



UNIVERSIDAD AUTONOMA NACIONAL DE MÉXICO
PROGRAMA DE MAESTRIA Y DOCTORADO EN INGENIERIA
MAESTRIA EN INGENIERIA CIVIL – CONSTRUCCIÓN

**FACTIBILIDAD DE LA CONSTRUCCION DE
EDIFICACIONES A BASE DE ESTRUCTURA
METALICA EN ZONA METROPOLITANA DE
ALTA DENSIDAD**

CASO DE ESTUDIO VENTAJAS DE LA CONSTRUCCION DE EDIFICACIONES
CON ESTRUCTURA METALICA VS ESTRUCTURA DE CONCRETO
REFORZADO DE ACUERDO CON SU PROCESO CONSTRUCTIVO, TIEMPO
DE EJECUCION Y COSTO-BENEFICIO.

TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE:

MAESTRO EN INGENIERIA

PRESENTA:

Ing. Carlos Roberto Murillo Reyes

TUTOR:

M.I. José Álvaro Pérez Gómez
PROGRAMA DE MAESTRIA Y DOCTORADO EN INGENIERIA

[1]

CIUDAD DE MÉXICO, NOVIEMBRE, 2019



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

RESUMEN

Dentro del campo de la ingeniería, con el correr de los años, se han llevado a la realidad, en muchos países, una gran cantidad de proyectos a fin de ayudar al hombre en sus tareas cotidianas, uno de estos proyectos, que sin duda alguna son las edificaciones que se diseña, planifica y ejecuta el ser humano en diferentes espacios, tamaños y formas, en la mayoría de los casos para habitarlas o usarlas como espacios para resguardo.

Vivimos en una época en la que es necesario evolucionar continuamente y a grandes pasos en todos los campos. Debido a un constante crecimiento demográfico es preciso el estudio continuo de la optimización de recursos, tanto de tipo natural como económico. El sector de la construcción ha atravesado diversas etapas de evolución que precisamente se fueron presentando con el objeto de mejorar en materia de funcionalidad, seguridad, estética y economía. Siendo esta última la razón principal, ya que a medida que pasa el tiempo, se han requerido de menores tiempos de construcción, mayores facilidades de montaje, mejores materiales a precios razonables y menores costos en la mano de obra; debido a que las anteriores características pueden generar impacto financiero alto en el costo total de las obras.

Desde hace algunas décadas, hasta la actualidad se ha venido presentando principalmente la utilización de Acero estructural y Concreto armado (o estructural) en las construcciones, por lo que dichos materiales han sido objeto de continuas investigaciones; siempre con el objetivo de hacer estructuras mejores a menor costo, además, porque son materiales que se pueden adaptar fácilmente a diversos usos. Sin embargo, existen algunos proyectos en los que solo se puede utilizar alguno de los dos materiales, como es el caso por ejemplo de las presas y pavimentos rígidos, que se construyen con concreto, o el caso de barcos, rieles y maquinaria, que se construyen con acero. En este documento se centrará la atención en proyectos de edificación que se puedan construir con cualquiera de los dos materiales, para así realizar un análisis comparativo entre ambos y determinar qué ventajas y desventajas presentan cada uno en materia de optimización.

Cabe recalcar que la construcción de grandes obras exige manejar los problemas de forma que permitan presentarse a detalle, de modo que se pueda llegar a soluciones adecuadas. En esencia, la construcción es una combinación de organizaciones, ciencia de la ingeniería, conjeturas estudiadas y riesgos calculados. Por lo que las operaciones que se llevan a cabo en una construcción deben realizarse en gabinete u oficina y en campo.

Para la construcción de una edificación se debe tener muy en cuenta el proceso de planeación de cómo se realizará la ejecución de la obra, para poder detectar cualquier problema durante el proceso de la construcción.

El alcance de este trabajo se limita a realizar una comparativa entre el acero estructural y el concreto reforzado para identificar las ventajas que se tiene cada material para obras de edificación, realizando una comparativa en el proceso constructivo con respecto rapidez, eficiencia y eficacia, del porque es más noble con la naturaleza por ser una

construcción seca y no generar tanto desperdicio, así como las propiedades mecánicas que lo caracterizan ante la capacidad de respuesta con cargas accidentales, y de acuerdo al periodo de ejecución se realizó un análisis de flujo financiero para obtener valor presente neto de la inversión.

Para cumplir con este objetivo, se realizó una investigación con constructores especialistas para conforme a experiencia y obras que han realizado, para así concluir cuales son las ventajas que se tienen ante la construcción de una obra de concreto reforzado.

Resumen	2
Planteamiento de la Investigación	7
Objetivo General	7
Objetivos Específicos	8
Utilidad de tesis	8
Justificación y alcances de la investigación	8
Capítulo 1. Construcción en la Ciudad de México	10
1.1. Introducción	10
1.1.1. Edificación en viviendas	11
1.1.2. Edificación Comercial e Industrial	12
1.2. Desarrollo de edificaciones con concreto reforzado	13
1.2.1. Introducción de la construcción con concreto reforzado	13
1.2.2. Construcción de concreto reforzado en México	13
1.3. Desarrollo de edificaciones con acero estructural.....	14
1.3.1. Introducción de la construcción de la estructura metálica	14
1.3.2. Construcción de estructura metálica en México.	14
1.4. Construcción Sustentable.....	15
Capítulo 2. Acero estructural	16
2.1. Introducción	16
2.2. Acero	16
2.2.1. Definición	16
2.2.2. Propiedades.....	16
2.2.2.1. Resistencia.....	16
2.2.2.2. Ductilidad	17
2.2.2.3. Soldabilidad	18
2.2.2.4. Tenacidad	18
2.2.2.5. Elasticidad	19
2.2.2.6. Durabilidad	19
2.2.3. Clasificación de acuerdo con su composición	19
2.2.4. Tipos de acero estructural.....	19
2.2.4.1. ASTM A-36.....	19
2.2.4.2. ASTM A529.....	20
2.2.4.3. ASTM A572	20

2.2.4.4. ASTM A992.....	20
2.3. Estructuras de Acero	20
2.3.1. Perfiles de Acero	20
Capítulo 3. Concreto	23
3.1. Introducción	23
3.2. Definición	23
3.3. Componentes	24
3.3.1. Aglomerante (Cemento).....	24
3.3.2. Agregados gruesos y finos.....	25
3.3.3. Agua.....	26
3.3.4. Adicionales	26
3.4. Características	27
3.4.1. Mecánicas.....	27
3.4.2. Físicas	28
3.4.3. Fraguado y endurecimiento	28
3.4.4. Resistencia.....	29
3.4.5. Consistencia	29
3.4.6. Durabilidad	30
3.5. Tipos de Concreto	30
Capítulo 4. Aplicación de comparativa para proyecto N.S.J. #828	32
4.1. Ubicación del Predio	32
4.2. Características del Proyecto.....	33
4.2.1. Arquitectónico.....	33
4.2.2. Estructural	33
4.2.2.1. Sistema constructivo para cimentación	33
4.2.2.2. Proceso para el abatimiento del nivel freático	35
4.2.2.3. Muro Berlín para retención de empujes laterales	36
Capítulo 5. Edificación construida a base de Estructura de Acero.....	38
5.1. Características de la estructuración	38
5.2. Planos del Proyecto.....	39
5.3. Presupuesto	41
5.4. Periodo de Ejecución.....	47
5.4.1. Programa de Obra	47
5.4.2. Programa de Costos Indirectos	48

5.5. Proceso Constructivo	49
5.6. Análisis de Flujo Financiero	51
Capítulo 6. Edificación construida a base de Concreto Reforzado	53
6.1. Características de la estructuración	53
6.2. Planos del Proyecto	54
6.3. Presupuesto	56
6.4. Periodo de Ejecución.....	62
6.4.1. Programa de Obra	62
6.4.2. Programa de Costos Indirectos	63
6.5. Proceso Constructivo	64
6.6. Análisis de flujo financiero	66
Capítulo 7. Resultados de comparativa estructura a base de Acero vs Concreto reforzado	67
7.1. Aspectos Técnicos	68
7.1.1. Control de Calidad.....	68
7.1.1.1 Acero Estructural.....	69
7.1.1.2. Concreto Reforzado	69
7.1.2. Arquitectura	70
7.1.2.1. Acero Estructural.....	70
7.1.2.2. Concreto Reforzado	70
7.2. Tiempo de ejecución	70
7.2.1. Acero Estructural.....	70
7.2.2. Concreto Reforzado.....	70
7.3. Programa de Costos Indirectos	71
7.3.1. Acero Estructural.....	71
7.3.2. Concreto Reforzado.....	71
7.4. Sustentabilidad.....	71
7.4.1. Acero Estructural.....	71
7.4.2. Concretos Reciclados	72
7.5 Análisis de flujo financiero (VPN, Valor Presente Neto)	73
7.5.1. Análisis de VPN para construcción con Estructura Metálica.....	74
7.5.2. Análisis de VPN para construcción con Concreto reforzado.....	74
Capítulo 8. Conclusiones	74
Bibliografía.....	77

Planteamiento de la Investigación

Es bien sabido que la edificación vertical, ya sea para uso de oficinas, comercial y/o residencial está dominada por el concreto armado, mientras que el acero estructural se utiliza básicamente en el sector industrial, pero en estos tiempos se está utilizando más constante en edificaciones verticales.

Considerando las propiedades que posee el concreto como un material rígido, al momento de estar sometido a cargas accidentales (sismo, viento, etc.), los elementos construidos con este tipo de material al sufrir deformaciones son muy susceptible a presentar cambios teniendo como resultado ser fisuras y grietas (aparentemente superficiales), pero cuando estas son profundas incluso puede presentarse el desprendimiento del concreto del acero de refuerzo en elementos principales como vigas, columnas, muros de carga, etc. Que pueden afectar la funcionalidad de la edificación.

Con el sismo que se presentó en septiembre del 2017, en la Ciudad de México se pudo detectar que en las edificaciones de concreto (construcciones que se vieron más afectadas por este fenómeno) que la carencia de supervisión, la falta de profesionalismo (vicios ocultos) en la ejecución de la obra y la mala calidad de materiales en los edificios de concreto reforzado, fueron algunos factores por los que algunos edificios se vieron afectados incluso hasta el derrumbe de estos.

Mientras que las edificaciones construidas a base de acero estructural debido a las características que posee el acero de ser un material resistente y tener una capacidad de deformación ante los desplazamientos provocado por las cargas accidentales (viento, sismo, etc.) por lo cual fue un porcentaje mínimo que fueron afectadas, se presentaron daños en elementos secundarios como lo son muros de mampostería, cristalería, plafón, etc.

Objetivo General

Investigar el grado de factibilidad de construcción de edificaciones con acero estructural en la Ciudad de México o zonas metropolitanas con alta densidad demográfica, debido a las propiedades que lo caracterizan, por ser un material resistente a grandes esfuerzos, dúctil pero a la vez que permite la fluencia y grandes deformaciones, así como un proceso constructivo eficaz, periodo de ejecución más eficaz y eficiente de acuerdo a las características del proceso constructivo, por lo cual tienes como resultado la reducción los costos indirectos y así mismo un periodo de retorno de inversión más corto.

Objetivos Específicos

-Dar a conocer porque la construcción de estructuras metálicas es “amigable” con el medio ambiente debido a sus procesos de su construcción son más limpios, ya que los desperdicios del material se pueden reciclar para producir nuevos elementos de acero.

-Descripción y desarrollo del proceso constructivo con estructura metálica, demostrando que los tiempos de construcción son más rápidos optimizando el tiempo de ejecución; por lo tanto, un ahorro en costos indirectos.

-Análisis de flujo financiero; para así obtener y comparar el valor presente neto de la inversión, para el cual se vean beneficiados tanto como el constructor e inversionista.

Utilidad de tesis

La construcción de edificaciones verticales hoy en día es el área de la ingeniería civil con más desarrollo que se tiene en la zona metropolitana (principalmente en la ciudad de México).

Es muy importante dar a conocer estas ventajas de la estructura metálica debido a los hechos ocurridos en el sismo del 19 de septiembre del 2017 donde bastantes construcciones se vieron afectadas debido a los vicios ocultos.

En este proyecto se pretende investigar y dar a conocer, porque la construcción con estructura metálica tiene una mayor factibilidad en cuanto a los materiales a utilizar, periodo de ejecución, así como los diversos factores que se presentan durante la ejecución de toda edificación (contaminación y ruido; construcción sustentable), así como las ventajas que dichas estructuras tienen en respuesta a una carga accidental o sísmica (comportamiento, fluencia, etc.). Así como los puntos críticos y/o prevenciones que se deben de tomar al momento del proceso de la ejecución de la obra a base de estructura metálica.

Justificación y alcances de la investigación

La construcción de edificaciones en la zona metropolitana de la Ciudad de México es de gran importancia debido al desarrollo de la infraestructura que está teniendo esta zona del país, es por esto por lo que nos enfocamos a estudiar por que la construcción de edificios utilizando la estructura metálica, son más seguras y tiene una mejor respuesta a las cargas accidentales como son las cargas sísmicas que se le transmiten.

De acuerdo a los últimos sismo del 7 de septiembre del 2017 con una magnitud de 8.2 grados en la escala de Richter con epicentro en Chiapas y el del 19 de Septiembre del 2017 de una magnitud de 7.2 grados en la escala de Richter con un epicentro entre el limite estatal de Puebla y Morelos, las ciudades que más se vieron afectadas fueron las ciudades de Oaxaca, en las cuales sus construcciones eran básicamente casas de interés social de adobe y mampostería ya antiguas, Morelos, Puebla, Guerrero y en la Ciudad de México, la región que se vio más afectada fue la zona de transición en donde edificaciones de concreto, las cuales en su mayoría construidas anteriormente del año 1985 (Sismo de 8.1 en la escala de Richter), mediante una revisión por expertos se

podieron encontrar diferentes factores como: edificios que se construyeron antes del 1985 por lo cual no fueron diseñados con las nuevas normas, no contaban con una junta constructiva (separación entre cada edificación), mala calidad de los materiales, así como un diseño y mala ejecución del armado del acero de refuerzo este factor se pudo observar en los escombros de las edificaciones colapsadas; por ejemplo losas hechas con alambrón, longitud de traslape de varillas cortos y/o no se respetó la estructuración de planos.

Mientras que en las edificaciones de estructura metálica los elementos que se vieron afectados fueron elementos no estructurales como lo son: muros de mampostería los cuales al estar conectados con la estructura principal el movimiento de esta se vio afectada algunos creándoles una torsión y colapsando completamente, otros sufriendo grietas bastante visibles y en otros fisuras; plafones que al ser suspendidos por elementos rígidos como varillas o redondos lisos presentaron un movimiento rígido; así como fachadas de cristalería las cuales son muy susceptibles al movimiento por los cuales varias fachadas se fracturaron; es por esto que se busca con esta investigación demostrar porque las edificaciones a base de estructura metálica tienen sus ventajas ante la construcción de la edificación tradicional con concreto reforzado, de acuerdo con sus propiedades mecánicas y físicas.

Capítulo 1. Construcción en la Ciudad de México

1.1. Introducción

Desde mediados de 2014 el crecimiento de la industria de la construcción está siendo impulsado por el subsector Edificación cuyo crecimiento ha promediado 3.4% a tasa anual durante los últimos dos años y medio (ver Imagen 1).

Evolución de la Actividad Productiva de los Subsectores Edificación y Obras de Ingeniería Civil (Variación % Reales Anuales) (Gráfico1)

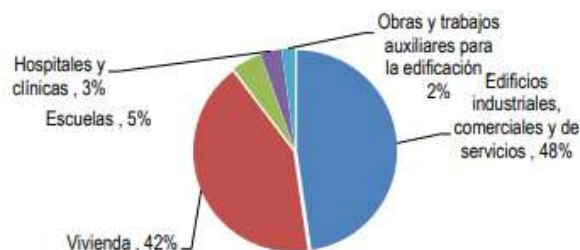


Fuente: Centro de Estudios Económicos del Sector de la Construcción con datos del INEGI

Imagen 1. Evolución de la edificación y Obras en general.

En el primer semestre de 2016 el subsector edificación contribuyó con el 70% al Producto Interno Bruto de la construcción (926 mil millones de pesos) su mayor participación en los últimos siete años. De acuerdo con información derivada de la Encuesta Nacional de Empresas Constructoras (ENEC), al mes de mayo de 2016 la rama que mayor valor aportó al subsector edificación fue la construcción de edificios industriales, comerciales y de servicios, generando el 48% del valor de la obra producida en el período enero a mayo de 2016, seguido por la construcción de vivienda con el 42% (ver Imagen 2).

Contribución % al Valor de las Ramas que conforman el Subsector Edificación (enero a mayo de 2016) (gráfico 2)



Fuente: Centro de Estudios Económicos del Sector de la Construcción con datos del INEGI

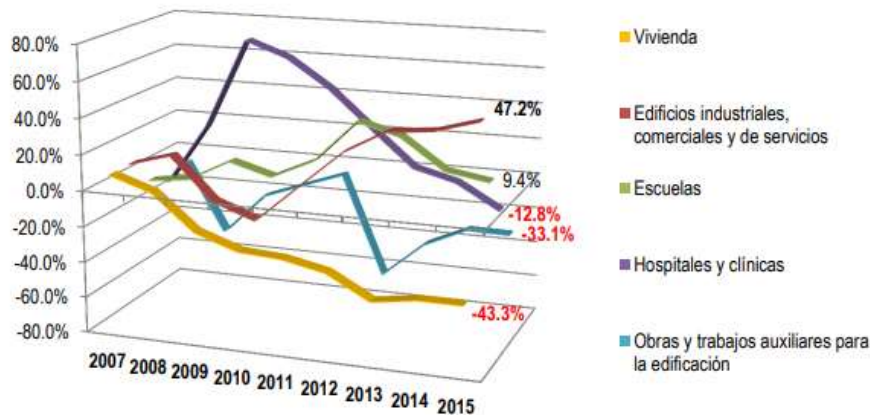
Imagen 2. Porcentaje de contribución de las diferentes ramas.



Ante la caída del otro subsector importante motor de la actividad constructora: Obras de Ingeniería Civil (-) 2.6% en promedio anual en los últimos cuatro años, la Edificación se ha convertido en el motor del crecimiento del Sector de la Construcción.

El replanteamiento en la asignación de subsidios, junto con recortes de impuestos y otros incentivos, ayudaron a revivir la actividad de vivienda, y en 2014 este subsector retomó el rumbo del crecimiento. Sin embargo, a pesar de esta recuperación, en términos reales el valor de obra en construcción de vivienda se encuentra (-) 43.3% por debajo de los registrados en 2007, antes de la crisis hipotecaria en Estados Unidos, mientras que la construcción de edificios industriales, comerciales y de servicios se encuentra 47% (en términos reales) por arriba del valor de obra producida en 2007.

Tendencia en el Crecimiento del Valor Acumulado del Subsector Edificación 2007 a mayo de 2016
(Variaciones % Acumuladas Reales con respecto a Valor en 2007)



Fuente: Centro de Estudios Económicos del Sector de la Construcción con datos del INEGI

Imagen 3. Tabla de crecimiento de edificaciones de acuerdo con el subsector.

1.1.1. Edificación en viviendas

La actividad de construcción de viviendas es de vital importancia para reducir el déficit habitacional del país, que, de acuerdo con cifras de la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano, (SEDATU), en la actualidad se estima en 15.3 millones de hogares, y en 3 millones las viviendas que requieren ser reconstruidas o necesitan trabajos de mantenimiento o ampliación.

Durante años, el gobierno mexicano se concentró en beneficiar la construcción de vivienda de interés social, tanto con apoyo por el lado de los compradores, como a los desarrolladores de vivienda. Sin embargo, los proyectos de vivienda a gran escala fueron tomando forma en las zonas periféricas alrededor de la Ciudad de México donde la tierra era más fácil y más barata de adquirir.

Muchos compradores se mostraron reacios a moverse hacia las áreas conurbadas, los nuevos propietarios también se quejaron por la baja calidad en la prestación de servicios

públicos, incluyendo elementos esenciales como abastecimiento de agua y electricidad en algunos de los nuevos desarrollos de vivienda. Muchas casas nuevas terminaron siendo abandonadas, y el apoyo gubernamental para la construcción vertical en contraposición a la casa familiar, redujo aún más el valor de los nuevos desarrollos en las afueras de la ciudad.

Desde que la construcción de viviendas con el modelo anterior comenzó a mostrar signos de insuficiencia, las autoridades han tratado de reactivar el sector. A finales de 2014, se estableció una nueva política de vivienda. El gobierno apoyó con subsidios frescos para desarrollar nuevos vivienda de bajos ingresos, pero en las partes centrales de Ciudad de México y de otras ciudades en el país.

El cambio principal en la estrategia se ha basado en redireccionar la política de vivienda para centrarse más en la calidad que en la cantidad.

Una importante acción fue aumentar el monto del crédito que puede solicitar el trabajador al Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores, (INFONAVIT), con un límite superior de hasta 850 mil pesos. Además de estas medidas, el sector será impulsado por un importante incremento de inversión privada. La relevancia de la inversión privada en la construcción ha pasado de 49% en 1993, al 75% en 2015.

1.1.2. Edificación Comercial e Industrial

Las FIBRAS (Fideicomiso de Infraestructura y Bienes Raíces), ya están teniendo un impacto significativo en la construcción de edificios de usos mixtos (Uso residencial, comercial y de oficinas), proporcionando una inyección de la inversión y la competencia por la adquisición y gestión de los mejores productos inmobiliarios del país.

El desarrollo comercial también ha experimentado una considerable expansión en el mercado mexicano. Esto ha sido impulsado por dos factores principales. Por el lado de la demanda, el aumento de la renta disponible ha hecho que los consumidores mexicanos sean más receptivos a las opciones de una distribución más moderna y sofisticada. Por el lado de la inversión, la continua aparición de FIBRAS en los últimos años ha dado el soporte financiero necesario para la construcción de nuevos desarrollos comerciales.

El Subsector Edificación ha experimentado un período de transición sustancial, que con el apoyo gubernamental incentivando la construcción de unidades residenciales en las áreas centrales de las ciudades, sin duda se mantendrá a los compradores de vivienda de bajos ingresos más cerca de los centros de trabajo con posibilidades de empleo, aumentando la demanda por esta clase de habitaciones. Mientras tanto, en el comercio, oficinas y los sectores industriales, la disponibilidad de financiación canalizada a través de un creciente y más dinámico mercado FIBRAS se traducirá en una serie de nuevos desarrollos esperando que esta tendencia continúe alentando el crecimiento del Subsector Edificación y de la industria de la construcción en su conjunto en un mediano plazo.

1.2. Desarrollo de edificaciones con concreto reforzado

1.2.1. Introducción de la construcción con concreto reforzado

El concreto armado se usó desde la tercera década del siglo XIX, entre 1832 y 1835, Sir Marc Isambard Brunel y Francois Martin Le Brun fundaron en Inglaterra y Francia respectivamente, estructuras de este material tales como arcos y edificaciones. En 1848, Joseph Louis Lambot construyó un bote de concreto reforzado el cual se presentó en la exposición de Paris en 1854 y patentó en 1855. En Inglaterra, W.B. Wilkinson registró en 1855, un piso de concreto reforzado con cuerdas de acero desechadas en las minas. Un año después, Francois Coignet patentó un sistema de refuerzo para pisos consistente en barras de acero embebidas en el concreto.

A pesar de los precedentes antes indicados, Joseph Monier, francés, es considerado el creador del concreto reforzado. Dedicado a la jardinería fabricó macetas de concreto con refuerzo de mallas de alambre, registrando el sistema en 1867. En los años siguientes patentó el uso de esta técnica para la construcción de tanques, puentes, tuberías, vigas, columnas y escaleras. En 1879 G.A. Wayss, de la firma Wayss and Freitag de Alemania, compró la patente de Monier y en 1887, publicó un libro acerca de sus métodos constructivos. Por su parte, Rudolph Schuster de Austria, adquirió también los derechos de patente, de este modo el nombre de Monier, como creador del concreto armado se extendió por toda Europa.

1.2.2. Construcción de concreto reforzado en México

La historia del concreto fluye en un largo trayecto, desde que el ingeniero Miguel Rebolledo lo introdujo al país como representante de Hennebique, cuando empezó a aplicarse de manera más sistemática (la primera obra que lo empleó de lleno fue una ferretería, El Candado, en 1904).

Uno de los personajes que con frecuencia utilizó el concreto fue el Arq. José Villagrán García, quien fue el que más rápido adoptó el concreto. Otro de los cuales adoptó el concreto en sus obras fue el Arq. Mario Pani y también algunos de sus precursores como Julio Pena, Alejandro Prieto, Jorge González, Ramón Torres, Abraham Zabudovsky, entre otros. Se dice que el principal personaje en el uso del Concreto Armado fue Félix Candela, que a mediados del siglo XX logró ver físicamente sus obras. Fue este quien realizó la más creativa línea de Investigación en tecnología de la Arquitectura en México.

