

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ingeniería

Departamento de Ingeniería Civil

**ANÁLISIS COMPARATIVO DE MANO DE OBRA Y TIEMPO ENTRE
SISTEMA PREFABRICADO Y SISTEMA TRADICIONAL APLICADO A
ESTRUCTURA PRINCIPAL DE CENTRO COMERCIAL EN VILLA NUEVA**

José David Panteul Sitán

Guatemala
2007

**ANÁLISIS COMPARATIVO DE MANO DE OBRA Y TIEMPO ENTRE
SISTEMA PREFABRICADO Y SISTEMA TRADICIONAL APLICADO A
ESTRUCTURA PRINCIPAL DE CENTRO COMERCIAL EN VILLA NUEVA**

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ingeniería

Departamento de Ingeniería Civil

**ANÁLISIS COMPARATIVO DE MANO DE OBRA Y TIEMPO ENTRE
SISTEMA PREFABRICADO Y SISTEMA TRADICIONAL APLICADO A
ESTRUCTURA PRINCIPAL DE CENTRO COMERCIAL EN VILLA NUEVA**

Trabajo de investigación presentado por José David Panteul Sitán para optar al
grado académico de Licenciatura en Ingeniería Civil

Guatemala
2007

PREFACIO

Se pretende que esta investigación sirva como referencia en el estudio analítico y comparativo entre sistemas de construcción tradicional y prefabricado, enfocándose en la mano de obra utilizada y tiempo necesario, tomando en cuenta las características únicas de cada sistema para poder hacer una elección en la construcción de vigas, columnas, muros y losas aplicadas a este proyecto.

En este trabajo se utilizan cuadros comparativos que muestran los procedimientos utilizados en cada uno de los dos sistemas, presentando las diferencias esenciales, para así poder observar los renglones que presenta mayor variación ya sea en tiempo de ejecución o cantidad y tipo de mano de obra utilizada.

Se ha utilizado como parámetros de comparación, únicamente la mano de obra y el tiempo utilizado en la construcción de este centro comercial, dejando a un lado los costos indirectos e inversiones iniciales que cada sistema necesita.

ÍNDICE

PREFACIO.....	vi
LISTA DE CUADROS	viii
LISTA DE ILUSTRACIONES.....	x
RESUMEN	xi

CAPÍTULOS

I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS.....	2
III. CONCEPTOS GENERALES	3
IV. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	23
V. ANÁLISIS COMPARATIVO DE MANO DE OBRA ENTRE SISTEMA TRADICIONAL Y PREFABRICADO	55
VI. ANÁLISIS COMPARATIVO DE TIEMPOS DE CONSTRUCCIÓN	109
VII. CONCLUSIONES.....	120
VIII.RECOMENDACIONES.....	123
IX. BIBLIOGRAFÍA	124
X. ANEXOS.....	126

LISTA DE CUADROS

Cuadro No. 1	55
Cuadro No. 2	56
Cuadro No. 3	57
Cuadro No. 4	57
Cuadro No. 5	58
Cuadro No. 6	58
Cuadro No. 7	59
Cuadro No. 8	60
Cuadro No. 9	61
Cuadro No. 10	61
Cuadro No. 11	62
Cuadro No. 12	63
Cuadro No. 13	64
Cuadro No. 14	65
Cuadro No. 15	66
Cuadro No. 16	67
Cuadro No. 17	68
Cuadro No. 18	69
Cuadro No. 19	69
Cuadro No. 20	70
Cuadro No. 21	70
Cuadro No. 22	71
Cuadro No. 23	72
Cuadro No. 24	72
Cuadro No. 25	73
Cuadro No. 26	73
Cuadro No. 27	74
Cuadro No. 28	75
Cuadro No. 29	75
Cuadro No. 30	76
Cuadro No. 31	76
Cuadro No. 32	77
Cuadro No. 33	77
Cuadro No. 34	78
Cuadro No. 35	78
Cuadro No. 36	79
Cuadro No. 37	79
Cuadro No. 38	80
Cuadro No. 39	80
Cuadro No. 40	81
Cuadro No. 41	81
Cuadro No. 42	82
Cuadro No. 43	82
Cuadro No. 44	83

Cuadro No. 45	83
Cuadro No. 46	84
Cuadro No. 47	84
Cuadro No. 48	85
Cuadro No. 49	85
Cuadro No. 50	86
Cuadro No. 51	86
Cuadro No. 52	87
Cuadro No. 53	87
Cuadro No. 54	88
Cuadro No. 55	88
Cuadro No. 56	89
Cuadro No. 57	89
Cuadro No. 58	90
Cuadro No. 59	90
Cuadro No. 60	91
Cuadro No. 61	91
Cuadro No. 62	91
Cuadro No. 63	92
Cuadro No. 64	92
Cuadro No. 65	93
Cuadro No. 66	93
Cuadro No. 67	98
Cuadro No. 68	101
Cuadro No. 69	101
Cuadro No. 70	104
Cuadro No. 71	105
Cuadro No. 72	109
Cuadro No. 73	110
Cuadro No. 74	111
Cuadro No. 75	112
Cuadro No. 76	113
Cuadro No. 77	114
Cuadro No. 78	114

LISTA DE ILUSTRACIONES

Figura No. 1	13
--------------------	----

RESUMEN

El trabajo presenta una herramienta útil para comparar el sistema de construcción prefabricado contra la construcción de estructuras tradicionales. Con estructuras tradicionales entendiéndose como tal a la construcción practicada usualmente donde no se necesita gran maquinaria sino tiempo y mucha mano de obra especializada. En el capítulo III se presentan los conceptos generales de cada sistema para poder conocer las diferencias más importantes de una estructura tradicional y una estructura prefabricada.

A continuación en el capítulo IV se presentan en detalle la información del proyecto estudiado, presentando planos estructurales y arquitectónicos para poder visualizar el proyecto y entender sus límites. En el capítulo V se realiza el análisis comparativo del material, y posterior mente de la mano de obra. En el capítulo VI se presenta el análisis comparativo de los tiempos de ejecución de los elementos estudiados.

Finalmente se presentan las características que influyeron en la variación de los resultados obtenidos de mano de obra, ya sean albañiles o ayudantes y proporcionando factores numéricos que expresan estos cambios. También se presenta la diferencia de días trabajados y los costos necesarios para realizar el mismo trabajo.

I. INTRODUCCIÓN

El proyecto que se estudió en el presente trabajo es un centro comercial en Villa Nueva¹ que fue licitado para ser construido en un periodo menor a un año. El diseño del centro comercial fue elaborado con estructura tradicional y luego fue rediseñado quedando más del 75% de la construcción con prefabricados con los cuales se construyó. Los factores con mayor importancia en la construcción son el tiempo, costo y tipo de mano de obra para cumplir con los requerimientos necesarios de cualquier proyecto, y al presentar el sistema prefabricado con opciones y ventajas distintas, es de gran importancia hacer una comparación de los dos tipos de sistemas de construcción.

En este trabajo se calculó el costo de mano de obra cuantificando los trabajos realizados y utilizando precios de la Cámara de la Construcción de Guatemala y se incluyeron los tiempos utilizados en este proyecto necesarios para realizar los elementos principales.

Para el análisis comparativo se realizaron cuadros individuales por elemento y dando un factor que sirve como explicación del resultado obtenido de cada una, no tomando en cuenta los costo de indirectos, equipos, maquinaria ni las inversiones iniciales y sus riesgos.

Los elementos estructurales estudiados son las columnas, vigas, losas y muros por ser los principales en este tipo de estructura.

La finalidad del presente trabajo es dar la mayor cantidad de datos para comparar y así poder concluir que estructuras son las más apropiadas para este tipo de construcciones, tomando en cuenta la diferencia en tipo y cantidad de mano de obra necesarias para cada tipo de sistema de construcción. La conclusión de este trabajo presenta los resultados obtenidos para este proyecto en particular, proporcionando datos para poder identificar qué sistema es más eficiente constructivamente y más económico en la mano de obra y tiempo, y así utilizar esta información para optimizar cualquier trabajo profesional de ingeniería civil.

¹ Municipio del departamento de Guatemala, Guatemala.

II. OBJETIVOS

A. Objetivo general

1. Determinar el sistema constructivo óptimo, ya sea prefabricado o tradicional, más eficiente de cada elemento principal de una estructura con respecto a mano de obra y tiempo.

B. Objetivos específicos

1. Establecer y comparar el efecto en tiempo y mano de obra empleado en la construcción de los diferentes elementos utilizados en el centro comercial de villa nueva con el sistema tradicional y prefabricado.
2. Presentar un análisis de estructuras prefabricadas principales (columnas, vigas, losas y muros) que sirva de guía al hacer una comparación de mano de obra y tiempo.

III. CONCEPTOS GENERALES

A. Sistema Constructivo Tradicional

1. Descripción. La construcción en sistema tradicional comprende el conjunto de procedimientos y técnicas, utilizando mano de obra especializada y materiales básicos, para crear una estructura que cumpla con las especificaciones y calidad del diseño.

Se toman varias consideraciones para llevar a cabo estos procedimientos, como las propiedades del terreno, características de los procesos, temporada de construcción, ubicación y localidad de la obra entre otros.

Existen varias fases en el proceso de construcción y todas son administradas por la dirección de obra. Éstas fases requieren mano de obra especializada como son los albañiles, colocadores de concreto, soldadores, ayudantes, etc.

La característica principal del sistema constructivo tradicional es que no se utilizan elementos ya fabricados para solo colocarlos. El proceso constructivo siempre conlleva fases que deben ser supervisadas individualmente, y cada elemento utiliza distintos materiales, equipo y mano de obra. Los elementos estructurales como las columnas, vigas, losas y muros utilizados en este sistema no suelen ser iguales, ya que varían en dimensiones, refuerzo de acero, forma, y ubicación por lo cual no existe un aprendizaje o posible decaimiento de tiempo necesarios de construcción. A continuación se da una explicación breve de los elementos primarios utilizados en la construcción del centro comercial:

a. Columnas: Una columna es un elemento vertical y de forma alargada cuya función es soportar el peso propio de las estructuras, las cargas vivas y muertas; o no puede tener ningún tipo de utilidad estructural; pueden ser de forma cuadrada o circular, dependiendo de la arquitectura; pueden ser de varios tipos como columnas aisladas que se encuentran libres y separadas de cualquier parte de la estructura primaria, columnas de esquina o incrustadas que utilizan parte de muros para amarrarse a la misma.

b. Vigas: Es un elemento estructural que trabaja principalmente a flexión. El esfuerzo de flexión provoca tensiones de tracción y compresión, produciéndose en los extremos inferior y superior respectivamente. En los extremos que en su mayoría están empotrados en columnas, si no están en voladizos, se producen esfuerzos cortantes. También pueden producirse tensiones por torsión en las vigas utilizadas en los exteriores o perímetros del edificio.

c. Muros: Los muros pueden ser levantados de ladrillos o block y utilizan refuerzos complementarios como son las soleras de humedad, soleras medias y soleras coronas para amarrar o unificar los muros, si es un levantado pequeño, usualmente las columnas que se utilizan tiene el grosor del block o mampostería que se utilice. Su función principal es delimitar o dividir espacios. Existen gran cantidad de tipos de muros, y si se utilizan solo para delimitar espacios se pueden utilizar gran variedad de materiales como lámina o madera pero en este estudio solo se comentaran los muros levantados con mampostería.

2. Materiales y equipo. Los materiales de construcción son las materias primas requeridas para realizar una obra, abarca distintos tipos de productos y son clasificados por su uso y por características físicas.

El cemento es el producto de la cocción de caliza y arcilla. Es el conglomerante más utilizado por su fácil utilización y ha evolucionado desde sus inicios. Es el material más importante para la creación de concretos y morteros, y también es utilizado en resane. El cemento con otros materiales (agregados y agua) crea el concreto y la cantidad que se utilice de cada uno de éstos, aporta la resistencia al concreto.

La madera está constituida por el conjunto de tejido que forma la masa de los troncos de los árboles. La madera sin embargo es un material ortotrópico que presenta diferentes rigideces y resistencias, dependiendo si los esfuerzos aplicados son paralelos a la fibra de la madera o transversales. Es el material de construcción más ligero, resistente y fácil de trabajar, utilizado por el hombre desde los primeros tiempos. Se utiliza como formaleta para elementos pequeños, como base en los andamios y se puede utilizar varias veces, se reconoce como un material y no equipo.

La mampostería consiste en varios elementos que se utilizan en conjunto para crea un sistema en la obra; los elementos pueden ser block, ladrillo o cualquier otro tipo, existiendo diferentes tamaños y resistencias. Para unirlo se utiliza el mortero que es básicamente una mezcla de cemento y arena, la cantidad de agua da la resistencia necesaria.

3. Procesos constructivos.

a. **Vigas y columnas:** Las vigas y columnas tienen el mismo proceso constructivo:

- 1) Se arma el refuerzo de acero cumpliendo con las especificaciones de diseño.
- 2) Se coloca parte de la formaleta, si es una columna se deja una cara libre y si es viga se coloca solo el dintel de la misma. Se debe de supervisar el nivel y colocación, el alineamiento, escuadras internas y plomos. Se procede a colocar algún tipo de desencofrante dependiendo el tipo de formaleta que se utilice. En este paso se tiene que colocar el equipo que va a soportar la viga o los soportes necesarios para mantener la columna nivelada y para que soporte el peso propio del concreto.
- 3) Se centra la armadura dentro de la formaleta creada, supervisando el recubrimiento establecido por el diseño, para esto se utilizan tacos de concreto. Se supervisa que esta armadura sea céntrica y ningún refuerzo de hierro quede sin recubrimiento o con poco.
- 4) Se coloca la formaleta fáltate o dinteles, cualquiera que sea el elemento construido, y se chequean lo mismo que en el paso 2. En las vigas se tiene que asegurar lateralmente los faldones al igual que reforzar lateralmente la formaleta de columnas.
- 5) Se procede a la fundición del elemento, evitando no colocar cargas extras para evitar posibles desalineaciones y aberturas de la formaleta.
- 6) Se procede al curado, ya sea por químicos o agua.
- 7) Se procede a desencofrar, tratando de no lastimar el elemento terminado.
- 8) Se resanan las partes expuestas y todas las superficies que presenten daños.

b. Losas:

1) Se crea la tarima, para esto se puede utilizar madera o formaletas de metal. Se tiene que colocar el equipo necesario para soportarlos y distribuirlos de acuerdo a las especificaciones, usualmente se utilizan trickets por su fácil manejo y adaptación a la altura necesaria, también se puede utilizar parales de madera. Se chequean los niveles de la losa, si es una losa de gran tamaño se encuentran dentro de ella vigas o soleras coronas, si éstas están entre dos losas y tienen el mismo nivel de la losa, no necesitan ningún tipo de formaleta especial. Se coloca algún tipo de desencofrante.

2) Se comienza a armar, primero las vigas o soleras, luego lo que es la armadura de la losa ya que ésta tiene que estar conectada al refuerzo de las vigas.

3) Se colocan los faldones usualmente en el perímetro de la losa y esto se debe de chequear al igual como se supervisan los faldones de vigas.

4) Se procede a la fundición, usualmente este procedimiento se realiza con bomba ya que se utiliza gran cantidad de concreto.

5) Se procede al curado, no importando el clima.

6) Luego de pasado los días especificados de fraguado, se procede a desentramar, usualmente se esperan 28 días si no se utilizó ningún tipo de acelerante.

7) Si el cielo quedará visto, se procede a la limpieza y resane de la superficie.

c. Muros:

1) Se debe emplantillar, es la parte más importante del muro ya que ésta es la base del resto que se levanta. Se debe comenzar en el nivel especificado y si la fundición del cimiento corrido no quedó correcta, se debe corregir respetando el nivel de la segunda hilada. Se deben chequear escuadras, dimensiones y niveles de cada hilada que se levante.

2) Se levantan las hiladas necesarias hasta llegar a la solera, ésta puede ser la de humedad o solera intermedia. Si el muro presenta pines, éstos deben estar ya puestos en la fundición del cimiento corrido. Si no es así, se deben incorporar epoxicándolas en la fundición, dándoles la longitud de desarrollo.

3) Dependiendo si es una solera dentro de un block U o fundida, se debe formaletear los lados de la solera, armarla y fundirla. También si entre el block van columnas

fundidas, este procedimiento se debe realizar hasta que se complete una altura de todo el muro.

4) Este procedimiento se repite hasta alcanzar la altura final. En todo este proceso se debió chequear los plomos, escuadras, niveles de sisas, modulación, que el block esté húmedo al colocarlo para evitar que éste absorba la humedad de la sabieta.

El proceso constructivo para un andamio es el siguiente: Colocar los marcos de los andamios en el terreno debidamente acondicionado empezando por el punto más alto y terminando en el punto más bajo. Colocar las breizas en el marco manteniendo el nivel apropiado en la base. Posicionar el siguiente suplemento, ya teniendo listo los acoples, marco por marco, luego sujetar la breizas hasta llegar a la altura necesaria. Se debe considerar que al tener una altura ya mayor es más complicado subir los marcos y posicionar el siguiente elemento, lo que hace más difícil y prolongado el procedimiento.

4. Control de calidad. Para controlar la calidad del concreto se harán los siguientes ensayos:

a. Asentamiento: Las pruebas de asentamiento se harán cada cinco (5) metros cúbicos de concreto a vaciar y serán efectuados con el de slump. Los asentamientos máximos para las mezclas proyectadas serán los indicados al respecto para cada tipo, de acuerdo con la geometría del elemento a vaciar y con la separación del refuerzo.

b. Testigos del concreto: Las muestras serán ensayadas de acuerdo con el "Método para ensayos de cilindros de concreto a la compresión" (designación C-39 de la ASTM²). Este procedimiento es obligatorio ya que son testigos de la calidad de concretos utilizados. Cada ensayo debe constar de la rotura de por lo menos cuatro cuerpos de prueba. La edad normal para realizar los ensayos de los cilindros de prueba es de 28 días, pero para anticipar información que permitirá la corrección de posibles problemas, los cilindros se pueden ensayar a los 7 días o 14 días, calculándose la resistencia correlativa que tendrá a los veintiocho 28 días.

² **ASTM:** American Society for Testing and Materials.

Las pruebas se tomarán de cada máquina mezcladora o camión mezclador y sus resultados se considerarán también separadamente, y tomar cada resultado individualmente. La resistencia promedio de todos los cilindros será igual o mayor a las resistencias especificadas, y por lo menos el 90% de todos los ensayos indicarán una resistencia igual o mayor a esa resistencia. En los casos en que la resistencia de los cilindros de ensayo para cualquier parte de la obra esté por debajo de los requerimientos anotados en las especificaciones, se deberá estudiar cada situación y si lo amerita deberá ser demolido el elemento y producido nuevamente.

Cada material utilizado debe cumplir con los estándares y éstos deben de ser proporcionados por las empresas que los proveen.

B. Sistema Constructivo Prefabricado

1. Descripción. En la década de los sesentas se inició el uso de elementos prefabricados. El aumento de la construcción en países en desarrollo incentivó a los ingenieros a crear un sistema que fuera más rápido y económico. Al principio, los elementos prefabricados sólo se utilizaban en pequeños componentes, pero poco a poco fueron utilizándose en componentes estructurales fundamentales. Las empresas creadoras de elementos prefabricados fueron especializándose y creciendo en el mercado ofreciendo productos de alta calidad y sobre todo accesibles a las altas demandas de la industria.

Al inicio de la década de los sesentas la mayoría de estructuras eran *in situ* o fundidas en el lugar, pero al comienzo de los años setenta los elementos estructurales primarios fueron diseñados con resistencia sísmica en marcos resistentes a momento y muros de concreto. En la década de los ochentas se creó un gran aumento en el uso de aplicaciones estructurales para los elementos prefabricados lo que originó a utilizar materiales y métodos que satisficían con la calidad y rapidez necesaria en la industria de la construcción. La rápida forma de construir con elementos prefabricados dio un gran impulso a este sistema, lo que ofrecía bajos costos con la calidad y seguridad de los procedimientos tradicionales. Muchas empresas vieron esta gran ventaja y se especializaron creando lo necesario para la gran demanda que se iniciaba.

En el concepto de construcción con prefabricados se toma un conjunto de elementos para cumplir con los requerimientos necesarios. El diseño, la producción, las operaciones en el lugar, el transporte de las estructuras, administración, supervisión, materiales, mano de obra, etc., están considerados en el proceso. Al igual que el diseño de estructuras tradicionales, el diseño de componentes estructurales toma en cuenta los aspectos sísmicos, efectos de cargas muertas, cambios de volumen o por temperatura.

Existen varios elementos prefabricados como:

a. Columnas y vigas: Éstas son complementadas con paneles para los pisos. Dicho elemento es utilizado mayormente en edificios de pocos niveles y donde el riesgo sísmico no es muy elevado.

b. Losas: Éstas pueden ser horizontales o verticales, como fachadas o muros perimetrales. Los muros de fachadas sirven para crear el perímetro de la estructura principal y pueden estar conectados al marco estructural más cercano. Las dos caras suelen estar terminadas y la función básica de ésta, es proporcionar una fachada y cubrir la estructura.

c. Estructuras de cajón: las cuales son utilizadas en varios tipos de prefabricados y usualmente vienen con instalaciones.

Las unidades de prefabricados pueden dividirse o clasificarse por tipos o por funciones. Al clasificarlas por tipos, se refiere a los diferentes componentes que se utilizan en la misma estructura como vigas perimetrales, centrales, de esquitas al igual que las columnas. Por su función, pueden ser estructurales, muros de corte o fachadas. Los elementos estructurales son unidades que básicamente cargan o soportan parte del peso o cargas vivas de la estructura más que su propio peso. Los elementos que no son estructurales cumplen con otras funciones y son fijadas y soportadas por marcos de la estructura central e incluso pueden no soportar su propio peso.

Son varios los requerimientos necesarios para una empresa constructora de elementos prefabricados. Los más importantes son, primero, la ubicación de la planta y el espacio necesario para la producción y almacenaje de los elementos prefabricados. Segundo, se debe considerar el equipo necesario como lo son los moldes, grúas, maquinaria de movilización,

equipo para producir el concreto, y tercero, tener la mano de obra capacitada y la supervisión adecuada. El equipo tiene que tener en mente la creación de un mismo elemento repetidas ocasiones por lo cual el proceso se va mejorando con el tiempo.

2. Materiales y equipo. Los materiales para crear el concreto son el cemento, agregados finos, agregados gruesos, agregados livianos, agua, aditivos químicos (si los requiere), materiales cementicios adicionales, entre otros.

Los materiales necesarios para la armadura son barras de hierro corrugado del número necesario, alambre de amarre, electro mallas y armadura de recubierta de zinc o epóxico. Otros materiales adicionales necesarios pueden ser formas de placas de acero para empotrar, pernos con cabeza y pernos de anclaje perforados, armadura de fibra, selladores de juntas y conectores. La maquinaria necesaria son grúas de levante, camiones o mezcladores de concreto y transporte pesado.

A continuación se definen los materiales y equipo:

a. Cemento: El cemento cumplirá con ASTM C150 “Especificación Estándar para Cemento Pórtland” o será de Tipo IS (cemento Pórtland de escoria de alto horno) o Tipo IP (cemento Pórtland puzolánico) que cumpla con los requisitos de ASTM C595, “Especificación Estándar para Cemento Hidráulico Mezclado”.

b. Agregados: El agregado fino cumplirá con los requisitos de ASTM C33, “Especificación Estándar para Agregados de Hormigón”. El agregado grueso cumplirá con los requisitos de ASTM C33, “Especificación Estándar para Agregados de Hormigón”.

c. Armadura: Las barras de armadura de acero cumplirán con la especificación requerida en el diseño: “Especificación Estándar para Barras de Palanquilla Simples y Conformadas para Armadura de Hormigón” (ASTM A615) y “Especificación Estándar para Barras Simples y Conformadas de Acero de Baja Aleación para Armadura de Hormigón” (ASTM A706).

d. Equipos y maquinaria: Se verificará la capacidad de los equipos de levante usados en los productos de hormigón prefabricado y dichos equipos tendrán un factor adecuado de seguridad para levantar y manejar los productos tomando en cuenta las varias fuerzas que actúan sobre el equipo, incluyendo, la succión del desencofrado, el impacto y las varias posiciones del producto durante su manejo. La capacidad de los equipos comerciales de levante será marcada en los equipos o se fijará en lugar visible en las áreas de producción.

3. Proceso constructivo. El proceso constructivo inicia con la selección de la ubicación del área donde se va a realizar todo el proceso de fabricación. Se toma un área accesible para toda la posible maquinaria envuelta en el proceso, con área libre para manejo de grúas, en donde no se afecte la seguridad del personal cercano, área libre para movimiento de moldes, revisión de los elementos y transporte de los mismo.

Luego se procede a movilizar el equipo para encofrar. El molde debe estar totalmente limpio y se le agrega cualquier tipo de desencofrante. El molde puede necesitar variaciones mínimas por elemento, ya que las formaletas utilizadas pueden ser adaptadas para crear distintos tipos del mismo elemento.

El refuerzo de acero se coloca de acuerdo a especificación de diseño y respetando los recubrimientos de concreto requeridos por el elemento. Se supervisa el centrado y colocación de la armadura con el aseguramiento del mismo para evitar posibles errores.

Al fundir el elemento se debe tener cuidado de una posible segregación al depositarlo directamente de camiones mezcladores o desde alturas elevadas, se puede utilizar cualquier tipo de maquinaria para realizar este procedimiento. La compactación del concreto se realiza por medio de vibradores evitando la segregación. Luego se trabaja en el acabado de la superficie no encofrada.

El curado del elemento ya fundido se realiza de forma húmeda, reteniendo la humedad del elemento, la duración de este proceso varía según las especificaciones utilizadas y la ubicación de los elementos.

Luego el desencofrado se lleva a cabo de la forma más delicada para evitar posibles defectos en los elementos terminados. Este proceso se hace hasta que el concreto alcance la resistencia de desencofrado a la compresión con la que fue diseñada. Al desencofrar pueden surgir posibles daños los cuales deben de ser evaluados y ser reparado si es necesario. La supervisión debe ser minuciosa ya que se debe evitar aprobar elementos que presentan ratoneras y tener el criterio necesario para evaluar si el daño es menor o severo.

La clasificación y almacenamiento se debe realizar con organización, para poder ubicar correctamente cada elemento y no confundirlos con otros tipos o con elementos de otra obra. El envío de estos elementos necesita maquinaria y transporte pesado. Este procedimiento se debe realizar con el cuidado necesario para evitar posibles retrasos por daños ocasionados por golpes.

a. Manejo para colocación: Los elementos prefabricados, por lo general, son fundidos de forma horizontal, esto presenta algún tipo de manejo especial para elementos estructurales que son diseñados para utilizarse de forma vertical como es el caso de los muros o columnas.

Por lo general los elementos que deben ser levantados y colocados en una posición diferente al de la fundición contienen unos ganchos o agujeros que son utilizados para conectarlos a cadenas de grúas.

El peso y las dimensiones del componente son las consideraciones que se toman al montarla. La cantidad, la localización de los agarradores, la resistencia del concreto, la ubicación de la grúa y el equipo accesible también son consideradas.

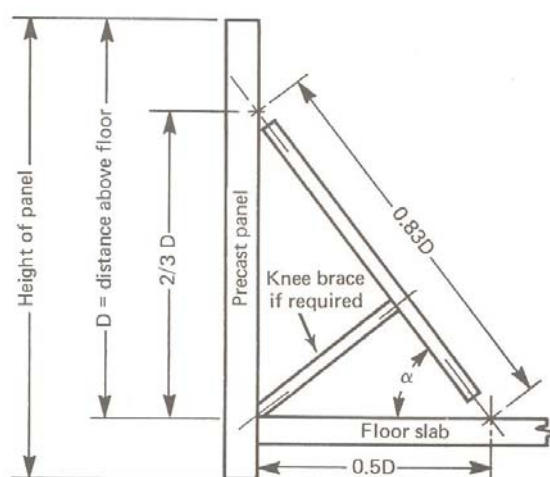
Los posibles problemas que puede ocasionar la colocación de estos elementos prefabricados es la falta de resistencia del concreto al instalarse por no esperar el tiempo necesario para que el concreto adquiriera su resistencia final. También la falta de personal capacitado puede provocar problemas en el procedimiento de montaje. Al levantar una losa o una columna sin crear soportes temporales, puede ocasionar fracturas en la base del elemento que este sirviendo de soporte o bien puede ocasionar que ocurra una falla en el

centro al crearse un momento mayor al que fue diseñada dicho elemento. Esto se puede evitar colocando soportes temporales y distribuyendo las cargas que se crean a varios puntos para que el elemento montado no sufra cargas que no se consideraron en el diseño.

Al estar el elemento ya montado se tienen que utilizar varios equipos de soporte para evitar posibles accidentes. Hasta que el elemento prefabricado esté anclado o fundido con otros o con el resto de la estructura, es vulnerable a movimientos o esfuerzos externos. Los equipos a utilizar dependen de las cargas o esfuerzos que esté soportando el elemento prefabricado ya montado. Las vigas como las losas solamente necesitan soportes que resistan las cargas muertas del propio peso del elemento. Las columnas y muros necesitan soportar su propio peso además de fuerzas axiales externas, como el aire.

Al montarse las columnas o muros, el centro de gravedad evita que ejerzan sobre ellos cargas axiales, pero se deben colocar tricketts o parales que eviten posibles pandeos. La distribución de estos soportes son aprox. de 0.5 a 0.75 m y los soportes laterales deben ser aprox. $2/3$ del nivel del suelo hacia arriba (Figura 1). Se debe tener muy en cuenta que al estar montado el elemento, éste tiene que soportar el volumen de concreto faltante ya sea de conexiones o de segmentos de la estructura, como también el personal y las bombas al fundir.

Figura No. 1



Método para asegurar los elementos como muros o columnas.

El alineamiento de cada elemento es esencial ya que cualquier falla individual repercute en la estructura completa. Al montar estos elementos se revisan plomos, escuadras y niveles, pero la base a donde se unen es lo más importante. Estas bases se revisan con equipo más especializado y preciso.

Una segunda revisión del alineamiento y nivel de los elementos ya montados antes y después de la fundición es esencial para evitar posibles movimientos durante los procedimientos más bruscos.

b. Manejo para almacenaje: Esto depende del tipo de elementos fabricados y el tipo de planta. El manejo, la movilización, tensiones externas, tipos de soportes y almacenaje se deben de considerar al diseñar estructuralmente cada elemento.

Existe gran riesgo de dañar los elementos en cada proceso de movilización. Los responsables de la protección de los elementos son las personas que directamente lo llevan a cabo. Cada elemento tiene un punto de anclaje o apoyo que, según su geometría, es la mejor opción al manejarlo y esto se puede saber fácilmente al trabajarlos continuamente.

El almacenaje debe ser apropiado, tener un espacio libre y accesible para la movilización sin intervención de otras estructuras y contar con bases adecuadas, como madera, que no permitan que los elementos almacenados permanezcan en algún esfuerzo durante su reposo.

El procedimiento de montaje tiene varios pasos que incluyen, remover el elemento del vehículo de transporte o tomarlo del depósito de almacenaje, la rotación que necesita para la colocación, elevación hasta la altura necesaria, colocarlo en la posición correcta, ajustes y conexiones. Los planos del montaje deben ser bien detallados, indicando la secuencia de colocación de cada elemento. Se debe tomar en cuenta que dentro del montaje elementos pueden quedar pendientes de una conexión fija terminada y se deben tomar los cuidados necesarios para evitar el desplome o accidentes de estructuras parcialmente montadas. También se debe considerar los posibles daños por fuerzas eventuales como son la lluvia o viento.

La condición de los elementos prefabricados es incierta a la hora del montaje ya que no están en la posición para la que fueron diseñados, pero todas estas posibles cargas eventuales fueron tomadas en cuenta. La maniobrabilidad de los elementos es esencial ya que el tiempo de montaje de cada elemento debe ser lo más rápido posible para no desperdiciar el tiempo de grúas.

c. Conexiones: Estas conexiones pueden ser entre prefabricados a una estructura tradicional o ser fundidas en el sitio. Estas conexiones tienen que transmitir momentos, cortes, cargas axiales y torsiones, ya sea una por una o combinadas, creada por las cargas muertas y vivas, sísmicas, cargas de servicio, fuerzas de viento, manejo y tensiones de montaje. Las conexiones pueden ser continuas o discontinuas. Las continuas pueden ser el mismo concreto que absorbe las fuerzas o ciertos refuerzos.

Las propiedades de las conexiones deben ser:

- Estructuralmente, tiene que ser diseñado para soportar cargas de servicio y cargas últimas, tomando en cuenta todas las condiciones posibles, como son los esfuerzos y tensiones del montaje, la rotación y momentos. Las conexiones se diseñan para que fallen luego del concreto adyacente, un porcentaje de 10 es lo que soporta más las conexiones.

- Tienen que cumplir con requerimientos arquitectónicos y no ser visibles en la obra terminada. También, esto es necesario para que las conexiones estén protegidas contra el fuego, lo cual es necesario para la seguridad de la estructura.

- Tiene que diseñarse para que conexiones temporales sostenga la estructura para liberar lo antes posible las grúas, hasta que se haga la conexión respectiva. Esto es de gran importancia ya que limita el tiempo entre cada estructura lo que agiliza el proceso y reduce los costos generales.

- Tienen que ser económicamente aceptables, cumpliendo con los requerimientos. Tomando en cuenta el equipo y maquinaria necesaria para producirlas.

Al diseñar las conexiones se debe de considerar las recomendaciones del ACI-ASCE³ Committee 512, a continuación se presenta una cita textual:

«103. Consideraciones Generales: Es recomendado que los empalmes y conexiones ocurran a una localidad lógica en la estructura y que cuando sea practico en puntos donde sea más fácil el análisis y el refuerzo. Precauciones se deben de tomar para evitar detalles en conexiones o empalmes que concentren la tensión o fracturas de miembros en las superficies de contactos. La fuerza de una estructura parcialmente completada o completa debe de ser absorbida por los miembros estructurales y no por la fuerza de las conexiones, las conexiones no deben ser el acoplamiento débil de la estructura.»

«201. Condiciones de Cargas: Las condiciones de carga a ser consideradas en el diseño de conexiones y empalmes son cargas de servicio incluyendo viento y fuerzas sísmicas; cambios de volumen debido a encogimiento, cambio de temperatura; cargas de montaje; y las cargas que resulten por cierto tipo de formas, almacenaje y transporte.»

El encogimiento de los miembros también es de gran importancia al diseñar. Depende del tiempo de ser producido y montado, y de los cambios que puede tener por la temperatura. Los cambios de temperatura dependen de la longitud de los elementos. Un elemento de 100 pies bajo cambios de 50°F o menos puede cambiar 3/8 en su longitud.

Las uniones deben ser diseñadas para que tengan la capacidad de transmitir cualquier carga que esté directamente hacia ella, lateral o verticalmente, con un factor de seguridad, y no debe presentar desplazamiento ni rotaciones que agreguen estrés al área afectada.

El Uniform Building Code⁴ proporciona lo siguiente con respecto a ciertas conexiones en áreas donde condiciones sísmicas prevalecen:

«Elementos exteriores: Paneles de paredes prefabricados, que no transmiten carga ni cortante o cualquier otro elemento que este unido o cerca del exterior deben de acomodar movimientos de la estructura resultado de fuerzas laterales o cambios de temperatura. Los paneles de concreto o cualquier otro elemento deben ser soportados por concreto fundido en el lugar o por ganchos mecánicos en acuerdo con las siguientes provisiones:

³ ACI-ASCE: American Concrete Institute (ACI)-American Society of civil engineers (ASCE).

⁴Código creado en los Estados Unidos para estandarizar procesos y seguridad en la construcción

- Conexiones y juntas de paneles deben permitir movimientos relativos entre pisos de no más del doble de derivas por piso causados por el viento o fuerzas sísmicas ó 0.25pulgadas, o el que sea mayor.
- Conexiones deben tener suficiente ductibilidad y capacidad de rotación así pueden prevenir fracturas del concreto o fracturas frágiles en o cerca de las soldaduras. Inserciones en concreto se deben de conectar o enganchar cerca de acero de refuerzo, o de otro modo terminadas para que se transmita efectivamente las fuerzas al refuerzo de acero.
- Para que las conexiones permitan movimiento en lo plano de un panel de la deriva de un piso debe ser propiamente diseñadas las conexiones usando agujeros o pueden ser conexiones que permitan el movimiento por deflexiones del acero.»

Los tipos de conexiones dependen del tipo de elemento a unir y de la función de los elementos conectados. Hay gran diversidad de tipos y cada conexión es única y se debe hacer el apropiado análisis estructural tomando en cuenta la ubicación de la estructura y los factores que intervienen en dicha conexión.

Las conexiones pernadas se utilizan en elementos rígidos como marcos estructurales, la cantidad de pernos y la separación depende de cada caso. Pueden atornillarse directamente a concreto o atornillarse platina con platina. El diseño de las platinas siempre agrega algún refuerzo de acero que ancla la platina con el elemento y así crea la resistencia adecuada para soportar las cargas aplicadas a la platina fundida, dándole una resistencia ya sea a tensión o a cualquier momento creado.

Otro tipo de conexiones muy utilizadas son las soldadas. Algunos elementos estructurales como vigas o columnas tienen fundidas platinas en sus extremos para soldarse directamente con otra platina de otro elemento o soldarse por medio de terceras platinas independientes. Se puede evitar el agrietamiento por movimientos horizontales en conexiones de losas verticales o muros uniéndolas con platinas. Esto se puede hacer cuando no haya peligro de incendios o fuegos directos ya que las platinas quedan totalmente descubiertas. En conexiones de muros y columnas existen grandes tensiones provocadas por cambios de temperatura severos, por esto muchos diseños hacen que los muros tengan libertad de expansión y contracción independiente de las columnas; esto se puede realizar donde las cargas sísmicas no tienen gran influencia y donde se presentan grandes cambios de temperatura.

Al conectar planchas prefabricadas que deben ser conectadas a muros de mampostería ya sean de ladrillo o de block, se deben crear ganchos que van anclados dentro de la cavidad de la mampostería y fundidas, creando diferentes anclajes distribuidos uniformemente para esparcir las cargas y soportar los muros.

