



“Sistemas alternativos de construcción para vigas invertidas de fachada”

Proyecto de Título para optar al Título de Constructor Civil

Estudiante:
Sergio Besomi Molina

Profesor guía:
Nicolás Moreno Sepúlveda

Julio 2019
Santiago, Chile

Agradecimientos

A pesar del arduo proceso que viví durante mi periodo universitario, he podido superar los obstáculos que se me han ido presentando gracias a personas han estado a mi lado apoyándome durante el transcurso de estos años.

En primer lugar, agradecer a mi familia. A mis padres, que siempre sentí su apoyo en todo momento, y a mis hermanos, en especial a mi hermano mayor Marco, el que siempre tuvo muy buena disposición y sobre todo ganas de ayudarme en lo que ha sido esta última etapa de elaborar mi memoria.

Por otro lado, agradecerles a dos grandes amigos. Pablo Álvarez, compañero de universidad y gran amigo, que siempre estuvo acompañándome, tanto en los momentos malos como buenos, pero siempre con la intención de ayudar y aconsejar. En segundo lugar, agradecer a otro gran amigo mío, Clemente Yapur, el que también siempre tuvo una excelente disposición para ayudarme en el proceso de elaboración y redacción de la memoria.

Finalmente, pero no menos importante, agradecerle a mi profesor guía Nicolas Moreno, que desde el primer minuto que necesite su ayuda y sus correcciones estuvo muy atento y dispuesto a colaborar para que este proyecto fuera posible.

SOLO USO ACADÉMICO

Resumen

En esta memoria, se darán a conocer tres sistemas alternativos para construir vigas invertidas en fachadas de edificaciones en altura: vigas invertidas con moldajes tradicionales, con moldajes especiales y prefabricadas.

Cada uno de estos sistemas será estudiado y analizado para luego dar una descripción detallada sobre sus procedimientos, procesos, materiales utilizados, tiempos, costos, entre otras etapas.

Se identificarán los problemas que pueden producirse en la fachada, si es que los procesos no se llevan correctamente en cada sistema. También se nombrarán ejemplos constructivos de posibles inconvenientes en las fachadas si no se trabaja de manera adecuada.

Además, se analizarán tres obras con objetivo de ejemplificar el estudio. En cada una de estas, se trabaja con uno de los sistemas nombrados anteriormente. Luego se realizará un análisis de costos por cada sistema, con el objetivo de hacer una comparación económica.

Con todo lo mencionado, se identificarán las ventajas y desventajas, los riesgos asociados y la calidad final de cada sistema, para así, llegar a una conclusión clara y concreta. Sin embargo, las conclusiones pueden ser variables en ciertos casos constructivos, porque como sabemos, la construcción es un trabajo artesanal por lo que el error humano siempre es una opción a considerar.

SOLO USO ACADÉMICO

Summary

In this report, three alternative systems for building inverted beams on facades of buildings in height will be announced: inverted beams with traditional moldings, with special and prefabricated moldings.

Each of these systems will be studied and analyzed and then give a detailed description of their procedures, processes, materials used, times, costs, among other stages.

The problems that can occur in the facade will be identified, if the processes are not carried correctly in each system. Constructive examples of possible faults on the facades will also be named if the work is not done properly.

In addition, three works will be analyzed in order to exemplify the study. In each of these, one works with one of the systems named above. Then a cost analysis will be carried out for each system, with the aim of making an economic comparison.

With all the aforementioned, the advantages and disadvantages, the associated risks and the final quality of each system will be identified, in order to reach a clear and concrete conclusion. However, the conclusions can be variable in certain constructive cases, because as we know, construction is an artisanal work, so human error is always an option to consider.

Índice de contenidos

I.	Introducción.....	6
II.	Índice de imágenes	7
	a) Fotos	7
	b) Tablas	8
III.	Objetivos.....	9
	a) Objetivo General.....	9
	b) Objetivo Especifico	9
IV.	Antecedentes generales.....	10
	a) “El inicio del moldaje”	10
V.	Metodología	14
VI.	Desarrollo	15
	a) Identificación de problemas asociados a fachadas de edificio	15
	b) Descripción de sistemas constructivos de vigas invertidas	18
	1. Viga invertida con moldaje tradicional	18
	2. Viga invertida con moldaje especial.....	20
	3. Viga invertida con hormigón prefabricado.....	24
VII.	Presentación de casos	27
	a) Coronel Godoy (tradicional).....	27
	b) Obra General Amengual (Especial).....	29
	c) Laguna Centro (prefabricada).....	31
VIII.	Análisis de costos asociados a cada sistema constructivo.....	33
	a) Datos extraídos de obras.....	34
	b) Fotos vigas defectuosas	46
	c) Análisis precio unitario (PU).....	50
IX.	Ventajas y desventajas de cada sistema constructivo.....	56
	1. Tiempo de ejecución.....	56
	2. Riesgos asociados	56
	3. Costos	57
	4. Calidad	57
X.	Conclusiones.....	58
XI.	Referencias Bibliográficas.....	60

I.- Introducción

La construcción posee problemas que surgen a lo largo de las partidas y faenas que se presentan en terreno, debido a que es uno de los rubros más “artesanales” en la actualidad teniendo como principal fuente de trabajo: la mano de obra.

La construcción es un rubro complejo, por lo mismo en esta investigación nos remontaremos a sus orígenes con el objetivo de contextualizar y poder demostrar cómo han evolucionado tanto los materiales, como métodos y nuevas tecnologías, que han ido surgiendo con el tiempo y así, dar cuenta que la construcción posee un avance lento y progresivo en cuanto a sus procesos constructivos. Sin embargo, pese a la lentitud en el desarrollo de ciertas áreas, en otras han tenido la capacidad de adaptarse a la realidad y requerimientos de la sociedad actual.

Esta memoria tiene como finalidad en primer lugar, identificar los problemas que se presentan en las fachadas de edificios en obras ubicadas en Santiago de Chile, con énfasis en las vigas invertidas ubicadas en las fachadas. Y segundo, exponer soluciones en cuanto a tiempo, costo y logística. Dentro de las consideraciones constructivas a tener en cuenta para ejecutar las resoluciones de esta memoria se encuentran los tiempos de trabajo, los costos asociados y la logística.

Para el desarrollo de esta memoria, se definirá el significado de viga invertida y también los trabajos y esfuerzos que se realizan dentro de una edificación en altura. Además, se realizará una clasificación de soluciones para estas problemáticas, teniendo en consideración tres modelos: moldaje tradicional, el moldaje especial y las vigas invertidas de hormigón prefabricado.

Con el fin de lograr centrar la información obtenida y proyectos concretos, se presentarán ejemplos donde se utilizan vigas invertidas en obras de edificación en altura, siendo la Obra Coronel Godoy, la Obra General Amengual y la Obra Laguna Centro, de la Constructora Ebco, las seleccionadas para analizar y demostrar los procesos de pre y post ejecución de este sistema. Con los mismos ejemplos se demostrará si las soluciones más modernas, (moldaje especial y vigas de hormigón prefabricadas), tienen cabida en la construcción del mundo contemporáneo.

II.- Índice de imágenes

a) Imágenes

Reseña histórica:

1.1 Viviendas en la prehistoria.	10
1.2 Cultivos en la prehistoria.	11
1.3 Canteros medievales I.	11
1.4 Canteros medievales II.	12
1.5 Moldaje curvo.	13

VI.- Desarrollo:

1.6 Viga tradicional.	15
1.7 Viga invertida.	16
1.8 Viga invertida y tradicional.	18
1.9 Esquema moldaje especial.	20
1.10 Moldaje especial en terreno.	21
1.11 Grúa trasladando moldaje especial.	21
1.12 Moldaje especial, obra General Amengual.	22
1.13 Instalación moldaje especial obra General Amengual.	22
1.14 Moldaje especial instalado obra General Amengual.	22
1.15 Malla inferior e instalaciones, obra Laguna Centro.	24
1.16 Plano obra Laguna Centro.	25

VII.- Presentación de casos:

1.17 Viga prefabricada obra Laguna Centro.	26
1.18 Moldaje tradicional obra Coronel Godoy.	27
1.19 Junta viga/losa obra Coronel Godoy.	28
1.20 Moldaje especial instalado antes de hormigonar, obra General Amengual.	29
1.21 Fachada obra General Amengual.	30
1.22 Izaje viga prefabricada.	31
1.23 Viga prefabricada instalada.	32

VIII.- Análisis de costos asociados a cada sistema constructivo

1.24 Junta viga/losa obra Coronel Godoy.	46
1.25 Junta viga/muro defectuosa.	47
1.26 Desaplome junta viga/muro.	47

1.27 Reparación junta viga/muro.....	47
1.28 Barda mal terminada.....	48
1.29 Medición nivel de barda.	48
1.30 Albañil reparando barda.	49
1.31 Barda reparada.....	49

b) Tablas

2.1 Datos extraídos de obras Coronel Godoy y General Amengual.....	45
2.2 Ejecución viga con moldaje tradicional.....	50
2.3 Reparación viga con moldaje tradicional.	51
2.4 Maquillaje viga con moldaje tradicional.	51
2.5 Ejecución viga con moldaje especial.....	52
2.6 Reparación viga con moldaje especial.....	52
2.7 Maquillaje viga con moldaje especial.	53
2.8 Ejecución viga prefabricada.	53
2.9 Costo teórico vigas invertidas.	54
2.10 Costo reparación vigas invertidas.....	54
2.11 Costo maquillaje vigas invertidas.....	55
2.12 Resumen total costos.	55
2.13 PU (CLP/m2) Viga prefabricada.....	55

III.- OBJETIVOS

a) Objetivo General

- Difundir los diferentes sistemas alternativos para materializar vigas invertidas que presentan las fachadas en edificación en altura.

b) Objetivo Especifico

- Describir los problemas más importantes que presenta una fachada de edificación en altura.
- Describir el proceso constructivo de los tres sistemas alternativos de ejecución de viga invertida.
- Demostrar mediante un análisis técnico-económico de las soluciones, sus ventajas y desventajas.

SOLO USO ACADÉMICO

IV.- ANTECEDENTES GENERALES

Reseña Histórica

“El inicio del moldaje”

La construcción está catalogada en la historia como el soporte físico de la arquitectura en donde no consiste en el estudio de las formas ni de la creatividad en el diseño edificatorio, sino de las diferentes soluciones constructivas para que el proyecto tome el curso necesario. Esto con la finalidad de hacer tangible una idea arquitectónica o de diseño previamente expuesta.

Teniendo esto en consideración, el ser humano ha buscado constantemente su bienestar para mejorar sus condiciones de vida dentro del mundo, asumiendo que el bienestar físico es uno de los puntos más importantes que necesita el ser humano para su desarrollo.

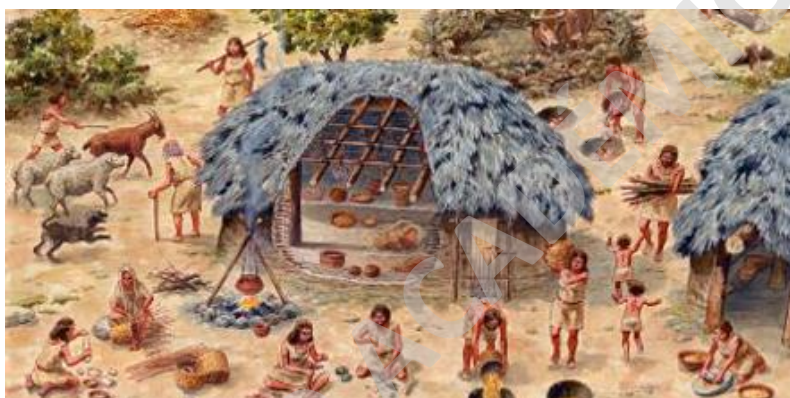


Foto 1.1: Viviendas en la prehistoria

Fuente: <http://mujericolas.blogspot.com/2016/03/erratas-de-genero-en-el-rol-de-las.html>

Es por esto, que el ser humano fue desarrollando desde la prehistoria diferentes habilidades que lo ayudaron a crecer dentro del mundo. Algunos partieron siendo cazadores, para poder llevar alimentos a sus familias. Otros fueron pescadores, que de la misma forma fueron abasteciendo de alimentos a sus familias para poder subsistir. Y por otro lado, se encontraban los constructores, quienes tenían la finalidad de poder entregar el confort necesario a sus familias para poder vivir en comunidades.