Este material se procedió a ser utilizado en diferentes multifamiliares tanto en la Cd. De México, DF, Guadalajara y Monterrey, y en cuanto a vialidades se empezaron a articular los primeros periféricos en algunas ciudades de la provincia y en el DF.

Después del Terremoto de 1985 se pusieron a prueba varias edificaciones, algunos edificios fueron derrotados por el terremoto y numerosas escuelas cayeron. Después de que esto terminó, el sector de la Construcción tardó en reponerse y en rehacer la ciudad. Después de todo este caos la construcción de edificaciones disminuyó y poco a poco se pudo levantar con el sexenio de Carlos Salinas de Gortari, donde se realizó un gran aporte a la cultura con el centro Nacional de las Artes, el cual recibió grandes elogios posmodernistas y avivó el concreto.

1.3. Desarrollo de edificaciones con acero estructural

1.3.1. Introducción de la construcción de la estructura metálica

Los avances más importantes en el desarrollo de los metales han ocurrido en la fabricación y uso del hierro y de su famosa aleación llamada acero. Actualmente el hierro y el acero comprenden casi el 95% en tonelaje de todos los metales producidos en el mundo.

Las estructuras metálicas de alguna significación se empezaron a desarrollar a finales del siglo XVIII, siendo la primera gran obra de importancia el puente Severn en Coalbrookdale, Inglaterra, concluido en 1.779, se dice que este puente (que aún está en pie) fue un hito en la historia de la ingeniería porque cambió el curso de la Revolución Industrial al introducir al hierro como material estructural. De aquella época a nuestros días han pasado un poco más de 200 años, en los cuales las edificaciones metálicas se han desarrollado ampliamente, en obras como puentes, casas, edificios comerciales, hospitales, fábricas y rascacielos, contribuyendo todos ellos a cambios sustanciales en la Arquitectura y en los métodos y técnicas de construcción.

La famosa Escuela de Chicago de finales del siglo XIX y principios del Siglo XX y maestros de la Arquitectura de esa época como Sullivan y Le Corbusier, diseñaron grandes obras en estructura metálica en un proceso de desarrollo de una tecnología que tuvo su máxima expresión en los grandes rascacielos metálicos de principios del siglo XX, tales como el Rockefeller Center (NY-1931), Chicago Tribune (1922), EmpireState (NY-1920), que culminaron en las grandes estructuras metálicas de finales del siglo como las Torres Gemelas y el WorldTrade Center de Nueva York, el Chicago Sears Building y muchos más construidos en Estados Unidos y en otros países.

1.3.2. Construcción de estructura metálica en México.

En los últimos años, particularmente después de los daños ocasionados por los sismos de 1985 en la Ciudad de México, el uso de la estructura de acero en el medio de la ingeniería ha visto aumentar su importancia en la construcción de edificios cuya arquitectura tiende a lo contemporáneo.

De acuerdo con estadísticas recientes, el uso de este tipo de estructura en la industria de la construcción hoy en día asciende al 12 %. Se estima que, en los próximos años, la estructura de acero tendrá mayor participación en la construcción en virtud de que, gracias a la difusión y a la promoción que realiza la industria del acero en México a través de AHMSA, especialmente en las universidades donde se imparten las carreras de ingeniería y arquitectura, se fomenta una cultura permanente del uso del acero y los resultados seguramente serán favorables a corto y mediano plazo.

Los modernos sistemas estructurales para edificios de acero utilizados hoy en día en el mundo son ilimitados. Con la estructura de acero se puede proyectar, diseñar y construir prácticamente lo que sea. En México algunos ejemplos son la torre mayor, torre reforma y el Museo Soumaya.

1.4. Construcción Sustentable

El cambio climático, los fenómenos meteorológicos adversos, el agotamiento de recursos naturales, el impacto ambiental de la construcción y de la operación de edificios y la preocupación por el futuro del planeta son sólo algunos de los motivos por los cuales la construcción sustentable va ganando terreno en nuestro país.

La lucha contra el cambio climático demanda la construcción de más viviendas, oficinas y espacios verdes, pero se debe romper con el falso mito de que lo sustentable es costoso, es necesario que los constructores sepan que este tipo de construcciones significan ahorros a mediano y largo plazo, además de que disminuyen de CO2.

La arquitectura sustentable se ha forjado un sitio en México durante las últimas décadas, y es que cada vez son más los ciudadanos conscientes de los beneficios de este tipo de construcción. A su vez, arquitectos y constructores están apostando por esta nueva manera de concebir la arquitectura, tomando en cuenta al medio ambiente, los materiales, el proceso constructivo y su impacto en la naturaleza, el paisaje y la sociedad.

Existe un organismo certificador a nivel mundial que avala los beneficios ambientales de la construcción sustentable. Se trata del certificado LEED (siglas en inglés de Liderazgo en Energía y Diseño Ambiental) del Consejo de Edificación Verde de Estados Unidos (Green Council).

En México la certificación LEED es voluntaria y en la actualidad hay poco más de 1,000 construcciones registradas y 329 certificadas. A nivel latinoamericano, México se encuentra en segundo lugar – sólo debajo de Brasil donde hay 461 construcciones certificadas – y a nivel mundial, ocupa un 9º lugar.

Otro de los programas que desarrollan normatividades y especificaciones específicas para impulsar la eficiencia energética y las edificaciones respetuosas con el medio ambiente, es el Programa de Certificación de Edificaciones Sustentables (PCES), desarrollado por la Secretaría del Medio Ambiente (SEDEMA), enfocado a incorporar sistemas que aseguren la eficiencia energética de las construcciones actuales y futuras, para que se adapten a los criterios de sostenibilidad. Paralelamente, en el año 2013, entró en vigor la norma NMX-AA-164-SCFI-2013: Edificación Sustentable, criterios y requerimientos ambientales mínimos, desarrollada por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y la Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción (CMIC). Esta norma de aplicación voluntaria, recoge los criterios y requerimientos mínimos que debe tener una construcción sustentable para mitigar el impacto ambiental y, a su vez, aprovechar al máximo los recursos naturales.

Además, con el objetivo de fomentar el crecimiento de un mercado de viviendas sustentables, la Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI) ha desarrollado diferentes programas que financian la adquisición de casas sostenibles.

Capítulo 2. Acero estructural

2.1. Introducción

El Acero estructural es uno de los materiales básicos utilizados en la construcción de estructuras, tales como edificios industriales y comerciales, puentes y muelles. Se produce en una amplia gama de formas y grados, lo que permite una gran flexibilidad en su uso. Es relativamente barato de fabricar y es el material más fuerte y más versátil disponible para la industria de la construcción.

Actualmente los procesos han ido mejorando el acero en especial el usado mediante la reducción con oxígeno inventado en Austria en 1948 y el colado que es el que permite la formación de perfiles mediante la dosificación del material fundido en un molde enfriado por agua que genera un elemento constante en su sección el mismo que es afinado en sus dimensiones con rodillos.

2.2. Acero

2.2.1. Definición

Se define como acero estructural a lo que se obtiene al combinar el hierro, carbono y pequeñas proporciones de otros elementos tales como silicio, fósforo, azufre y oxígeno, que lo contribuyen un conjunto de propiedades determinadas. El acero laminado en caliente, elaborado con fines estructurales, se le nombra acero estructural al carbono, con límite de fluencia de 250 mPa que es igual a 2.549 kg/cm². Es el resultado de la aleación del hierro y carbono. En los aceros al carbono más comunes, el hierro constituye más del 95%, pueden estar presentes pequeñas cantidades de los elementos mencionados anteriormente, así como: nitrógeno, manganeso, aluminio, cobre y níquel.

2.2.2. Propiedades

Las propiedades mecánicas del acero están influenciadas de manera importante por el proceso de laminación, velocidad de enfriamiento, tratamiento térmico, temperatura de servicio, deformación en frío, tipo de sollicitaciones, etc., por lo que es muy conveniente analizar cada uno de estos factores para establecer los criterios de selección de la calidad y tipo de material más recomendable para una aplicación específica.

Las propiedades mecánicas de los aceros son las características más importantes para su aplicación en estructuras, debido a que el diseño y la fabricación de este tipo de estructuras se basan en su conocimiento. Aunque lo que interesa principalmente al diseñador o al proyectista son las características mecánicas de los aceros estructurales, la composición química es un índice de calidad de estos, y puede, a partir de ésta, determinar con bastante aproximación las propiedades mecánicas.

2.2.2.1. Resistencia

El acero estructural es un material homogéneo e isótropo de calidad uniforme que permite soportar grandes esfuerzos, por lo que en la mayoría de los casos se obtienen miembros con espesores relativamente pequeños en comparación con sus otras dimensiones.

Estas propiedades le dan mayores niveles de seguridad a una estructura sobre todo cuando está sujeta a esfuerzos causados por cargas accidentales, principalmente sismo o viento, ya que estas fuerzas pueden ocasionar inversiones de esfuerzos.

La resistencia a las diversas solicitaciones de los miembros estructurales de acero depende de la forma del diagrama esfuerzo-deformación, y particularmente de los esfuerzos de fluencia **Fy** y de ruptura en tensión **Fu**.

En el diseño de una estructura se buscará el equilibrio entre fuerzas externas e internas de tal manera que se obtenga una estructura resistente a las solicitaciones actuantes.

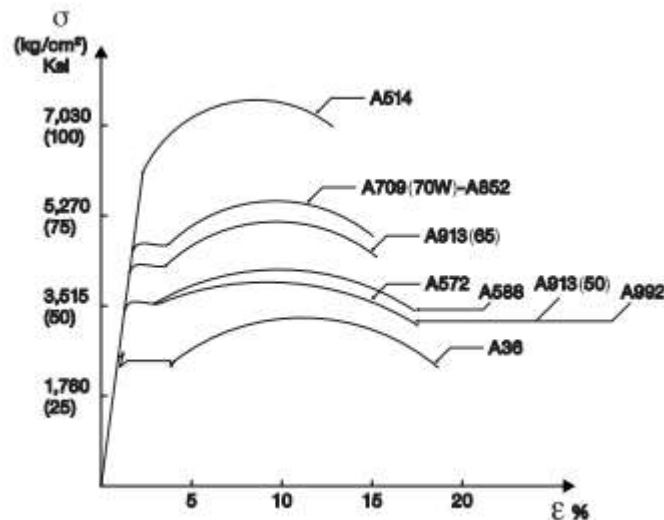


Imagen 4. Grafica esfuerzo – deformación para varios grados de acero estructural.

La dirección en que se laminan los perfiles estructurales y placas es la de mayor interés en el diseño de las estructuras, por lo que el esfuerzo de fluencia en esa dirección, determinado por medio de ensayos estándar de tensión, es la propiedad mecánica que decide, en la mayoría de los casos, el tipo de acero que ha de emplearse.

2.2.2.2. Ductilidad

El acero es un material dúctil por naturaleza, que tiene además un comportamiento estable bajo inversiones de carga y tiene una relación resistencia- peso conveniente.

El acero puede aceptar deformaciones importantes más allá del límite elástico sin fallar, tiene pues capacidad para permitir las deformaciones inelásticas que puedan requerirse. Puede utilizarse para construir estructuras estáticamente indeterminadas que satisfagan los requisitos de diseño sísmico. Es, por consiguiente, muy conveniente para construcciones ubicadas en zonas de alta sismicidad. No obstante, la ductilidad intrínseca del acero no se conserva necesariamente en la estructura terminada, por lo que debe procederse con mucho cuidado durante el diseño y la construcción para evitar la pérdida de esta propiedad.

Es esta propiedad, característica intrínseca del acero estructural, que no exhibe en forma completamente clara ningún otro material de construcción, y que hace posible la aplicación del análisis plástico al diseño de estructuras.

El hecho de que el acero estructural sea dúctil no implica que la estructura fabricada con este material sea también dúctil; por el contrario, para lograrlo deben tomarse en cuenta una serie de precauciones, a veces no fáciles de conseguir, que son los que hacen que una estructura de acero pueda considerarse adecuada para funcionar en zonas sísmicas.

La ductilidad depende fundamentalmente de la composición química del acero, de la estructura metalográfica y de la forma, tamaño y distribución de las inclusiones no metálicas y de segregaciones. Esta propiedad ha adquirido una importancia fundamental en los criterios actuales de diseño sísmico de estructuras.

2.2.2.3. Soldabilidad

La soldabilidad se define como el conjunto de propiedades que tiene un acero estructural para permitir efectuar uniones o conexiones soldadas que presenten características suficientes de continuidad metalúrgica, tomando en cuenta que esta propiedad debe definirse respecto a un proceso de soldadura determinado. Las características del acero, y particularmente su composición química influyen de manera importante en la soldabilidad.

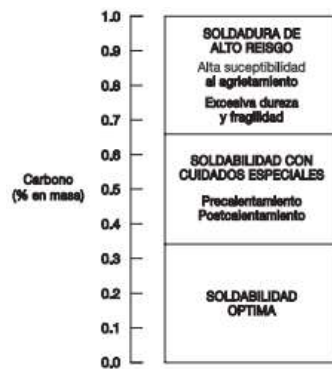


Imagen 5. Efecto del carbono en la soldabilidad del acero.

2.2.2.4. Tenacidad

Es la medida de energía por unidad de volumen necesaria para deformar un cuerpo hasta el momento de la fractura. Esta propiedad tiene importancia especial en el diseño sismorresistente.

Los aceros estructurales son tenaces, es decir, poseen resistencia y ductilidad. Un miembro de acero cargado hasta que se presentan grandes deformaciones será aun capaz de resistir grandes fuerzas. Ésta es una característica muy importante porque implica que los miembros de acero pueden someterse a grandes deformaciones durante su fabricación y montaje, sin fracturarse, siendo posible doblarlos, martillarlos, cortarlos y taladrarlos sin daño aparente. La propiedad de un material para absorber energía en grandes cantidades se denomina tenacidad.



Los factores que influyen en la tenacidad del acero son: composición química, estructura metalográfica, inclusiones no metálicas y segregaciones. Con relación a la composición química del acero, la presencia de elementos fragilizantes como el carbono, fósforo, nitrógeno, actúan en desventaja de la tenacidad. La presencia de estructuras frágiles y la presencia de grano grueso influyen de manera perjudicial en la tenacidad del acero

2.2.2.5. Elasticidad

Propiedad en virtud de la cual el acero se deforma de manera proporcional a la carga aplicada y recupera su forma original una vez ha cesado la acción de la carga (antes de llegar a su límite elástico).

2.2.2.6. Durabilidad

Si el mantenimiento de las estructuras de acero es adecuado durarán indefinidamente. Investigaciones realizadas en los aceros modernos, indican que bajo ciertas condiciones no se requiere ningún mantenimiento a base de pintura.

2.2.3. Clasificación de acuerdo con su composición

Acero carbonizado: es la aplicación de un recubrimiento de zinc a una lámina, solera, alambre o productos metálicos prefabricados de hierro o acero, para protegerlo contra muchos tipos de corrosión.

Acero inoxidable: son acero de alta aleación que contiene más del 10% de cromo. Se caracteriza por su resistencia al calor, a la oxidación y la corrosión. Resistencia a tensión, o límite de fluencia de los aceros usados en nuestro país.

2.2.4. Tipos de acero estructural

En los últimos años, la producción del acero a nivel mundial ha tenido cambios significativos. Actualmente existen en el mercado nacional e internacional una gran variedad de tipos de acero que se usan abundantemente en la industria de la construcción, naval, mecánica, petrolera y en diversas estructuras especiales, y que evolucionaron debido a las necesidades derivadas de los avances tecnológicos acelerados en los diversos campos de la ingeniería.

Los aceros estructurales laminados en caliente se producen en forma de placas, barras y perfiles de diversas formas.

Las normas aprobadas por la ASTM para placas y perfiles laminados en caliente son A36, A529, A572, A242, A588, A709, A514, A852, A913 y A992. La norma A709 es especial, en ella se definen aceros convenientes para la construcción de puentes.

2.2.4.1. ASTM A-36

Esta norma es aplicable a una gran variedad de perfiles estructurales laminados en caliente y a placas de la misma calidad que aún están disponibles en el mercado mexicano. Tiene un esfuerzo de fluencia de 2 530 kg/cm² (250 MPa, 36 ksi) y un esfuerzo mínimo de ruptura en tensión de 4 080 kg/cm² a 5 620 kg/cm² (400 a 550 MPa, 58 a 80 ksi), y su soldabilidad es adecuada. Se desarrolló desde hace muchos años en Estados Unidos para la fabricación de estructuras remachadas, atornilladas y soldadas, mejorando el contenido de carbono de los aceros disponibles en aquella época, como el ASTM A7.

Con la innovación de este tipo de acero, las conexiones soldadas empezaron a desplazar a las remachadas que pronto desaparecieron.

2.2.4.2. ASTM A529.

El ASTM A529 se usa con mucha frecuencia en la construcción de edificios de acero, también es un grado de acero común en barras y perfiles (ángulos, canales de calidad estructural). El acero A529 básico incluye grado 50 para perfiles de los grupos 1 y 2 de la ASTM; placas hasta de una pulgada de grueso y 12 pulgadas de ancho (25x300 mm) y barras hasta de 2 1/2 in (64 mm) de grueso. Los esfuerzos F_y y F_u mínimos son 42 y 60-85 ksi (2 950 y 4 220 a 5 975 kg/cm²).

2.2.4.3. ASTM A572

Este acero está disponible en varios grados dependiendo del tamaño del perfil y grueso de la placa. El grado 50, con $F_y = 345$ MPa o 50 ksi (3 515 kg/cm²) y $F_u = 450$ MPa o 65 ksi (4 570 kg/cm²) está disponible en todos los tamaños y espesores de placa hasta 100 mm (4 in). Este es el grado de acero estructural más utilizado actualmente en el mercado estadounidense, aunque está siendo sustituido rápidamente por el acero A992 en perfiles tipo W.

2.2.4.4. ASTM A992.

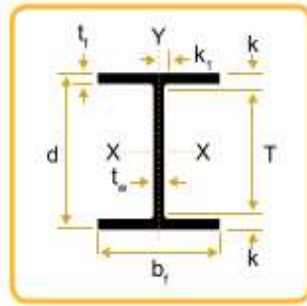
El A992 es la adición más reciente (1998) de la lista de aceros estructurales en Estados Unidos. Se produjo para usarse en construcción de edificios, y está disponible solamente en perfiles tipo W. Para propósitos prácticos se trata de un acero A572 grado 50 con requisitos adicionales. Específicamente, además de un esfuerzo de fluencia mínimo especificado de 345 MPa o 50 ksi (3 515 kg/cm²), el A992 también proporciona un límite superior de F_y de 65 ksi (4 570 kg/cm²). La relación F_y / F_u no es mayor de 0.85 y el carbono equivalente no excede de 0.50. Ofrece características excelentes de soldabilidad y ductilidad. En la fabricación de estructuras metálicas fabricadas con aceros de alta resistencia ASTM A529, 572 y 992 se recomienda utilizar electrodos E 7018 (Resistencia mínima a la ruptura en tensión del metal de soldadura, $F_{EXX} = 70$ ksi = 4 920 kg/cm², el 1 corresponde a electrodos adecuados para cualquier posición: plana, horizontal, vertical o sobre cabeza y el número 8 se refiere a las características de la corriente que debe emplearse y a la naturaleza del recubrimiento). El recubrimiento de este electrodo se caracteriza por tener un bajo contenido de hidrógeno y alto porcentaje de polvo de hierro.

2.3. Estructuras de Acero

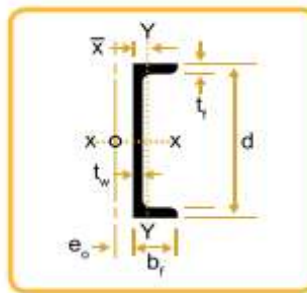
2.3.1. Perfiles de Acero

Los perfiles estructurales de acero según el AHMSA (Empresa siderúrgica más grande de México) cumplen con las más estrictas normas internacionales de calidad. Los procesos y áreas involucradas para la producción de vigas de Acero Perfil Rectangular IPR (IR), Canales de Acero Perfil Estándar CPS (CE) y Ángulos de Acero Perfil Estándar APS (LI y LD) cuentan con la certificación integral bajo las normas ISO 9001:2000, ISO-14001 y OHSAS 18001 contempladas en nuestro Sistema de Administración AHMSA (SAA).

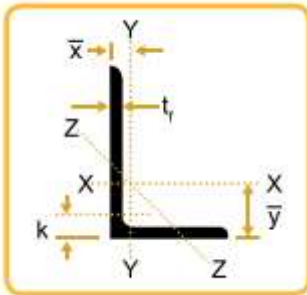
- Perfil rectangular IPR (IR)



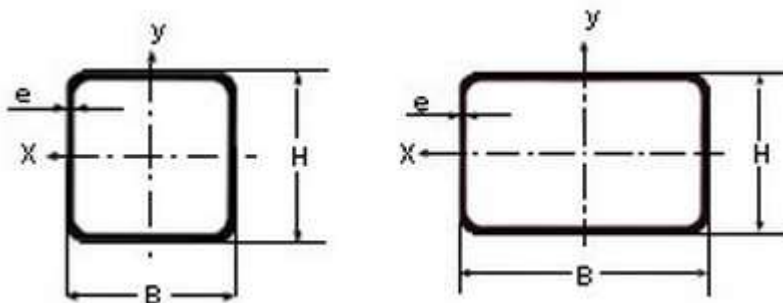
- Perfil Canal CPS (CE)



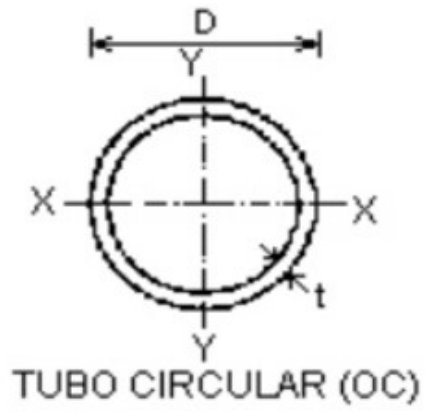
- Perfil de angular APS (LI y LD)



- Perfil tubular rectangular PTR (HSS)



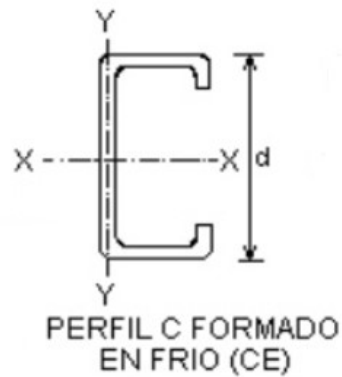
- Perfil tubular circular (OC)



- Redondo solido liso (OS)



-Perfil C formado en frio (CE)



Capítulo 3. Concreto

3.1. Introducción

El concreto es un material durable y resistente, por eso es uno de los materiales de más uso en la construcción a nivel regional y mundial, debido a que se trabaja en su forma líquida, prácticamente puede adquirir cualquier forma.

Presenta dos características básicas que lo hacen diferente al resto de los materiales: en primer lugar, puede ser preparado al momento, ya sea por los mismos ingenieros de obra o en una planta de premezclado, debiendo en ambos casos conocer las cantidades de material a mezclar para obtener el concreto apropiado; y en segundo lugar, el concreto debe cumplir con los requisitos en dos estados, el fresco y el endurecido, en el primero básicamente de consistencia y cohesión, y en el segundo de resistencia y durabilidad.

El concreto de uso común o convencional, se produce mediante la mezcla de tres componentes esenciales: cemento, agua y agregados, a los cuales eventualmente se incorpora un cuarto componente aditivo.

Al mezclar estos componentes y producir lo que se conoce como una revoltura de concreto, se introduce de manera simultánea un quinto participante representado por el aire.

La mezcla íntima de los componentes del concreto convencional produce una masa plástica que puede ser moldeada y compactada con relativa facilidad; pero gradualmente pierde esta característica hasta que al cabo de algunas horas se torna rígida y comienza a adquirir el aspecto, comportamiento y propiedades de un cuerpo sólido, para convertirse finalmente en el material mecánicamente resistente que es el concreto endurecido.

3.2. Definición

Es un material compuesto empleado en construcción, formado esencialmente por un aglomerante al que se añade partículas o fragmentos de un agregado, agua y aditivos específicos.

El aglomerante es en la mayoría de las ocasiones cemento (generalmente cemento Portland) mezclado con una proporción adecuada de agua para que se produzca una reacción de hidratación. Las partículas de agregados, dependiendo fundamentalmente de su diámetro medio, son los agregados (que se clasifican en grava, gravilla y arena). La sola mezcla de cemento con arena y agua (sin la participación de un agregado) se denomina mortero. Existen concretos que se producen con otros conglomerantes que no son cemento, como el concreto asfáltico que utiliza betún para realizar la mezcla.

