



Estudio comparativo del sistema de enfierradura de losas Bamtec en Chile

Estudiante:
Domingo Larrain Peake

Profesor guía:
Yan-Sen Chang Elgueta

Julio, 2018
Santiago, Chile



Estudio comparativo del sistema de enfierradura de losas Bamtec en Chile

Estudiante:
Domingo Larrain Peake

Profesor guía:
Yan-Sen Chang Elgueta

Julio, 2018
Santiago, Chile

Resumen

El sistema tradicional de la instalación y diseño de la enfierradura en la construcción es una de las actividades de mayor complejidad ya que implica una gran cantidad de mano de obra y por esta razón el tiempo de ejecución de la obra se hace más prolongado.

Durante estos años ha llegado a Chile el sistema Bamtec el cual proviene de Suiza y se ha utilizado en múltiples proyectos en Europa, Medio oriente y Australia.

Este sistema Bamtec, llegó a Chile para aportar una automatización a la instalación y diseño de las losas de enfierradura; y con ello, disminuir los tiempos y la cantidad de acero que se utilizan normalmente

Este sistema consiste en la instalación de mallas de acero que se fabrican en rollos de barras de acero a partir de la unión de barras paralelas con flejes metálicos, lo que permite lograr acortar el tiempo de instalación en terreno en un porcentaje importante.

Se puede observar que este nuevo proceso de enfierradura aporta de manera importante a disminuir tanto los tiempos de construcción, como la mano de obra en terreno. También mejora la eficiencia del uso de materiales y ayuda a una efectiva fiscalización de los materiales que se están utilizando.

SOLO USO ACADÉMICO

Summary

The traditional system of the design and installation of the steel reinforcement bars in construction is one of the activities of greater complexity since it involves a big amount of labor and for this reason the execution of the work time is longer.

During these years has come to Chile the Bamtec system which comes from Switzerland and has been used in several projects in Europe, Middle East and Australia.

This Bamtec system arrived in Chile to bring automation to the installation and design of steel reinforcement bars; and thereby reduce time and the amount of steel normally used.

This system consists of the installation of steel meshes which are manufactured in rolls of steel bars from the union of parallel bars with metallic strips, enabling to shorten the installation on-site in a significant time percentage.

It can be observed that this process of reinforcement bars contributes significantly to reducing construction times, and the amount of work force. It also improves the efficiency of the use of materials and helps to an effective control of the materials being used.

Índice

Tabla de contenido

1.	Antecedentes generales.....	1	
	1.1.	Introducción1	
	1.2.	Objetivos2	
1.2.1.	Objetivos generales	2	
1.2.2.	Objetivos específicos	2	
1.2.3.	Alcance	3	
2.	Antecedentes de implementación	4	
	2.1.Descripción del sistema tradicional	4	
	2.2.Descripción Sistema Bamtec	6	
	2.3.Metodología de aplicación.....	9	
	2.4.Programa Easy Bamtec.....	10	
3.	Metodología del programa.....	12	
	3.1.	Cálculo12	
	3.2.	Planos13	
	3.3.	Fabricación16	
	3.4.	Transporte.....	20
	3.5.Almacenaje en terreno	21	
	3.6.Instalación en obra.....	22	
4.	Características del Sistema	23	
	4.1.Uniones de la malla con elementos estructurales	23	
4.1.1.	Unión con vigas interiores	24	
4.1.2.	Unión con vigas semi-invertidas interior	24	
4.1.3.	Unión con vigas invertidas interior.....	25	
4.1.4.	Unión con vigas en los perímetros o extremos	25	
4.1.5.	Unión con vigas invertidas de extremos	26	
4.1.6.	Unión con vigas semi-invertidas de extremos	26	
4.1.7.	Unión con muros.....	27	
4.1.8.	Unión con pilares	28	

5.	Aplicación en Chile	29
	5.1.Obras desarrolladas.....	29
	5.1.1. Estaciones de metro Estadio Nacional e Inés de Suarez. (Consortio Besalco – Dragados). Año de construcción 2017.....	29
	5.1.2. Centro Comercial Boulevard Piedra Roja (Axis), Año de construcción 2016.	31
	5.1.3. Edificio Terravista (Altius), Año de construcción 2017.	32
	5.1.4. Estanque Aguas Andinas (Echeverría Izquierdo), Año de construcción 2017.	33
	5.1.5. Ampliación Hospital del Trabajador (Constructora LyD), En proceso de construcción año 2018.	35
6.	Aplicación y modelación del Sistema Bamtec	36
	6.1.Características del proyecto.....	36
	6.2.Método Tradicional	38
	6.3.Método Bamtec.....	39
7.	Evaluación económica.....	42
	7.1.Sistema Tradicional	42
	7.1.1. Cubicaciones	42
	7.1.2. Tiempo de Colocación	43
	7.1.3. Costos.....	43
	7.2.Sistema Bamtec	44
	7.2.1. Cubicaciones.....	44
	7.2.2. Tiempo de Construcción	46
	7.2.3. Costos.....	47
8.	Análisis de Resultados.....	48
9.	Conclusiones.....	49
10.	Bibliografía.....	51
11.	Anexos.....	52
	11.1.Anexo N°1	52
	11.2. Anexo N°2.....	53
	11.3.Anexo N°3	54
	11.4.Anexo N°4	55

Índice de Figuras

Figura 1, Sistema Tradicional, Fuente: Google	5
Figura 2, Maquina Bamtec, Fuente: Google	9
Figura 3, Plano ejemplo programa Bamtec Easy, Fuente: www.Bamtec.com	11
Figura 4, Plano de elaboración, Fuente: Elaboración propia	13
Figura 5, Plano de fabricación, Fuente: Elaboración propia.....	14
Figura 6, Plano de colocación, Fuente: Elaboración propia.....	15
Figura 7, Rollos de fierro, Fuente: www.Bamtec.com	16
Figura 8, Correa transportadora, Fuente: www.Bamtec.com.....	17
Figura 9, Máquina soldadora, Fuente: www.Bamtec.com.....	18
Figura 10, Ensayo de Tracción, Fuente: NCH 3334.....	19
Figura 11, Transporte de Mallas, Fuente: Google	20
Figura 12, Almacenamiento Bamtec, Fuente: Google	21
Figura 13, Almacenamiento Tradicional, Fuente: Google.....	21
Figura 14, Instalación de rollos, Fuente: www.Bamtec.com	22
Figura 15, Unión viga interior, Fuente: Evaluación técnica y económica del sistema de enfierradura de losas Bamtec	24
Figura 16, Unión viga invertida interior, Fuente: Evaluación técnica y económica del sistema de enfierradura de losas Bamtec	25
Figura 17, Unión vigas en perímetros o extremos, Fuente: Evaluación técnica y económica del sistema de enfierradura de losas Bamtec	26
Figura 18, Unión viga semi-invertida de extremos, Fuente: Evaluación técnica y económica del sistema de enfierradura de losas Bamtec	27
Figura 19, Unión con muros, Fuente: Evaluación técnica y económica del sistema de enfierradura de losas Bamtec	28
Figura 20, Estación metro Estadio Nacional e Inés de Suarez, Fuente: Google	29
Figura 21, Estación metro Estadio Nacional e Inés de Suarez, Fuente: Google	30
Figura 22, Centro Comercial Piedra Roja, Fuente: ATCacero	31
Figura 23, Centro Comercial Piedra Roja, Fuente: ATCacero	31
Figura 24, Losa primer piso, Fuente: Elaboración propia.....	32
Figura 25, Almacenaje en terreno, Fuente: Elaboración propia.....	32
Figura 26, Enfierradura de losa, Fuente: ATCacero	33
Figura 27, Vista aérea de estanque Aguas Andinas, Fuente: ATCacero.....	33
Figura 28, Colocación de rollos, Fuente: ATCacero.....	34
Figura 29, Plano de refuerzos planta cielo -4 subterráneo, Fuente: ATCacero	35
Figura 30, Plano ejemplo, Fuente: Elaboración propia.....	37
Figura 31, Demarcación de ejemplo, Fuente: Elaboración propia.....	38
Figura 32, Programa Bamtec easy ejemplo, Fuente: Elaboración propia	39
Figura 33, Programa Bamtec easy ejemplo, Fuente: Elaboración propia	40
Figura 34, Programa Bamtec easy, Fuente: Elaboración propia	41

Índice de Tablas

Tabla 1, Comparación entre ambos Sistemas, Fuente: Microsoft Word, Elaboración propia.	8
Tabla 2, Criterios de anclaje y empalme, Fuente: Google	19
Tabla 3, Cubicación mallas sistema Tradicional, Fuente: Propia	42
Tabla 4, Cubicación Capiteles sistema Tradicional, Fuente: Propia.....	42
Tabla 5, Tiempo de colocación de Mallas, Fuente: Propia	43
Tabla 6, Costos sistema Tradicional, Fuente: Propia.....	43
Tabla 7, Cubicación mallas sistema Bamtec, Fuente: Propia	44
Tabla 8, Cubicación mallas sistema Bamtec, Fuente: Propia	45
Tabla 9, Cubicación de capiteles sistema Bamtec, Fuente: Propia	45
Tabla 10, Tiempo de instalación sistema Bamtec, Fuente: Propia	46
Tabla 11, Costos sistema Bamtec, Fuente: Propia	47
Tabla 12, Comparación de tiempo de los sistemas, Fuente: Propia.....	48
Tabla 13, Comparación de precios de los sistemas, Fuente: Propia	48

SOLO USO ACADÉMICO

1. Antecedentes generales

1.1. Introducción

En los últimos años ha sido una tendencia mundial, dentro de la construcción, la búsqueda de nuevos sistemas constructivos y productos que permitan la disminución de los costos, mano de obra y los tiempos de ejecución. Para así, obtener mejores resultados y proyectos más eficientes.

Con esta problemática Wilhelm Haussler y Norbert Nieder crearon la empresa de origen Suizo Bamtec. Esta empresa se dedica a producción maquinarias que fabrican enfierradura de losas de una manera innovadora.

Bamtec es un sistema de enfierradura de losas, con el que se puede optimizar la cantidad de acero y también reducir los tiempos y costos de colocación de este.

El propósito de este estudio es evaluar esta nueva tecnología tanto técnica y económicamente, determinando sus ventajas o desventajas.

SOLO USO ACADÉMICO

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivos generales

La presente Tesis tiene como objetivo investigar un método constructivo innovador referente a losas y muros de enfierradura prefabricadas BAMTEC. También realizar un análisis económico de los significa esta nueva tecnología versus los sistemas tradicionales.

1.2.2. Objetivos específicos

- Describir el sistema Tradicional y el Bamtec en Chile
- Mostrar el sistema Bamtec.
- Mostrar paso a paso la construcción, traslado y montaje del sistema Bamtec.
- Aplicación de un caso real
- Comparación y análisis de resultados: Sistema Tradicional versus Sistema Bamtec

SOLO USO ACADÉMICO

1.2.3. Alcance

El objetivo principal de esta tesis es investigar nuevas tecnologías de construcción y dar a conocer sus alcances en relación con los métodos tradicionales. Para esta Tesis se optó por el sistema Bamtec.

La presente investigación tiene como alcance desde su proceso de producción y los costos que tiene asociados este producto como modelación de elementos estructurales en software y comparación de resultados económicos entre un sistema Tradicional versus sistema Bamtec.

Este estudio se ha hecho en conjunto a la empresa ATCacero, la cual ha brindado todo su apoyo y conocimiento constructivo en el desarrollo del sistema Bamtec en Chile. Ya que es la empresa ha podido integrar en la construcción de distintos tipos de obras ya sean de vivienda, centros comerciales, estaciones de metro y centros médicos.



2. Antecedentes de implementación

2.1. Descripción del sistema tradicional

La enfierradura del hormigón armado ha sido siempre, hasta ahora, colocada manualmente. Esto significa que un obrero debe tomar cada barra y llevarlas al lugar donde va a ser instalada, después amarrarla para fijar su posición como se puede ver en la siguiente Figura 1, para finalmente instalar los separadores con el moldaje y así lograr el recubrimiento especificado.

El sistema tradicional consiste en tener en obra un lugar y una cuadrilla especialmente destinada a preparar el fierro, esto significa cortar y doblar cada barra individual de la manera estipulada en los planos.

Una de las innovaciones que ha aparecido en los últimos años son la preparación de fierro fuera de la obra. Las barras son cortadas y dobladas en fábricas externas y despachadas a la obra listas para instalar.

Este sistema lo contratan obras que no cuentan mucho espacio de almacenaje de material. Todas estas empresas externas que se dedican a esto tienen máquinas especializadas lo que hace más confiable en cuanto a calidad y cumplimiento de los pedidos. Esto muestra de cómo funciona la especialización del trabajo.

