

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**



**OPTIMIZACIÓN Y PROCESOS INNOVADORES EN LA
CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS MULTIFAMILIARES**

INFORME DE COMPETENCIA PROFESIONAL

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

LEOPOLDO RUBEN SCERPELLA CARRANZA

Lima- Perú

2010

INDICE DEL INFORME

	Pág.
RESUMEN	4
LISTA DE FIGURAS	6
INTRODUCCION	7
CAPITULO 1 : PRODUCTIVIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN	10
1.1 Conceptos Básicos	10
1.2 Proyección deseada para la construcción peruana	14
1.3 Lean Construction o Construcción sin pérdidas	15
1.4 El problema de la planificación tradicional	17
1.5 Importancia del modelo de Flujo de Procesos frente al modelo de Conversión de Procesos.	18
CAPITULO 2 : INNOVACIÓN TECNOLÓGICA EN LA CONSTRUCCIÓN	22
2.1 Definición de innovación tecnológica	22
2.2 Oportunidades basadas en tecnologías existentes	23
2.3 Constructabilidad	24
2.3.1 Implementación de un programa de constructabilidad	26
2.3.2 Aplicación de la constructabilidad en las diferentes etapas de un proyecto	28
2.4 La prefabricación y la industrialización	29
CAPITULO 3 : OPTIMIZACION DE LOS PROCESOS CONSTRUCTIVOS	31
3.1 Programa de mejoramiento de la planificación operacional	31
3.1.1 Introducción	31
3.1.2 Conceptos básicos.	31
3.1.2.1 Teoría del “Último Planificador” (Last Planner)	33
3.1.2.2 Teoría de Planificación de Recursos para 3-5 semanas (Look Ahead Planning - LAP)	33
3.1.3 Objetivo	34
3.1.4 Acciones	34
3.1.5 Resultados esperados	38
3.2 Programa de mejoramiento de la productividad	38
3.2.1 Introducción	38
3.2.2 Conceptos básicos.	38
3.2.3 Objetivo	41

3.2.4	Acciones	42
3.2.5	Resultados	49
3.3	Programa de mejoramiento de la calidad	50
3.3.1	Introducción:	50
	CAPITULO 4 : APLICACIÓN DE LOS CONCEPTOS INNOVADORES PROPUESTOS	51
4.1	La Constructabilidad.	51
4.2	Programación Lineal (programación de Obra).	52
4.3	Look Ahead Planning (Pedido anticipado de los insumos de una obra).	53
4.4	Control de Rendimientos	58
4.5	Medición del Nivel general de Actividades	60
4.5.1	Muestra Analizada	60
4.5.2	Definición de la Herramienta	61
4.5.3	Criterios y procedimientos de la toma de datos	61
4.5.3.1	Del Tipo de trabajo	61
4.5.4	Presentación y Análisis de Resultados	63
4.5.5	Medición del Nivel General de Actividad	64
4.5.6	Nivel de Productividad Promedio.	64
4.6	Medición de cuadrillas puntuales (Evaluación de la productividad de las cuadrillas) y modificación o innovación de los procesos constructivos.	66
4.6.1	Sistema de losas aligeradas con viguetas pretensadas FIRTH	66
4.6.1.1	<i>Memoria Descriptiva General del Sistema</i>	66
4.6.1.2	Medición de las cuadrillas	66
4.6.2	Otras alternativas o Innovaciones de viguetas prefabricadas	82
4.6.3	Otras alternativas o Innovaciones de encofrados	83
4.6.3.1	Memoria Descriptiva General del Sistema	84
4.6.3.2	Medición de las cuadrillas	87
4.6.4	Tabiquería	90
4.6.4.1	Asentado de ladrillos kk soga 18 huecos	90
4.6.4.2	Otras alternativas o Innovaciones :Asentado de ladrillos kk soga 18 huecos	94
	CONCLUSIONES	97
	RECOMENDACIONES	99
	BIBLIOGRAFIA	100
	ANEXOS	

RESUMEN

En la Introducción se resalta al sector de la construcción y su desempeño en el crecimiento y el desarrollo económico de un país, se describe brevemente la importancia de aumentar la productividad y competitividad, para entregar productos de alta calidad con menores precios de venta, justificando de esta manera nuevas filosofías de producción y las herramientas necesarias para llegar a su propósito. Se describe asimismo el objetivo general del presente informe, presentando la metodología o elaboración del trabajo efectuado.

El presente informe cuenta con los siguientes capítulos:

El Capítulo 1 presenta algunos conceptos básicos de la productividad, haciendo mención de los estudios realizados en los sectores industriales como de construcción. Presenta asimismo una nueva filosofía de la construcción Lean Construction, a través de definiciones e indica la importancia de esta nueva alternativa de mejoramiento. Se hace mención de lo que se desea proyectar para la construcción peruana con mejoras en la productividad, calidad, y capacitación, promoviendo la innovación. Finalmente se da a conocer los problemas que conlleva la planificación tradicional y la importancia del modelo de flujo de procesos.

El Capítulo 2 define los diferentes términos de la innovación tecnológica en la construcción, aprovechando en primera instancia oportunidades basadas en tecnologías existentes. Se hace un análisis del término constructabilidad considerándose como una de las más significativas oportunidades para mejorar la industria de la construcción, integrando la experiencia y conocimiento de construcción en la planificación, diseño, abastecimiento y construcción. Se muestra la Implementación de un programa de constructabilidad, y su aplicación en las diferentes etapas de un proyecto; asimismo se dan a conocer los términos de la prefabricación y la industrialización y su importancia en la mejora de productividad y calidad en una edificación.

El Capítulo 3 tiende a implementar programas concretos de mejoramiento de aspectos claves para el desarrollo de las operaciones como son: Planificación Operacional de las tareas o procesos productivos, Productividad y Calidad, también ha sido necesario establecer una medición sistemática de los resultados obtenidos, para verificar la efectividad de las medidas adoptadas y la definición de nuevas medidas correctivas y oportunidades de mejoramiento.

En cada uno de estos programas de mejoramiento encontramos una introducción, los conceptos básicos, los objetivos, las acciones necesarias a tomar y los resultados esperados.

En el Capítulo 4 se aplican los conceptos innovadores propuestos, aplicándose una estrategia desde el comienzo del proyecto, que nos permita desde la etapa de diseño visualizar, analizar y decidir mejores alternativas en los procesos constructivos que ejecutemos, los cuales evaluaremos, modificaremos o innovaremos si es necesario, para esto se aplicaron estos nuevos conceptos, como son:

1. La Constructabilidad, dentro de la etapa de diseño, abastecimiento y durante la construcción de la obra La Aurora Miraflores I.
2. Programación Lineal (programación de Obra), de la obra La Aurora Miraflores I.
3. Look Ahead Planning (Pedido anticipado de los insumos de una obra), de la obra La Aurora Miraflores I.
4. Control de Rendimientos de una partida puntual como fue acero en elementos verticales, de la obra La Aurora Miraflores I.
5. Medición del Nivel General de Actividades, a nivel general de la obra La Aurora Miraflores I.
6. Medición de cuadrillas puntuales (Evaluación de la productividad de las cuadrillas) y modificación o innovación de los procesos constructivos, para esto se tomaron las siguientes cuadrillas puntuales: Sistema de losas aligeradas típicas en comparación al Sistema de losas aligeradas con viguetas pretensadas FIRTH (encofrado de madera) de la obra La Aurora Miraflores I, Sistema de losas aligeradas con viguetas pretensadas FIRTH (encofrado metálico UNISPAN) de la obra La Aurora Miraflores II y la partida de asentado de ladrillo K.K. 18 huecos soga de la obra La Aurora Miraflores II .

Finalmente se plasman las Conclusiones y Recomendaciones, así como la Bibliografía que sirvió de ayuda.

LISTA DE FIGURAS	Pág.
Fig. 1.1 Elementos de los procesos.	19
Fig. 1.2 Modelo de conversión de procesos	21
Fig. 1.3 Modelo de flujo de procesos	23
Fig. 3.1 Diagrama de espinas de pescado	32
Fig. 3.2 Proceso	40
Fig. 3.3 Categorías de Trabajo	45
Fig. 4.1 Sectorización de la Obra	53
Fig. 4.2 Programación lineal	54
Fig. 4.3 Look Ahead Planning	54
Fig. 4.3 Planificación Semanal	57
Fig. 4.4 Control diario de rendimientos	58
Fig. 4.5 Clasificación de los tipos de trabajos	63
Fig. 4.6 Medición del Nivel General de Actividad	64
Fig. 4.7 Nivel de Productividad Promedio.	64
Fig. 4.8 Distribución tipo de Trabajo	65
Fig. 4.9 Diagrama trabajos no productivos	65
Fig.4.13 Tiempos cuadrilla Colocación de apuntalamiento y soleras	67
Fig.4.14 Tiempos cuadrilla Colocación de viguetas pretensadas FIRTH	68
Fig.4.15 Tiempos cuadrilla Colocación de Bovedilla	68
Fig. 4.15 Diagrama de espinas de pescado	69
Fig. 4.16 Resumen de la Distribución del Trabajo	70
Fig. 4.17 Resumen de la Distribución del Trabajo	71
Fig. 4.18 Resumen de la Distribución del Trabajo	72
Fig. 4.19 Rendimiento Real	73
Fig. 4.20 Precio de Insumos	74
Fig. 4.21 Análisis de costos unitarios con viguetas Firth	75
Fig. 4.22 Análisis de costos unitarios con aligerado convencional	77
Fig. 4,23 Soporte para Losas aligeradas con Viguetas Prefabricadas	84
Fig. 4,24 Encofrado metálico en Vigas	85
Fig. 4,25 Encofrado metálico en Frisos	87
Fig. 4.26 Trabajos en Sistema de Soporte para Losas aligeradas con Viguetas Prefabricadas	88
Fig. 4.27 Resumen de la Distribución del Trabajo	89
Fig 4.28 Clasificación de los Trabajos para el asentado de ladrillos	91
Fig. 4.29 Resumen de la Distribución del Trabajo	92
Fig. 4.30 Rendimiento Real	93

INTRODUCCION

La actualidad del tema del presente informe de competencia profesional, lo podemos comprobar de la lectura y análisis de los siguientes artículos:

❖ **Noticias**

- Fecha: 22 de diciembre de 2009

CRÉDITOS HIPOTECARIOS REGISTRAN RÉCORD

La Asociación de Bancos (Asbanc) informó que al cierre de noviembre, el total de créditos hipotecarios, expresado en moneda nacional, alcanzó la cifra de S/.12,424 millones, 1% más al registrado en octubre pasado que alcanzó S/.12,251 millones. Además indicó que en moneda nacional registraron un saldo de S/.5,041 millones en dicho mes, monto que representó un crecimiento de S/.172 millones (3.54%) en comparación con octubre del 2009.....

Fuente :Diario Expreso

- Fecha: 19 de noviembre de 2009

OPTIMISMO DE LOS SECTORES PRODUCTIVOS EN LA POSCRISIS

El año 2009, el sector construcción tuvo un crecimiento mayor al 6%, y se espera un nivel superior para el 2010, debido a la ejecución de proyectos mineros, centros comerciales, programas habitacionales de Techo Propio, y otras concesiones, según la Cámara Peruana de la Construcción (Capeco). Y en ese escenario, el gremio constructor señala que el reto de las empresas será incorporar mayores innovaciones tecnológicas a nivel nacional, dado que la mayoría de proyectos habitacionales se ejecutarán en provincias. En opinión de Humberto Martínez, presidente del Comité de Edificaciones de Capeco, los desafíos para afrontar la poscrisis no están en el financiamiento, pues actualmente hay un fondeo a menor costo, unido a menores tasas de créditos hipotecarios, que impulsan al sector.....

Fuente :Diario Gestión

❖ **Justificación del trabajo**

La construcción desempeña un papel decisivo en el crecimiento y el desarrollo económico de un país, siendo esta actividad de gran importancia y parte fundamental en el desarrollo de una sociedad. Los productos del sector de

la construcción son bienes de inversión duraderos, clasificados en la contabilidad nacional como "capital fijo". Dada su importancia en concepto de inversiones, su producción tiende a progresar más de prisa que la economía en su conjunto en los momentos de prosperidad económica, lo contrario se verifica durante periodos de crisis económica; dando lugar a una productividad fuertemente cíclica. El sector no es solamente un empleador muy importante, sino también uno de los pocos que en las economías postindustriales más desarrolladas ofrecen trabajo a las personas menos calificadas e instruidas, siendo una fuente importante de trabajo intensivo.

Las empresas de construcción de viviendas requieren aumentar su productividad y competitividad, mejorando sus procesos de ejecución de obras, para entregar productos de alta calidad con menores precios de venta, que estén al alcance de los compradores.

Se propone la introducción de conceptos y el impacto de una nueva filosofía de producción utilizada en otras industrias, diferentes o relacionadas a la construcción, enfatizando en la importancia de reducción de actividades que no agregan valor al producto final como fundamento del mejoramiento continuo. El trabajo propone la utilización de herramientas destinadas a determinar y minimizar las pérdidas en los procesos de construcción.

Objetivo general

El objetivo del presente trabajo es la aplicación de la constructabilidad (mejoramientos e innovaciones) en las diferentes etapas del proyecto, y la propuesta de una metodología para la implementación de un programa de mejoramiento de los procesos constructivos, con programas de aspectos claves para el desarrollo de las operaciones como son: (1) Planificación operacional de las tareas, (2) Productividad y (3) Calidad (en el presente informe de competencia profesional se desarrollará las dos primeras operaciones, sin dejar de considerar al tercero), aplicados a proyectos de vivienda multifamiliar, fundamentada en los principios del lean construction (construcción sin pérdidas), obteniendo así índices de productividad para algunas actividades del proyecto, analizando los resultados y dando recomendaciones para solucionar los problemas que se detecten.