El cemento es un material pulverulento que por sí mismo no es aglomerante, y que, mezclado con agua, al hidratarse se convierte en una pasta moldeable con propiedades adherentes, que en pocas horas fragua y se endurece, tornándose en un material de consistencia pétreo. El cemento consiste esencialmente en silicato cálcico hidratado (S-C-H). Este compuesto es el principal responsable de sus características adhesivas. Se denomina cemento hidráulico cuando el cemento, resultante de su hidratación, es estable

en condiciones de entorno acuosas. Además, para poder modificar algunas de sus características o comportamiento, se pueden añadir aditivos y adiciones (en cantidades inferiores al 1 % de la masa total del concreto), existiendo una gran variedad de ellos: colorantes, aceleradores y retardadores de fraguado, fluidificantes, impermeabilizantes, fibras, etc.

3.3. Componentes

3.3.1. Aglomerante (Cemento)

Los cementos son productos que amasados con agua fraguan y endurecen formándose nuevos compuestos resultantes de reacciones de hidratación que son estables tanto al aire como sumergidos en agua.

Hay varios tipos de cementos. Las propiedades de cada uno de ellos están íntimamente asociadas a la composición química de sus componentes iniciales, que se expresa en forma de sus óxidos, y que según cuales sean formaran compuestos resultantes distintos en las reacciones de hidratación.

Cada tipo de cemento está indicado para unos usos determinados; también las condiciones ambientales determinan el tipo y clase del cemento afectando a la durabilidad de los concretos. Los tipos y denominaciones de los cementos y sus componentes están normalizados y sujetos a estrictas condiciones. Además del tipo de cemento, el segundo factor que determina la calidad del cemento es su clase o resistencia a compresión a 28 días. Esta se determina en un mortero normalizado y expresa la resistencia mínima, la cual debe ser siempre superada en la fabricación del cemento. No es lo mismo, ni debe confundirse la resistencia del cemento con la del concreto, pues la del cemento corresponde a componentes normalizados y la del concreto dependerá de todos y cada uno de sus componentes. Pero si el concreto está bien dosificado a mayor resistencia del cemento corresponde mayor resistencia del concreto.

El cemento se encuentra en polvo y la finura de su molido es determinante en sus propiedades conglomerantes, influyendo decisivamente en la velocidad de las reacciones químicas de su fraguado y primer endurecimiento. Al mezclarse con el agua los granos de cemento se hidratan solo en una profundidad de 0,01 mm, por lo que si los granos fuesen muy gruesos el rendimiento de la hidratación sería pequeño al quedar en el interior un núcleo inerte. Sin embargo, una finura excesiva provoca una retracción y calor de hidratación elevados. Además, dado que las resistencias aumentan con la finura hay que llegar a una solución de compromiso, el cemento debe estar finamente molido, pero no en exceso.

El almacenamiento de los cementos a granel se realiza en silos estancos que no permitan la contaminación del cemento y deben estar protegidos de la humedad. En los cementos suministrados en sacos, el almacenamiento debe realizarse en locales cubiertos, ventilados, protegidos de la lluvia y del sol. Un almacenamiento prolongado puede provocar la hidratación de las partículas más finas por meteorización perdiendo su valor hidráulico y que supone un retraso del fraguado y disminución de resistencias.

El cemento Portland se obtiene al calcinar a unos 1500 °C mezclas preparadas artificialmente de calizas y arcillas. El producto resultante, llamado Clinker, se muele añadiendo una cantidad adecuada de regulador de fraguado, que suele ser piedra de yeso natural.

La composición química media de un portland, está formada por un 62,5 % de CaO (cal combinada), un 21 % de SiO₂ (sílice), un 6,5 % de Al₂O₃ (alúmina), un 2,5 % de Fe₂O₃ (hierro) y otros minoritarios. Estos cuatro componentes son los principales del cemento, de carácter básico la cal y de carácter ácido los otros tres. Estos componentes no se encuentran libres en el cemento, sino combinados formando silicatos, aluminatos y ferritos cálcicos, que son los componentes hidráulicos del mismo o componentes potenciales.

3.3.2. Agregados gruesos y finos

Los agregados deben poseer por lo menos la misma resistencia y durabilidad que se exija al concreto. No se deben emplear calizas blandas, feldespatos, yesos, piritas o rocas friables o porosas. Para la durabilidad en medios agresivos serán mejores los agregados silíceos, los procedentes de la trituración de rocas volcánicas o los de calizas sanas y densas.

El agregado que tiene mayor responsabilidad en el conjunto es la arena, sin esta no es posible hacer un buen concreto. Las mejores arenas son las de río, que normalmente son cuarzo puro, por lo que aseguran su resistencia y durabilidad.

Con agregados naturales rodados, los concretos son más trabajables y requieren menos agua de amasado que los agregados de trituración, teniéndose además la garantía de que son piedras duras y limpias. Los agregados machacados procedentes de trituración, al tener más caras de fractura cuestan más ponerlos en obra, pero se traban mejor y se refleja en una mayor resistencia.

Si los agregados rodados están contaminados o mezclados con arcilla, es imprescindible lavarlos para eliminar la camisa que envuelve los granos y que disminuiría su adherencia a la pasta de concreto. De igual manera los agregados de trituración suelen estar rodeados de polvo de machaqueo que supone un incremento de finos al concreto, precisa más agua de amasado y darán menores resistencias por lo que suelen lavarse.

Los agregados que se emplean en concretos se obtienen mezclando tres o cuatro grupos de distintos tamaños para alcanzar una granulometría óptima. Tres factores intervienen en una granulometría adecuada: el tamaño máximo del agregado, la compacidad y el contenido de granos finos. Cuando mayor sea el tamaño máximo del agregado, menores serán las necesidades de cemento y de agua, pero el tamaño máximo viene limitado por las dimensiones mínimas del elemento a construir o por la separación entre acero, ya que esos huecos deben quedar rellenos por el concreto y, por tanto, por los agregados de mayor tamaño. En una mezcla de agregados una compacidad elevada es aquella que deja pocos huecos; se consigue con mezclas pobres en arenas y gran proporción de agregados gruesos, precisando poca agua de amasado; su gran dificultad es conseguir compactar el concreto, pero si se dispone de medios suficientes para ello el resultado son

concretos muy resistentes. En cuanto al contenido de granos finos, estos hacen la mezcla más trabajable, pero precisan más agua de amasado y de cemento. En cada caso hay que encontrar una fórmula de compromiso teniendo en cuenta los distintos factores.

3.3.3. Agua

El agua de amasado interviene en las reacciones de hidratación del cemento. La cantidad de esta debe ser la estricta necesaria, pues la sobrante que no interviene en la hidratación del cemento se evaporará y creará huecos en el concreto disminuyendo la resistencia de este. Puede estimarse que cada litro de agua de amasado de exceso supone anular dos kilos de cemento en la mezcla. Sin embargo, una reducción excesiva de agua originaría una mezcla seca, poco manejable y muy difícil de colocar en obra. Por ello es un dato muy importante fijar adecuadamente la cantidad de agua.

Las características del agua para el concreto deben ser evaluadas para que no produzca reacciones adversas en la mezcla, es por ello por lo que se debe realizar análisis fisicoquímicos para garantizar su calidad. En la práctica un indicador simple es la potabilidad del agua, con ello podemos determinar si el agua es adecuada para su uso en la mezcla o no.

Durante el fraguado y primer endurecimiento del concreto se añade el agua de curado para evitar la desecación y mejorar la hidratación del cemento.

Ambas, el agua destinada al amasado, como la destinada al curado deben ser aptas para cumplir su función. El agua de curado es muy importante que sea apta pues puede afectar más negativamente a las reacciones químicas cuando se está endureciendo el concreto. Normalmente el agua apta suele coincidir con la potable y están normalizados una serie de parámetros que debe cumplir. Así en la normativa está limitado el pH, el contenido en sulfatos, en ion cloro y los hidratos de carbono.

Cuando una masa es excesivamente fluida o muy seca hay peligro de que se produzca el fenómeno de la segregación (separación del concreto en sus componentes: agregados, cemento y agua). Suele presentarse cuando se descarga el concreto con caídas de material superiores a los 2 metros.

3.3.4. Adicionales

Los componentes básicos del concreto son cemento, agua y agregados; otros componentes minoritarios que se pueden incorporar son: adiciones, aditivos, fibras, cargas y pigmentos.

Pueden utilizarse como componentes del concreto los aditivos y adiciones, siempre que, mediante los oportunos ensayos, se justifique que la sustancia agregada en las proporciones y condiciones previstas produce el efecto deseado sin perturbar excesivamente las restantes características del concreto ni representar peligro para la durabilidad del concreto ni para la corrosión del acero.

Las adiciones son materiales inorgánicos, puzolánicos o con hidraulicidad latente que, finamente molidos, pueden ser añadidos al concreto en el momento de su fabricación, con el fin de mejorar alguna de sus propiedades o conferirle propiedades especiales. La EHE

recoge únicamente la utilización de las cenizas volantes y el humo de sílice, determinando sus limitaciones. Está compuesto de piedra caliza triturada en pedazos muy pequeños como el polvo, y de otros materiales como químicos.

Los aditivos son sustancias o productos que se incorporan al concreto, antes o durante el amasado, produciendo la modificación de alguna de sus características, de sus propiedades habituales o de su comportamiento.

3.4. Características

3.4.1. Mecánicas

La principal característica estructural del concreto es resistir muy bien los esfuerzos de compresión. Sin embargo, tanto su resistencia a la compresión como al esfuerzo cortante son relativamente bajas, por lo cual se debe utilizar en situaciones donde las sollicitaciones por compresión o cortante sean muy bajas. Para determinar la resistencia se preparan ensayos mecánicos (ensayos de rotura) sobre probetas de concreto.

Para superar este inconveniente, se "arma" el concreto introduciendo barras de acero, conocido como concreto armado, o concreto reforzado, permitiendo soportar los esfuerzos cortantes y de compresión con las barras de acero. Es usual, además, disponer barras de acero reforzando zonas o elementos fundamentalmente comprimidos, como es el caso de los pilares. Los intentos de compensar las deficiencias del concreto a compresión y cortante originaron el desarrollo de una nueva técnica constructiva a principios del siglo XX, la del concreto armado. Así, introduciendo antes del fraguado alambres de alta resistencia tensados en el concreto, este queda comprimido al fraguar, con lo cual las tracciones que surgirían para resistir las acciones externas se convierten en descompresiones de las partes previamente comprimidas, resultando muy ventajoso en muchos casos. Para el pretensado se utilizan aceros de muy alto límite elástico, dado que el fenómeno denominado fluencia lenta anularía las ventajas del pretensado. Posteriormente se investigó la conveniencia de introducir tensiones en el acero de manera deliberada y previa al fraguado del concreto de la pieza estructural, desarrollándose las técnicas del concreto pretensado y el concreto postensado.

Los aditivos permiten obtener concretos de alta resistencia; la inclusión de monómeros y adiciones para concreto aportan múltiples mejoras en las propiedades del concreto.

Cuando se proyecta un elemento de concreto armado se establecen las dimensiones, el tipo de concreto, la cantidad, calidad, aditivos, adiciones y disposición del acero que hay que aportar en función los esfuerzos que deberá resistir cada elemento. Un diseño racional, la adecuada dosificación, mezcla, colocación, consolidación, acabado y curado, hacen del concreto un material idóneo para ser utilizado en construcción, por ser resistente, durable, incombustible, casi impermeable, y requerir escaso mantenimiento. Como puede ser moldeado fácilmente en amplia variedad de formas y adquirir variadas texturas y colores, se utiliza en multitud de aplicaciones.

3.4.2. Físicas

-Densidad: en torno a 2350 kg/m³

-Resistencia a compresión: de 150 a 500 kg/cm² (15 a 50 MPa) para el concreto ordinario. Existen concretos especiales de alta resistencia que alcanzan hasta 1,000 kg/cm² (100 MPa).

-Resistencia a compresión: proporcionalmente baja, es del orden de un décimo de la resistencia a compresión y, generalmente, poco significativa en el cálculo global.

-Tiempo de fraguado: dos horas, aproximadamente, variando en función de la temperatura y la humedad del ambiente exterior.

-Tiempo de endurecimiento: progresivo, dependiendo de la temperatura, humedad y otros parámetros.

-De 24 a 48 horas, adquiere la mitad de la resistencia máxima; en una semana 3/4 partes, y en 4 semanas prácticamente la resistencia total de cálculo.

-Dado que el concreto se dilata y contrae en magnitudes semejantes al acero, pues tienen parecido coeficiente de dilatación térmico, resulta muy útil su uso simultáneo en obras de construcción; además, el concreto protege al acero de la oxidación al recubrirlo.

3.4.3. Fraguado y endurecimiento

La pasta del concreto se forma mezclando cemento artificial y agua debiendo embeber totalmente a los agregados. La principal cualidad de esta pasta es que fragua y endurece progresivamente, tanto al aire como bajo el agua.

El proceso de fraguado y endurecimiento es el resultado de reacciones químicas de hidratación entre los componentes del cemento. La fase inicial de hidratación se llama fraguado y se caracteriza por el paso de la pasta del estado fluido al estado sólido. Esto se observa de forma sencilla por simple presión con un dedo sobre la superficie del concreto. Posteriormente continúan las reacciones de hidratación alcanzando a todos los constituyentes del cemento que provoquen el endurecimiento de la masa y que se caracterice por un progresivo desarrollo de resistencias mecánicas.

El fraguado y endurecimiento no son más que dos estados separados convencionalmente; en realidad solo hay un único proceso de hidratación continuo.

En el cemento portland, el más frecuente empleado en los concretos, el primer componente en reaccionar es el aluminato tricíclico con una duración rápida y corta (hasta 7-28 días). Después el silicato tricíclico, con una aportación inicial importante y continua durante bastante tiempo. A continuación el silicato bicíclico con una aportación inicial débil y muy importante a partir de los 28 días.

El fenómeno físico de endurecimiento no tiene fases definidas. El cemento está en polvo y sus partículas o granos se hidratan progresivamente, inicialmente por contacto del agua con la superficie de los granos, formándose algunos compuestos cristalinos y una gran

parte de compuestos microcristalinos asimilables a coloides que forman una película en la superficie del grano. A partir de entonces el endurecimiento continúa dominado por estas estructuras coloidales que envuelven los granos del cemento y a través de las cuales progresa la hidratación hasta el núcleo del grano.

El hecho de que pueda regularse la velocidad con que el cemento amasado pierde su fluidez y se endurece, lo hace un producto muy útil en construcción. Una reacción rápida de hidratación y endurecimiento dificultaría su transporte y una cómoda puesta en obra rellenando todos los huecos en los elementos cimbrados. Una reacción lenta aplazaría de forma importante el desarrollo de resistencias mecánicas. En las fábricas de cemento se consigue controlando la cantidad de yeso que se añade al Clinker de cemento. En la planta de concreto, donde se mezcla la pasta de cemento y agua con los agregados, también se pueden añadir productos que regulan el tiempo de fraguado.

En condiciones normales un concreto portland normal comienza a fraguar entre 30 y 45 minutos después de que ha quedado en reposo en los moldes y termina el fraguado trascurridas sobre 10 o 12 horas. Después comienza el endurecimiento que lleva un ritmo rápido en los primeros días hasta llegar al primer mes, para después aumentar más lentamente hasta llegar al año donde prácticamente se estabiliza.

3.4.4. Resistencia

En el proyecto previo de los elementos, la resistencia característica (f_c) del concreto es aquella que se adopta en todos los cálculos como resistencia a compresión de este, y dando por hecho que el concreto que se ejecutará resistirá ese valor, se dimensionan las medidas de todos los elementos estructurales.

La resistencia característica de proyecto (f_c) establece por tanto el límite inferior, debiendo cumplirse que cada amasada de concreto colocada tenga esa resistencia como mínimo. En la práctica, en la obra se realizan ensayos estadísticos de resistencias de los concretos que se colocan y el 95 % de los mismos debe ser superior a f_c , considerándose que, con el nivel actual de la tecnología del concreto, una fracción defectuosa del 5 % es perfectamente aceptable.

La resistencia del concreto a compresión se obtiene en ensayos de rotura por compresión de probetas cilíndricas normalizadas realizados a los 28 días de edad y fabricadas con las mismas amasadas puestas en obra.

3.4.5. Consistencia

La consistencia es la mayor o menor facilidad que tiene el concreto fresco para deformarse y consiguientemente para ocupar todos los huecos del molde o cimbra. Influyen en ella distintos factores, especialmente la cantidad de agua de amasado, pero también el tamaño máximo del árido, la forma de los agregados y su granulometría.

La consistencia se fija antes de la puesta en obra, analizando cual es la más adecuada para la colocación según los medios que se dispone de compactación. Se trata de un parámetro fundamental en el concreto fresco.

Entre los ensayos que existen para determinar la consistencia, el más empleado es el cono de Abrams. Consiste en llenar con concreto fresco un molde troncocónico de 30 cm de altura. La pérdida de altura que se produce cuando se retira el molde, es la medida que define la consistencia.

3.4.6. Durabilidad

La durabilidad del concreto se define en como la capacidad para comportarse satisfactoriamente frente a las acciones físicas y químicas agresivas a lo largo de la vida útil de la estructura protegiendo también el acero y elementos metálicos embebidos en su interior.

Por tanto, no solo hay que considerar los efectos provocados por las cargas y solicitaciones, sino también las condiciones físicas y químicas a las que se expone. Por ello se considera el tipo de ambiente en que se va a encontrar la estructura y que puede afectar a la corrosión del acero, ambientes químicos agresivos, zonas afectadas por ciclos de hielo-deshielo, etc.

Para garantizar la durabilidad del concreto y la protección del acero frente a la corrosión es importante realizar un concreto con una permeabilidad reducida, realizando una mezcla con una relación agua/cemento baja, una compactación idónea, un peso en cemento adecuado y la hidratación suficiente de éste añadiendo agua de curado para completarlo. De esta forma se consigue que haya los menos poros posibles y una red capilar interna poco comunicada y así se reducen los ataques al concreto.

En los casos de existencia de sulfatos en el terreno o de agua de mar se deben emplear cementos especiales. Para prevenir la corrosión del acero hay que cuidar el recubrimiento mínimo de las mismas.

3.5. Tipos de Concreto

La norma **NMX-C-414-ONNCCE-2014**, de la industria de la construcción la cual habla sobre cementos hidráulicos - especificaciones y métodos de prueba, los cementos se clasifican de acuerdo a sus componentes, resistencia y características especiales.

Por sus componentes:

- CPO**: Cemento Portland ordinario
- CPP**: Cemento Portland puzolanico
- CPEG**: Cemento Portland con escoria granulada de alto horno
- CPC**: Cemento Portland compuesto
- CPS**: Cemento portland con humo de sílice
- CEG**: Cemento con escoria granulada de alto horno

Por su clase resistente:

- 20**: Corresponde al cemento con una resistencia mínima a los 28 días de 204 kg/cm^2 .
- 30**: Corresponde al cemento con una resistencia mínima a los 28 días de 306 kg/cm^2 .

-30R: Corresponde al cemento con una resistencia inicial mínima a los 3 días de 204 kg/cm².

-40: Corresponde al cemento con una resistencia mínima a los 28 días de 408 kg/cm².

-40R: Corresponde al cemento con una resistencia inicial mínima a los 3 días de 306 kg/cm².

Por características especiales:

-RS: Resistente a sulfatos

-BRA: Baja reactividad álcali agregado

-BCH: Bajo calor de hidratación

-B: Blanco

Capítulo 4. Aplicación de comparativa para proyecto N.S.J. #828

4.1. Ubicación del Predio

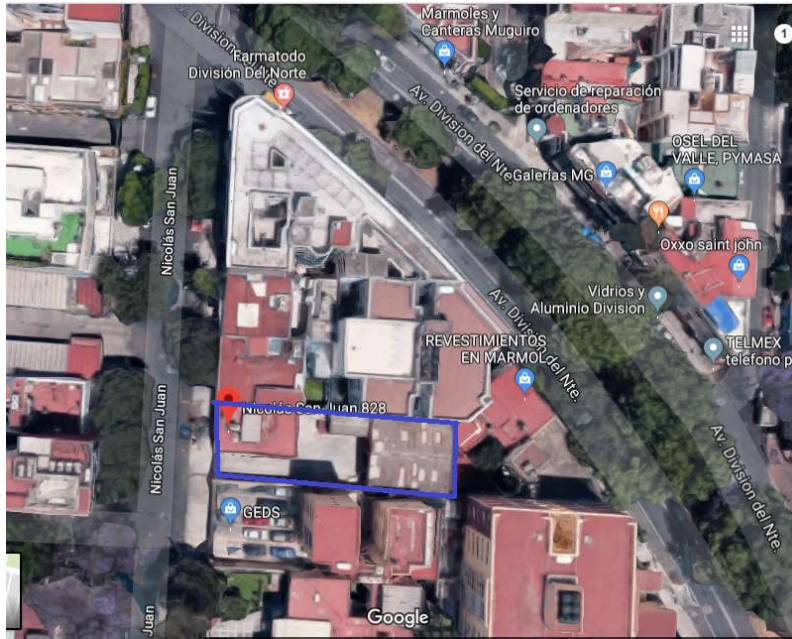


Imagen 6. Ubicación satelital del predio.

El predio a realizar la ejecución de obra es en la calle Nicolás San Juan #828, Col. Del Valle, Del. Benito Juárez, Ciudad de México, México.

El proyecto colinda al norte con una vivienda de 2 niveles de aproximadamente de unos 30 años con cimentación superficial, de igual forma al norte colinda con 2 torres de 6 niveles y 1 sótano estructuradas a base de concreto reforzado con una cimentación a base de un cajón, al Este con una vivienda de 2 niveles aproximadamente de unos 40 años de antigüedad con una cimentación superficial, del lado del sur del predio se colinda con 2 torres de 6 niveles de aproximadamente unos 35 años de antigüedad con una cimentación superficial.



Imagen 7. Perspectiva de fachada del proyecto.

4.2. Características del Proyecto

4.2.1. Arquitectónico

Las dimensiones del predio son de 12.86m de ancho x 39.43 m de largo, el proyecto constara 2 torres de departamentos de 9 niveles cada una, 2 sótanos de estacionamiento, con 5 tipos de departamentos de acuerdo a las características sumando un total de 35 departamentos, roof-garden y área de amenidades.

4.2.2. Estructural

4.2.2.1. Sistema constructivo para cimentación

De acuerdo con la mecánica de suelos por ser una obra ubicada en la zona de transición de la Ciudad de México, y por el peso de la estructura y las cargas a transmitir al suelo la cimentación propuesta para el proyecto es a base de 21 pilas coladas en sitio desplantada a los -27.00m, se realizará una excavación de -7.06m tomando como el nivel 0.00m el nivel de banqueta.