El arte de construir es un proceso lento y progresivo que se remonta a siglos pasados y va siendo traspasado de generación en generación, en donde poco a poco, van apareciendo nuevos métodos constructivos, que hacen que la construcción adquiera nuevas tecnologías y soluciones que favorezcan el crecimiento y desarrollo humano.

Las diferentes necesidades surgieron en las antiguas civilizaciones llevaron a considerar a la construcción como fundamental para sus vidas, ya que en la antigüedad la necesidad de cuidar cultivos, protegerse del clima y sobrevivir de los animales salvajes, se hizo cada vez más relevante.

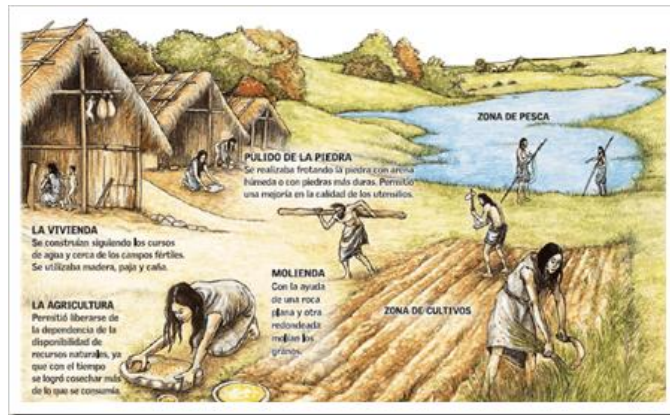


Foto 1.2: Cultivos en la prehistoria

Fuente: <https://sobrehistoria.com/prehistoria-sociedades-neoliticas-como-se-dio-la-invencion-de-la-agricultura/>

Es por esto por lo que poco a poco, se fueron perfeccionando los procesos constructivos. Al principio las viviendas que se construían no soportaban más de una estación del año y se derrumbaban porque no podían soportar su propio peso. Esto llevó a ir desarrollando diferentes habilidades forjadas por las nuevas generaciones, como, por ejemplo, el descubrimiento de la piedra en la Edad Media como materia prima. Esto fue fundamental para la construcción de sus castillos y viviendas, reemplazando así, a materiales como el adobe.



Foto 1.3: Canteros medievales

Fuente: http://www.catedralesgoticas.es/eni_caneros.php

Si se avanza en los años, nos vamos dando cuenta que la construcción tiene una gran gama de problemas que requieren diferentes soluciones, y que, gracias a las nuevas ideas y tecnologías que han ido surgiendo, se ha ido evolucionando para desarrollarnos como sociedad.

Una de las primeras y mejores soluciones que aparecieron con el transcurso de los años, fue el moldaje, encargado de dar la forma definitiva al hormigón. Con este método podemos

hacer diferentes tipos de arquitecturas y figuras, las que tienen como función darle a la ciudad o al pueblo, una condición estética diferenciada a la del resto.

Esta solución pasó a ser una de las faenas más importantes dentro de la construcción, ya que los arquitectos tienen la posibilidad de construir o diseñar las formas que ellos decidan, debido a que pueden construir o diseñar diferentes moldajes.

El moldaje es un tipo de construcción que está catalogado dentro del rubro como “provisoria”, ya que, al finalizar la faena de hormigonado, o ejecución del trabajo realizado, se desarma o descimbra. Destacar que, al finalizar el trabajo o proyecto, el moldaje igual tendrá un costo significativo en el presupuesto final del trabajo.



Foto 1.4: Canteros medievales

Fuente: [http: https://www.delanoldta.cl/moldajes-de-madera-y-metalicos/](https://www.delanoldta.cl/moldajes-de-madera-y-metalicos/)

La técnica mencionada tiene diferentes soluciones, las que hacen que esta partida dentro de la construcción no sea sencilla. Se debe hacer una buena planificación para que lo que se desee realizar, salga lo mejor posible.

Desde hace años, se fueron desarrollando y perfeccionando estas técnicas, llegando hoy a contar con una programación y planificación establecida, la que dentro del rubro de la construcción es una de las rutas más críticas.



Foto 1.5: Moldaje Curvo

Fuente: <http://www.ulmaconstruction.cl>

SOLO USO ACADÉMICO

V.- METODOLOGÍA

El objetivo principal de esta memoria es dar a conocer a la gente tres sistemas alternativos que pueden utilizarse a la hora de construir una viga invertida.

Para esto se ha ideado un plan de investigación el cual consta de hacer un trabajo detallado de recopilación de información, en donde se extrae principalmente de las obras de construcción que se verán más adelante, de la web y de conversaciones con profesionales dedicados al rubro de la construcción.

SOLO USO ACADÉMICO

VI.- DESARROLLO

a) IDENTIFICACION DE PROBLEMAS ASOCIADOS A FACHADAS DE EDIFICIOS

Una pregunta que motivó el desarrollo de esta tesis fue: ¿Por qué la obra gruesa en edificios generalmente no queda bien terminada inmediatamente y requiere reparaciones conocidas como maquillaje para poder recibir las terminaciones propias? Investigando y observando construcciones en desarrollo, determiné que en gran medida la terminación de las fachadas se ve afectada por la calidad de la terminación de la obra gruesa. Al investigar con mayor detalle, observé que diferentes sistemas de construcción generan distintos resultados en cuanto a calidad.

Considerando que las vigas son un elemento complejo de construir en fachadas y, además, son determinantes para el resultado final de la obra gruesa, es que decidí enfocar este estudio en el análisis de diferentes sistemas alternativos de construcción para vigas invertidas de fachada.

Por lo tanto, considerando que este trabajo se enfocará en vigas y, particularmente, en vigas invertidas, es importante aclarar ciertas definiciones:

- Viga tradicional: Es uno de los tres elementos típicos en diseño de cálculo estructura junto a losas y muros. Corresponde a un elemento constructivo horizontal, que usualmente se utiliza para sostener losas apoyándose sobre muros o columnas. Un ejemplo de viga tradicional se puede ver en la siguiente foto:

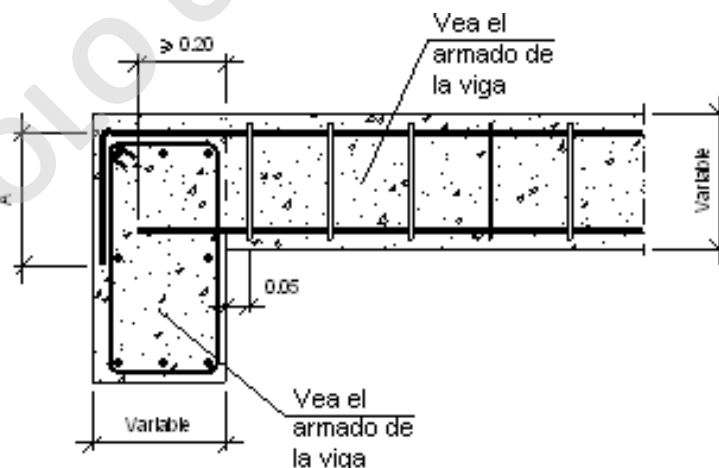


Foto 1.6: Viga Tradicional
Fuente: N°11 en bibliografía

- Viga invertida: Es equivalente a una viga tradicional, con la diferencia de que nace desde el nivel inferior de la losa tal como muestra la imagen siguiente:

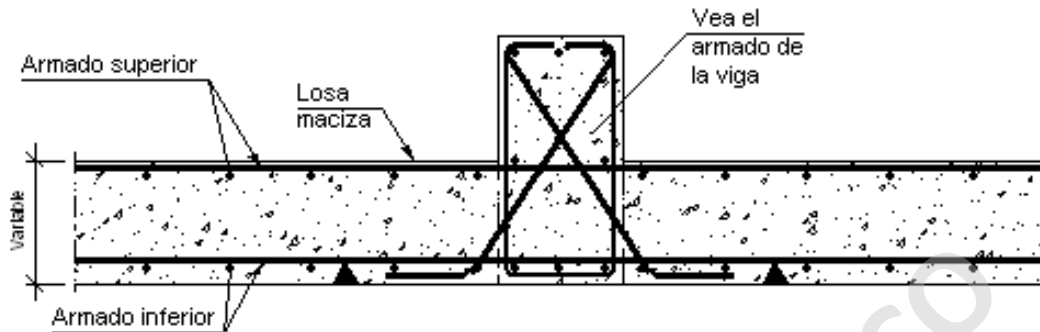


Foto 1.7: Viga invertida
Fuente: N° 12 en bibliografía

Es importante destacar una vez más que la construcción es una actividad artesanal donde el error humano siempre está presente. A pesar de que hay actividades repetitivas en un mismo proceso constructivo, la supervisión y la mano de obra especializada tiene una alta rotación, por lo que establecer estándares de calidad a veces se vuelve complejo. No podemos dejar de considerar este factor al momento de hablar de calidad en construcción o calidad en obra gruesa.

A continuación, se mencionarán algunos de los problemas que presenta una fachada de una obra de edificación, con la finalidad de ir acercándonos a nuestro tema propiamente tal: “Sistemas alternativos de construcción para vigas invertidas de fachada”.

- **PULIDO Y PICADO SUPERFICIAL**

El pulido y picado de las fachadas se produce, netamente por diferencias de plomos en rebalses de losa y moldaje de las vigas, quedando plintos que luego se deberán descarachar o picar según sea las medidas desfasada, además en los encuentros que no son herméticos filtra la lechada de la unión de hormigón fresco con el hormigón maduro de la losa, quedando la fachada con un “chorreo” de lechada que luego se deberá pulir, todo esto provoca;

- retraso en las partidas de revestimiento de fachada.
- costos asociados a una partida que se puede evitar.

- ALFEIZAR

El problema más típico del alfeizar, es que en obra gruesa no queda con sus pendientes necesarias para dirigir el agua, además que las alturas de llenado de la viga quedan rugosas y a un nivel que después se deben corregir, picando para posteriormente afinar y nivelar el alfeizar, con el moldaje especial se puede dejar con sus laterales a la altura necesaria para dejar el alfeizar a la medida que corresponde y la terminación de la barda queda lista en etapa de obra gruesa, ahorrando costos innecesarios de reparación de bardas para alfeizar.

- GÁRGOLAS

Las Gárgolas es una de las faenas que necesariamente deben dejarse listas en etapa de obra gruesa, para lograr una estanqueidad ideal y no tener filtraciones por los encuentros de gárgolas y hormigón, al no quedar la gárgola embebida en la obra gruesa, se hace necesario materializar la pasada con testiguera, o dejar la pasada con un tubo de PVC, para posteriormente instalar la gárgola.

Al realizar la pasada con testiguera tiene un costo adicional por pasada, valor unitario de esta actividad es de \$1000 por cm de pasada, teniendo en cuenta que las vigas promedio son de 20cm, y los edificios tipos tienen 150 terrazas y 100 logias. Hay un costo adicional de \$5.000.000 solo por concepto de pasadas, más la impermeabilización del emboquillado de esta, los costos por retiro del tubo de PVC son del mismo orden.