Otra alternativa son las mallas electrosoldadas, que consisten en barras puestas en sentidos perpendicular que son unidas por medio de soldadura. Estas barras son de un acero especial soldable, se cortan a la medida y tienen la ventaja que con ellas se cubre gran área de una sola vez, sin embargo, son difícil de transportar y manipular, por lo que los contratistas de fierro generalmente no las prefieren para edificaciones en altura.



Figura 1, Sistema Tradicional, Fuente: Google

2.2. Descripción Sistema Bamtec

El sistema Bamtec fue creado ante la necesidad de disponer un sistema de enfierradura que pudiese ahorrar en tanto en cantidad de acero y eficiencia como en tiempos de colocación.

El ahorro de acero se logra gracias al diseño basado en el análisis por elementos finitos, el cual entrega información de los esfuerzos a los que está sometida la losa en cada punto de ella. Con esa información se puede diseñar las mallas en que cada barra puede tener distinto diámetro, largo y separación con las demás, ya que son fabricadas por una máquina automática y programable.

La rapidez en la colocación se alcanza porque basta con dos obreros para desenrollar las mallas, dejando cada barra en su lugar en cosa de minutos. Las mallas contienen barras en una sola dirección, con dos de ellas colocadas en forma perpendicular se pueden cubrir los requerimientos de diseño

Cada una de estas mallas aporta la resistencia en una sola dirección, por eso mismo se requiere 2 mallas perpendiculares para cubrir las sollicitaciones del momento positivo de una losa. Cada una de estas mallas son construidas a medida según los diseños del ingeniero estructural.

- Estructura de una malla Bamtec

Cada malla está formada por un conjunto de barras colocadas en forma paralela, la posición se fija mediante una pequeña pletina colocada perpendicularmente a la dirección de la barra. Esta pletina que es dúctil y flexible puede ser doblada y enderezada sin problemas para poder mantener la posición de cada barra.

- Peso máximo de una malla Bamtec

Los pesos de las mallas van a variar según la capacidad de la grúa en la obra, teniendo en cuenta que el peso máximo es de 1400 Kg para que puede ser desenrollada por 2 obreros.

- Dimensiones de una malla Bamtec

Las mallas pueden ser de distintos anchos hasta llegar a los 15 metros, que es la longitud de la máquina que suelda. La máquina se diseñó así ya que el largo de los camiones no sobre pasa los 15 metros. El largo de la malla se dependerá exclusivamente del peso y el camión a trasladar.

- Tipos de planos

- Uno es el de fabricación, este contiene toda la información como la posición de las barras y el diámetro de cada una de ellas. Este plano no se necesita en la obra, sino que solo está orientado a la fabricación de las mallas.

- Otro de los planos es el ROLLOUT o desenrollamiento que se usa en la obra y da a conocer la posición de cada malla y sus conexiones. Este plano es muy sencillo de seguir ya que solo muestra la posición de las mallas que están identificadas con un código
- El plano de KEY PLANE o plano estructural que sirve como una memoria de cálculo, el cual contiene las curvas de nivel de los momentos de solicitantes junto con la posición de cada barra, proporcionando así una manera fácil de revisar.

SOLO USO ACADÉMICO

Tabla 1, Comparación entre ambos Sistemas, Fuente: Microsoft Word, Elaboración propia.

Actividades	Tradicional	Bamtec
Diseño	Se puede hacer usando tablas o elementos finitos.	Mediante un programa llamado Bamtec easy se determina por separado las armaduras necesarias en sentido x, y tanto para la capa superior y inferior.
Fabricación	Dependiendo de la obra los fierros se preparan en fabrica y son llevados o se preparan en la obra mediante son necesitados.	Las mallas se fabrican en forma automática por una máquina que se alimenta con la información del programa de diseño.
Transporte	El transporte es por camiones, en el tema de la carga y descarga es más lenta ya que se tiene que amarrar por espesores y bajarlos para tener un orden.	El transporte es por camiones, y el tema de carga y descarga es más rápido ya que están separados por mallas listas para levantar.
Almacenamiento	Se tiene que tener todas las barras identificadas para no producir errores en la colocación.	Cada malla tiene una etiqueta la cual contiene el código y la ubicación donde debe ser colocada.
Planos	Son muy complicados ya que se dividen en muchos sectores.	Se separan los planos de fabricación y colocación y estos últimos son muy fácil de entender.
Colocación	Se coloca manualmente cada barra y luego se amarran entre sí.	La malla se desenrolla manualmente y las uniones se hacen en forma manual.
Uniones	Son bastantes fáciles de realizar, ya que se elaboran en terreno.	Es mas complicado ya que se requiere colocarlas manualmente y de conectores más costosos.
Inspección	Debe ser muy rigurosa ya que es fácil cometer errores en la colocación	Es muy simple ya que vienen con las etiquetas y el proceso de fabricación es controlado por computadoras.

2.3. Metodología de aplicación

El sistema funciona de forma totalmente automática, la información de las mallas llega en forma digital desde el computador del diseñador hasta computador de la máquina, la cual procesa la información del plano y, finalmente, lo transforma en órdenes para fabricar las mallas.

La máquina se alimenta de fierro mediante rollos en los diámetros pequeños y barras rectas para los diámetros superiores a 16mm. Las barras de los rollos son tomadas por una máquina que las desenrolla corta a la medida para luego traspasarlas a la maquina soldadora. Esta se muestra en la Figura 2. Es a la “salida” de la maquina soldadora donde se va enrollando la malla alrededor de una serie de anillos que le dan forma al rollo. Cuando está terminando es retirado por una grúa. Cada rollo es etiquetado y almacenado para ser despachado a la obra en camión.



Figura 2, Maquina Bamtec, Fuente: Google

2.4. Programa Easy Bamtec

Para utilizar el sistema Bamtec se deben hacer cambios en el diseño, estos cambios son básicamente a la forma de modelar las losas. Mediante el uso de programa Bamtec Easy se pueden hacer modelos que se asemejen más a la realidad.

Una de las características de este programa es que modela elementos finitos, esto consiste en que se divide un elemento estructural en una cantidad de elementos pequeños, todos estos elementos están conectados de manera que el conjunto trabaja igual que el elemento en la realidad.

Luego de que el plano es integrado al programa, se tiene dos opciones una es la forma automática la cual el programa arma las mallas de la forma que él cree que es lo más óptimo y la segunda opción es la forma manual, la cual es más lenta, pero uno puede diseñar la colocación de las mallas de acuerdo a él orden el cual la obra se está construyendo.

En la Figura 3, se puede ver un plano completo con toda la malla listo para ser mandado a fabricar por la máquina.

Luego de diseñar toda la malla el proceso es totalmente automatizado, la información de las mallas llega en forma digital desde el computador del diseñador al computador de la máquina que procesa la información del plano y lo transforma en órdenes para fabricar las mallas.

La máquina se alimenta de fierro mediante bobinas en los diámetros pequeños y de barras rectas en los diámetros grandes. La barra de la bobina es tomada por una máquina que la desenrolla, la corta a medida y luego la entrega a la maquina soldadora. A la salida de la maquina soldadora se va enrollando la malla alrededor de una serie de anillos que le dan forma al rollo, cuando está terminado es retirado por una grúa. Cada rollo es etiquetado y almacenado para ser despachado a la obra en camión.

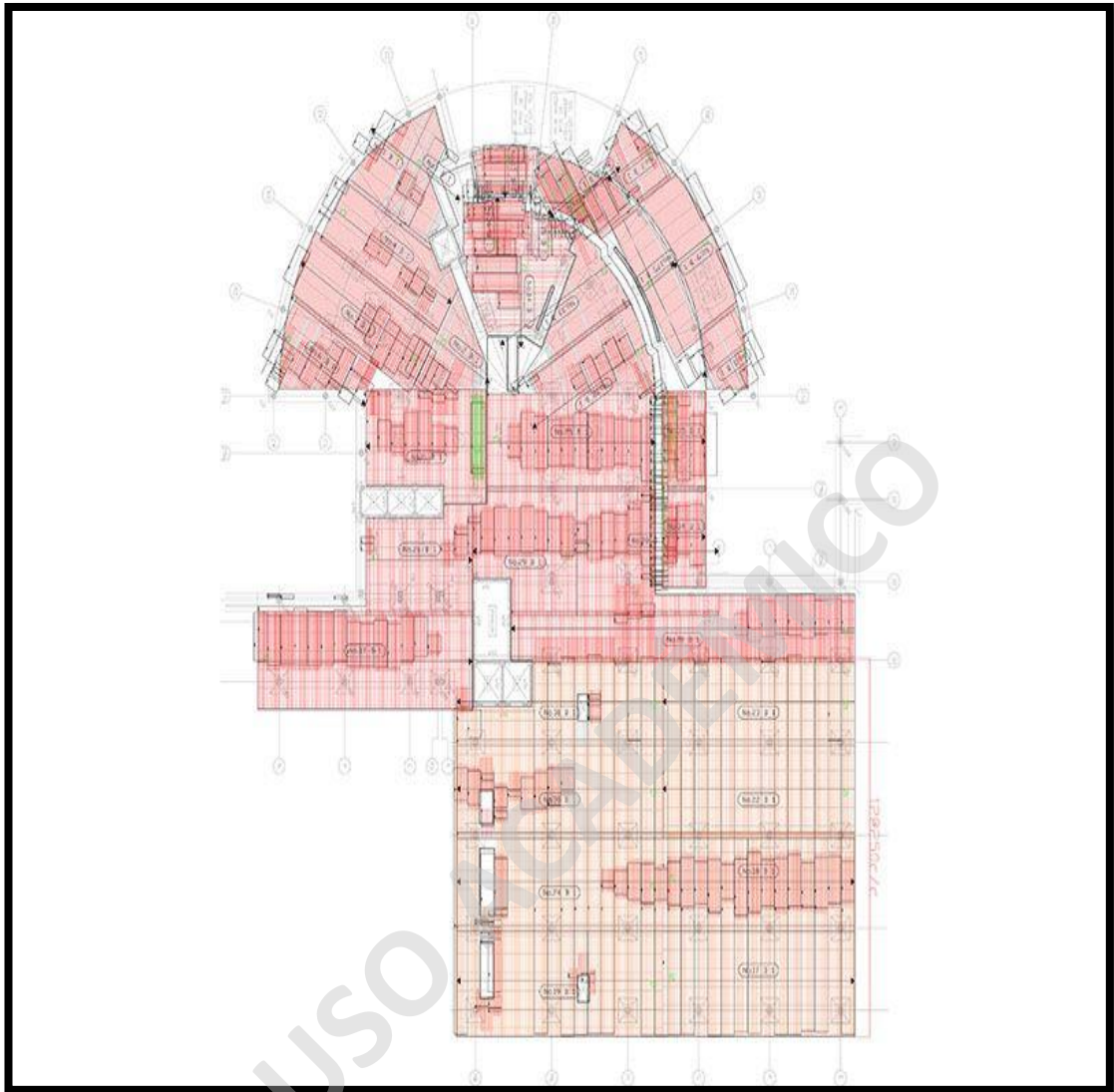


Figura 3, Plano ejemplo programa Bamtec Easy, Fuente: www.Bamtec.com

3. Metodología del programa

3.1. Cálculo

Respecto al método de cálculo de este sistema se deben hacer cambios en el diseño en la forma de modelar las losas. En Chile la empresa ATCaceros se rige para todo este cambio por los detalles entregados por el calculista.

Por otro lado, existe otra posibilidad que se utiliza en Europa lo cual es hacer todo el cálculo mediante un software de análisis de elementos finitos lo cual ayuda a optimizar la malla de acuerdo con las cuantías exactas requeridas por el elemento.

La modelación de elementos finitos consiste en dividir un elemento estructural en una gran cantidad de elementos más pequeños. Esto están conectado para que todos los elementos trabajen iguales pero cada uno pueda tener distintas condiciones de apoyo y conexión de cargas, dando la posibilidad de representar cada elemento con gran precisión.

SOLO USO ACADÉMICO

3.2. Planos

A continuación, se describirán los tres tipos de planos que se necesitan para poder elaborar este sistema.

- En total se elaboran tres planos, el plano de conjunto se muestra el esquema y la posición calculada de las varillas de acero redondas. Sirve para controlar la planificación y la ejecución.