Los mejoramientos e innovaciones propuestos se llevaron a la práctica en diferentes proyectos de construcción de edificaciones multifamiliares, en el cual se analizaron algunas actividades del proceso edificatorio.

Elaboración del Informe

- Describir los principios de constructabilidad, de Lean Construction y sus aplicaciones a la construcción de proyectos de vivienda multifamiliares.
- Realizar un diagnóstico de la productividad en obra, mediante la toma de datos en el proyecto, obteniendo información sobre cantidades de obra realizada vs. horas trabajadas.
- Determinar las condiciones en las cuales se realizan los trabajos (distribución de cuadrillas, procesos constructivos, productividad del trabajo específico), para analizar su incidencia en las pérdidas o desperdicios generados en el proceso.
- A partir de las observaciones realizadas, determinar los factores que influyen directamente sobre la productividad de los proyectos de construcción.
- Optimizar los métodos existentes e introducir métodos constructivos innovadores.
- Recomendar una metodología como sistema de mejoramiento continuo en la productividad de proyectos de vivienda multifamiliares.

En el estudio se propone la implementación del ciclo básico de mejoramiento de la productividad, el cual consiste en medición, evaluación, planeación y mejoramiento; en el trabajo se hace énfasis en las mediciones de cantidades de obra y horas trabajadas, ya que la productividad que se propone estudiar es la productividad del trabajo, que es la más susceptible de mejoras en la construcción por parte de la administración.

CAPITULO 1

PRODUCTIVIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN

1.1 Conceptos Básicos.

Necesitamos tener presente que: la importancia de formular y construir un proyecto es llegar a diseñar la función de producción óptima que mejor utilice los recursos disponibles para obtener el producto deseado, definiendo a la productividad como “la medición de la eficiencia con que los recursos son administrados para completar un producto específico, dentro de un plazo establecido y con un estándar de calidad dado” (A. Serpell).¹

La productividad ha sido estudiada por parte de sectores industriales, especialmente en épocas donde la competencia obliga a altos niveles de desempeño por parte de las empresas. En la construcción, han sido pocos los estudios que al respecto se han realizado en nuestro medio, por el desconocimiento de la metodología a emplear. Las empresas constructoras, se enfrentan a grandes demoras y altos porcentajes de desperdicios, debido a la ausencia de una adecuada planeación de los procesos basados en mano de obra no calificada, y sin considerar la interacción entre ellos.

En la construcción peruana son pocos los estudios de productividad que se han realizado, porque se desconocen metodologías para efectuarlos y se piensa que por el costo relativamente bajo de la mano de obra es ilógico incurrir en gastos de este tipo, omitiendo la utilidad que tienen estos estudios en la planeación y control de una obra, ya que permiten exigir el mayor rendimiento y hacer mejor uso del recurso “tiempo”, En consecuencia la carencia en nuestro medio de herramientas de estudio de productividad en construcción.

Lean Construction (construcción flexible o construcción sin pérdidas), se presenta como una alternativa al mejoramiento de la competitividad de las empresas en el mercado, mediante el fortalecimiento del sistema de producción y la integración óptima de las actividades y los procesos. La filosofía de lean construction se basa en principios que buscan agregar el máximo valor al producto final, mediante la eliminación de desperdicios (actividades que no generan valor) y el mejoramiento continuo de los procesos a lo largo de todo el proyecto.

¹ Alfredo Serpell B “ADMINISTRACIÓN DE OPERACIONES DE CONSTRUCCIÓN”, Ediciones de la Universidad Católica de Chile

“Lean Construction” es una filosofía de producción que intenta reducir pérdidas y variabilidad en los procesos y buscar permanentes aumentos en el valor de los mismos. Esto se logra, en parte, con un manejo más efectivo de los flujos de recursos e información, en los proyectos donde la planificación juega un rol fundamental. Esto significa que la planificación no se usa sólo para controlar el cumplimiento de plazos y el avance de los proyectos sino, como una herramienta fundamental para controlar interdependencias entre procesos, reducir la variabilidad de los mismos y asegurar el mayor cumplimiento posible de las actividades de un plan.

Para este propósito, se han adaptado a las condiciones existentes los conceptos de un sistema de control de producción, denominado “El último planificador” cuya implementación requiere el rediseño del proceso de planificación tradicional, incluyendo nuevas etapas y controles. (Virgilio Ghio).²

El nuevo proceso de planificación demanda, a su vez, la participación de nuevos elementos en la planificación, incorporando en algunos casos a capataces, subcontractistas, y otros actores claves en el proceso, con el fin de lograr compromisos en la planificación.

La construcción, a diferencia de otras industrias, se caracteriza por ser muy tradicionalista, situación que se ve reflejada en la dificultad para implementar técnicas modernas de administración y gerencia.

El Lean Construction, como tendencia reciente, pretende el aprovechamiento de teorías y experiencias de otros sectores exitosos a nivel mundial (experiencia japonesa) a los proyectos de construcción.

Los constructores de nuestro país, son conscientes de la necesidad de mejorar la productividad de sus proyectos para ser más competitivos, especialmente en la construcción de proyectos masivos de vivienda de interés social, sector al cual el gobierno apunta mucho de sus esfuerzos. Como principio, solo puede mejorarse aquello que se ha medido, por lo tanto, programas cuya finalidad es el mejoramiento de la productividad en las actividades de construcción, solo se podrán iniciar, una vez que se midan los niveles de desempeño de nuestras empresas de construcción.

²Virgilio Ghio, “PRODUCTIVIDAD EN OBRAS DE CONSTRUCCION”, Ediciones de la Universidad Católica de Chile 2001

Los futuros profesionales de la ingeniería de diseño y de construcción tendrán la responsabilidad de continuar los esfuerzos realizados en el mejoramiento de la productividad de la construcción, logrando empresas competitivas para enfrentar un futuro mercado globalizado.

Existe un concepto muy arraigado en nuestra industria de que las cosas son como son y que sobre ellas es muy poco o nada lo que se puede realizar para mejorar la gestión en el sector.

Como dice García Meseguer³ “el grado de precisión con que se trabaja en la construcción es, en general, mucho menor que en otras industrias ... La consecuencia es que, en la construcción, el sistema es por demás flexible y, confiados en esa flexibilidad, se aceptan compromisos de difícil cumplimiento que provocan siempre una disminución de la calidad. En la construcción se dice “no”, menos veces de las necesarias”. (Álvaro García Meseguer, Control de calidad en la construcción. Madrid. Agrupación Nacional de Constructores de Obras, 1989).

Estos conceptos, transmitidos de generación a generación se han hecho comunes en todos los actores del sector, por lo que resulta muy difícil introducir nuevos conceptos para el desarrollo del sector.

A las características propias, a esa variabilidad intrínseca de nuestra industria, le sumamos la variabilidad que nosotros le introducimos por fallas en la gestión, por la “aceptación de compromisos de difícil cumplimiento ...”.

Gestionar es administrar y administrar es tomar decisiones sobre la base de hechos y datos, no simplemente por intuición, analizar causas e implementar acciones correctivas para mejorar los resultados o para poder eliminar un resultado no deseado.

No estamos habituados a medir en el más amplio sentido de la palabra: no planificamos, no verificamos, no tenemos un control sistemático de los resultados obtenidos, no tenemos criterios de evaluación definidos, no tenemos indicadores de calidad y productividad ni en el sector ni en nuestras empresas.

³ Álvaro García Meseguer, Control de calidad en la construcción. Madrid. Agrupación Nacional de Constructores de Obras, 1989

A pesar del interés que todos manifestamos por la calidad, esa falta de formación en aspectos como los de gestión, nos lleva a introducir fallas en nuestros productos que se manifiestan de las más diversas maneras generando desperdicios en todas las formas imaginables: por trabajos hechos por segunda vez, en escombros que salen de las obras, desperdicios de mano de obra, y lo más grave, en vidas humanas que se van con los escombros..., etc.

Nuestros residentes de obra no tienen clara la necesidad de medir y verificar, de tener herramientas y elementos de medición en perfectas condiciones; existe el concepto arraigado de que lo que se hace mal se corrige, tenemos muy afianzada la cultura del trabajo hecho por segunda vez, del encubrimiento de cangrejas, el dejar así porque después no se va a ver...

Pero pensemos si es posible que nuestros trabajadores tengan clara la necesidad de hacer las cosas de una sola vez y bien, si nosotros la tenemos y si buscamos los medios para brindarles la capacitación adecuada y sistemática. La formación de ellos se produce muchas veces por tradición oral, por autoaprendizaje, a través del error y la corrección.

Creemos que en el mundo en que vivimos, donde las transformaciones se producen de una hora para otra, donde los temas dominantes son la calidad, la productividad, la competitividad, donde el combate al desperdicio es uno de los emblemas de la época, donde el tema de la necesidad de capacitación está presente en todos los ámbitos, nuestra industria debería caminar hacia el desarrollo e implementación de Sistemas de Gestión de Calidad.

Hacer una gestión de productividad y calidad, sin ninguna duda significa introducir nuevos conceptos en el gerenciamiento de nuestras organizaciones, significa iniciar un cambio profundo en nuestro quehacer. Desarrollar e implantar un sistema de gestión de productividad y calidad es un proceso largo, altamente removedor en toda la estructura organizacional, empezando por la cabeza de sus Directores y Alta Gerencia, mantenerlo es una tarea que requiere compromiso, liderazgo y enormes dosis de humildad y paciencia.

1.2 Proyección deseada para la construcción peruana.

- **Competitividad – Productividad**

Al lograr incrementar la competitividad y productividad de la Industria de la Construcción, se pueden inferir los efectos positivos potenciales en los demás sectores industriales, en el empleo, en el crecimiento que genera la industria de la construcción, y esto constituiría a nivel nacional, el beneficio económico y social por lograr.

- **Mejorar la calidad**

La calidad en la construcción es uno de sus principales problemas, generados principalmente por los bajos niveles de especificaciones y diseño, motivados por consideraciones de costo, así como también por defectos y problemas de durabilidad.

Un menor costo de mantenimiento, menores modificaciones del proyecto durante su construcción y posteriormente, un diseño inteligente de las instalaciones, una selección adecuada de materiales y mano de obra, una profesional supervisión de obra, etc., proporcionan una mayor rentabilidad al proyecto.

Las actividades de la construcción inciden de modo importante en el medio ambiente y en la seguridad y salud del personal obrero, técnico y posteriormente de la comunidad, por lo que es objeto de regulaciones particulares en cada país, ya sea en cuanto a los productos, los procesos o la construcción en sí.

- **Mejorar la capacitación**

Es notoria la escasa formación del personal del Sector, lo que frena el progreso y crea una escasez de trabajadores calificados, por lo que debe de actuarse de inmediato.

La Industria de la Construcción por su necesidad de mano de obra intensiva, ha utilizado personal con escasa calificación, procedente de estratos educativos bajos, dispuestos a aceptar sueldos inferiores a los legales, y por las circunstancias particulares del momento de escasez de trabajo, ahora se ha agravado este problema.

La Industria de la Construcción debe contar con capacidad para captar y conservar al personal competente, con el fin de mejorar su competitividad.

- **Promover la innovación**

La competitividad del Sector de la Construcción depende cada vez más de su capacidad de innovación, a nivel proceso, en el desarrollo de productos, en la organización de la mano de obra, y en la rápida difusión de las nuevas tecnologías.

Es fundamental aumentar la inversión en la investigación y desarrollo, teniendo en cuenta su contribución a la penetración a las nuevas tecnologías, al desarrollo de nuevos mercados, y la mejora de normas y reglamentos, encontrando los caminos para una mayor coordinación entre los sectores público y privado.

La introducción de mejoras en el proceso constructivo, en las etapas de proyecto y construcción, mejoran la competitividad, así como, una gestión en obra perfeccionada y controlada con anticipación.

En síntesis: por las características actuales del mercado, de la Industria de la Construcción, de la economía nacional, de la tecnología, de la competencia, de las demandas insatisfechas de la sociedad por infraestructura, y la requerida para el desarrollo del país, de las nuevas modalidades para la realización de obras, etc., se hace imperioso alcanzar un objetivo: “ El desarrollo sostenido de la Industria de la Construcción”, que significará así también, el desarrollo sostenido de la sociedad y del país.

Las acciones que conduzcan a la Industria de la Construcción hacia un estado de alto desarrollo sostenido, involucra a todos los actores, pero principalmente al Gobierno y empresarios de la Industria de la Construcción.

1.3 Lean Construction o Construcción sin pérdidas

Lean Production (producción sin pérdidas), es una filosofía moderna, que ha sido implementada en el Japón por la firma Toyota desde 1950, para la optimización de sus procesos de producción en la línea automotriz.

Actualmente, varios investigadores académicos han unido esfuerzos buscando aplicar estos conceptos a la industria de la construcción, denominándose a esta teoría Lean Construction (construcción sin pérdidas), que busca generar un impacto que mejore sustancialmente la manera de construir en todos los lugares del mundo, con la búsqueda de herramientas para la identificación de los problemas que se convierten actualmente en barreras para la eficiencia de los procesos internos de los proyectos de construcción.

Lean Construction ha sido implementada con éxito en algunos países del mundo desde 1993. Actualmente se cuenta con el International Group For Lean Construction, conformada por una red de investigadores y profesionales en la arquitectura e ingeniería, que plantean que la educación, práctica e investigación en estos campos debe ser renovada con nuevos conceptos para responder a los desafíos que el nuevo siglo impone. En el Perú, los conceptos de lean construction son recientes.