- CULATA

Las culatas de los edificios tienen una particularidad arquitectónica, son esenciales para dar la apariencia que tendrá la fachada del edificio, por este motivo es esencial que su verticalidad y línea quede con la calidad necesaria para no tener una fachada discontinua ni desaplomada, los encuentros de viga con muro, viga con losa y viga con elementos metálicos o de fachada por lo general tienen desaplomes y desfases, que se corrigen a un alto costo, además de quedar sombras marcadas, en los revestimientos productos de la reparación, si el revestimiento de la fachada fuere pintura provoca cambios de tono por las sombras que producen estas reparaciones aunque sean milimétricas.

b) DESCRIPCIÓN DE SISTEMAS CONSTRUCTIVOS DE VIGAS INVERTIDAS

Conversando con profesionales del rubro de la construcción, me percaté que los sistemas constructivos para vigas invertidas de fachadas que se usan con más frecuencia son:

1) VIGA INVERTIDA CON MOLDAJE TRADICIONAL (INDUSTRIAL)

Para iniciar el proceso constructivo de una viga invertida con moldaje tradicional o industrial, es necesario tomar en cuenta una serie de procesos previos y requerimientos que se mencionarán a continuación para que ésta se logre la terminación de la mejor manera posible.

Antes de iniciar con la construcción de la viga, debe estar finalizado el proceso de fraguado de losa, ya que se trabajará sobre ésta, luego se procede con la limpieza de nuestra armadura de viga ya instalada, para que la adherencia del fierro con el hormigón sea la óptima. Una vez finalizada la limpieza se comienza con el tratamiento de juntas, el cual consiste en “picar” la superficie de losa en donde va montada la viga con el fin de eliminar la lechada superficial, y así que la unión losa-viga tenga mayor adherencia entre ellas. Antes de continuar se procede a retirar los escombros que quedaron después del picado para poder trabajar lo más cómodamente posible.

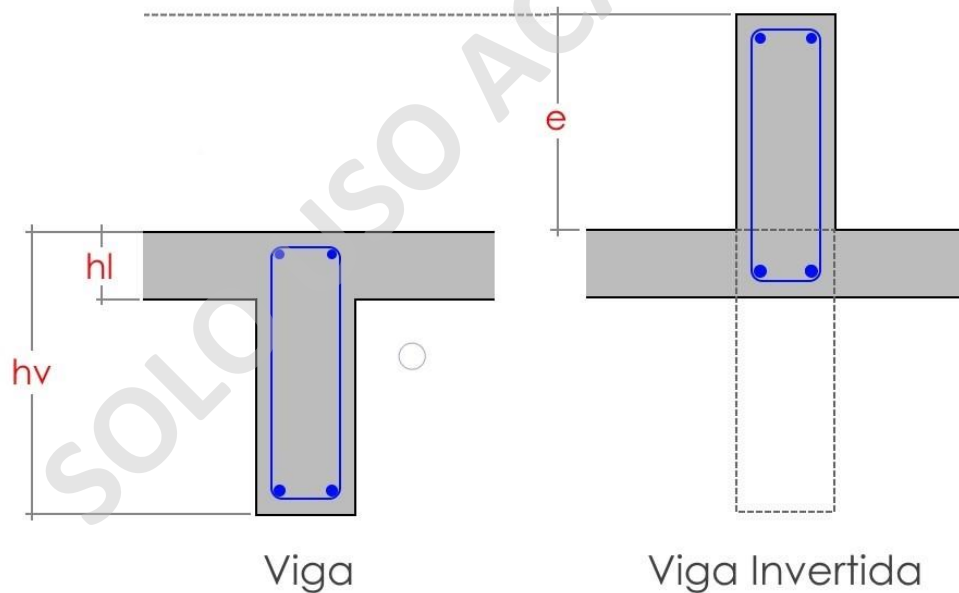


Foto 1.8: Viga invertida y tradicional

Fuente: N° 13 en bibliografía

Continuando con el tratamiento de viga, se deben colocar separadores en la armadura los cuales cumplen una función importante; que es lograr una separación de la estructura de acero con las paredes del moldaje (recubrimiento). Paralelamente a esto, como el moldaje no es a medida, se debe modular, limpiar y colocar líquido desmoldante correspondiente. Este último

es un agente químico, que se aplica en las superficies internas del moldaje, cuya función es generar una capa antiadherente, para evitar que el hormigón se adhiera a la superficie y facilite el descimbre. Los desmoldantes se aplican con rodillo, brocha o pulverizadores y antes de su aplicación se debe verificar que la superficie del moldaje esté seca y limpia. La aplicación de este es muy importante para la terminación del hormigón, y la aplicación en exceso no logra un mejor resultado.

Previo a proceder con la instalación del moldaje, se tiene que revisar en los planos si es que la viga lleva instalaciones (sanitarias, eléctricas). Acto seguido, se instala el moldaje, de acuerdo con los trazos y auxiliares correspondientes en los planos de trazado. Esta partida corresponde a la tarea de replantear, o sea, a transcribir lo que está señalado en los planos y plasmarlo en el terreno. Para ello se requieren elementos como, cercos de madera e instrumentos topográficos, tales como niveles y/o taquímetros. Con todos estos elementos podemos replantear en forma planimétrica y altimétrica nuestro proyecto de construcción.

Luego se procede a instalar el moldaje y este se debe aplomar de acuerdo con planos, instalando tensores metálicos (aplomadores) para esto. Estos últimos son elementos que se unen a los paneles, cuya función como se dijo anteriormente, es aplomar el moldaje mediante un sistema regulable, fijando uno de sus extremos en la losa.

Una vez ya aplomada la cara interna del moldaje se procede a colocar la cara externa. Acto seguido se instalan las “camisas” y posteriormente las “aguja”, esto para fijar el moldaje entre sí y evitar que el moldaje se reviente y que se produzca un desaplome.

Ya listo con los pasos anteriores, se puede empezar con el hormigonado de viga; a medida que se va llevando a cabo este proceso se debe ir vibrando; este es sumamente importante que se ejecute de buena manera, para que haya una buena y adecuada compactación del hormigón y no aparezcan “nidos”, los cuales requieren cierto tratamiento posteriormente.

El proceso de vibrado se debe hacer por capas en caso de ser necesario, introduciendo la sonda en forma rápida hasta la altura de la capa y el retiro se hace lento, de manera de eliminar las burbujas que quedan en la superficie.

El tratamiento de viga acaba en el momento de descimbrar, que es cuando el hormigón termina su etapa de fraguado y llega a su rigidez máxima.

Por último, veremos mediante este sistema, uno de los problemas frecuentes que se produce en las fachadas de los edificios al momento de descimbrar este tipo de vigas. Que es la junta de viga-losa; esta es difícil que quede con buenas terminaciones de fachada si es que no se trabaja de una manera adecuada y con responsabilidad.

Es usual que se produzca un desaplome en la junta (por mal instalación de moldaje), que quede con exceso de “caracha”, que quede manchada con lechada, y estéticamente se vea un trabajo deficiente. Esta deficiencia es un problema que, al momento de entrar en terminaciones de fachada, las constructoras se dan cuenta del gran trabajo y tiempo que es dejar la fachada de obra gruesa lista para empezar a darle sus terminaciones, en donde, en el capítulo siguiente enfatizaremos más en el tema.

2) VIGA INVERTIDA CON MOLDAJE ESPECIAL (A MEDIDA)

Para dar inicio al proceso constructivo de una viga invertida con moldaje especial (a medida); es necesario saber y tener en cuenta que hay ciertas diferencias importantes con el método anterior, en su forma de trabajar y sus procedimientos; los cuales mencionaremos a continuación.

Cabe decir que este tipo de moldaje es prefabricado, es decir, a la medida que se requiera en el proyecto a construir y reutilizable en lo que dure este. También es importante mencionar que, a diferencia del método tradicional, se puede hormigonar viga y losa a la vez lo que hace que sus procedimientos, métodos y resultados varíen.

Por otro lado, para que resulte el hormigonado de viga y losa a la vez, el moldaje especial debe tener dimensiones diferentes en sus caras, es decir, que la cara exterior va desde el nivel de losa inferior hasta el nivel superior de la viga; a su vez la cara interna va desde el nivel superior de losa hasta el nivel superior de la viga; esto hace que se puedan hormigonar simultáneamente los dos elementos.

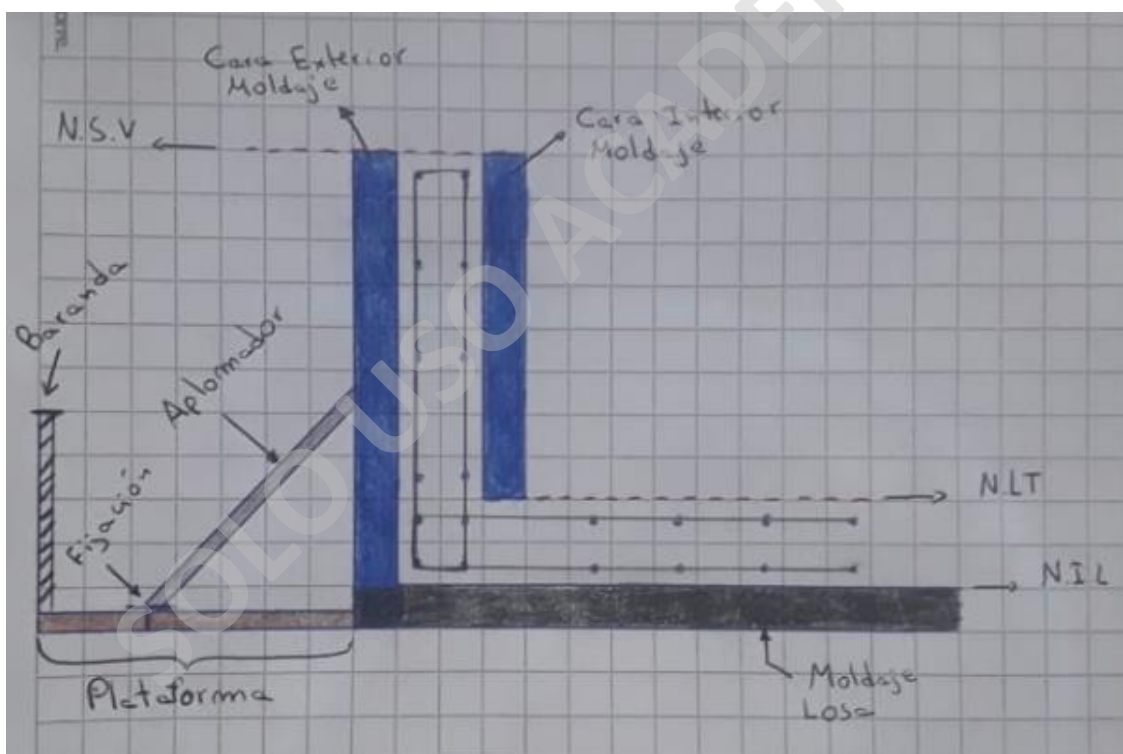


Foto 1.9: Esquema de obra
Fuente: Elaboración propia

N.S.V: Nivel superior viga
N.L.T: Nivel losa terminada
N.I.L: Nivel inferior losa

Para poder iniciar el proceso constructivo de la viga, deben estar listas las armaduras de losa y de viga. A medida que se van construyendo estas armaduras se van colocando los separadores e instalaciones correspondientes (sanitarias, eléctricas) a los planos. Luego se procede con la limpieza de estas armaduras para que exista una adecuada adhesión entre el fierro y el hormigón.

Continuando con el tratamiento, se debe empezar a armar el moldaje de viga en terreno, el cual consta de dos caras metálicas que se ajustan mediante unos “brazos” metálicos, para que posteriormente se lleve con la “pluma” al lugar correspondiente en la obra (ver foto N° 1.10).



Foto 1.10: Moldaje especial en terreno
Fuente: Elaboración propia



Foto 1.11: Grúa trasladando moldaje especial
Fuente: Elaboración propia

Para poder utilizar este método constructivo, se debe hacer una plataforma hacia el exterior del edificio, ya que este tipo de moldaje también lleva aplomadores, pero desde afuera hacia adentro; a diferencia del método tradicional que los aplomadores se fijaban en la losa para poder aplomar el moldaje. (Foto 1.12)



Foto 1.12: Moldaje especial Obra General Amengual
Fuente: Elaboración propia



Foto 1.13: Instalación Moldaje especial Obra Amengual
Fuente: Elaboración Propia

Ya instalado y aplomado el moldaje se debe colocar el desmoldante al moldaje para que se facilite el descimbre. Luego se comienza con el proceso de hormigonado, el cual en primer lugar se va rellenando y vibrando la losa y acto seguido la viga.