1) Tolerancias. La supervisión de los elementos prefabricados debe ser tomada en cuenta con gran importancia ya que cualquier falla en la colocación, por muy pequeña que sea en relación a la estructura final, al no ser corregida se puede repetir en cada conexión y el error final puede ser muy grave.

Las tolerancias siguientes fueron tomadas del ACI Committee 533 para erección de paneles de muros:

- «Ancho de la cara de una junta.
Dimensión del panel de 3 metros o menos (± 5 mm)
Dimensión del panel de 3 metros a 6 metros (+5mm,-6mm)
Por cada 3 metros adicionales (± 2 mm)
- Juntas cónicas. (1/2mm por cada 30cm de largo o 2mm en total, lo que sea mayor, pero no más grande que 9mm)
- Alineamiento de los paneles.
En alineamiento de bordes (6mm)
Compensación en la cara del panel, cara exterior (6mm)
- Localización de las aberturas en paneles de muros (6mm)
Algunos tipos de ventanas y equipos de marcos requieren aberturas con más exactitud de colocación; cuando esto sucede, la tolerancia práctica mínima es ± 3 mm.»

d. Viguetas y bovedilla: Actualmente gran cantidad de losas están creadas por el sistema prefabricado de losas y bovedillas con una fundición superficial de concreto reforzado con armadura de hierro o rejillas como electromallas. Las bovedillas se encajan directamente en las viguetas. La fundición superficial del piso puede ser de 2 a 2.5 pulgadas de grosor dependiendo de la distribución de la viguetas. Se funde 2 pulgadas de grosor en distribuciones menores a 30 pulgadas, 2.5 pulgadas en distribuciones de 30 a 36 pulgadas. Fundiciones mayores a 2.5 pulgadas también deben hacerse cuando la losa debe soportar cargas mayores a lo normal.

e. **Losas:** El uso de losas prefabricadas es un método muy popular por lo económico y rápido en su procedimiento de construcción. El énfasis en concreto prefabricado es mejorar costos, tiempo y la constructibilidad creando componentes capaces de tolerar y tener un desempeño sísmico adecuado a una estructura primaria.

Existen diferentes métodos a utilizarse en losas, pueden ser continuos o simples, cualquiera de los dos tiene aplicaciones diferentes como ventajas o posibles diferencias. Las losas simples son más utilizadas para luces más grandes o estructuras muy cargadas pero tiene dificultades como elevados costos para crear el momento resistente negativo en los soportes. Al diseñar las losas es esencial considerar la continuidad.

1) **Losas con soportes simples:** Éstas requieren mayor tolerancia en la construcción. Se toman en consideración la deflexión y vibración así como el criterio de servicio. Las juntas son críticas y los criterios de expansión o movimientos longitudinales son aspectos importantes. El uso de estas losas, la ubicación de las mismas y la relación que tengan con la humedad o luz solar directa, son necesarias al diseñar las juntas.

2) **Losas con soporte continuo:** La resistencia al fuego se enfoca más en este diseño. Limita la deflexión, se tiene mayor control en la vibración y la capacidad de carga de la losa puede aumentarse. La continuidad depende del tipo de fundición superficial en el lugar y el método y diseño de armadura que se utilice para ayudar a soportar la estructura, como platinas soldadas o bases de metal.

Al ser losas expuestas directamente al sol, se toman en consideración la expansión o encogimiento del concreto superficial ya que pueden crear tensión capaz de crear grietas o fallas en un componente estructural como columnas.

Los efectos sísmicos pueden afectar las unidades de losas prefabricadas de concreto de dos formas:

- El agrietamiento del concreto superficial en vigas que se encuentren en regiones donde exista momento. Se debe diseñar para que la fuerza cortante sea dirigida a los

refuerzos extras del área de unión ya sea bases de metal o refuerzos en las uniones de vigas con columnas.

- Alargamiento de las vigas que resisten al momento. Esto puede pasar por extensiones plásticas del refuerzo longitudinal de acero.

Estas dos acciones pueden suceder luego de cargas sísmicas grandes que provoquen un daño permanente. Lo recomendable es tomar siempre un factor de seguridad de cargas no menor a 1.1.

El buen asentamiento de las losas para pisos es esencial para que los pisos no colapsen y no tengan poca longitud de desarrollo para transmitir las cargas. Esto se puede disminuir agregando ganchos en los extremos de las losas. Al colocar losas prefabricadas en muro de mampostería es necesario que las losas asienten sobre los muros para que se transmita correctamente la carga.

El montaje y la unión de las losas prefabricadas se pueden realizar por diferentes procedimientos. La unión de las losas ya sea con los muros, vigas o columnas puede hacerse de tres diferentes maneras: Se puede dejar un volumen libre de concreto entre las losas y las vigas. Ésta forma deja una unión completamente libre que hace que el centro de las vigas con las losas tenga continuidad. Las ventajas de este procedimiento o tipo de uniones es la fácil disposición del concreto. Las áreas de fundición quedan libres para la fácil manejabilidad. Este procedimiento también realza la capacidad de soportar fuerzas cortantes en la base de la unión. Este método también es llamado “unidades de centros huecos”. Otra ventaja de este método es que al quedar gran área libre para concreto, las uniones de losa con losa o las distancias de las losas no tienen que ser exactas ya que esto se puede supervisar en campo y hacer alguna modificación sin que influya en el diseño primario. Algunas de las desventajas de este procedimiento es que al no estar fundida parte importante de la viga, la rigidez y la fuerza de diseño de la viga no está completa por lo que se necesitan más equipo de soporte como son los tricketts. También se debe armar los refuerzos longitudinales faltantes de la viga, usualmente son los dos superiores. Existen dos tipos más de procedimientos para unir losas prefabricadas con sus soportes. Los dos procedimientos son similares con la diferencia de las uniones. El segundo tiene menor volumen de fundición en el lugar y el tercero solo

utiliza un sistema simplemente apoyado donde se tiene que reforzar las uniones con pines pre fundidos o epoxicados en el lugar. Estos dos métodos presentan dificultades de campo ya que la fundición no es cien por ciento aceptable y la mano de obra para realizar estos procedimientos tiene que ser más calificada que lo usual.

4. Control de calidad. La finalidad del control de calidad es producir elementos estructurales que cumplan con las requisitos, especificaciones de diseño y producción, dando como resultado elementos que cumplan con la calidad mínima para ser seguros y utilizables. Para esto se necesita personal calificado, supervisores y diseñadores, con conocimiento en concreto prefabricado y la capacitación constante.

Los procesos que deben ser supervisados y revisados para que cumplan con los estándares son:

- Que los procesos internos de la empresa estén completos con los debidos dibujos, especificaciones y estándares.
- Calidad de la materia prima a utilizarse y en bodegas.
- La calidad de los moldes a utilizar como su debido mantenimiento.
- La calidad del concreto, cumpliendo con las especificaciones dadas.
- La colocación y compactación del concreto.
- Las dimensiones de los distintos elementos a producir.
- La colocación de las diferentes conexiones a utilizarse.
- El correcto procedimiento de curado, monitoreando tiempos.
- El manejo almacenamiento y transporte de los productos.
- El registro de información del proceso constructivo, problemas y resultados finales.

IV. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

A. Ubicación/Antecedente

El proyecto denominado se encuentra en el centro de Villa Nueva. El crecimiento de este municipio ha sido acelerado en los últimos años y la demanda habitacional se ha intensificado. La cantidad de empresas ubicadas en Villa Nueva es amplia, ya que existen varias maquilas, fábricas y otras, que generan gran cantidad de empleos. Villa nueva tiene vías terrestres en buen estado, el transporte que circula por este municipio es elevado, y existe gran cantidad de villas que la conectan con la ciudad capital.

El camino que comunica a la capital hasta la obra estudiada, no presenta ningún tipo de problema de accesibilidad, no tiene pendientes elevadas ni curvas cerradas que puedan ser problema para el transporte pesado.

Villa Nueva ha tenido la necesidad de crear condominios o viviendas en áreas cerradas. Existe gran aumento de proyectos nuevos de construcción de vivienda y esto ha intensificado el tránsito, población, comercio y, por lo tanto, la actividad económica. Todo esto en conjunto ha agrandado el territorio habitable creando necesidad de nuevas instalaciones que den los servicios básicos a los residentes cercanos como son los centros comerciales. Al ser estos lugares céntricos con diversidad de servicios como bancos, ropa, comida, diversión, venta de artículos básicos y seguridad, hace que la construcción de los centros comerciales sea indispensable.

El tiempo es un factor muy importante al decidir realizar un proyecto. Los plazos estipulados en su mayoría son antes de fechas claves como temporada navideña o Semana Santa. Al licitar un proyecto, además del costo, el cumplir la fecha límite propuesta se vuelve la principal restricción del la empresa constructora.

El centro comercial de este estudio se encuentra cerca de otros comercios y en una ubicación accesible.

La arquitectura del centro comercial necesitó proyectar espacios amplios, locales donde la luz solar fuera utilizada y alturas de entre pisos fueran grandes. Al tener estas necesidades, se diseñaron espacios con luz aproximada promedio de 6 metros, locales comerciales de doble altura, y entradas amplias. Los elementos principales utilizados fueron columnas, vigas, losas y muros.

El diseño principal estaba proyectado a ser construido de forma tradicional, utilizar levantado de block, losas sólidas como comúnmente se trabaja. Al calcular el tiempo necesario para crear esta estructura se observó que era muy prolongado y no llenaba las expectativas de los clientes. Nuevamente se realizó la licitación y se puso un plazo de construcción muy reducido, que daba poco margen de tiempo de construcción.

Al ver este problema, y no tener ofertas válidas, la corporación que tomó este proyecto propuso utilizar el sistema prefabricado. Las columnas y vigas se tomaron exactamente al diseño anterior, pero las losas y muros tuvieron que ser rediseñados.

Luego con el nuevo diseño, se presentó un plazo de construcción, se realizó una oferta y fue aceptada. La corporación contaba con el equipo, la maquinaria, y los diseñadores necesarios para llevar a cabo el trabajo al utilizar los sistemas prefabricados. Como equipo se toma los trickets, andamios, formaletas; como maquinaria se toman varias grúas, camiones mezcladores de concreto, camiones, tráileres; y la experiencia de supervisores de este tipo de construcción.

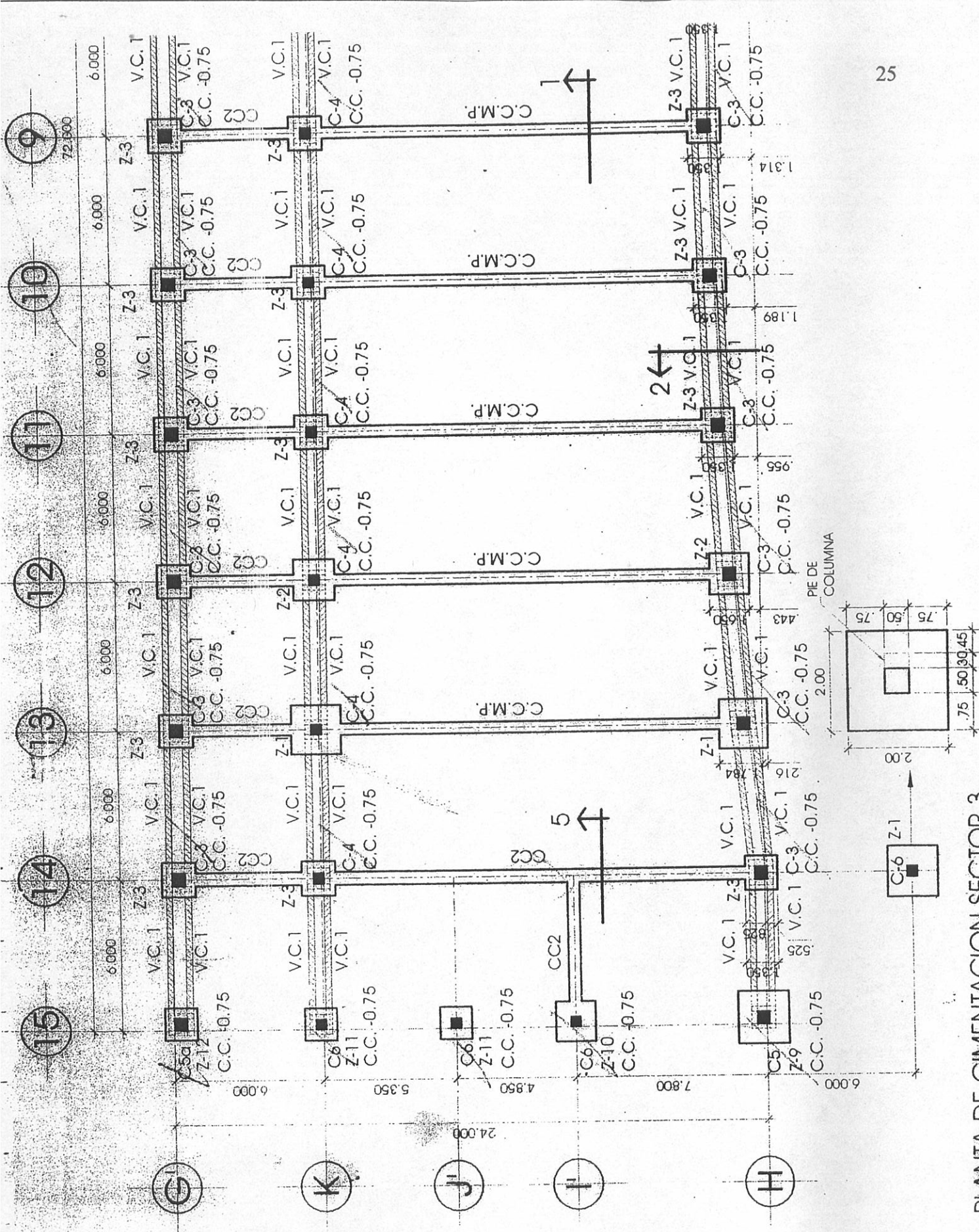
Uno de los factores más importantes en el cambio de sistema es el tiempo utilizado. La administración de los recursos es indispensable y la coordinación y administración de todo el equipo, material y mano de obra son indispensables para cumplir el tiempo, costo y calidad de la obra finalizada.

Los cimientos no fueron parte de este estudio ya que no tuvieron gran variación con los originales, el suelo presente ya está tratado y se trabajó sobre una plataforma ya nivelada.

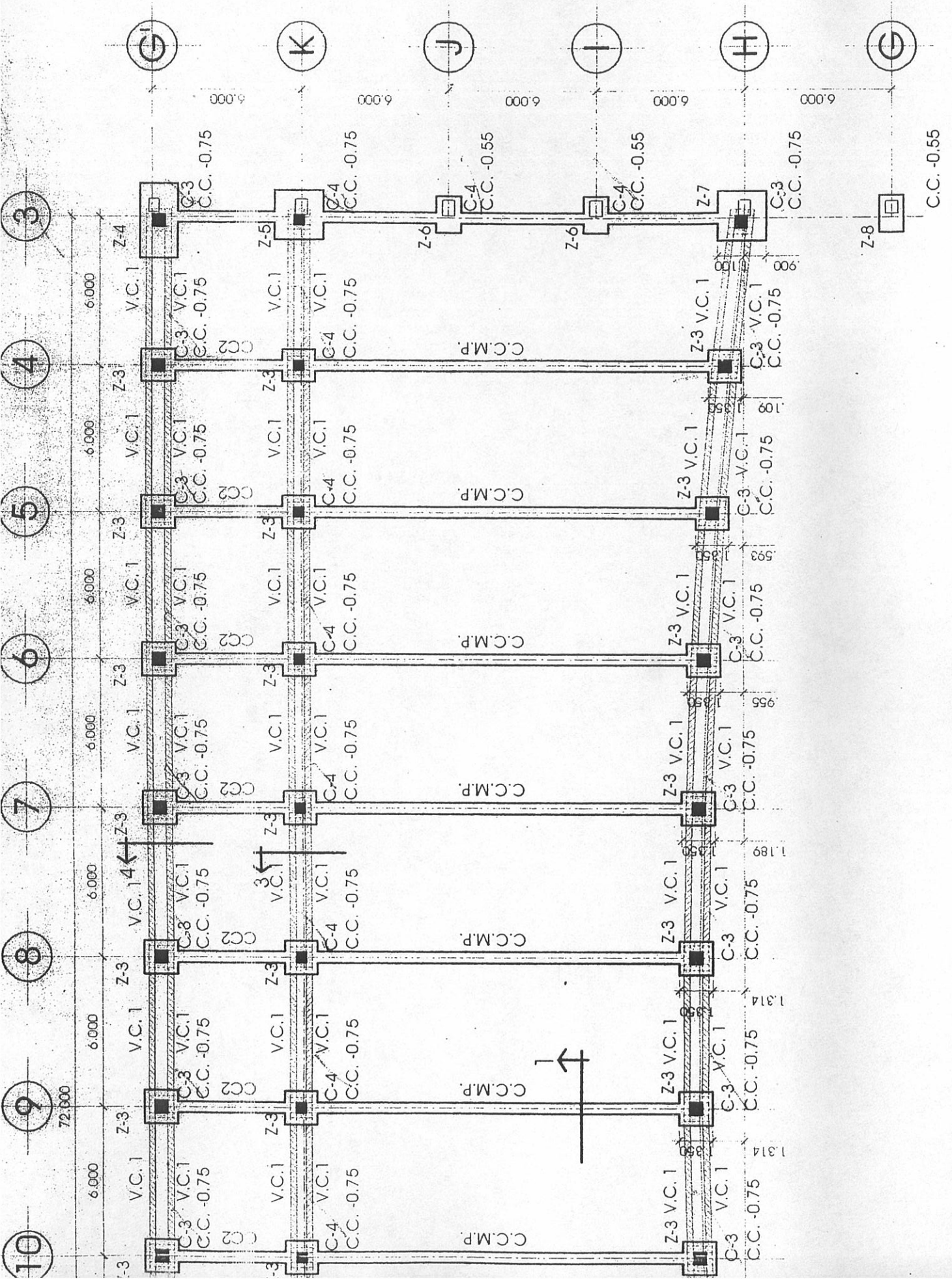
El periodo de construcción de este proyecto fue de mayo del 2006 a marzo del siguiente año. Se trabajó en tiempo de lluvia que fue otro factor muy considerado y que al ser construido con sistema prefabricado creaba gran ventaja en comparación al sistema tradicional. El elemento que presentó mayor desventaja al tener que ser construido bajo clima lluvioso fue el levantado de block. Este procedimiento no se puede realizar bajo lluvia ya que se tienen que revisar plomos, niveles, escuadras y se tiene que utilizar sabieta. Siempre la lluvia afectaría a cualquier procedimiento ya fuera la construcción de vigas, columnas o muros, pero éstos se pueden llegar a realizar tomando alternativas si es necesario pero el levantado no.

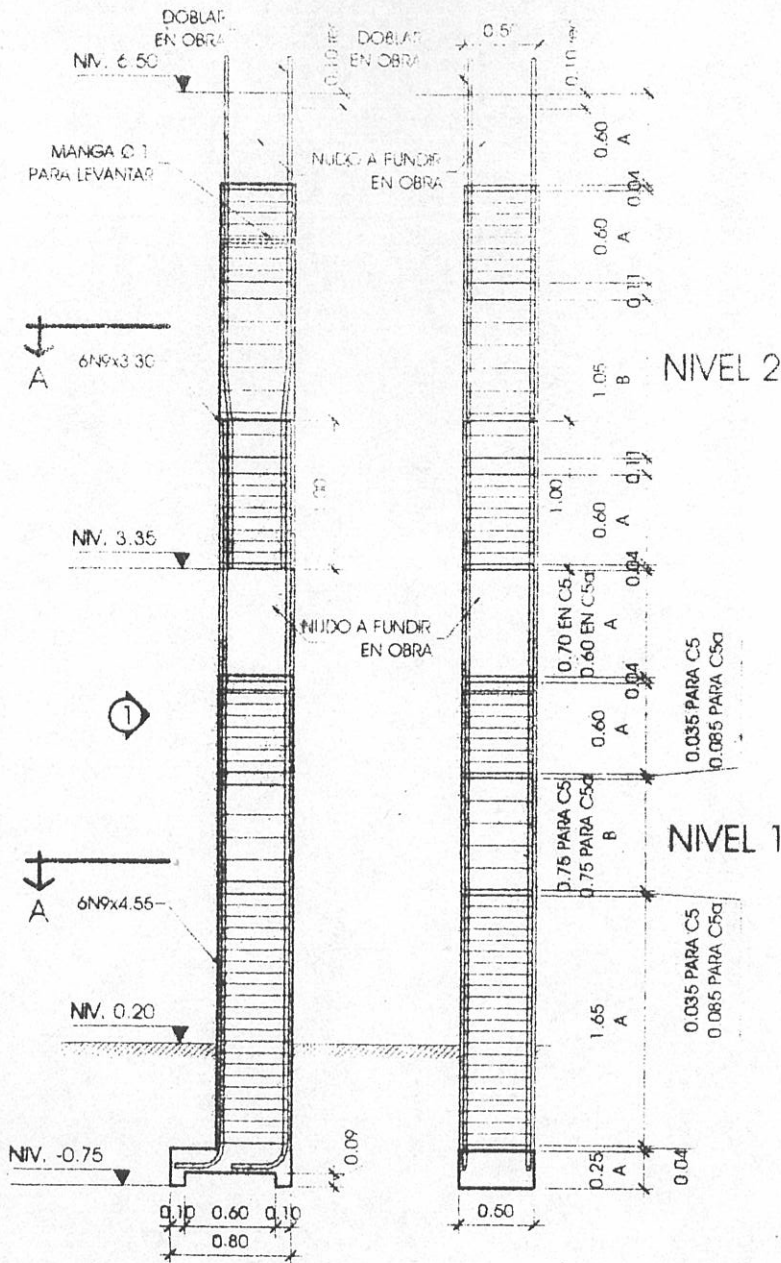
Poder conseguir mano de obra en Villa Nueva fue un problema al principio ya que el personal contratado tenía que residir en esa zona debido a que el que residiera fuera del área gastaría mucho en pasajes lo cual no les resulta factible. Luego de hacer diferentes tipos de reclutamientos se alcanzó la cantidad necesaria de albañiles, ayudantes, montadores, y soldadores.

La ubicación del proyecto es importante ya que representa la accesibilidad de mano de obra, es un punto muy importante a considerar en obras que no se encuentren en lugares céntricos, ya que el excesivo gasto en transportes es un inconveniente de la mano de obra que radica en áreas alejadas al del proyecto en cuestión.



PLANTA DE CIMENTACION SECTOR 3

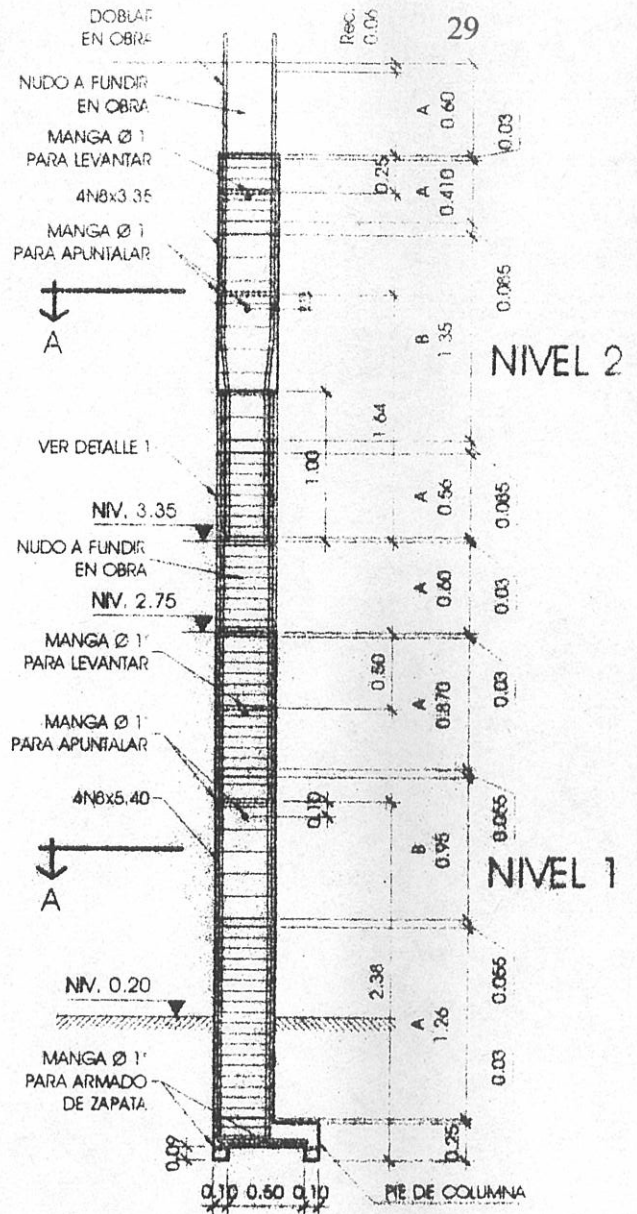




ARMADO C5 y C5a

A = EST. + ESL. N3 @ 7.5
 B = EST. + ESL. N3 @ 15

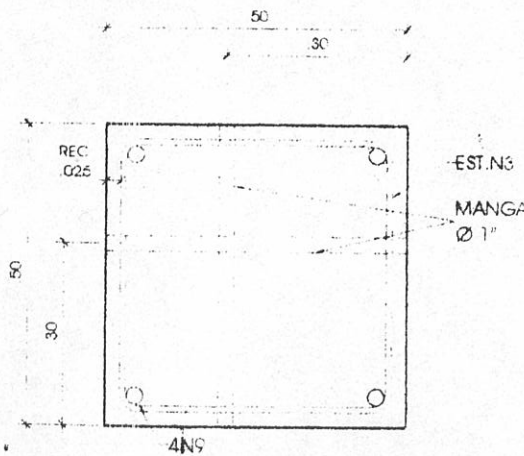
ESCALA 1/50



ARMADO C6

A = EST. N3 @ 7
 B = EST. N3 @ 15

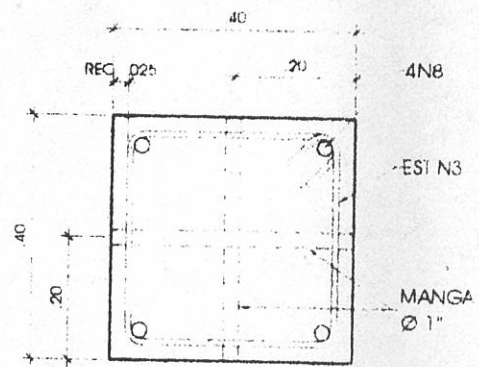
ESCALA 1/50



SECCION A, C5

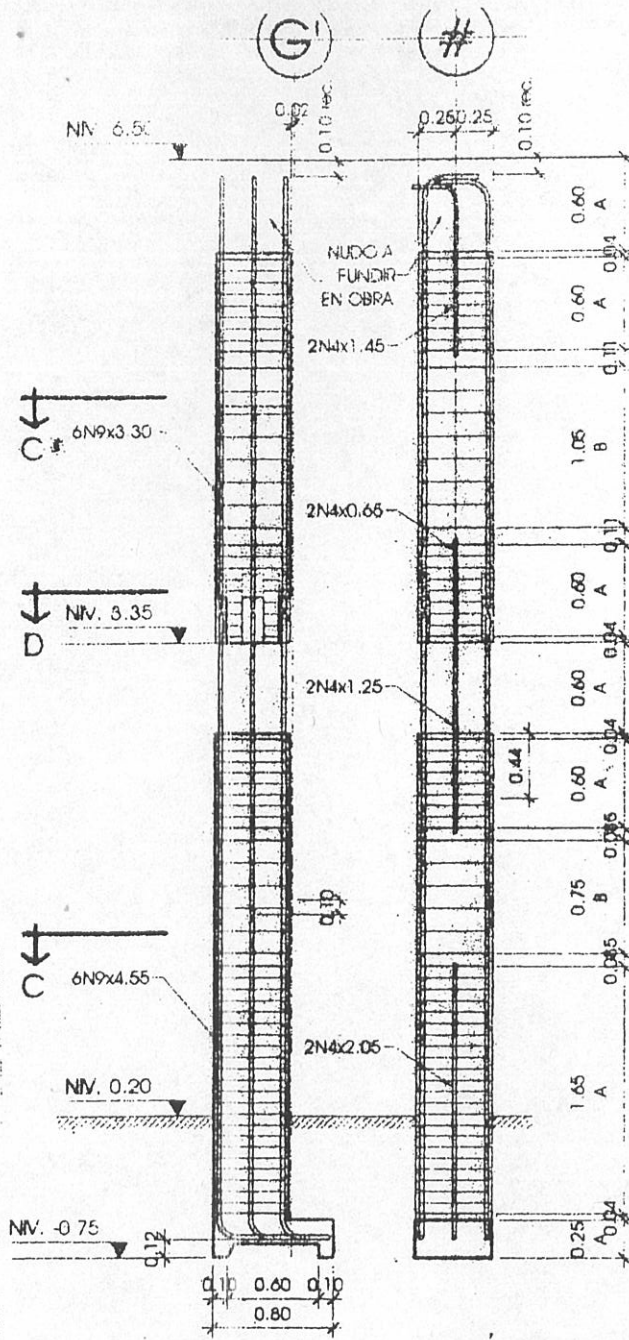
COLUMNA C5

ESCALA 1/12.5



SECCION A, C6

ESCALA 1/12.5



ELEVACION 1
C3 EJE G'

A = EST. + ESL.N3 @ 7.5
B = EST. + ESL.N3 @ 15

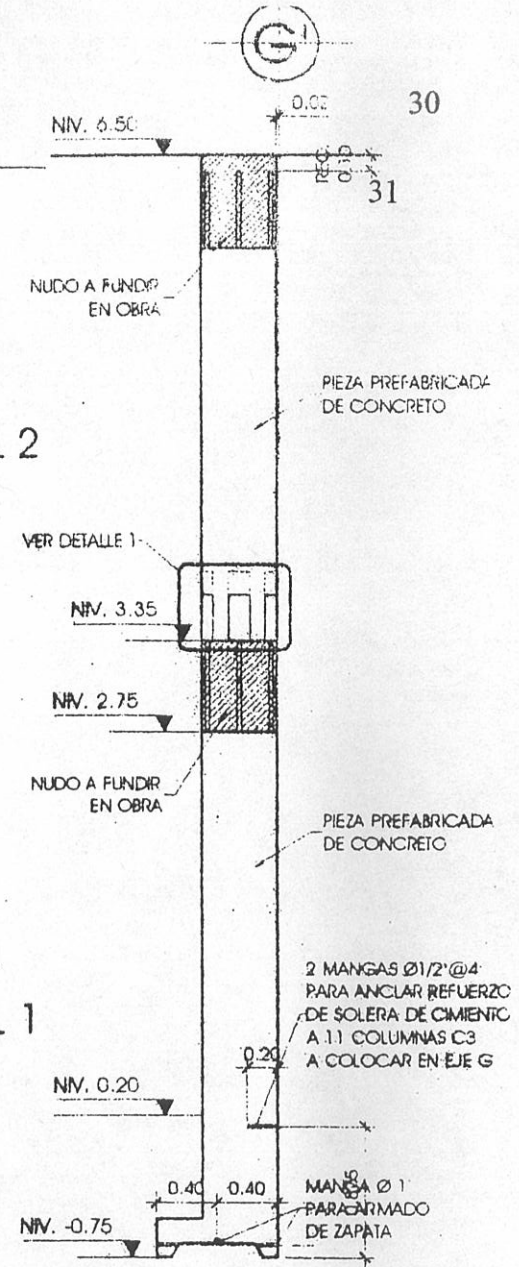
ELEVACION 2
C3 EJE G'