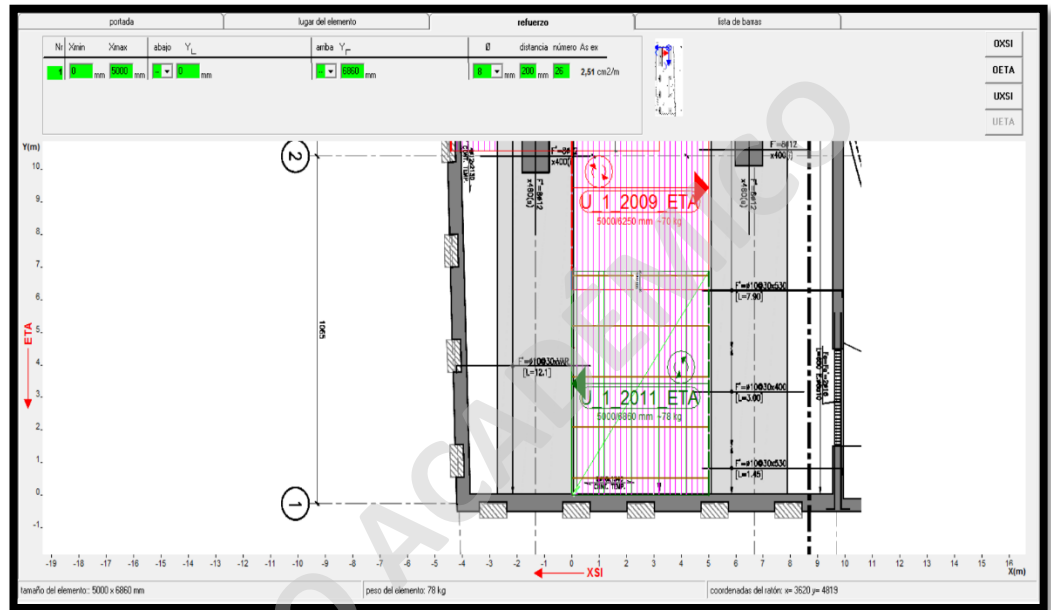


Figura 4, Plano de elaboración, Fuente: Elaboración propia

- El segundo plano es el de fabricación contiene el elemento particular, la planilla de acero y la denominación del archivo de fabricación correspondiente para la producción.

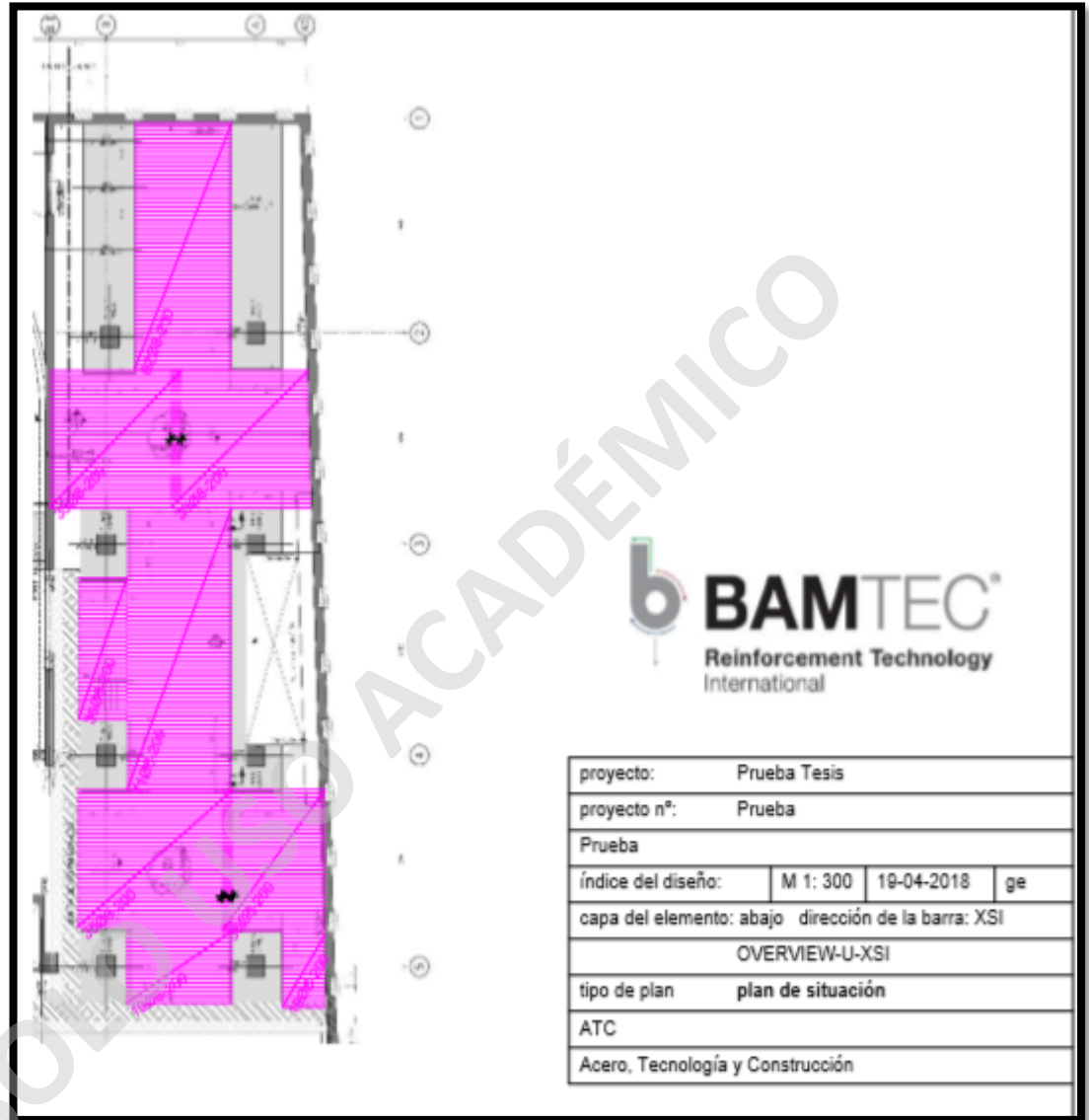


Figura 5, Plano de fabricación, Fuente: Elaboración propia

- El tercer plano es el de colocación contiene el esquema, los puntos de apoyo del elemento dimensionados y los sentidos para desenrollar el elemento con las denominaciones. Los elementos se desenrollarán en la obra conforme al plan de colocación.

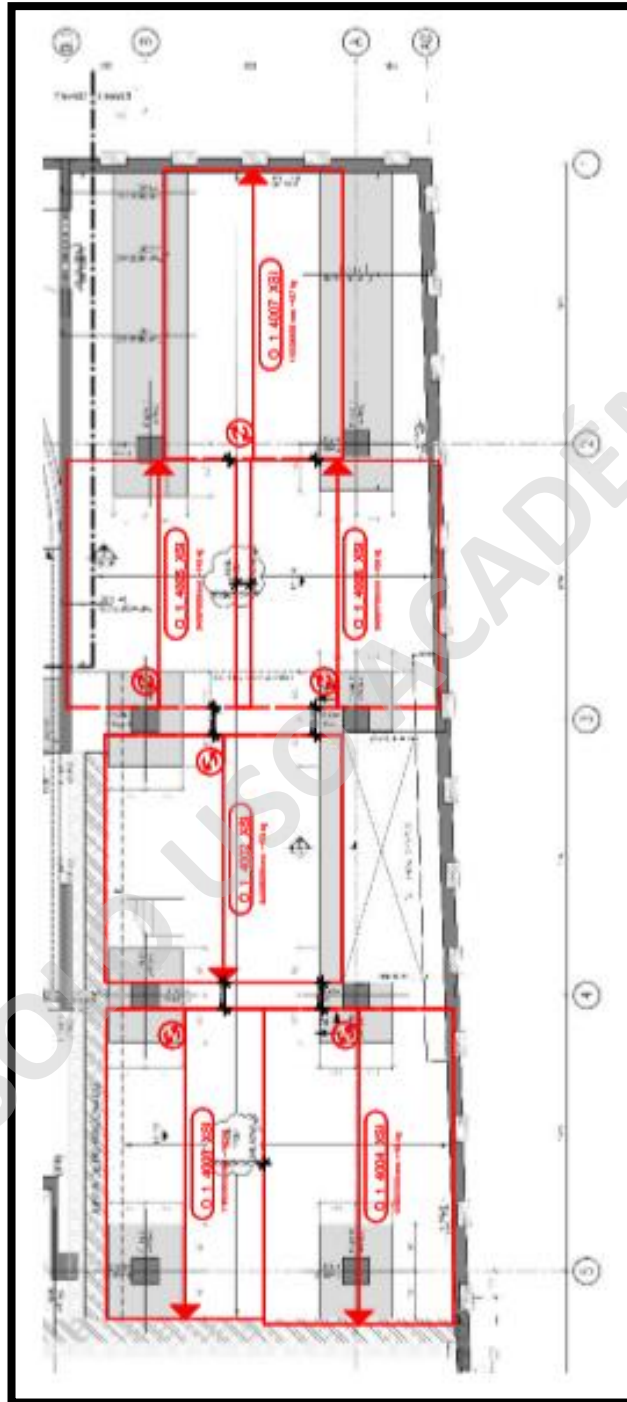


Figura 6, Plano de colocación, Fuente: Elaboración propia

3.3. Fabricación

La máquina automatizada que fabrica este sistema puede operar con diámetros desde los 8 mm hasta los 32 milímetros, en casos de aceros entre 8 mm y 16 mm, la maquina es alimentada por acero en rollos, los cuales los endereza, dimensiona y corta en forma automática, según lo requieran los planos, que lee directamente del software.

En cambio, en el caso de los diámetros de 18 mm hacia arriba las barras se deben pre dimensionar antes de introducirlas a la máquina. Asimismo, la maquina es capaz de fabricar rollos los que se ven en la Figura 7, que van desde los 2 metros de ancho hasta los 15 metros, con un largo de desarrollado de 25 metros, siendo la principal limitante en las dimensiones el peso del rollo lo que es determinado por la capacidad de la grúa que se disponga en terreno.



Figura 7, Rollos de fierro, Fuente: www.Bamtec.com



Figura 8, Correa transportadora, Fuente: www.Bamtec.com

Luego de ser cortados son tomados por una maquina la cual las endereza y las deja listas para que la correa de transporte la cual se muestra en la Figura 8, las traslade a separadamente a el siguiente proceso.

Luego del proceso de trasporte se llega a la máquina de soldadura la cual se muestra en la Figura 9, la cual es la encargada de soldar las distintas barras con sus espaciamentos definidos. Las cuales se sueldan a una pletina de acero para poder mantener su forma y separaciones especificadas.

En toda esta fabricación se usa el acero A630 420HS Soldable designación abreviada A630S (NCH 3334).

A: acero al carbono.

630: representa la tensión máxima del acero expresado megapascales. (63kg/mm²)

420: representa el límite de fluencia mínimo del acero expresados en megapascales. (42kg/mm²)

H: acero para uso con hormigón armado.

S: acero con características soldables.

Para todo este sistema se eligió un acero soldable ya que toda la barra se tiene que soldar a la pletina de acero y si no tiene esas características en los lugares de soldadura se perdería propiedades.



Figura 9, Máquina soldadora, Fuente: www.Bamtec.com

Si bien existe una norma que regula el acero soldable, no existe norma para ningún tipo de proceso de soldadura en el acero de fuerza para armaduras, lo cual es un problema ya que se debe presentar caso a caso con cada calculista ensayos, certificados e informes que se han hecho para el sistema Bamtec en Chile. Esto mismo les ocurre a empresas que fabrican pilotes soldados y mallas electrosoldadas con A630 420HS. Como comentarios, la NCh 3334 cita una norma americana (AWS 1.4) la cual aplica muy bien para empalmes soldados, pero según mi parecer no aplica para realizar soldadura semiestructurar como es el caso de Bamtec.

Requisitos ensayo de tracción


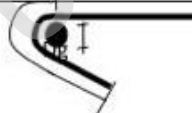
	A630-420HS
Tensión de fluencia F_y MPa	420 mín. 580 máx.
Resistencia a la tracción F_U MPa	630 mín.
Relación F_U / F_y mín.	1,25
Alargamiento % probeta $L_0 = 200$ mm	$\frac{7\ 000}{F_U} - K$

El alargamiento porcentual de ruptura para probetas de 200 mm entre marcas no debe ser menor que 8% para el grado de acero estipulado.

Los valores especificados en Tabla 1 se deben cumplir luego de realizado el proceso de soldadura correspondiente.