Se espera con este informe de competencia profesional, aportar a la divulgación de los conceptos básicos de la nueva filosofía de construcción, para ayudar a la competitividad de las empresas del sector.

En principio, al igual que en el marco teórico de la producción sin pérdidas, lo que diferencia a la construcción sin pérdidas de las prácticas convencionales es su enfoque en las pérdidas y en la reducción de las mismas. El segundo punto fundamental es el manejo del modelo de flujos planteado por Koskela (1992)⁴ en contraposición del modelo de conversión (véase en el punto 1.5 del presente capítulo). El modelo de flujo de procesos permite visualizar las abundantes pérdidas que usualmente se encuentran en la construcción y que el modelo de conversión no permite apreciar. En vez de mejorar únicamente los procesos, la nueva filosofía apunta a mejorar tanto los procesos como los flujos (Ballard 1994). Por lo tanto, la teoría de construcción sin pérdidas requiere fortalecer los sistemas de gestión de producción así como los procesos de producción en sí, centrando su trabajo en el manejo de un sistema adecuado de planificación operacional y diseño de procesos.

Virgilio Ghio (2001) comenta en su libro "Productividad en Obras de Construcción", que la orientación de la planificación utilizado en la construcción sin pérdidas, así como las técnicas de control empleadas reducen las pérdidas

⁴ Lauri Koskela (1992) "Application of the new Production Philosophy to Construction, Stanford University, Lean Construction Institute.

principalmente a través de mejorar la confiabilidad de los flujos. El punto de partida es acrecentar la confiabilidad de las asignaciones de trabajo al nivel de la producción misma. Este enfoque no coincide con la forma actual en la que se gestionan proyectos, en la cual se confía en el manejo a nivel del proyecto completo para coordinar el trabajo, contratar el mismo, y para medir la performance de los sistemas de control. Los sistemas de gestión tradicionales, al carecer de un sistema que permita predecir con cierta exactitud el flujo de trabajo, por lo general diseñan cuadrillas que deben adoptar un esquema de flexibilidad para mantenerlos ocupados.

De acuerdo a Ballard (1994), en los esquemas convencionales de manejo de obras de construcción, se invierte mucho tiempo y dinero en generar presupuestos y planificaciones de obra para convertir una serie de deseos de la forma en que se lleva a cabo un proyecto en realidad. El esfuerzo de planificación inicial se convierte durante la ejecución de la construcción en un esfuerzo de control. La planificación se suele desviar de los planes originales prácticamente el primer día de la obra causando una reacción en cadena que genera la necesidad de replanificar gran parte del proyecto. Al irse reduciendo las holguras dentro de la planificación general, se va generando una presión mayor por terminar más rápido. Esto hace que las cosas se pongan, por lo general, aún peor. Los costos de mano de obra y equipo suben radicalmente. En estos casos se usa una gran cantidad de recursos, a una eficiencia muy baja, para lograr culminar la obra en los plazos establecidos.

El enfoque para resolver el problema sería una planificación de horizontes de tiempo más cortos, y por tanto más predecibles y más confiables.

1.4 El problema de la planificación tradicional

El problema de la planificación tradicional es que, a pesar de que sabemos que muchas actividades no se cumplen, planificamos como si todas las actividades se fueran a cumplir, por lo que la productividad colapsa en cadena, cuando algunas actividades claves no se cumplen, la experiencia recogida hasta la fecha ha demostrado que si, sistemáticamente, se aumenta el nivel de cumplimiento de la planificación, es posible lograr un significativo aumento en la

productividad y desempeño general del proyecto, medido en indicadores tales como trabajo productivo, velocidad de avance, y efectividad de plazos y costos.

Por medio de un mejor cumplimiento de la planificación, se logra estabilizar el ambiente de trabajo del proyecto, lo que genera un ciclo virtuoso que permite que la producción se realice en forma continua, sin interrupciones y en forma eficiente. Los mejoramientos se logran por variados mecanismos incluidos en la implementación. El primero de ellos es fundamental y consiste en lograr el compromiso de los diversos actores que reciben las asignaciones de planificación (últimos planificadores), otros mecanismos están insertos en las distintas herramientas del proceso, que incluyen varios niveles de planificación y procesos intermedios de remoción de restricciones y de preparación de recursos.

Un mecanismo fundamental para lograr un mayor cumplimiento de la planificación es el análisis de las causas de no-cumplimiento de la planificación que se realiza semanalmente. Este último es el corazón del proceso de mejoramiento continuo y aprendizaje que se genera a partir de la implementación del nuevo proceso de planificación.

Lo que busca esta filosofía de gestión es hacer cada vez más posibles las oportunidades de mejorar. Es por esa razón que un proyecto, con un alto índice de cumplimiento (baja variabilidad), debería hacer cada vez más exigentes sus criterios de cumplimiento, para amplificar su visión y capacidad de aprendizaje.

1.5 Importancia del modelo de Flujo de Procesos frente al modelo de Conversión de Procesos.

Lo primero es entender que es posible definir el proceso de transformación o cambio como un sistema. Esto significa que para su análisis, es necesario: a) definir cuáles son sus límites y las interacciones externas; b) identificar los recursos que participan en el proceso; c) identificar los productos que resultan del proceso; d) comprender los flujos que existen en el sistema y, finalmente; e) comprender el método de transformación o conversión del proceso. Todos estos factores permiten una visión en profundidad de cualquier proceso, ya sea con el objeto de planificarlo o de estudiarlo para su mejoramiento. La Figura adjunta resume los elementos de los procesos.

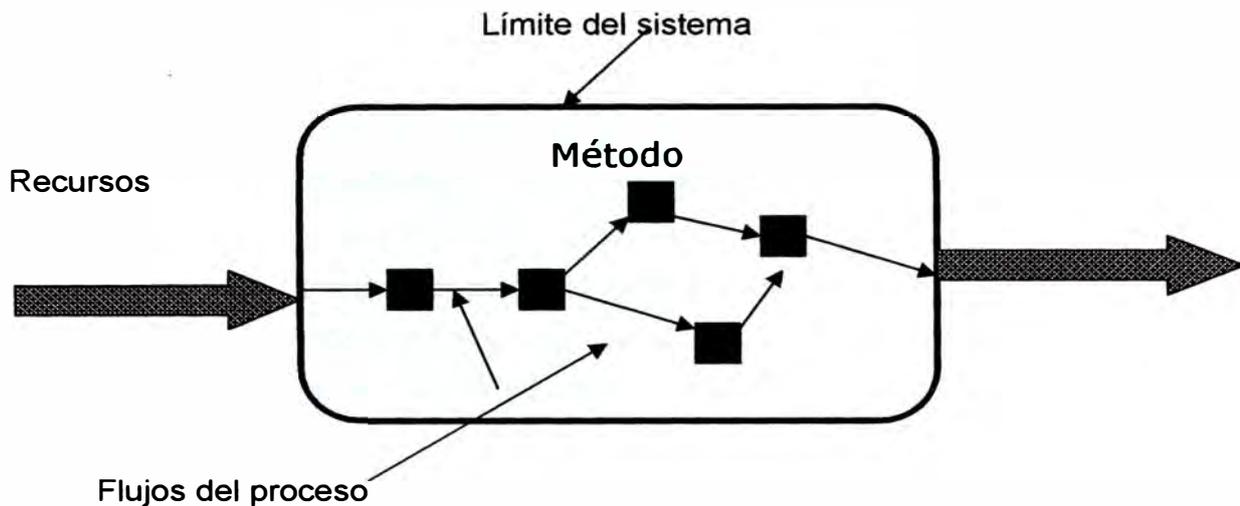


Fig. 1.1 Elementos de los procesos.

Todos hemos sido educados dentro de un esquema mental donde toda actividad es separada por funciones, departamentos, etc. (modelo de conversión de procesos). El sentido común nos indica que las actividades deben ser agrupadas para que ellas puedan ser ejecutadas y manejadas de forma más eficiente. Sin embargo, la concepción de la filosofía de producción ha cambiado radicalmente en los últimos años. El trabajo ya no se debe visualizar como una suma de actividades puntuales (como es el caso del muy utilizado CPM), sino como la conexión de una serie de flujos y actividades puntuales que conforman el trabajo en la realidad. En principio, en los modelos convencionales las actividades están representadas únicamente por la actividad directa (ejemplo: asentar ladrillo) y se obviaban los flujos que conectan las actividades puntuales (ejemplo: el transporte del ladrillo desde el lugar donde lo bajaron del camión hasta el lugar de asentado, el transporte del personal obrero desde el punto de asentado del ladrillo a la siguiente posición, la fabricación y transporte de la mezcla, la colocación de andamios, los trabajos hechos por segunda vez, mediciones, instrucciones, etc.). Los flujos conforman la mayor parte de las pérdidas, sin embargo no aparecen como tales en los modelos convencionales. La consecuencia directa de este error conceptual es que en la práctica se obtienen porcentajes de trabajo productivo muy bajos.

Quizás, una de las mejores formas de visualizar el potencial de mejoramiento en los sistemas productivos (ya sea en la construcción o en cualquier otra industria) es el nuevo modelo de producción conocido como, modelo de flujo de procesos.

En el modelo de conversión, un proceso de producción es la conversión de una “materia prima” en un producto terminado. El modelo de conversión de procesos es la forma clásica en que se representan los trabajos individuales en la construcción. Este es, además, el formato mental mediante el cual muchos representamos el trabajo. Es así, que este formato es el que se usa para los conocidos CPM (Critical Path Method), WBS (Work Breakdown Structure) y otros formatos estándares de representación del trabajo. Cada actividad (digamos, asentar ladrillo, vaciar concreto, colocar encofrado, etc.) se enmarca dentro de un rectángulo u otra figura. Cada rectángulo representa una conversión de materiales en bruto en algún producto terminado o en un proceso intermedio. Las flechas que unen dichos rectángulos nos indican la secuencia de las actividades, es decir qué precede a qué. La función principal del modelo de conversión de procesos es generar una descomposición jerárquica del trabajo de forma que estas actividades descompuestas puedan ser controladas y optimizadas.

Virgilio Ghio C. comenta en su libro “Productividad en Obras de Construcción”, que el proceso de conversión, está fundamentalmente errado. Al enfocarse únicamente en conversiones, el modelo elimina el concepto de los flujos físicos que existen entre los procesos de conversión. Estos flujos consisten principalmente de movimientos, esperas e inspecciones. En cierta forma, el modelo de conversión es una idealización correcta. Al menos desde el punto de vista del cliente estas actividades no son necesarias, ya que estas actividades no le agregan valor al producto terminado. Si embargo, en la práctica, el modelo ha sido interpretado de tal forma que estas actividades que no agregan valor pueden dejarse de lado y no ser consideradas o que todas las actividades son actividades de conversión, y por tanto, son tratadas como actividades que añaden valor al producto (Koskela 1992).

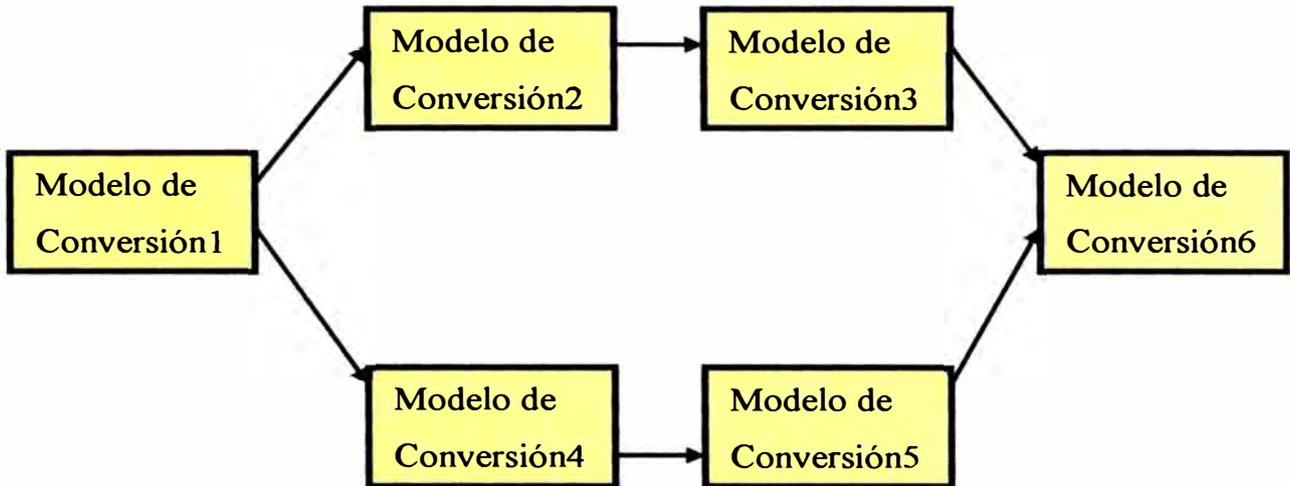


Fig. 1.2 Modelo de conversión de procesos

El modelo de flujo de procesos, por su parte, ve el trabajo como un flujo de información compuesto por la conversión propiamente dicha, inspección, transportes y esperas. Su principal objetivo se centra en la eliminación de pérdidas y a la reducción de tiempos de cada actividad. Por otra parte el modelo de flujos representa con mayor exactitud la realidad. Por ejemplo, en la actividad de asentado de ladrillo, no sólo tenemos el asentado del ladrillo y la mezcla. Dentro de la actividad tenemos el transporte de los ladrillos y mezcla desde el punto de recepción y preparación hasta el punto de colocación, preparación de la mezcla, mojar los ladrillos, preparar los andamios, las esperas varias, instrucciones, mediciones, inspecciones, rehacer trabajos mal ejecutados, por sólo mencionar algunas. En el caso del modelo de conversión, sólo se representa la conversión propiamente dicha, obviándose el resto de los trabajos componentes de la actividad total.