ESCALA 1/50

ELEVACION DE C3 PARA
EJES G'/1 4 HASTA G'/3

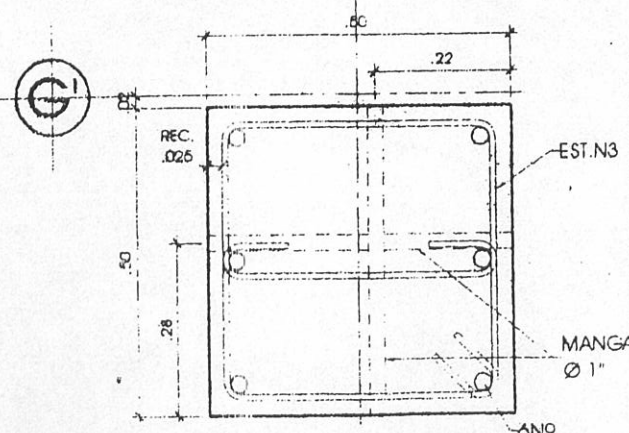
COLUMNA C3

ESCALA 1/25



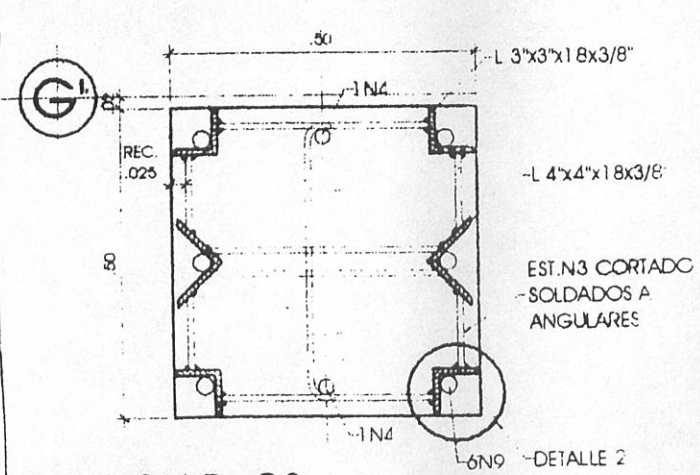
NIVEL 2

NIVEL 1



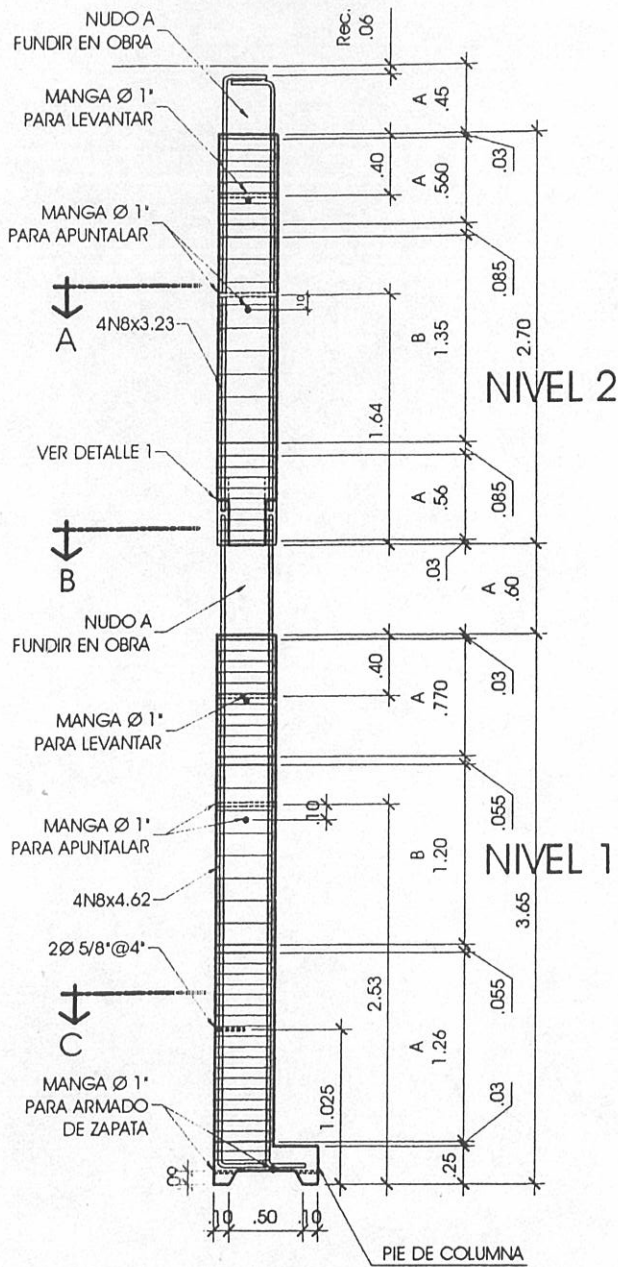
SECCION C, C3

ESCALA 1/12.5



SECCION D, C3

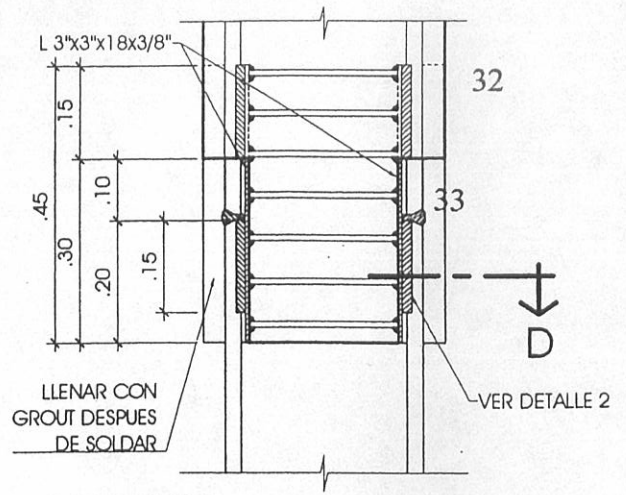
ESCALA 1/12.5



ARMADO C1 PREFABRICADA

A= EST.N3 @ 7
B= EST.N3 @ 15

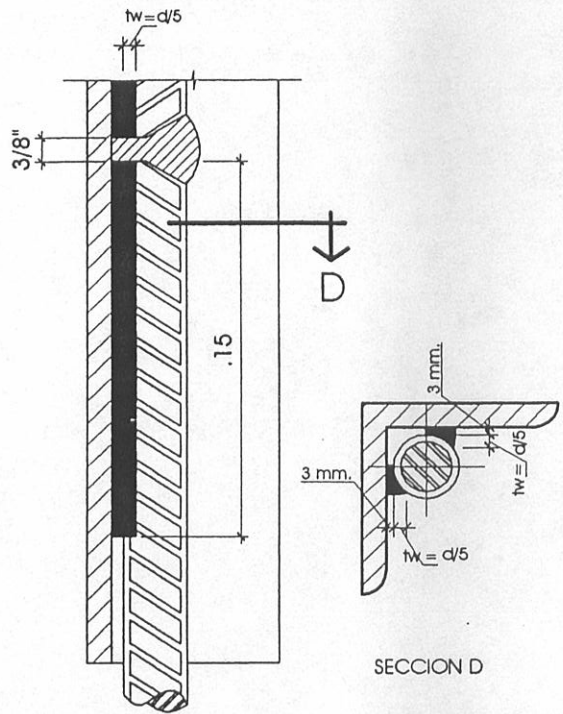
ESCALA 1/50



DETALLE 1

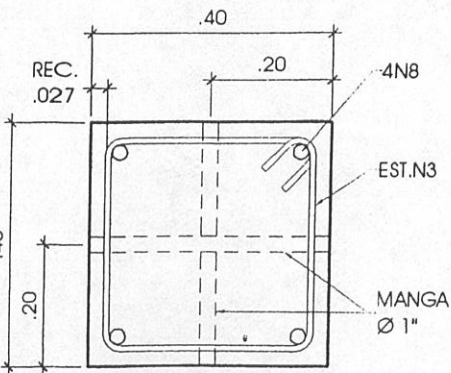
C-1

ESCALA 1/12.5



DETALLE 2

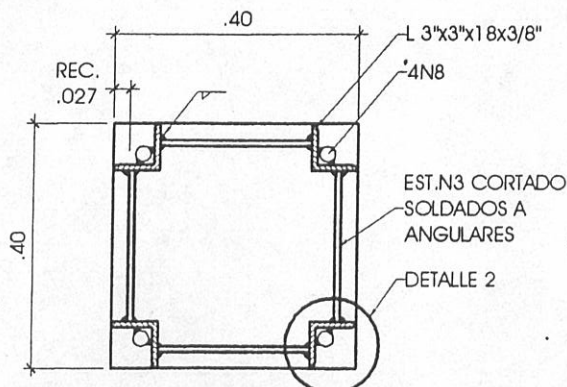
SIN ESCALA



SECCION A

C-1

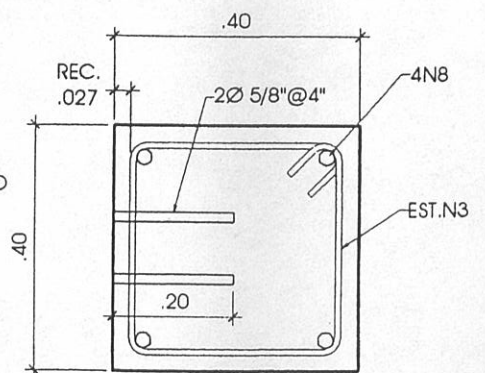
ESCALA 1/12.5



SECCION B

C-1

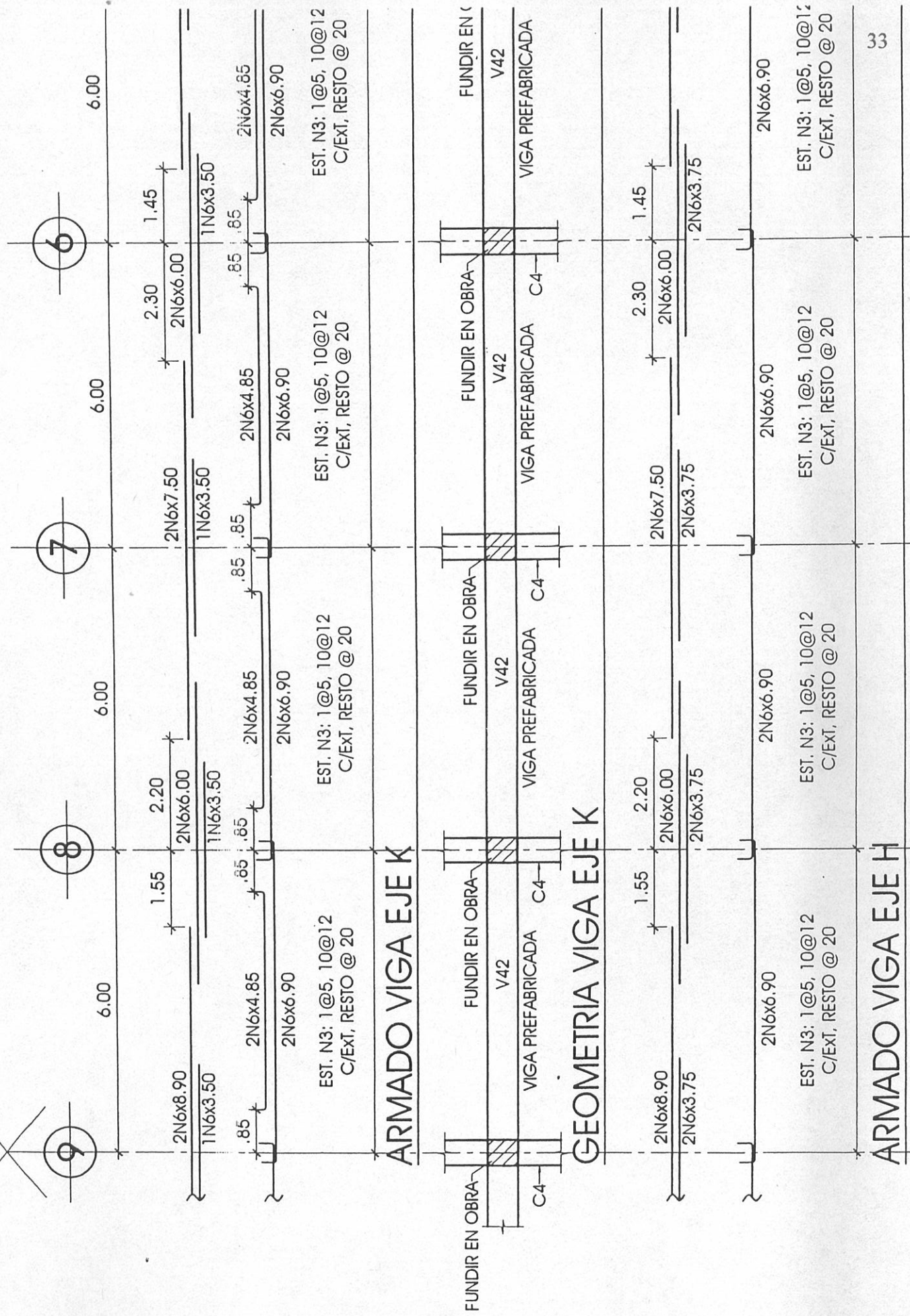
ESCALA 1/12.5



SECCION C

C-1

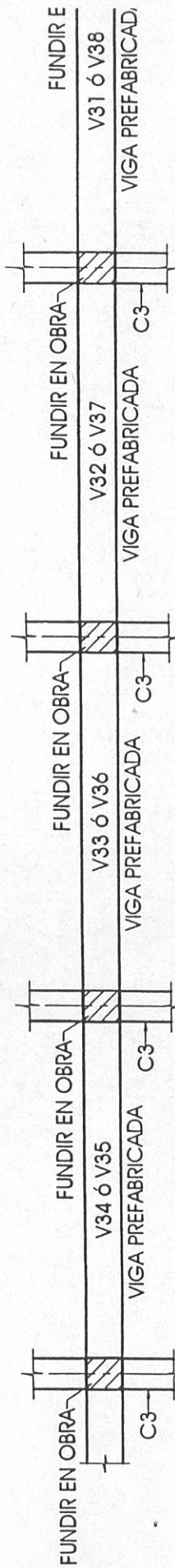
ESCALA 1/12.5



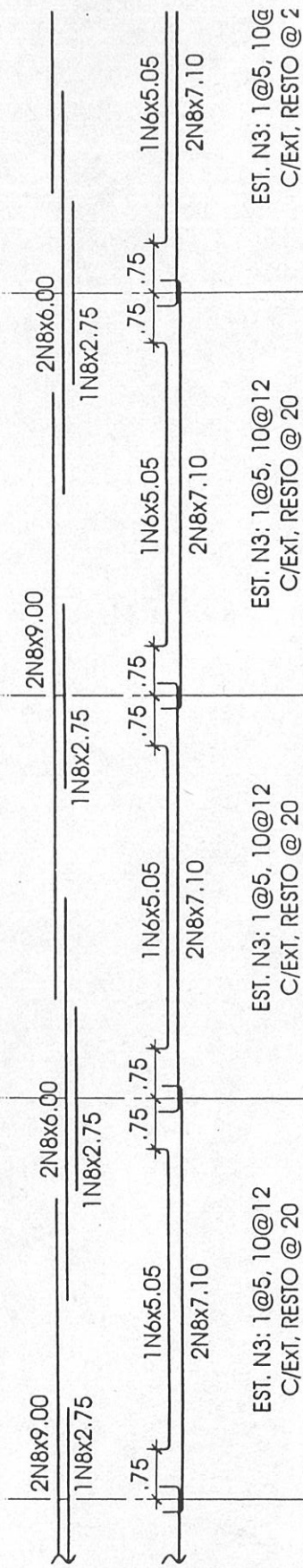
ARMADO VIGA EJE K

GEOMETRIA VIGA EJE K

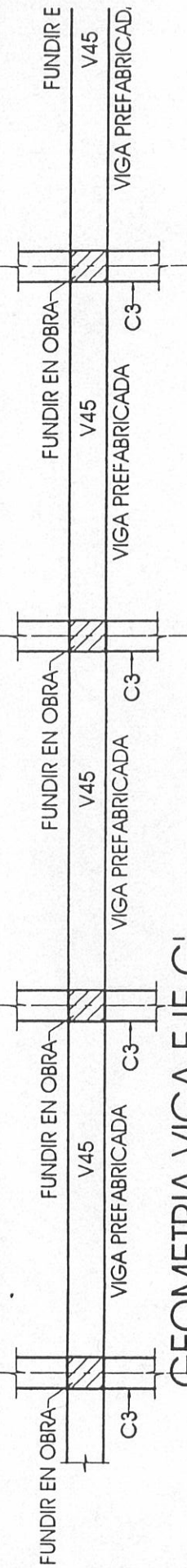
ARMADO VIGA EJE H



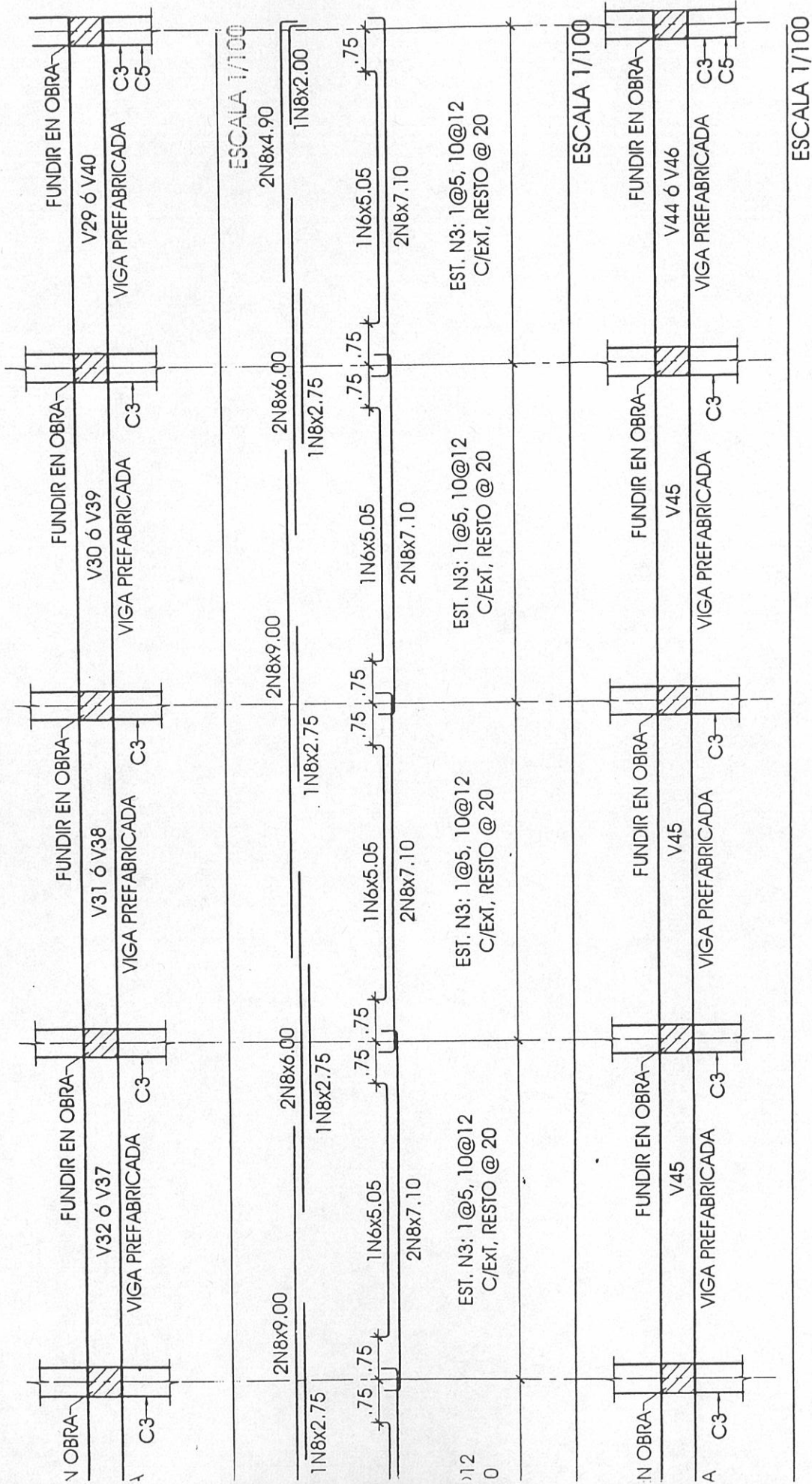
GEOMETRIA VIGA EJE H



ARMADO VIGA EJE G'



GEOMETRIA VIGA EJE G'

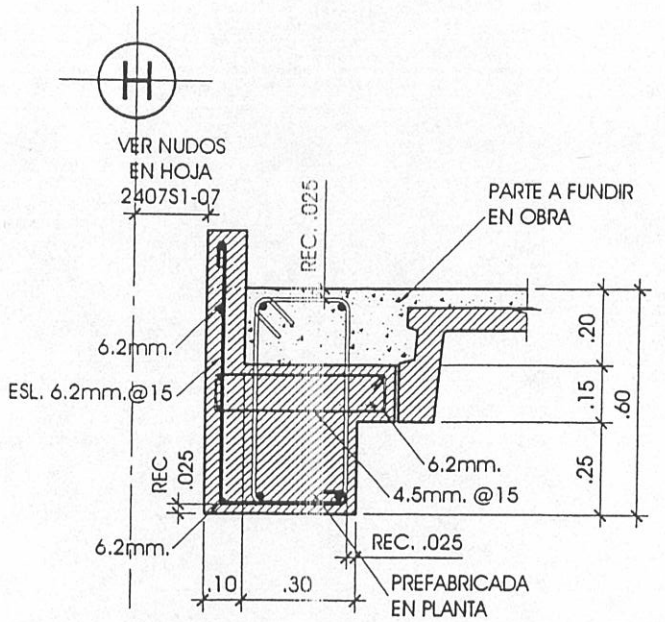


ESCALA 1/100

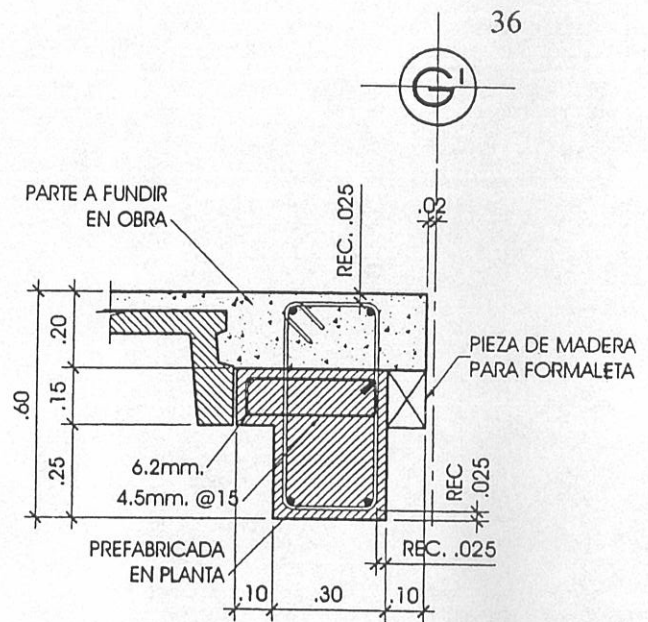
12
0

ESCALA 1/100

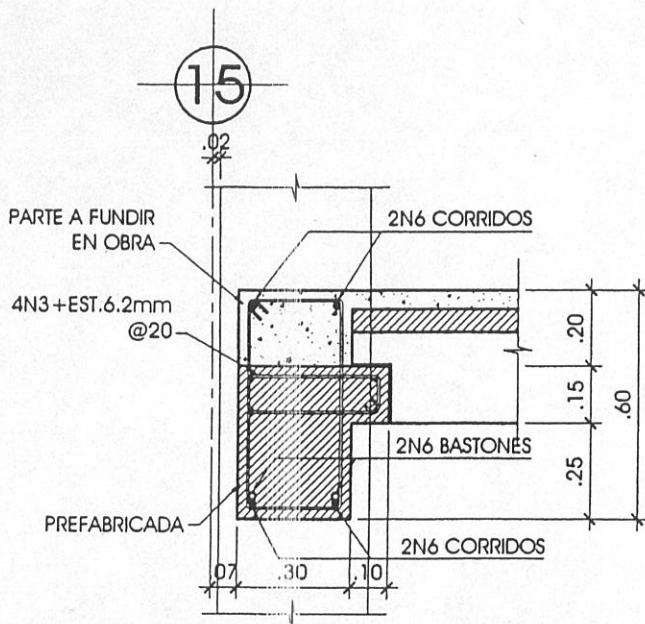
N OBRA
A C3



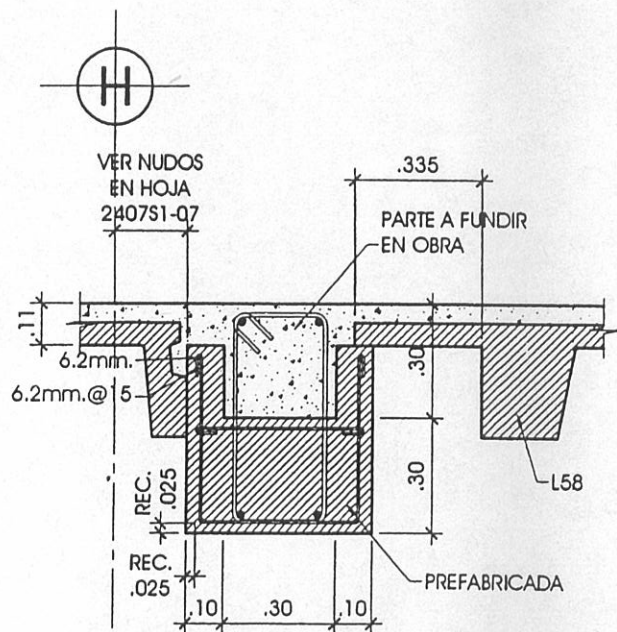
SECCION 1 VER PLANTA
VIGAS V48 A V58 ESCALA 1/20



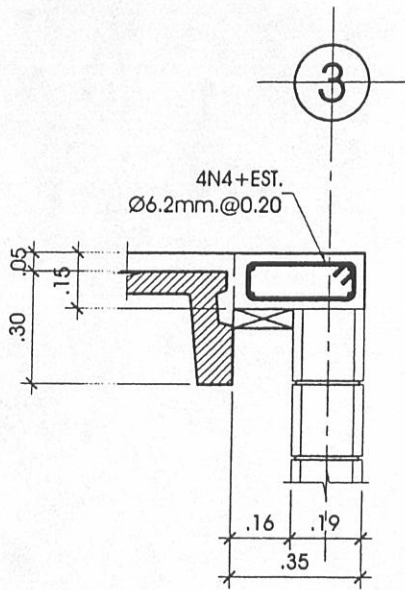
SECCION 2 VER PLANTA
VIGAS V59, V60 y V61 ESCALA 1/20



SECCION 3 VER PLANTA
VIGAS 86 a 89 ESCALA 1/20

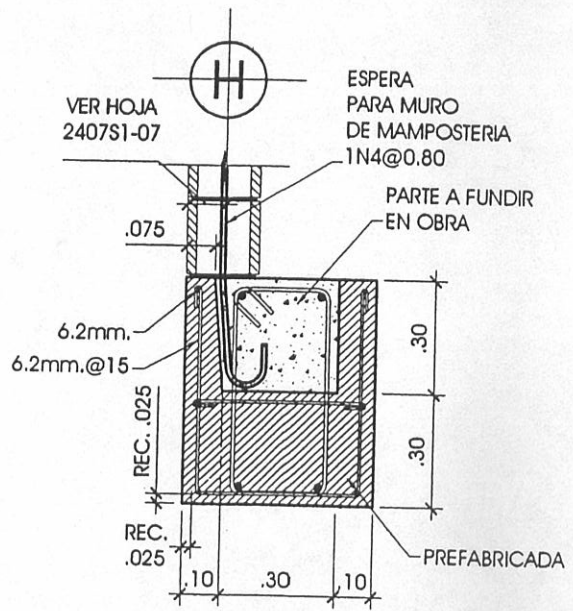


SECCION 4 VER PLANTA
VIGA V29a ESCALA 1/20



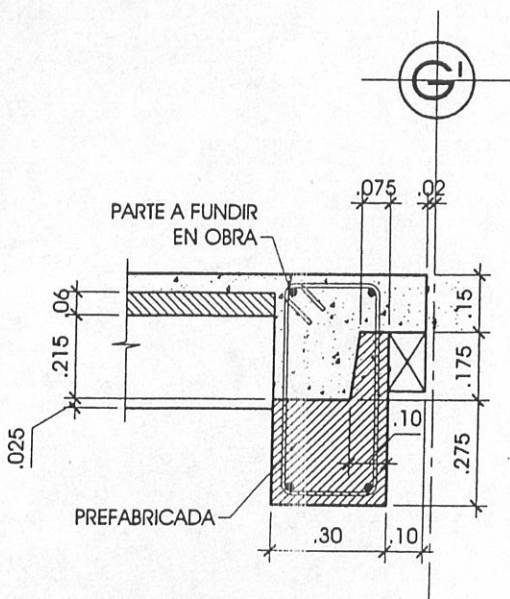
SECCION 5

ESCALA 1/20



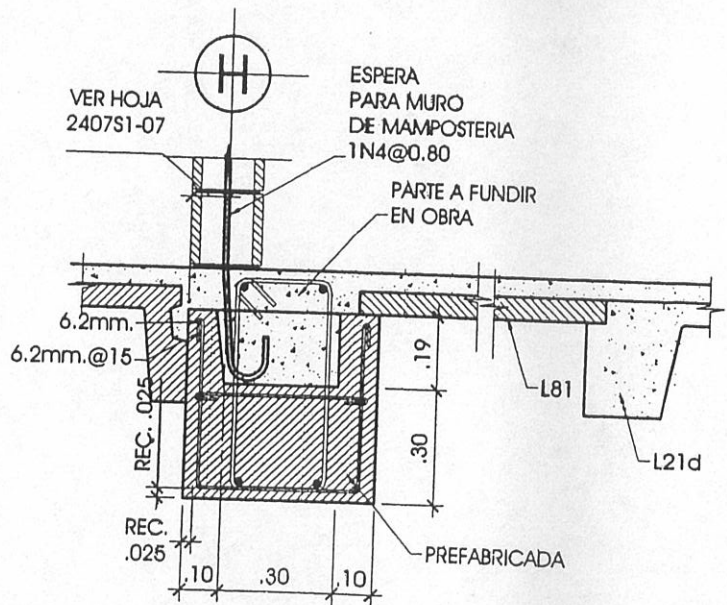
SECCION 6

ESCALA 1/20



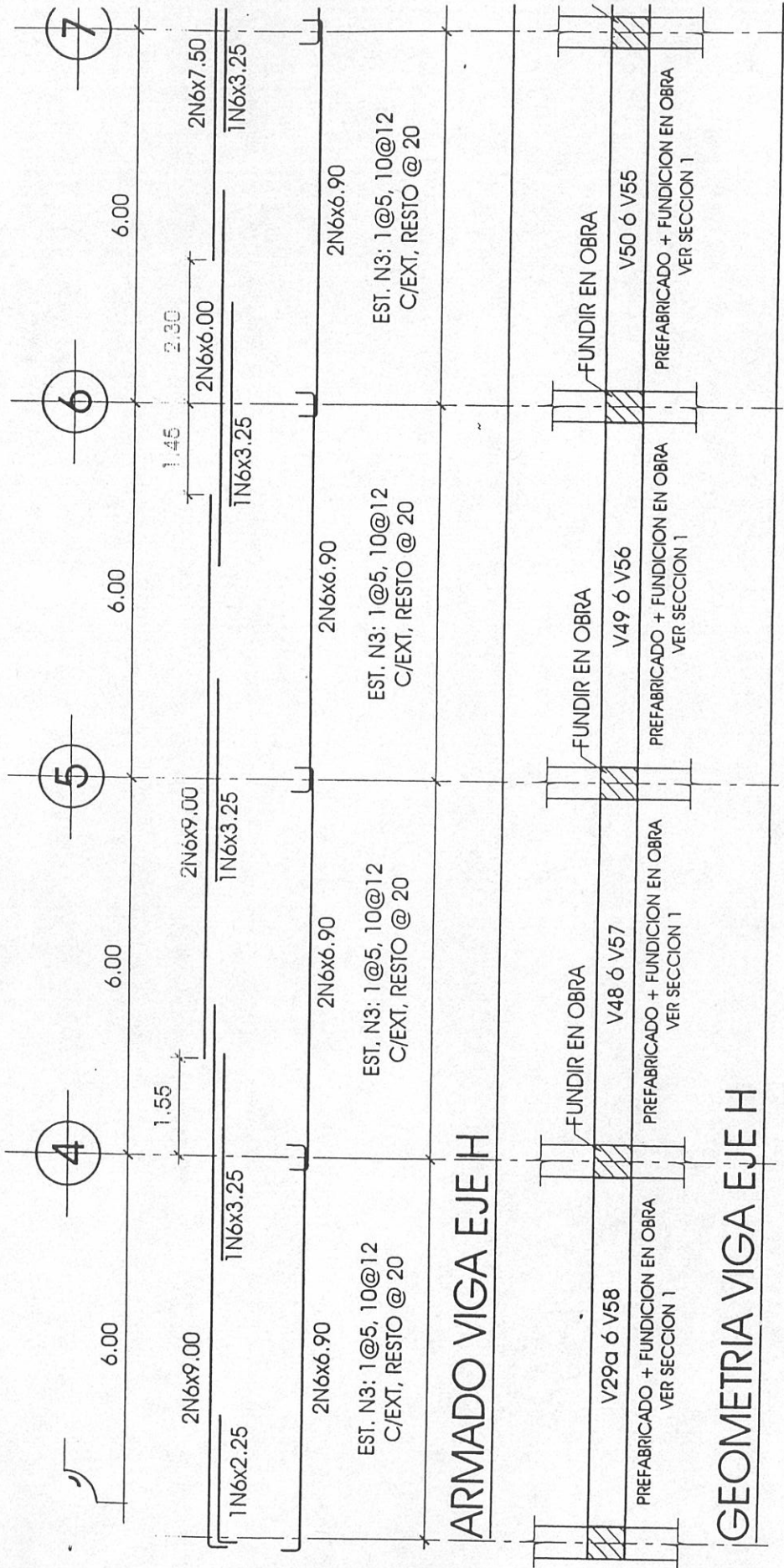
SECCION 7

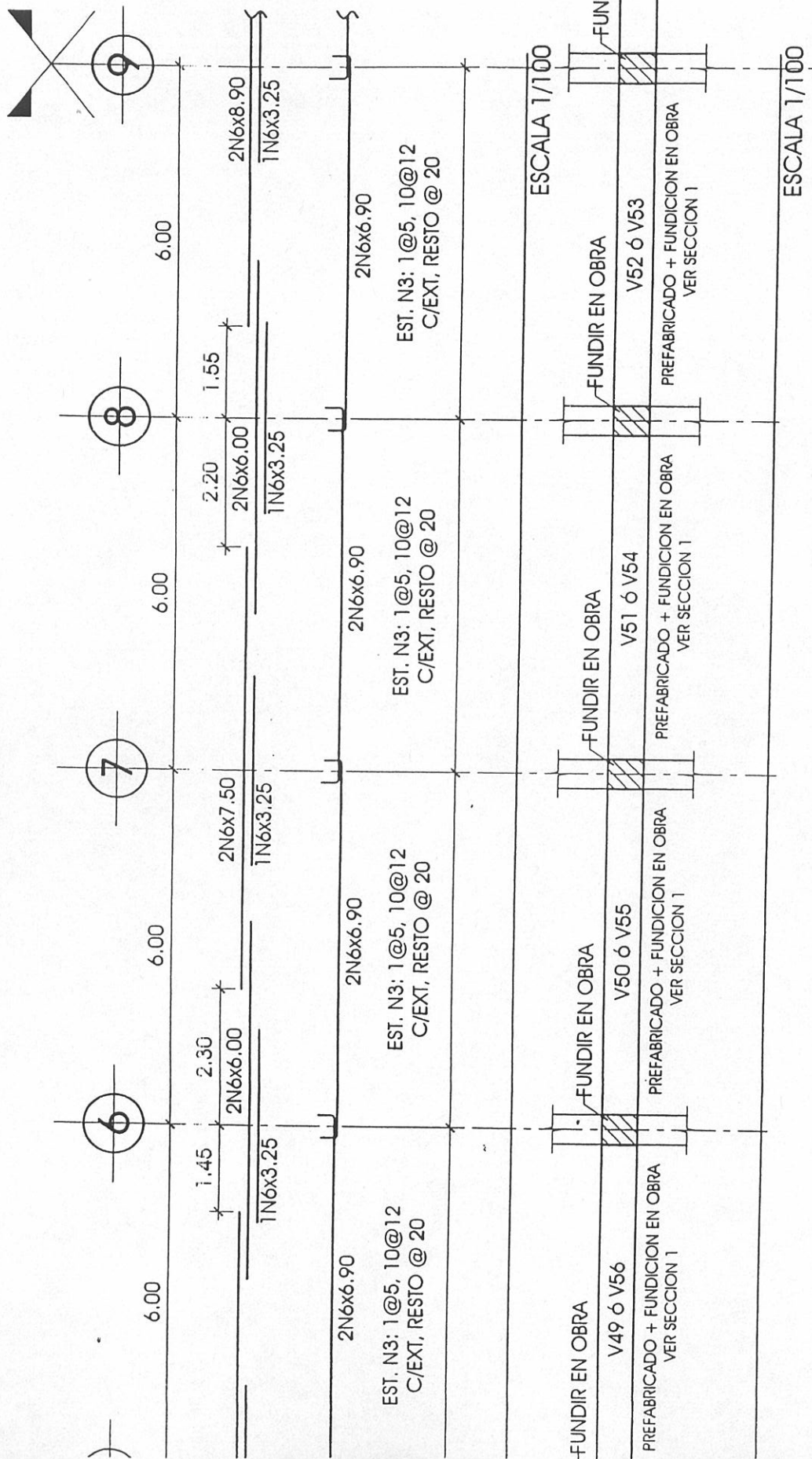
ESCALA 1/20



SECCION 8

ESCALA 1/20





FUNDIR EN OBRA
V49 ó V56
PREFABRICADO + FUNDICION EN OBRA
VER SECCION 1

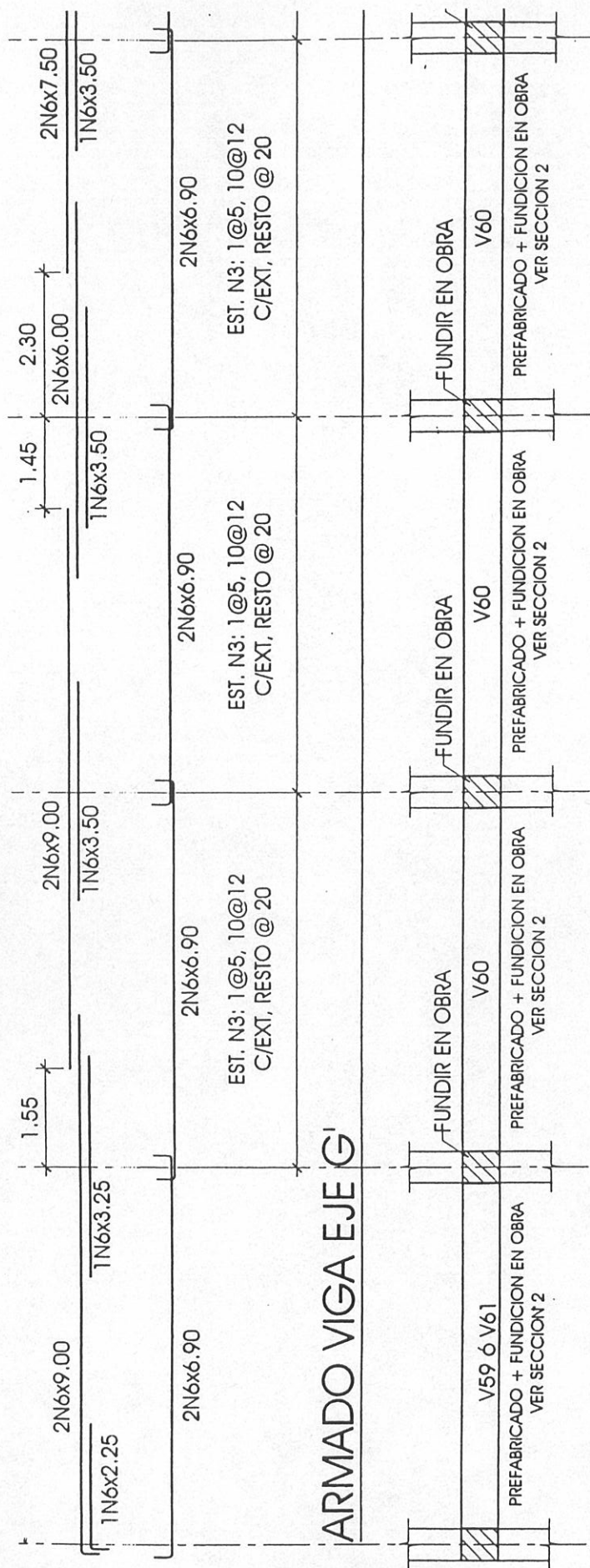
FUNDIR EN OBRA
V50 ó V55
PREFABRICADO + FUNDICION EN OBRA
VER SECCION 1

FUNDIR EN OBRA
V51 ó V54
PREFABRICADO + FUNDICION EN OBRA
VER SECCION 1

FUNDIR EN OBRA
V52 ó V53
PREFABRICADO + FUNDICION EN OBRA
VER SECCION 1

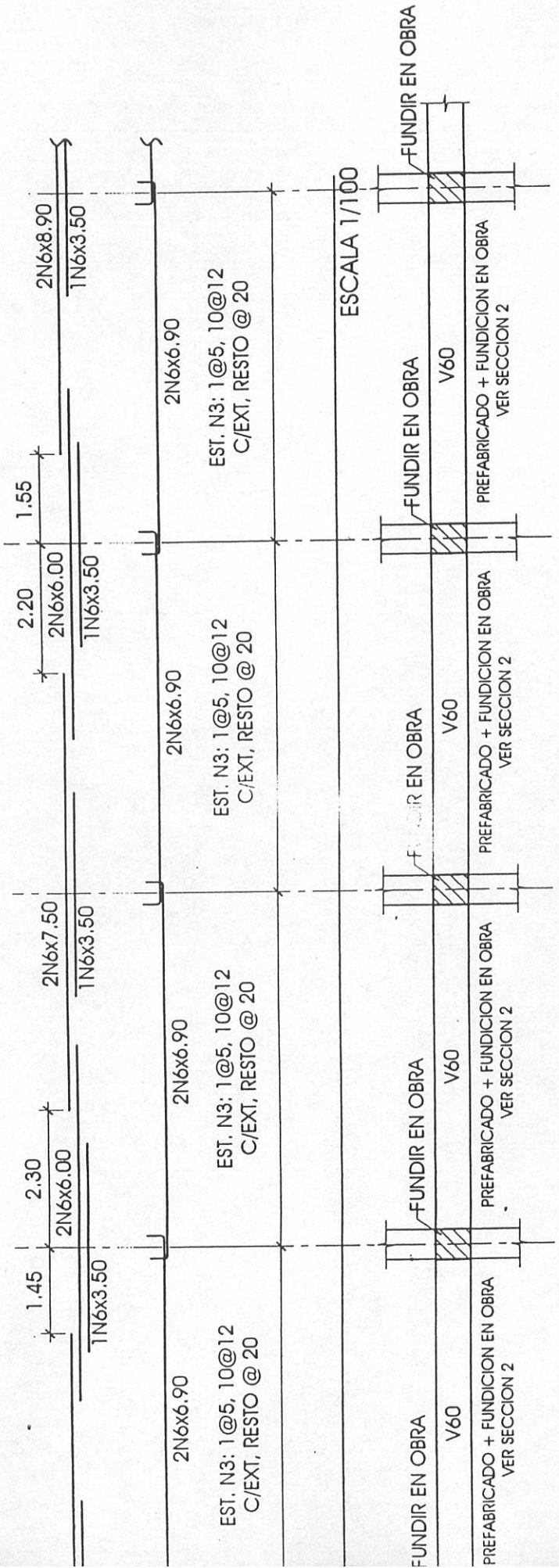
ESCALA 1/100

ESCALA 1/100

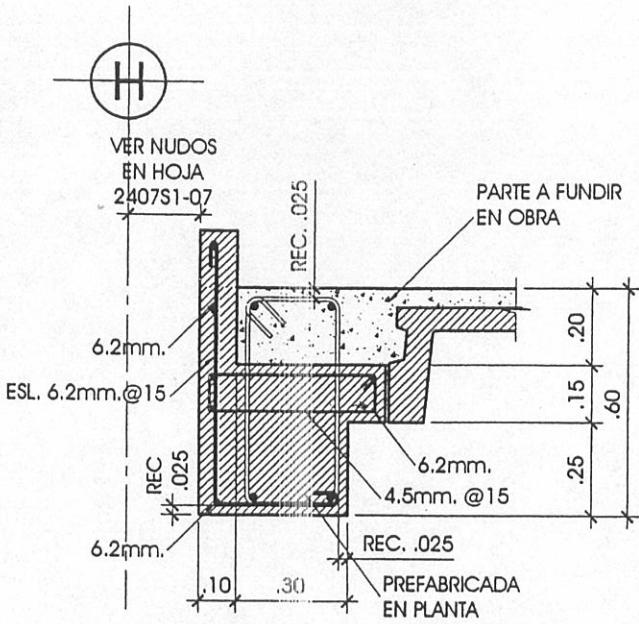


ARMADO VIGA EJE G'