Figura 10, Ensayo de Tracción, Fuente: NCH 3334

Tabla 2, Criterios de anclaje y empalme, Fuente: Google

Ganchos y diámetros mínimos de doblado		(Lg: Largo desarrollo gancho / Dg: diámetro mínimo de doblado)		diámetro											
Patatas barras refuerzo	Lg 	cm	cm	mm	6	8	10	12	16	18	22	25	28	32	36
				Lg			18	20	28	32	38	44	53	61	69
				Dg			6	7	10	11	13	15	22	26	29
Estribos Zunchos	Lg 	cm	cm	mm	6	8	10	12	16	18	22	25	28	32	36
				Lg	14	15	16	17	19						
				Dg	2,4	3,2	4	4,8	6,4						

Criterios para realizar empalmes:

Como regla general, se debe considerar la siguiente fórmula para la realización de empalmes en obra

$$E = 60 \times d + 100 \text{ (mm)}$$

donde: E = Empalme
d = Diámetro de la barra en milímetros

Por lo anterior se tiene la siguiente tabla:

Diámetro (mm)	6	8	10	12	16	18	20	22	25	32	36
Empalme (mm)	46	58	70	82	106	118	130	142	160	202	226

3.4. Transporte



Figura 11, Transporte de Mallas, Fuente: Google

La distribución de las mallas Bamtec son mediante camiones los cuales llevan solo el material que se va a usar en esos días como se puede ver en la Figura 11, los camiones llegan con las mallas listas haciendo más fácil la descarga y por otra parte facilita al mandante más lugar de almacenaje para otros materiales. Una de las ventajas de este sistema es que las mallas vienen enumeradas y listas para colocar en su lugar, eso ayuda a tener un mayor orden en el tema del uso de la grúa y no trasladar material que todavía no se necesita.

3.5. Almacenaje en terreno



Figura 12, Almacenamiento Bamtec, Fuente: Google

Un almacenamiento con el sistema Bamtec te da un mayor control del material a disposición como se puede ver en la Figura 12, ya que se va despachando las mallas mediante la obra vaya avanzando logrando un mayor orden en la obra con respecto a la enfierradura. Este mayor control ayuda a tener un inventario y un control del avance para el mandante y la empresa de suministro del sistema Bamtec. En la siguiente Figura 13, se puede notar la diferencia con la imagen anterior con el tema orden en el almacenaje del material.



Figura 13, Almacenamiento Tradicional, Fuente: Google

3.6. Instalación en obra

Una vez que el elemento ya esté en la obra se puede transportar utilizando una grúa. Gracias a la reducción máxima de los elementos de armadura empleados y a la rapidez con que pueden ser desenrollados, la colocación se acelera y se simplifica considerablemente. De este modo se logra reducir el tiempo total de construcción.

En la instalación se requiere un hombre por cada 250-300kg, y con 4 trabajadores se pueden desenrollar sin esfuerzo un elemento de un peso total hasta 1.200 kilos.

En la Figura 14, se demuestra el tamaño y la forma como se intalan los rollos, en este caso es un rollo el cual con tres trabajadores lo pueden desenrollar en menos de un minuto sin problema.



Figura 14, Instalación de rollos, Fuente: www.Bamtec.com

4. Características del Sistema

4.1. Uniones de la malla con elementos estructurales

Este sistema encuentra un problema que son fundamentalmente las uniones de la malla Bamtec con los distintos elementos estructurales como muros, vigas y pilares. En la construcción tradicional, esto se soluciona fácilmente con barras en forma de corchetes que incluyen en el refuerzo de anclaje en los muros y vigas.

En el caso de Chile, todavía no existe una norma que recomiende distintas uniones para este tipo de sistema. Sin embargo, el ICH (Instituto del Cemento y Hormigón de Chile), está actualmente trabajando en un documento cuyo propósito será especificar distintas recomendaciones para ese caso de problemas.

En el caso de la malla Bamtec las uniones se deben hacer en forma independiente. A continuación, se van a explicar algunas de las uniones propuestas por la empresa Bamtec en Europa y las soluciones que aparecen en el ACI (American Concrete Institute). No obstante, lo anterior, en Chile es el calculista del proyecto quién puede modificar esas soluciones proponiendo nuevas ideas.

A continuación, se nombrarán algunas de las uniones propuestas por la empresa Bamtec.

SOLO USO ACADÉMICO

4.1.1. Unión con vigas interiores

La viga se divide en partes, las cuales se van colocando en distintas etapas. Como se logra ver en la Figura 15. Los refuerzos de la viga pueden ir unidos en la malla Bamtec solo si se usa malla superior, los estribos de la viga se dividen en dos refuerzos tipo U, luego de colocar la U queda igual que un estribo tradicional excepto que se tiene que respetar los traslajos.

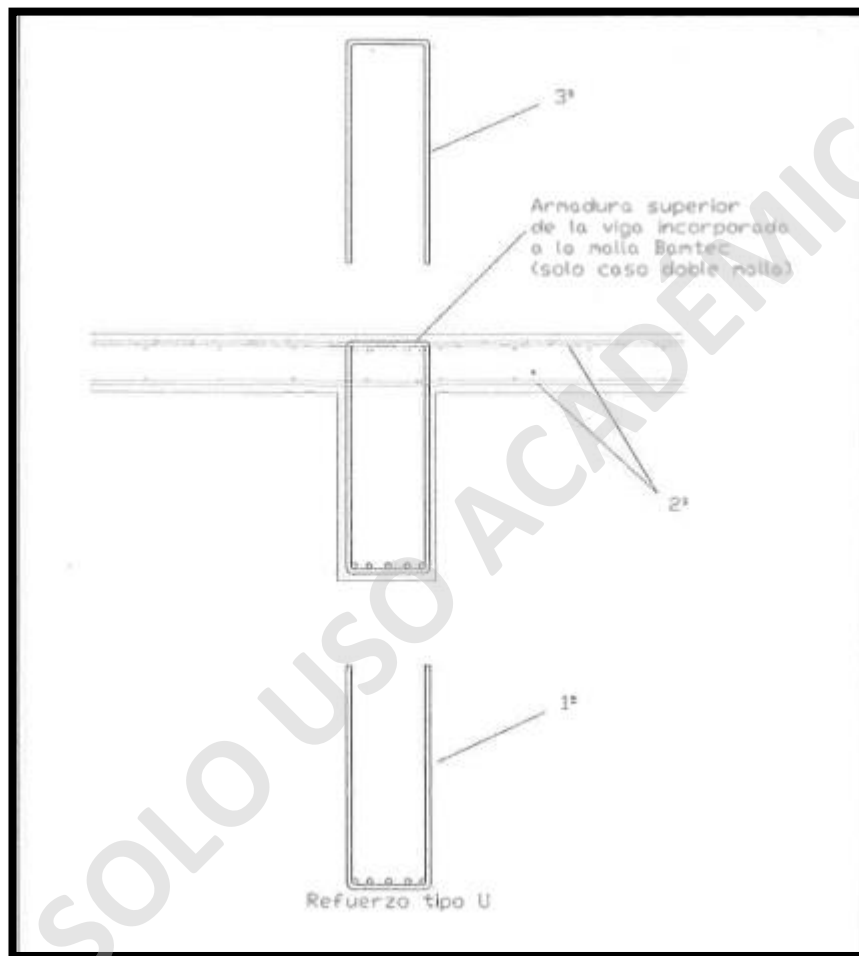


Figura 15, Unión viga interior, Fuente: Evaluación técnica y económica del sistema de enfierradura de losas Bamtec

4.1.2. Unión con vigas semi-invertidas interior

La solución es similar al punto anterior, se preparará la parte superior de la viga separada de la parte inferior utilizando como estribos refuerzos tipo U, que van unidos en las dos mitades de la viga.

4.1.3. Unión con vigas invertidas interior

Esta solución para la viga invertida interior es colocar los refuerzos L, uno por cada lado de la viga y después de coloca la malla de manera que se traslapen en la parte inferior, logrando el mismo efecto que una U. La parte superior de la viga se prearma con las barras longitudinales amarradas a la U. Como se puede observar en la Figura 16.

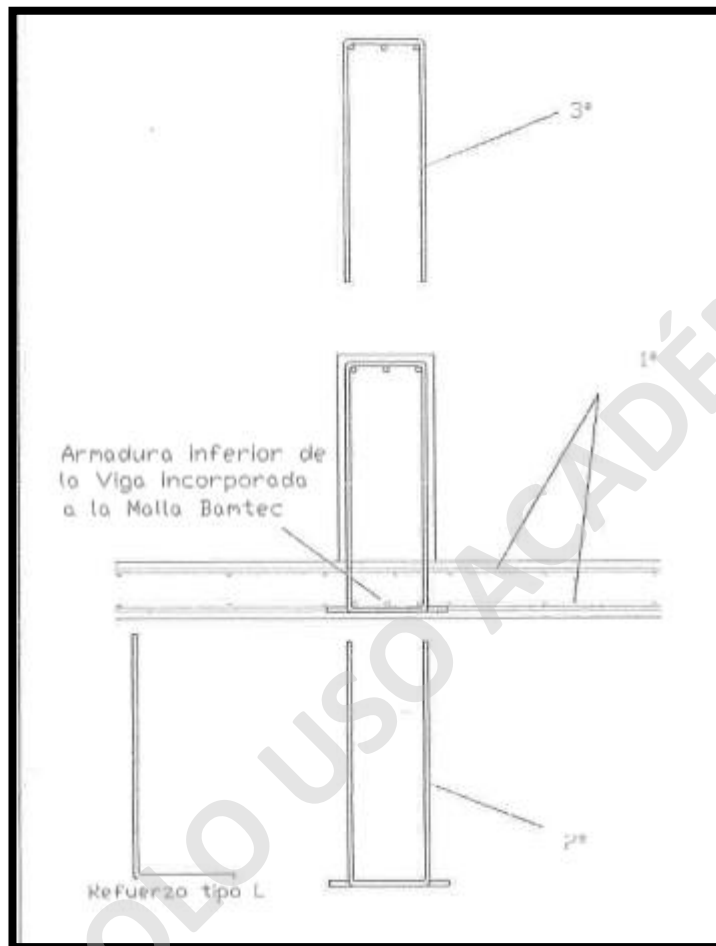


Figura 16, Unión viga invertida interior, Fuente: Evaluación técnica y económica del sistema de enfierradura de losas Bamtec

4.1.4. Unión con vigas en los perímetros o extremos

En este tipo de uniones no se cambió mucho la forma de proceder es armar la viga entera en forma independiente colocándola en su posición definitiva y luego se desenrolla la malla colocándole refuerzos tipo C en los bordes de la viga. Como se ve en la Figura 17.

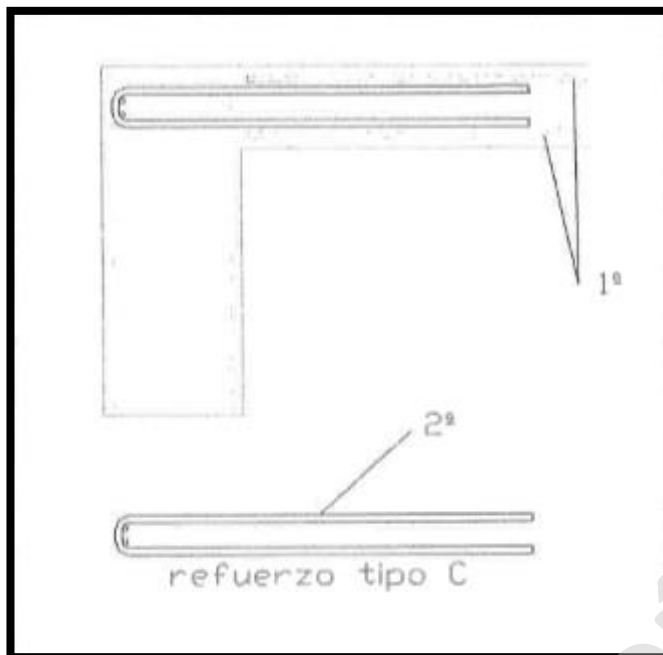


Figura 17, Unión vigas en perímetros o extremos, Fuente: Evaluación técnica y económica del sistema de enfierradura de losas Bamtec

4.1.5. Unión con vigas invertidas de extremos

Esta unión es muy parecida a la anterior, ya que se debe armar la viga tradicionalmente y se coloca en su lugar definitivo, luego se desenrolla la malla y se le incorporan refuerzos tipo C.

4.1.6. Unión con vigas semi-invertidas de extremos

Este proceso es muy parecido al anterior, se debe armar la viga completamente y colocarla en el lugar definitivo, después de eso se desenrolla la malla y para terminar se deben colocar refuerzos tipo C. Como se ve en la Figura 18.