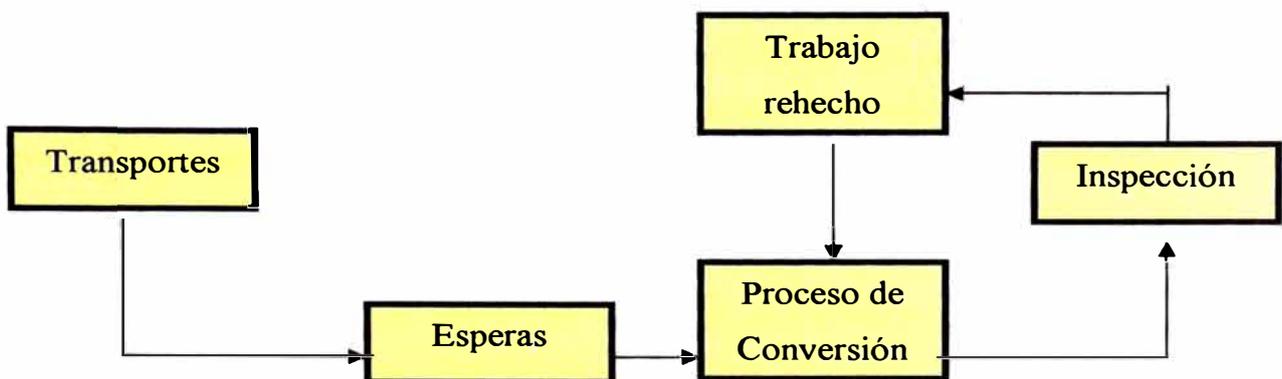


Fig. 1.3 Modelo de flujo de procesos

CAPITULO 2

INNOVACIÓN TECNOLÓGICA EN LA CONSTRUCCIÓN

2.1 Definición de innovación tecnológica

En muchos de los campos de la industria de la construcción, no sólo en Perú sino también a nivel mundial, no se han aprovechado adecuadamente las ventajas de la modernización tecnológica. Es conveniente, por tanto, empezar definiendo a qué nos referimos cuando hablamos de tecnología y de innovación tecnológica en la construcción.

•Tecnología de construcción es la combinación de los métodos y procesos constructivos, los materiales y equipos, el personal, y las diferentes interrelaciones que definen la manera en que se realiza una determinada operación en la construcción (Tatum, 1987) ⁵.

•Innovación se puede definir como la primera vez que se usa una tecnología dentro de una empresa constructora, dentro de un entorno o de un país.

Adicionalmente, se puede decir que innovación es buscar, reconocer e implementar una nueva tecnología para mejorar la performance de las funciones de una determinada empresa. Por lo tanto, debemos tener claro que la definición de innovación puede diferir de la que se le asigna a este término en otras industrias. Por otra parte, lo que se ha considerado como innovación en una empresa puede perfectamente no ser considerada como tal en otra. Esto ocurre debido a que el desarrollo tecnológico de ambas empresas puede ser distinto. Siendo consecuente con las definiciones anteriores, una invención deberá ser considerada como el proceso mediante el cual una idea innovadora es descubierta o creada. Métodos innovadores son aquellos métodos que generan una mejoría en la eficiencia de un determinado proceso constructivo mediante la reducción de costos, tiempos de construcción, y/o mejoras en la calidad del producto terminado (Virgilio Ghio). ⁶

En otras industrias, como por ejemplo, la industria manufacturera, los conceptos de gestión han tenido un gran auge debido al efecto que han

⁵ Tatum, C.B. (1987) Process of Innovation in Construcion Firm, Journal of Construcion Engineering and Management

⁶Virgilio Ghio, "PRODUCTIVIDAD EN OBRAS DE CONSTRUCCION", Ediciones de la Universidad Católica de Chile 2001

producido en la reducción de costos, en la disminución substancial en esfuerzo humano, y en los plazos para desarrollar un nuevo producto. Adicionalmente, estos conceptos han puesto un fuerte énfasis en la mejora de la calidad de los productos, por lo que, en la actualidad, se encuentran muy en boga filosofías como: la Calidad Total, Justo a Tiempo, Mejoramiento Continuo, Producción sin Pérdidas (“Lean Production”), etc. Pese a que en la industria de la construcción también se ha hecho necesario mirar estos conceptos, todavía no se ha alcanzado el nivel de desarrollo de otras industrias. En la actualidad, la construcción presenta un estado incipiente en la aplicación de los nuevos conceptos de gestión de producción, y son escasos sus intentos de implementación (Venegas 1995).⁷

Sin embargo, existen oportunidades en el área tecnológica de la Construcción que la diferencian de las demás industrias. La actividad de la construcción presenta un retraso considerablemente más marcado en el área tecnológica, que otros sectores productivos. En el ámbito de la construcción la propagación de nuevas tecnologías ha sido tradicionalmente un proceso muy lento y limitado, cuyo resultado es que, en la actualidad, en nuestro país, esta actividad sea de baja sofisticación y muy dependiente de la mano de obra. Por lo tanto, la introducción de nuevas tecnologías en la industria de la Construcción tiene un impacto significativamente mayor al que se puede esperar en otros sectores productivos. Esto genera una excelente oportunidad de negocio para el empresario de la construcción, además de convertirse, en muchos casos, en la mejor herramienta para poder sobrevivir en un mercado cada vez más competitivo.

2.2 Oportunidades basadas en tecnologías existentes

El mecanismo para la innovación tecnológica que se encuentra más al alcance de los profesionales de la construcción es la adopción de tecnologías ya existentes, las que pueden haber sido desarrolladas en Perú o en otros países (transferencia internacional) por investigadores, por fabricantes de productos o equipos, o bien, que están siendo utilizadas en la actualidad por las empresas de

⁷ Venegas, P y Alarcón L.F. (1995) “Estrategias para el Mejoramiento en la Industria de Construcción” FONDEF, departamento de Ingeniería y Gestión de la Construcción- Chile

la competencia (transferencia vertical). Los fabricantes y/o distribuidores de equipos de construcción, por ejemplo, realizan un gran esfuerzo en el desarrollo y mejoramiento tecnológico, y en la promoción de sus productos. Muchas de las empresas constructoras no han profundizado en el tema y la utilización de estas innovaciones, parece no interesarles, aun cuando esto les podría generar una mayor competitividad, o incrementos en los márgenes de ganancias de la empresa.

2.3 Constructabilidad

La constructabilidad (en inglés: “constructability”) consiste básicamente en incorporar personal con experiencia y conocimiento de construcción en las etapas preliminares de un proyecto, de modo de mejorar la aptitud constructiva de una obra. Los conceptos que se presentan a continuación se basan principalmente en los desarrollos publicados por el Construction Industry Institute (CII, 1987).

En el Capítulo 1 se mencionó un conjunto de problemas que enfrenta la construcción, destacándose entre ellos la falta de integración que existe entre las etapas de definición, diseño y construcción de un proyecto, cada una de las cuales es normalmente ejecutada por distintas entidades. Por otro lado, el mejoramiento individual de estas funciones no promueve necesariamente los mejores resultados de un proyecto. La constructabilidad integra estas partes y se transforma en una de las herramientas más útiles para los dueños o promotores de proyectos.

El Construction Industry Institute ha definido la constructabilidad como «el uso óptimo del conocimiento y experiencia de construcción en la planificación, diseño, adquisiciones y manejo de operaciones de construcción». Según esto, es posible lograr grandes beneficios cuando las personas con conocimiento y experiencia en construcción participan desde muy temprano en el desarrollo de un proyecto.

La participación del conocimiento y experiencia constructora en todas las actividades preliminares de un proyecto ayuda a una operación más eficiente y eficaz en terreno, al hacer posible prever problemas que pueden acontecer en la

obra y tomar así las medidas que puedan solucionarlos en forma anticipada, durante la etapa de diseño o planificación (Alfredo Serpell B.).⁸

Constructabilidad resume en una palabra los conceptos de “construcción” y “habilidad”, es decir, la habilidad de construir óptimamente. Aunque es aceptado por muchos profesionales que es beneficioso que se combinen los conocimientos y experiencias de construcción con la planificación y diseño de un proyecto, en la práctica no es frecuente encontrar ingenieros o administradores de la construcción que hayan logrado vencer el reto de hacer converger las culturas de diseño y de construcción. Debido a la falta de participación de profesionales de la construcción en las etapas iniciales del proyecto, la evolución del proyecto queda determinada por las decisiones de profesionales de proyecto (diseño) cuyo énfasis está en el diseño, por lo que no se incorporan oportunamente los aspectos constructivos del proyecto. Aunque no se puede negar que los ingenieros de diseño tratan de minimizar los costos, generalmente su esfuerzo se centra en optimizar las “dimensiones” de los elementos que diseñan, descuidando los efectos que éstos puedan tener sobre la construcción de los mismos. En algunos casos, esto se expresa en diseños que incluyen, por ejemplo, cientos de tipos distintos de vigas o columnas. El ahorro inicial en optimizar cada elemento de la construcción se traducirá, finalmente, en excesivos costos de producción, de adquisiciones, almacenamiento y montaje de los elementos. La constructabilidad, por su parte, combina todos los criterios de ahorro en forma global, de modo que determina cuáles son las decisiones que afectan la economía total del proyecto, desde la concepción del mismo. (Virgilio Ghio C.)⁹

El concepto de constructabilidad es una de las metodologías más significativas para la introducción de mejoramientos en la construcción. Además, brinda un marco especialmente adecuado para la introducción de innovaciones tecnológicas, aunque no está necesariamente limitada a éstos. La constructabilidad es un mecanismo para mejorar la gestión general de la construcción, tanto en el área general de administración y productividad, como

⁸ Alfredo Serpell B “ADMINISTRACIÓN DE OPERACIONES DE CONSTRUCCIÓN”, Ediciones de la Universidad Católica de Chile

⁹Virgilio Ghio, “PRODUCTIVIDAD EN OBRAS DE CONSTRUCCION”, Ediciones de la Universidad Católica de Chile 2001

en los procesos constructivos y en la tecnología del proyecto. Es por eso que autores como Serpell (1993) la han incluido dentro de temas como el de administración de operaciones de construcción. Los conceptos de constructabilidad deberían ser considerados, en el área de innovación tecnológica, como un mecanismo de “gestión tecnológica”, a ser utilizado para optimizar los procesos constructivos y la tecnología de construcción.

En general, es ampliamente aceptado que es beneficioso que se combinen los conocimientos y experiencias de construcción, con la planificación y diseño. Sin embargo, este concepto, que podría parecer simple al ojo inexperto, requiere de un esfuerzo de diseño y planificación propio del método para poder ser conducido con eficiencia y lograr los beneficios anteriormente citados. Para este fin, es necesario crear un plan/metodología que haga converger las “culturas” de diseño y de construcción. El reto del ingeniero de construcción es hacer que éstas converjan fácil y automáticamente, y de forma permanente. Es decir, el tipo de planteamiento que se obtiene de la constructabilidad debería ser instaurado dentro de las empresas de construcción para que no sea un esfuerzo puntual, sino una nueva forma de enfrentar los proyectos de construcción. Por otra parte, el tamaño de la empresa no es una limitación para la aplicabilidad de este tipo de conceptos.

2.3.1 Implementación de un programa de constructabilidad

En otros países, la constructabilidad se considera como una de las más significativas oportunidades para mejorar la industria de la construcción. Existe amplia aceptación de la premisa básica de la constructabilidad que integrar la experiencia y conocimiento de construcción en la planificación, diseño, adquisiciones y construcción es beneficioso y produce mejoramientos significativos. Sin embargo, no hay una sola metodología aceptada para lograr esta integración.

Implementar la constructabilidad puede resultar muy fácil en ciertos tipos de proyectos donde se usan esquemas contractuales que favorecen la integración, tales como los proyectos llave en mano, pero puede ser mucho más difícil en otros proyectos, donde el diseño y la construcción son efectuados por contratistas distintos y separados.

La separación tradicional de ingeniería y construcción, en los proyectos de construcción, debe ser reducida si se pretende incorporar la constructabilidad. Esto requiere unir las culturas de la ingeniería y construcción. El desafío de la administración es lograr esta unión en una forma fácil, automática, y permanente.

La validez de la constructabilidad como una herramienta para aumentar la productividad y calidad, y reducir los costos de construcción es ampliamente aceptada en la industria de la ingeniería y construcción en Estados Unidos, y muchas compañías tienen programas efectivos para ello.

El tamaño de la compañía o del proyecto no es una barrera para la constructabilidad. Es igualmente valiosa en organizaciones grandes o pequeñas. Los programas de constructabilidad han demostrado que disminuyen los costos, sin importar si es un proyecto grande o pequeño. Lo importante es incluir todos los elementos esenciales para que el equipo del proyecto tenga bases comunes, para lograr una efectiva acción conjunta de todos los participantes en la constructabilidad.

La constructabilidad funciona mejor cuando se asume como una forma de llevar a cabo el negocio con un beneficio evidente. Como tal, la constructabilidad debe permitir cambios y exámenes periódicos.

