & Rivarola, G. (2007). *Gestión de Proyectos*. Buenos Aires, Argentina: Pearson.
- Marie, Q. (2014). *Preparación de proyectos de diseño gráfico*. Málaga: IC Editorial .
- Meli, P. R. (2008). *Diseño Estructural*. México: Limusa.
- Ocaña, J. A. (s.f.). *Gestión de proyectos con mapas mentales*. España: ECU. .
- Ochoa, Á. M. (04 de Mayo de 2018). *Gaceta de la Comisión Permanente*. Obtenido de https://www.senado.gob.mx/64/gaceta_comision_permanente/documento/81038
- Olavarrieta, D. I. (1999). *Conceptos generales de productividad, sistemas, normalización y competitividad para la pequeña y mediana empresa*. México: Universidad Iberoamericana.
- Ordaz, G. (01 de Abril de 1970). Ley Federal del Trabajo. Estados Unidos Mexicanos.
- Paz, C. D. (2014). *Reglamento del Arancel Mínimo*.
- Raffino, M. E. (2020). Argentina .
- Rajeh, M. (2014). IMPACT OF PROCUREMENT SYSTEMS ON TRANSACTION. *Proceedings of the 4th New Zealand Built Environment Research Symposium* .
- Rayburn, L. (1999). *Contabilidad y Administración de Cosos*. México: McGraw-Hill.
- Rocha, G. M. (2019-2020). *Aranceles de la Asociación de Ingenieros Civiles Estructuristas de Guanajuato A.C.* Guanajuato.
- Roche, P. L., Ramírez, I., Brown, K., Whitsett, K., Wehinger, K., Carranza, M., . . . Reed, S. (2006). A Very Low Cost Sustainable Housing Prototype for Tjuana, México. *The 23rd Conference on Passive and Low Energy Architecture, Geneva, Switzerland*.
- Sáez, M. R. (s/a). *Contabilidad de Costos*. Instituto profesional Diego Portales : Chile.
- Salazar, S. (2002). *Costo y tiempo en edificación*. México: Limusa.
- Salazar, S. (2005). *Costo y tiempo en edificación*. México: Limusa.
- Sears, S. K., Sears, G. a., Clough, R. H., Round, J. L., & Segner, R. O. (2015). *Construction project managment*. Wiley.
- Shadan, K., & Fleming, G. (2012). *Construction Project MAnagment Handbook*. Washington.
- Sociedad Mexicana de Ingeniería Estructural. (2020). *Aranceles de Proyecto Estructural*. Mérida, Yucatán: SMIE.
- Soto, J. L. (s/a). *Distintos tipos de costos en las empresas*. Argentina.
- Toro, L. F. (2010). *Costos ABC y Presupuestos*. Bogotá: Ecoe ediciones.
- Vela, F. (8 de Noviembre de 2016). *GDP Master*. Obtenido de <https://www.gestiondeproyectos-master.com/ejecucion-del-proyecto/>
- Wallace, D. W. (2002). *Gestión de Proyectos* . Reino Unido.