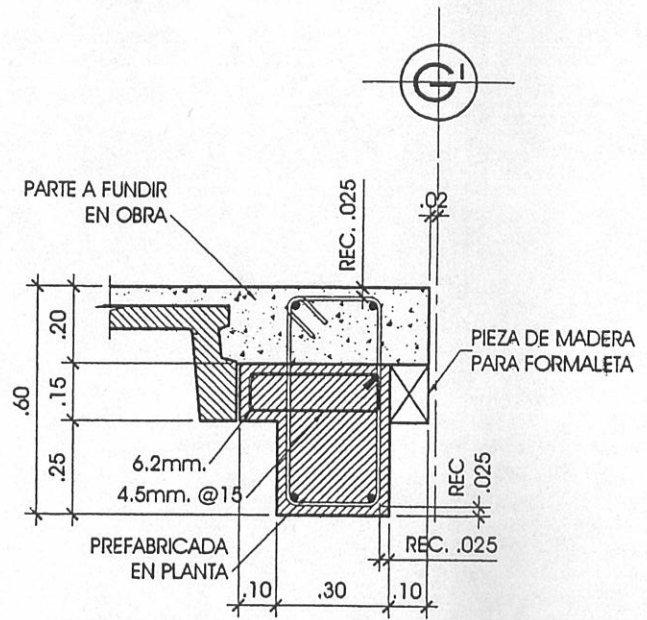
GEOMETRIA VIGA EJE G'



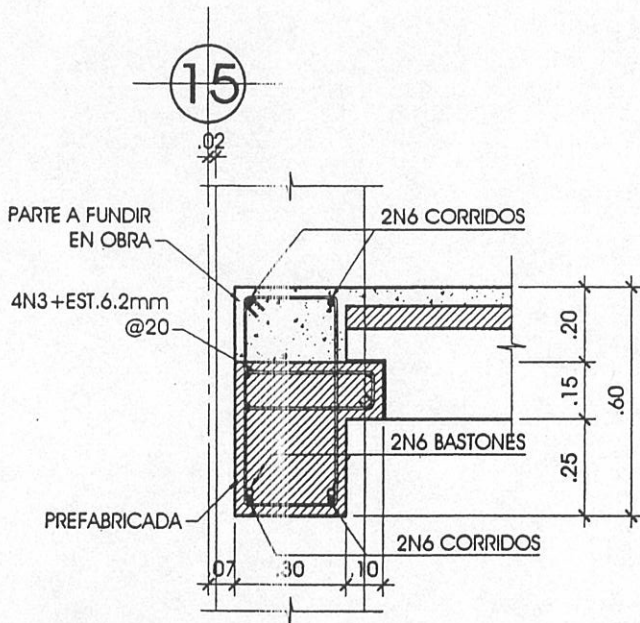
ESCALA 1/100



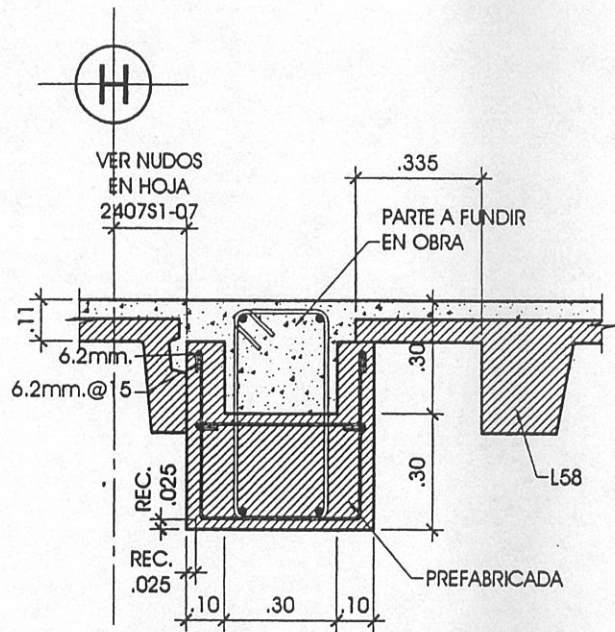
SECCION 1 VER PLANTA
VIGAS V48 A V58 ESCALA 1/20



SECCION 2 VER PLANTA
VIGAS V59, V60 y V61 ESCALA 1/20

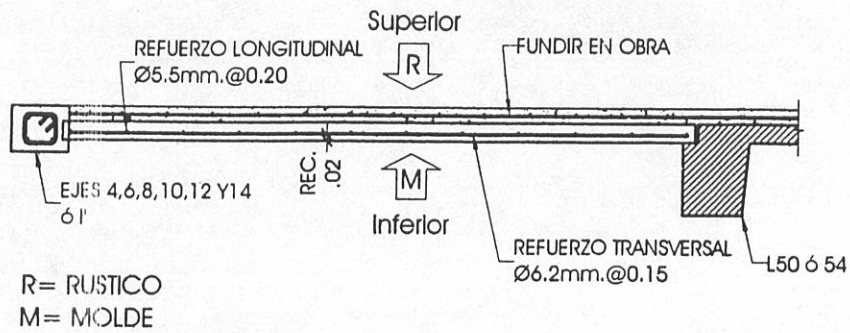


SECCION 3 VER PLANTA
VIGAS 86 a 89 ESCALA 1/20



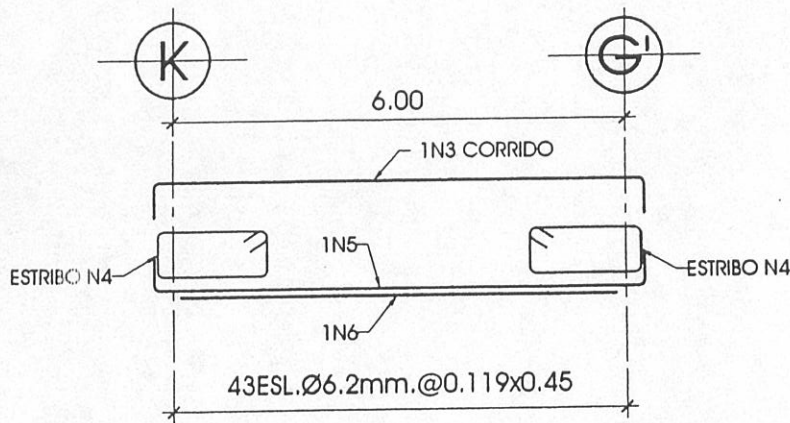
SECCION 4 VER PLANTA
VIGA V29a ESCALA 1/20

3. LOSAS



ARMADO TIPICO LOSETAS PREFABRICADAS

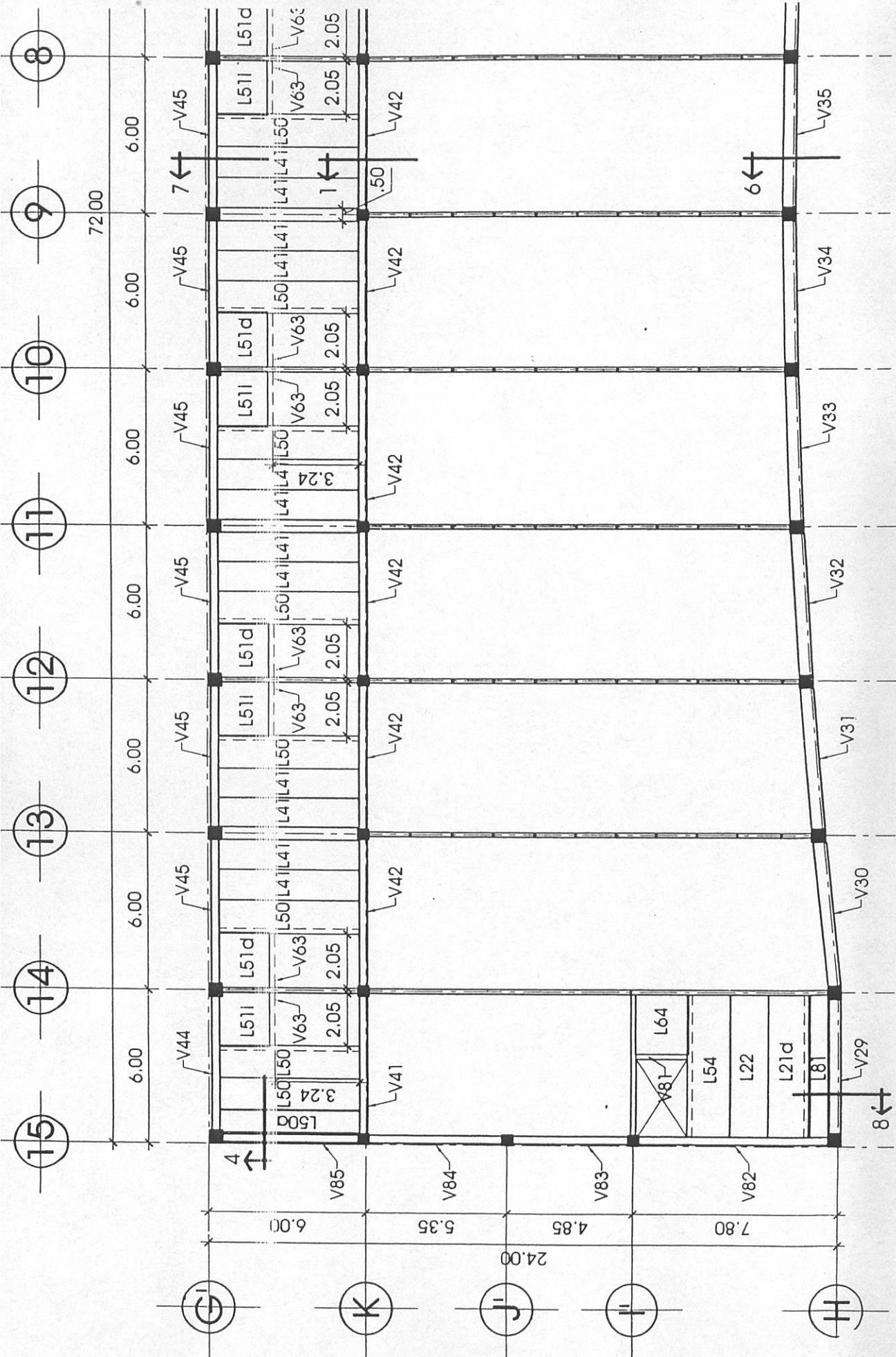
ESCALA 1/25



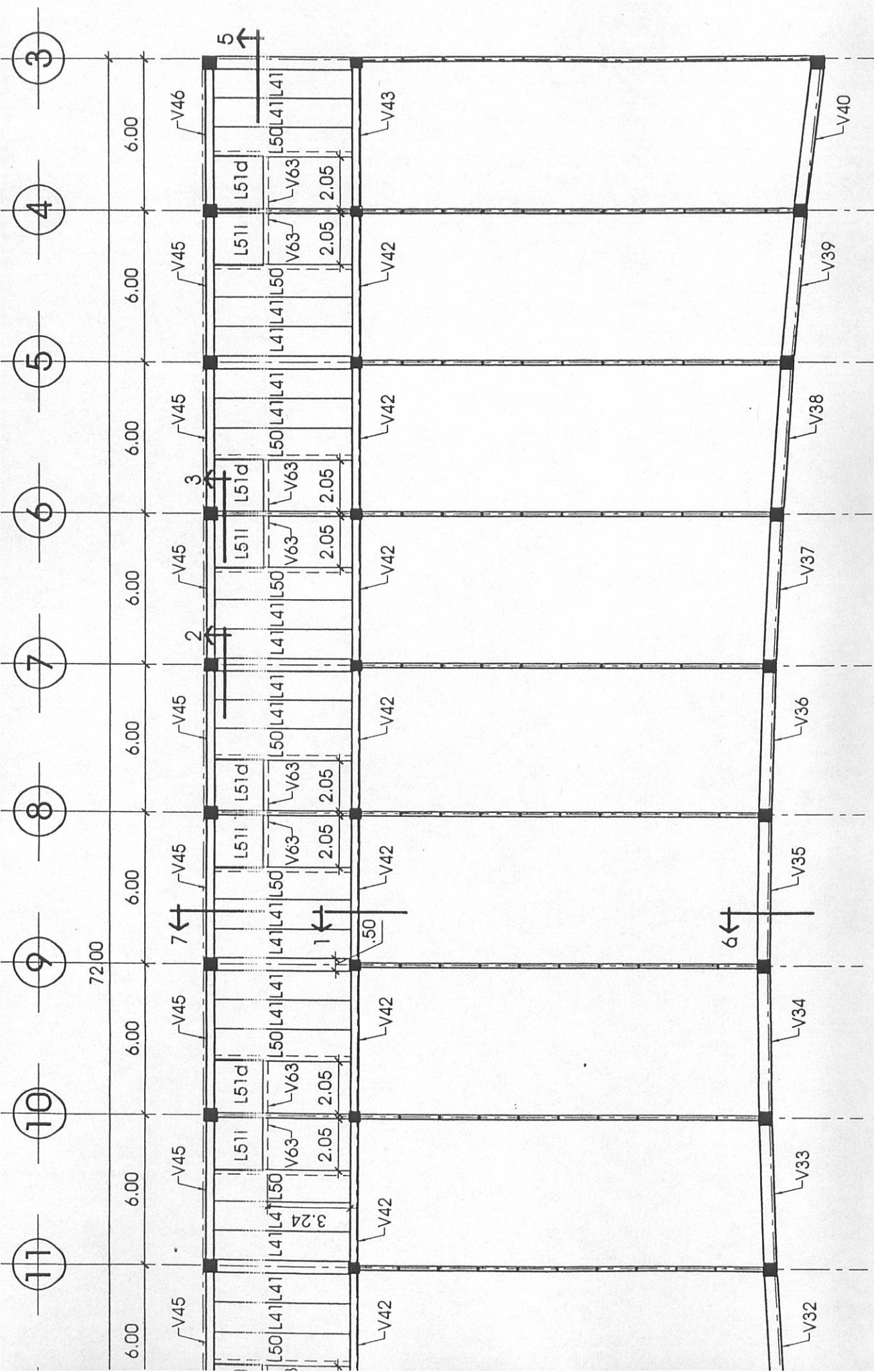
REFUERZOS DE NERVIOS DE LOSA CAJON

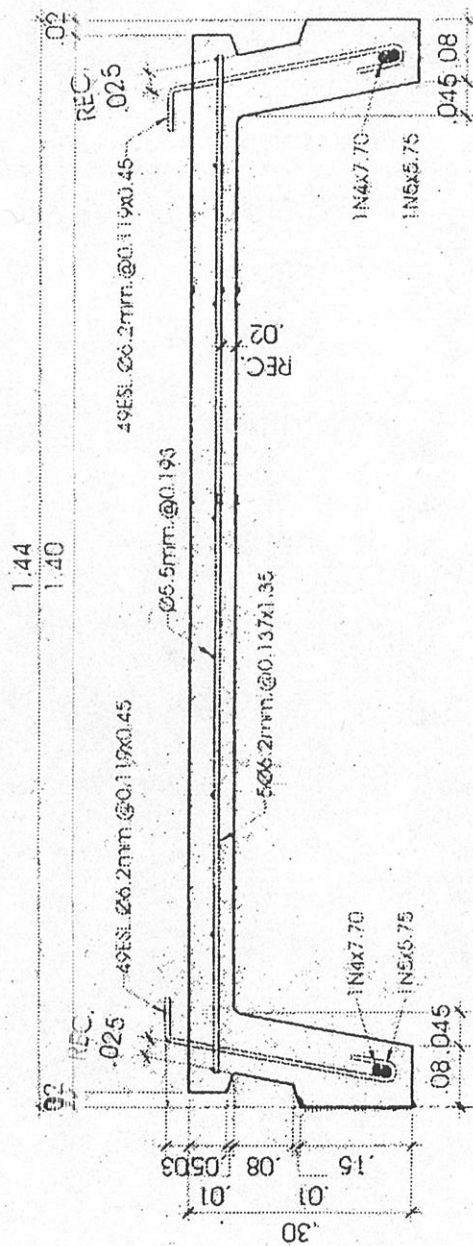
ENTREPISO

ESCALA 1/100



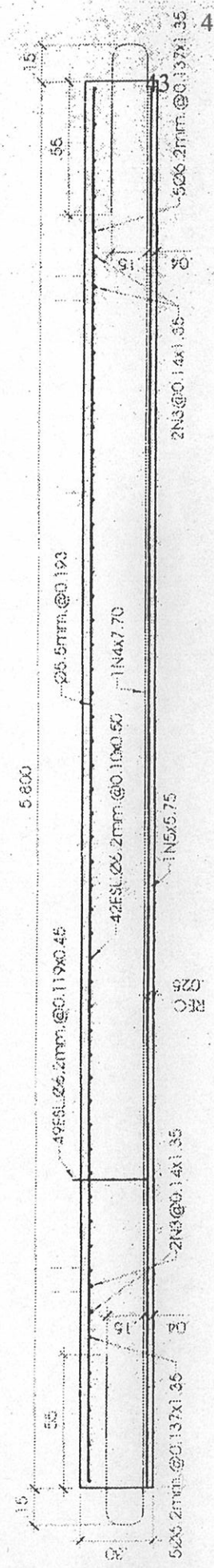
ANTA DE MODULACION DE LOSAS ENTREPISO





SECCION A

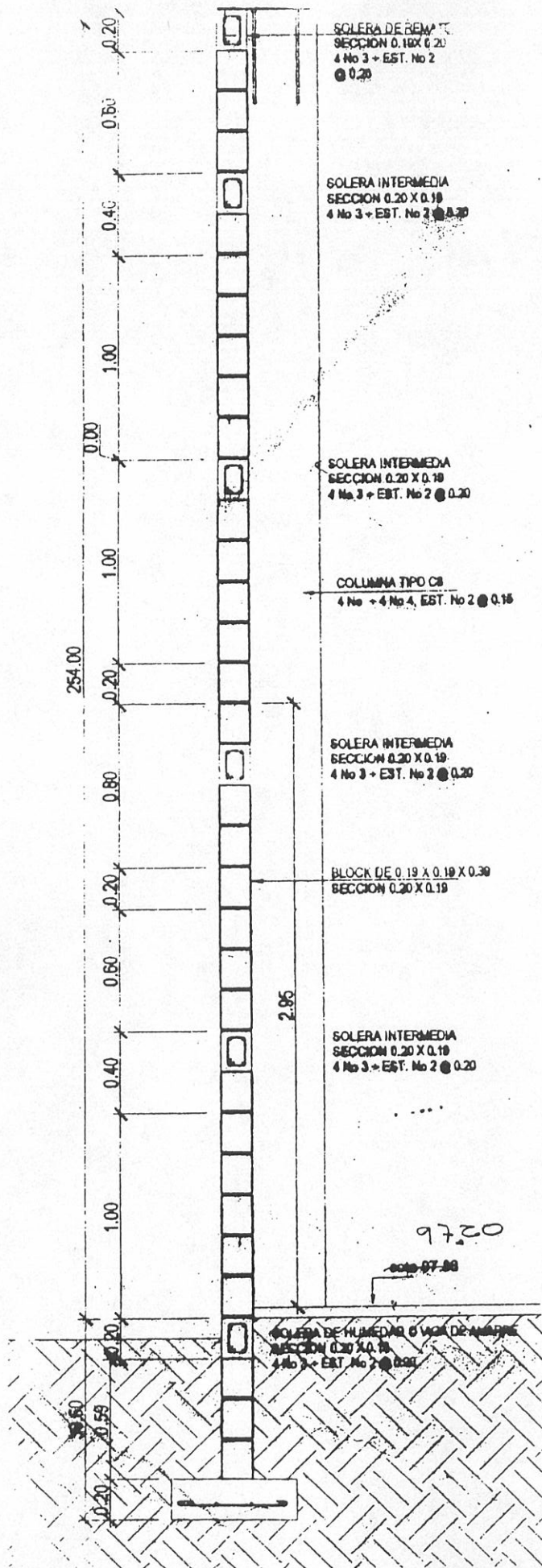
ESCALA 1/10



SECCION D

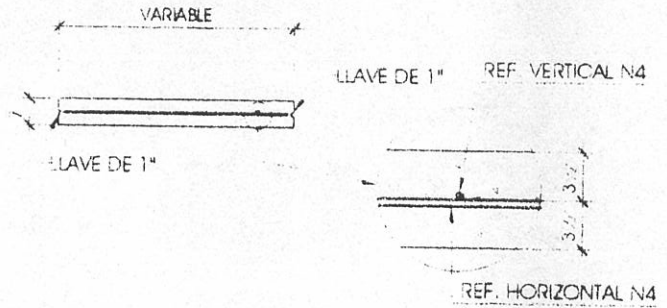
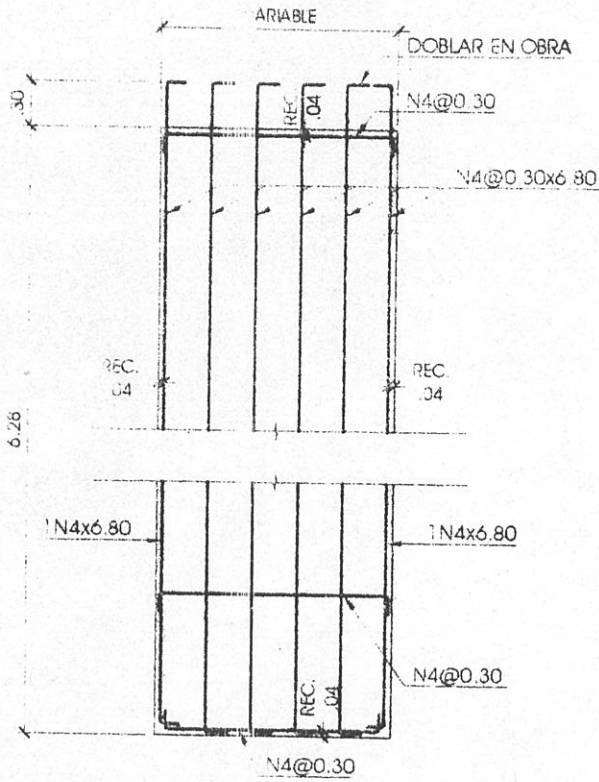
ESCALA 1/25

4. MUROS



Corte tipico de muro

escala 1/25

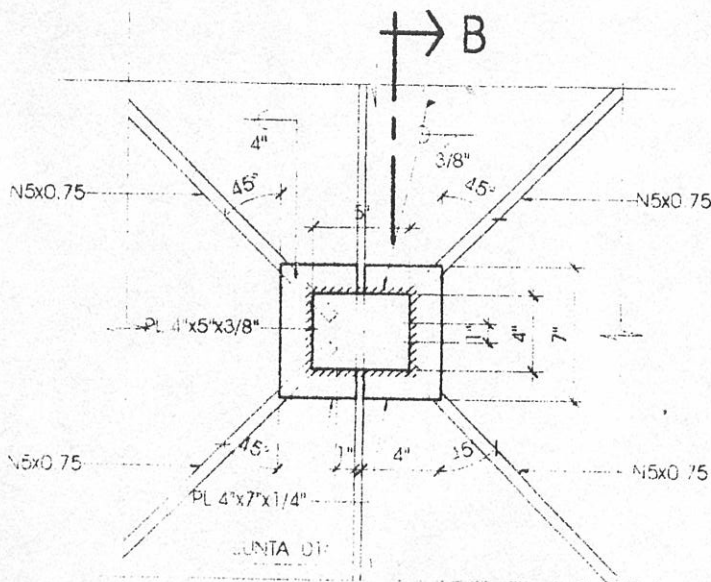


PLANTA TIPICA MURO PREFABRICADO

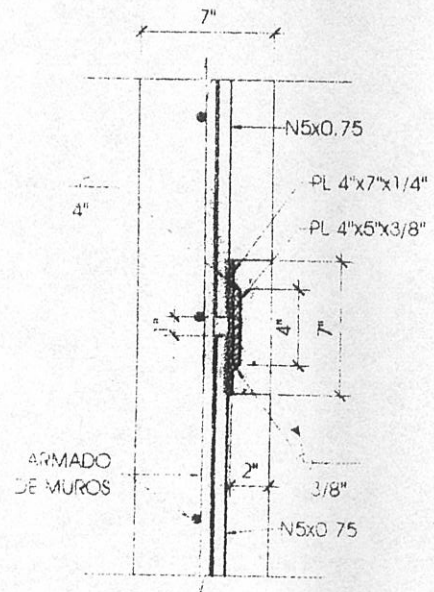
ESCALA 1/50

ARMADO TIPICO MURO PREFABRICADO

ESCALA 1/50



ELEVACION



SECCION B

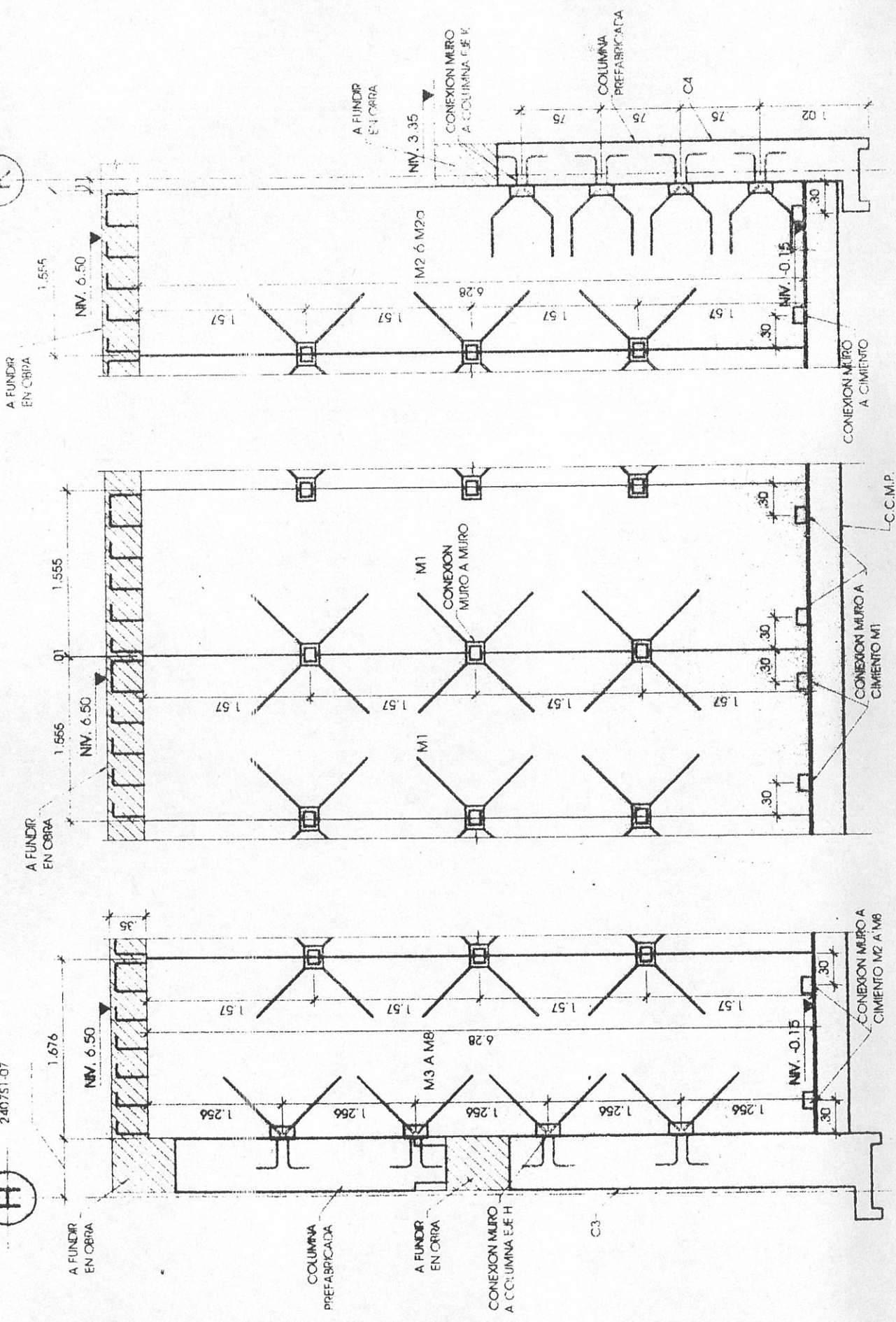
CONEXION MURO A MURO

ESCALA 1/10

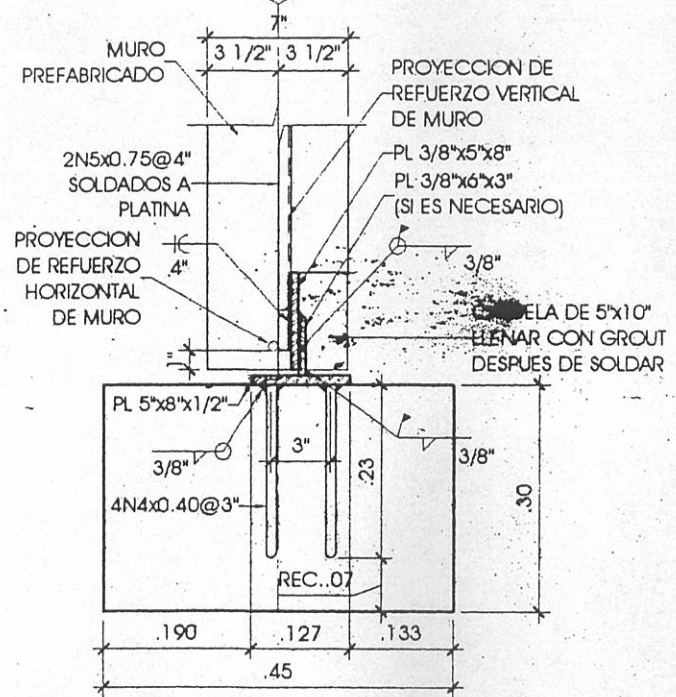
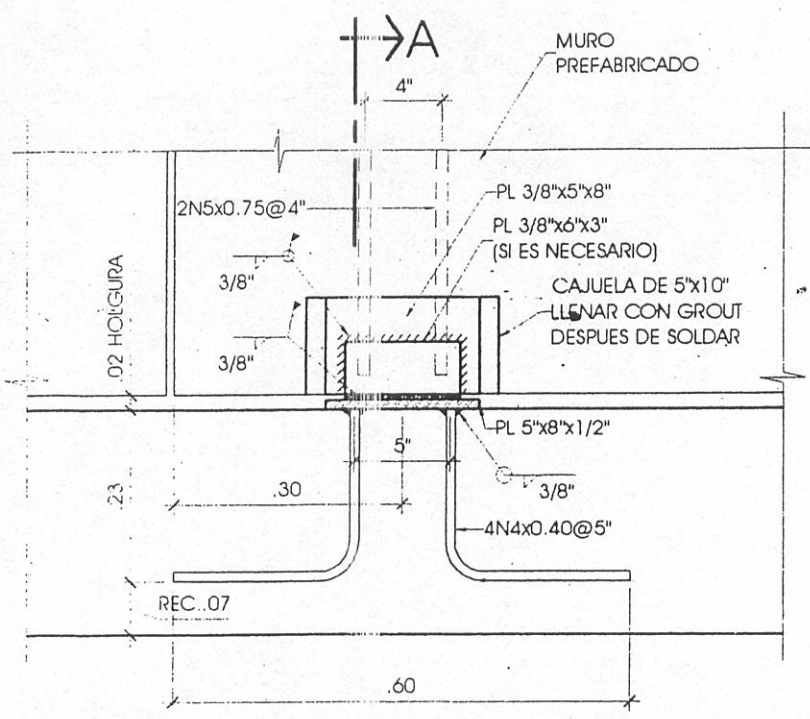
DE NUDOS
240751-07

(K)

(H)



ELEVACION TIPICA DE ANCLAJES (VER DETALLES DE ANCLAJES)

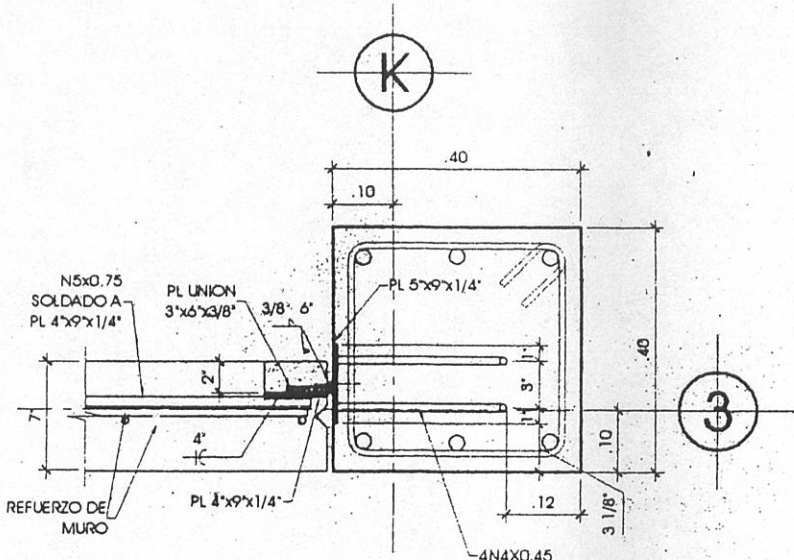
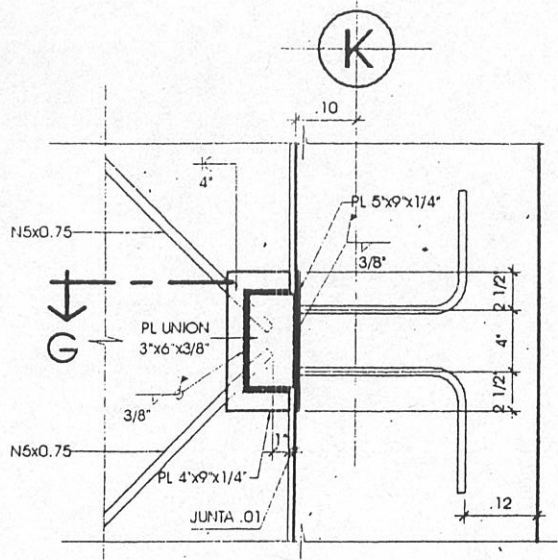


ELEVACION

SECCION A

CONEXION MURO M1 A CIMIENTO

ESCALA 1/10

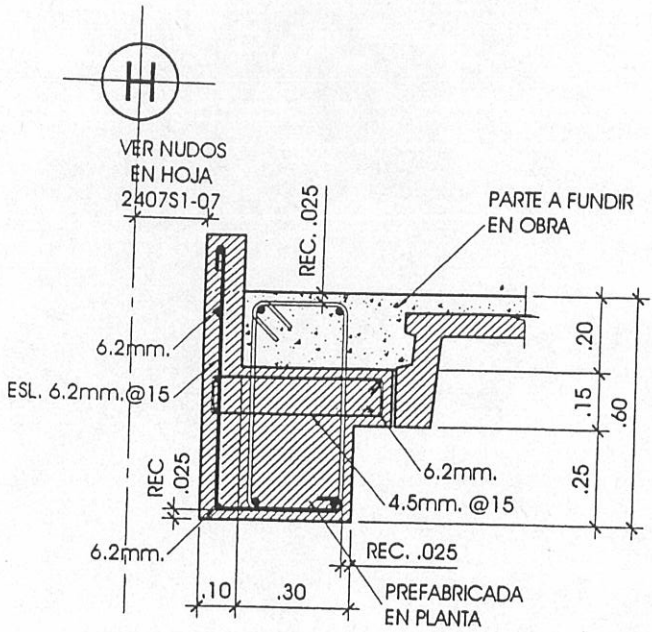


ELEVACION

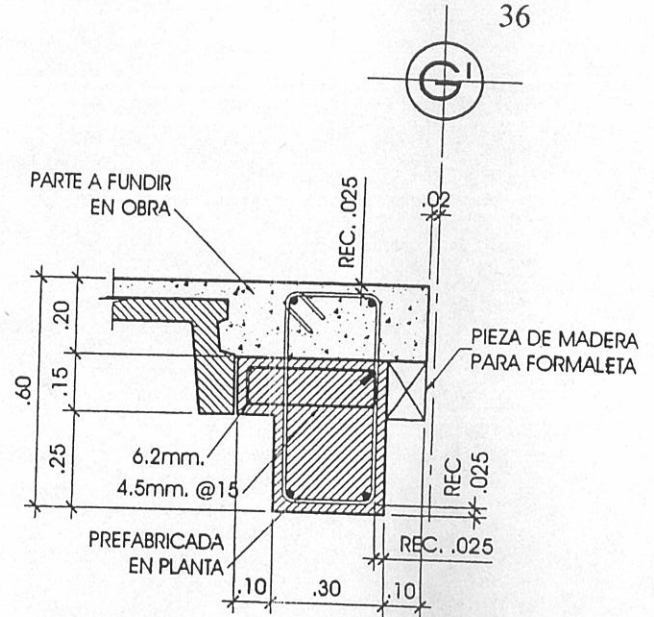
SECCION G

CONEXION MURO M2a A COLUMNA EJE K

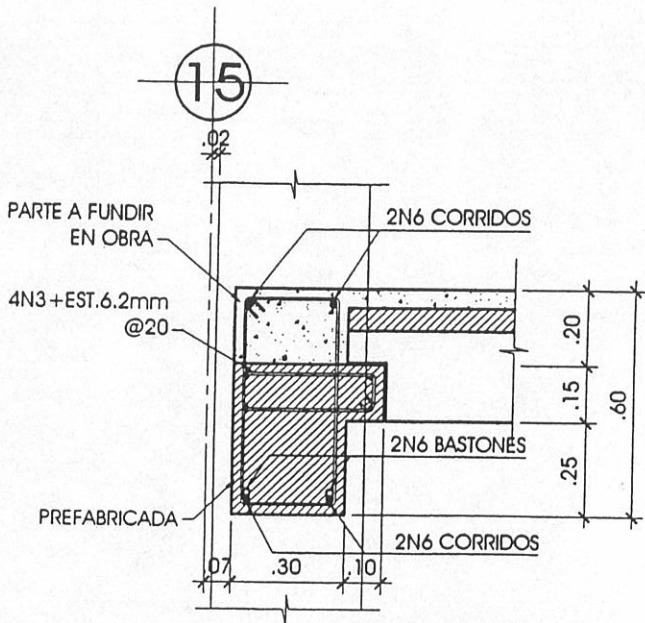
ESCALA 1/12.5



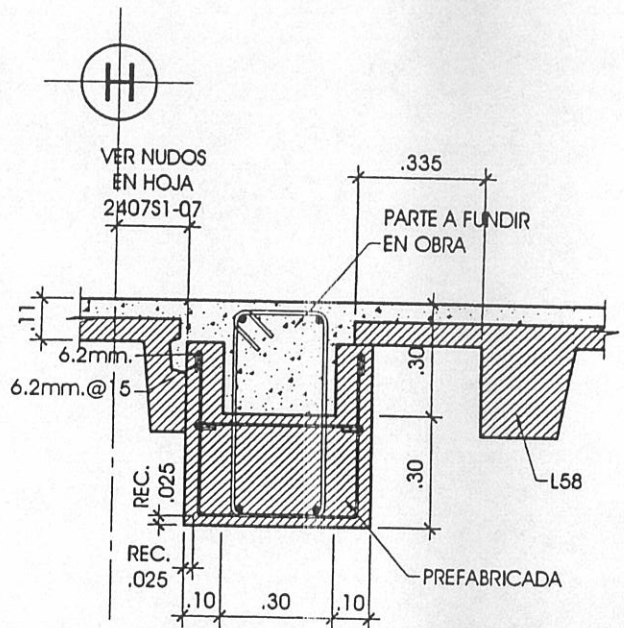
SECCION 1 VER PLANTA
VIGAS V48 A V58 ESCALA 1/20



SECCION 2 VER PLANTA
VIGAS V59, V60 y V61 ESCALA 1/20



SECCION 3 VER PLANTA
VIGAS 86 a 89 ESCALA 1/20



SECCION 4 VER PLANTA
VIGA V29a ESCALA 1/20

V. ANÁLISIS COMPARATIVO DE MANO DE OBRA ENTRE SISTEMA TRADICIONAL Y PREFABRICADO

A. Cuadros comparativos de materiales de construcción

1. Columnas.

Cuadro No. 1

MATERIALES / EQUIPO PARA COLUMNAS			
NOMBRE	UNIDAD	SIS. PREFABRICADO	SIS. TRADICIONAL
Hierro corrugado	Metro lineal	Utilizado	Utilizado
Concreto	Metro Cúbico	Utilizado	Utilizado
Formaleta	Metro Cuadrado	No utilizado	Utilizado
Molde	Unidad	Utilizado	No utilizado
Grúa	Hora	Utilizado	No utilizado
Andamio	Unidad	No utilizado	Utilizado
Trickets	Unidad	Utilizado	Utilizado

Se presenta sólo un cuadro típico de la cantidad de materiales y equipo utilizado en el sistema tradicional y el sistema prefabricado. El equipo presente también es el básico en cada tipo de columnas, los cambios que se presentan en cada tipo de columnas no son significativos ya que no necesitan equipo adicional o materiales diferentes.