Mientras que un programa simple no se ajusta a todas las compañías por igual, existen elementos comunes a todos los programas exitosos implementados a la fecha en otros países:

- La existencia de una comunicación clara del compromiso de la administración con la constructabilidad.
- Un ejecutivo o líder de la constructabilidad en el proyecto.
- Considerar la constructabilidad como una disciplina equivalente a las tradicionales.
- La creación de un programa corporativo permanente, junto con programas particulares para cada proyecto.
- El uso de procedimientos y metodologías «amigables» por parte de todos los

participantes.

- Una base de datos de lecciones aprendidas a nivel de la empresa.
- Un programa de entrenamiento y capacitación.
- Un método sencillo de evaluación y retroalimentación.

2.3.2 Aplicación de la constructabilidad en las diferentes etapas de un proyecto

Como en el caso de cualquier esfuerzo de mejoramiento, los resultados son mayores cuando son aplicados desde las etapas iniciales del proyecto. En ese sentido, la constructabilidad cumple perfectamente con este esquema. Es por eso que la constructabilidad es concebida como una metodología que afecta la forma de conducir un proyecto desde la creación de las ideas iniciales del mismo. A continuación, se listan algunos conceptos básicos que deberían ser considerados en la aplicación de la constructabilidad durante las diferentes etapas de un proyecto:

Constructabilidad en el diseño conceptual

- Los programas de constructabilidad son una parte integral en los planes del proyecto.
- La planificación del proyecto incorpora activamente los conocimientos y experiencia de la construcción.
- La participación temprana del equipo de construcción está considerada dentro de la estrategia de contratación.
- La programación general del proyecto está orientada a satisfacer los requerimientos de la construcción.
- Los diseños básicos consideran los métodos constructivos a ser utilizados.
- La disposición de la instalación de secuencias de trabajo promueve eficientes sistemas de construcción, operación y mantenimiento.

Constructabilidad en el diseño y abastecimiento

- La programación del diseño y abastecimiento está orientada a satisfacer los requerimientos de la construcción.
- Los diseños están configurados para lograr una construcción eficiente.
- El diseño de los elementos está estandarizado.

- La eficiencia de la construcción está considerada en el desarrollo de las especificaciones.
- La prefabricación, preensamblaje y modularización (si son requeridas) están diseñadas para facilitar su fabricación, transporte y montaje.
- Los diseños promueven el fácil acceso del personal de construcción, de materiales y equipos.
- El diseño facilita la construcción ante condiciones climáticas adversas.

Constructabilidad durante la construcción

- Optimización de métodos existentes.
- Métodos innovadores.

2.4 La prefabricación y la industrialización

La incorporación de los conceptos de industrialización y de prefabricación en la construcción, son ampliamente reconocidos como un medio eficiente para mejorar la productividad y la calidad de la edificación (al limitar la ocupación de mano de obra artesanal), y como fuentes importantes de innovación tecnológica en la construcción.

❖ Diseño modular

En la construcción de una edificación se podrán generar importantes ahorros siempre que se reconozca a tiempo que en el diseño de la construcción se deberán minimizar las mediciones, el corte de piezas y elementos, y el trabajo con piezas y elementos especiales hechos a medida. Al trabajar con diseños modulares, se trabaja con elementos estandarizados que son más fáciles de construir, generándose mayores velocidades de construcción. El diseño modular se refiere a la utilización coordinada de sistemas que hacen uso de unidades de materiales estandarizadas, en las que no se producen desperdicios de materiales. El término modularidad es usado en este informe para denotar el concepto que genera máxima eficiencia en la construcción y mínimo desperdicio de materiales, a través del uso de componentes modulares (Hop, 1988). Una de las principales críticas a la modularidad es la falta de estética arquitectónica. Se deberá reconocer, sin embargo, que es posible generar construcciones económicas hermosas si el concepto de modularidad es utilizado adecuadamente.

Los ladrillos son uno de los ejemplos más simples de materiales modulares. Sin embargo, para cumplir a cabalidad con el concepto de construcción modular, se deberán estudiar adecuadamente las dimensiones de la construcción que está siendo diseñada, de modo de evitar que los ladrillos (módulos) deban ser cortados "in situ". Se deberán estudiar las dimensiones para que los ladrillos coincidan perfectamente con el tramo en el que serán colocados, facilitándose y acelerándose los procesos constructivos. Este ejemplo, donde se reemplaza el tiempo desperdiciado en la obra (el cual es generalmente caro), por el tiempo de «ingeniería de construcción» donde se piensan y resuelven los problemas con anticipación (lo cual es, en general, bastante más barato y eficiente). Este principio es aplicable a una serie de otros casos prácticos, además del que ya ha sido mencionado.

❖ **Prefabricación**

La prefabricación se refiere a la fabricación de ciertos elementos de manera independiente de la estructura en que se instalarán finalmente. Otra perspectiva de la misma definición, es que hay prefabricación a medida que en la obra van existiendo operaciones de montaje y, por lo tanto, no hay prefabricación cuando todo el proceso de transformación de materiales y de unión de elementos se realiza sin procesos de montaje. La prefabricación podrá conducirse en una fábrica que esté ubicada en otro sitio, o podría conducirse en la misma obra y, por lo tanto, relativamente cerca de la estructura.

❖ **Industrialización**

Se define industrialización como la utilización de tecnologías que substituyen la habilidad del artesano por la de una máquina. No se debe relacionar necesariamente a la industrialización con el lugar físico donde se ejecuta el trabajo (fábrica versus obra), ni con que el trabajo se realiza o no en serie. Existe industrialización si se ha desarrollado una tecnología mecanizada para la construcción, sea o no prefabricada. La producción en serie se justifica por el volumen del producto solicitado, y porque permite la amortización de la maquinaria. Es importante tener en cuenta que, en un proceso de industrialización, sólo se cambia el método constructivo, no el producto final. La esencia y la base de la industrialización es producir un objeto con reducida mano de obra artesanal, con máquinas utilizadas por obreros especializados, o con máquinas automáticas.

CAPITULO 3

OPTIMIZACION DE LOS PROCESOS CONSTRUCTIVOS

Este capítulo tiende a implementar programas concretos de mejoramiento de aspectos claves para el desarrollo de las operaciones como son:

- ❑ Planificación Operacional de las tareas o procesos productivos,
- ❑ Productividad,
- ❑ Calidad

También ha sido necesario establecer una medición sistemática de los resultados obtenidos, para verificar la efectividad de las medidas adoptadas y la definición de nuevas medidas correctivas y oportunidades de mejoramiento.

3.1 Programa de mejoramiento de la planificación operacional

3.1.1 Introducción

Este programa establece instancias y herramientas de planificación y coordinación efectiva entre los encargados de realizar las distintas actividades para el cumplimiento de los plazos generales del proyecto. Para ello, se utiliza el esquema del “último planificador”, entregando responsabilidades sobre la planificación y control a los propios encargados de realizar cada actividad. Este programa permite establecer mejoramientos sustanciales en el desempeño de las obras de la empresa, que generalmente sólo consideran rendimientos de procesos aislados, descuidando aspectos relativos a la planificación global de las actividades, a las mejoras en el proceso de abastecimiento y a la optimización del uso de los recursos.

3.1.2 Conceptos básicos.

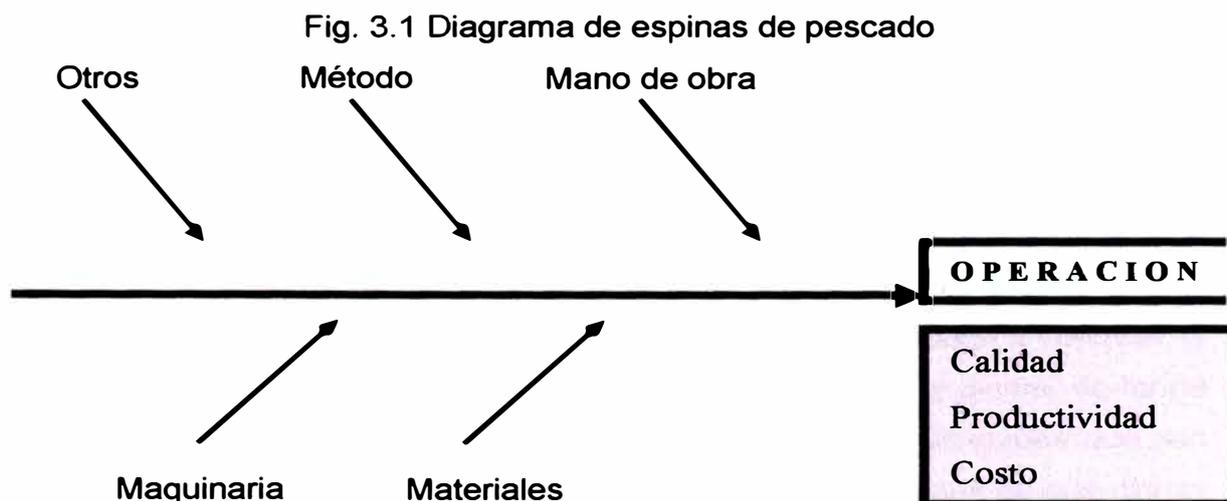
Como se mencionara anteriormente, la planificación es una herramienta fundamental para la toma de decisiones en la construcción, y por lo tanto, para la administración de un proyecto u obra. Sin planificación, el curso de acción se transforma en una serie de cambios aleatorios de dirección. Sin el marco de referencia aportado por la planificación, el seguimiento y posteriormente el control no tendrían sentido.

Definiremos como operación a aquella actividad de trabajo que resulta en la colocación o instalación de un elemento definible de construcción, para lo cual se incluyen algunos procesos tecnológicos y se tiene una estructura de tareas

asignadas. A su vez un proceso es una colección de tareas relacionadas entre ellas por una estructura tecnológica y una secuencia. Finalmente, una tarea es el elemento de trabajo más básico de los procesos y operaciones.

Alfredo Serpell B. nos comenta en su libro “Administración de Operaciones de Construcción”, que la planificación puede ser definida como la determinación de la metodología o camino que se va a utilizar para el cumplimiento de un objetivo específico. Una buena planificación asegura que cada tarea tenga la oportunidad de ser ejecutada correctamente, en el lugar apropiado y en el momento oportuno. Es decir, la planificación tiene como propósito principal lograr el cumplimiento de un objetivo con la mínima interferencia producida por eventos que puedan retrasar o detener su logro.

No es posible realizar una adecuada planificación de las operaciones si no se tiene un conocimiento detallado de los factores que participan en ellas y de los objetivos que se persiguen para cada una. A través de la utilización del diagrama de espinas de pescado (figura adjunta) es posible identificar, para cada operación, los factores y subfactores que impactan el resultado o la medida de desempeño de su ejecución, sea ésta última una medida de calidad, productividad, costo o duración. Posteriormente, se pueden determinar aquellos factores de más relevancia para el cumplimiento de cada uno de los objetivos de la operación y orientar las acciones de planificación y control más adecuadas para lograrlo.



Las personas que deben planificar a este nivel generalmente tendrán que preocuparse de pensar, en detalle y en forma anticipada, el trabajo a efectuar y los elementos necesarios para llevarlo a cabo.

3.1.2.1 Teoría del “Último Planificador” (Last Planner)

Virgilio Ghio C. en su libro “Productividad en Obras de Construcción”, define al “último planificador” como la persona o grupo de personas cuya función es la asignación de trabajo directo a los trabajadores. El nombre de último planificador proviene del hecho que este no da instrucciones a ningún otro nivel de planificación posterior, sino que ellas van directamente a terreno, a las operaciones de construcción. Adicionalmente, la función del último planificador es lograr lo que “queremos” hacer, coincida con lo que “podemos” hacer, y finalmente ambas se conviertan en lo que “vamos” a hacer. Esta herramienta fue publicada por primera vez por Glenn Ballard (1994 II).

Por otra parte, la teoría del último planificador se enmarca dentro de un esquema de planificación de corto plazo (normalmente de una semana), con el fin de asignar trabajos que sepamos a ciencia cierta que van a cumplirse con certeza. Está plenamente demostrado que las planificaciones con un horizonte demasiado largo generalmente no se cumplen, generando desconfianza en los sistemas de planificación.

3.1.2.2 Teoría de Planificación de Recursos para 3-5 semanas (Look Ahead Planning - LAP)

Este término en inglés define a una planificación con 3-5 semanas de anticipación con respecto al trabajo que se conduce en ese momento en obra (su traducción sería Planificación Anticipada de Recursos). El LAP está diseñado para prever con una adecuada anticipación los requerimientos de materiales, mano de obra, equipos, financiamiento e información.

De acuerdo con el Lean Construction Institute (USA), el Look Ahead Planning es la planificación de jerarquía media (digamos, entre la planificación maestra de obra y la planificación operacional semanal), dedicada a controlar la asignación de mano de obra, materiales, equipos información y dinero, de forma que la planificación de corto plazo se haga en función de actividades que son posibles de realizar. El criterio de posibilidad se establece a partir de que dichas actividades cuenten con todos los recursos necesarios para lograr un escudo sobre la producción con 3-5 semanas de anticipación (dependiendo del tipo de obra y del tiempo de fabricación de ciertos materiales y equipos, el tiempo previsto para la planificación de recursos puede llegar a 12 semanas o incluso

más).

3.1.3 Objetivo

Establecer un sistema de planificación, con la participación directa del equipo del proyecto, que permita optimizar el uso de los recursos y tomar acciones correctivas en forma oportuna para el cumplimiento de los plazos de obra estipulados.