Foto 1.14: Moldaje especial instalado Obra Amengual
Fuente: Elaboración propia

Por último, se puede afirmar que al utilizar este sistema como corresponde y conscientemente, el problema que se produce al momento de descimbrar en la junta de viga-losa como se observó en el caso anterior, ya no existirá. A la vez, soluciona de gran manera por no decir en su totalidad, los problemas que se dan frecuentemente trabajando las vigas de manera tradicional (caracha, lechada, desaplome).

Al utilizar este tipo de solución de moldaje, el trabajo realizado en alguna obra de edificación debería ser más eficiente que de manera tradicional; en donde en el capítulo siguiente entraremos más en ese tema.

3) VIGA INVERTIDA CON HORMIGN PREFABRICADO

Para poder comenzar con el desarrollo constructivo de una viga invertida con hormigón prefabricado, es importante saber que los métodos, procesos y resultados son completamente distintos a los sistemas constructivos de vigas mencionados anteriormente.

Como bien dice su nombre, es una “viga prefabricada” lo cual significa que la viga se construye en alguna planta de hormigón prefabricado con todos los requerimientos que aparezcan en los planos de su respectivo proyecto. Las vigas al estar listas son despachadas a sus obras, en donde se dejan provisoriamente en algún lugar estratégico de esta.

Antes de comenzar con la instalación de viga, es necesario saber los procesos constructivos previos.

Luego de instalar el moldaje de losa mediante placas fenólicas, se procede con la faena de trazado de losa. Inmediatamente se inicia con la instalación de la malla inferior; a medida que va avanzando la enfierradura, se puede comenzar a emplazar las instalaciones (sanitaria, eléctrica) según planos correspondientes.



Foto 1.15: Malla inferior e instalaciones. Laguna Centro
Fuente: Elaboración propia

Ya instalada la primera malla, se procede a instalar alzaprimas de refuerzo en el lugar en donde se apoyará la viga. La cantidad de alzaprimas que se deben colocar será estudiada por el calculista y especificado en los planos de estructura.

Es primordial mencionar que las placas fenólicas salen un metro hacia afuera del edificio, dándole espacio a los respectivos trabajadores para llevar a cabo adecuadamente esta faena. Teniendo la superficie limpia y reforzada, ingresa el equipo de carpinteros a instalar la seguridad provisoria en el perímetro.



Foto 1.16: Plano Laguna Centro

Fuente: Constanza Suarez. Profesional de terreno Laguna Centro

● Alzaprimas

Antes de empezar con el proceso de instalación de viga, el supervisor o capataz, debe asegurar que las áreas en donde se realizarán las maniobras de izaje del elemento prefabricado e instalación no exista personal expuesto, a menos que este instruido y sea parte de esta maniobra. El capataz llevará a cabo esta maniobra con dos rigger, uno en la zona de prefabricados (desde donde se realizará el traslado) y el otro en el sector de postura del prefabricado.

Previo al traslado se deben chequear los elementos que se utilizarán para el izaje y líneas de vida afianzadas con prensas especiales (prensa Crosby), en el lugar donde se instalará el prefabricado. La línea de vida debe estar instalada a 1,5 m. desde el borde de la losa hasta el interior.

El prefabricado (viga/balcón) debe estar libre de escombros o material que pueda desprenderse de él cuando este se encuentre elevado. El rigger, debe instalar las cadenas de izaje, de maneja segura y nivelada, para evitar movimientos bruscos de la carga y evitar además que estos se dañen. Se deben colocar cuatro pernos cáncamos en las perforaciones respectivas de la viga, luego se procederá a la instalación de eslingas o cadenas (previamente chequeadas) en los cáncamos y por último se pondrán los “vientos” en los extremos del balcón.



Foto 1.17: Viga Prefabricada

Fuente: Constanza Suarez. Profesional de terreno Laguna Centro

Al momento del izaje, se debe observar desde el punto de vista seguridad, que no existan personas por donde se hará la operación. A continuación, el rigger designado para dirigir las maniobras, dará instrucciones al operador de la grúa correspondiente, para que eleve el balcón, sólo lo levantara 1m. de altura para verificar la resistencia del prefabricado, los elementos de izaje y constatar que esté todo en forma correcta para trasladar el elemento al lugar donde se necesita instalar.

El rigger debe asegurarse que se cumplan todos los protocolos para la elevación de carga (informar al personal cercano sobre la maniobra que se está realizando a través de su silbato), manteniendo en todo momento comunicación radial con el operador de la grúa, para indicarle el camino de desplazamiento de carga más conveniente (libre de circulación peatonal).

En la losa de avance se encontrará el jefe de obra o capataz para recibir la viga junto a dos ayudantes, los trabajadores deben estar afianzados con su cabo de vida a la línea de vida. Una vez que el balcón prefabricado se encuentre posicionado para su instalación, los ayudantes tomarán los vientos y dirigirán la estructura hacia el interior del edificio. Se deberá mantener siempre limpia la zona de trabajo para evitar con ello tropezones o caídas del personal que realiza los trabajos.

Una vez realizado esto, el jefe de terreno o capataz dará indicaciones radiales al operador de grúa para que descienda la carga a su posición final. Cuando la viga ya está en su lugar, el trazador dibuja la viga en la placa, se posiciona y luego se retiran los cáncamos quedando la viga apoyada completamente. Posteriormente se acercarán los enfierradores afianzados a la línea de vida, a unir las “pasadas” de fierro que posee el balcón con la losa y muros del edificio. Paralelamente a esto se debe ir realizando la segunda malla de la enfierradura de la losa. Al finalizar la enfierradura se puede proceder con el hormigonado, el cual tiene su proceso de fraguado y endurecimiento normal.

De acuerdo con lo investigado, se concluye que mediante este sistema de prefabricado se puede notar una gran diferencia con los sistemas mencionados anteriormente. Ya sea en su proceso, método, como también su resultado final. Cabe destacar que con este sistema de prefabricado no existirá ninguno de los problemas mencionados en los métodos anteriores (viga invertida con moldaje tradicional y especial).

VII.- PRESENTACION DE CASOS

Para efectuar un análisis práctico de distintas soluciones de vigas invertidas, se visitaron tres obras donde se utilizaron los diferentes sistemas mencionados. En cada una de ellas se levantaron el máximo de antecedentes respecto a la velocidad de construcción, cantidad de material y recursos que se utilizan en reparaciones de las vigas.

a) Obra Coronel Godoy

Ubicación: Coronel Godoy 129

Constructora: EBCO SA

Fecha inicio: 2017

Fecha término: 2020

En el edificio Coronel Godoy, se utilizó el sistema que denominamos tradicional para la construcción de vigas invertidas de balcones o terrazas tal como muestra la siguiente imagen:



Foto 1.18: Moldaje tradicional. Obra Coronel Godoy
Fuente: Elaboración propia

En la imagen se aprecia el moldaje tradicional que al ser hormigonado y descimbrado da como resultado una viga invertida que se puede apreciar a continuación:



Foto 1.19: Junta viga/losa. Obra Coronel Godoy
Fuente: Elaboración propia

Se puede apreciar que se marca la junta de la cabeza de losa y la viga invertida, como resultado de un proceso de hormigonado en dos etapas: primero la losa y luego la viga. Además, el escape de la lechada y “caracha” obliga a ejecutar una actividad adicional de limpieza y reparación previa al maquillaje propio de la terminación, antes de recibir el revestimiento final (pintura, martelina, revestimiento, etc). Por otra parte, la fachada que queda expuesta se ve mal terminada.

Para la obra Coronel Godoy, el moldaje utilizado fue industrial, es decir, era necesario moverlo con grúa. De acuerdo con la información entregada por el jefe de terreno de la obra, necesitaban instalar entre tres y cuatro vigas al día, para lograr el avance requerido por programa de obra. El tiempo de ejecución de la actividad variaba entre tres y cuatro horas.

Como se comentó anteriormente, cuando se utiliza un sistema tradicional, es usual que se realicen reparaciones posteriores. Los materiales y recursos que se utilizan para esta actividad son: disco de corte para piedra, aditivo promotor de adherencia, mortero de reparación y mano de obra (jornales). En el desarrollo de la memoria se profundizará en los costos asociados en el proceso mencionado.

b) Obra General Amengual

Ubicación: Amengual 102

Constructora: EBCO SA

Fecha inicio: 2017

Fecha término: 2020

En la faena del edificio en General Amengual se utilizó el sistema que denominamos “especial”, para la construcción de vigas invertidas de balcones o terrazas tal como muestra la siguiente imagen:



Foto 1.20: Moldaje especial instalado antes de hormigonar. Obra General Amengual
Fuente: Elaboración propia

En la imagen se aprecia el moldaje especial que, al ser hormigonado y descimbrado, da como resultado una viga invertida que se puede apreciar a continuación:



Foto 1.21: Fachada obra General Amengual
Fuente: Elaboración propia

Observando la imagen anterior se puede percibir claramente que la junta entre la viga-losa utilizando este sistema no existe. Por otro lado, la calidad de la terminación de la viga es superior a la terminación mostrada en foto (1.19) correspondiente a la obra Coronel Godoy.

Como se mencionó anteriormente, para esta obra se utilizó el moldaje especial, el cual fue ensamblado y armado en terreno, para que luego la grúa (pluma) lo trasladara a su lugar correspondiente para poder comenzar con el hormigonado.

De acuerdo con lo conversado con el jefe de terreno de la obra, el profesional Christian Pino, en General Amengual se instalan en promedio cuatro vigas diarias que son alrededor de 28 metros lineales aproximadamente. Estas se logran instalar entre 30 y 45 minutos, por lo que existe una gran diferencia de tiempo entre este método y el tradicional.

Se puede observar que, a pesar de utilizar este método especial, igual se observan algunas falencias que no deberían existir. Se ven los muros levemente manchados con algo de lechada y caracha, que por más leve que sean, no deberían existir. Esto sucede porque como se mencionó en puntos anteriores la construcción, es una actividad artesanal en donde el error humano siempre puede estar presente. Por otro lado, también existe una constante rotación de personas, lo que hace muy difícil establecer estándares de calidad de excelencia.

En caso de que se necesite algún tipo de reparación, los materiales que se deben utilizar son similares a los del método tradicional.

Si es que este sistema se utilizara de forma ideal, cuidando los detalles constructivos, no se debería tener ningún inconveniente adicional de limpieza y reparación. Por lo tanto, el balcón estaría listo para recibir el maquillaje correspondiente propio a la terminación y luego su revestimiento final. Se profundizará en los costos asociados en el siguiente capítulo.

c) Obra Laguna Centro

Ubicación: Vicuña Mackenna 3030

Constructora: EBCO SA

Fecha inicio: 2016

Fecha término: 2019

En la obra de Laguna Centro se utilizó el sistema prefabricado para la construcción de vigas invertidas de balcones o terrazas tal como muestra la siguiente imagen:



Foto 1.22: Izaje viga Prefabricada

Fuente: Constanza Suarez. Profesional de terreno Laguna Centro

En la siguiente imagen se aprecia el método prefabricado que, al ser hormigonado y descimbrado da como resultado una viga invertida que se puede apreciar a continuación:



Foto 1.23: Viga prefabricada instalada
Fuente: Constanza Suarez. Profesional de terreno Laguna Centro

Analizando la imagen anterior, se puede observar que la viga prefabricada está en perfecto estado y no posee ninguna de las imperfecciones de los métodos anteriores. La calidad es considerablemente mayor.