Las zapatas, ya sean de columnas prefabricadas o del sistema tradicional fueron idénticas, por lo cual el equipo no se tomó en cuenta ya que el estudio se limita a columnas.

El concreto utilizado tiene que alcanzar una resistencia $f'c$ de 200 Kg/cm² a los 28 días.

El refuerzo ya sea longitudinal o para estribos, debe tener un f_y de 4.2 T/cm² (G60) para diámetros No. 3 y mayores, un f_y de 4.9 T/cm² (G70) para diámetros menores a No. 3.

El recubrimiento de las columnas deberá ser, si es hierro con diámetro No.6 o mayor, de 5cm, si es No.5 o menor debe de ser de 4cm

Para la grúa utilizada se contabilizó el trabajo por hora, el procedimiento tomado para el estudio fueron las horas trabajadas desde bajar los elementos del transporte en la obra hasta el montaje y colocación final.

Los traslapes deberán colocarse en los tercios medios de la altura libre de las columnas.

El tamaño grueso del agregado grueso a utilizarse es de $\frac{3}{4}$ de pulgada.

Cuadro No. 2

COLUMNA C3	24	Unidades				
REFUERZO						
LONGITUDINAL	6	Varillas No.	9	con A. est + esl No.	3	a cada 0.075 m
				B. estribos No.	3	a cada 0.15 m
ANCHO	0.50		m			
ALTO	0.50		m	LONGITUD ESTRIBOS	2	m
ALTURA COLUMNA	7.25		m	CANTIDAD ESTRIBOS A	62	
LONGITUD A	4.65		m	CANTIDAD ESTRIBOS B	12	
LONGITUD B	1.80		m			
REFUERZO EXTRA	4.65		m	por 2 varillas No. 4		
MATERIALES						
POR COLUMNA						
CONCRETO	1.81		ml	LONGITUD DE ESLABONES	0.70	m
				CANTIDAD DE ESLABONES		
HIERRO NO. 9	71.40		ml	A	62	
				CANTIDAD DE ESLABONES		
HIERRO NO. 4	9.30		ml	B	12	
HIERRO NO. 3	199.80		ml			
FORMALETA	14.50		m ²			

Cuadro No. 3

COLUMNA		Unidades					
C4	14						
REFUERZO							
LONGITUDINAL	6	varillas No.	8	con A. estribos No.	3	a cada	0.07 m
				B. estribos No.	3	a cada	0.15 m
ANCHO	0.40		m				
ALTO	0.40		m	LONGITUD ESTRIBOS	1.6		m
ALTURA COLUMNA	4.10		m	CANTIDAD ESTRIBOS A	43		
LONGITUD A	3.02		m	CANTIDAD ESTRIBOS B	5		
LONGITUD B	0.73		m				
MATERIALES							
POR COLUMNA							
CONCRETO	0.66		ml				
HIERRO NO. 8	24.60		ml				
HIERRO NO. 3	76.82		ml				
FORMALETA	6.56		m2				
ANDAMIO	4.00		ml				

Cuadro No. 4

COLUMNA		Unidad					
C5	1						
REFUERZO							
LONGITUDINAL	4	varillas No.	9	con A. estribos No.	3	a cada	0.075 m
				B. estribos No.	3	a cada	0.15 m
ANCHO	0.50		M				
ALTO	0.50		M	LONGITUD ESTRIBOS	2		m
ALTURA COLUMNA	7.25		M	CANTIDAD ESTRIBOS A	63		
LONGITUD A	4.75		M	CANTIDAD ESTRIBOS B	12		
LONGITUD B	1.80		M				
EMPALMES	1.00		M	por 4 varillas No. 9			
MATERIALES							
POR COLUMNA							
CONCRETO	1.81		ml				
HIERRO NO. 9	33.00		ml				
HIERRO NO. 3	150.67		ml				
FORMALETA	14.50		m2				
ANDAMIO	4.00		ml				

Cuadro No. 5

COLUMNA C5a	1	Unidad					
REFUERZO							
LONGITUDINAL	4	varillas No.	9	con A. estribos No.	3	a cada	0.075 m
				B. estribos No.	3	a cada	0.15 m
ANCHO	0.50		m				
ALTO	0.50		m	LONGITUD ESTRIBOS	2		m
ALTURA COLUMNA	7.25		m	CANTIDAD ESTRIBOS A	62		
LONGITUD A	4.65		m	CANTIDAD ESTRIBOS B	12		
LONGITUD B	1.80		m				
EMPALMES	1.00		m	por 4 varillas No. 9			
MATERIALES							
POR COLUMNA							
CONCRETO	1.81		ml				
HIERRO NO. 9	33.00		ml				
HIERRO NO. 3	148.00		ml				
FORMALETA	14.50		m2				
ANDAMIO	4.00		ml				

Cuadro No. 6

COLUMNA C6	3	Unidades					
REFUERZO							
LONGITUDINAL	4	varillas No.	8	con A. estribos No.	3	a cada	0.07 m
				B. estribos No.	3	a cada	0.15 m
ANCHO	0.40		m				
ALTO	0.40		m	LONGITUD ESTRIBOS	1.6		m
ALTURA COLUMNA	7.25		m	CANTIDAD ESTRIBOS A	61		
LONGITUD A	4.30		m	CANTIDAD ESTRIBOS B	15		
LONGITUD B	2.30		m				
EMPALMES	1.00		m	por 4 varillas No. 9			
MATERIALES							
POR COLUMNA							
CONCRETO	1.16		ml				
HIERRO NO. 8	33.00		ml				
HIERRO NO. 3	122.82		ml				
FORMALETA	11.60		m2				
ANDAMIO	4.00		ml				

2. Vigas.

Cuadro No. 7

MATERIALES / EQUIPO PARA VIGAS			
NOMBRE	UNIDAD	SIS. PREFABRICADO	SIS. TRADICIONAL
Hierro corrugado	Metro Lineal	Utilizado	Utilizado
Concreto	Metro Cúbico	Utilizado	Utilizado
Formaleta	Metro Cuadrado	No utilizado	Utilizado
Molde	Unidad	Utilizado	No utilizado
Faldón	Metro Lineal	No utilizado	Utilizado
Grúa	hora	Utilizado	No utilizado
Andamio	Unidad	No utilizado	Utilizado
Trickets	Unidad	Utilizado	Utilizado

Se presenta sólo un cuadro típico de la cantidad de materiales y equipo utilizado en el sistema tradicional y el sistema prefabricado.

La variación de las diferentes vigas depende solo en cambios de alturas, lo que afecta al volumen final.

En los diferentes tipos de vigas, se toman las mismas consideraciones que en las columnas.

Las especificaciones de los materiales como la resistencia, recubrimientos y esfuerzos máximos son los mismos que en las columnas.

Se evitará hacer traslapes en los siguientes puntos de las vigas:

- Para varillas superiores, en los tercios extremos de la viga.
- Para varillas interiores, en el tercio medio de las vigas.

a. Cuantificación de las vigas de las losas entrepiso

Cuadro No. 8

VIGAS EJE H	12	Unidades	(Losa Entrepiso)		
REFUERZO					
LONGITUDINAL	4 varillas No.	6	con estribos No. 3	1@5,10@1,resto@20	
	6 varillas No.	6	mm con u + esl No. 6 mm	a cada 0.075	m
ANCHO	0.50		m		
ALTO	0.60		m		
LONGITUD VIGA	6.00		m	CANTIDAD ESTRIBOS A	44
LONGITUD A	1.80		m	CANTIDAD US B	40
LONGITUD U	1.70		m	CANTIDAD ESLABONES	40
LONGITUD ESLABON	0.70				
TOTAL					
MATERIALES					
CONCRETO	1.80		ml		
HIERRO NO. 6	35.10		ml		
HIERRO NO. 6 mm	120.00		ml		
HIERRO NO. 3	79.20		MI		
FORMALETA	10.20		m2		
ANDAMIO	6.00		MI		

Cuadro No. 9

VIGAS EJE K	12	Unidades	(Losa Entrepiso)		
REFUERZO					
LONGITUDINAL	4	varillas No.	6	con estribos No. 3	1@5,10@1,resto@20
ANCHO		0.30	m		
ALTO		0.60	m		
LONGITUD VIGA		6.00	m	CANTIDAD ESTRIBOS A	44
LONGITUD A		1.80	m		
TOTAL					
MATERIALES					
CONCRETO		1.08	ml		
HIERRO NO. 6		35.10	ml		
HIERRO NO. 3		79.20	ml		
FORMALETA		9.00	m2		
ANDAMIO		6.00	ml		

Cuadro No. 10

VIGAS EJE G	12	Unidades	(Losa Entrepiso)		
REFUERZO					
LONGITUDINAL	4	varillas No.	8	con estribos No. 3	1@5,10@1,resto@20
	1	varillas No.	6		-
ANCHO		0.30	m		
ALTO		0.60	m		
LONGITUD VIGA		6.00	m	CANTIDAD ESTRIBOS A	44
LONGITUD A		1.80	m		
TOTAL					
MATERIALES					
CONCRETO		1.08	ml		
HIERRO NO. 8		31.15	ml		
HIERRO NO. 6		5.05	ml		
HIERRO NO. 3		79.20	ml		
FORMALETA		9.00	m2		
ANDAMIO		6.00	ml		

Cuadro No. 11

VIGAS EJE 15	4	Unidades	(Losa Entrepiso)			
REFUERZO						
LONGITUDINAL	4	varillas No.	6	con estribos No. 3	a cada .20 m	
	4	varillas No.	3	con est No. 6 mm	a cada 0.2	M
ANCHO	0.30		m			
ALTO	0.60		m			
LONGITUD VIGA	6.00		m	CANTIDAD ESTRIBOS A	30	
LONGITUD A	1.80		m	CANTIDAD US B	30	
LONGITUD B	1.10		m			
TOTAL						
MATERIALES						
CONCRETO	1.08		ml			
HIERRO NO. 6	35.10		ml			
HIERRO NO. 6 mm	57.00		ml			
HIERRO NO. 3	54.00		ml			
FORMALETA	9.00		m2			

b. Cuantificación de las vigas de la losa final

Cuadro No. 12

VIGAS EJE H	11	Unidades	(Losa Final)		
REFUERZO					
LONGITUDINAL	4 varillas No.	6	con estribos No. 3	1@5,10@1,resto@20	
	8 varillas No.	6.2	mm esl No. 6 mm	a cada	0.15 m
ANCHO	0.40		m		
ALTO	0.60		m		
LONGITUD VIGA	6.00		m	CANTIDAD ESTRIBOS A	44
LONGITUD A	1.80		m	CANTIDAD ESTRIBOS B	40
LONGITUD B	1.40		m	CANTIDAD ESLABONES	40
LONGITUD ESLABON	1.20		m		
TOTAL					
MATERIALES					
CONCRETO	1.44		ml		
HIERRO NO. 6	34.10		ml		
HIERRO NO. 6.2 mm	96.00		ml		
HIERRO NO. 3	79.20		ml		
HIERRO NO. 4.5 mm	56.00		ml		
FORMALETA	9.60		m2		
ANDAMIO	6.00		ml		

Cuadro No. 13

VIGAS EJE G 12	Unidades	(Losa Final)			
REFUERZO					
LONGITUDINAL	4 varillas No.	6	con estribos No. 3	1@5,10@1,resto@20	
	4 varillas No.	6.2	mm con est No. 4.5 mm	a cada 0.15	m
ANCHO	0.30		m		
ALTO	0.60		m		
LONGITUD VIGA	6.00		m	CANTIDAD ESTRIBOS A	30
LONGITUD A	1.80		m	CANTIDAD US B	30
LONGITUD B	1.10		m		
TOTAL					
MATERIALES					
CONCRETO	1.08		ml		
HIERRO NO. 6	35.10		ml		
HIERRO NO. 6.2 mm	24.00		ml		
HIERRO NO. 3	54.00		ml		
HIERRO NO. 4.2	33.00		ml		
FORMALETA	9.00		m2		
ANDAMIO	6.00		ml		

Cuadro No. 14

VIGAS EJE 15	4	Unidades	(Losa Final)			
REFUERZO						
LONGITUDINAL	4 varillas No.	6	con estribos No. 3	1@5,resto@20		
	4 varillas No.	3	mm con est No. 6.2 mm	a cada	0.15	m
ANCHO	0.30		m			
ALTO	0.60		m			
LONGITUD VIGA	6.00		m	CANTIDAD ESTRIBOS A	32	
LONGITUD A	1.80		m	CANTIDAD US B	30	
LONGITUD B	1.10		m			
TOTAL						
MATERIALES						
CONCRETO	1.08		ml			
HIERRO NO. 6	26.00		ml			
HIERRO NO. 6.2 mm	33.00		ml			
HIERRO NO. 3	24.00		ml			
FORMALETA	9.00		m2			
ANDAMIO	6.00		ml			

Cuadro No. 15

VIGA 29a	1	Unidades	(Losa Final)			
REFUERZO						
LONGITUDINAL	4	varillas No.	6	con estribos No. 3	1@5,10@1,resto@20	
	8	varillas No.	6.2	mm esl No. 6 mm	a cada 0.15	m
ANCHO	0.40		m			
ALTO	0.60		m			
LONGITUD VIGA	6.00		m	CANTIDAD ESTRIBOS A	44	
LONGITUD A	1.80		m	CANTIDAD u	40	
LONGITUD u	1.50		m	CANTIDAD ESLABONES	40	
LONGITUD ESLABON	0.65					
TOTAL						
MATERIALES						
CONCRETO	1.44		ml			
HIERRO NO. 6	34.10		ml			
HIERRO NO. 6.2 mm	122.00		ml			
HIERRO NO. 3	79.20		ml			
FORMALETA	9.60		m2			
ANDAMIO	6.00		ml			

3. Losas.

Cuadro No. 16

MATERIALES / EQUIPO PARA LOSAS			
NOMBRE	UNIDAD	SIS. PREFABRICADO	SIS. TRADICIONAL
Hierro corrugado	Metro Lineal	Utilizado	Utilizado
Concreto	Metro Cúbico	Utilizado	Utilizado
Formaleta	Metro Cuadrado	No utilizado	No utilizado
Molde	Unidad	Utilizado	No utilizado
Grúa	Hora	Utilizado	No utilizado
electro malla	Metro Cuadrado	Utilizado	Utilizado
tablas	Metro Lineal	Utilizado	Utilizado
Andamio	Unidad	No utilizado	Utilizado
Trickets	Unidad	No utilizado	Utilizado

Todo el concreto utilizado en la fundición ya sea prefabricada o de losa sólida y vigas deberá ser vibrado y curado por un tiempo mínimo de 5 días.

Ningún elemento de instalaciones (bajadas de agua, drenajes, ductos de electricidad, etc.) deberá atravesar, cruzar o correr secciones de miembros estructurales (vigas o columnas).

La separación entre paralelos de la formaleta no deberá ser mayor de 1.40m en ambos sentidos. La formaleta de la losa podrá retirarse hasta después de los 15 días después de haberla fundido, las vigas deberán dejarse apuntaladas por 7 días más.

El concreto de las viguetas se debe apoyar 2.5cm como mínimo en la pared de carga o dentro de la sección de la viga, en cada uno de sus extremos. Deberá colocarse un bastón No.3 con cada vigueta. La longitud del bastón será igual a $\frac{1}{4}$ de la luz de la vigueta. Las viguetas se colocarán en el mismo eje cuando apoyen en una misma vigueta o solera. Esto con el objeto de conseguir la transferencia del momento negativo de un tablero al otro, el bastón se colocará compartido. Si la longitud del hierro en las puntas de las viguetas no alcanza para realizar el anclaje indicado en detalle de sección de vigas, se deberá soldar agregados de hierro para conseguirlo. El constructor deberá rectificar la longitud total de las viguetas en obra antes de efectuar el pedido de las mismas.

El concreto utilizado tiene que alcanzar una resistencia $f'c$ de 210 Kg/cm² a los 28 días, el concreto utilizado para los prefabricados debe tener $f'c$ de 280 Kg/cm².

El refuerzo ya sea longitudinal o para estribos, debe tener un f_y de 4.2 T/cm² (G60) para diámetros No.3 y mayores, un f_y de 4.9 T/cm² (G70) para diámetros menores a No.3.

El tamaño grueso del agregado grueso a utilizarse es de 1/2 de pulgada.

a. Cuantificación de losas prefabricadas

Cuadro No. 17

LOSA FINAL PREFABRICADA TÍPICA (5.80 m x 1.44 m)			
REFUERZO LONGITUDINAL	1 varillas No.	5.5	mm a cada 0.193 x 5.8 m
	49 eslabones	6.2	mm a cada 0.119 x 0.45 m
	2 varillas No.	4	x 7.70 m
	2 varillas No.	5	x 5.75 m
REFUERZO TRANSVERSAL	10 varillas No.	6.2	mm a cada 0.137 x 1.35 m
	4 varillas No.	3	a cada 0.14 x 1.35 m
	42 varillas No.	6.2	mm a cada 0.10 x 1.35 m
ANCHO	1.44		m
LARGO	5.80		m
TOTAL MATERIALES			
ELECTROMALLA 6X6	8.35		
CONCRETO	0.77		m3
HIERRO NO. 5.5 mm	40.60		ml
HIERRO NO. 6.2 mm	92.25		ml
HIERRO NO. 5	11.50		ml
HIERRO NO. 4	15.40		ml
HIERRO NO. 3	5.40		m2

Cuadro No. 18

LOSA ENTREPISO PREFABRICADA TIPICA (6 m x 6m)				
REFUERZO LONGITUDINAL	1	varillas No.	5.5	mm a cada 0.2 x 5.8 m
REFUERZO TRANSVERSAL	1	varillas No.	6.2	mm a cada 0.15 x 5.8 m
ANCHO	6.00		M	
LARGO	6.00		M	
TOTAL MATERIALES				
ELECTROMALLA 6X6	36.00			
CONCRETO	3.60		m3	
HIERRO NO. 5.5 mm	174.00		MI	
HIERRO NO. 6.2 mm	232.00		MI	

b. Cuantificación de losas sólidas (sistema tradicional):

Cuadro No. 19

LOSA FINAL SÓLIDAS (5.8 m X 1.44 m)					
REFUERZO LONGITUDINAL	1	varillas No.	3	de 6.0 a cada 0.20 m	
	1	bastón No.	3	de 1.5 m a cada .20 m	
REFUERZO TRANSVERSAL					
	1	varillas No.	3	de 1.50 a cada 0.20 m	
	1	bastón No.	3	de .75 m a cada .20 m	
ANCHO	1.44	m	CANT. VARILLA LONG.	8	
ALTO	0.15	m	CANT. VARILLA TRANS.	29	
LONGITUD DE LOSA	5.80	m			
TOTAL MATERIALES					
CONCRETO	1.25	m2	TARIMA	8.35	m2
HIERRO NO. 3	160.50	ml	ANDAMIO	6.00	ml

Cuadro No. 20

LOSA SÓLIDAS ENTREPISO (6m X 6 m)					
REFUERZO LONGITUDINAL					
	1 varillas No.	3	de 6.0 a cada 0.20 m		
	1 bastón No.	3	de 1.5 m a cada .20 m		
REFUERZO TRANSVERSAL					
	1 varillas No.	3	de 6.0 a cada 0.20 m		
	1 bastón No.	3	de 1.5 m a cada .20 m		
ANCHO	6.00	m	CANT. VARILLA LONG.	30	
ALTO	0.15	m	CANT. VARILLA TRANS.	30	
LONGITUD DE LOSA	6.00	m			
TOTAL MATERIALES					
CONCRETO	5.40	m3	TARIMA	36.00	m2
HIERRO NO. 3	450.00	ml	ANDAMIO	6.00	ml

4. Muros.

Cuadro No. 21

MATERIALES / EQUIPO PARA MUROS			
NOMBRE	UNIDAD	SIS. PREFABRICADO	SIS. TRADICIONAL
Hierro corrugado	Metro Lineal	Utilizado	Utilizado
Concreto	Metro Cúbico	Utilizado	Utilizado
Madera	Metro Cuadrado	No utilizado	Utilizado
Molde	Unidad	Utilizado	No utilizado
Grúa	hora	Utilizado	No utilizado
Block	Unidad	No utilizado	Utilizado
Sabieta	Metro Cúbico	No utilizado	Utilizado
Andamio	Unidad	No utilizado	Utilizado
Trickets	Unidad	Utilizado	Utilizado

El block de concreto debe tener una resistencia a la compresión de 50 kg/cm² en muros de 10cm de espesor en primer nivel y todo lo demás debe de tener 35 kg/cm².

El mortero de levantado de cemento-pasta de cal-arena de río debe tener una proporción de 2:1:9, el graut utilizado de cemento-pasta de cal-arena de río una proporción de 1:1/10:3

a. Cuantificación de muros levantados (método tradicional):

Al ser los muros de altura mayor a 4m se deben realizar soleras intermedias y soleras corona. También se deben implementar columnas que soporten directamente la carga de la losa. El detalle de la distribución de las columnas se puede observar en la planta del proceso tradicional. A continuación se da un detalle de las columnas usadas y el material utilizado por metro lineal de soleras y por levantado.

Cuadro No. 22

LEVANTADO DE BLOCK		(Por metro lineal)			
REFUERZO LONGITUDINAL	4 varillas No.	3	con estribos No. 2	a cada 0.20 m	
ANCHO	1.00	M			
ALTO	6.00	M			
TOTAL MATERIALES					
SABIETA	0.09	m3			
BLOCKS	75.00	U	ANDAMIO	1.00	ml

Cuadro No. 23

SOLERA		(Por metro lineal)		
CORONA				
REFUERZO				
LONGITUDINAL	4 varillas No.	3	con estribos No. 2	a cada 0.20 m
ANCHO	0.19	M	LONGITUD ESLABON	0.78 m
ALTO	0.20	M	CANTIDAD ESTRIBOS	5
LONGITUD SOLERA	1.00	M	CANTIDAD DE SOLERAS	5
TOTAL				
MATERIALES				
CONCRETO	0.19	M2	FORMALETA	2.00 m2
HIERRO NO.4	20.00	ml	ANDAMIO	7.00 ml
HIERRO NO. 2	19.50	ml		

Cuadro No. 24

COLUMNA C1		(muro levantado de block)		
REFUERZO				
LONGITUDINAL	4 varillas No.	4	con estribos No. 2	a cada 0.20 m
ANCHO	0.19	M	LONGITUD ESLABON	0.78 m
ALTO	0.20	M		
LONGITUD COLUMNA	6.40	M	CANTIDAD ESTRIBOS	32
TOTAL				
MATERIALES				
CONCRETO	0.24	MI	FORMALETA	7.04 m2
HIERRO NO.4	25.60	MI	ANDAMIO	3.00 ml
HIERRO NO. 2	24.96	MI		

Cuadro No. 25

COLUMNA C2		(muro levantado de block)			
REFUERZO					
LONGITUDINAL	4 varillas No.	3	con estribos No. 2	a cada 0.20 m	
ANCHO	0.19	M	LONGITUD ESLABON	0.78	m
ALTO	0.20	M			
LONGITUD COLUMNA	6.40	M	CANTIDAD ESTRIBOS	32	
TOTAL					
MATERIALES					
CONCRETO	0.24	MI	FORMALETA	7.04	m2
HIERRO NO.3	25.60	MI	ANDAMIO	3.00	ml
HIERRO NO. 2	24.96	MI			

Cuadro No. 26

COLUMNA C5		(muro levantado de block)			
REFUERZO					
LONGITUDINAL	4 varillas No.	5	con estribos No. 3	a cada 0.15 m	
	4 varillas No.	4			
ANCHO	0.40	M	LONGITUD ESLABON	1.50	m
ALTO	0.35	M			
LONGITUD COLUMNA	6.40	M	CANTIDAD ESTRIBOS	43	
TOTAL					
MATERIALES					
CONCRETO	0.90	MI	FORMALETA	7.04	m2
HIERRO NO. 5	25.60	MI	ANDAMIO	3.00	ml
HIERRO NO. 4	25.60	MI			
HIERRO NO. 3	64.00	MI			

b. Cuantificación de muros prefabricados:

Cuadro No. 27

MUROS PREFABRICADAOS DE 1.55 m X 6.50 m					
REFUERZO					
LONGITUDINAL	1	varillas No.	4	de 6.80 a cada 0.30 m	
	1	varillas No.	4	de 2.00 m a cada .30 m	
ANCHO	0.18	m	LONGITUD ESLABON	3.46	m
ALTO	1.55	m	CANTIDAD R. LONG	5	
LONGITUD DE MURO	6.40	m	CANTIDAD R. TRANS	21.333	
TOTAL					
MATERIALES					
CONCRETO	1.76	m2	conexiones	10.00	u
HIERRO NO. 4	77.80	ml	ANDAMIO	3.00	ml

B. Cuadros comparativos de mano de obra.

1. Columnas.

a. Columna tipo c3:

Cuadro No. 28

MANO DE OBRA - SISTEMA TRADICIONAL .				Columna tipo C3
DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
Armadura No. 9	MI	71.4	Q1.05	Q74.97
Armadura No. 6	MI	9.3	Q0.84	Q7.81
Armadura No. 3	MI	199.8	Q0.39	Q77.92
Hecha de escuadra No. 9	Unidad	12	Q1.00	Q12.00
Hecha de escuadra NO. 6	Unidad	4	Q1.00	Q4.00
Centrado de columna	Unidad	1	Q30.00	Q30.00
Hecha de andamio	Unidad	1	Q76.00	Q76.00
Colocación de formaleta	m2	14.5	Q24.70	Q358.15
Fundición de columna	mt 3	1.81	Q126.75	Q229.42
Deshecha de formaleta	m2	14.5	Q4.88	Q70.76
Deshecha de andamio	Piso	2	Q17.88	Q35.76
Resane de superficie	MI	29	Q10.73	Q311.17
TOTAL				Q1,287.96

Cuadro No. 29

MANO DE OBRA- SISTEMA PREFABRICADO.				Columna tipo C3
DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
Armadura No. 9	MI	71.4	Q1.05	Q74.97
Armadura No. 6	MI	9.3	Q0.84	Q7.81
Armadura No. 3	MI	199.8	Q0.39	Q77.92
Hecha de escuadra No. 9	unidad	12	Q1.00	Q12.00
Hecha de escuadra NO. 6	unidad	4	Q1.00	Q4.00
Centrado/colocación arm.	Unidad	1	Q30.00	Q30.00
Fundición de columna	mt 3	1.81	Q126.75	Q229.42
Desmontaje/Curado	unidad	1	Q75.00	Q75.00
Operador transporte	unidad	1	Q12.50	Q12.50
Operador de grúa	Hora	3.5	Q18.75	Q65.63
Montaje de columna	Unidad	1	Q56.25	Q56.25
Soldadura	Unidad	12	Q5.00	Q60.00
Resane de superficie	m2	29	Q6.18	Q179.22
TOTAL				Q884.72

b. Columna tipo c4:

Cuadro No. 30

MANO DE OBRA - SISTEMA TRADICIONAL.				Columna tipo C4
DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
Armadura No. 8	Ml	26.6	Q1.05	Q27.93
Armadura No. 3	Ml	76.8	Q0.39	Q29.95
Hecha de escuadra No. 9	Unidad	12	Q1.00	Q12.00
Centrado de columna	Unidad	1	Q30.00	Q30.00
Hecha de andamio	Unidad	1	Q76.00	Q76.00
Colocación de formaleta	m2	6.56	Q24.70	Q162.03
Fundición de columna	mt 3	0.66	Q126.75	Q83.66
Deshecha de formaleta	m2	6.56	Q4.88	Q32.01
Deshecha de andamio	Piso	1	Q17.88	Q17.88
Resane de superficie	Ml	6.56	Q10.73	Q70.39
TOTAL				Q541.85

Cuadro No. 31

MANO DE OBRA- SISTEMA PREFABRICADO.				Columna tipo C4
DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
Armadura No. 8	Ml	26.60	Q1.05	Q27.93
Armadura No. 3	Ml	76.80	Q0.39	Q29.95
Hecha de escuadra No. 8	unidad	12.00	Q1.00	Q12.00
Centrado/colocación arm.	unidad	1.00	Q30.00	Q30.00
Fundición de columna	mt 3	0.66	Q126.75	Q83.66
Desmontaje/Curado	unidad	1.00	Q75.00	Q75.00
Operador transporte	unidad	1.00	Q12.50	Q12.50
Operador de grúa	Hora	2.50	Q18.75	Q46.88
Montaje de columna	Unidad	1.00	Q56.25	Q56.25
Soldadura	Unidad	8.00	Q5.00	Q40.00
Resane de superficie	m2	6.56	Q6.18	Q40.54
TOTAL				Q454.70

FACTOR COLUMNA TIPO C4

1.19

c. Columna tipo c5:

Cuadro No. 32

MANO DE OBRA - SISTEMA TRADICIONAL.				Columna tipo C5
DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
Armadura No. 9	MI	33	Q1.05	Q34.65
Armadura No. 3	MI	150.67	Q0.39	Q58.76
Hecha de escuadra No. 9	Unidad	12	Q1.00	Q12.00
Centrado de columna	Unidad	1	Q30.00	Q30.00
Hecha de andamio	Unidad	1	Q76.00	Q76.00
Colocación de formaleta	m2	14.5	Q24.70	Q358.15
Fundición de columna	mt 3	1.81	Q126.75	Q229.42
Deshecha de formaleta	m2	14.5	Q4.88	Q70.76
Deshecha de andamio	Piso	2	Q17.88	Q35.76
Resane de superficie	MI	14.5	Q10.73	Q155.59
TOTAL				Q1,061.08

Cuadro No. 33

MANO DE OBRA- SISTEMA PREFABRICADO.				Columna tipo C5
DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
Armadura No. 9	MI	33	Q1.05	Q34.65
Armadura No. 3	MI	150.67	Q0.39	Q58.76
Hecha de escuadra No. 9	Unidad	12	Q1.00	Q12.00
Centrado/colocación arm.	Unidad	1	Q30.00	Q30.00
Fundición de columna	mt 3	1.81	Q126.75	Q229.42
Desmontaje/Curado	Unidad	1	Q75.00	Q75.00
Operador transporte	unidad	1	Q12.50	Q12.50
Operador de grúa	Hora	4	Q18.75	Q75.00
Montaje de columna	Unidad	1	Q56.25	Q56.25
Soldadura	Unidad	8	Q5.00	Q40.00
Resane de superficie	m2	14.5	Q6.18	Q89.61
TOTAL				Q713.19

FACTOR COLUMNA TIPO C5

1.49

d. Columna tipo c5a:

Cuadro No. 34

MANO DE OBRA - SISTEMA TRADICIONAL.				Columna tipo C5a
DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
Armadura No. 9	ml	71.4	Q1.05	Q74.97
Armadura No. 3	ml	148	Q0.39	Q57.72
Hecha de escuadra No. 9	unidad	8	Q1.00	Q8.00
Centrado de columna	unidad	1	Q30.00	Q30.00
Hecha de andamio	unidad	1	Q76.00	Q76.00
Colocación de formaleta	m2	14.5	Q24.70	Q358.15
Fundición de columna	mt 3	1.81	Q126.75	Q229.42
Deshecha de formaleta	m2	14.5	Q4.88	Q70.76
Deshecha de andamio	Piso	2	Q17.88	Q35.76
Resane de superficie	ml	14.5	Q10.73	Q155.59
TOTAL				Q1,096.36

Cuadro No. 35

MANO DE OBRA- SISTEMA PREFABRICADO.				Columna tipo C5a
DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
Armadura No. 9	ml	71.4	Q1.05	Q74.97
Armadura No. 3	ml	148	Q0.39	Q57.72
Hecha de escuadra No. 9	unidad	8	Q1.00	Q8.00
Centrado/colocación arm.	Unidad	1	Q30.00	Q30.00
Fundición de columna	mt 3	1.81	Q126.75	Q229.42
Desmontaje/Curado	unidad	1	Q75.00	Q75.00
Operador transporte	Hora	1	Q12.50	Q12.50
Operador de grúa	Hora	3	Q18.75	Q56.25
Montaje de columna	Unidad	1	Q56.25	Q56.25
Soldadura	Unidad	12	Q5.00	Q60.00
Resane de superficie	m2	14.5	Q6.18	Q89.61
TOTAL				Q749.72

FACTOR COLUMNA C5a

1.46

e. Columna tipo c6:

Cuadro No. 36

MANO DE OBRA - SISTEMA TRADICIONAL.				Columna tipo C6
DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
Armadura No. 8	ml	33	Q1.05	Q34.65
Armadura No. 3	ml	122.82	Q0.39	Q47.90
Hecha de escuadra No. 8	unidad	8	Q1.00	Q8.00
Centrado de columna	unidad	1	Q30.00	Q30.00
Hecha de andamio	unidad	1	Q76.00	Q76.00
Colocación de formaleta	m2	11.6	Q24.70	Q286.52
Fundición de columna	mt 3	1.16	Q126.75	Q147.03
Deshecha de formaleta	m2	11.6	Q4.88	Q56.61
Deshecha de andamio	Piso	2	Q17.88	Q35.76
Resane de superficie	ml	11.6	Q10.73	Q124.47
TOTAL				Q846.94

Cuadro No. 37

MANO DE OBRA- SISTEMA PREFABRICADO.				Columna tipo C6
DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
Armadura No. 8	ml	33	Q1.05	Q34.65
Armadura No. 3	ml	122.82	Q0.39	Q47.90
Hecha de escuadra No. 8	unidad	8	Q1.00	Q8.00
Centrado/colocación arm.	Unidad	1	Q30.00	Q30.00
Fundición de columna	mt 3	1.16	Q126.75	Q147.03
Desmontaje/Curado	unidad	1	Q75.00	Q75.00
Operador transporte	unidad	1	Q12.50	Q12.50
Operador de grúa	Hora	3.5	Q18.75	Q65.63
Montaje de columna	Unidad	1	Q56.25	Q56.25
Soldadura	Unidad	8	Q5.00	Q40.00
Resane de superficie	m2	11.6	Q6.18	Q71.69
TOTAL				Q588.64