3.1.4 Acciones

→ Revisión de la Planificación General Detallada

A) Plan Maestro del proyecto: La planificación general de obra se suele llevar a cabo mediante la utilización de algún paquete de programación disponible en el mercado. El esfuerzo realizado para lograr dicha planificación es grande, ya que se planifica toda la obra, lo que nos obliga a analizar y programar un gran número de actividades, ver su correlación, determinar la compatibilidad en el uso de recursos y equipos, etc. Sin embargo, dicha planificación suele desviarse del plan original el primer día de trabajo. Por consiguiente, no nos queda otra cosa como primera opción que volver a planificar la obra completa regularmente, o como segunda opción abandonar el esfuerzo de planificación y usar la planificación original sólo como un marco de referencia. La primera opción requiere de un gran esfuerzo y tiempo. Además, por lo general siempre está atrasada, por lo que no cumple su función de planificación (previa al trabajo) y en el mejor de los casos sirve para presentársela a la supervisión o al propietario; la segunda opción suele ser la más frecuente, desafortunadamente.

La confiabilidad que podemos obtener de una planificación general muy detallada es muy baja. Virgilio Ghio C. recomienda iniciar la obra, con una planificación general "por hitos". Dicha planificación es muy simple y toma mucho menor esfuerzo y tiempo. La confiabilidad de una planificación por hitos es bastante mayor. El logro de objetivos parciales se obtendrá a través de planificaciones detalladas, de corto plazo. Las planificaciones de corto plazo, comprenden planes de trabajo para un horizonte máximo de 5 semanas, y por lo general fluctúan entre 1-3 semanas. Dichas planificaciones van de acuerdo con la planificación general por hitos.

La programación lineal, a diferencia de otras técnicas de programación como el CPM (Critical Path Method), está basada en lograr volúmenes de

producción similares para cada día, en cada cuadrilla. En este sentido, se logra eliminar las holguras, que por definición son una pérdida.

El CPM es una técnica de planificación que se basa en tener una ruta crítica y muchas rutas que no son críticas y que por ende presentan algún nivel de holgura. Las holguras son pérdidas, por lo tanto el CPM es un método en el que voluntariamente introducimos pérdidas en la construcción. Por lo tanto, el CPM presenta errores conceptuales que lo invalidan como herramienta aplicable a los nuevos conceptos de gestión de operaciones.

La programación lineal está basada en partir los volúmenes de trabajo en porciones pequeñas, más manejables. La programación de cada actividad se logra mediante un balance de la capacidad de las cuadrillas asignadas a cada actividad de forma tal que la cantidad de fierro, encofrado y concreto (por dar un ejemplo) de una porción de obra sea compatible con otras, eliminando así tiempos de espera y tiempos muertos. Cabe mencionar que existe el peligro que, al no contar con holguras, cada atraso de una actividad generará atraso al resto de actividades. Sin embargo, en el camino para obtener mayores eficiencias y productividad, tenemos que asumir mayores riesgos calculados.

→ **Coordinación y asignación de recursos**

A) Reuniones de Coordinación

B) Inventario de tareas ejecutables

C) Seguimiento y Control de actividades pendientes

→ **Planificación Semanal:** La planificación de corto plazo es un sistema cuyo objetivo central es lograr una alta productividad y eficiencia en la ejecución del trabajo, a través de los siguientes objetivos operacionales:

- Planificar la producción para un horizonte de corto plazo, que normalmente abarca un período que varía entre 5 y 15 días.
- Asignar los recursos necesarios para materializar la producción deseada para el período.
- Fijar metas reales de producción, que aseguren el cumplimiento de los plazos.
- Evaluar y controlar el cumplimiento de las metas, comparando lo realizado con lo planificado.
- Detectar problemas que provoquen variaciones en la producción.

- Tomar acciones correctivas frente a variaciones observadas, en forma rápida y eficaz.
- Delegar la autoridad necesaria a los niveles de supervisión de primera línea, dejando claramente establecida la responsabilidad asociada.
- Mejorar el control sobre la ejecución global y particular de las actividades.
- Mejorar la comunicación y retroalimentación de la ejecución del proyecto.
- Registrar la incidencia de las acciones del promotor en los resultados del constructor contratista.
- Generar antecedentes para reclamaciones justas

A) Plan Semanal: una vez que se tiene el inventario, se pueden determinar las tareas que realmente “deben” ser realizadas, las cuales se dejan especificadas en un plan con un formato determinado, y que establece los días específicos en que se necesita tener ejecutadas las mismas. Este plan es revisado y aprobado con la participación del equipo, coordinando efectivamente el uso de recursos limitados (maquinarias, personal, espacio, etc.).

Basándonos en la planificación general por hitos, y en las actividades que sean aprobadas mediante la lista de chequeo del Look Ahead Planning, se genera una planificación detallada de las actividades a realizar durante la siguiente semana. Esta planificación debe generarse el viernes o sábado de la semana precedente, tomando en consideración el avance real de la obra. La planificación semanal, además, sirve como marco de referencia para la generación de planificaciones diarias horarias, como se describe más adelante.

B) Plan Diario: este instrumento facilita la traducción por parte del responsable de obra de las necesidades semanales en un listado de tareas diarias, con recursos asignados en forma horaria. En el mismo instrumento se verifica el cumplimiento de las tareas propuestas, no sólo en avance sino con las características de calidad establecidas.

El sistema propuesto incluye la utilización de planificaciones diarias, las cuales están diseñadas para balancear la capacidad de producción real de las cuadrillas existentes, con la cantidad de trabajo que se les asigna. Es relativamente común que en obra se tracen metas de cumplimiento semanal (digamos, vaciar el techo

para el siguiente sábado), encargándosele al maestro o los capataces cumplir con dicha meta. Por lo general, los maestros y capataces son juzgados por los plazos de ejecución y por la calidad de su trabajo. Sin embargo, pese a que normalmente existe buena voluntad, el personal de mando medio no cuenta con las herramientas ni con la preparación suficientes para poder obtener dichas metas con la máxima eficiencia posible. Por lo tanto, no es poco frecuente ver que los mandos medios si cumplen con las metas, pero no es frecuente ver que se cumplan las metas con productividades adecuadas.

Basándose en la capacidad de producción de cada cuadrilla (así como en las actividades asignadas en la planificación semanal) se procede a asignar los volúmenes de trabajo que completen dicha capacidad de producción. Esta asignación permite reducir/eliminar pérdidas relacionadas directamente con la producción diaria de cada cuadrilla.

C) Programación vs Control: con los datos de los planes diarios, se puede controlar el cumplimiento de las tareas programadas, el rendimiento real de los procesos, y con esta información mejorar continuamente el proceso de planificación.

Para este fin, es necesario controlar de forma diaria los rendimientos (cociente de las horas hombre consumidas entre los volúmenes de producción real obtenidos en obra).

En el caso del sistema propuesto, de utilización de planificaciones semanales y diarias, así como la implementación de programaciones lineales o trenes de trabajo, el control de la mano de obra es más sencillo, rápido y confiable.

Las herramientas de control de la mano de obra deben incluir dentro de la información que nos entregan para cada partida, lo siguiente:

- 1.HH's consumidas durante la semana.
- 2.HH's acumuladas hasta la fecha.
- 3.HH's totales asignadas a la partida en cuestión en el presupuesto inicial de obra.
- 4.Rendimiento presupuestado.
- 5.Rendimiento semanal real.
- 6.HH's ganadas/pérdidas a la fecha.
- 7.HH's ganadas/pérdidas proyectadas a fin de obra.

3.1.5 Resultados esperados

→ **Mejoramiento en el uso de recursos y cumplimiento de plazos de los proyectos:** Esto se da a partir del sistema ordenado de planificación, coordinación, seguimiento y control de las actividades en períodos cortos de tiempo, con la participación activa del equipo del proyecto y una asignación de responsabilidades por el cumplimiento de las tareas que permite la toma de acciones correctivas oportunas.

3.2 Programa de mejoramiento de la productividad

3.2.1 Introducción

Este programa establece instancias y herramientas de medición de los niveles productivos (Serpell, 1993) de los proyectos a nivel general, y de procesos operativos en particular, a efectos de tener parámetros de desempeño y rendimientos objetivos que pueden ser utilizados para el mejoramiento de la productividad.

Dichas actividades proveen un ambiente ideal para hacer recomendaciones sobre el funcionamiento de los procesos en cuanto a balance de recursos, fallas de calidad y prevención de riesgos del trabajo.

La productividad y su mejoramiento permanente es una de las metas principales de la administración de una empresa, proyecto u operación de construcción. Por esta razón, en este capítulo se revisan los principales conceptos relacionados con la productividad en la construcción, de manera de establecer un marco de referencia en relación a este parámetro de fundamental importancia.

3.2.2 Conceptos básicos.

Productividad es la relación entre lo producido y lo gastado en ello. Se puede expresar como:

$$\text{PRODUCTIVIDAD} = \frac{\text{Cantidad producida}}{\text{Recursos empleados}} = \frac{\text{lo que se ha producido}}{\text{lo que se ha gastado}}$$

La productividad también puede definirse en forma más explícita como una medición de la eficiencia con que los recursos son administrados para completar un producto específico, dentro de un plazo establecido y con un estándar de calidad dado.

Es decir, la productividad comprende tanto la eficiencia como la efectividad, ya que de nada sirve producir muchos metros cuadrados de muros de albañilería en una obra, utilizando muy eficientemente los recursos de mano de obra, si estos muros resultan con serios problemas de calidad, hasta el punto que deben demolerse posteriormente para rehacerlos.

Definiremos a la eficiencia como la buena utilización de los recursos y la efectividad como el cumplimiento o logro de las metas deseadas.

El objetivo de cualquier empresa o proyecto de construcción es ubicarse en el cuadrante de alta eficiencia y alta efectividad, ya que sólo en dicha posición es posible lograr una alta productividad.

Sobre la base de un proyecto de construcción, la organización corresponde a todo el personal que forma el equipo del proyecto, desde el gerente o administrador del proyecto hasta el trabajador que realiza el trabajo más simple en el terreno. La responsabilidad de lograr una organización productiva recae en el administrador o residente encargado del proyecto, quien debe proveer los recursos y capacidades necesarias para ejecutar las obras, la dirección, planificación y control de estos recursos y de todo el proceso, además de las decisiones respecto a la metodología, secuencia, otros aspectos relevantes, un ambiente de trabajo adecuado y la información para que los grupos de trabajo puedan desempeñarse productivamente. A su vez, los grupos de trabajo, por ejemplo una cuadrilla, deben contar con una adecuada dirección y con el personal apropiado para cumplir con sus tareas, deben ser bien conformados y balanceados sobre la base de las capacidades requeridas, contando con los recursos necesarios, entre otras cosas. Finalmente, los trabajadores se desempeñarán más o menos productivamente, según si cuentan con la capacitación necesaria, si están debidamente motivados y si no están restringidos por factores externos en la ejecución de sus tareas. (A. Serpell)

La productividad está asociada a un proceso de transformación. A este proceso ingresan recursos necesarios para producir un material, un bien o dar un servicio, y posteriormente, a través del proceso, se obtiene un producto o un servicio cumplido.

En la construcción, los principales recursos empleados en los proyectos son los siguientes:

- Los materiales
- La mano de obra
- La maquinaria y equipos

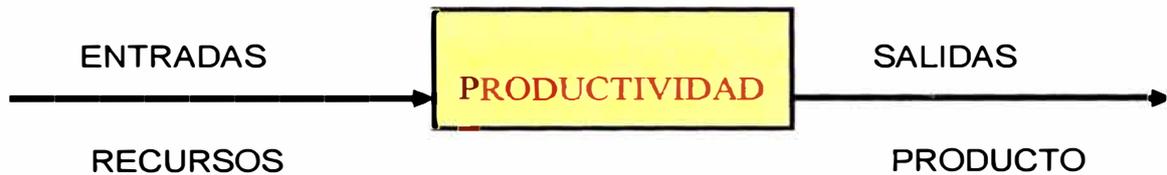


Fig. 3.2 Proceso

Considerando los diferentes tipos de recursos, es posible hablar de las siguientes productividades:

1. Productividad de los materiales: En la construcción es importante una buena utilización de los materiales, evitando todo tipo de pérdidas.
2. Productividad de la mano de obra: Es un factor crítico, ya que es el recurso que generalmente fija el ritmo de trabajo en la construcción y del cual depende en gran medida, la productividad de los otros recursos.
3. Productividad de la maquinaria: Este factor es importante por el alto costo de los equipos, siendo por lo tanto, muy relevante evitar las pérdidas en la utilización de este tipo de recurso.

Existen muchos factores que afectan la productividad en la construcción. Lo importante para el administrador o residente encargado de una obra es saber cuales son los más negativos, para poder actuar sobre ellos de modo de disminuir su efecto, y cuales aportan positivamente de manera de incrementar su efecto.

Es importante entonces, comprender que la productividad es un problema extremadamente complejo, debido a la gran cantidad y a las características de los elementos que tienen relación con ella.

Para lograr una buena productividad, es necesario que aporten todos los que pueden de una u otra manera afectarla, es decir, todos aquellos que tengan que ver con la ejecución del trabajo. Los más importantes a este respecto son los siguientes: cliente o dueño, proyectistas, constructor, mano de obra y proveedores.

De todos ellos, el que tiene un mayor impacto en el desarrollo de la industria de la construcción es el dueño o promotor, ya que a través de actitudes que privilegien el buen desempeño de los otros participantes que le prestan servicios distintos, impulsa el esfuerzo de éstos para satisfacer a su cliente. Lamentablemente, los dueños o promotores generalmente han provisto a la industria de incentivos negativos, al privilegiar el precio como un criterio de adjudicación de los proyectos que realizan, sin considerar de forma más relevante el desempeño de las empresas que postulan.

Todos los participantes de un proyecto pueden beneficiarse y son responsables de lograr una alta productividad siendo, además, los que aportan los diferentes elementos del trabajo.