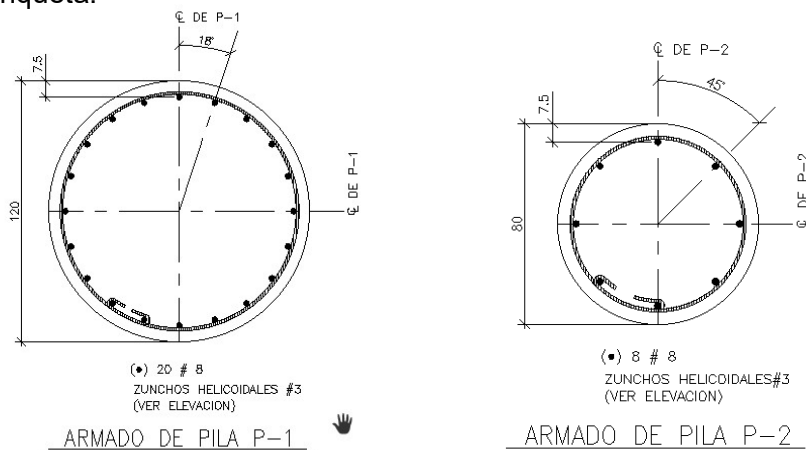


Imagen 8. Secciones de pilas

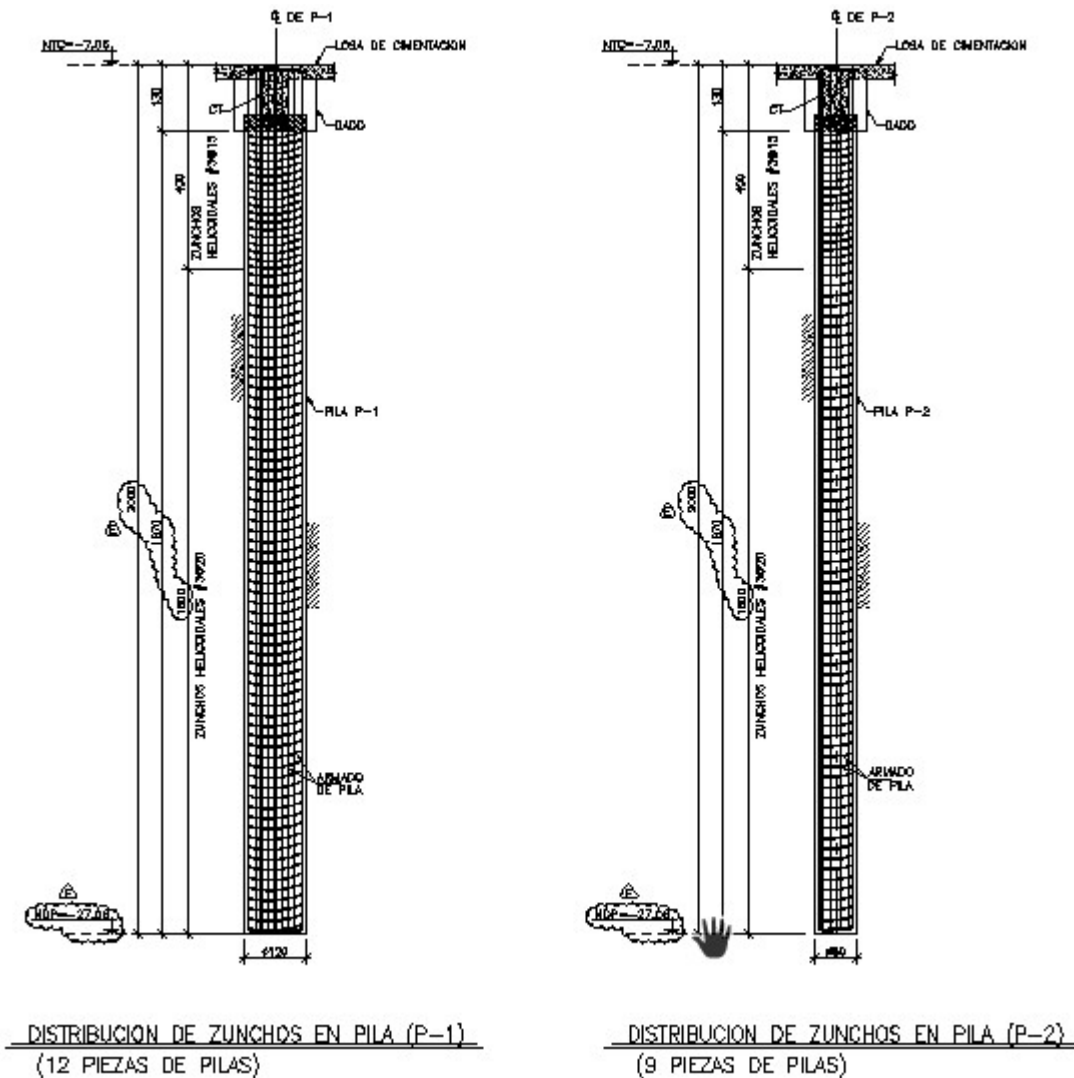


Imagen 9. Corte Longitudinal de pilas

Para la construcción de las pilas en el proyecto se utilizará una perforadora Casagrande con un bote limpiador; durante el procedimiento de perforación de pilas como el N.A.F. se encuentra a los -2.80m se empleará la elaboración de bentonita para la retención de las paredes de la excavación para evitar caídos dentro de la perforación, así como sello de lentes de arena; de igual forma se colocará un ademe metálico de 3m para la protección de la perforación.

Una vez que se concluya la perforación del elemento, se realizara el izaje del armado desde puntos estratégicos para que este no sufra esfuerzos y/o deformaciones que puedan afectar su composición, una vez colocado el acero se procede con la colocación de tubería tremí, la cual nos permite realizar el colado del elemento a la profundidad deseada; todo el procedimiento de construcción de una pila y colado se debe de ejecutar el mismo día.

4.2.2.2. Proceso para el abatimiento del nivel freático

Antes de iniciar el proceso de excavación se realizara el proceso de instalación de los pozos de bombeo para el abatimiento del nivel freático, los cuales serán 13 pozos distribuidos en el predio; el proceso consiste en la perforación de los pozos a una profundidad de 10.00m mediante el equipo Longyear (el cual se utiliza para hacer las perforaciones para el estudio de la mecánica de suelos), una vez llegado a la profundidad requerida, se procede a la colocación de la tubería de PVC de 4" preparada mediante ranuras verticales forradas con una malla tipo mosquitero, posteriormente se realiza la colocación de grava de $\frac{3}{4}$ " el cual realizara la función de filtro, una vez finalizado el vaciado de grava se procede a la instalación de las puntas eyectoras las cuales bombearan el agua del nivel freático de los 13 pozos que se captaran en un tanque de 1000 lts, para posteriormente realizar el vaciado en el drenaje de la ciudad.

Es importante mencionar que, para poder iniciar los trabajos de excavación, se tiene que haber transcurrido 2 semanas de bombeo del nivel freático; esto para que el nivel allá bajado y el material este más seco para poder ejecutar con una mayor eficiencia los trabajos de excavación y obra civil.



Imagen 10. Hincado de pozo para abatimiento del nivel freático.



Imagen 11. Captación y almacenamiento de nivel freático.

4.2.2.3. Muro Berlín para retención de empujes laterales

El sistema por utilizar para la retención de los empujes horizontales al momento de la excavación será a base de Muro Berlín el cual es una técnica en la que se construye el muro de arriba hacia abajo conforme va avanzando la excavación. Se hincan vigas a una determinada separación, se procede a excavar hasta una profundidad entre 1.00-1.50m, posteriormente se coloca lámina losacero, se rigidizan mediante contraventeo a base de varilla, se prosigue al colado mediante un mortero 1:4, entre la lámina y el terreno natural, a su vez se rigidizan las vigas verticales con vigas mdrinas. Una vez colocada las vigas mdrinas mediante troqueles a base de perfiles metálicos, a los cuales se le aplicaran una precarga de acuerdo a la magnitud de la fuerza del empuje que se tiene por parte de las colindancias para contrarrestar dichos empujes, se continúa la excavación en etapas de acuerdo a la mecánica de suelo y se continua el proceso hasta llegar al fondo de la excavación según proyecto. Una vez llegado al nivel de desplante se construye el muro de contención en la parte excavada.

Se hincarán un total de 58 viguetas en el perímetro del predio a una profundidad de 10.00m, y se tendrán 2 niveles de troqueles para la retención de los empujes del suelo.



Imagen 12. Hincado de viguetas para estructuración de muro Berlín.



Imagen 13. Armado de muro Berlín, así como la colocación de troqueles para contrarrestar los empujes horizontales.

Capítulo 5. Edificación construida a base de Estructura de Acero

5.1. Características de la estructuración

Todas las placas, barras y perfiles estructurales serán de acero A-36 con esfuerzo de fluencia $f_y = 2530 \text{ kg/cm}^2$; con excepción de las vigas IR, polines (CF) y PTR (OR), los cuales son de acero A-572 Gr. 50 con esfuerzo de fluencia $f_y = 3518 \text{ kg/cm}^2$.

Todas las anclas y pernos de anclaje serán de acero A-36 con esfuerzo de fluencia $f_y = 2530 \text{ kg/cm}^2$.

Las soldaduras deberán ser de electrodo E-70.

La tornillería considerada fue de acero A-325.

La estructura metálica la cual se utilizará para la construcción de las 2 torres las columnas se estructuró a base de perfiles serán a IR de 16" que varían su peso dependiendo del tipo y de la ubicación de cada una de ellas.

Las vigas de los entresijos y azotea vigas a base de IR que varían en sus peraltes desde 8" a 21" y en sus pesos también dependiendo del tipo y la ubicación de cada una de ellas.

Para el montaje de la estructura, de acuerdo con las restricciones del predio como son las dimensiones, las dimensiones de edificios colindantes y altura de las torres del proyecto a ejecutar se utilizará una grúa torre con una pluma de 25 m de largo, con una capacidad en la punta de 6 toneladas.

De acuerdo con los planos de montaje proporcionados ya sea por el calculista y/o la empresa encargada de realizar la fabricación de los elementos estructurales se indicará la posición de los diversos elementos que componen la estructura y se señalarán las uniones entre ellos, con indicaciones precisas para su elaboración.

5.2. Planos del Proyecto

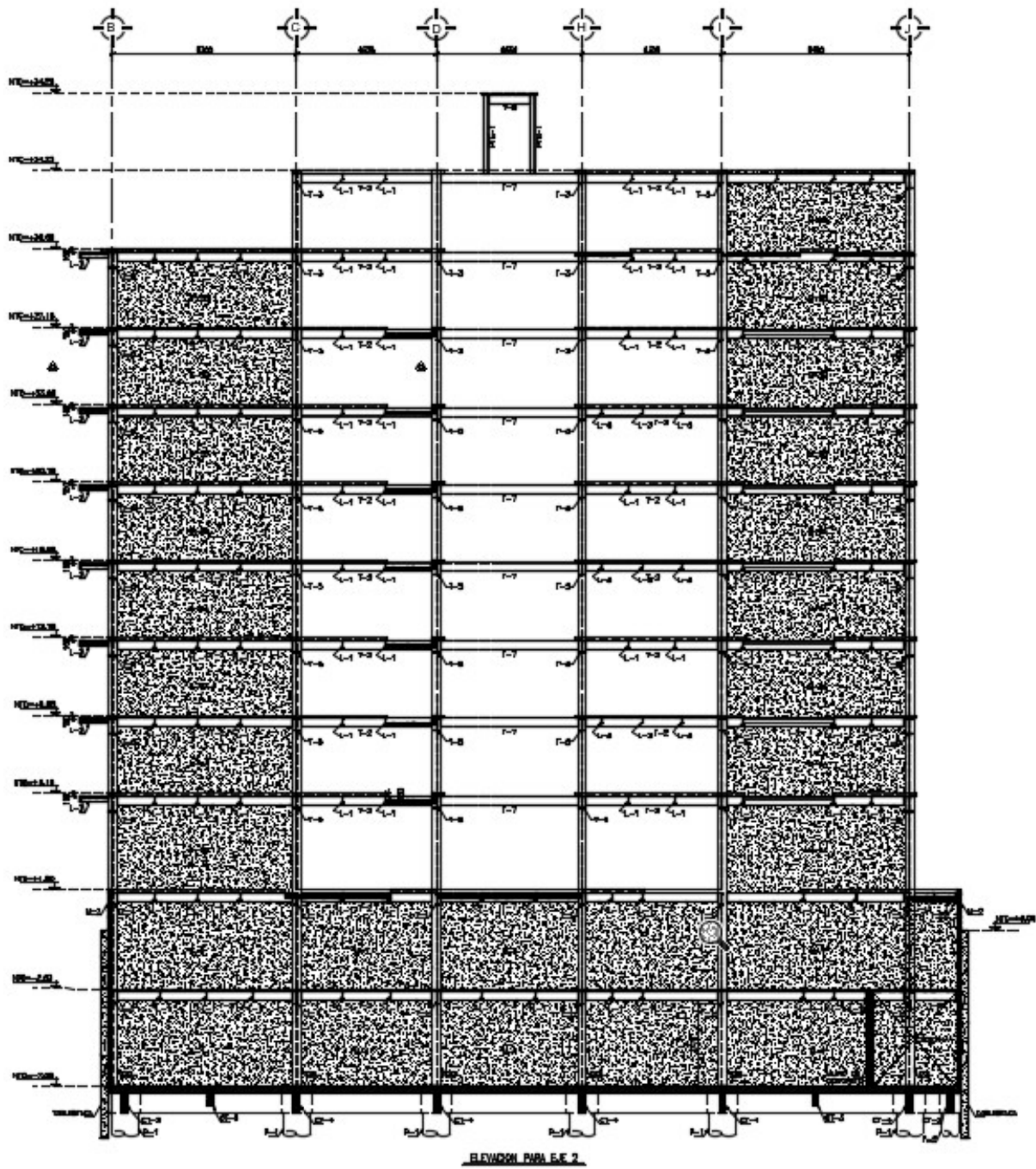


Imagen 14. Alzado estructural a base de Estructura Metálica.

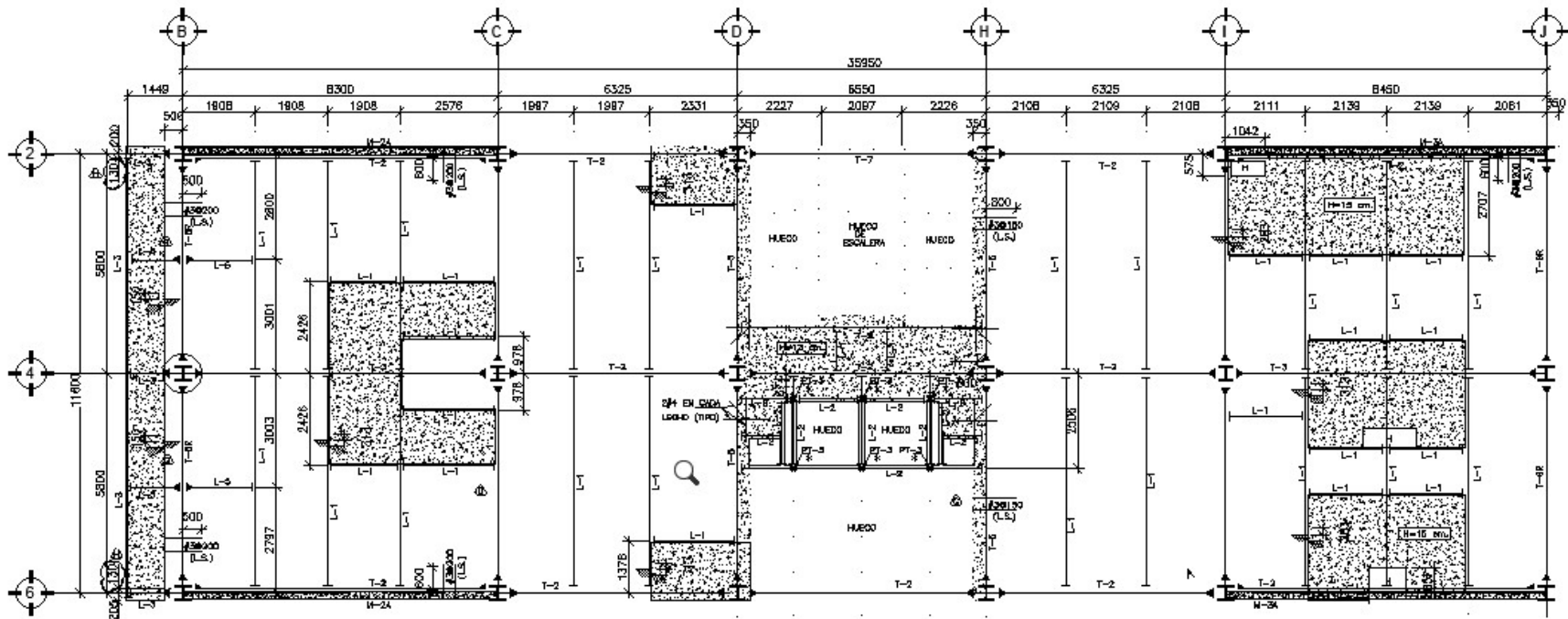


Imagen 15. Planta estructural del edificio a base de Estructura Metálica.

5.3. Presupuesto

PRESUPUESTO DE OBRA

Código	Concepto	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Importe	%
A	A					
NICSNJ01	Excavación en material tipo II con equipo mecánico; incluye carga y acarreo del material producto de la excavación a un tiro autorizado	m3	5,616.0000	\$239.59	\$1,345,537.44	3.91%
NICSNJ02	Suministro y colocación de muro Berlín a 10 mts de profundidad en el perímetro del terreno, Incluye; Habilitado y colocación de viga madrin, troqueles a base de tubular de 12" (73.88 kg/ml) materiales de insumo, mano de obra calificada, equipo y lo necesario para su correcta ejecución.	ml	108.0000	\$13,101.01	\$1,414,909.08	4.11%
NICSNJ32	Abatimiento del nivel freático a base de bombeo, incluye Instalación de sistema de bombeo por 13 puntas eyectoras a una profundidad de 14.00 mts con bomba de 15 HP, Incluye; instalación y desmantelamiento del sistema, instalaciones hidráulicas, eléctricas, mano de obra, equipo y herramienta.	mes	6.0000	\$80,562.60	\$483,375.60	1.40%
NICSNJ03	Perforación para pilas de 20 mts de profundidad x 1.20 mts de diámetro, en material tipo 2, incluye ; equipo, mano de obra calificada, materiales, carga y acarreo del material producto de la excavación, hacia el tiro autorizado	ml	298.3200	\$2,740.52	\$817,551.93	2.38%
NICSNJ04	Armado de pilas de 20 mts de profundidad x 1,20 mts de diámetro, incluye; equipo, mano de obra calificada, materiales, carga y acarreo del material producto de la excavación, hacia el tiro autorizado	kg	14,948.8200	\$23.87	\$356,828.33	1.04%
NICSNJ05	Colado de pilas de 20 mts de profundidad x 1.20 mts de diámetro con concreto f c de 250 kg/cm2 clase 1 estructural, agregado de 3/4"; incluye sobrevolumen, vibrado, desperdicios, materiales, bombeo, mano de obra, equipo, herramienta, laboratorio, limpieza, equipo de seguridad todo lo necesario para la correcta ejecución de los trabajos (P.U.O.T).	m3	337.1000	\$3,086.97	\$1,040,617.59	3.02%
NICSNJ06	Perforación para pilas de 20 mts de profundidad x0.85 mts de diámetro, en material tipo 2, incluye ; equipo, mano de obra calificada, materiales, carga y acarreo del material producto de la excavación, hacia el tiro autorizado	ml	112.8600	\$1,943.63	\$219,358.08	0.64%
NICSNJ07	Armado de pilas de 20 mts de profundidad x 0.85 mts de diámetro, incluye; equipo, mano de obra calificada, materiales, carga y acarreo del material producto de la excavación, hacia el tiro autorizado	kg	5,147.5400	\$23.87	\$122,871.78	0.36%
NICSNJ08	Colado de pilas de 20 mts de profundidad x 0.85 mts de diámetro con concreto f c de 250 kg/cm2 clase 1 estructural, agregado de 3/4"; incluye sobrevolumen, vibrado, desperdicios, materiales, bombeo, mano de obra, equipo, herramienta, laboratorio, limpieza, equipo de	m3	64.3300	\$3,086.97	\$198,584.78	0.58%

seguridad todo lo necesario para la correcta ejecución de los trabajos (P.U.O.T).

NICSNJ09	Plantilla de concreto de 100 kg/cm2 de 5 cmts de espesor; incluye materiales de insumo, mano de obra calificada, equipo y lo necesario para su correcta instalación.	m2	557.7000	\$155.30	\$86,610.81	0.25%
NICSNJ10	Suministro, habilitado, armado y colocación de acero de refuerzo en diámetros varios en losa de fondo de $f_y=4,200$ kg/cm2. La cuantificación incluye acero principal y secundarios, traslapes, elevaciones, escuadras, desperdicios, descalibres, ganchos y dobleces, cortes, dobleces, maquinaria, equipo y herramienta, mano de obra, acarreo, manejo del material, descargas, limpieza, seguridad y todo lo necesario para la correcta ejecución de los trabajos (P.U.O.T.).	kg	19,140.2600	\$23.67	\$453,049.95	1.32%
NICSNJ11	Suministro y colocación de cimbra y descimbra de contacto acabado aparente en losa de fondo, en elementos de estructura. incluye: materiales de consumo, elevaciones, desmoldantes, acarreo, maniobras, cortes, habilitados, andamiaje, mano de obra, equipo, descargas, limpieza, seguridad, herramienta y todo lo necesario para su correcta ejecución de los trabajos. (P.U.O.T.).	m2	149.0000	\$327.03	\$48,727.47	0.14%
NICSNJ12	Suministro de concreto estructural en losa de fondo clase I con peso volumétrico superior a 2.2 t/m3 en estado fresco, con $f_c = 250$ kg/cm2, revenimiento de 14 a 16 cm. El precio incluye sobrevolumen, vibrado, desperdicios, materiales, bombeo, mano de obra, equipo, herramienta, laboratorio, limpieza, equipo de seguridad todo lo necesario para la correcta ejecución de los trabajos (P.U.O.T).	m3	167.3100	\$3,275.95	\$548,099.19	1.59%
NICSNJ13	Suministro, habilitado, armado y colocación de acero de refuerzo en diámetros varios en dados del D-1 al D-6 de $f_y=4,200$ kg/cm2. La cuantificación incluye acero principal y secundarios, traslapes, elevaciones, escuadras, desperdicios, descalibres, ganchos y dobleces, cortes, dobleces, maquinaria, equipo y herramienta, mano de obra, acarreo, manejo del material, descargas, limpieza, seguridad y todo lo necesario para la correcta ejecución de los trabajos (P.U.O.T.).	kg	10,256.0000	\$23.67	\$242,759.52	0.71%
NICSNJ14	Suministro y colocación de cimbra y descimbra de contacto acabado aparente en dados del D-1 al D-6, en elementos de estructura. incluye: materiales de consumo, elevaciones, desmoldantes, acarreo, maniobras, cortes, habilitados, andamiaje, mano de obra, equipo, descargas, limpieza, seguridad, herramienta y todo lo necesario para su correcta ejecución de los trabajos. (P.U.O.T.).	m2	164.2400	\$339.90	\$55,825.18	0.16%
NICSNJ15	Suministro de concreto estructural en dados de cimentación del D-1 al D-6 clase I con peso volumétrico superior a 2.2 t/m3 en estado fresco, con $f_c = 250$ kg/cm2, revenimiento de 14 a 16 cm. El precio incluye sobrevolumen, vibrado, desperdicios, materiales, bombeo, mano de obra, equipo, herramienta, laboratorio, limpieza, equipo de seguridad todo lo necesario para la correcta	m3	57.6200	\$3,275.95	\$188,760.24	0.55%

	ejecución de los trabajos (P.U.O.T).					
NICSNJ16	Suministro, habilitado, armado y colocación de acero de refuerzo en diámetros varios en contratraves CT-2 y CT-3 de $f_y=4,200$ kg/cm ² . La cuantificación incluye acero principal y secundarios, traslapes, elevaciones, escuadras, desperdicios, descalibres, ganchos y dobleces, cortes, dobleces, maquinaria, equipo y herramienta, mano de obra, acarreos, manejo del material, descargas, limpieza, seguridad y todo lo necesario para la correcta ejecución de los trabajos (P.U.O.T.).	kg	13,878.2600	\$23.67	\$328,498.41	0.95%
NICSNJ17	Suministro y colocación de cimbra y descimbra de contacto acabado aparente en contratraves CT-1 y CT-2, en elementos de estructura. incluye: materiales de consumo, elevaciones, desmoldantes, acarreos, maniobras, cortes, habilitados, andamiaje, mano de obra, equipo, descargas, limpieza, seguridad, herramienta y todo lo necesario para su correcta ejecución de los trabajos. (P.U.O.T.).	m ²	836.8800	\$316.40	\$264,788.83	0.77%
NICSNJ18	Suministro de concreto estructural en contratraves CT-1 y CT-2 clase I con peso volumétrico superior a 2.2 t/m ³ en estado fresco, con $f_c = 250$ kg/cm ² , revenimiento de 14 a 16 cm. El precio incluye sobrevolumen, vibrado, desperdicios, materiales, bombeo, mano de obra, equipo, herramienta, laboratorio, limpieza, equipo de seguridad todo lo necesario para la correcta ejecución de los trabajos (P.U.O.T).	m ³	114.1200	\$3,275.95	\$373,851.41	1.09%
NICSNJ19	Suministro, habilitado, armado y colocación de acero de refuerzo en diámetros varios en muros de contención de $f_y=4,200$ kg/cm ² . La cuantificación incluye acero principal y secundarios, traslapes, elevaciones, escuadras, desperdicios, descalibres, ganchos y dobleces, cortes, dobleces, maquinaria, equipo y herramienta, mano de obra, acarreos, manejo del material, descargas, limpieza, seguridad y todo lo necesario para la correcta ejecución de los trabajos (P.U.O.T.).	kg	18,697.0000	\$23.67	\$442,557.99	1.29%
NICSNJ20	Suministro y colocación de cimbra y descimbra de contacto acabado aparente en muros de contención, en elementos de estructura. incluye: materiales de consumo, elevaciones, desmoldantes, acarreos, maniobras, cortes, habilitados, andamiaje, mano de obra, equipo, descargas, limpieza, seguridad, herramienta y todo lo necesario para su correcta ejecución de los trabajos. (P.U.O.T.).	m ²	748.3600	\$326.46	\$244,309.61	0.71%
NICSNJ21	Suministro de concreto estructural en muros de contención clase I con peso volumétrico superior a 2.2 t/m ³ en estado fresco, con $f_c = 250$ kg/cm ² , revenimiento de 14 a 16 cm. El precio incluye sobrevolumen, vibrado, desperdicios, materiales, bombeo, mano de obra, equipo, herramienta, laboratorio, limpieza, equipo de seguridad todo lo necesario para la correcta ejecución de los trabajos (P.U.O.T).	m ³	149.6700	\$3,275.95	\$490,311.44	1.42%
NICSNJ22	Suministro, habilitado, armado y colocación de acero de refuerzo en diámetros varios en fosa de elevadores y cisterna de $f_y=4,200$ kg/cm ² . La cuantificación incluye acero principal y secundarios, traslapes, elevaciones, escuadras, desperdicios, descalibres, ganchos y dobleces, cortes, dobleces, maquinaria, equipo y herramienta,	kg	3,423.6400	\$23.67	\$81,037.56	0.24%