FACTOR COLUMNA TIPO C6

1.44

2. Vigas.

a. Losa entrepiso:

Cuadro No. 38

MANO DE OBRA-SISTEMA TRADICIONAL		Viga tipo eje H (Losa entrepiso)		
DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
Armadura No. 6	ml	35.10	Q0.84	Q29.48
Armadura No. 6.2	ml	120.00	Q0.84	Q100.80
Armadura No. 3	ml	79.20	Q0.39	Q30.89
Hecha de escuadra NO. 6	unidad	12.00	Q1.00	Q12.00
Centrado de viga	unidad	1.00	Q25.00	Q25.00
Hecha de andamio	ml	6.00	Q9.40	Q56.40
Hechura y colocación de formaleta	m2	10.20	Q27.30	Q278.46
Fundición de viga	mt 3	1.81	Q126.75	Q229.42
Deshecha de formaleta	m2	10.20	Q4.88	Q49.78
Deshecha de andamio	ml	6.00	Q13.98	Q83.88
Resane de superficie	m2	10.20	Q10.73	Q109.45
TOTAL				Q1,005.55

Cuadro No. 39

MANO DE OBRA-SISTEMA PREFABRICADO		Viga tipo eje H (Losa entrepiso)		
DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
Armadura No. 6	MI	35.10	Q0.84	Q29.48
Armadura No. 6.2 mm	MI	120.00	Q0.84	Q100.80
Armadura No. 3	MI	79.20	Q0.39	Q30.89
Hecha de escuadra NO. 6	unidad	12.00	Q1.00	Q12.00
Centrado/Colocación armadura	unidad	1.00	Q25.00	Q25.00
Fundición de viga	mt 3	1.81	Q126.75	Q229.42
Desmontaje/Curado	unidad	1.00	Q75.00	Q75.00
Operador transporte	Hora	1.00	Q12.50	Q12.50
Operador de grúa	Hora	3.00	Q18.75	Q56.25
Montaje de viga	Unidad	1.00	Q99.90	Q99.90
Soldadura	Unidad	12.00	Q5.00	Q60.00
Resane de superficie	m2	10.20	Q6.18	Q63.04
TOTAL				Q794.28

FACTOR VIGA EJE H, LOSA ENTREPISO

1.27

Cuadro No. 40

MANO DE OBRA-SISTEMA TRADICIONAL		Viga tipo eje K (Losa entrepiso)		
DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
Armadura No. 6	ml	35.10	Q0.84	Q29.48
Armadura No. 3	ml	79.20	Q0.39	Q30.89
Hecha de escuadra NO. 6	unidad	8.00	Q1.25	Q10.00
Centrado de viga	unidad	1.00	Q45.00	Q45.00
Hecha de andamio	ml	6.00	Q9.40	Q56.40
Hechura y colocación de formaleta	m2	9.00	Q27.30	Q245.70
Fundición de viga	mt 3	1.08	Q126.75	Q136.89
Deshecha de formaleta	m2	9.00	Q4.88	Q43.92
Deshecha de andamio	ml	6.00	Q13.98	Q83.88
Resane de superficie	m2	9.00	Q10.73	Q96.57
TOTAL				Q778.73

Cuadro No. 41

MANO DE OBRA-SISTEMA PREFABRICADO		Viga tipo eje K (Losa entrepiso)		
DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
Armadura No. 6	ml	35.10	Q0.84	Q29.48
Armadura No. 3	ml	79.20	Q0.39	Q30.89
Hecha de escuadra NO. 6	unidad	8.00	Q0.95	Q7.60
Centrado/colocación de armadura	Unidad	1.00	Q25.00	Q25.00
Fundición de viga	mt 3	1.08	Q126.75	Q136.89
Desmontaje/Curado	unidad	1.00	Q75.00	Q75.00
Operador transporte	Hora	1.00	Q12.50	Q12.50
Operador de grúa	Hora	3.50	Q18.75	Q65.63
Montaje de viga	Unidad	1.00	Q99.90	Q99.90
Soldadura	Unidad	10.00	Q5.00	Q50.00
Resane de superficie	m2	9.00	Q6.18	Q55.62
TOTAL				Q588.51

FACTOR DE VIGA EJE K, LOSA ENTREPISO**1.32**

Cuadro No. 42

MANO DE OBRA-SISTEMA TRADICIONAL		Viga tipo eje G (Losa entrepiso)		
DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
Armadura No. 8	ml	31.15	Q1.05	Q32.71
Armadura No. 6	ml	5.16	Q0.84	Q4.33
Armadura No. 3	ml	79.20	Q0.39	Q30.89
Hecha de escuadra No. 8	unidad	8.00	Q1.25	Q10.00
Hecha de escuadra NO. 6	unidad	4.00	Q1.25	Q5.00
Centrado de viga	unidad	1.00	Q45.00	Q45.00
Hecha de andamio	ml	6.00	Q9.40	Q56.40
Hechura y colocación de formaleta	m2	9.00	Q27.30	Q245.70
Fundición de viga	mt 3	1.08	Q126.75	Q136.89
Deshecha de formaleta	m2	9.00	Q4.88	Q43.92
Deshecha de andamio	ml	6.00	Q13.98	Q83.88
Resane de superficie	m2	9.00	Q10.73	Q96.57
TOTAL				Q791.29

Cuadro No. 43

MANO DE OBRA-SISTEMA PREFABRICADO		Viga tipo eje G (Losa entrepiso)		
DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
Armadura No. 8	ml	31.15	Q1.05	Q32.71
Armadura No. 6	ml	5.16	Q0.84	Q4.33
Armadura No. 3	ml	79.20	Q0.39	Q30.89
Hecha de escuadra No. 8	unidad	8.00	Q0.95	Q7.60
Hecha de escuadra NO. 6	unidad	4.00	Q0.95	Q3.80
Centrado/Colocación de armadura	unidad	1.00	Q25.00	Q25.00
Fundición de viga	mt 3	1.08	Q126.75	Q136.89
Desmontaje/Curado	unidad	1.00	Q75.00	Q75.00
Operador transporte	Hora	1.00	Q12.50	Q12.50
Operador de grúa	Hora	3.50	Q18.75	Q65.63
Montaje de viga	Unidad	1.00	Q99.90	Q99.90
Soldadura	Unidad	10.00	Q5.00	Q50.00
Resane de superficie	m2	9.00	Q6.18	Q55.62
TOTAL				Q599.86

FACTOR VIGA TIPO EJE G, LOSA ENTREPISO

1.32

Cuadro No. 44

MANO DE OBRA-SISTEMA TRADICIONAL		Viga tipo eje 15 (Losa entrepiso)		
DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
Armadura No. 6	ml	35.10	Q0.84	Q29.48
Armadura No. 6.2	ml	57.00	Q0.84	Q47.88
Armadura No. 3	ml	54.00	Q0.39	Q21.06
Hecha de escuadra No. 6	unidad	8.00	Q1.25	Q10.00
Hecha de escuadra NO. 6.2	unidad	8.00	Q1.25	Q10.00
Centrado de viga	unidad	1.00	Q45.00	Q45.00
Hecha de andamio	ml	6.00	Q9.40	Q56.40
Hechura y colocación de formaleta	m2	9.00	Q27.30	Q245.70
Fundición de viga	mt 3	1.08	Q126.75	Q136.89
Deshecha de formaleta	m2	9.00	Q4.88	Q43.92
Deshecha de andamio	ml	6.00	Q13.98	Q83.88
Resane de superficie	m2	9.00	Q10.73	Q96.57
TOTAL			Q826.78	

Cuadro No. 45

MANO DE OBRA-SISTEMA PREFABRICADO		Viga tipo eje 15 (Losa entrepiso)		
DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
Armadura No. 6	ml	35.10	Q0.84	Q29.48
Armadura No. 6.22	ml	57.00	Q0.84	Q47.88
Armadura No. 3	ml	54.00	Q0.39	Q21.06
Hecha de escuadra No. 6	unidad	8.00	Q0.95	Q7.60
Hecha de escuadra NO. 6.22	unidad	8.00	Q0.95	Q7.60
Centrado/Colocación de armadura	unidad	1.00	Q25.00	Q25.00
Fundición de viga	mt 3	1.08	Q126.75	Q136.89
Desmontaje/Curado	unidad	1.00	Q75.00	Q75.00
Operador transporte	Hora	1.00	Q12.50	Q12.50
Operador de grúa	Hora	2.50	Q18.75	Q46.88
Montaje de viga	Unidad	1.00	Q99.90	Q99.90
Soldadura	Unidad	12.00	Q5.00	Q60.00
Resane de superficie	m2	9.00	Q6.18	Q55.62
TOTAL			Q625.41	

FACTOR VIGA TIPO EJE 15, LOSA ENTREPISO
--

1.32

b. Vigas de la losa final:

Cuadro No. 46

MANO DE OBRA-SISTEMA TRADICIONAL		Viga tipo eje H (Losa Final)		
DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
Armatura No. 6	ml	34.10	Q0.84	Q28.64
Armatura No. 6.2	ml	96.00	Q0.84	Q80.64
Armatura No. 3	ml	79.20	Q0.39	Q30.89
Hecha de escuadra NO. 6	unidad	8.00	Q1.75	Q14.00
Centrado de viga	unidad	1.00	Q25.00	Q25.00
Hecha de andamio	ml	6.00	Q12.13	Q72.78
Hechura y colocación de formaleta	m2	9.60	Q40.30	Q386.88
Fundición de viga	mt 3	1.44	Q126.75	Q182.52
Deshecha de formaleta	m2	9.60	Q4.88	Q46.85
Deshecha de andamio	ml	6.00	Q13.98	Q83.88
Resane de superficie	m2	9.60	Q10.73	Q103.01
TOTAL				Q1,055.09

Cuadro No. 47

MANO DE OBRA-SISTEMA PREFABRICADO		Viga tipo eje H (Losa entrepiso)		
DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
Armatura No. 6	Ml	34.10	Q0.84	Q28.64
Armatura No. 6.2 mm	Ml	96.00	Q0.84	Q80.64
Armatura No. 3	Ml	79.20	Q0.39	Q30.89
Hecha de escuadra NO. 6	unidad	8.00	Q1.00	Q8.00
Centrado/Colocación armadura	unidad	1.00	Q25.00	Q25.00
Fundición de viga	mt 3	1.44	Q126.75	Q182.52
Desmontaje/Curado	unidad	1.00	Q75.00	Q75.00
Operador transporte	Hora	1.00	Q12.50	Q12.50
Operador de grúa	Hora	3.50	Q18.75	Q65.63
Montaje de viga	Unidad	1.00	Q111.00	Q111.00
Soldadura	Unidad	12.00	Q5.00	Q60.00
Resane de superficie	m2	9.60	Q6.18	Q59.33
TOTAL				Q739.15

FACTOR VIGA TIPO EJE H, LOSA FINAL

1.43

Cuadro No. 48

MANO DE OBRA-SISTEMA TRADICIONAL		Viga tipo eje G (Losa Final)		
DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
Armatura No. 6	ml	35.10	Q0.84	Q29.48
Armatura No. 6.2 mm	ml	24.00	Q0.84	Q20.16
Armatura No. 3	ml	54.00	Q0.39	Q21.06
Hecha de escuadra No. 6	unidad	8.00	Q1.75	Q14.00
Hecha de escuadra No. 6.2 mm	unidad	4.00	Q1.75	Q7.00
Centrado de viga	unidad	1.00	Q45.00	Q45.00
Hecha de andamio	ml	6.00	Q12.13	Q72.78
Hechura y colocación de formaleta	m2	9.00	Q40.30	Q362.70
Fundición de viga	mt 3	1.08	Q126.75	Q136.89
Deshecha de formaleta	m2	9.00	Q4.88	Q43.92
Deshecha de andamio	ml	6.00	Q13.98	Q83.88
Resane de superficie	m2	9.00	Q10.73	Q96.57
			TOTAL	Q933.44

Cuadro No. 49

MANO DE OBRA-SISTEMA PREFABRICADO		Viga tipo eje G (Losa entrepiso)		
DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
Armatura No. 6	ml	35.10	Q1.05	Q36.86
Armatura No. 6.2 mm	ml	24.00	Q0.84	Q20.16
Armatura No. 3	ml	54.00	Q0.39	Q21.06
Hecha de escuadra No. 8	unidad	8.00	Q0.95	Q7.60
Hecha de escuadra No. 6	unidad	4.00	Q0.95	Q3.80
Centrado/Colocación de armadura	unidad	1.00	Q25.00	Q25.00
Fundición de viga	mt 3	1.08	Q126.75	Q136.89
Desmontaje/Curado	unidad	1.00	Q75.00	Q75.00
Operador transporte	Hora	1.00	Q12.50	Q12.50
Operador de grúa	Hora	3.50	Q18.75	Q65.63
Montaje de viga	Unidad	1.00	Q111.00	Q111.00
Soldadura	Unidad	10.00	Q5.00	Q50.00
Resane de superficie	m2	9.00	Q6.18	Q55.62
			TOTAL	Q621.11

FACTOR VIGA TIPO EJE H, LOSA FINAL

1.5

Cuadro No. 50

MANO DE OBRA-SISTEMA TRADICIONAL		Viga tipo eje 15 (Losa Final)		
DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
Armadura No. 6	ml	26.00	Q0.84	Q21.84
Armadura No. 6.2 mm	ml	33.00	Q0.84	Q27.72
Armadura No. 3	ml	24.00	Q0.39	Q9.36
Hecha de escuadra No. 6	unidad	8.00	Q1.75	Q14.00
Hecha de escuadra No. 6.2	unidad	8.00	Q1.75	Q14.00
Centrado de viga	unidad	1.00	Q45.00	Q45.00
Hecha de andamio	ml	6.00	Q12.13	Q72.78
Hechura y colocación de formaleta	m2	9.00	Q40.30	Q362.70
Fundición de viga	mt 3	1.08	Q126.75	Q136.89
Deshecha de formaleta	m2	9.00	Q4.88	Q43.92
Deshecha de andamio	ml	6.00	Q13.98	Q83.88
Resane de superficie	m2	9.00	Q10.73	Q96.57
			TOTAL	Q928.66

Cuadro No. 51

MANO DE OBRA-SISTEMA PREFABRICADO		Viga tipo eje 15 (Losa entrepiso)		
DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
Armadura No. 6	Ml	26.00	Q0.84	Q21.84
Armadura No. 6.2 mm	Ml	33.00	Q0.84	Q27.72
Armadura No. 3	Ml	24.00	Q0.39	Q9.36
Hecha de escuadra No. 6	unidad	8.00	Q0.95	Q7.60
Hecha de escuadra No. 6.22	unidad	8.00	Q0.95	Q7.60
Centrado/Colocación de armadura	unidad	1.00	Q25.00	Q25.00
Fundición de viga	mt 3	1.08	Q126.75	Q136.89
Desmontaje/Curado	unidad	1.00	Q75.00	Q75.00
Operador transporte	Hora	1.00	Q12.50	Q12.50
Operador de grúa	Hora	3.00	Q18.75	Q56.25
Montaje de viga	Unidad	1.00	Q111.00	Q111.00
Soldadura	Unidad	12.00	Q5.00	Q60.00
Resane de superficie	m2	9.00	Q6.18	Q55.62
			TOTAL	Q606.38

FACTOR VIGA TIPO EJE 15, LOS FINAL**1.53**

Cuadro No. 52

MANO DE OBRA-SISTEMA TRADICIONAL		Viga tipo eje 29a (Losa Final)		
DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
Armadura No. 6	ml	34.10	Q0.84	Q28.64
Armadura No. 6.2	ml	122.00	Q0.84	Q102.48
Armadura No. 3	ml	79.20	Q0.39	Q30.89
Hecha de escuadra No. 6	unidad	8.00	Q1.75	Q14.00
Hecha de escuadra No. 6.2	unidad	16.00	Q1.75	Q28.00
Centrado de viga	unidad	1.00	Q45.00	Q45.00
Hecha de andamio	ml	6.00	Q12.13	Q72.78
Hechura y colocación de formaleta	m2	9.60	Q40.30	Q386.88
Fundición de viga	mt 3	1.08	Q126.75	Q136.89
Deshecha de formaleta	m2	9.60	Q4.88	Q46.85
Deshecha de andamio	ml	6.00	Q13.98	Q83.88
Resane de superficie	m2	9.60	Q10.73	Q103.01
TOTAL				Q1,079.30

Cuadro No. 53

MANO DE OBRA-SISTEMA PREFABRICADO		Viga tipo eje H (Losa entrepiso)		
DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
Armadura No. 6	ml	34.10	Q0.84	Q28.64
Armadura No. 6.2 mm	ml	122.00	Q0.84	Q102.48
Armadura No. 3	ml	79.20	Q0.39	Q30.89
Hecha de escuadra No. 6	unidad	8.00	Q0.95	Q7.60
Hecha de escuadra No. 6.22	unidad	16.00	Q0.95	Q15.20
Centrado/Colocación de armadura	unidad	1.00	Q25.00	Q25.00
Fundación de viga	mt 3	1.08	Q126.75	Q136.89
Desmontaje/Curado	unidad	1.00	Q75.00	Q75.00
Operador transporte	Hora	1.00	Q12.50	Q12.50
Operador de grúa	Hora	2.50	Q18.75	Q46.88
Montaje de viga	Unidad	1.00	Q111.00	Q111.00
Soldadura	Unidad	12.00	Q5.00	Q60.00
Resane de superficie	m2	9.60	Q6.18	Q59.33
TOTAL				Q711.41

FACTOR VIGA TIPO EJE 29a, LOSA FINAL**1.52**

3. Losas.

a. Losa final:

Cuadro No. 54

PRODUCCIÓN DEL ELEMENTO PREFABRICADO

MANO DE OBRA- SISTEMA PREFABRICADO.		LOSA FINAL (5.80 m x 1.44 m)		
DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
Armadura No. 5	ml	11.5	Q0.53	Q6.10
Armadura No. 4	ml	15.4	Q0.53	Q8.16
Armadura No. 3	ml	5.4	Q0.39	Q2.11
Armadura No. 5.5 mm	ml	40.6	Q0.53	Q21.52
Armadura No. 6.2 mm	ml	92.25	Q0.84	Q77.49
Centrado/colocación arm.	Unidad	1	Q30.00	Q30.00
Fundición de losa	mt 3	0.77	Q126.75	Q97.60
Desmontaje/Curado	unidad	1	Q75.00	Q75.00
Operador transporte	unidad	1	Q12.50	Q12.50
Operador de grúa	Hora	1	Q18.75	Q18.75
Montaje de losa	Unidad	1	Q56.25	Q56.25
Soldadura	Unidad	4	Q5.00	Q20.00
Resane de superficie	m2	8.7696	Q6.18	Q54.20
			TOTAL	Q479.66

Cuadro No. 55

FUNDICIÓN TOPPING DEL ELEMENTO YA MONTADO

MANO DE OBRA- SISTEMA PREFABRICADO.		LOSA (5.80 m x 1.44 m)		
DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
Fundición de losa	mt 3	0.4176	Q126.75	Q52.93
Colocación de electromalla	m2	8.352	Q1.26	Q10.48
			TOTAL	Q63.41

Total de mano de obra prefabricada: Q.543.07

Cuadro No. 56

MANO DE OBRA - SISTEMA TRADICIONAL.			LOSA FINAL (5.8 m x 1.44 m)	
DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
Armadura No. 3	Ml	122.82	Q0.39	Q47.90
Centrado de armadura	Unidad	1	Q55.00	Q55.00
Hecha de andamio	Unidad	6	Q9.40	Q56.40
Hecha de tarima	m2	8.35	Q24.70	Q206.25
Fundición de columna	mt 3	1.25	Q126.75	Q158.44
Deshecha de tarima	m2	8.35	Q4.88	Q40.75
Deshecha de andamio	Piso	6	Q6.83	Q40.98
Resane de superficie	Ml	8.35	Q10.73	Q89.60
			TOTAL	Q695.31

FACTOR**1.28****b. Losa entrepiso:****Cuadro No. 57****PRODUCCION DEL ELEMENTO PREFABRICADO**

MANO DE OBRA- SISTEMA PREFABRICADO.			LOSA ENTREPISO (5.80 m x 1.44 m)	
DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
Armadura No. 5.5 mm	Ml	174	Q0.53	Q92.22
Armadura No. 6.2 mm	Ml	232	Q0.84	Q194.88
Centrado/colocación arm.	Unidad	1	Q30.00	Q30.00
Fundición de losa	mt 3	3.6	Q126.75	Q456.30
Desmontaje/Curado	Unidad	1	Q55.00	Q55.00
Operador transporte	Unidad	1	Q12.50	Q12.50
Operador de grúa	Hora	1	Q18.75	Q18.75
Montaje de losa	Unidad	1	Q56.25	Q56.25
Soldadura	Unidad	4	Q5.00	Q20.00
Resane de superficie	m2	30	Q6.18	Q185.40
			TOTAL	Q1,121.30

Cuadro No. 58**FUNDICIÓN TOPPING DEL ELEMENTO YA MONTADO**

MANO DE OBRA- SISTEMA PREFABRICADO.			LOSA (5.80 m x 1.44 m)	
DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
Fundición de losa	mt 3	1.8	Q126.75	Q228.15
Colocación de electromalla	m2	36.00	Q1.26	Q45.36
			TOTAL	Q273.51

Total de mano de obra prefabricada: Q. 1,394.81

Cuadro No. 59

MANO DE OBRA - SISTEMA TRADICIONAL.			LOSA ENTREPISO (6 m x 6 m)	
DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
Armadura No. 3	MI	450	Q0.39	Q175.50
Centrado de armadura	Unidad	1	Q40.00	Q40.00
Hecha de andamio	MI	6	Q6.83	Q40.98
Hecha de tarima	m2	36	Q13.13	Q472.68
Fundición de losa	mt 3	5.4	Q126.75	Q684.45
Deshecha de tarima	m2	36	Q4.88	Q175.68
Deshecha de andamio	MI	6	Q6.83	Q40.98
Resane de superficie	MI	36	Q10.73	Q386.28
			TOTAL	Q2,016.55

FACTOR

1.45

4. Muros.

Cuadro No. 60

MANO DE OBRA-SISTEMA TRADICIONAL		solera (Muro levantado de block)		
DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
Armadura No. 4	ml	20.00	Q0.53	Q10.60
Armadura No. 2	ml	19.50	Q0.30	Q5.85
Hechura y colocación de formaleta	ml	5.00	Q5.20	Q26.00
Fundición de solera	mt 3	0.19	Q126.75	Q24.08
Deshecha de formaleta	m2	5.00	Q4.88	Q24.40
Resane de superficie	m2	5.00	Q8.20	Q41.00
TOTAL				Q131.93

Cuadro No. 61

MANO DE OBRA-SISTEMA TRADICIONAL		Levantado (Muro levantado de block)		
DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
Hecha de andamio	Ml	6.00	Q6.13	Q36.78
Levantado	m2	6.00	Q18.50	Q111.00
Deshecha de andamio	Ml	6.00	Q9.10	Q54.60
Resane de superficie	m2	12.00	Q8.20	Q98.40
TOTAL				Q300.78

Cuadro No. 62

MANO DE OBRA-SISTEMA TRADICIONAL		Columna C1 (Muro levantado de block)		
DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
Armadura No. 4	ml	25.60	Q0.53	Q13.57
Armadura No. 2	ml	24.96	Q0.30	Q7.49
Hecha de escuadra NO. 4	unidad	8.00	Q1.00	Q8.00
Centrado de Columna	unidad	1.00	Q25.00	Q25.00
Hecha de andamio	ml	2.00	Q6.13	Q12.26
Hechura y colocación de formaleta	m2	7.04	Q7.15	Q50.34
Fundición de columna	mt 3	0.24	Q126.75	Q30.42
Deshecha de formaleta	m2	7.04	Q4.88	Q34.36
Deshecha de andamio	ml	2.00	Q9.10	Q18.20
Resane de superficie	m2	7.04	Q9.10	Q64.06
TOTAL				Q263.69

Cuadro No. 63

MANO DE OBRA-SISTEMA TRADICIONAL		Columna C2 (Muro levantado de block)		
DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
Armadura No. 3	Ml	25.60	Q0.39	Q9.98
Armadura No. 2	Ml	24.96	Q0.30	Q7.49
Hecha de escuadra NO. 3	Unidad	8.00	Q1.00	Q8.00
Centrado de Columna	Unidad	1.00	Q25.00	Q25.00
Hecha de andamio	Ml	2.00	Q6.13	Q12.26
Hechura y colocación de formaleta	M2	7.04	Q7.15	Q50.34
Fundición de columna	mt 3	0.24	Q126.75	Q30.42
Deshecha de formaleta	M2	7.04	Q4.88	Q34.36
Deshecha de andamio	Ml	2.00	Q9.10	Q18.20
Resane de superficie	M2	7.04	Q9.10	Q64.06
TOTAL				Q260.11

Cuadro No. 64

MANO DE OBRA-SISTEMA TRADICIONAL		Columna C5 (Muro levantado de block)		
DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
Armadura No. 5	Ml	25.60	Q0.84	Q21.50
Armadura No. 4	Ml	25.60	Q0.53	Q13.57
Armadura No. 3	Ml	64.00	Q0.39	Q24.96
Hecha de escuadra NO. 6	Unidad	16.00	Q1.00	Q16.00
Centrado de Columna	Unidad	1.00	Q25.00	Q25.00
Hecha de andamio	Ml	3.00	Q6.13	Q18.39
Hechura y colocación de formaleta	M2	7.04	Q7.15	Q50.34
Fundición de columna	mt 3	0.90	Q126.75	Q114.08
Deshecha de formaleta	M2	7.04	Q4.88	Q34.36
Deshecha de andamio	Ml	3.00	Q9.10	Q27.30
Resane de superficie	M2	7.04	Q9.10	Q64.06
TOTAL				Q409.55

Cuadro No. 65

MANO DE OBRA- SISTEMA PREFABRICADO.				MURO
DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
Armadura No. 4	Ml	77.8	Q0.53	Q41.23
Centrado/colocación arm.	Unidad	1	Q30.00	Q30.00
Fundición de muro	mt 3	1.81	Q126.75	Q229.42
Desmontaje/Curado	Unidad	1	Q75.00	Q75.00
Operador transporte	Unidad	1	Q12.50	Q12.50
Operador de grúa	Hora	1.5	Q18.75	Q28.13
Montaje de muro	Unidad	1	Q56.25	Q56.25
Soldadura	Unidad	10	Q5.00	Q50.00
Resane de superficie	m2	29	Q6.18	Q179.22
			TOTAL	Q701.75

Cuadro No. 66

CUANTIFICACION TOMADA EN EL EJE 14 (24 ml)				
ELEMENTO	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	TOTAL
COLUMNA TIPO C1	unidad	1	Q263.69	Q263.69
COLUMNA TIPO C2	unidad	8	Q260.11	Q2,080.88
COLUMNA TIPO C5	unidad	4	Q409.55	Q1,638.20
LEVANTADO	ml	21	Q300.78	Q6,316.38
SOLERAS	ml	21	Q131.93	Q2,770.53
			TOTAL	Q13,069.68

Metro lineal	Q544.57
--------------	---------

$$Q.544.57/ml \times 1.55 ml = Q846.81$$

FACTOR DE MUROS	1.21
------------------------	-------------

C. Interpretación de los resultados.

1. Materiales. El tipo de materiales utilizados en el sistema tradicional y sistema prefabricado fue básicamente el mismo al igual que las especificaciones para cada sistema utilizado.

Los materiales como el concreto y hierro utilizados fueron los mismos, ya que se utilizó el mismo diseño estructural. El material que tuvo mayor variación fue la madera. La madera utilizada en el sistema tradicional es utilizada en andamios, en fundición de columnas de muros, en faldones de vigas, como parales, y en tarimas. La mayoría de madera utilizada en los proyectos se desperdicia y no se puede tomar como un equipo que se puede utilizar indefinidamente, y se debe de tomar como un material.

La producción de columnas y vigas se tomó con formaleta, tomando la formaleta como equipo, ya sea de metal o de cualquier otro material. Se hizo mención en este estudio porque tiene un gran impacto en la construcción de los elementos estudiados.

En campo, lo que toma el mayor tiempo es colocar la formaleta ya que se supervisan varios aspectos como el centrado o la colocación del elemento, la alineación con respecto a la estructura principal, el plomo de la formaleta, las escuadras que crean ya sea de forma individual o de forma general, el nivel o altura final de cada elemento y si cumplen con el recubrimiento necesario requerido en cada caso.

En el sistema tradicional se utilizan andamios ya sea para las columnas, vigas, muros y losas. Esto tiene impacto en la cantidad de marcos de andamios necesarios y también en el uso de tablas/madera. En el sistema prefabricado el uso de andamio es menor debido a que la altura no es un impedimento o problema ya que es cubierto por grúas de diferentes tipos.

Otra gran diferencia entre los sistemas estudiados es el soporte y por lo tanto la cantidad de trickets que se utilizan. Esto tiene un gran impacto en el costo final de la obra, ya que el promedio del mercado por alquiler de trickets es de Q.7.50 por mes. Esto se puede visualizar al crear la tarima de las losas. En esta obra en particular, la losa final es de doble altura, lo

cual alcanza una altura final mayor a los 6 metros. Acá se debió utilizar gran cantidad de parales de madera y de tricketts para poder soportar el peso propio de la losa. Al igual que en columnas y vigas, se consideró en este estudio, el utilizar formaleta metálica para entarimar la losa y no madera.

El costo promedio de andamio, que incluye dos abrazaderas, cuatro acoples y dos marcos, tiene un costo aproximado de Q.60.00 al mes de alquiler. El andamio es utilizado desde que se coloca la formaleta hasta el proceso de resane final.

En el sistema prefabricado la formaleta no se tomó en cuenta ya que se utilizan moldes. Los mismos moldes fueron utilizados para producir las columnas y vigas ya que pueden ser reajustadas para cumplir con las medidas necesarias. El costo de estos moldes depende del material, la cantidad y el tamaño de los mismos. El análisis de este equipo está fuera del alcance de este trabajo.

2. Mano de obra. El proceso de armar el refuerzo principal de las vigas y columnas es el mismo en el sistema prefabricado y en el sistema tradicional. Se utiliza la misma cantidad de refuerzo longitudinal, de estribos, eslabones y bastones. El diseño utilizado fue el mismo por lo cual la cantidad de metros lineales armados para cada elemento fue el mismo. La mayor diferencia es crear el molde o formaleta de cada elemento.

En el sistema prefabricado se incluye mano de obra totalmente diferente como son los operadores de grúas y transporte, los soldadores y los montadores. En el sistema tradicional se tiene una mayor cantidad de procesos de construcción por cada elemento. Cada elemento presenta distintos procesos como distinta mano de obra y a continuación se discutirá cada elemento.

3. Columnas. En los cuadros comparativos de mano de obra no existe variación en la cantidad de armadura realizada por columnas. Como al tener ya creada la armadura se procede a centrarla en el punto establecido en planos, y crear la formaleta de la columna, la

mano de obra necesaria para crear estos procesos es la misma en los dos sistemas de construcción.

El proceso de crear la formaleta es totalmente distinto en cada sistema por lo cual presenta gran diferencia en la mano de obra. Al crear la formaleta en el sistema tradicional, también es necesario crear andamios para que los albañiles puedan tener mejor acceso y poder trabajar, y en el sistema prefabricado solamente se utiliza la grúa.

La mano de obra en el sistema tradicional para crear la formaleta tiene mayor cantidad de procesos constructivos. Colocación, centrado, plomos, escuadras, niveles y dimensiones son procesos que el albañil tiene que realizar al instalar la formaleta. Todos estos procesos ya están cubiertos al utilizar moldes prefabricados. También al estar los moldes en forma horizontal, aunque sean columnas, evita que sea difícil el proceso de vibrado y hace más correcto el acabado de la superficie.

La formaleta tiene que estar lo más segura posible y tener el soporte necesario que cumpla con las especificaciones dadas para evitar que la formaleta se abra a la hora de fundir y crear complicaciones en el programa y en la calidad de la estructura. En el sistema prefabricado esto no se realiza ya que el sistema se monta ya fundido y el refuerzo que se tiene que realizar es temporal, para nivelar y mantenerlo en la posición deseada y no es tan intenso ya que el elemento en si ya tiene la resistencia suficiente para soportar su propio peso.

Acá surge otro proceso nuevo, el montaje. Cuando la estructura ya está fundida y lista para ser utilizada, se utiliza mano de obra específica para este sistema que son el operador de grúa, los montadores y los soldadores. Acá la supervisión está centrada en la posición exacta del elemento y luego este se asegura con poco equipo para dejarla lista para ser unida permanentemente a la estructura principal. Los soldadores y los montadores pueden trabajar en diferentes elementos en un mismo día, ya sean los cuatro elementos estudiados en este trabajo, lo cual permite tener una cantidad mínima de mano de obra.

En cualquier tipo de construcción se debe de esperar el tiempo de curado para poder remover la formaleta. En el sistema tradicional el proceso de deshacer la formaleta o desentramar es más rápido ya que al colocarle algún desencofrante agiliza el proceso. También el andamio que se hizo se tiene que deshacer y todo esto se tiene que pagar, lo cual influye en el costo de cada columna. En el sistema prefabricado no se debió de hacer andamio por lo tanto no se tiene que tener mano de obra para que realice este trabajo.

En el sistema tradicional el acabado final de los elementos puede presentar algún tipo de problemas, ya que al estar apresurados, usualmente no se vibra totalmente, quedando áreas con agujeros pequeños, lo cual se debe arreglar posteriormente. También al desencofrar, los filos y superficies deben de quedar con un acabado final, y usualmente las uniones entre las formaletas dejan gradas que se deben de picar y posteriormente resanar. En el sistema prefabricado el resane es menor ya que los moldes tiene superficies mas lisas y la vibración se realiza con mas supervisión para evitar ratoneras.

Todo el procedimiento antes descrito se debe realizar en cada una de las columnas a construirse. En el sistema tradicional usualmente el albañil es más diestro al hacer repetidamente un trabajo, pero la disminución de errores o tiempo no es muy significativo ya que no todas las columnas son iguales. Todas las mediciones y revisiones que se realizaron se deben volver a realizar una y otra vez, cuando en el sistema prefabricado el molde, que usualmente está soldado, evita cualquier posible error en medidas y exactitud.

Se puede observar que los renglones que tienen más diferencia en los diferentes sistemas son los de formaleta y andamio. Como ya se menciona, estos renglones afectan tanto el equipo necesario como la mano de obra utilizada.

En la siguiente tabla se puede tomar en cuenta las diferencias en costos de mano de obra que tiene cada sistema. Solo se muestra con un tipo de columna pero los resultados son similares en los demás tipos de columnas. El análisis se muestra en relación al sistema prefabricado, las cantidades negativas son costos extras que se hacen en el sistema prefabricado y las positivas son costos que se ahorran. La diferencia al final muestra que se utiliza menos mano de obra con el sistema prefabricado.

Cuadro No. 67
ANÁLISIS DE COLUMNAS

MANO DE OBRA - SISTEMAS: TRADICIONAL VS PREFABRICADO			Columna tipo C3
DESCRIPCION DEL PROCESO	TRADICIONAL	PREFABRICADO	DIFERENCIA
Armadura No. 9	Q74.97	Q74.97	Q0.00
Armadura No. 6	Q7.81	Q7.81	Q0.00
Armadura No. 3	Q77.92	Q77.92	Q0.00
Hecha de escuadra No. 9	Q12.00	Q12.00	Q0.00
Hecha de escuadra NO. 6	Q4.00	Q4.00	Q0.00
Centrado de Columna	Q30.00	Q30.00	Q0.00
Hecha de andamio	Q76.00	Q0.00	Q76.00
Colocación de formaleta	Q358.15	Q0.00	Q358.15
Fundición de columna	Q229.42	Q229.42	Q0.00
Deshecha de formaleta	Q70.76	Q0.00	Q70.76
Deshecha de andamio	Q393.36	Q0.00	Q393.36
Resane de superficie	Q311.17	Q179.22	Q131.95
Desmontaje/Curado	Q0.00	Q75.00	-Q75.00
Operador transporte	Q0.00	Q12.50	-Q12.50
Operador de grúa	Q0.00	Q65.63	-Q65.63
Montaje de columna	Q0.00	Q56.25	-Q56.25
Soldadura	Q0.00	Q60.00	-Q60.00
		DIFERENCIA	Q403.25

Al estudiar los factores de mano de obra, que son (M.O. Prefabricado/ M.O. Tradicional) se puede ver que se utiliza un porcentaje de 19% a 49% más al utilizar el sistema tradicional. Al tomar un promedio de los factores de mano de obra se observa que se puede ahorrar un 40.8% de mano de obra en la producción de columnas al utilizar el sistema prefabricado. Estos factores no toman en cuenta el factor ayudantes, ya que depende del tiempo de ejecución de las columnas. Dicho factor se revisará al analizar los tiempos constructivos.

Hay que tomar en cuenta, desde luego, que este estudio sólo se enfoca en la mano de obra y no en equipo y maquinaria que cada sistema utiliza. Los costos indirectos y administrativos, como inversiones no son parte de este estudio.

4. Vigas. En los cuadros comparativos de mano de obra no existe variación en la cantidad de armadura realizada por viga al igual que las columnas.

El proceso de crear la formaleta es totalmente destino en cada sistema por lo cual presenta gran diferencia en la mano de obra. Al crear la formaleta en el sistema tradicional, también es necesario crear andamios ya sea para las vigas del nivel entrepiso o las vigas finales. La altura final es mayor a los seis metros de altura. Para que los albañiles puedan tener acceso y poder trabajar, fue necesario que el andamio se asegurara bien lo cual se armaron varias camas de andamios. En el sistema prefabricado la altura ya sea de tres o siete metros no influye en el trabajo que realiza el personal ya que al utilizar la grúa, no es necesario tener un personal más especializado o contar con algún equipo extra. La altura del elemento no tiene influencia en el costo del montaje de las vigas.