En el caso de la mano de obra, debido a la relevancia de este factor, es necesario que estén presentes tres elementos básicos para que ésta sea productiva:

- El obrero debe «desear» realizar un buen trabajo, lo que está relacionado con la motivación y satisfacción en el trabajo
- El obrero debe «saber» realizar un buen trabajo, lo que tiene relación con la capacitación y entrenamiento del mismo
- El obrero debe «poder» realizar un buen trabajo, lo que implica una administración eficiente y efectiva

Si cualquiera de estos elementos básicos está ausente o es deficiente, la productividad de la mano de obra es afectada, siendo este efecto proporcional a la severidad de la deficiencia existente.

3.2.3 Objetivo

Proveer herramientas para la medición objetiva y precisa de los niveles productivos de los proyectos y actividades operativas, coordinando instancias para la presentación y estudio de las recomendaciones más convenientes y el seguimiento de las medidas correctivas adoptadas. Adicionalmente, mantener registros actualizados de los rendimientos reales para futuros proyectos, para uniformar desempeños y apoyar planes de incentivos individuales y colectivos.

3.2.4 Acciones

→ Medición de Niveles de Actividad

A) Clasificación de las categorías del trabajo: mediante herramientas sencillas se toman muestras aleatorias y representativas de las actividades que realizan las distintas cuadrillas en todo el proyecto, clasificándolas posteriormente en tres categorías: Trabajo Productivo (TP), Trabajo Contributorio (TC), y Trabajo No Contributorio (TNC). En base a la experiencia de los técnicos muestreadores, se pueden establecer niveles mínimos y óptimos para un buen desempeño.

El contenido de trabajo de una tarea o actividad de construcción se compone de:

- a. Trabajo no contributorio o no productivo: Cualquier actividad que no genere valor, y que caiga directamente en la categoría de pérdida. Algunos ejemplos son: caminar con las manos vacías, esperar que otro obrero termine su trabajo, descansos, trabajo rehecho, fumar, etc.
- b. Trabajo contributorio: Aquel trabajo de apoyo, que debe ser realizado para que pueda ejecutarse el trabajo productivo, es una actividad aparentemente necesaria pero que no aporta valor. Algunos ejemplos de actividades en esta categoría: recibir o dar instrucciones, leer planos, retirar materiales, ordenar o limpiar, descargar un camión, transporte de materiales, etc.
- c. Trabajo Productivo: Aquel trabajo que aporta en forma directa a la producción. incluyendo actividades tales como asentar ladrillos, vaciar concreto, el pintado de un muro o la colocación de fierros.

Una vez aplicado el programa de Mejoramiento de la Planificación operacional, es decir después de haberse ajustado la planificación de corto plazo (mediante la programación lineal), el LAP (Look ahead planning o planificación anticipada de recursos), las programaciones semanales y las programaciones diarias, es necesario pasar al segundo paso en el mejoramiento de la productividad. Este paso está relacionado a las mediciones del trabajo. Las mediciones nos permiten determinar con gran profundidad el diseño de los métodos constructivos a utilizar, así como cuantificar en cada cuadrilla el porcentaje de TP, TC y TNC.

De esta forma el programa de mejoramiento de productividad propuesto podrá ajustar o cambiar los métodos constructivos apoyando la obtención de la mayor eficiencia posible de acuerdo a evaluaciones numéricas de nuestros

procesos constructivos. Adicionalmente, podremos calcular el nivel general de actividad, el cual medirá los parámetros de los tres tipos de trabajo a nivel de toda la obra. Estos valores nos permitirán comparar nuestros resultados con otras obras y nos serán de utilidad para cuantificar cierto tipo de pérdidas como transportes, viajes, etc.

La medición del nivel general de actividad en obra es parte de las herramientas clásicas en el estudio de tiempos y movimientos utilizadas comúnmente en ingeniería industrial. Esta medición se realiza de forma aleatoria en toda la obra. La muestra se toma sobre todos los obreros de la misma. De esta forma obtenemos información acerca de la utilización del tiempo en los tres tipos de trabajo fundamentales: Trabajo Productivo (TP), Trabajo Contributorio (TC) y Trabajo No Contributorio (TNC). Adicionalmente, para conseguir información más precisa, la medición puede aplicarse a cada cuadrilla de la obra.

La técnica de muestreo del trabajo es un método de medición del nivel de actividad de un proyecto u operación, que está siendo utilizado en forma creciente en los últimos años. Aún cuando existen varias otras técnicas de mejoramiento disponibles, la simplicidad y el bajo costo del muestreo del trabajo, han contribuido considerablemente a su popularidad.

El muestreo del trabajo sirve para medir el porcentaje de tiempo que la mano de obra y los equipos ocupan en ciertas categorías predeterminadas de actividades. Conociendo cómo es utilizado el tiempo de estos recursos, aparecerán los problemas que afectan la productividad, los que al ser eliminados, permitirán reducir los costos asociados a la mano de obra y a los equipos.

Algunas características que definen particularmente a esta técnica, son:

- a. Es una medición para el análisis cuantitativo en términos de tiempo de las actividades de los recursos.
- b. Se aplica principalmente a la mano de obra y/o equipos.
- c. Las observaciones de muestreo deben ser hechas en forma aleatoria.
- d. Se deben establecer categorías predeterminadas de actividades en las cuales clasificar las observaciones de los recursos.
- e. Los resultados permiten realizar una inferencia estadística de las actividades de los recursos.

Al igual que otras técnicas de medición de productividad, el muestreo del trabajo presenta ventajas y desventajas. Las principales ventajas son:

- Simple de llevar a cabo.
- Económica.
- Fácil de comprender.
- Estadísticamente confiable.
- Entrega información útil y actualizada.

Su principal desventaja radica en que no permite identificar en forma clara y precisa las causas que provocan los problemas de productividad, lo que a su vez no permite actuar eficazmente sobre ellas. Por esta razón, esta técnica es considerada dentro de la investigación preliminar de carácter general y no como parte de las técnicas de mejoramiento de métodos. Sin embargo, el uso experto de esta técnica permite también lograr la identificación de problemas y actuar sobre los métodos.

Antes de comenzar con un plan de muestreo del trabajo, es un buen consejo «vender» la técnica (su uso y confiabilidad) a todos los miembros de la organización que de alguna forma puedan ser afectados por los resultados. Esto se puede llevar a cabo a través de reuniones de orientación, en que se muestran resultados de planes anteriores, a las personas no familiarizadas con la técnica. Las etapas básicas que forman parte de un plan de muestreo del trabajo, son las siguientes:

- 1) Definición del objetivo
- 2) Selección de las categorías de trabajo

Un resumen de las principales categorías de trabajo utilizadas en estudios realizados hasta la fecha, para una medición del nivel general de actividad de obra es el siguiente:

- Trabajo Productivo (TP)
- Trabajo Contributorio (TC):
 - Transportes (T);
 - Limpieza (L);
 - Recibir/Dar Instrucciones (I);
 - Mediciones (M);
 - Otros (X)
- Trabajo No Contributorio (TNC):
 - Viajes (V);
 - Tiempo Ocioso (N);
 - Esperas (E);

- Trabajo Rehecho (R);
- Descanso (D);
- Necesidades Fisiológicas (B);
- Otros (Y)

3) Proceso de toma de datos

4) Análisis de los datos

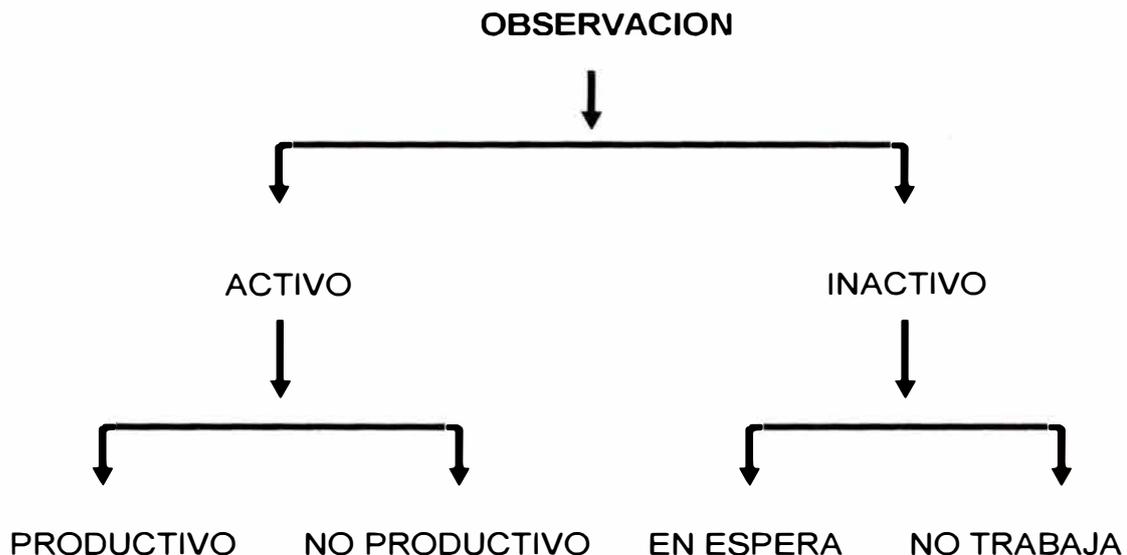


Fig. 3.3 Categorías de Trabajo

5) Validación estadística: Una vez obtenidos los porcentajes correspondientes a cada categoría, se debe determinar el grado de confianza requerido para la muestra y el rango de error correspondiente, de acuerdo al número total de observaciones. Dado que los resultados obtenidos se expresan en términos de porcentajes (proporciones), el método de estimación por proporciones es el más apropiado. En este caso, la probabilidad de ocurrencia de un evento puede estimarse como una proporción de las ocurrencias del mismo en una secuencia de Bernoulli, en la que se tienen n ensayos independientes x_1, x_2, \dots, x_n , donde cada variable x_i es aleatoria y puede tomar dos valores: 1 ó 0 cuando ocurre o no ocurre el evento respectivamente, en el ensayo i .

La probabilidad p de ocurrencia de un evento en un ensayo, es el parámetro de la distribución binomial. El estimador de máxima confiabilidad de este parámetro p es:

$$p = \frac{1}{n} \sum_i x_i \quad \dots\dots\dots(a)$$

que corresponde a la proporción de ocurrencias del evento en una secuencia de n ensayos. Para n grande, p tiende a distribuirse normalmente de acuerdo al teorema del límite central. Conforme a esto, el intervalo de confianza para p está dado por:

$$\langle p \rangle_{1-\alpha} = \left(p - k_{\alpha/2} \cdot \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}; p + k_{\alpha/2} \cdot \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}} \right) \dots\dots\dots(b)$$

Llamando l al error aceptado en cada sentido (por ejemplo 60% ±5% en que l=5%), entonces se tiene que:

$$l = k_{\alpha/2} \cdot \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}} \quad \dots\dots\dots(c)$$

Donde:

l = error aceptado en cada sentido (±)

k_{α/2} = valores de la variable normal estándar para un nivel de confianza α

α = nivel de confianza

n = número de ensayos

El procedimiento normal para un muestreo del trabajo es fijar el nivel de confianza requerido, y el error aceptado, y a partir de estos parámetros, determinar el número de observaciones necesarias. Entonces, despejando n:

$$n = k^2_{\alpha/2} \cdot \left(\frac{p(1-p)}{l^2} \right) \quad \dots\dots\dots(d)$$

El siguiente ejemplo aclarará mejor el procedimiento y los conceptos explicados: En un muestreo del trabajo se han seleccionado dos categorías de trabajo: trabajando y no trabajando. En total se han observado 100 personas en varios recorridos por la obra, obteniéndose que un 40% de los casos estaban trabajando.

- a. Si se requiere un nivel de confianza del 95%, determinar el error esperado de la proporción obtenida.
- b. Si el error deseado es de ± 5% con un 95% de confiabilidad, ¿cuántas observaciones adicionales será necesario realizar?

a. Si p: p = 0.40

$$l = k_{0,025} \sqrt{\frac{0,4(1-0,4)}{100}} = \pm 9,6\%$$

$$b. \quad n = \frac{1,96^2 \times 0,4 \times 0,6}{0,05^2} = 369 \text{ observaciones}$$

es decir, sería necesario realizar 369 observaciones adicionales.

Por razones estadísticas se recomienda que, en general, en cualquier programa de muestreo se realicen no menos de 384 observaciones, ya que de esta forma se obtiene una confiabilidad de 95% y un error no mayor de $\pm 5\%$ (es decir, resultado entre un 45% y un 55% para una proporción observada de 50%).

En la construcción, los valores normales para el caso de dos categorías (trabajando y no trabajando) varían entre un 30% y un 70%. Además, a los valores obtenidos de la observación debe sumárseles un porcentaje que refleje las actividades personales de los obreros y las actividades de los capataces que, generalmente debido a que su trabajo es básicamente dirigir a su cuadrilla, son clasificados dentro de las categorías improductivas durante la observación, si es que no son identificados previamente. Este porcentaje varía entre un 5 y un 10%. Por ejemplo, si el valor obtenido de la proporción trabajando es de un 42,5% y se asume un 5% debido a actividades personales y capataces, el valor de trabajo a considerar debe ser de un 47,5%.

B) Recomendaciones de Calidad, Productividad, Seguridad: los especialistas muestreadores aprovechan sus recorridos para identificar problemas y oportunidades de mejoramiento en aspectos relativos a calidad, desempeño productivo y seguridad del trabajo.