El balcón prefabricado viene listo y en perfectas condiciones, listo para ser instalado en su lugar correspondiente. Es importante mencionar que este elemento está exento de los adicionales de limpieza y reparación. Por lo que el balcón estaría apto para recibir el maquillaje correspondiente según la terminación y su revestimiento final.

En este caso, al ser una viga prefabricada, no requiere reparación posterior. Se profundizará en los costos asociados en el siguiente capítulo.

VIII.- ANALISIS DE COSTOS ASOCIADOS A CADA SISTEMA CONSTRUCTIVO

En los capítulos anteriores se ha discutido respecto del análisis técnico de cada sistema constructivo, entendiendo cómo funciona cada uno y revisando en terreno la aplicación de éstos, en cuanto a velocidad de ejecución y calidad final del elemento hormigonado.

En este capítulo se busca hacer una comparación económica en cuanto a los costos asociados a cada sistema constructivo. Los datos utilizados fueron tomados en las obras descritas en el capítulo anterior respecto a sus tipologías (MT: método tradicional y ME: método especial).

Para cada obra se buscó evaluar la cantidad de elementos defectuosos a reparar en segunda etapa. El mayor porcentaje de terminaciones defectuosas propias del uso de una u otra metodología se dan en: la unión de viga/muro, la unión de viga/losa y la barda. Es por esto que la toma de datos se enfocó en medir los centímetros defectuosos que implique reparaciones y/o maquillaje.

Los sistemas de reparación fueron considerados como las imperfecciones en uniones que se generan en viga/losa y viga/muro, ya que la solución implica el uso de discos de corte y roto-martillo para el puntereo.

En las obras evaluadas, los problemas asociados a la barda fueron solucionados sólo con maquillaje, es decir, aplicando un aditivo de adherencia y mortero de reparación.

El maquillaje es aplicado para cada una de las imperfecciones detectadas: unión viga/losa, unión viga/muro y barda.

a)

Datos:

N°	Pro- yecto	Pi- so	Ti- pol.	N° dpto.	Largo de viga (cm)	H de viga (cm)	Cantidad defectuosa (cm)			Porcentaje defectuoso (%)			Super- ficie m2	Maqui- llaje ml	Repara- ción ml
							Viga/ losa	Viga/ muro	Bar- da	Viga/ losa	Viga/ muro	Bar- da			
1	C. Godoy	5	MT	6	322	43	322	40	50	100%	47%	16%	1,38	5,00	2,330
2	C. Godoy	5	MT	5	280	43	280	0	24	100%	0%	9%	1,20	4,00	1,680
3	C. Godoy	5	MT	4	322	43	322	40	10	100%	47%	3%	1,38	4,00	2,330
4	C. Godoy	5	MT	3	364	43	364	58	70	100%	67%	19%	1,57	5,00	2,760
5	C. Godoy	5	MT	2	322	43	322	0	22	100%	0%	7%	1,38	4,00	1,930
6	C. Godoy	5	MT	1	280	43	280	0	20	100%	0%	7%	1,20	4,00	1,680
7	C. Godoy	6	MT	13	364	43	364	15	30	100%	17%	8%	1,57	5,00	2,330
8	C. Godoy	6	MT	12	322	43	322	20	82	100%	23%	25%	1,38	5,00	2,130
9	C. Godoy	6	MT	11	322	43	322		32	100%	0%	10%	1,38	4,00	1,930
10	C. Godoy	6	MT	10	322	43	322	0	69	100%	0%	21%	1,38	5,00	1,930
11	C. Godoy	6	MT	9	322	43	322	0	40	100%	0%	12%	1,38	4,00	1,930
12	C. Godoy	6	MT	8	322	43	322	0	36	100%	0%	11%	1,38	4,00	1,930
13	C. Godoy	6	MT	7	322	43	322	0	45	100%	0%	14%	1,38	5,00	1,930
14	C. Godoy	6	MT	6	322	43	322	0	60	100%	0%	19%	1,38	5,00	1,930

N°	Pro- yecto	Pi- so	Ti- pol.	N° dpto.	Largo de viga (cm)	H de viga (cm)	Cantidad defectuosa (cm)			Porcentaje defectuoso (%)			Super- ficie m2	Maqui- llaje ml	Repara- ción ml
							Viga/ losa	Viga/ muro	Bar- da	Viga/ losa	Viga/ muro	Bar- da			
15	C. Godoy	6	MT	5	280	43	280	0	35	100%	0%	13%	1,20	4,00	1,680
16	C. Godoy	6	MT	4	322	43	322	20	86	100%	23%	27%	1,38	5,00	2,130
17	C. Godoy	6	MT	3	364	43	364	0	40	100%	0%	11%	1,57	5,00	2,180
18	C. Godoy	6	MT	2	322	43	322	0	58	100%	0%	18%	1,38	5,00	1,930
19	C. Godoy	6	MT	1	280	43	280	0	80	100%	0%	29%	1,20	4,00	1,680
20	C. Godoy	7	MT	13	364	43	364	50	15	100%	58%	4%	1,57	5,00	2,680
21	C. Godoy	7	MT	12	322	43	322	15	20	100%	17%	6%	1,38	4,00	2,080
22	C. Godoy	7	MT	11	322	43	322	0	50	100%	0%	16%	1,38	5,00	1,930
23	C. Godoy	7	MT	10	322	43	322	45	24	100%	52%	7%	1,38	4,00	2,380
24	C. Godoy	7	MT	9	322	43	322	40	10	100%	47%	3%	1,38	4,00	2,330
25	C. Godoy	7	MT	8	322	43	322	70	70	100%	81%	22%	1,38	5,00	2,630
26	C. Godoy	7	MT	7	322	43	322	45	22	100%	52%	7%	1,38	4,00	2,380
27	C. Godoy	7	MT	6	322	43	322	35	20	100%	41%	6%	1,38	4,00	2,280
28	C. Godoy	7	MT	5	280	43	280	60	30	100%	70%	11%	1,20	4,00	2,280

N°	Pro- yecto	Pi- so	Ti- pol.	N° dpto.	Largo de viga (cm)	H de viga (cm)	Cantidad defectuosa (cm)			Porcentaje defectuoso (%)			Super- ficie m2	Maqui- llaje ml	Repara- ción ml
							Viga/ losa	Viga/ muro	Bar- da	Viga/ losa	Viga/ muro	Bar- da			
29	C. Godoy	7	MT	4	322	43	322	45	50	100%	52%	16%	1,38	5,00	2,380
30	C. Godoy	7	MT	3	364	43	364	0	24	100%	0%	7%	1,57	5,00	2,180
31	C. Godoy	7	MT	2	322	43	322	30	10	100%	35%	3%	1,38	4,00	2,230
32	C. Godoy	7	MT	1	280	43	280	45	70	100%	52%	25%	1,20	4,00	2,130
33	C. Godoy	8	MT	13	364	43	364	0	22	100%	0%	6%	1,57	5,00	2,180
34	C. Godoy	8	MT	12	322	43	322	25	20	100%	29%	6%	1,38	4,00	2,180
35	C. Godoy	8	MT	11	322	43	322	30	30	100%	35%	9%	1,38	4,00	2,230
36	C. Godoy	8	MT	10	322	43	322	25	10	100%	29%	3%	1,38	4,00	2,180
37	C. Godoy	8	MT	9	322	43	322	40	24	100%	47%	7%	1,38	4,00	2,330
38	C. Godoy	8	MT	8	322	43	322	40	10	100%	47%	3%	1,38	4,00	2,330
39	C. Godoy	8	MT	7	322	43	322	35	30	100%	41%	9%	1,38	4,00	2,280
40	C. Godoy	8	MT	6	322	43	322	35	50	100%	41%	16%	1,38	5,00	2,280
41	C. Godoy	8	MT	5	280	43	280	70	15	100%	81%	5%	1,20	4,00	2,380
42	C. Godoy	8	MT	4	322	43	322	40	30	100%	47%	9%	1,38	4,00	2,330

N°	Proyecto	Piso	Tipol.	N° dpto.	Largo de viga (cm)	H de viga (cm)	Cantidad defectuosa (cm)			Porcentaje defectuoso (%)			Superficie m2	Maquillaje ml	Reparación ml
							Viga/losa	Viga/muro	Bar-da	Viga/losa	Viga/muro	Bar-da			
43	C. Godoy	8	MT	3	364	43	364	0	70	100%	0%	19%	1,57	5,00	2,180
44	C. Godoy	8	MT	2	322	43	322	30	22	100%	35%	7%	1,38	4,00	2,230
45	C. Godoy	8	MT	1	280	43	280	80	70	100%	93%	25%	1,20	4,00	2,480
46	C. Godoy	9	MT	13	364	43	364	0	10	100%	0%	3%	1,57	5,00	2,180
47	C. Godoy	9	MT	12	322	43	322	30	80	100%	35%	25%	1,38	5,00	2,230
48	C. Godoy	9	MT	11	322	43	322	40	86	100%	47%	27%	1,38	5,00	2,330
49	C. Godoy	9	MT	10	322	43	322	70	10	100%	81%	3%	1,38	4,00	2,630
50	C. Godoy	9	MT	9	322	43	322	35	20	100%	41%	6%	1,38	4,00	2,280
51	C. Godoy	9	MT	8	322	43	322	80	40	100%	93%	12%	1,38	4,00	2,730
52	C. Godoy	9	MT	7	322	43	322	25	58	100%	29%	18%	1,38	5,00	2,180
53	C. Godoy	9	MT	6	322	43	322	30	35	100%	35%	11%	1,38	4,00	2,230
54	C. Godoy	9	MT	5	280	43	280	45	22	100%	52%	8%	1,20	4,00	2,130
55	C. Godoy	9	MT	4	322	43	322	40	24	100%	47%	7%	1,38	4,00	2,330
56	C. Godoy	9	MT	3	364	43	364	45	20	100%	52%	5%	1,57	5,00	2,630

N°	Pro- yecto	Pi- so	Ti- pol.	N° dpto.	Largo de viga (cm)	H de viga (cm)	Cantidad defectuosa (cm)			Porcentaje defectuoso (%)			Super- ficie m2	Maqui- llaje ml	Repara- ción ml
							Viga/ losa	Viga/ muro	Bar- da	Viga/ losa	Viga/ muro	Bar- da			
57	C. Godoy	9	MT	2	322	43	322	40	50	100%	47%	16%	1,38	5,00	2,330
58	C. Godoy	9	MT	1	280	43	280	40	20	100%	47%	7%	1,20	4,00	2,080
59	C. Godoy	7	MT	12	316	43	316	40	70	100%	47%	22%	1,36	5,00	2,300
60	C. Godoy	7	MT	11	326	43	326	43	22	100%	50%	7%	1,40	4,00	2,390
61	C. Godoy	7	MT	10	372	43	372	43	20	100%	50%	5%	1,60	5,00	2,660
62	C. Godoy	7	MT	9	321	43	321	15	30	100%	17%	9%	1,38	4,00	2,080
63	C. Godoy	7	MT	8	321	43	321	35	10	100%	41%	3%	1,38	4,00	2,280
64	C. Godoy	7	MT	7	326	43	326	43	24	100%	50%	7%	1,40	4,00	2,390
65	C. Godoy	7	MT	6	372	43	372	43	10	100%	50%	3%	1,60	5,00	2,660
66	C. Godoy	7	MT	5	316	43	316	43	30	100%	50%	9%	1,36	4,00	2,330
67	C. Godoy	7	MT	4	372	43	372	43	82	100%	50%	22%	1,60	5,00	2,660
68	C. Godoy	7	MT	3	316	43	316	43	32	100%	50%	10%	1,36	4,00	2,330
69	C. Godoy	7	MT	2	262	43	262	43	69	100%	50%	26%	1,13	4,00	2,000
70	C. Godoy	7	MT	1	744	43	744	43	40	100%	50%	5%	3,20	9,00	4,890