La mano de obra en el sistema tradicional para crear la formaleta tiene mayor cantidad de procesos constructivos, aun más que la mano de obra utilizada para crear columnas. Colocación de la armadura, centrado, plomos, escuadras, niveles y dimensiones son aspectos que el albañil tiene que cumplir al instalar la formaleta además de asegurar todas las partes de la formaleta de la viga para evitar que se abra al momento de que el personal que funde camine sobre la formaleta de la viga y que soporte el peso propio del concreto al ser fundida. Todos esos aspectos ya están cubiertos al utilizar los moldes prefabricados, y otra vez acá no influye la altura de la viga creada ya que se utiliza el mismo molde y se realiza a una misma altura. También al estar los moldes en lugares seguros y accesibles, evita que se creen ratoneras o deficiencias por no vibrar bien el concreto a la hora de fundirlas y el acabado de las superficies es más correcto.

La formaleta tiene que estar lo más segura posible y tener el soporte necesario que cumpla con las especificaciones dadas, el faldón usualmente es el que soporta la carga que ejerce el concreto y cabalmente en esta parte de la formaleta es donde el personal de fundición camina, y todos estas cargas deben ser soportadas por la formaleta. La supervisión evita posibles complicaciones, lo cual es necesario asegurar que el faldón, dintel y todos sus componentes estén correctamente asegurados mucho tiempo antes de la fundición. En el sistema prefabricado esto no se realiza ya que el sistema se monta ya fundido y el refuerzo

que se tiene que realizar es temporal, para nivelar y mantenerlo en la posición deseada y no es tan intenso ya que el elemento en sí ya tiene la resistencia suficiente para soportar su propio peso.

En el montaje, la supervisión está centrada en la posición exacta del elemento y luego se asegura con poco equipo para dejarla lista para ser conectada permanentemente. Como en esta estructura las vigas, ya sean de primer nivel o del segundo, van recostadas sobre columnas, y las luces no son mayores a 6 m, no se tuvo que colocar ningún tipo de soportaría adicional como tricketts, para soportar el peso de la viga. Esto ahorró gran cantidad de tiempo ya que en el sistema tradicional se tuvo que colocar gran cantidad de tricketts para soportar la formaleta, la dificultad aumento al soportar las vigas del segundo nivel ya que se tuvo que montar tricketts sobre tricketts y dejarla colocadas hasta que el elemento lograra la resistencia necesaria después del currado, y aproximadamente esto lleva un tiempo de dos a cuatro semanas. El costo de este equipo es significativo, y se debe considerar en el costo final de la estructura.

El tiempo de desencofrado aumenta también al igual que la mayoría de los demás elementos, ya que si se deshizo el andamio hecho, se debe realizar nuevamente. La altura es indispensable al calcular los costos ya que influye en el precio de mano de obra para este proceso. El proceso de desencofrado en el sistema prefabricado casi no existe ya que es desencofrado con gran facilidad y como se ha mencionado antes, el factor altura del elemento no influye en este sistema.

Al igual que en las demás estructuras el proceso de resane es mayor en el sistema tradicional que en el sistema prefabricado. Los filos como las superficies presentan un acabado de menor calidad en el sistema tradicional porque la fundición como el formateado no es fácil por la altura que presentan y la rapidez con la que se tienen que realizar.

Al igual que en las columnas todos estos procedimiento se tiene que repetir una por una en el sistema tradicional, hacer y deshacer andamios, hacer y deshacer formaletas, cuando en el sistema prefabricado el proceso es más rápido y fácil de supervisar.

Cuadro No. 68
ANÁLISIS DE VIGAS DE LA LOSA DE ENTREPISO

MANO DE OBRA - SISTEMAS: TRADICIONAL VS PREFABRICADO			Viga eje 15
DESCRIPCION DEL PROCESO	TRADICIONAL	PREFABRICADO	DIFERENCIA
Armadura No. 6.2 mm	Q47.88	Q47.88	Q0.00
Armadura No. 3	Q21.06	Q21.06	Q0.00
Hecha de escuadra No. 6	Q10.00	Q10.00	Q0.00
Hecha de escuadra NO. 6.2 mm	Q10.00	Q10.00	Q0.00
Centrado de Viga	Q45.00	Q25.00	Q20.00
Hecha de andamio	Q56.40	Q0.00	Q56.40
Hechura y colocación de formaleta	Q245.70	Q0.00	Q245.70
Fundición de viga	Q136.89	Q136.89	Q0.00
Deshecha de formaleta	Q43.92	Q0.00	Q43.92
Deshecha de andamio	Q83.88	Q0.00	Q83.88
Resane de superficie	Q96.57	Q55.62	Q40.95
Desmontaje/Curado	Q0.00	Q75.00	-Q75.00
Operador transporte	Q0.00	Q12.50	-Q12.50
Operador de grúa	Q0.00	Q46.88	-Q46.88
Montaje de viga	Q0.00	Q99.90	-Q99.90
Soldadura	Q0.00	Q60.00	-Q60.00
DIFERENCIA			Q196.58

Cuadro No. 69
ANÁLISIS DE LAS VIGAS DE LA LOSA FINAL

MANO DE OBRA - SISTEMAS: TRADICIONAL VS PREFABRICADO			Viga eje 15
DESCRIPCION DEL PROCESO	TRADICIONAL	PREFABRICADO	DIFERENCIA
Armadura No. 6.2 mm	Q102.48	Q102.48	Q0.00
Armadura No. 3	Q30.89	Q30.89	Q0.00
Hecha de escuadra No. 6	Q14.00	Q7.60	Q6.40
Hecha de escuadra NO. 6.2 mm	Q28.00	Q15.20	Q12.80
Centrado de Viga	Q45.00	Q25.00	Q20.00
Hecha de andamio	Q72.78	Q0.00	Q72.78
Hechura y colocación de formaleta	Q386.88	Q0.00	Q386.88
Fundición de viga	Q136.89	Q136.89	Q0.00
Deshecha de formaleta	Q46.85	Q0.00	Q46.85
Deshecha de andamio	Q83.88	Q0.00	Q83.88
Resane de superficie	Q103.01	Q59.33	Q43.68
Desmontaje/Curado	Q0.00	Q75.00	-Q75.00
Operador transporte	Q0.00	Q12.50	-Q12.50
Operador de grúa	Q0.00	Q46.88	-Q46.88
Montaje de viga	Q0.00	Q111.00	-Q111.00
Soldadura	Q0.00	Q60.00	-Q60.00
DIFERENCIA			Q367.89

Se puede observar que los renglones que tienen mayor diferencia en los son los de formaleta y andamio como también el montaje de la viga. El montaje también tiene su propia supervisión, pero al ser un elemento en conjunto, solo es necesario chequear una cara o un extremo de la viga. Hay que tomar en cuenta acá que el equipo utilizado en cada una de estas tres actividades refleja una gran diferencia en equipo, como son los andamios, los trickets, la formaleta y la grúa.

Se presenta las tablas comparativas de costos de mano de obra. Estos precios se tomaron de estadísticas de la Cámara de la Construcción de Guatemala. Sólo se muestra con un tipo de viga de un primer nivel y otra para un segundo nivel, las diferencias no son significativas entre diferentes tipos de vigas, por eso solo se hizo mención de un solo tipo. El análisis se muestra en relación al sistema prefabricado, las cantidades negativas son costos extras que se hacen en el sistema prefabricado y las positivas son costos que se ahorran. La diferencia al final muestra que se utiliza menos mano de obra con el sistema prefabricado.

Al estudiar los factores de mano de obra se puede ver que se utiliza un porcentaje de 27 a 32% más de mano de obra al utilizar el sistema tradicional en vigas del primer nivel y un incremento de 43 a 53% de mano de obra en vigas de segundo nivel. Al tomar un promedio de los factores de mano de obra se observa que se puede ahorrar un 40.75% de mano de obra en la producción de vigas de primer nivel al utilizar el sistema prefabricado y un 49.5% de mano de obra en vigas de segundo nivel. Estos factores no toman en cuenta el factor de ayudantes, ya que depende del tiempo de ejecución de las columnas. Este factor se analizara al revisar los tiempos constructivos.

Hay que tomar en cuenta, desde luego, que este estudio solo toma en cuenta la mano de obra y no el equipo y maquinaria que cada sistema utiliza. Los costos indirectos y administrativos, como inversiones no son parte de este estudio.

5. Losas. En los cuadros comparativos de mano de obra existe variación en la cantidad de armadura utilizada y el tipo. Se utilizaron distintos diseños ya que la cantidad de concreto utilizado es la mayor variación (peso muerto) y la manejabilidad es totalmente diferente.

El procedimiento de creación de tarima solo se utiliza en el sistema tradicional, y es el renglón que agrega mayor mano de obra a este proceso. Para hacer la tarima se necesita andamios, formaletas y este trabajo necesita de mayor supervisión.

En la tarima de las losas entrepiso, se soportaron por trickets a cada 0.70m. En la losa final se utilizó la misma distribución pero al ser de doble altura, se necesitó mayor cantidad de trickets, y se usó madera entre los trickets de la primera cama y los trickets de la segunda cama. Se utilizaron breizas para contrarrestar la esbeltez ya que se trabajó una altura mayor a los 6 metros. Este procedimiento de doble cama de trickets para soportar la losa final, necesitó mayor supervisión para evitar daños a la estructura, problemas en programación y para mantener la seguridad del personal. Cuando se tuvo hecha la tarima se empezó con la armadura de la losa. Este procedimiento se realizó sobre la tarima para evitar subir el refuerzo ya armado.

En el sistema prefabricado no se soportó la losa con ningún equipo extra ya que fueron apoyados directamente a unas bases de platinas y a los muros prefabricados. Este tipo de conexiones agilizó el proceso de montaje ya que no se llevó a cabo ninguna soldadura. Al igual que los otros elementos primarios utilizados en esta obra, la altura no fue factor importante. Las losas prefabricadas del primer nivel sí fueron soportadas por trickets directamente.

Otro proceso que fue único fue la fundición del topping de concreto, esto solo se realizó en el sistema prefabricado. La colocación de electro malla, fundición y curado es un proceso extra que se consideró.

Los aspectos que se deben tomar en consideración en el proceso de supervisar el montaje son los niveles que se deben respetar, la modulación y alineamiento de los elementos como el aseguramiento de los mismos mientras se funde.

Con relación al equipo utilizado, se ve una diferencia significativa en la cantidad de trickets y andamios utilizados. Se puede observar que sí se necesita trabajar en forma simultánea, la cantidad final de equipo necesario es exagerada y se debe mantener colocado hasta que las losas alcancen el tiempo de fraguado.

Al igual que en las demás estructuras el proceso de resane es mayor en el sistema tradicional que en el sistema prefabricado. Al utilizarse los cielos descubiertos, se debió resanar dejando las partes vistas con un acabado aceptable.

Se puede observar que los renglones que tienen mayor diferencia entre los sistemas son los de formaleta y andamio como también el montaje de la viga. El montaje también necesita supervisión, pero al ser un elemento en conjunto, solo es necesario chequear una cara o un extremo de la viga. Hay que tomar en cuenta que el equipo utilizado en cada una de estas actividades refleja una gran diferencia en equipo, como son los andamios, los trickets, la formaleta y la grúa.

Cuadro No. 70

MANO DE OBRA - SISTEMAS: TRADICIONAL VS PREFABRICADO			LOSA FINAL
DESCRIPCION DEL PROCESO	TRADICIONAL	PREFABRICADO	DIFERENCIA
Armadura No. 5	Q0.00	Q6.10	-Q6.10
Armadura No. 5.5 mm	Q0.00	Q21.52	-Q21.52
Armadura No. 6.2 mm	Q0.00	Q77.49	-Q77.49
Armadura No. 4	Q0.00	Q8.16	-Q8.16
Armadura No. 3	Q47.90	Q2.11	Q45.79
Centrado de armadura	Q55.00	Q30.00	Q25.00
Hecha de andamio	Q56.40	Q0.00	Q56.40
Hecha de tarima	Q206.25	Q0.00	Q206.25
Fundición de Losa	Q158.44	Q97.60	Q60.84
Deshecha de tarima	Q40.75	Q0.00	Q40.75
Deshecha de andamio	Q40.98	Q0.00	Q35.76
Resane de superficie	Q89.60	Q54.20	Q35.40
Desmontaje/Curado	Q0.00	Q75.00	-Q75.00
Operador transporte	Q0.00	Q12.50	-Q12.50
Operador de grúa	Q0.00	Q18.75	-Q18.75
Montaje de losa	Q0.00	Q56.25	-Q56.25
Soldadura	Q0.00	Q20.00	-Q20.00
Colocación de electro malla	Q0.00	Q52.93	-Q52.93
Fundición de losa (topping)	Q0.00	Q10.48	-Q10.48
		DIFERENCIA	Q147.01

El análisis se muestra en relación al sistema prefabricado, las cantidades negativas son costos extras que se hacen en el sistema prefabricado y las positivas son costos que se ahorran. La diferencia al final muestra que se utiliza menos mano de obra con el sistema prefabricado.

Cuadro No. 71

MANO DE OBRA - SISTEMAS: TRADICIONAL VS PREFABRICADO			LOSA ENTREPISO
DESCRIPCION DEL PROCESO	TRADICIONAL	PREFABRICADO	DIFERENCIA
Armadura No. 5.5 mm	Q0.00	Q92.22	-Q92.22
Armadura No. 6.2 mm	Q0.00	Q294.88	-Q294.88
Armadura No. 3	Q175.50	Q0.00	Q175.50
Centrado de armadura	Q40.00	Q30.00	Q10.00
Hecha de andamio	Q40.98	Q0.00	Q40.98
Hecha de tarima	Q472.68	Q0.00	Q472.68
Fundición de Losa	Q684.45	Q456.30	Q228.15
Deshecha de tarima	Q175.68	Q0.00	Q175.68
Deshecha de andamio	Q40.98	Q0.00	Q35.76
Resane de superficie	Q386.28	Q185.40	Q200.88
Desmontaje/Curado	Q0.00	Q55.00	-Q55.00
Operador transporte	Q0.00	Q12.50	-Q12.50
Operador de grúa	Q0.00	Q18.75	-Q18.75
Montaje de losa	Q0.00	Q56.25	-Q56.25
Soldadura	Q0.00	Q20.00	-Q20.00
Colocación de electro malla	Q0.00	Q45.36	-Q45.36
Fundición de losa (topping)	Q0.00	Q228.15	-Q228.15
		DIFERENCIA	Q516.52

Al estudiar los factores de mano de obra se puede ver que se utiliza un porcentaje de 45% más al utilizar el sistema tradicional en losas del primer nivel y un incremento de 28% en losas de segundo nivel. Estos factores no toman en cuenta el factor de ayudantes, ya que depende del tiempo de ejecución de las columnas. Este factor se analizará al revisar los tiempos constructivos.

6. Muros. Los muros tienen gran diferencia al utilizar los dos sistemas de construcción, ya que los materiales, como la mano de obra son totalmente distintos. El cimiento que soporta a estas estructuras también es diferente ya que en el sistema

prefabricado se funden platinas para luego ser conectadas y en el sistema tradicional no se necesita esto. Estos muros al tener que soportar el peso de las losas y ser elementos principales de la estructura primaria, necesitan tener elementos estructurales que soporten estas cargas.

En el sistema tradicional se tiene que agregar columnas y soleras de amarre. Las columnas utilizadas son de tres tipos, la C1, C2 y C5. La distribución de estas columnas se puede observar en los planos de planta. En el sistema tradicional, al tener una altura mayor de 6 m, se tiene que agregar soleras de amarre cada tres hiladas de levantado. Acá se puede observar que el sistema tradicional conlleva mayor cantidad de procesos que necesitan distinto tipo de mano de obra. En el sistema prefabricado los muros o losas verticales, son muy parecidas estructuralmente con las losas horizontales.

El levantado de este proyecto se hizo por fases, al llegar a la altura de solera se fundían las columnas y así sucesivamente. La supervisión del levantado es muy crítica ya que no se pueden aceptar variaciones mayores a 1cm en plomos, la calidad del concreto en columnas y soleras debe de cumplir con especificaciones, los niveles de levantado, escuadras en columnas y resane en las dos caras del levantado tiene que ser supervisadas constantemente.

Este proceso es bien elaborado ya que se tiene que realizar gran cantidad de andamios y formaletas, al tener una altura considerable, lo que conlleva a que se rente mayor cantidad de equipo. Se debe de realizar andamio por cada 1.3m de altura que se avance, lo que conlleva gran cantidad de tiempo necesario. El sistema tradicional necesita tres tipos diferentes de formaleta (por cada tipo de columna), mas una adicional para la fundición de soleras.

Como los muros prefabricados se funden y arman de manera horizontal, la altura final del elemento no influye en el proceso. El armado es básicamente una parrilla y conexiones. Las medidas de los muros son estándar. Las fundiciones son más accesibles y la supervisión es más rápida, ya que los errores se minimizan al avanzar la producción.

Las formaletas no son difíciles de asegurar en el levantado ya que se realizan en distancias cortas, pero el resane de éstas si necesita mayor trabajo. Todas las soleras de amarre y

columnas usualmente no tienen un acabado aceptable al desencofrarlas y si no se pica o comienza a resanar después de poco tiempo de ser fundidas, puede ocasionar atrasos al realizarse ya cuando el concreto alcanza su resistencia máxima.

El montaje de los muros prefabricados cambia un poco en comparación al montaje de los demás elementos. Los muros son fundidos de forma horizontal y son transportados reposando en el lado lateral. En el procedimiento de montaje, se necesita maniobrarlos y colocarlos de forma vertical para colocarlos en la posición necesaria. Para esto se utiliza un soporte de forma triangular, que es una base que sirve de soporte temporal. Lo primero que se hace es anclar la grúa a los soportes en el centro y se levanta el muro hasta llegar los 45 grados, luego se introduce la base de soporte y se cambian los anclajes a los soportes en los extremos, con esto ya se logra colocarlos en posición vertical. Luego de este procedimiento se montan según planos, colocándolos en las bases ya con platinas que coinciden con las platinas fundidas en los muros. Luego se colocan soportes temporales en el último tercio de la altura. Luego al ser ya colocados, se chequean las conexiones, los plomos y el alineamiento. Luego se procede a soldarlos de forma permanente. Estos elementos son soportados directamente por las platinas soldadas. La supervisión de estas conexiones es muy crítica.

Pueden surgir posibles problemas al montar las losas ya que si se elevan demasiado, el momento creado en el centro de la losa es superior al momento de diseño y puede quebrarse a la mitad. Esta parte necesita supervisión constante ya que el personal usualmente, por hacerlo rápido y así ganar más dinero, no tiene el cuidado necesario.

El montaje de los muros no necesita equipo extra, solo se utilizaron tricketts. No se tuvo que realizar ningún tipo de andamio ni otro tipo de soportaría temporal. En el levantado tradicional se tiene que desencofrar las columnas y las soleras intermedias y coronas, que es un proceso solamente utilizado en este sistema.

Nuevamente la altura es un factor muy importante, ya que los materiales como el block y la sabieta se tienen que subir a la altura que se trabaja. Este procedimiento absorbe gran cantidad del tiempo del albañil, y los ayudantes son indispensables para realizar esta tarea. La seguridad del albañil también se considera, y el albañil ocupa más tiempo en crear un

andamio que le dé un área aceptable para trabajar. El desencofrado no existe en el sistema prefabricado, y el proceso de curado es el mismo como en cualquier elemento.

La supervisión y la programación son muy importantes en el levantado tradicional ya que se deben de realizar todos los procesos mientras se tiene hecha el andamio, ya que se necesita mucho tiempo para hacerlo nuevamente si se deja pendiente algún trabajo. En los cuadros se puede observar que no se realizó de la misma forma que en los demás elementos ya que no todo el muro incluyen todos los elementos que se utilizan en el levantado.

Lo que se hizo fue que se tomó un eje, en este caso el eje 15, se cuantificaron la cantidad presente de cada elemento en el eje, tomando en cuenta los distintos tipos de columnas, la totalidad de soleras y los metros cuadrados de levantado. Como ya se tenía cuantificado y un precio unitario por cada uno de estos elementos, se obtuvo un total de costo de mano de obra por el levantado del eje 15 completo. Luego este resultado se dividió por los metros lineales del eje, que eran 24, dando el total de Q.544.77 por metro lineal. Como la altura final los muros prefabricados como del levantado era la misma (nivel 6.45m de altura), se sacó el costo de 1.555m del levantado tradicional para igualar la cantidad de metros lineales a la medida estándar de cada muro prefabricado que es de 1.555m. El costo de mano de obra obtenido para el sistema prefabricado para abarcar 1.55ml fue de Q701.57 y el costo para el levantado de block tradicional fue de Q846.81.

Calculando el factor se obtuvo de 1.21, este factor expresa que al utilizar el sistema tradicional se tiene un sobrecosto de 21% en comparación al sistema prefabricado o que se ahorra un promedio de Q145 por cada 1.55ml que se produzca.

Hay que tomar en cuenta que los materiales también tienen una gran diferencia en costos, ya que por cada muro prefabricado se necesitan alrededor de 1.8m^3 de concreto y en el sistema tradicional solo se utiliza en las columnas y soleras, que es un porcentaje mínimo comparado. También se debe tomar en cuenta que la cantidad de horas necesarias de grúa es muy elevada ya que para completar un eje se necesitan 10 muros prefabricados aproximadamente.

VI. ANÁLISIS COMPARATIVO DE TIEMPOS DE CONSTRUCCIÓN

A. Cuadros comparativos de tiempos de construcción

1. Columnas.

Cuadro No. 72

Descripción del Proceso	Cantidad de días	
	Tradicional	Prefabricado
Hecha de armadura	1.5	1.5
Centrado de armadura	0.5	0.25
Colocación de formaleta	1.5	0.25
Hecha de andamio	0.5	0
Fundición de columna	0.5	0.25
Desencofrado /curado (molde)	0	0.5
Desencofrado de columna	0.5	0
Resane de superficies	1.5	0.5
Montaje de elemento	0	0.5
Soldadura de conexiones	0	0.5
TOTAL DE DÍAS	6.5	4.25

FACTOR	1.53
---------------	-------------

2. Vigas.

Cuadro No. 73
VIGAS PRIMER NIVEL

DESCRIPCION	CANTIDAD DE DIAS	
	SIS. TRADICIONAL	SIS. PREFABRICADO
Hecha de armadura	1.5	1.5
Hecha de andamio	1.5	0.25
Centrado de armadura	0.5	0.25
Hechura y colocación de formaleta	1.5	0
Fundición de viga	0.5	0.25
Desencofrado/curado (molde)	0	0.5
Desencofrado de viga	1	0
Resane superficial	1.5	0.5
Montaje del elemento	0	0.5
Soldadura de conexiones	0	0.5
TOTAL DE DÍAS	8	4.25

FACTOR 1.88

Cuadro No. 74
VIGAS SEGUNDO NIVEL

DESCRIPCION	CANTIDAD DE DIAS	
	SIS. TRADICIONAL	SIS. PREFABRICADO
Hecha de armadura	1.5	1.5
Hecha de andamio	2	0.25
Centrado de armadura	0.75	0.25
Hechura y colocación de formaleta	1.75	0
Fundición de viga	0.5	0.25
Desencofrado/curado (molde)	0	0.5
Desencofrado de viga	1.25	0
Resane superficial	1.5	0.5
Montaje del elemento	0	0.75
Soldadura de conexiones	0	0.5
TOTAL DE DÍAS	9.25	4.50

FACTOR	2.05
---------------	-------------

3. Losas.

Cuadro No. 75
LOSAS ENTREPISO

DESCRIPCION	CANTIDAD DE DIAS	
	SIS. TRADICIONAL	SIS. PREFABRICADO
Hecha de armadura	0.5	1
Hecha de andamio	0.5	0
Centrado de armadura	0.5	0.5
Hechura de tarima	2	0
Fundición de losa	0.5	0.5
Desenfofrado/curado (molde)	0	0.25
Desenfofrado de losa	0.5	0
Resane superficial	1	0.5
Montaje del elemento	0	0.5
Soldadura de conexiones	0	0.5
TOTAL DE DÍAS	5.5	3.75

FACTOR 1.47

Cuadro No. 76**LOSA FINAL**

DESCRIPCION	CANTIDAD DE DIAS	
	SIS. TRADICIONAL	SIS. PREFABRICADO
Hecha de armadura	0.5	0.5
Hecha de andamio	0.25	0
Centrado de armadura	0.5	0.5
Hechura de tarima	1	0
Fundición de losa	0.5	0.5
Desenfrado/curado (molde)	0	0.25
Desenfrado de losa	0.5	0
Resane superficial	1	0.5
Montaje del elemento	0	0.5
Soldadura de conexiones	0	0.5
TOTAL DE DÍAS	4.25	3.25

FACTOR 1.31

4. Muro.

Cuadro No. 77

TIEMPO NECESARIO PARA ELABORAR UN MURO PREFABRICADO ESTANDAR

DESCRIPCION	CANTIDAD DE DIAS
	SIS. PREFABRICADO
Hecha de armadura	0.25
Centrado de armadura	0.125
Colocación de formaleta	0.125
Fundición de muro	0.25
Desencofrado/curado (molde)	0.25
Resane superficial	0.25
Montaje del elemento	0.25
Soldadura de conexiones	0.25
TOTAL DE DÍAS	1.75

Cuadro No. 78

GRUPO DE 6 ALBAÑILES, LEVANTADO DE MURO EJE 15

PROCESO	TIEMPO (DÍAS)
LEVANTADO DE BLOCK	15
FUNDICIÓN DE SOLERAS	4
HECHA Y FUNDICIÓN DE COLUMNA TIPO C1	0.5
HECHA Y FUNDICIÓN DE COLUMNA TIPO C2	2.5
HECHA Y FUNDICIÓN DE COLUMNA TIPO C5	2.5
RESANE TOTAL DE SUPERFICIE	6.5
TOTAL DE DÍAS	31
CANTIDAD DE DÍAS POR ML	1.29
CANTIDAD DE DÍAS POR 1.555 ml	2.01

FACTOR	1.15
---------------	-------------

B. Interpretación de los resultados:

1. Columnas. El tiempo que se tomó en cuenta fue utilizando 2 albañiles + 1 ayudante en el sistema tradicional; 3 montadores + 1 operador de grúa + 1 soldador en el sistema prefabricado.

El centrado de armadura es más fácil en el sistema prefabricado ya que el elemento está de forma horizontal, lo cual ayuda a la fundición también. Se tomó 2 horas en el sistema prefabricado para preparar el molde y colocarle el desencofrante. El desencofrado y curado (en molde) toma el tiempo de sacar el elemento del molde, movilizarlo con la grúa al área de almacenaje. El resane del elemento es más rápido en el sistema tradicional ya que es un procedimiento repetitivo que al pasar el tiempo los errores constructivos son muy poco y no necesitan mucho arreglo. El montaje es la parte más crítica, al tener ya las bases en las zapatas, el montaje se realiza más fluido, sin embargo se debe de supervisar el alineamiento como plomos y escuadras con relación a la estructura completa.

Se puede observar que al construir las columnas se ahorran aproximadamente dos días de trabajo. El factor representa un 44% más de tiempo necesario para hacer el mismo trabajo con el sistema tradicional.

El factor ayudante se puede agregar a lo que es la mano de obra. El ayudante gana un salario diario de Q.50.00. Ya que son 6.5 días, se toma una semana completa mas 1 días. Lo que son $Q.50.00 \times 7 \text{ días} = Q.350.00 + Q.50.00 = Q.400.00$ (Siete días por que se agrego el séptimo. De lunes a viernes son 5 días más 0.5 días del sábado son 5.5 días más el día extra)

2. Vigas. El tiempo que se tomó en cuenta fue utilizando 2 albañiles + 1 ayudante en el sistema tradicional; 3 montadores + 1 operador de grúa + 1 soldador en el sistema prefabricado, el mismo que en columnas.

En el proceso de centrado de armadura de vigas se tomaron las mismas consideraciones que en el centrado de armaduras en columnas. Se ve un cambio en tiempo del centrado de vigas de primer nivel en comparación al de segundo nivel ya que esto se tiene que realizar a

mano. Usualmente el refuerzo se arma y se eleva para colocarla o también se puede armar la mitad, colocarla y armar el resto ya en su posición final. Todo esto respecto a la construcción de vigas en sistema tradicional.

El centrado de armadura es más fácil en el sistema prefabricado ya que la altura no influye en el elemento que se está construyendo. Las consideraciones de desencofrado en el sistema prefabricado fueron las mismas que en columnas.

El resane de prefabricados sigue siendo más rápido en las vigas, no importando de que nivel sean. En el montaje lo que se debe de supervisar son los niveles y la alineación del elemento lo que agiliza el trabajo al no tener que supervisar cada aspecto de la viga construida en sistema tradicional. Este ahorro de personal y tiempo es mas critica en las vigas de segundo niveles ya que para el montaje es el mismo trabajo una viga que este en un primer nivel a una que está en segundo, no siendo lo mismo para vigas de sistema tradicional.

Se puede observar que al construir se ahorran aproximadamente 3.5 días de trabajo en vigas de primer nivel y 4.5 días en vigas de segundo nivel utilizando el sistema prefabricado. El factor representa un 78% y un 95% más de tiempo necesario para hacer el mismo trabajo con el sistema tradicional, de vigas de primer y segundo nivel respectivamente.

Acá el factor ayudante se puede agregar a lo que es la mano de obra. El ayudante gana un salario diario de Q.50.00. Ya que son 8 días se toma una semana completa (5.5 días) + 2.5 días más que son 7 días x Q.50 + 2.5 días x Q.50 = Q.475 (tomando el séptimo) y 9.5 días, se toma una semana completa (5.5 días) + 4 días más que son 7 días x Q.50 + 3 días x Q.50 = Q.600 (tomando el séptimo).

Entonces tomando en cuenta el factor ayudantes se obtiene lo siguiente: El incremento por viga de primer nivel es de Q475.00 e incremento por viga de segundo nivel es de Q.600.00

3. Losas. El tiempo que se tomó en cuenta fue utilizando 3 albañiles + 1 ayudante en el sistema tradicional; 3 montadores + 1 operador de grúa + 1 soldador en el sistema prefabricado.

El procedimiento fue totalmente diferente en comparación a los otros elementos principales de la estructura. La gran variación en tiempo se debió a la hecha de tarima. Al tener la losa final a una altura mayor a 6 metros, se necesito mayor trabajo colocar los soportes de la tarima, ya que se realizó en dos camas de trickets.

El refuerzo diseñado de la estructura de la losa fue diferente, ya que el diseño de las losas prefabricadas se baso en crear en los extremos un peralte mayor para poder soportar la carga propia del muro y poder transmitirla directamente a los muros prefabricados, en cambio esto no se utilizó en el sistema tradicional ya que la losa en el proceso de construcción iba a ser soportada por equipo. Las soleras y vigas utilizadas en los dos sistemas fueron las mismas.

El centrado de armaduras tomo el mismo tiempo en los dos sistemas ya que la armadura del sistema tradicional se hizo sobre la tarima ya hecha y el procedimiento de colocación fue básicamente el mismo.

El proceso de fundición también tuvo un incremento en el sistema tradicional ya que se utilizo bomba y la maniobra como la espera de concreto influyen en este proceso.

El resane de prefabricados sigue siendo más rápido en las losas ya sea de entrepiso o final.

En el montaje lo que se deber supervisar son los niveles y la alineación del elemento lo que agiliza el trabajo al no tener que supervisar cada aspecto de la viga construida como en el sistema tradicional. Este ahorro de personal y tiempo es más crítica en las losas de segundo niveles, aunque los dos tipos de losas de entrepiso se debieron de soportar directamente por equipo, el proceso de hecha de tarima no fue necesario en el sistema prefabricado.

Se puede observar que al construir las losas finales se ahorran aproximadamente 2 días de trabajo y 1.25 días en losas de primer nivel utilizando el sistema prefabricado. El factor representa un 57% y un 42% más de tiempo necesario para hacer el mismo trabajo con el sistema tradicional, de losas de segundo y primer nivel respectivamente. Algunos factores que afectaron y dieron lugar a este resultado fueron que la losa entrepiso era de mayor tamaño que la losa final, lo cual necesitaba mayor trabajo de hecha de tarima y esto dio resultado como un mayor porcentaje de mano de obra para cubrir esta actividad.

Acá el factor ayudante se puede agregar a lo que es la mano de obra. El ayudante gana un salario diario de Q.50.00. Ya que son 5.5 días de trabajo para las losas del segundo nivel entonces $5.5 \text{ días} \times \text{Q.50} = \text{Q.275}$ y 4.25 días para losa del primer nivel, entonces son $4.25 \text{ días} \times \text{Q.50} = \text{Q.212.25}$.

Entonces tomando en cuenta el factor ayudantes se obtiene lo siguiente: El incremento por losa de primer nivel es de Q212.25 e incremento por losa de segundo nivel es de Q.275.00

4. Muros. El tiempo que se tomó en cuenta fue utilizando 6 albañiles + 3 ayudantes en el sistema tradicional; 3 montadores + 1 operador de grúa + 1 soldador en el sistema prefabricado.

En el sistema tradicional se calculo el tiempo utilizado para levantar el muro del eje quince hasta el nivel final con todas las estructuras que lo conforman. Se tomó un tiempo utilizado para fabricar la totalidad de elementos en el eje quince, dando un total de días final de 31. Como los 31 días fueron utilizados para levantar todo el eje 15 hasta la altura ultima, se dividió entre el total de metros lineales del eje y luego el valor unitario se multiplico por 1.555m que es el ancho estándar del muro. El tiempo necesario para levantar un muro en forma tradicional de 1.555ml fue de 2.01 días. El tiempo necesario para producir un muro prefabricado de 1.55m de ancho fue de 1.75 días. Se puede tomar este tiempo como estándar ya que los muros son de las mismas dimensiones.

Con los dos resultados se puede observar que se tiene una diferencia de 0.26 días, que son aproximadamente dos horas. El factor de 1.15 representa que en el levantado tradicional se utiliza un 15% más de tiempo. Esta diferencia es significativa ya que la longitud de los ejes es aproximado a 22.5ml, lo que son más o menos 14 muro prefabricados individuales. El avance promedio que se puede observar es importante al tomar el tiempo final por eje construido. El promedio es de 3.64 días por eje, y al ser 13 ejes se puede ver un avance de 47.32 días. Este avance no es significativo porque depende de la cantidad de grupos de albañiles que se programen y la cantidad de grúas que se utilicen.

El resane de prefabricados sigue siendo un procedimiento menos significativo ya que al utilizarse los moldes no se crea mayor variedad en el acabado final.

El factor ayudante se puede agregar a lo que es la mano de obra del sistema tradicional. El ayudante gana un salario diario de Q.50.00. Ya que son 31 días se toma cinco semanas completas (27.5 días de trabajo) que son 35 días + 3.5 días más que son 38.5 días x Q.50 = Q.1, 925 (tomando el séptimo). Como se necesitan 3 ayudantes por el factor 2:1 entre albañil-ayudante son, Q.1.925 x 3 = Q5, 775. Para que se puede hacer la correspondiente comparación se debe de dividir por el total de metros lineales del eje que serian, Q240.63 por ml, y Q374.17 por 1.555ml.

Entonces tomando en cuenta el factor ayudantes se obtiene lo siguiente: El incremento por 1.555ml de muro es de Q374.17.

VII. CONCLUSIONES

- Al utilizar el sistema prefabricado en columnas, el costo de mano de obra (albañiles) disminuye un 40.8%. por la rapidez de producción del prefabricado en comparación de la hechura de formaleta.
- Al utilizar el sistema prefabricado en vigas utilizadas en losa entrepiso, el costo de mano de obra (albañiles) disminuye un 30.75% y al utilizar el sistema prefabricado en vigas utilizadas en losa final, el costo de mano de obra (albañiles) disminuye un 49.5%. Esto debido a la gran influencia que tiene las alturas ya que por altura aumento el tiempo y costo en el sistema tradicional por la creación de andamios y formaletas. En el sistema prefabricado la altura no es un factor importante ya que la maquinaria y mano de obra utilizada es la misma.
- Al utilizar el sistema prefabricado en muros, el costo de mano de obra (albañiles) disminuye un 15% ya que el sistema tradicional necesita de estructuras secundarias para poder soportar directamente de las losas. La utilización de andamios y la constante supervisión de cada proceso en el sistema tradicional agregan mayor necesidad de mano de obra.
- Al utilizar el sistema prefabricado en losa entrepiso, el costo de mano de obra (albañiles) disminuye un 45% y al utilizar el sistema prefabricado en losa final, el costo de mano de obra (albañiles) disminuye un 28%. Esto se debió a que en el sistema tradicional las losas finales necesitan un soporte que cubra doble altura y en el sistema prefabricado no es necesario ya que los muros prefabricados soportan directamente las losas.