	mano de obra, acarreo, manejo del material, descargas, limpieza, seguridad y todo lo necesario para la correcta ejecución de los trabajos (P.U.O.T.).					
NICSNJ23	Suministro y colocación de cimbra y descimbra de contacto acabado aparente en fosa de elevador y cisterna, en elementos de estructura. incluye: materiales de consumo, elevaciones, desmoldantes, acarreo, maniobras, cortes, habilitados, andamiaje, mano de obra, equipo, descargas, limpieza, seguridad, herramienta y todo lo necesario para su correcta ejecución de los trabajos. (P.U.O.T.).	m2	174.5500	\$326.46	\$56,983.59	0.17%
NICSNJ24	Suministro de concreto estructural en foso de elevador y cisterna clase I con peso volumétrico superior a 2.2 t/m3 en estado fresco, con f'c = 250 kg/cm2, revenimiento de 14 a 16 cm. El precio incluye sobrevolumen, vibrado, desperdicios, materiales, bombeo, mano de obra, equipo, herramienta, laboratorio, limpieza, equipo de seguridad todo lo necesario para la correcta ejecución de los trabajos (P.U.O.T.).	m3	36.0000	\$3,275.95	\$117,934.20	0.34%
NICSNJ25.	Suministro, fabricación y colocación de anclas de a base de redondo liso de 11/4 con cuerda en un extremo de 15 cmts incluye tuerca y roldana	PZA	189.0000	\$373.42	\$70,576.38	0.21%
NICSNJ26.	Suministro, fabricación y colocación de placas base de 1" de espesor de 65 x 65 cmts con 9 perforaciones	PZA	21.0000	\$2,757.98	\$57,917.58	0.17%
NICSNJ27.	Suministro, fabricación y montaje de estructura metálica a base de perfiles W ASTM A-992 y placas de diferentes medidas y espesor ASTM A-36. Incluye: conexiones, descalibre, soldadura e70xx, pintura anticorrosiva, sujeciones, desperdicios, acarreo, elevaciones, materiales, mano de obra, equipo y herramienta, limpieza, equipo de seguridad y todo lo necesario para su correcta ejecución de los trabajos (P.U.O.T.).	kg	450,121.6500	\$34.65	\$15,596,715.17	45.31%
NICSNJ28.	Suministro, habilitado y colocación de losacero Ternium 30 calibre 22 , Incluye, aperturas en lamina para la colocación de conectores, traslapes, elevaciones, apuntalamiento, descargas, acarreo, equipo de seguridad, herramienta, equipo, limpieza y todo lo necesario para su correcta ejecución de los trabajos (P.U.O.T.).	m2	4,174.0600	\$407.01	\$1,698,884.16	4.94%
NICSNJ29.	Suministro y colocación de malla electrosoldada 6x6 6/6 para Losa; Incluye acarreo, almacenaje, traslapes, elevaciones, acarreo, fijación, herramienta, equipo, limpieza, equipo de seguridad y todo lo necesario para la correcta ejecución de los trabajos (P.U.O.T.).	m2	4,174.0600	\$56.61	\$236,293.54	0.69%
NICSNJ30.	Suministro, habilitado y colocación de Pernos autosoldables tipo Nelson d=19x102 según lo indicado en largueros y @2 valles en trabes principales , Incluye, soldadura e70xx, elevaciones, descargas, acarreo, equipo de seguridad, limpieza, herramienta, equipo y todo lo necesario para su correcta ejecución de los trabajos (P.U.O.T.).	PZA	2,230.8000	\$33.67	\$75,111.04	0.22%
NICSNJ31.	Suministro de concreto estructural en losas	m3	417.4100	\$3,275.95	\$1,367,414.29	3.97%

	clase I con peso volumétrico superior a 2.2 t/m ³ en estado fresco, con f'c = 250 kg/cm ² , revenimiento de 14 a 16 cm. El precio incluye sobrevolumen, membrana de curado, vibrado, desperdicios, materiales, bombeo, mano de obra, equipo, herramienta, laboratorio, limpieza, equipo de seguridad todo lo necesario para la correcta ejecución de los trabajos (P.U.O.T).					
NICSNJ33.	Suministro, fabricación y colocación de estructura metálica a base de perfiles comerciales para troquelamiento; Incluye: conexiones, descalibre, soldadura e70xx, sujeciones, desperdicios, acarreo, elevaciones, materiales, mano de obra, equipo y herramienta, limpieza, equipo de seguridad y todo lo necesario para su correcta ejecución de los trabajos (P.U.O.T.).	kg	52,959.5000	\$34.38	\$1,820,747.61	5.29%
NICSNJ34.	Suministro y colocación de ademe en pilas de 80 y de 1.20 mts de diámetro ; incluye : materiales, mano de obra calificada y equipo	ml	160.0000	\$2,772.78	\$443,644.80	1.29%
NICSNJ35.	Suministro y colocación de lodo bentónico ; incluye: materiales, mano de obra calificada y equipo	m3	230.0000	\$2,303.70	\$529,851.00	1.54%
NICSNJ36.	Suministro, habilitado, armado y colocación de acero de refuerzo en diámetros varios en muros de rigidez de fy=4,200 kg/cm ² . La cuantificación incluye acero principal y secundarios, traslapes, elevaciones, escuadras, desperdicios, descalibres, ganchos y dobleces, cortes, dobleces, maquinaria, equipo y herramienta, mano de obra, acarreo, manejo del material, descargas, limpieza, seguridad y todo lo necesario para la correcta ejecución de los trabajos (P.U.O.T.).	kg	32,807.0700	\$23.67	\$776,543.35	2.26%
NICSNJ37.	Suministro y colocación de cimbra y descimbra de contacto acabado aparente en muros de rigidez, en elementos de estructura. incluye: materiales de consumo, elevaciones, desmoldantes, acarreo, maniobras, cortes, habilitados, andamiaje, mano de obra, equipo, descargas, limpieza, seguridad, descargas, herramienta y todo lo necesario para su correcta ejecución de los trabajos. (P.U.O.T.).	m2	2,632.7600	\$326.46	\$859,490.83	2.50%
NICSNJ38.	Suministro de concreto estructural en muros de rigidez clase I con peso volumétrico superior a 2.2 t/m ³ en estado fresco, con f'c = 250 kg/cm ² , revenimiento de 14 a 16 cm. El precio incluye sobrevolumen, vibrado, desperdicios, materiales, bombeo, mano de obra, equipo, herramienta, laboratorio, limpieza, equipo de seguridad todo lo necesario para la correcta ejecución de los trabajos (P.U.O.T).	m3	263.2800	\$3,275.95	\$862,492.12	2.51%

NICSNJ28	Suministro y colocación de conector mecánico; incluye maquinaria, equipo y herramienta, mano de obra, acarreos, manejo del material, descargas, limpieza, seguridad y todo lo necesario para la correcta ejecución de los trabajos (P.U.O.T.).	PZA	1,390.0000	\$298.73	\$415,234.70	1.28%
----------	--	-----	------------	----------	--------------	-------

TOTAL, DEL PRESUPUESTO MOSTRADO

SIN IVA:

\$34,834,656.58

(* TREINTA Y CUATRO MILLONES OCHOCIENTOS TREINTA Y CUATRO MIL SEISCIENTOS CINCUENTA Y SEIS PESOS 58/100 M.N. *)

5.4. Periodo de Ejecución

5.4.1. Programa de Obra

Código	Descripción	oct-17	nov-17	dic-17	ene-18	feb-18	mar-18	abr-18	may-18	jun-18
NICOLAS SAN JUAN - CIMENTACION, EXCAVACION, MURO BERLIN Y ESTRUCTURA METALICA										
NICSNJ32	Abatimiento del nivel freático a base de bombeo									
NICSNJ01	Excavacion en material tipo II con equipo mecanico.									
NICSNJ02	Colocacion de muro berlin en el perimetro del terreno.									
NICSNJ33	Suministro, fabricación y colocacion de troquel									
NICSNJ03	perforacion para pilas de 1.20 mts de diametro									
NICSNJ04	Armado de pilas de 1.20 mts de diametro									
NICSNJ05	Colado de pilas de 1.20 mts de diametro									
NICSNJ06	perforacion para pilas de 0.85 mts de diametro									
NICSNJ07	Armado de pilas de 0.85 mts de diametro									
NICSNJ08	Colado de pilas de 0.85 mts de diametro									
NICSNJ37	Suministro y colocacion de ademe metalico									
NICSNJ38	Suministro y colocacion de lodo bentonitico									
NICSNJ09	Plantilla de concreto de 100 kg/cm2 de 5 cmts de espesor.									
NICSNJ10	Suministro, habilitado, armado y colocacion de acero de refuerzo en diámetros varios en losa de fondo.									
NICSNJ11	Suministro y colocación de cimbra y descimbra de contacto acabado aparente en losa de fondo.									
NICSNJ12	Suministro de concreto estructural en losa de fondo									
NICSNJ13	Suministro, habilitado, armado y colocacion de acero de refuerzo en dados de cimentacion									
NICSNJ14	Suministro y colocación de cimbra y descimbra de contacto acabado aparente en dados de cimentacion									
NICSNJ15	Suministro de concreto estructural en dados de cimentacion									
NICSNJ16	Suministro, habilitado, armado y colocacion de acero de refuerzo en contratraves									
NICSNJ17	Suministro y colocación de cimbra y descimbra de contacto acabado aparente en contratraves									
NICSNJ18	Suministro de concreto estructural en contratraves									
NICSNJ19	Suministro, habilitado, armado y colocacion de acero de refuerzo en muros de contencion.									
NICSNJ20	Suministro y colocación de cimbra y descimbra de contacto acabado aparente en muros de contencion.									
NICSNJ21	Suministro de concreto estructural en muros de contencion									
NICSNJ22	Suministro, habilitado, armado y colocacion de acero de refuerzo en fosa de elevadores y cisterna									
NICSNJ23	Suministro y colocación de cimbra y descimbra de contacto acabado aparente en fosa de elevador y cisterna									
NICSNJ24	Suministro de concreto estructural en fosa de elevador y cisterna									
NICSNJ25	suministro, fabricacion y colocacion de anclas									
NICSNJ26	suministro, fabricacion y colocacion de placas base									
NICSNJ27	Suministro, fabricación y montaje de estructura metalica.									
NICSNJ28	Suministro, habilitado y colocación de losacero									
NICSNJ30	Suministro, habilitado y colocación de Pernos para cortante a base de canal de 3"									
NICSNJ29	Suministro y colocación de malla electrosoldada 6x6 6/6 para Losa									
NICSNJ31	Suministro de concreto estructural en losas									
NICSNJ36	Suministro, habilitado, armado y colocacion de acero de refuerzo en muros de rigidez									
NICSNJ37	Suministro y colocación de cimbra y descimbra de contacto acabado aparente en muros de rigidez									
NICSNJ38	Suministro de concreto estructural en muros de rigidez									

5.4.2. Programa de Costos Indirectos

Código	Descripción	oct-17	nov-17	dic-17	ene-18	feb-18
PROGRAMA DE COSTOS INDIRECTOS PARA LA EJECUCION DE OBRA CON ESTRUCTURA METALICA						
CI001	COSTOS INDIRECTOS DE OFICINAS ADMINISTRATIVAS	\$23,750.91	\$23,750.91	\$23,750.91	\$23,750.91	\$23,750.91
CI002	COSTOS INDIRECTOS DE ADMINISTRACION DE OBRA	\$4,000.00	\$4,000.00	\$4,000.00	\$4,000.00	\$4,000.00
CI003	LABORATORIO DE CONCRETO	\$8,000.00	\$8,000.00	\$8,000.00	\$8,000.00	\$8,000.00
CI004	LABORATORIO DE TORQUE Y SOLDADURA	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
CI005	TOPOGRAFIA	\$10,000.00	\$10,000.00	\$10,000.00	\$10,000.00	\$10,000.00
CI006	RENTA DE OFICINA, SERVICIOS, GASTOS IMPREVISTOS, ETC.	\$4,746.76	\$4,746.76	\$4,746.76	\$4,746.76	\$4,746.76

Código	Descripción	oct-17	mar-18	abr-18	may-18	jun-18	Total
PROGRAMA DE COSTOS INDIRECTOS PARA LA EJECUCION DE OBRA CON ESTRUCTURA METALICA							
CI001	COSTOS INDIRECTOS DE OFICINAS ADMINISTRATIVAS	\$23,750.91	\$23,750.91	\$23,750.91	\$23,750.91	\$23,750.91	\$807,530.94
CI002	COSTOS INDIRECTOS DE ADMINISTRACION DE OBRA	\$14,000.00	\$14,000.00	\$14,000.00	\$14,000.00	\$14,000.00	\$416,000.00
CI003	LABORATORIO DE CONCRETO	\$6,000.00	\$6,000.00	\$6,000.00	\$6,000.00	\$6,000.00	\$236,000.00
CI004	LABORATORIO DE TORQUE Y SOLDADURA	\$8,500.00	\$8,500.00	\$8,500.00	\$8,500.00	\$8,500.00	\$195,500.00
CI005	TOPOGRAFIA	\$10,000.00	\$10,000.00	\$10,000.00	\$10,000.00	\$10,000.00	\$340,000.00
CI006	RENTA DE OFICINA, SERVICIOS, GASTOS IMPREVISTOS, ETC.	\$4,746.76	\$4,746.76	\$4,746.76	\$4,746.76	\$4,746.76	\$161,389.84
							\$2,156,420.78

Los costos indirectos aplicables a una obra o a los diversos conceptos de trabajo que forman parte de esta, son todos aquellos gastos generales que, por su naturaleza intrínseca, son de aplicación a todos y cada uno de los conceptos de trabajo que forman parte de una obra determinada, o de dos o más obras ejecutadas por una empresa constructora; es decir, los gastos generales que ejerce la empresa para hacer posible el adecuado avance de todas sus operaciones en las obras a su cargo. Los costos indirectos asociados a cada obra en particular son perfectamente previsibles y se pueden analizar y estimar previamente por lo menos dentro del mismo orden de aproximación de los costos directos. Se pueden, por otra parte, controlar durante la ejecución de la obra, para mantenerlos dentro de los límites prefijados. La normatividad vigente establece la siguiente definición: "el costo indirecto corresponde a los gastos generales necesarios para la ejecución de los trabajos no incluidos en los costos directos que realiza el contratista, tanto en sus oficinas centrales como en la obra, y comprende entre otros: los gastos de administración, organización, dirección técnica, vigilancia, supervisión, construcción de instalaciones generales necesarias para realizar conceptos de trabajo, el transporte de maquinaria o equipo de construcción, imprevistos y, en su caso, prestaciones laborales y sociales correspondientes al personal directivo y administrativo"

Una vez realizado el análisis de los costos indirectos para la obra a base de estructura metálica para la duración de la ejecución de la obra que es de 34 semanas se obtuvieron los siguientes datos:

-El monto total del indirecto del 17.65% es de **\$6,075, 027.96** (Seis millones setenta y cinco mil veintisiete pesos 80/100 m.n.)

-El costo indirecto de las oficinas centrales administrativas con un monto total de **\$807,530.94** (ochocientos siete mil quinientos treinta pesos 94/100 m.n.)

-El costo indirecto de la administración de obra (1 residente de obra civil, 1 residente de estructura metálica y 1 superintendente) con un monto total de **\$416,000.00** (cuatrocientos dieciséis mil pesos 00/100 m.n.)

-El costo indirecto del laboratorio de concreto con un monto total de **\$236,000.00** (doscientos treinta y seis mil pesos 00/100 m.n.)

El costo indirecto del laboratorio de torque y con un monto total de **\$195,500.00** (Ciento noventa y cinco mil quinientos pesos 00/100 m.n.)

El costo indirecto de la cuadrilla de Topografía con un monto total de **\$340,000.00** (trescientos cuarenta mil pesos 00/100 m.n.)

El costo indirecto de renta de oficinas, gastos imprevistos de la obra, etc. con un monto total de **\$161,389.84** (doscientos treinta y seis mil pesos 00/100 m.n.)

Dándonos una suma total de **\$2, 156,420.78** (dos millones ciento cincuenta y seis mil cuatrocientos veinte pesos 78/100 m.n)

Realizando la diferencia entre los indirectos presupuestados con los supuestos, se obtiene una diferencia de **\$3, 072,034.39**, el cual refleja una utilidad del **10.37%** contra un **6%** de indirectos calculados en el presupuesto.

5.5. Proceso Constructivo

-Manejo del material

Durante la carga, transporte y descarga del material, y durante el montaje, se adoptarán las precauciones necesarias para no producir deformaciones ni esfuerzos excesivos. Si a pesar de ello algunas de las piezas se maltratan y deforman, deben ser enderezadas o repuestas, según el caso, antes de montarlas, permitiéndose las mismas tolerancias que en trabajos de taller.

-Cimentación

Para la cimentación para una edificación a base de acero estructural; una vez que el armado de los dados y contratrabes estén armados conforme a los planos estructurales, posteriormente se procede a la colocación de las anclas dentro de los dados; como recomendación se utilizan unas plantillas de acero de un grosor pequeño de $\frac{1}{4}$ " o $\frac{3}{8}$ " estas plantillas tendrán el mismo trazo que las placas bases que vienen ya fijadas en las columnas, estas plantillas se colocaran con la finalidad de que las anclas al momento del colado no tengan algún movimiento el cual pueda afectar la simetría entre ellas, y se puedan desfasar los ejes, y que al momento de la colocación de la columna con la placa base estas no coincidan; y traigo como consecuencia la reubicación de la placa base en el elemento estructural (Figura 1 y 2).



Imagen 16. Trazo de ejes de acuerdo con el proyecto, así como la correcta nivelación.

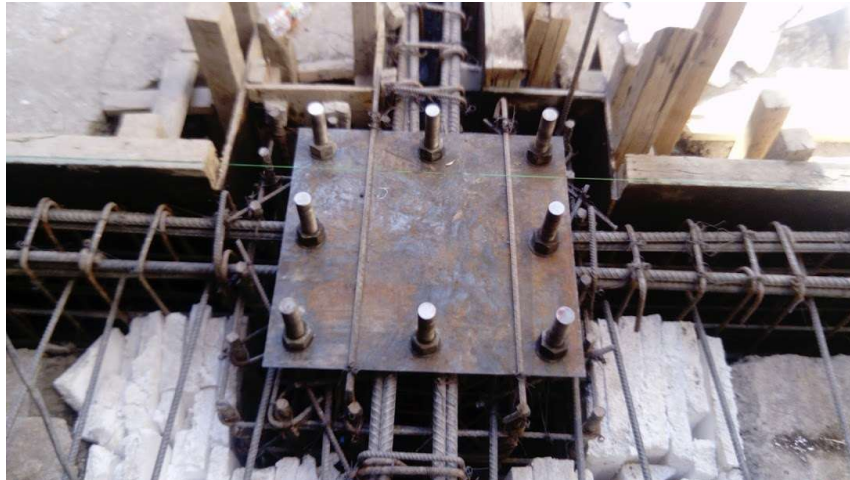


Imagen 17. Colocación de plantilla y anclas, fijándolas mediante soldadura al armado del dado, para que al momento del vibrado del concreto estos no presenten desplazamientos.

-Contraventeo de estructura

La estructura de acero, así como los muros de fachada deben ser arriostrados temporalmente, cuando sean necesarios para resistir las cargas a las que pueda quedar sometida la estructura, como pueden ser peso propio del elemento, viento, etc. Incluyendo las producidas por equipo y operación, los contraventeos con los cuales se arriostrará la estructura deben permanecer en su lugar todo el tiempo que se requiera por razones de seguridad.

-Conexiones Provisionales

Durante el montaje, los diversos elementos que constituyen la estructura deben sostenerse individualmente, o ligarse entre sí por medio de tornillos, pernos o soldaduras provisionales que proporcionen la resistencia requerida, bajo la acción de cargas muertas y esfuerzos de montaje, viento o sismo. Así mismo, deben tenerse en cuenta los efectos de cargas producidas por materiales, equipo de montaje, etc. Cuando sea necesario, se colocará en la estructura el contraventeo provisional requerido para resistir los efectos mencionados.

-Tolerancias en el posicionamiento de los elementos estructurales

Se considerará que cada una de las piezas que componen una estructura está correctamente plomeada, nivelada y alineada, si la tangente del ángulo que forma la recta que une los extremos de la pieza con el eje de proyecto no excede de $L/500$. En vigas teóricamente horizontales es suficiente revisar que las proyecciones vertical y horizontal de su eje satisfacen la condición anterior.

No se colocarán remaches, pernos ni soldadura permanente, hasta que la parte de la estructura que quede rigidizada por ellos esté alineada y plomeada.

5.6. Análisis de Flujo Financiero

Para este apartado, se realizó un análisis del flujo financiero del proyecto en el cual se desglosaron las siguientes variables para poder realizar dicho análisis: la inversión inicial previa, las inversiones durante la operación, los egresos durante la operación, así mismo para realizar el análisis tenemos que tomar en cuenta los flujos netos de efectivo, la tasa de descuento y el número de periodos que dure el proyecto.

De acuerdo con el análisis realizado de egresos e ingresos para la construcción de cada proyecto, para poder calcular el VPN necesitamos conocer la tasa de descuento para dicho análisis, para lo cual se procedió a realizar el cálculo de la **Tasa interna de retorno (TIR)**, que viene siendo la tasa de interés o rentabilidad que ofrece una inversión; también se define como el valor de descuento que hace VPN sea igual a cero.

Realizando las operaciones correspondientes de los egresos e ingresos obtuvimos el flujo bruto, en el cual se pudo observar cuando el proyecto tenía flujos negativos y así mismo cuando se empezaron a reflejar las ganancias.

Valor presente neto: es un procedimiento que permite calcular el valor presente de un determinado número de flujos de caja futuros, originados por una inversión. La metodología consiste en descontar al momento actual (es decir, actualizar mediante una tasa) todos los caja futuros o en determinar la equivalencia en el tiempo 0 de los flujos de efectivo futuros que genera un proyecto y comparar esta equivalencia con el desembolso inicial.

Es una de las técnicas de evaluación financiera más utilizadas en la evaluación de un proyecto de inversión, lo anterior, se debe a dos razones fundamentales: la primera es su sencilla aplicación y la segunda, se relaciona con el cálculo de los ingresos y egresos futuros, traídos a valores presentes, esto significa, que se puede visualizar claramente si los ingresos son mayores que los egresos.

La clave de que el **VPN** es de las más utilizadas son los siguientes atributos:

1. Utiliza flujos de efectivo: los flujos de efectivo de un proyecto se pueden utilizar para otros propósitos de la corporación (pago de dividendos, otros proyectos de presupuesto capital).
2. Usa todos los flujos de efectivo del proyecto: otros métodos omiten los flujos de efectivo más allá de una fecha específica.
3. Descuenta adecuadamente los flujos de efectivo: Algunos métodos pueden omitir el valor del dinero en el tiempo al manejar flujos de efectivo.