N°	Pro- yecto	Pi- so	Ti- pol.	N° dpto.	Largo de viga (cm)	H de viga (cm)	Cantidad defectuosa (cm)			Porcentaje defectuoso (%)			Super- ficie m2	Maqui- llaje ml	Repara- ción ml
							Viga/ losa	Viga/ muro	Bar- da	Viga/ losa	Viga/ muro	Bar- da			
71	C. Godoy	8	MT	11	326	43	326	20	36	100%	23%	11%	1,40	4,00	2,160
72	C. Godoy	8	MT	10	372	43	372	35	45	100%	41%	12%	1,60	5,00	2,580
73	C. Godoy	8	MT	9	321	43	321	43	60	100%	50%	19%	1,38	5,00	2,360
74	C. Godoy	8	MT	8	321	43	321	40	35	100%	47%	11%	1,38	4,00	2,330
75	C. Godoy	8	MT	7	326	43	326	18	86	100%	21%	26%	1,40	5,00	2,140
76	C. Godoy	8	MT	6	372	43	372	43	40	100%	50%	11%	1,60	5,00	2,660
77	C. Godoy	8	MT	5	316	43	316	30	58	100%	35%	18%	1,36	5,00	2,200
78	C. Godoy	8	MT	4	372	43	372	35	80	100%	41%	22%	1,60	5,00	2,580
79	C. Godoy	8	MT	3	316	43	316	35	32	100%	41%	10%	1,36	4,00	2,250
80	C. Godoy	8	MT	2	262	43	262	35	69	100%	41%	26%	1,13	4,00	1,920
81	C. Godoy	8	MT	1	744	43	744	43	40	100%	50%	5%	3,20	9,00	4,890
82	Amen- gual	9	ME	12	316	43	0	43	36	0%	50%	26%	1,36	4,00	0,430
83	Amen- gual	9	ME	11	326	43	0	10	45	0%	12%	10%	1,40	5,00	0,100
84	Amen- gual	9	ME	10	372	43	0	10	22	0%	12%	19%	1,60	5,00	0,100

N°	Proyecto	Piso	Tipol.	N° dpto.	Largo de viga (cm)	H de viga (cm)	Cantidad defectuosa (cm)			Porcentaje defectuoso (%)			Superficie m2	Maquillaje ml	Reparación ml
							Viga/losa	Viga/muro	Bar-da	Viga/losa	Viga/muro	Bar-da			
85	Amen-gual	9	ME	9	321	43	0	40	20	0%	47%	12%	1,38	4,00	0,400
86	Amen-gual	9	ME	8	321	43	0	43	30	0%	50%	11%	1,38	4,00	0,430
87	Amen-gual	9	ME	7	326	43	0	30	10	0%	35%	14%	1,40	4,00	0,300
88	Amen-gual	9	ME	6	372	43	0	35	0	0%	41%	16%	1,60	5,00	0,350
89	Amen-gual	9	ME	5	316	43	0	20	0	0%	23%	11%	1,36	4,00	0,200
90	Amen-gual	9	ME	4	372	43	0	43	25	0%	50%	23%	1,60	5,00	0,430
91	Amen-gual	9	ME	3	316	43	0	43	0	0%	50%	13%	1,36	4,00	0,430
92	Amen-gual	9	ME	2	262	43	0	43	30	0%	50%	22%	1,13	4,00	0,430
93	Amen-gual	9	ME	1	744	43	0	43	0	0%	50%	11%	3,20	8,00	0,430
94	Amen-gual	10	ME	12	316	43	0	43	0	0%	50%	0%	1,36	4,00	0,430
95	Amen-gual	10	ME	11	326	43	0	43	0	0%	50%	0%	1,40	4,00	0,430
96	Amen-gual	10	ME	10	372	43	0	0	25	0%	0%	7%	1,60	5,00	0,000
97	Amen-gual	10	ME	9	321	43	0	43	0	0%	50%	0%	1,38	4,00	0,430
98	Amen-gual	10	ME	8	321	43	0	15	30	0%	17%	9%	1,38	4,00	0,150

N°	Proyecto	Piso	Tipol.	N° dpto.	Largo de viga (cm)	H de viga (cm)	Cantidad defectuosa (cm)			Porcentaje defectuoso (%)			Superficie m2	Maquillaje ml	Reparación ml
							Viga/losa	Viga/muro	Bar-da	Viga/losa	Viga/muro	Bar-da			
99	Amen-gual	10	ME	7	326	43	0	40	50	0%	47%	15%	1,40	5,00	0,400
100	Amen-gual	10	ME	6	372	43	0	40	24	0%	47%	6%	1,60	5,00	0,400
101	Amen-gual	10	ME	5	316	43	0	35	10	0%	41%	3%	1,36	4,00	0,350
102	Amen-gual	10	ME	4	372	43	0	43	70	0%	50%	19%	1,60	5,00	0,430
103	Amen-gual	10	ME	3	316	43	0	43	22	0%	50%	7%	1,36	4,00	0,430
104	Amen-gual	10	ME	2	262	43	0	15	20	0%	17%	8%	1,13	4,00	0,150
105	Amen-gual	10	ME	1	744	43	0	43	30	0%	50%	4%	3,20	9,00	0,430
106	Amen-gual	11	ME	12	316	43	0	30	10	0%	35%	3%	1,36	4,00	0,300
107	Amen-gual	11	ME	11	326	43	0	0	12	0%	0%	4%	1,40	4,00	0,000
108	Amen-gual	11	ME	10	372	43	0	40	25	0%	47%	7%	1,60	5,00	0,400
109	Amen-gual	11	ME	9	321	43	0	20	0	0%	23%	0%	1,38	4,00	0,200
110	Amen-gual	11	ME	8	321	43	0	40	0	0%	47%	0%	1,38	4,00	0,400
111	Amen-gual	11	ME	7	326	43	0	40	0	0%	47%	0%	1,40	4,00	0,400
112	Amen-gual	11	ME	6	372	43	0	0	15	0%	0%	4%	1,60	5,00	0,000

N°	Proyecto	Piso	Tipol.	N° dpto.	Largo de viga (cm)	H de viga (cm)	Cantidad defectuosa (cm)			Porcentaje defectuoso (%)			Superficie m2	Maquillaje ml	Reparación ml
							Viga/losa	Viga/muro	Bar-da	Viga/losa	Viga/muro	Bar-da			
113	Amen-gual	11	ME	5	316	43	0	0	20	0%	0%	6%	1,36	4,00	0,000
114	Amen-gual	11	ME	4	372	43	0	43	0	0%	50%	0%	1,60	5,00	0,430
115	Amen-gual	11	ME	3	316	43	0	35	0	0%	41%	0%	1,36	4,00	0,350
116	Amen-gual	11	ME	2	262	43	0	43	0	0%	50%	0%	1,13	3,00	0,430
117	Amen-gual	11	ME	1	744	43	0	43	0	0%	50%	0%	3,20	8,00	0,430
118	Amen-gual	18	ME	14	284	43	0	0	50	0%	0%	18%	1,22	4,00	0,000
119	Amen-gual	18	ME	13	289	43	0	40	24	0%	47%	8%	1,24	4,00	0,400
120	Amen-gual	18	ME	12	460	43	0	10	10	0%	12%	2%	1,98	6,00	0,100
121	Amen-gual	18	ME	11	460	43	0	0	70	0%	0%	15%	1,98	6,00	0,000
122	Amen-gual	18	ME	10	611	43	0	40	22	0%	47%	4%	2,63	7,00	0,400
123	Amen-gual	18	ME	9	284	43	0	0	20	0%	0%	7%	1,22	4,00	0,000
124	Amen-gual	18	ME	8	284	43	0	0	30	0%	0%	11%	1,22	4,00	0,000
125	Amen-gual	18	ME	7	278	43	0	15	10	0%	17%	4%	1,20	4,00	0,150
126	Amen-gual	18	ME	6	298	43	0	26	12	0%	30%	4%	1,28	4,00	0,260

N°	Pro- yecto	Pi- so	Ti- pol.	N° dpto.	Largo de viga (cm)	H de viga (cm)	Cantidad defectuosa (cm)			Porcentaje defectuoso (%)			Super- ficie m2	Maqui- llaje ml	Repara- ción ml
							Viga/ losa	Viga/ muro	Bar- da	Viga/ losa	Viga/ muro	Bar- da			
127	Amen- gual	18	ME	5	284	43	0	0	25	0%	0%	9%	1,22	4,00	0,000
128	Amen- gual	18	ME	4	284	43	284	0	0	100%	0%	0%	1,22	4,00	2,840
129	Amen- gual	18	ME	3	298	43	0	13	0	0%	15%	0%	1,28	4,00	0,130
130	Amen- gual	18	ME	2	284	43	0	58	0	0%	67%	0%	1,22	4,00	0,580
131	Amen- gual	19	ME	14	284	43	284	0	15	100%	0%	5%	1,22	4,00	2,840
132	Amen- gual	19	ME	13	289	43	0	10	20	0%	12%	7%	1,24	4,00	0,100
133	Amen- gual	19	ME	12	460	43	0	0	50	0%	0%	11%	1,98	6,00	0,000
134	Amen- gual	19	ME	11	460	43	0	0	24	0%	0%	5%	1,98	6,00	0,000
135	Amen- gual	19	ME	10	611	43	0	40	10	0%	47%	2%	2,63	7,00	0,400
136	Amen- gual	19	ME	9	284	43	0	25	70	0%	29%	25%	1,22	4,00	0,250
137	Amen- gual	19	ME	8	284	43	0	0	22	0%	0%	8%	1,22	4,00	0,000
138	Amen- gual	19	ME	7	278	43	278	20	20	100%	23%	7%	1,20	4,00	2,980
139	Amen- gual	19	ME	6	298	43	0	40	30	0%	47%	10%	1,28	4,00	0,400
140	Amen- gual	19	ME	5	284	43	284	0	10	100%	0%	4%	1,22	4,00	2,840

N°	Proyecto	Piso	Tipol.	N° dpto.	Largo de viga (cm)	H de viga (cm)	Cantidad defectuosa (cm)			Porcentaje defectuoso (%)			Superficie m2	Maquillaje ml	Reparación ml
							Viga/losa	Viga/muro	Bar-da	Viga/losa	Viga/muro	Bar-da			
141	Amen-gual	19	ME	4	284	43	0	20	12	0%	23%	4%	1,22	4,00	0,200
142	Amen-gual	19	ME	3	298	43	0	40	25	0%	47%	8%	1,28	4,00	0,400
143	Amen-gual	19	ME	2	284	43	0	50	0	0%	58%	0%	1,22	4,00	0,500
144	Amen-gual	19	ME	1	293	43	293	0	0	100%	0%	0%	1,26	4,00	2,930
145	Amen-gual	20	ME	14	284	43	0	0	0	0%	0%	0%	1,22	4,00	0,000
146	Amen-gual	20	ME	13	289	43	0	43	15	0%	50%	5%	1,24	4,00	0,430
147	Amen-gual	20	ME	12	460	43	0	55	20	0%	64%	4%	1,98	6,00	0,550
148	Amen-gual	20	ME	11	460	43	0	43	14	0%	50%	3%	1,98	6,00	0,430
149	Amen-gual	20	ME	10	611	43	611	0	28	100%	0%	5%	2,63	7,00	6,110
150	Amen-gual	20	ME	9	284	43	0	0	0	0%	0%	0%	1,22	4,00	0,000
151	Amen-gual	20	ME	8	284	43	0	30	0	0%	35%	0%	1,22	4,00	0,300
152	Amen-gual	20	ME	7	278	43	0	43	38	0%	50%	14%	1,20	4,00	0,430
153	Amen-gual	20	ME	6	298	43	298	43	43	100%	50%	14%	1,28	4,00	3,410
154	Amen-gual	20	ME	5	284	43	0	30	0	0%	35%	0%	1,22	4,00	0,300

N°	Proyecto	Piso	Tipol.	N° dpto.	Largo de viga (cm)	H de viga (cm)	Cantidad defectuosa (cm)			Porcentaje defectuoso (%)			Superficie m2	Maquillaje ml	Reparación ml
							Viga/losa	Viga/muro	Bar-da	Viga/losa	Viga/muro	Bar-da			
155	Amengual	20	ME	4	284	43	0	15	10	0%	17%	4%	1,22	4,00	0,150
156	Amengual	20	ME	3	298	43	0	43	42	0%	50%	14%	1,28	4,00	0,430
157	Amengual	20	ME	2	284	43	0	43	15	0%	50%	5%	1,22	4,00	0,430
158	Amengual	20	ME	1	293	43	0	20	0	0%	23%	0%	1,26	4,00	0,200

Tabla 2.1: Datos extraídos de las obras C. Godoy y Amengual
Fuente: Elaboración propia

b) Fotos vigas defectuosas:

A continuación, se expondrán algunas fotos que mostraran las partes defectuosas que se midieron en las vigas de la tabla anterior.