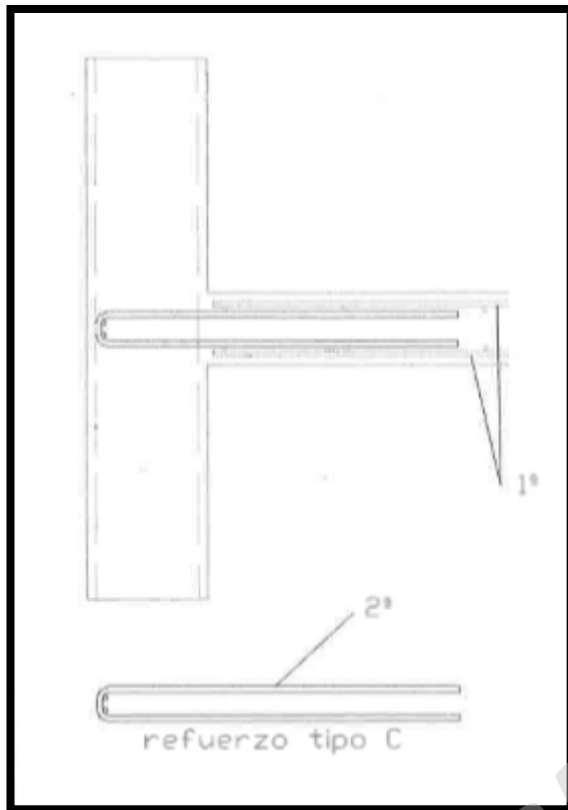


Figura 18, Unión viga semi-invertida de extremos, Fuente: Evaluación técnica y económica del sistema de enfierradura de losas Bamtec

4.1.7. Unión con muros

Esta es la unión más compleja de todas, ya que tiene una gran cantidad de fierro que necesitan un anclaje para lograr continuidad del muro de un piso a otro.

Lo que se hace en este caso es usar los conectores, son piezas de acero de alta resistencia a la cuales se le atornilla una barra por cada lado quedando totalmente conectada como si fuera una.

Para el anclaje de estos fierros se debe hacer de abajo hacia arriba incorporando un dobles a la enfierradura vertical o también un refuerzo tipo L amarrando a estas barras. Como se observa en la Figura 19.

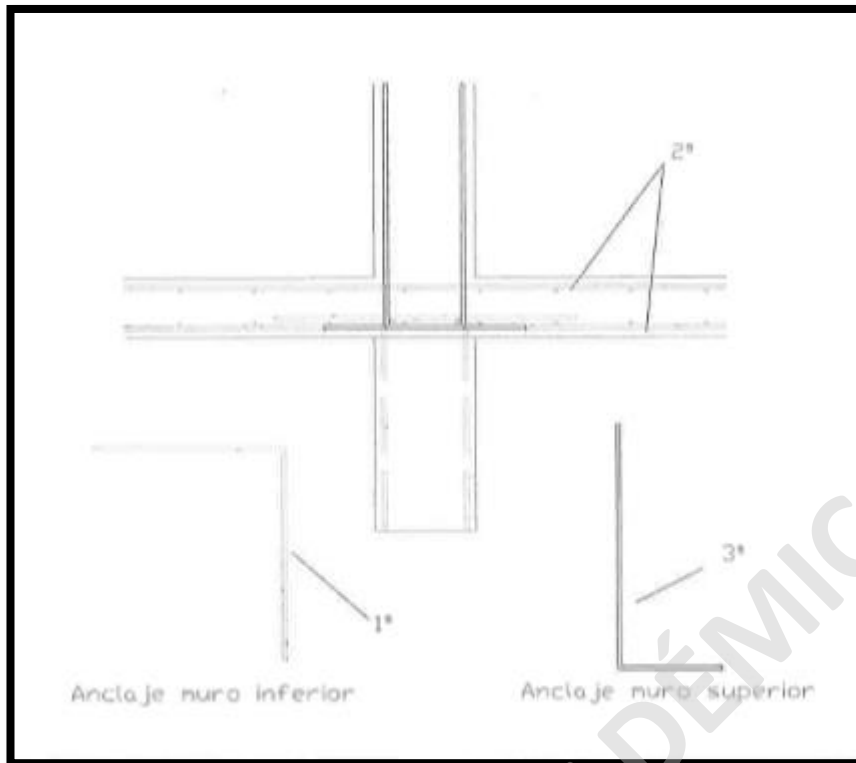


Figura 19, Unión con muros, Fuente: Evaluación técnica y económica del sistema de enfierradura de losas Bamtec

4.1.8. Unión con pilares

La unión de la malla con el pilar es simple ya que el pilar no tiene una gran dimensión, para esto se usan conectores. Las barras del pilar vienen del piso inferior y luego se coloca la malla y para terminar se colocan las barras del pilar uniéndolas a los conectores.

5. Aplicación en Chile

5.1. Obras desarrolladas

5.1.1. Estaciones de metro Estadio Nacional e Inés de Suarez. (Consortio Besalco – Dragados). Año de construcción 2017.



Figura 20, Estación metro Estadio Nacional e Inés de Suarez, Fuente: Google



Figura 21, Estación metro Estadio Nacional e Inés de Suarez, Fuente: Google

5.1.2. Centro Comercial Boulevard Piedra Roja (Axis), Año de construcción 2016.



Figura 22, Centro Comercial Piedra Roja, Fuente: ATCacero



Figura 23, Centro Comercial Piedra Roja, Fuente: ATCacero

5.1.3. Edificio Terravista (Altius), Año de construcción 2017.



Figura 24, Losa primer piso, Fuente: Elaboración propia



Figura 25, Almacenaje en terreno, Fuente: Elaboración propia

5.1.4. Estanque Aguas Andinas (Echeverría Izquierdo), Año de construcción 2017.



Figura 26, Enfierradura de losa, Fuente: ATCacero



Figura 27, Vista aérea de estanque Aguas Andinas, Fuente: ATCacero



Figura 28, Colocación de rollos, Fuente: ATCacero

SOLO USO ACADÉMICO

5.1.5. Ampliación Hospital del Trabajador (Constructora LyD), En proceso de construcción año 2018.

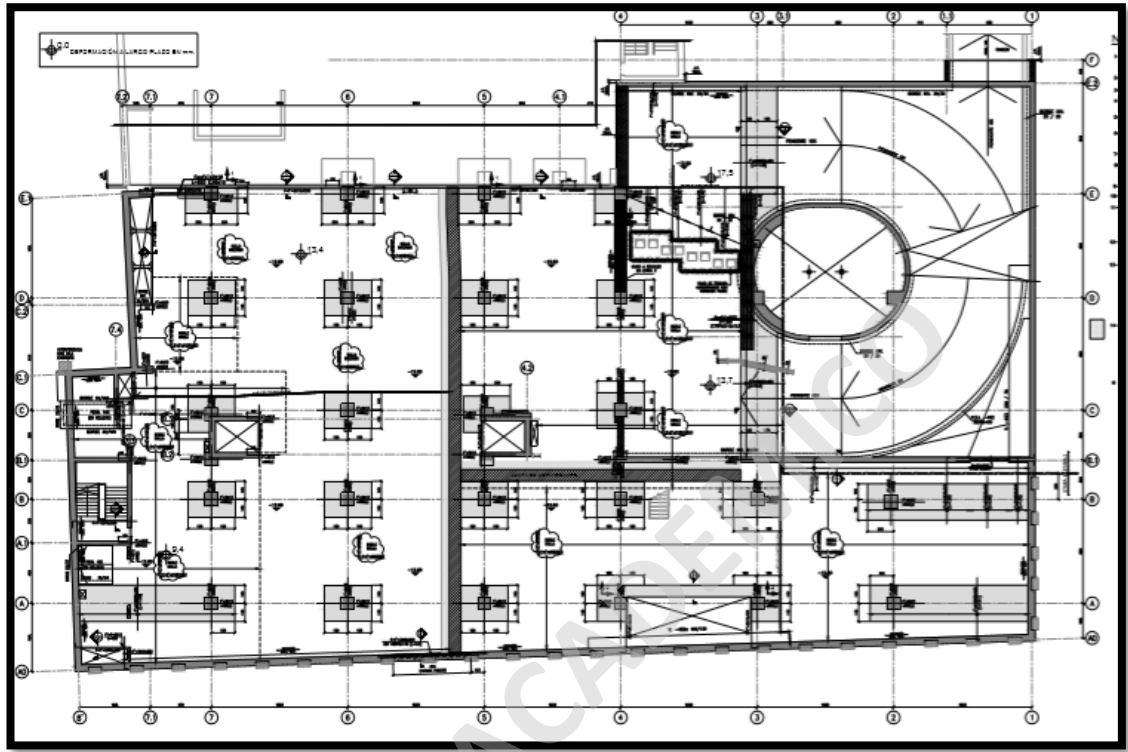


Figura 29, Plano de refuerzos planta cielo -4 subterráneo, Fuente: ATCacero

6. Aplicación y modelación del Sistema Bamtec

Como un complemento al estudio teórico al sistema Bamtec, se hace una aplicación a un caso real, para el cual, se selecciona el Hospital del Trabajador, se diseña la enfierradura y se estiman los costos de colocación. En el anexo n°3 se puede ver el plano de la planta cielo en un tamaño A1 para que se puede ver con mayor detalle el proyecto.

6.1. Características del proyecto

El proyecto estudiado corresponde a la ampliación del Hospital del Trabajador ubicado Ramón Carnicer 185, Santiago, Providencia, Región Metropolitana. Este edificio tiene una superficie de 26.626 m² en hormigón armado compuesto por 6 pisos y con 5 subterráneos. Además, el proyecto contempla la habitación de provisorio de imagenología, fachadas y cubierta, salas técnicas, matrices de instalaciones, demolición de helipuerto y nuevas salas técnicas del edificio. El costo total de este proyecto es de 512.537 UF.

Para este ejemplo se tomó un parte de la planta cielo del 4° subterráneo, en la Figura 30, se puede ver demarcada la superficie la cual fue calculada para hacer la comparación de los dos sistemas

La superficie del ejemplo a desarrollar tiene 637,2 m² y está ubicado entre las cotas (5-1 y A0-B.1). La losa está compuesta por una doble malla con un espesor de 23cm.

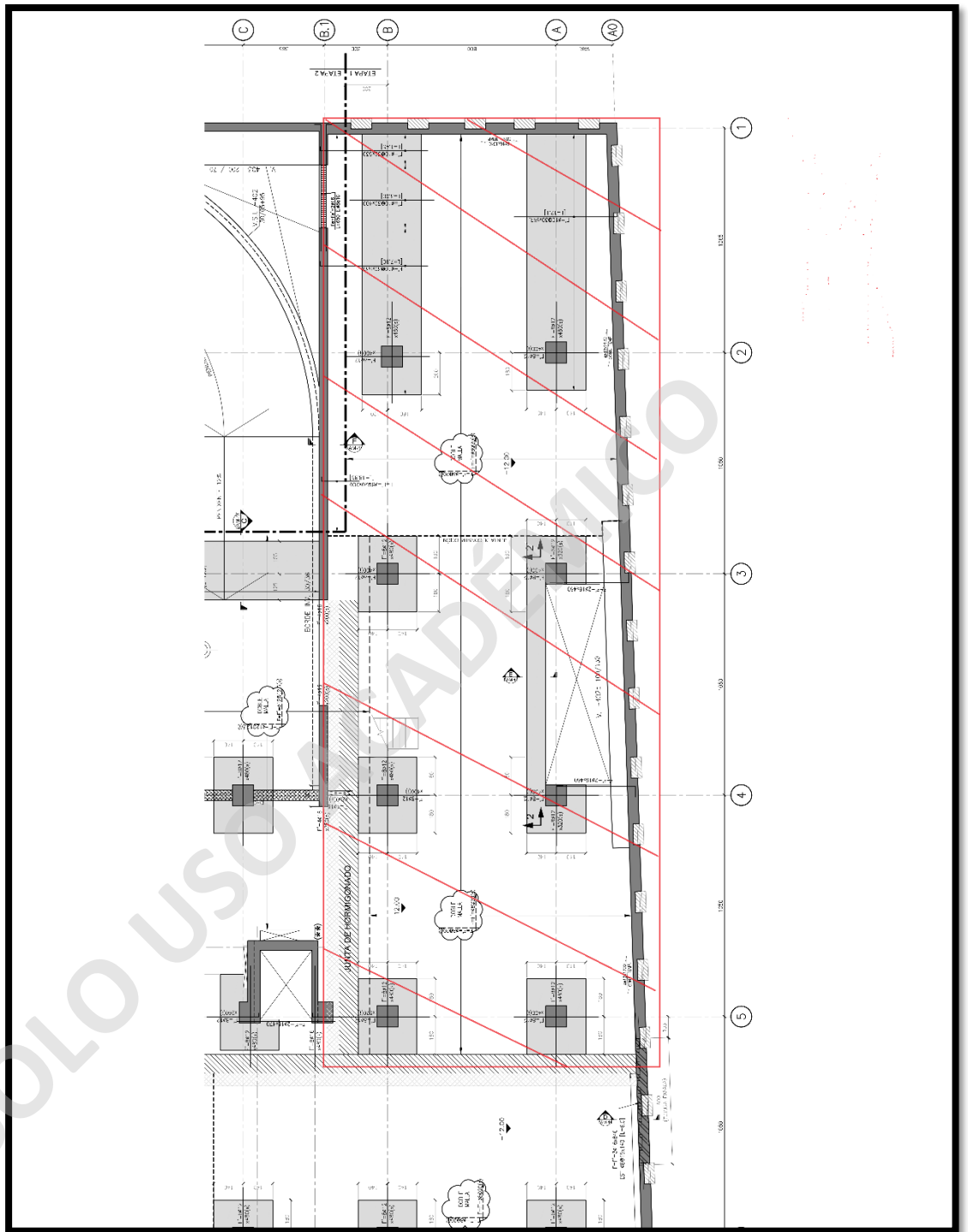


Figura 30, Plano ejemplo, Fuente: Elaboración propia

6.2. Método Tradicional

Para diseñar la losa se usaron los planos entregados por la empresa constructora. Los cuales se estudiaron y se utilizó la cubicación tradicional, con la cual se calculó dobles mallas de $\varnothing 8@20$, $\varnothing 10@15$ y $\varnothing 12@10$. Además de la cubicación de las mallas se calculó los demás elementos estructurales para poder comparar de mejor manera los dos sistemas de manera objetiva.