ANÁLISIS FINANCIERO DEL PROYECTO: " N.S.J. #828 "

Nicolás San Juan #828, Col. Del Valle, Del. Benito Juárez, Ciudad de México
"ESCENARIO con 35 DEPTOS"

PROGRAMA DE FLUJOS DEL PROYECTO "N.S.J. #828" 35 Departamentos, a base Estructura Metálica

FECHA DE ANALISIS: 11-JUN-18

Programa de Flujos	Construcción Etapa 1																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
	abr-17	may-17	jun-17	jul-17	ago-17	sep-17	oct-17	nov-17	dic-17	ene-18	feb-18	mar-18	abr-18	may-18	jun-18	jul-18	ago-18	sep-18	oct-18	nov-18	dic-18	ene-19	feb-19	mar-19
Ingresos	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$15,000,000.00	\$4,800,000.00	\$4,200,000.00	\$5,705,088.00	\$5,705,088.00	\$6,305,088.00	\$14,277,984.00	\$14,888,160.00	\$14,888,160.00	\$23,613,600.00	\$23,613,600.00	\$7,525,440.00	\$15,050,880.00	\$15,050,880.00	\$6,020,352.00	\$6,020,352.00	\$6,020,352.00	\$3,010,176.00
Egresos	\$11,905,234.34	\$871,261.72	\$1,704,781.07	\$808,892.38	\$592,803.69	\$665,103.69	\$19,392,637.58	\$6,112,837.23	\$5,507,788.73	\$5,601,040.45	\$5,643,495.45	\$6,396,806.36	\$14,250,577.26	\$14,767,849.02	\$14,537,139.02	\$22,311,078.28	\$22,216,694.03	\$6,812,085.62	\$1,281,673.07	\$1,281,673.07	\$818,576.31	\$818,576.31	\$818,576.31	\$609,180.94
FLUJO DE EFECTIVO																								
Flujo bruto	\$11,905,234.34	-\$871,261.72	-\$1,704,781.07	-\$808,892.38	-\$592,803.69	-\$665,103.69	-\$4,392,637.58	-\$1,312,837.23	-\$1,307,788.73	\$104,047.55	\$61,592.55	-\$91,718.36	\$27,406.74	\$120,310.98	\$351,020.98	\$1,302,521.72	\$1,396,905.97	\$713,354.38	\$13,769,206.93	\$13,769,206.93	\$5,201,775.69	\$5,201,775.69	\$5,201,775.69	\$2,400,995.06
Flujo Bruto Acumulado	\$11,905,234.34	\$12,776,496.07	\$14,481,277.13	\$15,290,169.51	\$15,882,973.20	\$16,548,076.89	\$20,940,714.47	\$22,253,551.70	\$23,561,340.43	\$23,457,292.89	\$23,395,700.34	\$23,487,418.70	\$23,460,011.96	\$23,339,700.97	\$22,988,679.99	\$21,686,158.27	\$20,289,252.30	\$19,575,897.91	\$5,806,690.99	\$7,962,515.94	\$13,164,291.63	\$18,366,067.32	\$23,567,843.01	\$25,968,838.07

TIR= **4.50%** Valor de TIR, para lo cual el VPN=0; por lo tanto se toma un valor menor a este para el análisis del VPN.

Tasa de Descuento propuesta mensual= **2.70%**

VPN (32.4% anual)= **\$ 7,371,192.39**

Capítulo 6. Edificación construida a base de Concreto Reforzado

6.1. Características de la estructuración

Se utilizarán diferentes diámetros de varillas que van desde el #3 (3/8") al #10 (1 1/4"), que de acuerdo con la norma NMX-C-407 norma mexicana que rige la fabricación y las características de la varilla, en la cual menciona que la varilla del número 3 al 6 tendrán un esfuerzo a la fluencia de $f_y=30$ MPa y del número 8 al 10 con un esfuerzo de fluencia $f_y= 42$ MPa.

Las columnas principales tienen como dimensiones 0.80m X 0.60m, con varilla del #10 y 3 juegos de estribos de varilla del #4.

Las trabes principales tienen como dimensiones de 0.80x0.40m y 0.70x0.35m las trabes secundarias se dimensionaron de 0.45m x 0.20m; con un armado del acero longitudinal que va desde la 1/2" hasta 1" y estribos de 3/8" y 1/2".

Las losas de entrepiso serán losas macizas de 12 cm de espesor estructurada con una parrilla con varilla del No. 3.

6.2. Planos del Proyecto

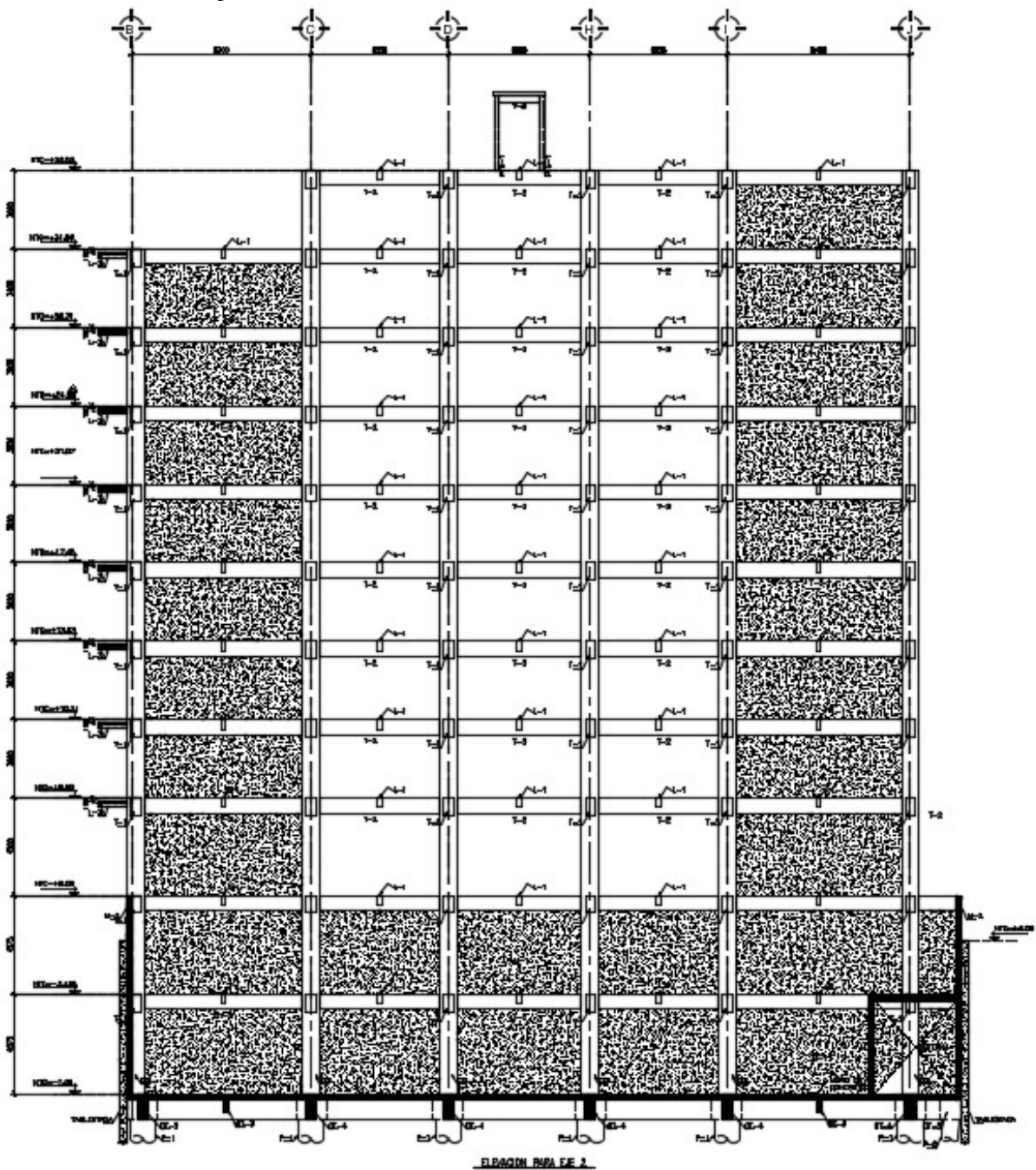


Imagen 18. Alzado estructural a base de concreto reforzado.

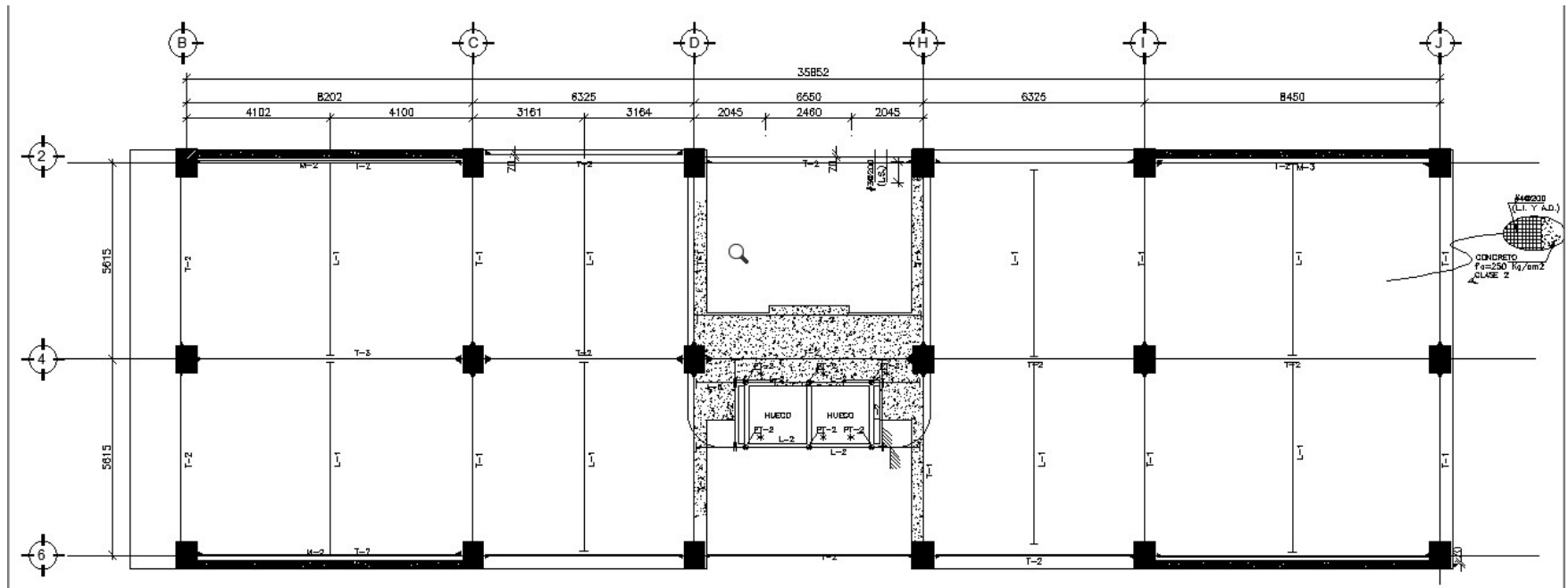


Imagen 19. Planta estructural del edificio a base de concreto reforzado.

6.3. Presupuesto

PRESUPUESTO DE OBRA

Código	Concepto	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Importe	%
A	MURO BERLIN Y ESTRUCTURA					
NICSNJ01	Excavación en material tipo II con equipo mecánico; incluye carga y acarreo del material producto de la excavación a un tiro autorizado	m3	5,616.0000	\$239.59	\$1,345,537.44	4.15%
NICSNJ02	Suministro y colocación de muro Berlín a 10 mts de profundidad en el perímetro del terreno, Incluye; Habilitado y colocación de viga madrinas, troqueles a base de tubular de 12" (73.88 kg/ml) materiales de insumo, mano de obra calificada, equipo y lo necesario para su correcta ejecución.	ml	108.0000	\$13,101.01	\$1,414,909.08	4.36%
NICSNJ32	Abatimiento del nivel freático a base de bombeo, incluye Instalación de sistema de bombeo por 13 puntas eyectoras a una profundidad de 14.00 mts con bomba de 15 HP, Incluye; instalación y desmantelamiento del sistema, instalaciones hidráulicas, eléctricas, mano de obra, equipo y herramienta.	mes	6.0000	\$80,562.60	\$483,375.60	1.49%
NICSNJ03	Perforación para pilas de 20 mts de profundidad x 1.20 mts de diámetro, en material tipo 2, incluye; equipo, mano de obra calificada, materiales, carga y acarreo del material producto de la excavación, hacia el tiro autorizado	ml	298.3200	\$2,740.52	\$817,551.93	2.52%
NICSNJ04	Armado de pilas de 20 mts de profundidad x 1.20 mts de diámetro, incluye; equipo, mano de obra calificada, materiales, carga y acarreo del material producto de la excavación, hacia el tiro autorizado	kg	17,938.5840	\$23.87	\$428,194.00	1.10%
NICSNJ05	Colado de pilas de 20 mts de profundidad x 1.20 mts de diámetro con concreto f c de 250 kg/cm2 clase 1 estructural, agregado de 3/4"; incluye sobrevolumen, vibrado, desperdicios, materiales, bombeo, mano de obra, equipo, herramienta, laboratorio, Limpieza, Equipo de seguridad todo lo necesario para la correcta ejecución de los trabajos (P.U.O.T).	m3	404.5200	\$3,086.97	\$1,248,741.10	3.21%
NICSNJ06	Perforación para pilas de 20 mts de profundidad x 0.85 mts de diámetro, en material tipo 2, incluye; equipo, mano de obra calificada, materiales, carga y acarreo del material producto de la excavación, hacia el tiro autorizado	ml	112.8600	\$1,943.63	\$219,358.08	0.68%
NICSNJ07	Armado de pilas de 20 mts de profundidad x 0.85 mts de diámetro, incluye; equipo, mano de obra calificada, materiales, carga y acarreo del material producto de la excavación, hacia el tiro autorizado	kg	6,177.0480	\$23.87	\$147,446.14	0.38%
NICSNJ08	Colado de pilas de 20 mts de profundidad x 0.85 mts de diámetro con concreto f c de 250 kg/cm2 clase 1 estructural, agregado de 3/4"; incluye sobrevolumen, vibrado, desperdicios, materiales, bombeo, mano de obra, equipo, herramienta, laboratorio, limpieza, equipo de	m3	77.1960	\$3,086.97	\$238,301.74	0.61%

seguridad todo lo necesario para la correcta ejecución de los trabajos (P.U.O.T.).

NICSNJ09	Plantilla de concreto de 100 kg/cm2 de 5 cms de espesor; incluye materiales de insumo, mano de obra calificada, equipo y lo necesario para su correcta instalación	m2	557.7000	\$155.30	\$86,610.81	0.27%
NICSNJ10	Suministro, habilitado, armado y colocación de acero de refuerzo en diámetros varios en losa de fondo de $f_y=4,200$ kg/cm2. La cuantificación incluye acero principal y secundarios, traslapes, elevaciones, escuadras, desperdicios, descalibres, ganchos y dobleces, cortes, dobleces, maquinaria, equipo y herramienta, mano de obra, acarreo, manejo del material, descargas, limpieza, seguridad y todo lo necesario para la correcta ejecución de los trabajos (P.U.O.T.).	kg	22,968.3120	\$23.67	\$543,659.95	1.40%
NICSNJ11	Suministro y colocación de cimbra y descimbra de contacto acabado aparente en losa de fondo, en elementos de estructura. incluye: materiales de consumo, elevaciones, desmoldantes, acarreo, maniobras, cortes, habilitados, andamiaje, mano de obra, equipo, descargas, limpieza, seguridad, descargas, herramienta y todo lo necesario para su correcta ejecución de los trabajos. (P.U.O.T.).	m2	178.8000	\$327.03	\$58,472.96	0.15%
NICSNJ12	Suministro de concreto estructural en losa de fondo clase I con peso volumétrico superior a 2.2 t/m3 en estado fresco, con $f_c = 250$ kg/cm2, revenimiento de 14 a 16 cm. El precio incluye sobrevolumen, vibrado, desperdicios, materiales, bombeo, mano de obra, equipo, herramienta, laboratorio, limpieza, equipo de seguridad todo lo necesario para la correcta ejecución de los trabajos (P.U.O.T.).	m3	167.3100	\$3,275.95	\$548,099.19	1.69%
NICSNJ13	Suministro, habilitado, armado y colocación de acero de refuerzo en diámetros varios en dados del D-1 al D-6 de $f_y=4,200$ kg/cm2. La cuantificación incluye acero principal y secundarios, traslapes, elevaciones, escuadras, desperdicios, descalibres, ganchos y dobleces, cortes, dobleces, maquinaria, equipo y herramienta, mano de obra, acarreo, manejo del material, descargas, limpieza, seguridad y todo lo necesario para la correcta ejecución de los trabajos (P.U.O.T.).	kg	13,537.9200	\$23.67	\$320,442.57	0.82%
NICSNJ14	Suministro y colocación de cimbra y descimbra de contacto acabado aparente en dados del D-1 al D-6, en elementos de estructura. incluye: materiales de consumo, elevaciones, desmoldantes, acarreo, maniobras, cortes, habilitados, andamiaje, mano de obra, equipo, descargas, limpieza, seguridad, herramienta y todo lo necesario para su correcta ejecución de los trabajos. (P.U.O.T.).	m2	216.7968	\$339.90	\$73,689.23	0.19%
NICSNJ15	Suministro de concreto estructural en dados de cimentación del D-1 al D-6 clase I con peso volumétrico superior a 2.2 t/m3 en estado fresco, con $f_c = 250$ kg/cm2, revenimiento de 14 a 16 cm. El precio incluye sobrevolumen, vibrado, desperdicios, materiales, bombeo, mano de obra, equipo, herramienta, laboratorio, limpieza, equipo de seguridad todo lo necesario	m3	76.0584	\$3,275.95	\$249,163.52	0.64%

	para la correcta ejecución de los trabajos (P.U.O.T).					
NICSNJ16	Suministro, habilitado, armado y colocación de acero de refuerzo en diámetros varios en contratraves CT-2 y CT-3 de $f_y=4,200$ kg/cm ² . La cuantificación incluye acero principal y secundarios, traslapes, elevaciones, escuadras, desperdicios, descalibres, ganchos y dobleces, cortes, dobleces, maquinaria, equipo y herramienta, mano de obra, acarreo, manejo del material, descargas, limpieza, seguridad y todo lo necesario para la correcta ejecución de los trabajos (P.U.O.T.).	kg	16,653.9120	\$23.67	\$394,198.10	1.01%
NICSNJ17	Suministro y colocación de cimbra y descimbra de contacto acabado aparente en contratraves CT-1 y CT-2, en elementos de estructura. incluye: materiales de consumo, elevaciones, desmoldantes, acarreo, maniobras, cortes, habilitados, andamiaje, mano de obra, equipo, descargas, limpieza, seguridad, descargas, herramienta y todo lo necesario para su correcta ejecución de los trabajos. (P.U.O.T.).	m ²	1,004.2560	\$316.40	\$317,746.60	0.82%
NICSNJ18	Suministro de concreto estructural en contratraves CT-1 y CT-2 clase I con peso volumétrico superior a 2.2 t/m ³ en estado fresco, con $f_c = 250$ kg/cm ² , revenimiento de 14 a 16 cm. El precio incluye sobrevolumen, vibrado, desperdicios, materiales, bombeo, mano de obra, equipo, herramienta, laboratorio, limpieza, equipo de seguridad todo lo necesario para la correcta ejecución de los trabajos (P.U.O.T.).	m ³	136.9440	\$3,275.95	\$448,621.70	1.15%
NICSNJ19	Suministro, habilitado, armado y colocación de acero de refuerzo en diámetros varios en muros de contención de $f_y=4,200$ kg/cm ² . La cuantificación incluye acero principal y secundarios, traslapes, elevaciones, escuadras, desperdicios, descalibres, ganchos y dobleces, cortes, dobleces, maquinaria, equipo y herramienta, mano de obra, acarreo, manejo del material, descargas, limpieza, seguridad y todo lo necesario para la correcta ejecución de los trabajos (P.U.O.T.).	kg	18,697.0000	\$23.67	\$442,557.99	1.36%
NICSNJ20	Suministro y colocación de cimbra y descimbra de contacto acabado aparente en muros de contención, en elementos de estructura. incluye: materiales de consumo, elevaciones, desmoldantes, acarreo, maniobras, cortes, habilitados, andamiaje, mano de obra, equipo, descargas, limpieza, seguridad, herramienta y todo lo necesario para su correcta ejecución de los trabajos. (P.U.O.T.).	m ²	748.3600	\$326.46	\$244,309.61	0.75%
NICSNJ21	Suministro de concreto estructural en muros de contención clase I con peso volumétrico superior a 2.2 t/m ³ en estado fresco, con $f_c = 250$ kg/cm ² , revenimiento de 14 a 16 cm. El precio incluye sobrevolumen, vibrado, desperdicios, materiales, bombeo, mano de obra, equipo, herramienta, laboratorio, limpieza, equipo de seguridad todo lo necesario para la correcta ejecución de los trabajos (P.U.O.T.).	m ³	149.6700	\$3,275.95	\$490,311.44	1.51%
NICSNJ22	Suministro, habilitado, armado y colocación de acero de refuerzo en diámetros varios en fosa de elevadores y cisterna de $f_y=4,200$ kg/cm ² . La cuantificación incluye acero principal y	kg	3,423.6400	\$23.67	\$81,037.56	0.25%

	secundarios, traslapes, elevaciones, escuadras, desperdicios, descalibres, ganchos y dobleces, cortes, dobleces, maquinaria, equipo y herramienta, mano de obra, acarreo, manejo del material, descargas, limpieza, seguridad y todo lo necesario para la correcta ejecución de los trabajos (P.U.O.T.).					
NICSNJ23	Suministro y colocación de cimbra y descimbra de contacto acabado aparente en fosa de elevador y cisterna, en elementos de estructura. incluye: materiales de consumo, elevaciones, desmoldantes, acarreo, maniobras, cortes, habilitados, andamiaje, mano de obra, equipo, descargas, limpieza, seguridad, herramienta y todo lo necesario para su correcta ejecución de los trabajos. (P.U.O.T.).	m2	174.5500	\$326.46	\$56,983.59	0.18%
NICSNJ24	Suministro de concreto estructural en foso de elevador y cisterna clase I con peso volumétrico superior a 2.2 t/m3 en estado fresco, con $f_c = 250 \text{ kg/cm}^2$, revenimiento de 14 a 16 cm. El precio incluye sobrevolumen, vibrado, desperdicios, materiales, bombeo, mano de obra, equipo, herramienta, laboratorio, limpieza, equipo de seguridad todo lo necesario para la correcta ejecución de los trabajos (P.U.O.T.).	m3	36.0000	\$3,275.95	\$117,934.20	0.36%
NICSNJ25	Suministro, habilitado, armado y colocación de acero de refuerzo en diámetros varios en columnas de $f_y=4,200 \text{ kg/cm}^2$. La cuantificación incluye acero principal y secundarios, traslapes, elevaciones, escuadras, desperdicios, descalibres, ganchos y dobleces, cortes, dobleces, maquinaria, equipo y herramienta, mano de obra, acarreo, manejo del material, descargas, limpieza, seguridad y todo lo necesario para la correcta ejecución de los trabajos (P.U.O.T.).	kg	163,792.0600	\$23.67	\$3,876,958.06	12.80%
NICSNJ26	Suministro y colocación de cimbra y descimbra de contacto acabado aparente en Columnas en elementos de estructura. incluye: materiales de consumo, elevaciones, desmoldantes, acarreo, maniobras, cortes, habilitados, andamiaje, mano de obra, equipo, descargas, limpieza, seguridad, herramienta y todo lo necesario para su correcta ejecución de los trabajos. (P.U.O.T.).	m2	2,492.9500	\$341.34	\$850,943.55	3.09%
NICSNJ27	Suministro de concreto estructural en Columnas clase I con peso volumétrico superior a 2.2 t/m3 en estado fresco, con $f_c = 250 \text{ kg/cm}^2$, revenimiento de 14 a 16 cm. El precio incluye sobrevolumen, vibrado, desperdicios, materiales, bombeo, mano de obra, equipo, herramienta, laboratorio, limpieza, equipo de seguridad todo lo necesario para la correcta ejecución de los trabajos (P.U.O.T.).	m3	448.6400	\$3,275.95	\$1,469,722.21	6.37%
NICSNJ29	Suministro, habilitado, armado y colocación de acero de refuerzo en diámetros varios en vigas principales de $f_y=4,200 \text{ kg/cm}^2$. La cuantificación incluye acero principal y secundarios, traslapes, elevaciones, escuadras, desperdicios, descalibres, ganchos y dobleces, cortes, dobleces, maquinaria, equipo y herramienta, mano de obra, acarreo, manejo del material, descargas, limpieza, seguridad y todo lo necesario para la correcta ejecución de los trabajos (P.U.O.T.).	kg	93,470.4000	\$23.67	\$2,212,444.37	8.35%