Junta viga/losa:



Foto 1.24: Junta viga/losa Obra Coronel Godoy
Fuente: Elaboración propia

Junta viga/muro:



Foto 1.25: Junta viga/muro defectuosa
Fuente: Elaboración propia



Foto 1.26: Desplome junta viga/muro
Fuente: Elaboración propia



Foto 1.27: Reparación junta viga/muro
Fuente: Elaboración propia

Barda:



Foto 1.28: Barra mal terminada
Fuente: Elaboración propia



Foto 1.29: Medición nivel de barra
Fuente: Elaboración propia



Foto 1.30: Albañil reparando barda
Foto: Elaboración propia



Foto 1.31: Barda reparada
Fuente: Elaboración propia

c) Las siguientes tablas muestran el análisis de PU (precio unitario) de cada uno de los sistemas. Estas fueron entregadas por Nicolás López, administrador de otra obra de EBCO, Porto Seguro, para poder llegar al costo total por m2 de viga en cada alternativa.

- Viga con moldaje tradicional:

Ejecución

1	Partida	m2	Viga moldaje Tradicional	1,39	172.452	239.709
Moldaje	Material	m2	Terciado Moldaje film fenólico (1.22x2.44 mt)	0,350	5.710	1.999
Moldaje	Material	pul	Pino Bruto	0,040	795	32
Moldaje	Material	kg	Clavos Corrientes	0,050	818	41
Moldaje	Material	uni	Clavos de disparo c/fulminante (tipo Hilti)	0,500	36	18
Moldaje	Material	kg	Alambre Negro #14	0,020	765	15
Moldaje	Material	uni	Separador de Moldaje	4,000	10	40
Moldaje	Material	lts	Aditivo Desmoldante	0,030	625	19
Moldaje	Mano de obra	m2	MO Colocac. Moldaje	2,000	5.000	10.000
Moldaje	Mano de obra	HD	Jornal Obra Gruesa	1,000	27.613	27.613
Moldaje	Maquinaria	m2	Arriendo Moldaje Fondo Vigas	0,130	2.500	325
Moldaje	Maquinaria	m2	Arriendo Moldaje Lateral Vigas	1,000	2.500	2.500
Moldaje	Maquinaria	día	Arriendo Alzaprimas	10,000	57	570
Moldaje	Maquinaria	HD	Grúa	0,167	25.253	4.209
Hormigón	Maquinaria	m3	Servicio de bombeo Hormigón	0,721	8.918	6.430
Hormigón	Material	lit	Bencina	0,180	710	128
Hormigón	Mano de obra	HD	Jornal Concretero	0,613	29.455	18.051
Hormigón	Maquinaria	día	Arriendo Vibrador de Inmersión (bencinero)	0,065	5.600	363
Hormigón	Material	u	Ensayos Adicionales	0,007	63.695	459
Hormigón	Mano de obra	m2	S/c afinado helicóptero	4,730	1.200	5.676
Hormigón	Mano de obra	m2	S/c platachado helicóptero	0,000	1.100	0
Hormigón	Material	m3	Horm. prem. HB40 (10) 20 10	0,730	51.720	37.738
Fierro	Material	kg	Fierro estríado A-63-42 H (Suministro)	80,150	416	33.342
Fierro	Material	kg	Alambre Negro #18	0,802	662	531
Fierro	Material	uni	Disco de Corte para Metal	0,802	1.390	1.114
Fierro	Mano de obra	kg	MO Fierro instalación	80,150	225	18.034
Fierro	Mano de obra	kg	MO Fierro Preparación	80,150	40	3.206
			4.1.6.3	1,39	172.452	239.709

Tabla 2.2: Ejecución Viga con moldaje tradicional

Fuente: Nicolás López, administrador de obra

Reparación

2	Partida	ml	Reparación	1,90	49.139	93.363
Reparación	Material	uni	Disco de Corte para piedra	0,09	8.470	770
Reparación	Material	kg	Aditivo Adherencia	0,17	940	157
Reparación	Material	sc	Mortero reparación	0,50	3.152	1.576
Reparación	Mano de obra	m2	MO Puntereo	0,00	800	0
Reparación	Mano de obra	HD	Jornal	2,00	23.318	46.636

Tabla 2.3: Reparación viga con moldaje tradicional
Fuente: Nicolás López, administrador de obra

Maquillaje

3	Partida	ml	Maquillaje	1,90	57.007	108.314
Maquillaje	Material	uni	Reglas de aluminio L=3 mt	0,09	8.630	785
Maquillaje	Material	kg	Aditivo Adherencia	0,17	940	157
Maquillaje	Material	sc	Mortero	0,50	2.900	1.450
Maquillaje	Mano de obra	HD	Jornal	2,00	23.318	46.636
Maquillaje	Mano de obra	m2	MO Recorrido Fachada	1,90	4.200	7.980

Tabla 2.4: Maquillaje viga con moldaje tradicional
Fuente: Nicolás López, administrador de obra

- Viga con moldaje especial:

Ejecución

1	Partida	m2	Viga con moldaje especial	1,39	179.901	250.063
Moldaje	Material	uni	Separador de Moldaje	4,000	10	40
Moldaje	Material	lts	Aditivo Desmoldante	0,030	625	19
Moldaje	Mano de obra	m2	MO Colocac. Moldaje	1,500	5.000	7.500
Moldaje	Mano de obra	HD	Jornal Obra Gruesa	1,000	27.613	27.613
Moldaje	Maquinaria	m2	Arriendo Moldaje Especial	0,045	327.325	14.878
Moldaje	Maquinaria	día	Arriendo Alzaprimas	10,000	57	570
Moldaje	Maquinaria	HD	Grúa	0,167	25.253	4.209
Hormigón	Maquinaria	m3	Servicio de bombeo Hormigón	0,721	8.918	6.430
Hormigón	Material	lit	Bencina	0,180	710	128
Hormigón	Mano de obra	HD	Jornal Concretero	0,613	29.455	18.051
Hormigón	Maquinaria	día	Arriendo Vibrador de Inmersión (bencinero)	0,065	5.600	363
Hormigón	Material	u	Ensayos Adicionales	0,007	63.695	459
Hormigón	Mano de obra	m2	S/c afinado helicóptero	4,730	1.200	5.676
Hormigón	Mano de obra	m2	S/c platachado helicóptero	0,000	1.100	0
Hormigón	Material	m3	Horm. prem. HB40 (10) 20 10	0,730	51.720	37.738
Fierro	Material	kg	Fierro estríado A-63-42 H (Suministro)	80,150	416	33.342
Fierro	Material	kg	Alambre Negro #18	0,802	662	531
Fierro	Material	uni	Disco de Corte para Metal	0,802	1.390	1.114
Fierro	Mano de obra	kg	MO Fierro instalación	80,150	225	18.034
Fierro	Mano de obra	kg	MO Fierro Preparacion	80,150	40	3.206
			4.1.6.3	1,39	179.901	250.063

Tabla 2.5: Ejecución Viga con moldaje especial
Fuente: Nicolás López, administrador de obra

Reparación

2		ml	Reparación	1,90	49.139	93.363
		uni	Disco de Corte para piedra	0,09	8.470	770
		kg	Aditivo Adherencia	0,17	940	157
		sc	Mortero reparación	0,50	3.152	1.576
		m2	MO Puntereo	0,00	800	0
		HD	Jornal	2,00	23.318	46.636

Tabla 2.6: Reparación viga con moldaje especial
Fuente: Nicolás López, administrador de obra

Maquillaje

3		ml	Maquillaje	1,90	57.007	108.314
		uni	Reglas de aluminio L=3 mt	0,09	8.630	785
		kg	Aditivo Adherencia	0,17	940	157
		sc	Mortero	0,50	2.900	1.450
		HD	Jornal	2,00	23.318	46.636
		m2	MO Recorrido Fachada	1,90	4.200	7.980

Tabla 2.7: Maquillaje viga con moldaje especial
Fuente: Nicolás López, administrador de obra

- Viga prefabricada:

Ejecución

1	Partida	m2	Viga con moldaje prefabricado	1,39	425.450	590.099
	Material	m3	Horm. prem. HB40 (10) 20 10	0,757	51.720	54.306
	Otros	m3	SC Vigas Prefabricada	0,721	369.955	369.955
	Mano de obra	HD	Jornal Concretero	0,015	29.455	619
	Maquinaria	día	Arriendo Alzaprimas	10,000	57	570
	Maquinaria	HD	Grúa	0,333	25.253	8.418
			4.1.6.3	1,39	425.450	590.099

Tabla 2.8: Ejecución viga prefabricada
Fuente: Nicolás López, administrador de obra

Luego de analizar los precios unitarios se procede a estudiar los costos del m2 de viga para las obras respectivas.

Para comenzar con el análisis de costos, se debe saber el valor del “costo teórico” de las vigas. Este es el precio que debería tener la viga si es que queda bien realizada en obra gruesa, sin necesitar maquillaje, ni reparación. Se le llamó “costo total teórico” porque es común que una viga necesite estos tratamientos posteriores.

- Superficie total medida * PU viga (\$ / m2) = Costo total teórico

Obra	Tipo de viga	Superficie total medida	PU Viga	Costo total teórico
		m2	\$/ m2	\$
Coronel Godoy	Tradicional	116,13	172.452	20.026.851
General Amengual	Especial	115,56	179.901	20.789.360

Tabla 2.9: Costo teórico vigas invertidas
Fuente: Elaboración propia

La siguiente tabla muestra los costos de reparación de cada obra según los datos extraídos.

- ml reparación * PU reparación (\$ / m2) = Costo reparación

Obra	Tipo de viga	Reparación	PU reparación	Costo Reparación
		ml	\$/ ml	\$
Coronel Godoy	Tradicional	187	49.139	9.188.993
General Amengual	Especial	43	49.139	2.112.977

Tabla 2.10: Costo reparación vigas invertidas
Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, las vigas se tienen que maquillar. Esta tabla nos muestra el costo de maquillaje que tuvo cada obra según los datos estudiados.

- $\text{ml maquillaje} * \text{PU maquillaje} (\$/\text{ml}) = \text{Costo maquillaje}$

Obra	Tipo de viga	Maquillaje	PU maquillaje	Costo maquillaje
		ml	\$/ ml	\$
Coronel Godoy	Tradicional	368	57.007	20.978.576
General Amengual	Especial	352	57.007	20.066.464

Tabla 2.11: Costo maquillaje vigas invertidas
Fuente: Elaboración propia

Finalmente, se hizo una tabla de resumen que nos muestra el costo total en \$/m2 que tuvo que invertir cada obra.

También se logra apreciar el costo total (\$) que tuvo que costear cada obra para la superficie medida respectivamente.