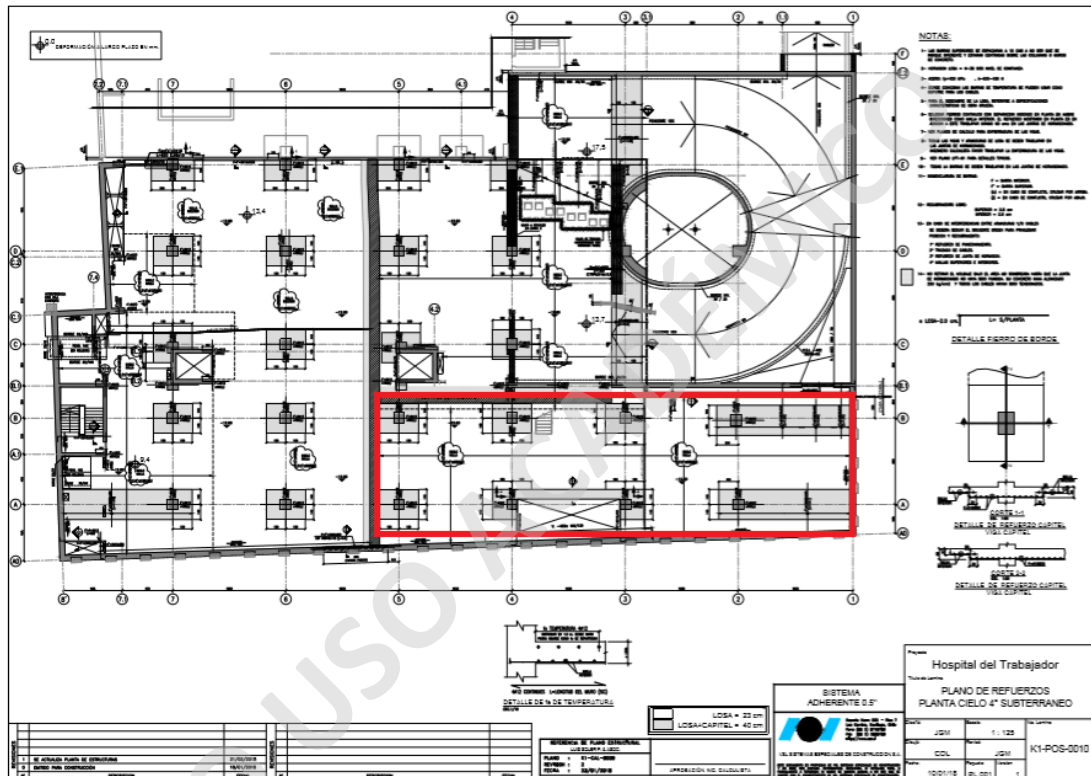


Figura 31, Demarcación de ejemplo, Fuente: Elaboración propia.

6.3. Método Bamtec

Para diseñar la losa de este edificio se utilizaron los planos entregados por el calculista de la empresa constructora. Luego se utilizó el programa Bamtec easy, con el cual se analizó la losa y se rediseño para que se pudiera utilizar el sistema Bamtec. Este proyecto se usó doble mallas de $\varnothing 8@20$, $\varnothing 10@15$ y $\varnothing 12@10$. Estas son las tres medidas que se usaron en este proyecto

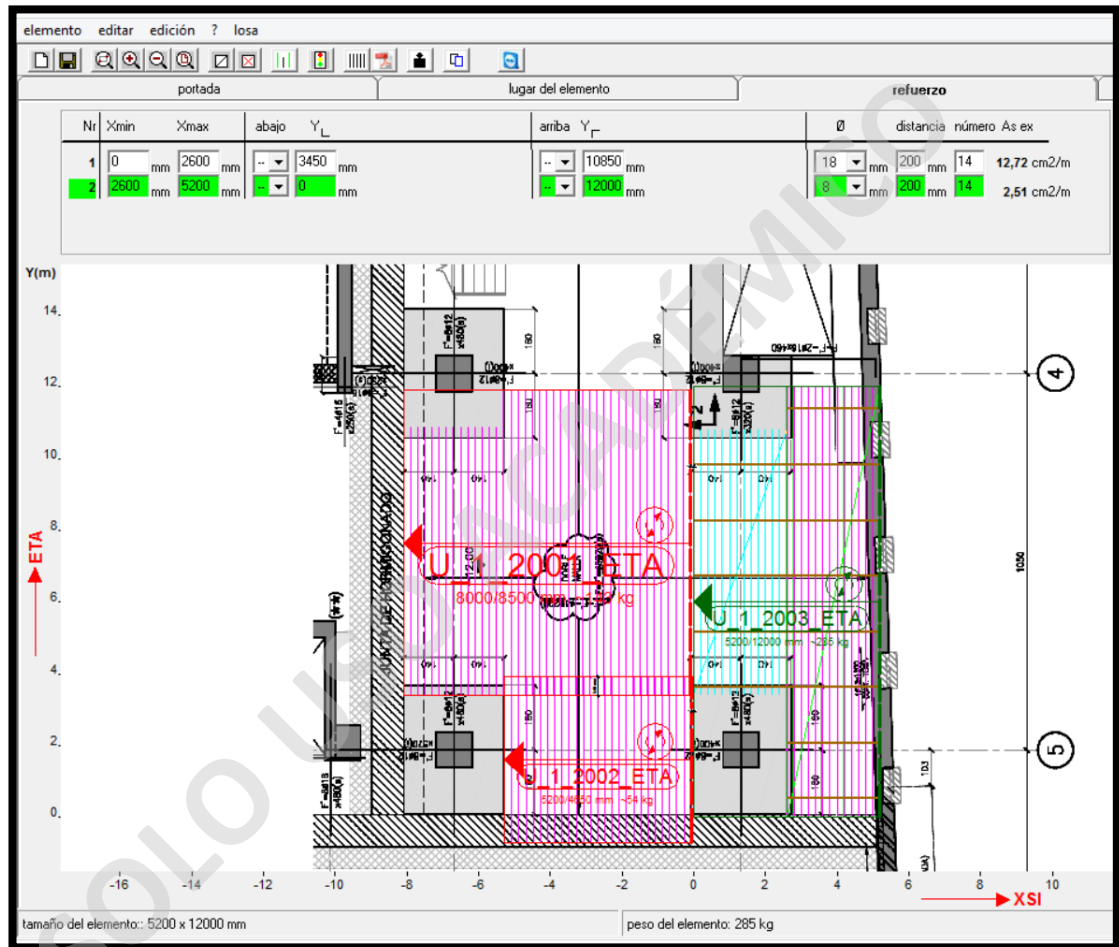


Figura 32, Programa Bamtec easy ejemplo, Fuente: Elaboración propia

En esta primera Figura 32, se puede demostrar el sistema Bamtec easy en proceso donde se toma el plano a desarrollar y se introduce en el sistema, para esto es necesario central el plano para que el programa puede ubicarse donde están los elementos.

Después de centrar se empieza a ubicar las distintas mallas dándole los largos y las separaciones que estén especificadas por el calculista.

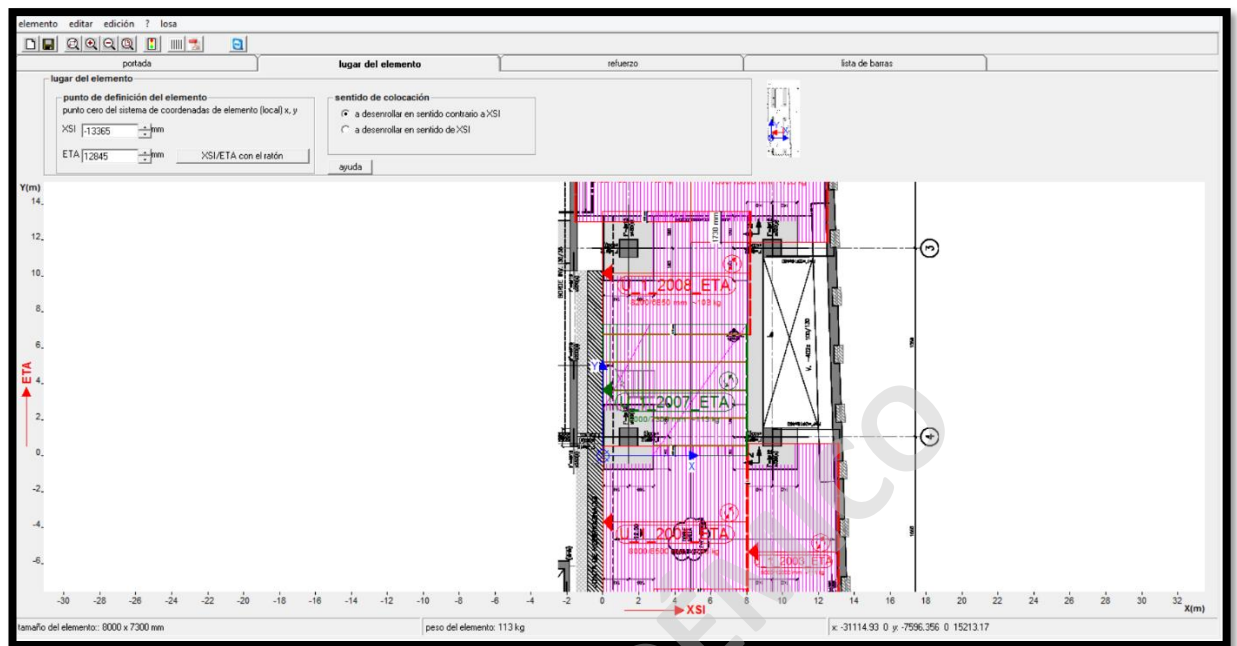


Figura 33, Programa Bamtec easy ejemplo, Fuente: Elaboración propia

En este momento como se ve en la Figura 33, se está modificando la dirección donde se van a desarrollar las mallas, este proceso es muy importante para el orden de la obra ya que si se hacen en destino orden al cual va el hormigonado podría demorar la colocación y en con eso la obra.

En este ejercicio se hizo que todas las mallas se desenrollaran de afuera para adentro.

Todo este proceso que se dijeron anterior mente se tiene que hacer cuatro veces ya que es una doble malla y se dividen dos inferiores y dos superiores.

En la Figura 34, se ve el plano de fabricación del sistema Bamtec, este plano se manda a la máquina para desarrolle las mallas y queden listas para que sean enviadas a la obra.