NICSNJ30	Suministro y colocación de cimbra y descimbra de contacto acabado aparente en vigas principales en elementos de estructura. incluye: materiales de consumo, elevaciones, desmoldantes, acarrees, maniobras, cortes, habilitados, andamiaje, mano de obra, equipo, descargas, limpieza, seguridad, herramienta y todo lo necesario para su correcta ejecución de los trabajos. (P.U.O.T.).	m2	3,608.2800	\$380.30	\$1,372,228.88	4.23%
NICSNJ31	Suministro de concreto estructural en vigas principales clase I con peso volumétrico superior a 2.2 t/m3 en estado fresco, con f'c = 250 kg/cm2, revenimiento de 14 a 16 cm. El precio incluye sobrevolumen, vibrado, desperdicios, materiales, bombeo, mano de obra, equipo, herramienta, laboratorio, limpieza, equipo de seguridad todo lo necesario para la correcta ejecución de los trabajos (P.U.O.T).	m3	547.5700	\$3,275.95	\$1,793,811.94	5.28%
NICSNJ33	Suministro, habilitado, armado y colocación de acero de refuerzo en diámetros varios en losas macizas de fy=4,200 kg/cm2. La cuantificación incluye acero principal y secundarios, traslapes, elevaciones, escuadras, desperdicios, descalibres, ganchos y dobleces, cortes, dobleces, maquinaria, equipo y herramienta, mano de obra, acarrees, manejo del material, descargas, limpieza, seguridad y todo lo necesario para la correcta ejecución de los trabajos (P.U.O.T.).	kg	30,986.8000	\$23.67	\$733,457.56	2.26%
NICSNJ34	Suministro y colocación de cimbra y descimbra de contacto acabado aparente en losas macizas en elementos de estructura. incluye: materiales de consumo, elevaciones, desmoldantes, acarrees, maniobras, cortes, habilitados, andamiaje, mano de obra, equipo, descargas, limpieza, seguridad, herramienta y todo lo necesario para su correcta ejecución de los trabajos. (P.U.O.T.).	m2	3,816.3500	\$323.54	\$1,234,741.88	3.81%
NICSNJ35	Suministro de concreto estructural en losas macizas clase I con peso volumétrico superior a 2.2 t/m3 en estado fresco, con f'c = 250 kg/cm2, revenimiento de 14 a 16 cm. El precio incluye sobrevolumen, vibrado, desperdicios, materiales, bombeo, mano de obra, equipo, herramienta, laboratorio, limpieza, equipo de seguridad todo lo necesario para la correcta ejecución de los trabajos (P.U.O.T).	m3	480.8600	\$3,275.95	\$1,575,273.32	4.86%
NICSNJ36	Suministro, fabricación y colocación de estructura metálica a base de perfiles comerciales para troquelamiento; Incluye: conexiones, descalibre, soldadura e70xx, sujeciones, desperdicios, acarrees, elevaciones, materiales, mano de obra, equipo y herramienta, limpieza, equipo de seguridad y todo lo necesario para su correcta ejecución de los trabajos (P.U.O.T.).	kg	52,959.5000	\$36.12	\$1,912,897.14	5.90%
NICSNJ37	Suministro y colocación de ademe en pilas de 80 y de 1.20 mts de diámetro; incluye: materiales, mano de obra calificada y equipo	ml	160.0000	\$2,772.78	\$443,644.80	1.37%
NICSNJ38	Suministro y colocación de lodo bentónico;	m3	230.0000	\$2,303.70	\$529,851.00	1.63%

	incluye: materiales, mano de obra calificada y equipo					
NICSNJ39	Suministro, habilitado, armado y colocación de acero de refuerzo en diámetros varios en muros de rigidez de $f_y=4,200 \text{ kg/cm}^2$. La cuantificación incluye acero principal y secundarios, traslapes, elevaciones, escuadras, desperdicios, descalibres, ganchos y dobleces, cortes, dobleces, maquinaria, equipo y herramienta, mano de obra, acarreos, manejo del material, descargas, limpieza, seguridad y todo lo necesario para la correcta ejecución de los trabajos (P.U.O.T.).	kg	32,807.0700	\$23.67	\$776,543.35	2.39%
NICSNJ40	Suministro y colocación de cimbra y descimbra de contacto acabado aparente en muros de rigidez, en elementos de estructura. incluye: materiales de consumo, elevaciones, desmoldantes, acarreos, maniobras, cortes, habilitados, andamiaje, mano de obra, equipo, descargas, limpieza, seguridad, herramienta y todo lo necesario para su correcta ejecución de los trabajos. (P.U.O.T.).	m2	2,632.7600	\$326.46	\$859,490.83	2.65%
NICSNJ41	Suministro de concreto estructural en muros de rigidez clase I con peso volumétrico superior a 2.2 t/m^3 en estado fresco, con $f_c = 250 \text{ kg/cm}^2$, revenimiento de 14 a 16 cm. El precio incluye sobrevolumen, vibrado, desperdicios, materiales, bombeo, mano de obra, equipo, herramienta, laboratorio, limpieza, equipo de seguridad todo lo necesario para la correcta ejecución de los trabajos (P.U.O.T.).	m3	263.2800	\$3,275.95	\$862,492.12	2.66%

TOTAL, DEL PRESUPUESTO MOSTRADO

SIN IVA:

\$31,321,755.11

(* TREINTA Y UN MILLONES TRESCIENTOS VEINTIUN MIL SETECIENTOS CINCUENTA Y CINCO PESOS11/100 M.N. *)

6.4. Periodo de Ejecución

6.4.1. Programa de Obra

PROGRAMA PARA LA EJECUCION DE LOS TRABAJOS (POR CONCEPTO)																
Código	Descripción	oct-17	nov-17	dic-17	ene-18	feb-18	mar-18	abr-18	may-18	jun-18	jul-18	ago-18	sep-18	oct-18	nov-18	Total
NICOLAS SAN JUAN - CIMENTACION, EXCAVACION, MURO BERLIN Y CONCRETO REFORZADO																
NCSNJ32	Abatimiento del nivel freático a base de bombeo															\$440,702.22
NCSNJ01	Excavacion en material tipo II con equipo mecanico.															\$1,246,246.56
NCSNJ02	Colocacion de muro berlin en el perimetro del terreno.															\$1,347,931.80
NCSNJ36	Suministro, fabricación y colocacion de troquel															\$1,551,183.76
NCSNJ03	perforacion para pilas de 1.20 mts de diametro															\$699,855.74
NCSNJ04	Armado de pilas de 1.20 mts de diametro															\$282,831.67
NCSNJ05	Colado de pilas de 1.20 mts de diametro															\$693,485.49
NCSNJ06	perforacion para pilas de 0.85 mts de diametro															\$187,419.83
NCSNJ07	Armado de pilas de 0.85 mts de diametro															\$97,391.46
NCSNJ08	Colado de pilas de 0.85 mts de diametro															\$132,340.32
NCSNJ37	Suministro y colocacion de ademe metalico															\$388,761.60
NCSNJ38	Suministro y colocacion de lodo bentonitico															\$262,025.20
NCSNJ09	Plantilla de concreto de 100 kg/cm2 de 5 crmts de espesor.															\$52,038.99
NCSNJ10	Suministro, habilitado, armado y colocacion de acero de refuerzo en diámetros varios en losa de fondo.															\$371,703.85
NCSNJ11	Suministro y colocación de cimbra y descimbra de contacto acabado aparente en losa de fondo.															\$38,613.35
NCSNJ12	Suministro de concreto estructural en losa de fondo															\$354,123.33
NCSNJ13	Suministro, habilitado, armado y colocacion de acero de refuerzo en dados de cimentacion															\$219,088.67
NCSNJ14	Suministro y colocación de cimbra y descimbra de contacto acabado aparente en dados de cimentacion															\$46,819.08
NCSNJ15	Suministro de concreto estructural en dados de cimentacion															\$134,152.44
NCSNJ16	Suministro, habilitado, armado y colocacion de acero de refuerzo en contratraves															\$269,515.81
NCSNJ17	Suministro y colocación de cimbra y descimbra de contacto acabado aparente en contratraves															\$216,877.45
NCSNJ18	Suministro de concreto estructural en contratraves															\$241,542.97
NCSNJ19	Suministro, habilitado, armado y colocacion de acero de refuerzo en muros de contencion.															\$363,095.74
NCSNJ20	Suministro y colocación de cimbra y descimbra de contacto acabado aparente en muros de contencion.															\$193,937.49
NCSNJ21	Suministro de concreto estructural en muros de contencion															\$316,787.03
NCSNJ22	Suministro, habilitado, armado y colocacion de acero de refuerzo en fosa de elevadores y cisterna															\$66,487.09
NCSNJ23	Suministro y colocación de cimbra y descimbra de contacto acabado aparente en fosa de elevador y cisterna															\$45,234.63
NCSNJ24	Suministro de concreto estructural en foso de elevador y cisterna															\$76,196.52
NCSNJ25	Suministro, habilitado, armado y colocacion de acero de refuerzo en diámetros varios en columnas															\$3,406,073.41
NCSNJ26	Suministro y colocación de cimbra y descimbra acabado aparente en Columnas															\$761,260.90
NCSNJ27	Suministro de concreto estructural en Columnas															\$1,335,344.01
NCSNJ28	Suministro y colocacion de conector mecanico															\$378,510.90
NCSNJ29	Suministro, habilitado, armado y colocacion de acero en trabes															\$2,221,380.00
NCSNJ30	Suministro y colocación de cimbra y descimbra acabado aparente en trabes															\$1,041,277.44
NCSNJ31	Suministro de concreto estructural en trabes															\$1,105,272.85
NCSNJ33	Suministro, habilitado, armado y colocacion de acero en losa macizas															\$601,763.66
NCSNJ34	Suministro y colocación de cimbra y descimbra acabado aparente en losas macizas															\$1,101,322.28
NCSNJ35	Suministro de concreto estructural en losas macizas															\$1,017,773.85
NCSNJ39	Suministro, habilitado, armado y colocacion de acero en muros de rigidez															\$637,113.30
NCSNJ40	Suministro y colocación de cimbra y descimbra acabado aparente en muros de rigidez															\$682,279.75
NCSNJ41	Suministro de concreto estructural en muros de rigidez															\$557,250.55

6.4.2. Programa de Costos Indirectos

Código	Descripción	oct-17			nov-17			dic-17			ene-18			feb-18			mar-18			abr-18		
PROGRAMA DE COSTOS INDIRECTOS PARA LA EJECUCION DE OBRA CON CONCRETO REFORZADO																						
CI001	COSTOS INDIRECTOS DE OFICINAS ADMINISTRATIVAS (5%)	\$23,750.91	\$23,750.91	\$23,750.91	\$23,750.91	\$23,750.91	\$23,750.91	\$23,750.91	\$23,750.91	\$23,750.91	\$23,750.91	\$23,750.91	\$23,750.91	\$23,750.91	\$23,750.91	\$23,750.91	\$23,750.91	\$23,750.91	\$23,750.91	\$23,750.91	\$23,750.91	\$23,750.91
CI002	COSTOS INDIRECTOS DE ADMINISTRACION DE OBRA	\$12,000.00	\$12,000.00	\$12,000.00	\$12,000.00	\$12,000.00	\$12,000.00	\$15,000.00	\$15,000.00	\$15,000.00	\$15,000.00	\$15,000.00	\$15,000.00	\$15,000.00	\$15,000.00	\$15,000.00	\$15,000.00	\$15,000.00	\$15,000.00	\$15,000.00	\$15,000.00	\$15,000.00
CI003	LABORATORIO DE CONCRETO	\$8,000.00	\$8,000.00	\$8,000.00	\$8,000.00	\$8,000.00	\$8,000.00	\$8,000.00	\$8,000.00	\$8,000.00	\$8,000.00	\$8,000.00	\$8,000.00	\$8,000.00	\$8,000.00	\$8,000.00	\$8,000.00	\$8,000.00	\$8,000.00	\$8,000.00	\$8,000.00	\$8,000.00
CI004	LABORATORIO DE TORQUE	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$4,000.00	\$4,000.00	\$4,000.00	\$4,000.00	\$4,000.00	\$4,000.00	\$4,000.00	\$4,000.00
CI005	TOPOGRAFIA	\$10,000.00	\$10,000.00	\$10,000.00	\$10,000.00	\$10,000.00	\$10,000.00	\$10,000.00	\$10,000.00	\$10,000.00	\$10,000.00	\$10,000.00	\$10,000.00	\$10,000.00	\$10,000.00	\$10,000.00	\$10,000.00	\$10,000.00	\$10,000.00	\$10,000.00	\$10,000.00	\$10,000.00
CI006	RENTA DE OFICINA, SERVICIOS, GASTOS IMPREVISTOS, ETC.	\$4,746.76	\$4,746.76	\$4,746.76	\$4,746.76	\$4,746.76	\$4,746.76	\$4,746.76	\$4,746.76	\$4,746.76	\$4,746.76	\$4,746.76	\$4,746.76	\$4,746.76	\$4,746.76	\$4,746.76	\$4,746.76	\$4,746.76	\$4,746.76	\$4,746.76	\$4,746.76	\$4,746.76

Código	Descripción	may-18			jun-18			jul-18			ago-18			sep-18			oct-18			nov-18			Total
PROGRAMA DE COSTOS INDIRECTOS PARA LA EJECUCION DE OBRA CON CONCRETO REFORZADO																							
CI001	COSTOS INDIRECTOS DE OFICINAS ADMINISTRATIVAS (5%)	\$23,750.91	\$23,750.91	\$23,750.91	\$23,750.91	\$23,750.91	\$23,750.91	\$23,750.91	\$23,750.91	\$23,750.91	\$23,750.91	\$23,750.91	\$23,750.91	\$23,750.91	\$23,750.91	\$23,750.91	\$23,750.91	\$23,750.91	\$23,750.91	\$23,750.91	\$23,750.91	\$1,258,798.09	
CI002	COSTOS INDIRECTOS DE ADMINISTRACION DE OBRA	\$15,000.00	\$15,000.00	\$15,000.00	\$15,000.00	\$15,000.00	\$15,000.00	\$15,000.00	\$15,000.00	\$15,000.00	\$15,000.00	\$15,000.00	\$15,000.00	\$15,000.00	\$15,000.00	\$15,000.00	\$15,000.00	\$15,000.00	\$15,000.00	\$15,000.00	\$15,000.00	\$777,000.00	
CI003	LABORATORIO DE CONCRETO	\$8,000.00	\$8,000.00	\$8,000.00	\$8,000.00	\$8,000.00	\$8,000.00	\$8,000.00	\$8,000.00	\$8,000.00	\$8,000.00	\$8,000.00	\$8,000.00	\$8,000.00	\$8,000.00	\$8,000.00	\$8,000.00	\$8,000.00	\$8,000.00	\$8,000.00	\$8,000.00	\$424,000.00	
CI004	LABORATORIO DE TORQUE	\$4,000.00	\$4,000.00	\$4,000.00	\$4,000.00	\$4,000.00	\$4,000.00	\$4,000.00	\$4,000.00	\$4,000.00	\$4,000.00	\$4,000.00	\$4,000.00	\$4,000.00	\$4,000.00	\$4,000.00	\$4,000.00	\$4,000.00	\$4,000.00	\$4,000.00	\$4,000.00	\$164,000.00	
CI005	TOPOGRAFIA	\$10,000.00	\$10,000.00	\$10,000.00	\$10,000.00	\$10,000.00	\$10,000.00	\$10,000.00	\$10,000.00	\$10,000.00	\$10,000.00	\$10,000.00	\$10,000.00	\$10,000.00	\$10,000.00	\$10,000.00	\$10,000.00	\$10,000.00	\$10,000.00	\$10,000.00	\$10,000.00	\$530,000.00	
CI006	RENTA DE OFICINA, SERVICIOS, GASTOS IMPREVISTOS, ETC.	\$4,746.76	\$4,746.76	\$4,746.76	\$4,746.76	\$4,746.76	\$4,746.76	\$4,746.76	\$4,746.76	\$4,746.76	\$4,746.76	\$4,746.76	\$4,746.76	\$4,746.76	\$4,746.76	\$4,746.76	\$4,746.76	\$4,746.76	\$4,746.76	\$4,746.76	\$4,746.76	\$251,578.38	
																						\$3,405,376.39	

Una vez realizado el análisis de los costos indirectos para la obra a base de estructura metálica para la duración de la ejecución de la obra que es de 53 semanas se obtuvieron los siguientes datos:

- El monto total del indirecto del 17.65% es de **\$4, 701,191.53** (Cuatro millones setecientos un mil ciento noventa y un pesos 53/100 m.n.)
- El costo indirecto de las oficinas centrales administrativas con un monto total de **\$1, 258,798.09** (un millón doscientos cincuenta y ocho mil setecientos noventa y ocho pesos 09/100 m.n.)
- El costo indirecto de la administración de obra (1 de acero, 1 residente de acero, 1 residente de cimbra y 1 superintendente) con un monto total de **\$777,000.00** (setecientos setenta y siete mil pesos 00/100 m.n.)
- El costo indirecto del laboratorio de concreto con un monto total de **\$424,000.00** (cuatrocientos veinticuatro mil pesos 00/100 m.n.)
- El costo indirecto del laboratorio de torque **\$164,000.00** (ciento sesenta y cuatro mil pesos 00/100 m.n.)
- El costo indirecto del laboratorio de Topografía con un monto total de **\$530,000.00** (quinientos treinta mil pesos 00/100 m.n.)
- El costo indirecto de renta de oficinas, gastos imprevistos de la obra, etc. con un monto total de **\$251,578.38** (doscientos cincuenta y un mil quinientos setenta y ocho pesos 38/100 m.n.)
- Dándonos una suma total de **\$3, 405,376.39** (tres millones cuatrocientos cinco mil trescientos setenta y seis pesos 39/100 m.n.)
- Realizando la diferencia entre los indirectos presupuestados con los supuestos, se obtiene una diferencia de **\$1, 295,815.02**, el cual refleja una utilidad del **5.02%** contra un **6%** de indirectos calculados en el presupuesto.

6.5. Proceso Constructivo

En los traslapes de las varillas desde el número 3 al 8 se realizará de acuerdo con la especificación de 40 veces el diámetro de la varilla, del número 10 al 12 se realizará el traslape mediante conectores mecánicos y/o bulbos.

Toda modificación que debe realizarse a la varilla como dobleces, cortes, traslapes, etc., deben realizarse sin calentar el acero debido a que este puede sufrir modificaciones en sus propiedades mecánicas.

El concreto a utilizar en cimentación, columnas, vigas, losas y muros, será un concreto bombeable estructural clase 1 con un T.M.A. de 19 mm (3/4") con un $f'c=250 \text{ kg/cm}^2$ con revenimiento de 18 cms.

Para la construcción de la estructura, de acuerdo con las restricciones del predio como lo vienen siendo dimensiones, dimensiones de edificios colindantes y altura de las torres del proyecto a ejecutar se utilizará una grúa torre con una pluma de 25 m de largo, con una capacidad en la punta de 6 toneladas, para facilitar el izaje y acarreo de materiales a los niveles posteriores de la estructura.

De acuerdo con los planos estructurales proporcionados por el calculista se indicará el procedimiento constructivo, así como una tabla de las longitudes, de dobleces, ganchos, anclajes de varilla.

Manejo del concreto

-Antes del colado

Se inspeccionarán que los elementos estructurales a colar, que estén armados correctamente de acuerdo a planos estructurales, el acero que este calzado y alineado para cumplir con recubrimiento solicitado, que el elemento no esté contaminado, es decir, sin alambres, clavos, madera, basura, etc.

-Durante el colado

Antes de iniciar la descarga se debe uniformizar el concreto, haciendo girar la olla de la unidad mezclando de uno a tres minutos, dependiendo del revenimiento solicitado.

Posteriormente se revisara el revenimiento del concreto de cada unidad, y de acuerdo al revenimiento solicitado se deberá tener una tolerancia de +/- 3.5cm. Las muestras y fabricación de ensayos de concreto para realizar las pruebas a compresión y/o las que solicite la supervisión.

Antes de iniciar el colado se deberá de humedecer con agua la superficie de contacto para una mejor adherencia del concreto. En caso de existir una junta fría, el concreto "viejo" se deberá de escarificar y aplicar un aditivo (adecon) para que se tenga una correcta adherencia entre ambos concretos.

El concreto no se deberá descargar de una altura mayor de 2.40m, para evitar la segregación del mismo. Durante el mezclado y vaciado, el concreto atrapa grandes cantidades de aire formando espacios vacíos u oquedades, los cuales restan resistencia al concreto, de esta forma lo dejan expuesto al ataque de agentes externos y afectan su apariencia y acabado, es fundamental eliminar el aire atrapado con una adecuada operación de los equipos, ya que si el concreto se vibra demasiado tiempo este puede presentar la separación de sus componentes.

-Finalizado el colado

Una vez el concreto fraguado, para evitar contracciones todas las superficies de losa deberá de curarse manteniéndola húmeda por espacio mínimo de 7 días, el curado de los elementos puede realizarse mediante agua y/o alguna membrana para protegerlo de la pérdida de calor.

6.6. Análisis de flujo financiero

ANÁLISIS FINANCIERO DEL PROYECTO: " N.S.J. #828 "
 Nicolás San Juan #828, Col. Del Valle, Del. Benito Juárez, Ciudad de México
 "ESCENARIO con 35 DEPTOS"

PROGRAMA DE FLUJOS DEL PROYECTO "N.S.J. #828" 35 Departamentos, a base de Concreto Reforzado

FECHA DE ANALISIS: 18-JUN-18

Programa de Flujos	Construcción Etapa 1																												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
	abr-17	may-17	jun-17	jul-17	ago-17	sep-17	oct-17	nov-17	dic-17	ene-18	feb-18	mar-18	abr-18	may-18	jun-18	jul-18	ago-18	sep-18	oct-18	nov-18	dic-18	ene-19	feb-19	mar-19	abr-19	may-19	jun-19	jul-19	ago-19
Ingresos	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 15,000.00	\$ 3,000.00	\$ 3,000.00	\$ 3,000.00	\$ 3,000.00	\$ 3,000.00	\$ 3,000.00	\$ 3,000.00	\$ 3,000.00	\$ 4,505.00	\$ 4,505.00	\$ 10,520.00	\$ 14,280.00	\$ 14,280.00	\$ 21,810.00	\$ 21,810.00	\$ 7,525.00	\$ 9,030.00	\$ 9,030.00	\$ 14,290.00	\$ 9,030.00	\$ 9,030.00	\$ 3,010.00
Egresos	\$ 11,850.03	\$ 823,957.41	\$ 1,657,476.76	\$ 761,588.07	\$ 545,499.38	\$ 617,799.38	\$ 18,450.860.92	\$ 3,754,070.74	\$ 3,784,395.74	\$ 3,872,008.15	\$ 3,902,333.15	\$ 3,932,658.15	\$ 3,962,983.15	\$ 4,175,808.15	\$ 4,031,758.15	\$ 4,113,504.87	\$ 4,151,129.18	\$ 10,538,969.91	\$ 13,711,863.64	\$ 13,656,213.64	\$ 19,999,501.10	\$ 19,873,201.10	\$ 7,013,209.87	\$ 811,406.59	\$ 811,406.59	\$ 1,204,798.96	\$ 919,208.51	\$ 919,208.51	\$ 500,417.78
FLUJO DE EFECTIVO																													
Flujo bruto	-\$ 11,850.03	-\$ 823,957.41	-\$ 1,657,476.76	-\$ 761,588.07	-\$ 545,499.38	-\$ 617,799.38	-\$ 3,450,860.92	-\$ 754,070.74	-\$ 784,395.74	-\$ 872,008.15	-\$ 902,333.15	-\$ 932,658.15	-\$ 962,983.15	-\$ 1,175,808.15	-\$ 1,031,758.15	\$ 391,583.13	\$ 353,958.82	-\$ 13,529.91	\$ 576,296.36	\$ 631,946.36	\$ 1,814,098.90	\$ 1,940,398.90	\$ 512,230.13	\$ 8,219,121.41	\$ 8,219,121.41	\$ 13,093,537.04	\$ 8,111,319.49	\$ 8,111,319.49	\$ 2,509,758.22
Flujo Bruto Acumulado	-\$ 11,850.03	-\$ 12,684.45	-\$ 14,332.20	-\$ 15,102.27	-\$ 15,646.65	-\$ 16,260.03	-\$ 19,719.95	-\$ 20,466.68	-\$ 21,254.42	-\$ 22,125.57	-\$ 23,027.72	-\$ 23,968.86	-\$ 24,920.01	-\$ 26,091.16	-\$ 27,133.31	-\$ 26,731.17	-\$ 26,383.35	-\$ 26,392.26	-\$ 25,829.90	-\$ 25,196.54	-\$ 23,376.64	-\$ 21,437.73	-\$ 20,926.60	-\$ 12,701.18	-\$ 4,485,901.77	\$ 8,607,635.27	\$ 16,718,954.76	\$ 24,830,274.24	\$ 27,340,032.47

TIR= **3.43%** Valor de TIR, para lo cual el VPN=0; por lo tanto se toma un valor menor a este para el análisis del VPN.