- $\text{Costo teórico} + \text{Costo reparación} + \text{Costo maquillaje} = \text{Costo total} (\$)$

Para poder ver el costo total en m2 se debe hacer el siguiente cálculo:

- $\text{Costo total} (\$) / \text{Superficie total medida} = \text{Costo total} (\$/\text{m}2)$

Obra	Tipo de viga	Superficie total medida	Costo Total	Costo Total
		m2	\$	\$/ m2
Coronel Godoy	Tradicional	116,13	50.194.420	432.226
General Amengual	Especial	115,56	42.968.801	371.831

Tabla 2.12: Resumen total costos
Fuente: Elaboración propia

A continuación, se presenta el costo de \$/m2 de una viga prefabricada.

Obra	Tipo de viga	PU Viga \$/ m2
Laguna Centro	Prefabricada	425.450

Tabla 2.13: PU (\$ / m2) viga prefabricada
Fuente: Constanza Suarez. Profesional de terreno Laguna Centro

IX.- VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE CADA SISTEMA CONSTRUCTIVO

En este punto se hablará de las ventajas y desventajas de los tres sistemas constructivos ya mencionados en cuanto a los tiempos de ejecución, riesgos asociados, costos y calidad.

a) Tiempo de ejecución

Tomando en cuenta el tiempo en que se logra tener una viga ejecutada, se puede decir que el método que más tiempo requiere para concluir el elemento estructural en estudio (con todos los procesos descritos en esta memoria) es el método tradicional. Esto se puede deducir porque utiliza más mano de obra al ser el proceso más artesanal de los tres estudiados.

En segundo lugar, se encuentra el método especial, que como se explicó anteriormente si se trabaja de manera ordenada y responsable el tiempo que se ahorra dentro de la obra es significativo. Y, por último, tenemos el método prefabricado que requiere menos tiempo y mano de obra en su ejecución, ya que la viga llega a obra lista para instalar.

b) Riesgos asociados

La construcción es uno de los rubros que mayor tasa de accidentabilidad posee; por lo tanto, las constructoras deben tener como uno de sus objetivos principales la seguridad de cada uno de sus trabajadores. Por esto es un deber brindar información y capacitar a sus empleados y así generar conciencia en las personas que trabajan sin protección y expuestas a diferentes riesgos. Esto ayuda que los trabajadores se protejan entre ellos y midan las consecuencias de sus actos, entendiendo que los puede afectar en su vida personal.

Los riesgos asociados a cada partida dependen de la cantidad de actividades necesarias para su ejecución. Para el caso de la construcción de vigas invertidas, entre más actividades tenga el método escogido, mayor es la exposición al riesgo. Por lo tanto, de los tres sistemas que se han discutido en esta memoria, el sistema con menos riesgos asociados es el prefabricado.

La instalación de la viga prefabricada requiere una menor cantidad de actividades; estas son: izaje y montaje. Consecuentemente, la cantidad de mano de obra que participa en la actividad es menor y, por lo tanto, la posibilidad de que algún trabajador se accidente también. Este análisis considera que, independiente del método escogido, se toman todas las medidas de seguridad correspondientes en el minuto de ejecutar la actividad.

Por otro lado, el sistema que tiene más riesgos asociados a la ejecución de la viga es el método tradicional, ya que este es el que requiere más movimientos y mano de obra para su ejecución, lo que automáticamente aumenta el riesgo de tener algún accidente.

Finalmente, el riesgo del método especial es menor al tradicional ya que el moldaje de la viga se arma a nivel de terreno natural y luego se monta; es decir se utiliza menos mano de obra y menos movimientos.

c) Costos

De acuerdo con lo estudiado en el capítulo VIII, desde el punto de vista de los costos finales para cada sistema, el método más económico para las obras estudiadas es el método especial, seguido por el prefabricado y finalmente por el tradicional.

d) Calidad

Este punto es muy importante en todas las actividades dentro de la construcción. Va de la mano con hacer los trabajos constructivos de una manera metódica, responsable y con dedicación.

Trabajar enfocados en calidad es un “plus” para cualquier empresa, ya sea constructora o pertenezca a otro rubro.

Analizando los sistemas vistos en esta tesis se puede decir que el método prefabricado es el que entrega mejor calidad en su terminación, ya que la viga viene lista para montar y no necesita ninguna reparación ni maquillaje como los otros dos sistemas.

Por otro lado, el sistema con moldaje especial tiene una mejor calidad final que el sistema tradicional, ya que este método de moldaje es fácil de manipular, se hormigona losa y viga en forma consecutiva, tiende a haber menos error humano, etc. Además, de acuerdo a los datos extraídos en cada obra, los metros lineales a reparar en vigas donde se utilizó moldaje especial es menor. En definitiva, este sistema se necesita menos reparación y maquillaje que el sistema tradicional lo cual, para las obras analizadas, implicó una mayor calidad final en la ejecución.

X.- CONCLUSIONES

La industria de la construcción se ha ido tecnificando con el tiempo. Los métodos constructivos tradicionales han ido evolucionando, ofreciendo diferentes soluciones para resolver un mismo problema. El mercado es cada vez más competitivo y exigente en cuanto a costos, plazos, seguridad y calidad, entre otros.

En particular, para la construcción de vigas invertidas de fachadas en edificación en altura, existen diferentes métodos posibles a considerar. En esta memoria se estudió el método tradicional, el método especial y el método prefabricado.

Se puede afirmar que cualquiera de estos tres es una alternativa a evaluar por el equipo de construcción antes de ejecutar una obra. Sin embargo, para poder escoger una alternativa adecuada hay que tener presente cuáles son las características técnicas y económicas de cada uno.

Desde el punto de vista del tiempo empleado en construir una viga invertida, el método prefabricado destaca sobre el resto, ya que la viga se monta y queda terminada inmediatamente. Adicionalmente, un punto no analizado en esta memoria es el uso de la grúa, recurso importante para el avance de obra gruesa y terminaciones.

Aunque no está dentro del alcance de este trabajo, el tiempo empleado en transportar moldajes tradicional y especial, tanto para su cimbre como para su descimbre, es mayor al empleado para montar una viga prefabricada; especialmente considerando que esta última ya se encuentra hormigonada. Por lo tanto, la eficiencia en tiempo empleado utilizando el método prefabricado debería ser aún mayor.

Considerando la calidad de las terminaciones de hormigón, nuevamente el sistema prefabricado destaca sobre el resto, ya que se logra generar hormigones que no necesitan de trabajos de terminaciones como reparación y maquillaje.

El industrializar el proceso de fabricación en una planta externa a la obra, es lo que permite lograr vigas sin imperfecciones y de alta calidad debido a los controles que aplica una planta industrial en todo el proceso. Además, la recepción de las vigas por parte de la obra hace que, en el caso improbable de que una de ellas venga defectuosa, se rechace y se solicite el cambio.

Por otra parte, el sistema tradicional depende mucho de la mano de obra con la que se está construyendo, por lo que una falla en la instalación del moldaje puede producir imperfecciones en la junta viga/losa o en la junta viga/muro como se ha explicado en el cuerpo de esta memoria. Una forma de disminuir la imperfección entre viga/losa es utilizar el sistema especial, ya que, al hormigonar la losa y la viga al mismo tiempo, se mejora la ostensiblemente el nivel de la terminación. Por lo tanto, con el método prefabricado se logra una mejor calidad, seguido por el especial y finalmente por el tradicional.

Como se puede apreciar en las tablas 2.12 y 2.13, el costo del método especial es el más bajo, seguido por el prefabricado y terminando por el tradicional. Esto ocurre dado que, a pesar de que el costo teórico del sistema tradicional es el más bajo, la mayor cantidad de imperfecciones y, por consecuencia, reparaciones y maquillaje hace que el costo final

aumente considerablemente. En definitiva, para las obras evaluadas, se concluye que el método especial es el más atractivo en cuanto a costos se refiere, pero el prefabricado el que menos tiempo, mejor calidad y menor riesgo conlleva.

Por último, es importante mencionar que la construcción es una actividad artesanal donde la calidad mano de obra es un factor relevante en los costos, plazos y calidad de la obra terminada. Si bien en esta memoria se concluye que el moldaje tradicional es el más costoso y el que peor calidad entrega, es posible que existan obras donde el moldaje tradicional funcione muy bien.

Independientemente de esta variabilidad, sabemos que la construcción va evolucionando, los costos de la mano de obra van en aumento y, por consecuencia, la industrialización de los procesos constructivos va aumentando. Es en este escenario donde el método especial y el método prefabricado se hacen cada vez más atractivos.

Adicionalmente, el impacto ambiental de la construcción es cada vez más relevante para la sociedad, lo que hace aún más atractivo el sistema prefabricado, ya que no hay despilfarro en materiales, mano de obra ni uso de herramientas para reparaciones y maquillajes de un elemento que podría quedar bien terminado a la primera.

SOLO USO ACADEMICO

XI.- BIBLIOGRAFIA

- 1) <https://reformas.co/rehabilitacion-fachadas/>
- 2) <https://prezi.com/eddl0ktiwyor/problemas-en-el-proceso-constructivo-obra-gruesa/>
- 3) <http://www.lanamme.ucr.ac.cr/sitio-nuevo/images/notas-prensa/2014/que%20son%20nidos%20de%20piedra-2.pdf>
- 4) https://infonavit.janium.net/janium/TESIS/Licenciatura/Guerra_Hernandez_Elizabeth_44724.pdf
- 5) <http://www.registrocdt.cl/registrocdt/www/admin/uploads/docTec/moldajes1.pdf>
- 6) http://www.cchc.cl/uploads/archivos/archivos/Manual-de-Moldajes_-_CChC_enero_2014.pdf
- 7) Entrevista,
<http://www.emb.cl/construccion/articulo.mvc?xid=3744&edi=172&xit=moldajes-industrializados-respondiendo-a-los-actuales-tiempos-de-construccion>
- 8) http://www.maestra.cl/iso/repositorio/procedimiento/19-01-2016_11_01_04XX4IUTHMK7.pdf
- 9) <http://constrcivil2012.blogspot.com/2012/05/moldajes.html>
- 10) https://www.google.com/search?q=viga+hormigon+armado&hl=es-419&tbm=isch&tbs=rimg:CWDJvK_1nxHJSIjjoFBVrbi3Y4sY7ONkuwGhorOleIr9dwNqVbzHteoW5x-gDGBjSHBSMmMWfLFAghbeNZC6_15LCTNCoSCegUFWtuLdjiEfbpz5TivlqLKhIjxs42S7AaGgRxOh39Y0i0ioqEgms6V4iv13A2hF61kmcdbhO9SoSCZVvMe16hbnHEYX23bX8ECVPKHjI6AMYGNicFlwRxOh39Y0i0ioqEgmYxZ8sUCCFtxFx8ue3d1KiuyoSCY1kLr_1ksJM0ETDZQKZz-g7B&tbo=u&sa=X&ved=2ahUKEwjQmbmUILDjAhVnGbkGHbM3DNsQ9C96BAgBEBs&biw=1366&bih=657&dpr=1#imgrc=
- 11) https://www.google.com/search?biw=1366&bih=608&tbm=isch&sa=1&ei=reooXcqtKou5OUPhZSOwAw&q=viga+invertida&oq=viga+invertida&gs_l=img.3..0l10.596380.598153..599625...0.0..0.55.410.9.....0....1..gws-wiz-img.m38n_pq9GF8#imgrc=IbRolyNuHap25M:
- 12) https://www.google.com/search?tbm=isch&sa=1&ei=MvloXb2LCu2_5OUPmMywqAo&q=viga+invertida+de+hormigon+armado&oq=viga+invertida+de+++&gs_l=img.3.0.0l2.2820.4773..6731...1.0..0.57.258.6.....0....1..gws-wiz-img.....0i30.KVIU6GTHvFQ#imgrc=Wmdle77gFFyUoM:

- 13) https://www.google.com/search?biw=1366&bih=608&tbm=isch&sa=1&ei=reooXcqtKou5OUPhZSOwAw&q=viga+invertida&oq=viga+invertida&gs_l=img.3..0l10.596380.598153..599625...0.0..0.55.410.9.....0....1..gws-wiz-img.m38n_pq9GF8#imgrc=

SOLO USO ACADÉMICO