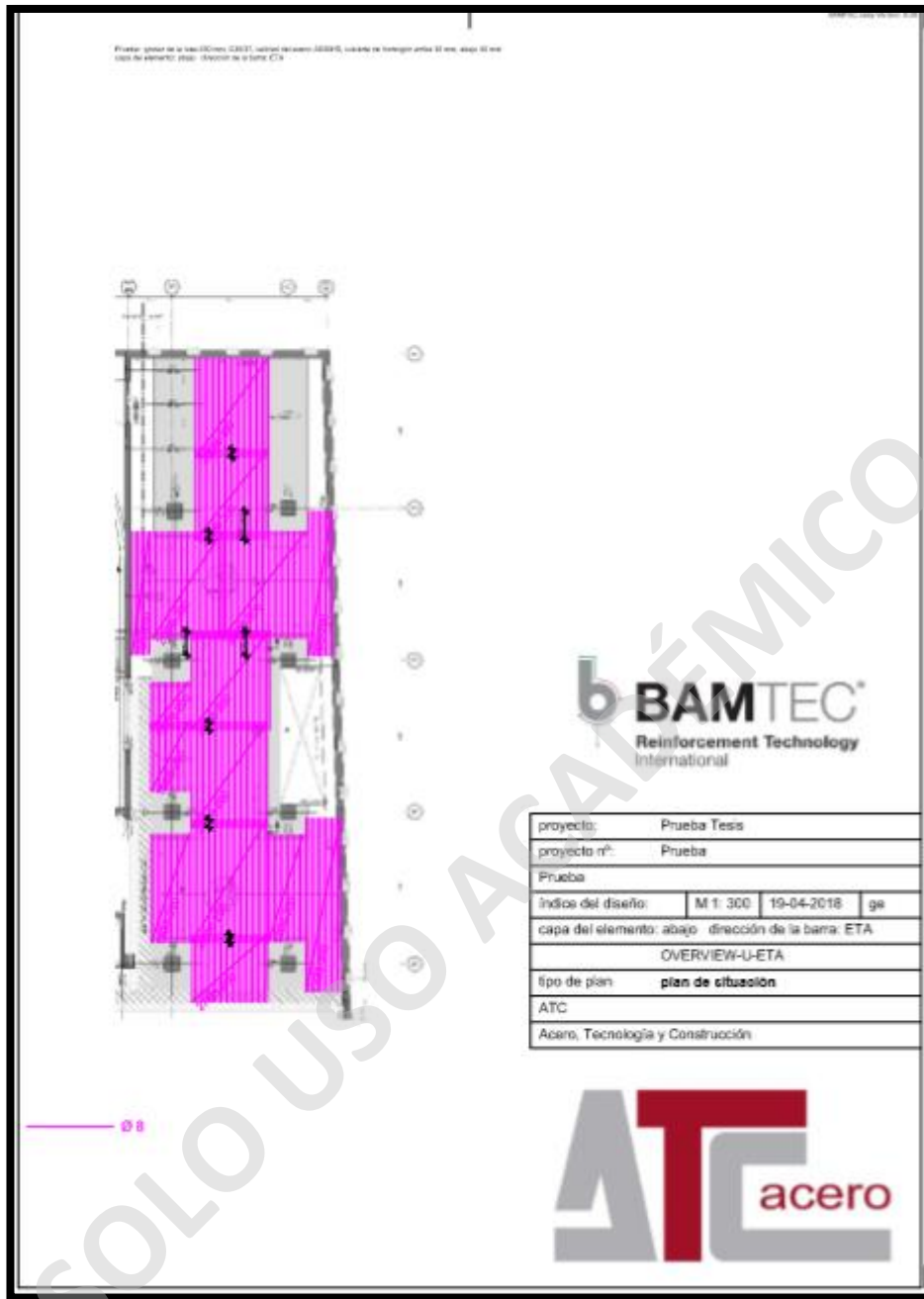


Figura 34, Programa Bamtec easy, Fuente: Elaboración propia

7. Evaluación económica

7.1. Sistema Tradicional

7.1.1. Cubicaciones

Tabla 3, Cubicación mallas sistema Tradicional, Fuente: Propia

DESCRIPCIÓN	NOMENCLATURA	DIAMETRO (mm)	SEPARACIÓN (cm)	L.UTIL (m)	L. CUBRIR (cm)	CANTIDAD FE	METROS LINEALES	LARGO DE ENFIERRADURA	
								8	10
malla inferior	Ø8@20i	8	20	10,10	4395,0	221,00	2232,1	2232,1	
	Ø8@20i	8	20	43,95	1100,0	56,00	2461,2	2461,2	
malla superior	Ø8@20i	8	20	10,10	4395,0	221,00	2232,1	2232,1	
	Ø8@20i	8	20	43,95	1100,0	56,00	2461,2	2461,2	
							ML TOTAL	9386,6	0
							COEF	0,395	0,617
							KG	3708,29	0,00
							ENFIERRADURA (kg)		3708,29
							PESO EXTRA (5%)		185,41
							ENFIERRADURA TOTAL (Kg)		3893,70

En esta cubicación se hizo con el programa Excel el cual ayuda mucho en el orden y la rapidez para este tipo de tareas.

En este proceso se cubico por partes, lo primero fue la malla inferior que es un Ø8@20 el cual es muy común y fácil de colocar. Luego se calculó la malla superior la cual también es Ø8@20.

Tabla 4, Cubicación Capiteles sistema Tradicional, Fuente: Propia

Capiteles							
Nombre	Sepa cm	L.UTIL MT	L.CUBRIR CM	CANTI FE	METROS LINEALES	Cantidad	KG
Capi(2,8x3,6)	12	4	360	31	124	496	195,92
Capi(2,8x3,6)	12	4,8	280	24,3	116,8	467,2	184,54
Capi(2,8x1,8)	12	4	180	16	64	128	50,56
Capi(2,8x1,8)	12	3,2	280	24,33	77,8667	155,73	61,51
							492,54

Para terminar se continuo con la cubicación de los capiteles que tiene una nomenclatura Ø8@12.

7.1.2. Tiempo de Colocación

Tabla 5, Tiempo de colocación de Mallas, Fuente: Propia

M2/Minuto	0,174 m2
M2 Totales	637,27 m2
Tiempo Total	61,0 HH

Para el cálculo del tiempo de la colocación de la enfierradura tome en cuenta un promedio de 10,44 m2/hh, dándome un promedio de 0,174m2 por minuto. Con estos datos se pudo sacar el tiempo total en el cual se terminaría la enfierradura.

7.1.3. Costos

Tabla 6, Costos sistema Tradicional, Fuente: Propia

Detalle	Cantidad	Precio
Malla	3.893,7 kg	\$ 1.752.165
Capiteles	492,54 kg	\$ 221.643
Horas Hombre	61 hh	\$ 762.500
Total		\$ 2.736.308

Para calcular los costos de la colocación se tomó en cuenta que el promedio de precios de acero por kg es de \$450. Con ese dato se multiplico por el total de kg que se utilizara y nos dio el precio de acero a usar.

Por otro lado, se calculó las horas-hombre a utilizar, las cuales se calcularon teniendo un promedio de sueldo de \$600.000 pesos mensuales, los cuales se dividieron en las 48 hrs mensuales.

Con ese resultado se tuvo que multiplicar por las horas que se tienen presupuestado terminar este trabaja.

7.2. Sistema Bamtec

7.2.1. Cubicaciones

En esta cubicación se partió sacando la información que nos dio el programa Bamtec easy, el cual nos da los nombres, medidas y pesos de casa malla que se va a utilizar. En las Tablas 7 y 8, se ve detallado el nombre de la malla, su dirección, medidas y el peso de cada una.

Tabla 7, Cubicación mallas sistema Bamtec, Fuente: Propia

Direccion	Nº Malla	Medidas	KG
OXSI	4007 XSI	11-6,8 MTS	157
	4006 XSI	9,4-7,7 MTS	153
	4005 XSI	9,4-7 MTS	142
	4004 XSI	12-7,2 MTS	164
	4003 XSI	11,8-6 MTS	142
	4002 XSI	9,4-9 MTS	183
		TOTAL	941
OETA	4001 ETA	4-11,8 MTS	114
	3005 ETA	6,8-11,4 MTS	171
	3004 ETA	10,4-10,5 MTS	226
	3003 ETA	3,4-10,5 MTS	82
	3002 ETA	8,8-11,5 MTS	213
	3001 ETA	9-11,8 MTS	219
		TOTAL	1025,00

Esta ayuda que nos da el programa entregándonos el peso exacto de cada malla nos facilita mucho para poder saber qué tipo de grúa se tendría que usar y los camiones que se necesitan para el transporte de las mallas a la obra respectiva.

Tabla 8, Cubicación mallas sistema Bamtec, Fuente: Propia

Direccion	Nº Malla	Medidas	KG
UXSI			
	1005 XSI	12,2-5,2 MTS	137
	1006 XSI	6,8-7,5 MTS	111
	1007 XSI	6,8-7,06 MTS	106
	1004 XSI	7-2,6 MTS	40
	1003 XSI	14-5,6 MTS	167
	1002 XSI	10,8-5,5 MTS	103
	1001 XSI	10,6-8,3 MTS	170
		TOTAL	834
UETA			
	2011 ETA	5-6,86 MTS	78
	2009 ETA	5-6,25 MTS	70
	2005 ETA	6,2-8,5 MTS	106
	2004 ETA	7,6-10 MTS	135
	2008 ETA	8,2-6,85 MTS	103
	2007 ETA	8-7,3 MTS	113
	2001 ETA	8-8,5 MTS	143
	2003 ETA	5-12 MTS	111
	2002 ETA	5,2-4,65 MTS	54
		TOTAL	913

Tabla Cubicación Capiteles

Tabla 9, Cubicación de capiteles sistema Bamtec, Fuente: Propia

Capiteles							
Nombre	Sepa cm	L.UTIL MT	L.CUBRIR CM	CANTI FE	METROS LINEALES	Cantidad	KG
Capi(2,8x3,6)	12	4	360	31	124	496	195,92
Capi(2,8x3,6)	12	4,8	280	24,3	116,8	467,2	184,54
Capi(2,8x1,8)	12	4	180	16	64	128	50,56
Capi(2,8x1,8)	12	3,2	280	24,33	77,8667	155,73	61,51
							492,54

Por otra parte, los capiteles se cubicaron manualmente sin programas ya que la maquina no puede hacer mallas tan pequeñas y con dobles en las esquinas.

7.2.2. Tiempo de Construcción

Este sistema tiene una ventaja que es de fácil colocación para disminuir las horas-hombres. Para determinar los tiempos de colocación se hace un cálculo con los tiempos calculados en terreno en otra obra, estos tiempos se calculan por metros-cuadrados/ minutos.

Luego de calcular cuántos metros-cuadrados por minutos se saca cuantas horas-hombre se necesitan en total, y para eso se divide el total de metros-cuadrados 637,27 en el rendimiento de 0,711 dando el resultado el total de HH necesarias.

Tabla 10, Tiempo de instalación sistema Bamtec, Fuente: Propia

M2/Minuto	0,711 m2
M2 Totales	637,27 m2
Tiempo Total	14,94 HH

7.2.3. Costos

Luego, para saber el costo total de la obra se toma en referencia un sueldo mensual de \$600.000, que es lo que se gana en promedio los enfierradores mensualmente trabajando 48 horas semanales.

Teniendo en cuenta que hoy en día en el mercado el precio de provisión de acero es de \$450, y a este precio se le suma los \$110 extra por kilo teniendo un total de \$560 por kilo con el sistema Bamtec.

Tabla 11, Costos sistema Bamtec, Fuente: Propia

Detalle	Unidades	Precios
Mallas	3.713 kg	\$ 2.079.280
Capiteles	492,54 kg	\$ 275.822
Horas-Hombre	14,94 hh	\$ 186.729
Total		\$ 2.541.831

En esta tabla se puede ver detallados los costos de los distintos elementos, como las mallas, capiteles y las horas-hombre que se necesitan para esta obra.

8. Análisis de Resultados

Tabla 12, Comparación de tiempo de los sistemas, Fuente: Propia

Detalle	Tradicional	Bamtec
Tiempo de instalación (HH)	61,0	14,94
Precio de instalación (UF)	28,16	6,89

Diferencia en tiempos es de un:

75,5%

Para comparar la diferencia de tiempo y el costo extra que trae a la obra, en la tabla (12) se puede ver que la diferencia de tiempos entre el sistema Tradicional y el sistema Bamtec es mucha. El sistema Bamtec tiene un 75,5% más de eficiencia en la instalación de la enfierradura en

Para compara lo mejor posible hay que llevar todo a una unidad en común, por eso se transforma todo a dinero, específicamente a unidad de fomento (UF). En la tabla (13) se comparan los costos de acero e instalación.

Tabla 13, Comparación de precios de los sistemas, Fuente: Propia

Detalle	Tradicional	Bamtec
Colocación	28,16	6,89
Valor fierro	101,07	86,9
Total	129,23	93,8

Diferencia en porcentaje a favor por cambio de tecnología:

27,4%

En la tabla anterior se aprecia que las actividades se abaratan en un 27,4% por el uso del Sistema Bamtec.