Tasa de Descuento propuesta mensual= **2.70%**

VPN (32.4% anual)= **\$ 3,812,534.12**

Capítulo 7. Resultados de comparativa estructura a base de Acero vs Concreto reforzado

TABLA DE RESULTADOS			
CONCEPTO	UNIDAD	CONCRETO REFORZADO	ACERO ESTRUCTURAL
		CANTIDAD	CANTIDAD
Excavación de material tipo II por medios mecánicos.	m3	5,616.00	5,616.00
Suministro y colocación de muro Berlín para la retención de empujes laterales.	ml	108.00	108.00
Abatimiento del nivel freático mediante pozos de bombeo.	mes	6.00	6.00
Perforación para pilas.	ml	411.18	411.18
Acero de refuerzo en pilas.	kg	24,115.63	20,096.36
Concreto en pilas con un $f'c=250$ kg/cm ² , T.M.A. 3/4".	m3	481.72	401.43
Suministro y colocación de acero de refuerzo en cimentación superficial (losa de fondo, contratrabes y dados)	kg	56,583.78	46,698.16
Suministro y colocación de cimbra acabado común en cimentación superficial (losa de fondo, contratrabes y dados)	m2	1,574.40	1,324.67
Suministro y colocación de concreto estructural con un $f'c=250$ kg/cm ² cimentación superficial (losa de fondo, contratrabes y dados).	m3	380.81	375.05
Suministro y colocación de acero de refuerzo en estructura principal (columnas, vigas y losas de entrepiso)	kg	288,249.26	-
Suministro y colocación de acero estructural en estructura principal.	kg	-	450,121.65
Suministro y colocación de cimbra acabado común en estructura principal (columnas, vigas y losas de entrepiso).	m2	9,917.58	-
Suministro y colocación de concreto estructural con un $f'c=250$ kg/cm ² en estructura principal (columnas, vigas y losas de entrepiso)	m3	1,477.07	417.41
DENSIDAD DE CIMENTACION (457.56 m²) ton/m³ (toneladas de acero por m³ de concreto)	kg/m ²	4,700.53	4,218.78
DENSIDAD DE ESTRUCTURA PRINCIPAL (5,157.78 m²) aplicar kg por m³ de concreto	kg/m ²	687.31	87.27
COSTO TOTAL DE LA ESTRUCTURA	\$	\$ 31,321,755.11	\$ 34,834,656.58
PERIODO DE EJECUCION	SEMANA	53.00	34.00

7.1. Aspectos Técnicos

Concreto Reforzado

Material monolítico producido con material de cantera.

Se fabrica en obra

El resultado es una construcción maciza

Las piezas son rígidas.

No hay limitaciones en cuanto a formas y tamaños que se pueden obtener.

Al aumentar la exigencia se aumenta el tamaño o la calidad de los materiales

Los asentamientos diferenciales son perjudiciales.

La acción sísmica es de cuidado debido a su rigidez.

El comportamiento a tensión es deficiente. Debe usarse acero de refuerzo para mejorarla.

No influye por separado la resistencia en las uniones.

El límite de resistencia puede estar entre 200 y 400 MPa.

Acero Estructural

Material producido industrialmente bajo explotación en minas.

Se obtienen perfiles normalizados

La forma es de un esqueleto.

Las piezas son esbeltas.

Las formas y tamaños están limitados por las facilidades de transporte entre fábrica y obra.

Al aumentar la exigencia se puede controlar la respuesta mediante variación en la proporción general.

Es menos sensible a los asentamientos diferenciales.

Tolera la acción sísmica debido a su capacidad de fluencia.

La capacidad bruta en todos los estados de tensión es equivalente. Debe controlarse la esbeltez para la compresión

La resistencia en las uniones afecta la capacidad general.

200 y 400 MPa.

El límite de resistencia puede estar entre 200 y 600 MPa.

7.1.1. Control de Calidad

El control de calidad lo podemos definir como el conjunto de operaciones y decisiones que se toman con el propósito de cumplir el objeto de un contrato y de cierta forma comprobar el cumplimiento de los requisitos exigidos.

Existe primordialmente como una organización de servicio, para conocer las especificaciones establecidas por la ingeniería del producto y proporcionar asistencia al departamento de fabricación, para que la producción alcance estas especificaciones. Como tal, la función consiste en la recolección y análisis de grandes cantidades de datos que después se presentan a diferentes departamentos para iniciar una acción correctiva

adecuada. Para controlar la calidad de un producto se realizan inspecciones o pruebas de muestreo para verificar que las características del mismo sean óptimas.

7.1.1.1 Acero Estructural

El control de calidad del acero se realiza principalmente en las inspecciones de las uniones y piezas soldadas, muchas de estas pruebas son conocidas como “pruebas no destructivas”, métodos que, sin dañar la pieza evaluada, posibilitan la detección de discontinuidades y aportan información precisa y calidad de la soldadura. Estas pruebas permiten no solo determinar la calidad y las características de la soldadura, sino además que pueden alertar sobre la presencia de discontinuidades en la misma ofreciendo datos relevantes como el tamaño, la forma y la situación de dichos errores.

Entre los ensayos (spots) que se utilizan con mayor frecuencia para inspeccionar soldadura se encuentran radiografía o rayos x (RT), ultrasonido (UT), líquidos penetrantes e inspección visual.

Este tipo de pruebas permite encontrar de una manera eficaz deficiencias en la soldadura, debido a la eficiencia de las pruebas.

De acuerdo a la normativa, grandes de obra de ingeniería o construcciones civiles, están obligadas aplicar pruebas para garantizar la calidad en sus procesos, productos y servicios, para así evitar errores.

Así como también para el control de calidad es muy necesario inspeccionar que los materiales son almacenados y manipulados adecuadamente, para evitar deformaciones en los perfiles.

7.1.1.2. Concreto Reforzado

El control de calidad del concreto debe ser preventivo, por lo tanto, es de vital importancia la realización de ensayos al concreto en estado fresco con los que se busca garantizar el cumplimiento de las especificaciones en estado endurecido. Los principales ensayos que se debe realizar son: trabajabilidad o manejabilidad (revenimiento), elaboración y curado de especímenes de concreto para ensayos.

Es claro que las propiedades del concreto en obra no pueden ser obtenidas directamente del concreto en estado fresco, puesto que las características de los elementos estructurales de concreto se ven afectadas por las prácticas constructivas en la obra. Sin embargo, el control de calidad en estado fresco es la única herramienta para tomar decisiones rápidas, durante la colocación de concreto.

Las pruebas para el control del concreto son más variables, es decir si no se ejecutan correctamente las pruebas para el concreto fresco o la preparación de los cilindros de prueba, en lo cual puede influir moldes contaminados, en malas condiciones, no haber realizado correctamente el número de golpes y la colocación en capas, así mismo las condiciones ambientales expuestas y el curado de los cilindros previo a la ejecución de las pruebas.

El transporte de los cilindros es de vital importancia, ya que el rodamiento y choque de estos puede ocasionar fracturas en el cual puede afectar la resistencia de estos, y por lo tanto que los resultados de las pruebas no sean los correctos.

7.1.2. Arquitectura

La estética de una obra es siempre importante; en algunos tipos de edificaciones puede ser uno de los aspectos primordiales, como en los edificios de grandes corporaciones, museos, plazas y algunos tipos de obras públicas.

7.1.2.1. Acero Estructural

La estética de las estructuras de acero inspira normalmente una característica de modernidad en la obra y por esto mismo existe una tendencia exponer la estructura como parte principal de la arquitectura, con sus elementos rectilíneos, inclinados, grandes claros, etc.

De acuerdo con su resistencia los elementos que formarán la estructura en cualquier construcción podrán ser de una sección transversal mucho menor que en el caso del concreto, ocupando, por lo tanto, menos espacio.

7.1.2.2. Concreto Reforzado

En la estética de las estructuras de Concreto Reforzado, estos llegan a tener una apariencia final integral, definida y uniforme; por lo que algunos casos no requieren acabados superficiales, pintura y/o texturizados; por lo cual permite una reducción de costos por pintura y mantenimiento y una mayor durabilidad en la apariencia final.

El concreto al tener la característica de moldeabilidad, no tiene limitación en cuanto a formas y tamaños que se pueden obtener de los elementos estructurales, así como secundarios.

7.2. Tiempo de ejecución

Cuanto menor sea el tiempo de construcción es mejor para el inversionista y el constructor, ya que reduce los costos y se obtiene una utilidad en menor tiempo.

7.2.1. Acero Estructural

De acuerdo con la estructuración con acero estructural del proyecto, el rendimiento de montaje y los tiempos de fabricación, el proyecto de N.S.J. #828 se ejecutará con un total de semanas **34 semanas**.

La rapidez constructiva es otra ventaja a favor de la construcción con acero, material que permite realizar trabajos de prefabricación que facilitan ampliamente en tiempos la etapa de montaje estructural.

7.2.2. Concreto Reforzado

De acuerdo con la estructuración con concreto reforzado del proyecto, el rendimiento para la ejecución de habilitado armado de acero y cimbra, así como el vaciado de concreto, el proyecto de N.S.J. #828 se ejecutará con un total de semanas **53 semanas**.

7.3. Programa de Costos Indirectos

Este punto de igual forma va de la mano con el periodo de ejecución, ya que en cuanto menor ser el tiempo de construcción es mejor para el constructor y/o contratista, debido a que, así reduces el gasto de los costos indirectos, por lo tanto se obtiene una mayor utilidad a la propuesta en el presupuesto.

7.3.1. Acero Estructural

El monto total del indirecto del 17.65% calculado del presupuesto es de **\$6,075, 027.96** (Seis millones setenta y cinco mil veintisiete pesos 80/100 m.n.)

El costo indirecto (administración de obra, administración central, rentas, fianzas, seguros, etc.) de acuerdo con el periodo de ejecución de 34 semanas nos da un total de costo indirecto de **\$2, 156,420.78** (dos millones ciento cincuenta y seis mil cuatrocientos veinte pesos 78/100 m.n.).

Obteniendo una diferencia de **\$3, 072,034.39** (tres millones setenta y dos mil treinta y cuatro pesos 39/100 m.n.), la cual da una utilidad del **10.37%** de acuerdo con el cálculo del precio unitario, en el cual se propuso una utilidad del **6%**.

7.3.2. Concreto Reforzado

El monto total del indirecto del 17.65% calculado del presupuesto es de **\$4, 071,191.53** (Cuatro millones setenta y un mil ciento noventa y un pesos 53/100 m.n.)

El costo de indirecto (administración de obra, central, rentas, etc.) de acuerdo con el periodo de ejecución de 53 semanas nos da un total de costo indirecto de **\$3, 405,376.39** (tres millones cuatrocientos cinco mil trescientos setenta y seis pesos 39/100 m.n.).

Obteniendo una diferencia de **\$1, 295,815.02** (Un millón doscientos noventa y cinco mil ochocientos quince pesos 02/100 m.n.), la cual da una utilidad del **5.02%** de acuerdo con el cálculo del precio unitario, en el cual se propuso una utilidad del **6%**.

7.4. Sustentabilidad

Se sabe que es muy grande el desperdicio de materiales y de mano de obra en la construcción, y que la solución para reducir este desperdicio en las obras apunta a la racionalización de la estructura y el empleo de materiales prefabricados. Se consigue así optimizar el proceso de producción con un mejor aprovechamiento de los materiales y servicios reduciendo prácticamente los índices de desperdicio.

7.4.1. Acero Estructural

La construcción en acero es el método de construcción más rápido y limpio, ya que la racionalidad de uso de los materiales y el bajo nivel de pérdidas (la precisión es milimétrica), son características que favorecen al acero en cuanto al impacto del medio ambiente.

Por ser una construcción más limpia se puede decir, que la construcción de proyectos con estructura metálica se les puede llamar "**construcción armónica**", con una contaminación visual y auditiva menor, debido por contener una menor cantidad de concreto, se realizan una menor cantidad de colados, esto es importante debido a que las limitaciones del espacio de acuerdo a las dimensiones y ubicaciones de algunos predios en la Ciudad de México para los colados de los elementos, es necesario la colocación de

una bomba estacionaria, la cual se tiene que colocar en la calle pasando la tubería para bombeo de concreto por la banqueta la cual es una área pública, lo que puede provocar en diversos casos molestias con los vecinos o los transeúntes, ya que hay diversas quejas sobre la obstrucción de vías públicas por material y equipos de construcción (quejas principales en delegaciones), para mitigar esta queja, se puede resolver mediante una escalera o un tapanco encima de la tubería para el paso de peatones o el confinamiento de un pasillo; aunque estos métodos de igual forma algunos vecinos no están de acuerdo con ellos.

Así mismo la construcción con estructura metálica provoca una menor contaminación auditiva, debido a que este tipo de estructuración consiste en elementos prefabricados, el procedimiento constructivo consiste ensamblar las piezas y fijarlas mediante soldadura o tornillos; la última es más factible ya que permite una ejecución más rápida y limpia.

Este tipo de construcción de acuerdo con su estructuración permite una mayor cantidad de espacios abiertos, permitiendo ventilación e iluminación naturales, representan economía de energía y disminuyen la contaminación ambiental.

Cuando termina la vida útil del edificio, la estructura metálica de acero puede ser desmontada y posteriormente la reutilización de los elementos de acero, lo que supone un ahorro de inversión considerable o ser reaprovechada con un fácil reciclaje bajo la forma de chatarra a los hornos de la planta siderúrgicas para ser reprocesado, sin pérdida de calidad.

Actualmente, la mayor parte de los perfiles y las placas de acero estructural que se producen se hacen fundiendo la chatarra de acero. Ésta se obtiene de automóviles viejos y de la chatarra de los perfiles estructurales, así como de refrigeradores, motores, máquinas de escribir, resortes de camas y otros artículos similares de desecho. El acero fundido se vierte en moldes que tienen aproximadamente las formas finales de los miembros. Las secciones resultantes, que se hacen pasar por una serie de rodillos para comprimirlos hasta su forma final, tienen mejor superficie y menores esfuerzos residuales que el acero recién hecho. Los perfiles se pueden procesar más mediante el rolado en frío, la aplicación de diversos recubrimientos, y tal vez mediante el proceso de recocido. Mediante este proceso, el acero se calienta a un rango intermedio de temperatura (por ejemplo, 1 300-1 400 °C), se le mantiene a esta temperatura por varias horas, y luego se le deja enfriar lentamente a la temperatura ambiente. El recocido conduce a un acero que tiene menor dureza y fragilidad, pero mayor ductilidad.

También como ventaja económica, el desperdicio del acero estructural en cualquier fundidora y recuperar parte del capital invertido.

7.4.2. Concretos Reciclados

En la estructura de concreto reforzado, se tiene más desperdicio debido a los distintos materiales utilizados para la correcta ejecución del proyecto, en el cual el acero de refuerzo tiene un desperdicio considerable debido a las dimensiones de los elementos, anclajes, dobleces y empalmes especificados por normas, lo cual produce un mayor corte

del acero teniendo longitudes que no se pueden utilizar lo cual se desecha como chatarra, la cual se lleva a fundidoras para la reutilización de este.

La madera que tiene como función para cimbra de los elementos estructurales, que al igual que al acero, este material se trabaja en obra realizando recortes de acuerdo con la geometría de los elementos, este elemento tiene una vida útil de 4 usos según manejo y tratamiento que se le dé, una vez concluida su vida útil este material se puede utilizar para la venta de leña en comunidades rurales y/o se realizan los retiros a tiros autorizados.

En México se producen 30 000 toneladas diarias de residuos de la construcción y que 6500 toneladas son producidas en el Distrito Federal. Aproximadamente una obra de demolición genera 900 kg/m² de residuos, mientras que una obra nueva genera 200 kg/m².

El concreto reciclado su principal empleo es la reconstrucción y construcción de pavimentos, como agregados en sub-bases de concreto pobre y suelo cemento, así como la fabricación de mezclas asfálticas.

La preservación del medio ambiente es una parte de la ingeniería civil que se puede resolver desde el concreto reciclado, pues su uso: minimiza la descarga de residuos sólidos que contaminan el medio ambiente, rehúsa materiales considerados como desecho que no tienen un costo importante propiamente dicho, innova en diseño de materiales para lograr el máximo desempeño mecánico bajo sollicitaciones estáticas y dinámicas que permitan mejorar la situación de vida de quienes emplean las edificaciones construidas con estos materiales; preserva el medio ambiente por evitar contaminación con residuos sólidos, disminuye las emisiones CO₂ al aire que todos respiramos y evita extracciones innecesarias de las canteras de materiales geológicos conservando la arquitectura del paisaje, y la flora y fauna endémicas.

Reciclar concreto resuelve la falta de agregados pétreos y la protección de sus canteras, el uso de agregados provenientes de concreto reciclado permite también que éstos se coloquen saturados en las mezclas y así se inicie el curado interno de las mezclas nuevas de concreto reciclado.

El factor económico también juega un papel importante ya que, si el agregado reciclado tiene un menor costo que el agregado natural, su uso será extenso.

Una desventaja económica del reciclado de concreto es que como dueño y/o contratista, tienes que pagar por el acarreo y la recepción del material para poder ser reciclado; pero la ventaja de esto te puede dar cierto “puntos” para obtener certificaciones de sustentabilidad.

7.5 Análisis de flujo financiero (VPN, Valor Presente Neto)

La preparación y evaluación de proyectos se ha convertido en un instrumento prioritario en las etapas de asignación de recursos para implementar iniciativas de inversión.

Todo proceso de evaluación implica situarse en escenarios hipotéticos. El objetivo, es poner el proyecto en dichos escenarios y, a la vez, tratar de plantear los retos que ello

implicaría, para el cumplimiento de las metas iniciales. De este modo, los gestores del proyecto pueden introducir los cambios que mejoren la ejecución de este.

La evaluación de un proyecto de inversión tiene por objeto conocer su rentabilidad económica, financiera y social; con el fin de resolver una necesidad humana en forma eficiente, segura y rentable, asignando los recursos económicos existentes a la mejor alternativa.

En la actualidad, una inversión inteligente requiere de una buena estructuración y evaluación, la cual indique la pauta a seguir, en aspectos como: la correcta asignación de recursos, la seguridad de que la inversión será realmente rentable, la decisión del ordenamiento de varios proyectos en función a su rentabilidad y finalmente, tomar una decisión de aceptación o rechazo. Esta técnica no debe ser tomada como decisional sino más bien como una posibilidad de proporcionar más información a quien debe decidir.

7.5.1. Análisis de VPN para construcción con Estructura Metálica.

A partir del flujo de efectivo bruto acumulado; se realizó el cálculo de la TIR del cual se obtuvo un valor de **tir=4.50% mensual**, para el cual el VPN=0, en este caso para que el proyecto sea rentable se debe de escoger una tasa de descuento menor a la TIR, ya que esta nos proyecta la tasa de rendimiento superior.

Por lo tanto, se escogió una tasa de descuento del **2.7% mensual o 32.4% anual**; realizando el cálculo del VPN con el flujo de efectivo bruto acumulado se obtuvo que el VPN de la inversión es de **\$7, 371,192.39** como el VPN>0 el proyecto es rentable.

7.5.2. Análisis de VPN para construcción con Concreto reforzado.

A partir del flujo de efectivo bruto acumulado; se realizó el cálculo de la TIR del cual se obtuvo un valor de **tir=3.43% mensual**, para el cual el VPN=0, en este caso para que el proyecto sea rentable se debe de escoger una tasa de descuento menor a la TIR, ya que esta nos proyecta la tasa de rendimiento superior.

Por lo tanto, se escogió una tasa de descuento del **2.7% mensual o 32.4% anual**; realizando el cálculo del VPN con el flujo de efectivo bruto acumulado se obtuvo que el VPN de la inversión es de **\$3, 812,534.12** como el VPN>0 el proyecto es rentable.

Capítulo 8. Conclusiones

El objetivo de este estudio fue para evaluar la factibilidad de la construcción con Estructura metálica en la zona metropolitana, este proyecto fue evaluado en junio del 2018, por lo que esta propuesta puede ser tomada como base, cambiando y/o modificando los precios unitarios para el proyecto, egresos e ingresos del proyecto, así como el periodo de ejecución, siendo una guía para quienes intervienen en estudios de factibilidad de proyectos.

En relación del trabajo en estudio podemos concluir que:

- La estructura metálica nos ofrece un punto muy importante la cual es la tolerancia ante una acción sísmica debido a su flexibilidad y fluencia, esto se pudo observar en las afectaciones y/o sucesos ocurridos en el sismo del 19 de septiembre del 2017 en la ciudad de México, en la cual los edificios que se vieron más afectados e incluso hasta el colapso fueron los de concreto reforzado y/o mampostería; donde se detectaron distintas variables entre las cuales se apreció mayormente vicios ocultos y falta de supervisión al momento de la ejecución de la construcción, como por ejemplo: la mala calidad en los materiales del concreto, incumplimiento en las especificaciones estructurales como son; longitud de traslapes cortos, escasos números de estribos en intersecciones, falta de elementos de rigidez en marcos estructurales entre otros. Mientras que las construcciones a base de estructura metálica, solamente se vieron afectados elementos no estructurales y/o secundarios como lo son acabados, instalaciones, etc. Es por esto por lo que se puede deducir el control de calidad en las construcciones de estructura metálica es mayor eficiente debido a que se tiene una mayor calidad en la construcción. Así mismo los elementos estructurales al ser más dúctiles y tener una mayor resistencia, hace de estos elementos prefabricados más esbeltos y ligeros, lo cual permite una mayor eficiencia, agilizando el montaje de la estructura principal; también dicha característica permita realizar estructuraciones de claros más grandes, así como permite un mejor aprovechamiento de los espacios arquitectónicos obteniendo áreas más grandes.
- Como se mencionó con anterioridad los elementos estructurales metálicos al ser elementos prefabricados, esbeltos y ligeros, permite un mejor manejo lo cual agiliza la colocación de las piezas, así como la conexión entre los elementos mediante soldadura o atornillado, la cual se recomienda la última opción ya que es mucho más rápida, eficiente y no necesita una mano de obra calificada, esto permite ser una construcción más eficaz debido a que reduce el periodo de ejecución. Con esta mención es una gran ventaja para el constructor debido a que, al momento de reducir el periodo de ejecución, se reducen los gastos indirectos de obra, así como el ahorro de la nómina de la mano de obra obteniendo una mayor utilidad a la calculada en el presupuesto.
- La construcción con acero al ser más rápida y limpia, de acuerdo con su racionalidad de materiales y bajo nivel de pérdidas es lo que la favorecen.

Este tipo de construcción permite claros más abiertos, teniendo como beneficio ventilación e iluminación natural, representa economía de energía y disminuye la contaminación ambiental.

Cuando la vida útil del edificio termine, la estructura metálica puede ser desmontada y posteriormente ser utilizada en un nuevo proyecto teniendo un ahorro considerable de inversión o en el peor de los casos mediante reciclaje en el cual el material pasa por hornos, sin la pérdida de calidad.

Como se mencionó anteriormente por ser una construcción más limpia; esta se puede decir que es una **construcción armónica**, ya que provoca una contaminación visual y auditiva menor, reduciendo constantemente las quejas vecinales ante las autoridades correspondientes.

- De acuerdo al estudio de factibilidad del proyecto mediante el método de evaluación **Valor Presente Neto**, en el cual el periodo de ejecución influye bastante ya que el periodo de recuperación de la inversión es más corto, se obtuvo que la **TIR** de estructura metálica es mayor que la **TIR** de concreto reforzado, la cual es la tasa superior del rendimiento de la Inversión, se utilizó una tasa de descuento menor a la obtenida de cada caso, porque en la comparativa se utilizó un mismo valor de tasa de descuento del cual se obtuvo que el **VPN_{E.Metalica} > VPN_{C.Reforzado}**, entonces se deduce que el proyecto a base de estructura metálica es más factible que el de concreto reforzado.
- Debido al gran impacto financiero que representa el cambio de las técnicas de construcción. Cada uno de los aspectos técnicos mejorados en los distintos tipos de construcción ya sea concreto reforzado o acero estructural contiene implícitamente reducciones significativas en los costos. Que en realidad, los materiales para construcción liviana son más costosos que los materiales para construcción tradicional, sin embargo, las garantías estructurales, el costo de la mano de obra, la reducción en los tiempos de construcción y la facilidad de manejo que presenta la construcción liviana, cubren el costo del material y reducen el costo final de la obra.

Bibliografía

-La industria de la construcción impulsada por un motor: la edificación, CEESCO, septiembre 2016

(Link: <http://www.cmic.org.mx/cmhc/ceesco/2016/Art%C3%ADculo%2001092016.pdf>)

-Ejecución de edificios en acero estructural, Carlos Arturo Vélez T.

-Evaluación de estructuras de concreto en la Ciudad de México, Eduardo Reinoso, Febrero 2012.

(Link: http://www.smie.org.mx/SMIE_Articulos/cu/cu_15/te_01/ar_06.pdf)

-Comparativo Concreto vs Acero, Amezcua Cristian Ulises, Febrero 2015.

(Link: <https://prezi.com/zyhuh4vquy6-/comparativo-concreto-vs-acero/>)

-Comparación técnica-financiera del acero estructural y concreto armado, Miguel David Rojas López, Octubre 2007.

-Construcción compuesta, Sociedad Mexicana de Ingeniería Estructural, Septiembre 2015.

(Link: www.smie.org.mx/actividades/simposio-30-aniversario-sismos-septiembre-1985/archivos/curso-acero-imca-construccion-compuesta.pdf).

-Revista ALCONPAT Vol. 5 No.3, Mérida, Septiembre-diciembre 2015.

(Link: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-68352015000300235)

-Tasa interna de retorno (TIR), Andrés Sevilla, Economipedia, Mayo 2017.