- Los renglones que presentan mayor diferencia en relación a la mano de obra, al analizar los dos sistemas constructivos aplicados a los cuatro elementos estudiados son la creación de andamios y formaletas. El nivel sobre el que se esté trabajando es de gran influencia ya que el costo de la hechura de formaletas y andamios aumenta con la altura en la que se trabaje.
- Al utilizar el sistema tradicional en columnas aumenta un 53% en tiempo utilizado y el costo de mano de obra (ayudantes) aumenta Q.400 por elemento, esto por la variación en la producción y la revisión de cada uno de los elementos individualmente
- Al utilizar el sistema tradicional en vigas el tiempo de construcción aumenta un 88% y un 105% en primer y segundo nivel respectivamente. El costo de mano de obra (ayudantes) aumenta Q. 425 por elemento del primer nivel y Q.450 por elemento del segundo nivel. Este gran cambio a la complejidad de formaletear vigas aisladas, de doble altura.
- Al utilizar el sistema tradicional en muros se tiene un aumento de 15% en el tiempo de construcción y el costo de mano de obra (ayudantes) aumenta de Q.374.17 por elemento, ya que la doble altura de los muros aumentó la cantidad de procesos constructivos los cuales no son utilizados en muros prefabricados.
- Al utilizar el sistema tradicional en losas se tiene un aumento de 47% y 31% de primer y segundo nivel respectivamente, el costo de mano de obra (ayudantes) aumenta Q. 212.5 por elemento del primer nivel y Q.275 por elemento del segundo nivel. La variación debido al incremento considerable de quipo que se debe utilizar (tricketts), y a la construcción de tarimas de doble altura, lo cual es un proceso no tan fluido por tener que asegurarse adecuadamente para soportar la fundición. Este proceso es inexistente en el sistema prefabricado

- El sistema prefabricado en la construcción de obras que utilizan elementos principales como el de este proyecto, es un sistema constructivo competitivo que requiere menor cantidad de mano de obra tradicional (albañiles) y presenta un ahorro considerable de tiempo, lo cual da ventajas al licitar proyectos con límites de tiempo reducidos.
- Ambos sistemas constructivos presentan ventajas y desventajas propias, tiene muchas variantes como equipo, materiales, maquinaria, mano de obra, inversiones y flujo de capital, aunque el método prefabricado presenta mayores ventajas en este proyecto como la rapidez de ejecución, reducción de la mano de obra, la repetitividad y el manejo apropiado de cada elemento.

VIII. RECOMENDACIONES

- Este estudio sólo toma en cuenta mano de obra de los dos sistemas estudiados, para tener un resultado más exacto se debe tener en cuenta todas las consideraciones y factores presentes en cada uno de los sistemas de construcción. El equipo y maquinaria necesaria, como moldes, formaletas, grúas, transporte pesado y otros se deben de tomar en cuenta. Se debe discutir detalladamente los costos que presenta la maquinaria, la inversión inicial que se requiere y el tiempo de retorno del capital invertido. También se debe considerar la cantidad de proyectos que se realizarán con la maquinaria y el equipo comprado para obtener un porcentaje exacto de la posible ganancia.
- Los tiempos presentados en este trabajo se tomaron en campo, específicamente en este proyecto. Los tiempos unitarios no se pueden tomar para realizar una estimación significativo ya que dependiendo de la cantidad de mano de obra o la cantidad de grúas usadas al mismo tiempo, en el sistema tradicional y el sistema prefabricado respectivamente, alteran la programación del proyecto. Es cuestión de utilizar los recursos que se tengan y analizar los costos y la influencia de estos en proyectos cada proyecto individual.
- Se recomienda tomar el sistema prefabricado con la importancia que merece ya que el sistema prefabricado está empezando a tener un auge en nuestro país, las nuevas propuestas de sistemas de construcción de estos elementos como la especialización dan como resultado una efectividad notable que conlleva a tener mayor y mejor resultado en la construcción de obras.
- Es recomendable que los profesionales supervisores de obras prefabricadas tomen en cuenta la gran cantidad de variantes que conllevan los procesos constructivos dentro del sistema tradicional. La logística y administración es esencial en la dirección de obras de sistema prefabricado.

III. BIBLIOGRAFÍA

- *ACI-ASCE Committee 512. 1964. "Suggested Design of Joints and Connections in Precast Structural Concrete". ACI Journal. 61 (8). 44-48*
- *ACI-ASCE Committee 533 . 1970. "Fabrication, Handling, and Erection of Precast Concrete Wall Panels". ACI Journal. 67 (4) 112-124*
- "Building Code Requirements for Masonry Structures". 1996. *American Concrete Institute. Pags ACI 530-92/ASCE 5-92/TMS 402-92.*
- "Commentary on Building Code Requirements for Masonry Structures". 1996. *American Concrete Institute. Pags. ACI 530-92/ASCE 5-92/TMS 402-92.*
- "Commentary on Specification for Masonry Structures". 1996. *American Concrete Institute. Pags. ACI 530.1/ASCE 6-92/TMS 602-92.*
- *Control de calidad del concreto. 1978. Instituto mexicano del cemento y del concreto. Mexico. Pags. 704.*
- Dickey, Walter L. 1970. "Masonry codes and specification", En *Consulting Structural Engineer for Masonry*, de Institute of America. USA, 64-78
- *Guidelines for use of structural precast concrete in buildings. 1991. Study Group of the Concrete Society and the National Society for Earthquake Engineering. New Zealand. 58 pags.*
- *Reglamento de las construcciones de concreto reforzado. 1983. Instituto mexicano del cemento y del concreto. Mexico. Pags.383*
- "Specifications for Masonry Structures" 1996. *American Concrete Institute. Pags. ACI 530.1-92/ASCE 6-92/TMS 602-92.*

- Telford, Thomas. 1982. "Reinforced and prestressed masonry". En *Institution of Civil Engineers and steel*, de London Institution. London. 13-14
- *Uniform Building Code*. 1973. International Conference of Building. USA. 33 pags
- Waddell, Joseph J. 1972. "Precast concrete: Handling an erection" En *Monograph No. 8*, de American Concrete Institute. 102-112

X. ANEXO

CAMARA GUATEMALTECA DE LA CONSTRUCCION
DEPARTAMENTO DE ANALISIS ESTADISTICO
P.B.X. 27872727

**PRECIOS DE MANO DE OBRA PAGADOS A DESTAJO EN LA CONSTRUCCION
PARA LA CIUDAD DE GUATEMALA
2006**



No.	ETAPAS Y RENGLONES	Unidad	Promedio 2006
I PRELIMINARES			
1	LIMPIEZA GENERAL	M2	Q 2.28
2	NIVELACION DEL TERRENO. (NO INCLUYE EXTRACCION DE TIERRA)	M2	Q 10.88
3	MOVIMIENTO DE TIERRA O EXTRACCION A MANO DE RIPIO, TIERRA O BASURA	M3	Q 30.20
4	DEMOLER PAREDES, DE BLOCK HASTA LADRILLO REFORZADO PEGADO CON SABIETA	M2	Q 16.75
5	ACARREAR MATERIAL DE LA DEMOLICION (RIPIO) HASTA 30 METROS DEL TERRENO	M3	Q 10.70
6	FORRO CON TABLA PARA BODEGAS PROVISIONALES	M2	Q 10.00
7	TRAZO Y ESTAQUEADO (NO INCLUYE HACER ESTACAS)	ML	Q 3.90
II EXCAVACIONES			
1	A MANO, TERRENO DURO	M3	Q 20.80
2	A MANO, TERRENO SUAVE	M3	Q 16.25
3	EN TERRENO DURO HASTA 60 Cms	M3	Q 26.00
4	EN TERRENO DURO HASTA 1.00 Metros	M3	Q 26.00
5	EN TERRENO DURO HASTA 2.00 Metros	M3	Q 26.65
6	EN TERRENO SUAVE HASTA 60 Cms.	M3	Q 19.50
7	EN TERRENO SUAVE HASTA 1.00 Metros	M3	Q 19.50
8	EN TERRENO SUAVE HASTA 2.00 Metros	M3	Q 24.05
9	EN TERRENO DURO O SUAVE A PROFUNDIDAD DE MAS DE 1.00 M SE INCREMENTA EN	M3	Q 4.55
10	DE ZANJA EN SUELO NORMAL HASTA 60 Cms.	ML	Q 3.25
11	DE ZANJA EN SUELO NORMAL HASTA 1.00 Metros	ML	Q 6.25
12	DE ZANJA EN SUELO NORMAL HASTA 2.00 Metros	ML	Q 25.55
III RELLENOS			
1	A MANO APISONADO Y MOJADO POR CAPAS	M3	Q 20.98
2	A MANO, APISONADO CON BAILARINA	M3	Q 38.88
IV CIMIENTOS			
1	CON TERRON, PIEDRA O MEZCLON, APISONADO Y NIVELADO	M3	Q 45.50
2	COLOCACION DE BLOCK POMEZ "U" ESPECIAL PARA CIMIENTO	C/U	Q 1.73
V ANDAMIOS			
1	DE PARED PARA UN PISO DE ALTURA.	ML	Q 3.25
2	DE PARED PARA DOS PISOS DE ALTURA.	ML	Q 6.13
3	PARA CIELOS HASTA 1.50 Metros DE ALTURA	M2	Q 4.23
4	PARA CIELOS DE 1.51 A 2.50 Metros DE ALTURA	M2	Q 6.83
5	PARA CIELOS DE 2.51 A 4.50 Metros DE ALTURA	M2	Q 9.40
6	HECHURA DE TORRES P/ COLUMNAS AISLADAS C/ TODOS SUS REFUERZOS, HASTA DE 3.00 Metros DE ALTURA.	C/U	Q 56.40
7	HECHURA DE TORRES P/ COLUMNAS AISLADAS C/ TODOS SUS REFUERZOS, HASTA DE 6.00 Metros DE ALTURA.	C/U	Q 28.50
8	HECHURA DE TORRES P/ COLUMNAS AISLADAS C/ TODOS SUS REFUERZOS, HASTA DE 9.00 Metros DE ALTURA.	C/U	Q 76.00
9	DESHACER ANDAMIO DE PARED	ML	Q 9.10
10	DESHACER ANDAMIO DE CIELOS	ML	Q 13.98
11	DESHACER TORRES DE COLUMNAS POR PISO	ML	Q 17.88
VI PAREDES Y MUROS			
1	LEVANTADO DE BLOCK DE POMEZ RUSTICO DE 20 Cms.	M2	Q 15.43
2	LEVANTADO DE BLOCK DE POMEZ DE 20 Cms, LIMPIA UNA CARA	M2	Q 21.51
3	LEVANTADO DE BLOCK DE POMEZ DE 20 Cms, LIMPIA DOS CARAS	M2	Q 18.50
4	LEVANTADO DE BLOCK DE POMEZ RUSTICO DE 15 Cms.	M2	Q 14.43
5	LEVANTADO DE BLOCK DE POMEZ DE 15 Cms. RUSTICO LIMPIA UNA CARA	M2	Q 15.05
6	LEVANTADO DE BLOCK DE POMEZ DE 15 Cms. RUSTICO LIMPIA DOS CARAS	M2	Q 31.75
7	LEVANTADO DE BLOCK DE POMEZ DE RUSTICO DE 10 Cms.	M2	Q 12.35
8	DE TABIQUES DE BLOCK DE POMEZ DE 10 Cms. RUSTICO, LIMPIA 1 CARA	M2	Q 15.70
9	DE TABIQUES DE BLOCK DE POMEZ DE 10 Cms. RUSTICO, LIMPIAS 2 CARAS	M2	Q 17.00
10	LEVANTADO DE MURO DE MAMPOSTERIA	M2	Q 29.93
11	LEVANTADO DE PARED DE LADRILLO DE PUNTA, RUSTICA	M2	Q 32.15
12	LEVANTADO DE PARED DE LADRILLO DE SOGA, RUSTICA	M2	Q 22.25
13	LEVANTADO DE PARED DE LADRILLO DE CANTO, RUSTICA	M2	Q 25.80
14	LEVANTADO DE PARED DE LADRILLO CON DOBLE PUNTA, RUSTICA	M2	Q 42.00
15	LEVANTADO DE PARED DE LADRILLO DE PUNTA Y SOGA, RUSTICA	M2	Q 46.00

CAMARA GUATEMALTECA DE LA CONSTRUCCION
DEPARTAMENTO DE ANALISIS ESTADISTICO
P.B.X. 27872727

PRECIOS DE MANO DE OBRA PAGADOS A DESTAJO EN LA CONSTRUCCION
PARA LA CIUDAD DE GUATEMALA
2006



No.	ETAPAS Y RENGLONES	Unidad	Promedio 2006
16	LEVANTADO DE PARED DE LADRILLO DE PUNTA, LIMPIA UNA CARA	M2	Q 35.35
17	LEVANTADO DE PARED DE LADRILLO DE PUNTA, LIMPIAS DOS CARAS	M2	Q 39.65
18	LEVANTADO DE PARED DE LADRILLO DE SOGA, LIMPIA UNA CARA	M2	Q 21.45
19	LEVANTADO DE PARED DE SOGA, LIMPIAS DOS CARAS	M2	Q 26.75
20	LEVANTADO DE PARED DE PIEDRA, LIMPIA UNA CARA	M2	Q 38.00
21	LEVANTADO DE PARED DE PIEDRA, LIMPIAS DOS CARAS	M2	Q 76.88
22	COLOCAR BLOQUE DE VIDRIO EN PAREDES Y LOSAS, INCLUYE REFUERZO Y CIZA.	C/U	Q 27.50
VII FORMALETAS			
1	DE SOLERA EN PAREDES	ML.	Q 5.20
2	DE COLUMNA ENTRE PAREDES	ML.	Q 5.20
3	DE COLUMNA DE ESQUINA	ML.	Q 7.15
4	DE SILLARES	ML.	Q 7.80
5	DE MOCHETAS	ML.	Q 7.15
6	HECHURA Y COLOCACION DE FORMALETA DE COLUMNAS LIBRES CUADRADAS	M2	Q 24.70
7	HECHURA Y COLOCACION DE FORMALETA DE COLUMNAS LIBRES REDONDAS	M2	Q 118.95
8	HECHURA Y COLOCACION DE FORMALETAS, VIGAS Y DINTELES DE UN PISO	M2	Q 27.30
9	PARALEADO Y ENTARIMADO P/ TERRAZA DE UN PISO CON PARAL DE MADERA	M2	Q 13.13
10	PARALEADO Y ENTARIMADO P/ TERRAZA DE UN PISO CON PARAL DE METAL	M2	Q 11.30
11	HECHURA Y COLOCACION DE FORMALETAS PARA VIGAS Y DINTELES, DOS PISOS.	M2	Q 40.30
12	PARALEADO Y ENTARIMADO P/TERRAZA DE DOS PISOS CON PARAL MADERA	M2	Q 24.30
13	PARALEADO Y ENTARIMADO P/ TERRAZA DE DOS PISOS CON PARAL DE METAL	M2	Q 23.05
14	HECHURA DE TABLEROS P/ FORMALETA HASTA 4 Mts. DE ALTO POR LADO	M2	Q 28.05
15	COLOCACION DE TABLEROS P/ FORMALETA HASTA 4 Mts. DE ALTO POR LADO	M2	Q 26.65
16	HECHURA DE TABLERO P/ FORMALETA HASTA 6 Mts. DE ALTO POR LADO	M2	Q 46.21
17	COLOCACION DE TABLEROS P/ FORMALETA HASTA 6 Mts. DE ALTO POR LADO	M2	Q 49.90
18	HECHURA Y COLOCACION DE FORMALETA DE PAREDES CURVAS HASTA 3.00 Mts. DE ALTURA POR LADO	M2	Q 60.25
19	HECHURA Y COLOCACION DE FORMALETAS CURVAS EN PUERTAS Y VENTANAS	ML	Q 30.55
20	HECHURA Y COLOCACION DE FORMALETA PARA GRADAS (FALDONES) Y SUS RESPECTIVOS SOPORTES	M2	Q 30.85
21	HECHURA Y COLOCACION DE FORMALETA PARA GRADAS AL AIRE HASTA 1.00 Mt. DE ANCHO A 10 Cms. DE ESPESOR Y HUELLA DE 30 Cms.	Grada	Q 65.07
22	HECHURA Y COLOCACION DE FORMALETA DE ESCALERAS RECTAS HASTA 1.00 Mt. DE A 18 Cms. DE ALTO Y HUELLA DE 30 Cms.	M2	Q 16.80
23	PARALEADO Y ENTARIMADO PARA LOSA INCLINADA	M2	Q 16.83
24	DESENTARIMADO DE TERRAZA HASTA UN PISO DE ALTO Y DESENCOFRADO, DE COLUMNAS LIBRES	M2	Q 4.88
25	DESENTARIMADO DE TERRAZA HASTA DOS PISOS DE ALTO Y DESENCOFRADO DE COLUMNAS LIBRES.	M2	Q 4.88
VIII FUNDICIONES			
1	DE ZAPATAS:		
	- SOLO COLOCAR CONCRETO	M3	Q 110.50
	- HACER Y COLOCAR CONCRETO	M3	Q 130.00
2	DE CIMIENTO CORRIDO DE 40 Cms. X 20 Cms.		
	- SOLO COLOCAR CONCRETO	ML.	Q 12.35
	- HACER Y COLOCAR CONCRETO	ML.	Q 21.78
3	DE CIMIENTO CORRIDO EN "T" DE 40 Cms. X 20 Cms. Y 30 Cms. X 15 Cms.		
	- SOLO COLOCAR CONCRETO	ML.	Q 12.35
	- HACER Y COLOCAR CONCRETO	ML.	Q 23.10
4	DE TACOS DE CONCRETO		
	- DE 2 X 2 X 2 PULGADAS	C/U	Q 2.15
	- DE 4 X 4 X 4 PULGADAS	C/U	Q 3.02
5	DE PISOS O BANQUETAS (INCLUYE ARRASTRE Y HACER CONCRETO)		
	- ACABADO LISO	M2	Q 12.30
	- ACABADO CERNIDO	M2	Q 13.00
6	DE CIMIENTO CORRIDO, SOLERAS, COLUMNAS EN PARED, MOCHETAS Y DINTELES DE 10 A 25 Cms. DE ANCHO	ML.	Q 6.50
7	DE CIMIENTO CORRIDO, SOLERAS, COLUMNAS EN PARED, MOCHETAS Y DINTELES DE 26 A 50 Cms. DE ANCHO	ML.	Q 60.45
8	DE CIMIENTO CORRIDO, SOLERAS, COLUMNAS EN PARED, MOCHETAS Y DINTELES DE 51 A 75 Cms. DE ANCHO	ML.	Q 45.50
9	DE MUROS CON ESPESOR DE 10 Cms.	M2	Q 21.65

CAMARA GUATEMALTECA DE LA CONSTRUCCION
DEPARTAMENTO DE ANALISIS ESTADISTICO
P.B.X. 27872727

PRECIOS DE MANO DE OBRA PAGADOS A DESTAJO EN LA CONSTRUCCION
PARA LA CIUDAD DE GUATEMALA
2006



No.	ETAPAS Y RENGLONES	Unidad	Promedio 2006
10	DE MUROS CON ESPESOR DE 20 Cms.	M2	Q 30.75
11	DE PINES	ML.	Q 2.75
12	DE TUBOS EN PISO (PARA AGUA, LUZ, TELEFONO, CABLE, ETC.)	ML.	Q 2.60
13	DE TUBOS EN PARED (AGUA, LUZ, TELEFONO, CABLE, ETC.)	ML.	Q 3.10
14	DE BORDILLO	ML.	Q 8.15
15	DE GRADAS EN GRANITO TERMINADAS A BROCHA	ML.	Q 40.95
16	DE DESNIVELES EN TECHO	M2	Q 14.95
17	DE LOSA (e = 0.12 m.)	M2	Q 13.00
18	DE CÉNEFAS	M2	Q 13.91
19	DE LOSAS, SOLO COLOCAR EL CONCRETO	M2	Q 22.75
20	DE VIGAS, SOLO COLOCAR EL CONCRETO	M3	Q 126.75
IX REPELLOS			
1	PICADO DE CIELOS DE CONCRETO	M2	Q 3.23
2	PICADO DE PAREDES Y COLUMNAS	M2	Q 2.70
3	REPELLO DE PAREDES HASTA UN PISO DE ALTO CON MAESTRAS	M2	Q 7.70
4	REPELLO DE PAREDES HASTA UN PISO DE ALTO SIN MAESTRAS	M2	Q 6.80
5	REPELLO DE CIELOS CON MAESTRAS	M2	Q 10.75
6	REPELLO DE CIELOS SIN MAESTRAS	M2	Q 9.85
7	REPELLO DE COLUMNAS LIBRES Y VIGAS	M2	Q 15.90
8	REPELLO DE MOCHETAS, DINTELES Y SILLARES	ML.	Q 13.95
9	REPELLO DE FILOS	ML.	Q 3.23
10	REPELLO DE SUPERFICIES CURVAS	M2	Q 13.95
X ACABADOS			
1	CERNIDO LISO EN PAREDES	M2	8.20
2	CERNIDO VERTICAL EN PAREDES	M2	Q 9.68
3	CERNIDO EN VIGAS Y COLUMNAS	MI x Fila	Q 5.90
4	CERNIDO EN MOCHETAS, DINTELES Y SILLARES	MI x Fila	Q 5.50
5	CERNIDO EN CIELOS	M2	Q 9.10
6	BLANQUEADO EN PAREDES	M2	Q 7.80
7	BLANQUEADO EN CIELOS	M2	Q 9.10
8	BLANQUEADO EN MOCHETAS, SILLARES Y DINTELES	MI x Fila	Q 6.10
9	BLANQUEADO EN VIGAS Y COLUMNAS LIBRES	MI x Fila	Q 6.18
10	TALLADO Y BLANQUEADO EN CUADROS, RESALTES Y GOTAS	ML	Q 7.43
11	BLANQUEADO EN FILOS	ML	Q 4.55
12	ESCARCHADO EN PAREDES	M3	Q 9.04
13	ESCARCHADO EN CIELOS	M2	Q 12.50
14	GRANCEADO EN PAREDES	M2	Q 6.35
15	GRANCEADO EN CIELOS	M2	Q 7.25
16	MARTELINADO	M2	Q 27.30
XI REVESTIMIENTOS			
1	REVESTIMIENTO CON PIEDRA NATURAL, TALLADO EN PIEDRAS PARA AJUSTAR UNA CON OTRA SIN CIZA	M2	Q 26.00
2	CON PIEDRA, SIN AJUSTE, CON CIZADE CEMENTO	M2	Q 25.35
3	CON FACHALETA DE LADRILLO CIZADA	M2	Q 25.85
4	CON AZULEJOS, INCLUYENDO ESTUCADO	M2	Q 27.95
5	CON LADRILLO CEMENTO O SIMILAR, INCLUYENDO ESTUCADO	M2	Q 20.80
6	CON MÓSAICO	M2	Q 35.00
XII PISOS			
1	DE CEMENTO LIQUIDO , INCLUYENDO NIVELACION, MAESTRAS, COLOCACION, Y ESTUCADO, (NO INCLUYE LUSTRADO)	M2	Q 17.50
2	DE MARMOL O GRANITO, INCLUYENDO NIVELACION, MAESTRAS, COLOCACION Y ESTUCADO, (NO INCLUYE PULIDO Y LUSTRADO)	M2	Q 20.75
3	FUNDICION DE TORTA CON CERNIDO HASTA 10 Cms. DE ESPESOR, INCLUYE LA NIVELACION DEL TERRENO	M2	Q 14.10
4	BLANQUEADO SOBRE TORTA DE CONCRETO	M2	Q 7.80
5	COLOCACION DE PISO DE BARRO COCIDO, ESTUCADO, IMPERMEABILIZADO Y CERNIDO	M2	Q 29.60
6	FUNDICION DE GRADAD DE GRANITO TERMINADAS, PULIDAS	M2	Q 58.00
7	COLOCACION DE ADOQUIN	M2	Q 19.15
8	COLOCACION DE PISO TIPO TINAJON	M2	Q 27.30

CAMARA GUATEMALTECA DE LA CONSTRUCCION
DEPARTAMENTO DE ANALISIS ESTADISTICO
P.B.X. 27872727

PRECIOS DE MANO DE OBRA PAGADOS A DESTAJO EN LA CONSTRUCCION
PARA LA CIUDAD DE GUATEMALA
2006



No.	ETAPAS Y RENGLONES	Unidad	Promedio 2006
9	INSTALAC. DE CERAMICO DE 20 X20 Cms, SOBRE PISO O TORTA, INCL. CIZADO	M2	Q 36.95
10	INSTALAC. DE CERAMICO DE 30 X30 Cms, SOBRE PISO O TORTA, INCL. CIZADO		Q 40.65
11	INSTALAC. DE CERAMICO DE 40 X40 Cms, SOBRE PISO O TORTA, INCL. CIZADO		Q 41.15
XIII DRENAJES			
1	COLOCACION DE TUBOS DE CEMENTO DE 4" CON EMPLANTILLADO	C/U	Q 7.95
2	COLOCACION DE TUBOS DE CEMENTO DE 6" CON EMPLANTILLADO	C/U	Q 11.38
3	COLOCACION DE TUBOS DE CEMENTO DE 8" CON EMPLANTILLADO	C/U	Q 14.75
4	COLOCACION DE TUBOS DE CEMENTO DE 10" CON EMPLANTILLADO	C/U	Q 18.20
5	COLOCACION DE TUBOS DE CEMENTO DE 12" CON EMPLANTILLADO	C/U	Q 22.10
6	COLOCACION DE TUBOS DE CEMENTO DE 16" CON EMPLANTILLADO	C/U	Q 25.65
7	COLOCACION DE TUBOS DE CEMENTO DE 18" CON EMPLANTILLADO	C/U	Q 29.25
8	COLOCACION DE TUBOS DE CEMENTO DE 24" CON EMPLANTILLADO	C/U	Q 34.90
9	COLOCACION DE TUBOS DE CEMENTO DE 36" CON EMPLANTILLADO	C/U	Q 52.00
10	CAJA DE REGISTRO DE LADRILLO DE 30 X 30 X 50 Cms. TERMINADAS CON TAPADERA DE CONCRETO	C/U	Q 71.50
11	CAJA DE REGISTRO DE LADRILLO DE 30 X 30 X 50 Cms. CON SIFON	C/U	Q 67.50
12	CAJA DE REGISTRO DE LADRILLO DE 60 X 60 X 50 Cms. TERMINADAS CON TAPADERA DE CONCRETO	C/U	Q 66.25
13	CAJA DE REGISTRO DE LADRILLO DE 60 X 60 X 50 Cms. CON SIFON	C/U	Q 79.25
14	CAJA PARA DESAGUE DE LAVAMANOS, INODOROS Y/ O DUCHAS	C/U	Q 43.50
15	COLOCACION DE REPOSADERAS CON TODO Y CAJA	C/U	Q 21.45
16	COLOCACION DE REPOSADERAS DE BRONCE	C/U	Q 9.75
17	COLOCACION DE REPOSADERAS DE CEMENTO	C/U	Q 14.95
18	COLOCACION DE PILAS C/DOS LAVAMANOS Y LAVAPLATOS CON SUS DESAGUES	C/U	Q 76.35
19	COLOCACION DE JABONERAS PAPELERAS, CEPILLERAS, TOALLEROS	C/U	Q 15.93
20	COLOCACION DE GANCHOS PARA BAÑOS, ARGOLLAS PARA LAZOS	C/U	Q 15.40
21	COLOCACION DE BAJADAS DE AGUA CON TUBO HG., PVC O DURALITA	C/U	Q 26.75
22	COLOCACION DE TUBERIA DE PVC DE 4"	ML	Q 7.48
23	COLOCACION DE TUBERIA DE PVC DE 6"	ML	Q 13.98
24	COLOCACION DE TUBERIA DE PVC DE 8"	ML	Q 11.75
25	COLOCACION DE TUBERIA DE PVC DE 10"	ML	Q 14.95
26	COLOCACION DE TUBERIA DE PVC DE 12"	ML	Q 18.20
27	COLOCACION DE TUBERIA DE PVC DE 16"	ML	Q 22.40
28	COLOCACION DE TUBERIA DE PVC DE 18"	ML	Q 27.95
29	COLOCACION DE TUBERIA DE PVC DE 20"	ML	Q 29.58
30	COLOCACION DE TUBERIA DE PVC DE 24"	ML	Q 31.85
XIV FONTANERIA			
1	COLOCACION DE INODOROS CON ACCESORIOS	C/U	Q 88.45
2	COLOCACION DE LAVAMANOS CON ACCESORIOS	C/U	Q 87.75
3	COLOCACION DE MINGITORIOS CON ACCESORIOS	C/U	Q 89.95
4	INSTALACION DE DUCHA COMPLETA	C/U	Q 41.90
5	COLOCAR GABINETE DE BAÑO EMPOTRADO	C/U	Q 62.75
6	COLOCACION DE PILA CON UN LAVADERO	C/U	Q 87.75
7	COLOCACION DE CHORRO PARA MANGUERA	C/U	Q 24.70
8	INSTALACION DE LAVATRASTOS, METALICOS DE 1 ó 2 FOSAS Y 1 ó 2 ALAS	C/U	Q 96.13
9	INSTALACION DE MEZCLADORA Y SIFON PVC EN LAVATRASTOS DE 1 ó 2 FOSAS	C/U	Q 108.70
10	INSTALACION COMPLETA DE LAVATRASTOS METALICOS DE UNA LLAVE	C/U	Q 91.53
11	INSTALACION COMPLETA DE LAVATRASTOS METALICO DE DOS LLAVES, INCLUYE LA INSTALACION DE TUBERIA GALVANIZADA		Q 88.35
XV URBANIZACION			
1	BORDILLO FUNDIDO EN EL LUGAR DE 30 Cms. DE ALTO	ML	Q 12.35
2	BORDILLO FUNDIDO EN EL LUGAR DE 31 A 50 Cms. DE ALTO	ML	Q 23.95
3	COLOCACION DE POSTE DE CONCRETO, INCLUYENDO ALINEACION DEL ALAMBRE Y LA FUNDICION DE BASE APISONADO	C/U	Q 39.00
4	COLOCACION DE MALLA DE ALAMBRE DE POSTES, INCLUYENDO LA COLOCACION DE ALAMBRE CON REMATE SUPERIOR	M2	Q 13.65
5	ENGRAMADO CON TEPE, MATERIAL PUESTO EN LA OBRA POR EL CONTRATISTA	M2	Q 7.80
XVI TECHOS			
1	COLOCACION DE LAMINA GALVANIZADA INCLUYENDO CAPOTE	M2	Q 14.30
2	COLOCACION DE LAMINA DURALITA INCLUYENDO CAPOTE	M2	Q 18.53

CAMARA GUATEMALTECA DE LA CONSTRUCCION
DEPARTAMENTO DE ANALISIS ESTADISTICO
P.B.X. 27872727

PRECIOS DE MANO DE OBRA PAGADOS A DESTAJO EN LA CONSTRUCCION
PARA LA CIUDAD DE GUATEMALA
2006



No.	ETAPAS Y RENGLONES	Unidad	Promedio 2006
3	TENDALADO PARA COLOCACION DE MACHIMBRE	M2	Q 14.60
4	COLOCACION DE MACHIMBRE EN CIELOS	M2	Q 15.50
5	ENTRANQUILLADO EN CIELOS PARA PLYWOOD Y DURPANEL	M2	Q 9.13
6	COLOCACION DE PLYWOOD Y DURPANEL EN CIELOS	M2	Q 6.60
7	INSTALACION DE PERFILES DE ALUMINIO PARA CIELO FALSO, INCLUYE LA COLOCA- CION DE PIEZAS VARIADAS DE DUROPOR, PLYCEEM U OTRO MATERIAL.	M2	Q 59.40
XVII ARMADURAS:			
1	HACER ARMADURA No. 2	ML.	Q 0.30
2	HACER ARMADURA No. 3	ML.	Q 0.39
3	HACER ARMADURA No. 4	ML.	Q 0.53
4	HACER ARMADURA No. 5	ML.	Q 0.53
5	HACER ARMADURA No. 6	ML.	Q 0.84
6	HACER ARMADURA No. 8	ML.	Q 1.05
7	HACER ESTRIBOS No. 2 DE 15 X 15 Cms.	C/U	Q 0.36
8	HACER ESTRIBOS No. 3 DE 15 X 15 Cms.	C/U	Q 0.39
9	HACER ESTRIBOS No. 2 DE 30 X 30 Cms.	C/U	Q 0.58
10	HACER ESTRIBOS No. 3 DE 30 X 30 X Cms.	C/U	Q 0.85
11	HACER ESLABON No. 2	C/U	Q 0.26
12	HACER ESLABON No. 3	C/U	Q 0.25
13	ARMADURA P/LOSA C/HIERRO HASTA 3/8", ESPACIAMIENTO HASTA 10 Cms.	M2	Q 11.85
14	ARMADURA P/LOSA C/HIERRO HASTA 3/8", ESPACIAMIENTO DE 10 A 20 Cms.	M2	Q 10.40
15	ARMADURA P/LOSA C/HIERRO HASTA 3/8", ESPACIAMIENTO HASTA 20 Cms.	M2	Q 9.10
16	ARMADURA P/LOSA C/HIERRO DE 1/2" A 5/8", ESPACIAMIENTO HASTA 10 Cms.	M2	Q 21.13
17	ARMADURA P/LOSA C/HIERRO DE 1/2" A 5/8", ESPACIAMIENTO DE 10 A 20 Cms.	M2	Q 16.80
18	ARMADURA P/LOSA C/HIERRO DE 1/2" A 5/8", ESPACIAMIENTO HASTA 20 Cms.	M2	Q 14.63
19	ARMADURA P/LOSA C/HIERRO DE 3/4" A 1", ESPACIAMIENTO HASTA 10 Cms.	M2	Q 34.78
20	ARMADURA P/LOSA C/HIERRO DE 3/4" A 1", ESPACIAMIENTO DE 10 A 20 Cms.	M2	Q 29.58
21	ARMADURA P/LOSA C/HIERRO DE 3/4" A 1", ESPACIAMIENTO HASTA 20 Cms.	M2	Q 22.40
22	COSTILLAS DE 2 HIERROS CON ESLABON DE 1/4"	ML.	Q 1.89
23	ARMADURA DE 4 HIERROS CON ESTRIBO DE 1/4"	ML.	Q 3.61
24	ARMADO DE MUROS CON SISTEMA M2 PARA 1 NIVEL, INCLUYE PONER SABIETA	M2	Q 6.50
25	ARMADO DE MUROS CON SISTEMA M2 PARA 2 NIVELES, INCLUYE PONER SABIETA	M2	Q 7.80
26	ARMADO DE ENTREPISO CON SIST. M2 P/LUCES DE HASTA 4 MTS. INCLUYE SABIETA	M2	Q 6.25
27	ARMADO DE ENTREPISO CON SIST. M2 P/LUCES DE HASTA 6 MTS. INCLUYE SABIETA	M2	Q 6.50
28	ARMADO DE TECHOS CON SIST. M2 P/LUCES DE HASTA 4 MTS. INCLUYE SABIETA	M2	Q 6.50
29	ARMADO DE MUROS CON SISTEMA W PARA 1 NIVEL, INCLUYE PONER SABIETA	M2	Q 23.40
30	ARMADO DE MUROS CON SISTEMA W PARA 2 NIVELES, INCLUYE PONER SABIETA	M2	Q 26.00
31	ARMADO DE ENTREPISO CON SIST W P/LUCES DE HASTA 4 MTS. INCLUYE SABIETA	M2	Q 32.50
32	ARMADO DE TECHOS CON SIST.W PARA LUCES / DE HASTA 4 MTS. INCLUYE SABIETA	M2	Q 32.50
33	ARMADO DE ENTREPISOS CON SIST. MONOLIT VIGUETAS DE 3 A 6 MTS. + BOVEDILLA	M2	Q 35.75
34	ARMADO DE TECHOS CON SIST. MONOLIT VIGUETAS DE 3 A 6 MTS. + BOVEDILLA	M2	Q 39.00
ARMADURAS PARA VIGAS			
35	CON HIERRO DE 3/8" X VARILLA	ML	Q 0.88
36	CON HIERRO DE 1/2" X VARILLA	ML	Q 0.85
37	CON HIERRO DE 5/8" X VARILLA	ML	Q 1.24
38	CON HIERRO DE 3/4" X VARILLA	ML	Q 1.28
39	CON HIERRO DE 7/8" X VARILLA	ML	Q 1.70
40	CON HIERRO DE 1" X VARILLA	ML	Q 1.95
ARMADURAS PARA ZAPATAS			
41	CON HIERRO DE 1/4"	ML	Q 0.46
42	CON HIERRO DE 3/8"	ML	Q 0.61
43	CON HIERRO DE 1/2"	ML	Q 0.85
44	CON HIERRO DE 5/8"	ML	Q 1.07
45	CON HIERRO DE 3/4"	ML	Q 1.29
46	CON HIERRO DE 1"	ML	Q 1.68
XVIII PINTURA			
1	DE ACEITE EN CIELOS Y PAREDES CERNIDAS RUSTICAS 2 MANOS	M2	Q 5.20
2	DE ACEITE EN PAREDES LISAS DOS MANOS	M2	Q 5.55
3	DE HULE EN CIELOS Y PAREDES LISAS O CERNIDAS, DOS MANOS	M2	Q 5.20
4	DE CAL EN CIELOS Y PAREDES LISAS O CERNIDAS, DOS MANOS	M2	Q 4.88
5	DE ACEITE EN PUERTAS, UNA MANO DE FONDO Y DOS DE ESMALTE	M2	Q 11.25

CAMARA GUATEMALTECA DE LA CONSTRUCCION
 DEPARTAMENTO DE ANALISIS ESTADISTICO
 P.B.X. 27872727

PRECIOS DE MANO DE OBRA PAGADOS A DESTAJO EN LA CONSTRUCCION
 PARA LA CIUDAD DE GUATEMALA
 2006



No.	ETAPAS Y RENGLONES	Unidad	Promedio 2006
6	DE ACEITE O ESMALTE EN VENTANAS DE HIERRO, DOS MANOS DE C/ LADO	M2	Q 11.20
7	ACRILICA EN PUERTAS Y PORTONES A SOPLATE, CON FONDO Y 2 MANOS	M2	Q 16.20
8	DE MOLDURAS O ZOCALOS DE 6", DOS MANOS	ML	Q 6.85
XIX OTROS			
1	INSTALACION DE CONTADOR DE ELECTRICIDAD EN COLUMNA LIBRE	C/U	Q 78.00
2	INSTALACION DE TABLERO ELECTRICO DE 2 Y/ O MAS INTERRUPTORES.	C/U	Q 91.80
3	COLOCACION DE PUERTAS DE MADERA	C/U	Q 214.10
4	COLOCACION DE PUERTAS DE VIDRIO	C/U	Q 248.00
5	COLOCACION DE PUERTAS DE ALUMINIO	C/U	Q 242.63
6	COLOCACION DE VENTANAS DE MARCOS DE HIERRO	M2	Q 61.75
7	COLOCACION DE VENTANAS DE MARCOS DE ALUMINIO	M2	Q 58.50
8	COLOCACION DE BALCONES EN VENTANAS PRIMER NIVEL	M2	Q 61.75