9. Conclusiones

Estas fueron obtenidas a partir del análisis comparativo que se realizó entre el sistema Tradicional y el sistema Bamtec y su aplicación en un caso real.

1. En la construcción en general se tiende a pensar que la forma de reducir costos se logra minimizando el costo de cada actividad individualmente, lo que no siempre funciona porque un ahorro en una actividad individual puede producir un encarecimiento en las demás. Es por esto que se recomienda siempre pensar el proyecto como un sólo producto. Con ese pensamiento se podrá optimizar en mejor manera el conjunto de recursos.

Para un tipo de sistema como el Bamtec, es necesario analizar cada proyecto para ver si es rentable el uso de este, ya que este encarece la actividad de enfierradura. Si se analiza sólo esta actividad, se llega a la conclusión de que no es rentable aplicarlo, pero si se analiza este sistema inmerso en la totalidad del proyecto, se encontrará ventajas como el tiempo de instalación y la mano de obra. El efecto que genera de forma global es muy beneficioso.

2. Hoy en día se está logrando la automatización total de la construcción, con tipos de sistemas que son elaborados completamente por máquinas, que tienen como ventaja una baja probabilidad de cometer errores.

Al automatizar se mejora la calidad de los productos y se garantiza el nivel de calidad determinado.

El sistema Bamtec automatiza la tarea de la enfierradura de losas, lo que trae consigo una estandarización de la calidad del producto y por lo tanto una simplificación notable de la inspección.

3. El sistema Bamtec incorpora el programa Bamtec Easy, el cual ayuda diseñar mejor la enfierradura, y con eso la construcción en general. Utilizar este programa ayuda a crear una estrecha relación entre las partes involucradas en el proyecto lo que es bueno para el mejor resultado de este.

4. El sistema Bamtec presenta una serie de ventajas y desventajas respecto al sistema tradicional. Dentro de las ventajas del sistema, destacan el ahorro de fierro y la simpleza de la colocación de este. La desventaja más importante es la dificultad para realizar conexiones con los demás elementos estructurales. Pero esa desventaja tiene una solución que es previamente resuelta por los calculista y diseñadores. Como conclusión este sistema tiene más ventajas que desventajas y cada problema tiene una solución técnica.

5. El proyecto descrito del Hospital de Trabajador hoy en día está usando el sistema Bamtec para esto, lo que nos indica que la construcción en Chile se está automatizando e incorporando nuevas tecnologías para facilitar y mejorar sus obras.

En esta obra se utilizó el sistema Bamtec ya que tiene losas de gran envergadura facilitan su instalación, gracias a que las mallas se pueden desenrollar más rápido y cubriendo más metros cuadrados que el sistema tradicional

6. Este sistema cada vez es y será más atractivo en Chile, ya que los costos de la mano de obra están subiendo cada vez más, haciendo que el ahorro en esta sea marginalmente cada vez más importante dentro de una obra.

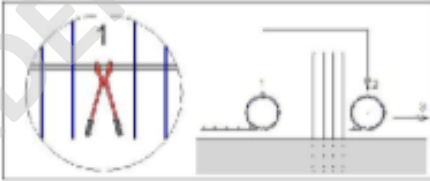
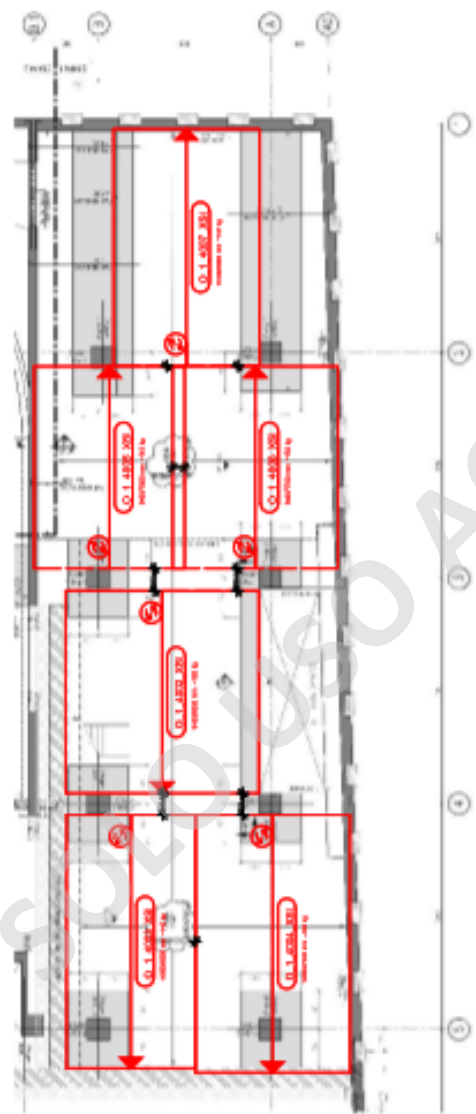
10. Bibliografía

1. <http://www.registrocdt.cl/registrocdt/www/admin/uploads/doctec/codigo.pdf>
2. Evaluación técnica y económica del sistema de enfierradura de losas Bamtec, por Sebastián Andrés Mackenna García Huidobro. Año 2002
3. https://civilshare.files.wordpress.com/2016/07/aci_318s_14_en_espanol.pdf
4. NCH3334 2014 Acero-Barras laminadas en caliente soldables para hormigón armado-Requisitos
5. http://www.bamtec.com/Bamtec_es/index.htm
6. <http://www.atcacero.cl/>

SOLO USO ACADÉMICO


11. Anexos

11.1. Anexo N°1




BAMTEC®
Reinforcement Technology
International


proyecto:	Prueba Tesis		
proyecto n°:	Prueba		
Prueba			
indice del diseño:	M 1: 250	19-04-2018	ge
capa del elemento:	arriba dirección de la barra: XSI		
	ROLLOUT-O-XSI		
tipo de plan	plan de colocación		
ATC			
Acero, Tecnología y Construcción			




11.2. Anexo N°2

Planta general de la base (Cimentación) del edificio de 10 pisos, ubicada en la zona de integración entre el eje, etapa 03 del caso del elemento: planta (diseño de la base) CTA

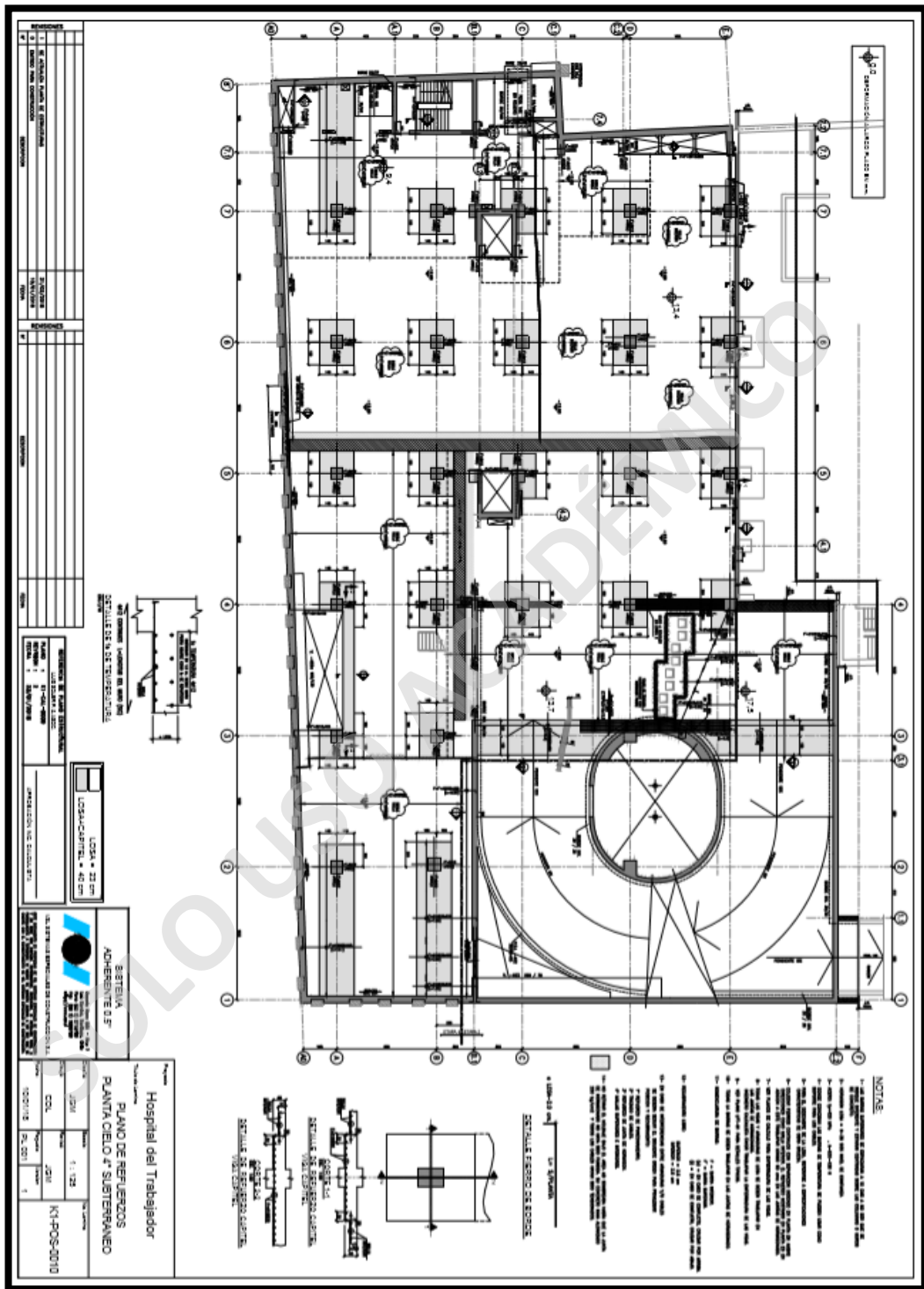




proyecto:	Prueba Tesis		
proyecto n°:	Prueba		
Prueba			
índice del diseño:	M 1: 300	19-04-2018	ga
capa del elemento:	abajo dirección de la barra: ETA		
OVERVIEW-U-ETA			
tipo de plan:	plan de situación		
ATC			
Acero, Tecnología y Construcción			



11.3. Anexo N°3
(Tamaño A1)



11.4. Anexo N°4

■ Índice Nominal de Remuneraciones e Índice Nominal del Costo de la Mano de Obra, según actividad económica
base anual 2016=100
 diciembre 2017

Actividad Económica (*)	IR				ICMO			
	Índice	Var. (%) mensual	Incidencia mensual ^a	Var. (%) 12 meses ^a	Índice	Var. (%) mensual	Incidencia mensual ^a	Var. (%) 12 meses ^a
Minería	105,03	0,3	0,021	2,6	106,75	1,6	0,096	3,8
Industrias manufactureras	107,88	0,6	0,081	5,7	108,46	1,2	0,152	5,3
Suministro de electricidad y gas	104,53	-0,2	-0,002	5,5	104,20	-0,1	-0,001	4,2
Suministro de agua y gestión de desechos	107,92	0,3	0,002	6,1	109,06	0,6	0,003	4,9
Construcción	110,06	0,0	0,003	8,1	109,91	0,0	-0,003	7,1
Comercio	110,95	1,2	0,188	7,5	110,68	1,6	0,234	6,7
Transporte y almacenamiento	105,55	0,3	0,016	2,2	106,41	-0,3	-0,017	2,2
Alojamiento y servicio de comidas	107,58	0,7	0,015	4,0	109,04	1,5	0,033	4,7
Información y comunicaciones	106,03	0,4	0,014	6,0	105,73	0,9	0,034	5,2
Actividades financieras y de seguros	105,62	0,1	0,009	3,1	105,80	0,4	0,031	2,7
Actividades inmobiliarias	107,00	0,0	0,000	4,6	107,38	0,7	0,006	4,4
Actividades profesionales y técnicas	104,34	-1,2	-0,074	2,6	104,79	-0,8	-0,049	2,1
Servicios administrativos y de apoyo	100,53	-1,5	-0,099	-0,9	100,15	-1,5	-0,102	-2,1
Administración pública	110,35	3,3	0,206	5,0	111,14	4,5	0,270	4,8
Enseñanza	107,95	0,4	0,032	4,1	108,26	0,7	0,059	3,9
Salud y asistencia social	107,29	1,2	0,052	3,5	108,67	1,9	0,081	3,8
Actividades artísticas y recreativas	102,13	0,6	0,003	-0,4	103,41	2,4	0,014	0,1