C) Seguimiento y Control de sugerencias y recomendaciones: se utilizan formatos sencillos para dejar constancia de las recomendaciones y sugerencias, y el equipo designa responsables y plazos para la toma de las medidas correctivas, que luego son verificadas por los muestreadores en recorridos posteriores.

→ Estudio del trabajo (Análisis de Procesos)

A) Estudio del rendimiento productivo del proceso: utilizando herramientas de muestreo del trabajo, se analizan individualmente los procesos, midiendo los tiempos de ciclo de cada trabajador en períodos de tiempo representativos, analizando los porcentajes relativos en cada categoría (TP, TC, TNC), y determinando los rendimientos productivos.

A diferencia de la medición del nivel general de actividad, la medición de actividades puntuales se centra en una actividad específica. La medición se realiza desde un punto fijo, desde donde se pueda observar la operación completa. Se trata de determinar cómo se divide el tiempo que se le dedica a cada una de las tareas dentro de una operación. Es decir, por ejemplo, cómo se distribuye la utilización del tiempo en colocar planchas, colocar pines, colocar maderas de base, colocar alineadores, transportar las piezas, esperas, mediciones, recibir instrucciones, aplomar, etc., dentro del proceso de encofrado metálico. Las mediciones nos ayudan a entender la secuencia constructiva real que se está utilizando, buscar optimizar el proceso, estudiar la posibilidad de introducir algún cambio tecnológico y determinar los porcentajes de ocupación de tiempo. Lo último sirve para hallar el número óptimo de obreros para cada cuadrilla, con el objetivo de mejorar los rendimientos.

En la medición se toma el tiempo de cada obrero (ya sea operario, oficial o peón) por cada minuto. Cada vez que se toma una medición se le asigna a cada obrero el tipo de trabajo que está realizando en el instante en que se le ha observado. La forma en que se divide el trabajo se tendrá que hacer previamente a la medición. A cada actividad dentro de un proceso se le asigna una letra, la cual será colocada en la tabla de toma de mediciones en intervalos de un minuto.

El método anterior es recomendable para una cuadrilla con un máximo de 8-10 obreros, el otro requisito es que el trabajo de la cuadrilla que se medirá se haga en un espacio limitado.

Una consideración que se debe tener presente, es la de enfocar preferentemente el estudio a una reducción de los tiempos improductivos y aumentar los niveles de actividad real y de rendimiento. Para ello, se propone que en general se respete la siguiente secuencia:

- (i). Revisar el proceso constructivo seleccionado y buscar otro método que permita cuestionar comparativamente su conveniencia.
- (ii). Cuantificar previamente un grado de utilización eficiente de los recursos de mano de obra, maquinaria y equipos, materiales, energía, etc., para el proceso seleccionado.
- (iii). Analizar con más detalle el diagrama de proceso de los recursos (carta de proceso y diagrama de flujo : ver con más detalle en los siguientes párrafos), en especial en actividades que se desarrollan en espacios extensos.

(iv). Muestrear la operación y determinar las condiciones reales de trabajo de los recursos. Conviene realizar no menos de tres muestreos, y en días distintos.

(v). Procesar la información, concluir y discutir resultados. Determinar mejoras necesarias y describir en una carta de balance ideal el procedimiento propuesto.

→Seguimiento y control de las medidas propuestas

A)Evolución en el tiempo: se debe llevar una estadística de los valores obtenidos a efecto de analizar tendencias y desempeño real de las distintas obras.

3.2.5 Resultados

→Aumento en los niveles productivos de los proyectos

Esto es logrado a través de la información y participación directa de los ejecutantes acerca del desempeño objetivo de sus actividades y su impacto en el proyecto en general, determinando acciones correctivas oportunas en conjunto. Esta información sirve de base para identificar los procesos críticos y evaluar el desempeño de los procesos mejorados por los equipos.

❖**Flujo de información del sistema CVG** : La empresa CVG Ingenieros (Empresa del Ing. Virgilio Ghio) propone un flujo de su sistema empleado. La gestión de operaciones de obra se inicia con la planificación maestra por hitos. En base a esta planificación preliminar, se inician los trabajos para desarrollar el look ahead planning y la programación de los trenes de trabajo. Este trabajo preliminar debería realizarse, de preferencia, antes de iniciar los trabajos en terreno. Posteriormente, se trabaja con las planificaciones semanales y las planificaciones diarias. Estas están orientadas a la gestión de trabajo mismo, por lo que deben ser procesadas en paralelo con el trabajo físico del terreno. Las planificaciones semanales se desprenden de la planificación general por hitos, y a su vez, las planificaciones diarias se desprenden de la planificación semanal.

La información recorre dos flujos. El primero es el de la oficina técnica al terreno, a través de las órdenes de trabajo y la recuperación de información de terreno (de los volúmenes de trabajo efectivamente realizados con el consumo de mano de obra en cada caso). El segundo es que la información obtenida de las mediciones de terreno, particularmente en lo que refiere a los rendimientos directos del trabajo, se reintroduce en los cálculos de las planificaciones diarias,

de forma que se ajuste el consumo de mano de obra y así trabajar en un círculo de mejoramiento continuo. Finalmente, la información de los dos círculos de información se refleja en los informes de producción preparados tanto para la gerencia de la empresa como para la dirección de la obra

3.3 Programa de mejoramiento de la calidad

3.3.1 Introducción:

Este programa está orientado a la implementación paulatina y continua de los principios básicos de la gestión de calidad: satisfacción de clientes (internos y externos), y mejoramiento continuo (de los procesos operativos y de gestión), en base a la participación activa del personal en equipos de mejora. Se basa en un trabajo de investigación del autor Sarmiento (1998), que integró varias investigaciones anteriores y propuso un modelo de implementación que considera las características culturales y tecnológicas del sector, y las experiencias de su aplicación en algunas empresas.

Es un hecho bastante común que al término de los proyectos de construcción, cuando el promotor o cliente inspecciona las obras terminadas, esta inspección dé como resultado una lista de defectos. Esta lista de defectos, que sólo incluye los detectados, refleja problemas de calidad que presentan las obras ejecutadas por el constructor.

La situación que se genera debido a esta realidad, no es beneficiosa para nadie. Para el promotor o cliente, implica perjuicios al no poder utilizar plenamente su obra, lo que en caso extremo puede resultar en un atraso considerable de la puesta en marcha de instalaciones de producción, si es el caso, con las consecuentes pérdidas de producción y venta.

Para el constructor, además de colocarlo en una situación incómoda, le significa tener que mantener recursos comprometidos en la obra, que podría estar ocupando en otros proyectos, como también en la mayoría de los casos, tener que absorber los costos de las reparaciones de los defectos detectados. Finalmente, para el diseñador, también puede traer consecuencias negativas si es él el responsable de los defectos y debe responder por su reparación.

La existencia de muchos defectos en una obra terminada es una situación negativa que puede derivar en resentimientos entre las partes, en los casos en que resulta difícil aclarar las responsabilidades por los errores; es costosa en tiempo, dinero y malas relaciones y, finalmente, puede crear un quiebre en la relación dueño-constructor-diseñador.

CAPITULO 4

APLICACIÓN DE LOS CONCEPTOS INNOVADORES PROPUESTOS

El Ing. Phd. Virgilio Ghio realizó mediciones del nivel general de Actividades (% trabajo productivo, % trabajo contributorio , %trabajo no contributorio) en diferentes obras de Lima, donde obtuvo los siguientes resultados:

Trabajo productivo	28%
Trabajo contributorio	36%
Trabajo no contributorio	36%

Para optimizar y aplicar procesos innovadores en la construcción de edificaciones multifamiliares, debemos aplicar una estrategia desde el comienzo del proyecto, que nos permita desde la etapa de diseño visualizar, analizar y decidir mejores alternativas en los procesos constructivos que ejecutemos, los cuales evaluaremos, modificaremos o innovaremos si es necesario, para esto se aplicarán estos nuevos conceptos, como son:

- 1.La Constructabilidad.
- 2.Programación Lineal (programación de Obra).
- 3.Look Ahead Planning (Pedido anticipado de los insumos de una obra).
- 4.Control de Rendimientos (evaluaciones diarias de rendimientos).
- 5.Medición del Nivel General de Actividades.
- 6.Medición de cuadrillas puntuales (Evaluación de la productividad de las cuadrillas) y modificación o innovación de los procesos constructivos.

4.1 La Constructabilidad.

- En el Diseño.

Se contrató al personal profesional y asistente que había laborado en la anterior edificación, ya que contaba con la experiencia de un edificio de similares características que la empresa construyó.

El terreno de la obra La Aurora – Miraflores 1, es de forma regular de 14.95m. x 40.00 m, generando una edificación casi simétrica, haciendo muy fácil desarrollar una programación rítmica (herramienta poderosa para conseguir una alta productividad).

Se reunió en primera instancia al arquitecto y al Ing. Estructural; a través del correo electrónico el estructural envió un predimensionamiento de zapatas, columnas y vigas de un anteproyecto inicial, existiendo de esta manera una coordinación inicial permanente entre ambos profesionales.

Sobre la base de éste se recomendó estandarizar algunas dimensiones de columnas así como el espesor de la losa aligerada, para tener uniformidad en las alturas.

En los planos originales se especificaba un aligerado típico, lo que se cambió a viguetas prefabricadas, analizando los posibles cortes en el vaciado de concreto en las losas de los diferentes pisos, obteniendo 4 frentes similares por planta de trabajo.

Se mantuvo la comunicación entre los involucrados, coordinando luego con los proyectistas de las especialidades restantes, tanto eléctrica como sanitaria, decidiéndose la ubicación de las montantes y pases, y no afecten de esta manera la estructura o arquitectura deseada.

- En el Abastecimiento.

El mercado nos ofrece cada vez más variedad de productos y sistemas constructivos. Así se eligieron algunas nuevas alternativas, basándonos en cuadros comparativos de obras anteriores, como son:

Viguetas Prefabricadas, encofrados metálicos de elementos horizontales (vigas y losas), ladrillos calcáreos - La "Casa", etc.

- Durante la Construcción.

Se hizo un mejor uso de los recursos para lograr una mayor eficacia en los procesos de construcción, dando soluciones creativas y planteando métodos innovadores.

En esta etapa se hicieron varias mediciones del nivel general de actividades, con la finalidad de no perder de vista la productividad global.

4.2 Programación Lineal (programación de Obra).

Para efectuar la programación lineal de obra, a través de los trenes de trabajo, se dividió la planta típica en dos sectores A y B, obteniendo dos vaciados de la losa de techo por nivel, de la misma forma se dividió cada uno de estos dos sectores nuevamente en dos subsectores, obteniendo dos vaciados

de columnas y placas, teniendo un total de cuatro vaciados (trenes de trabajo) de estos elementos por nivel.



Fig. 4.1 Sectorización de la Obra

4.3 Look Ahead Planning (Pedido anticipado de los insumos de una obra).

En el gráfico siguiente se adjunta el cuadro de pedido anticipado de insumos para toda la obra, este se hizo a pedido de la empresa Firth Industries SA, para tener una programación tentativa del concreto a vaciar durante la edificación, y la fecha de entrega de las viguetas y bovedillas.

Se demostró que la programación de toda la obra o maestra y pedido anticipado de materiales no se cumplió, pero es un punto de partida para hacer las respectivas planificaciones mensuales y semanales.

•Programaciones Semanales.

Estas programaciones se generan los días viernes de la semana precedente, teniendo presente el avance real de la obra.

Esta programación sirve para enfocar la obra de acuerdo a los sectores o subsectores establecidos, el objetivo es llegar al 100% de lo programado, en el caso de posibles atrasos, estos deberán subsanarse en el transcurso de la semana..

Fig. 4.2 Programación Lineal

programa / No de Día	Semana 13					
	87	88	89	90	91	92
fierro colum.+ placas A						
fierro colum.+ placas B						
encofrado colum.+ placas A						
encofrado colum.+ placas B						
fierro techo A						
fierro techo B						
encofrado techo A						
encofrado techo B						
electr.+ sanitaria+remates A						
electr.+ sanitaria+remates B						
vaceado colum.+ placas A						
vaceado colum.+ placas B						
vaceado techo A						
vaceado techo B						
cieloraso A						
cieloraso B						
ladrillos A						
ladrillos B						
tarrajeo A						
tarrajeo B	5	5	5			

Fig 4.3 Look Ahead Planning

Mano de obra						
Materiales	a rena fina					
Equipos						
Concreto Premezclado						

Fig. 4.3` Planificación Semanal	Semana 3							% semanal
	15	16	17	18	19	20	21	
Partidas								
fierro colum.+ placas A (Kg.)		2	2	2				
		867,00	867,00	867,00				100,0%
fierro colum.+ placas B (Kg)					2	2	2	
					867,00	867,00	867,00	100,0%
encofrado colum.+ placas A		2	2	2	2			
		subsector 1	subsector 1	subsector 2	subsector 2			100,0%
encofrado colum.+ placas B						2	2	
						subsector 3	subsector 3	100,0%
fierro techo A (Kg)					2	2	2	
					433,5	433,5	433,5	100,0%
fierro techo B (Kg)		1	1	1				
		433,5	433,5	433,5				100,0%
encofrado techo A					2	2	2	
					subsector 1	subsector 1	subsector 2	100,0%
encofrado techo B		1	1	1				
		subsector 3	subsector 4	subsector 4				100,0%
electr.+ sanitaria+remates A						2	2	
						subsector 1	subsector 1	100,0%
electr.+ sanitaria+remates B		1	1	1	1			
		subsector 3	subsector 3	subsector 4	subsector 4			100,0%
vaceado colum.+ placas A			2		2			
			subsector 1		subsector 2			100,0%
vaceado colum.+ placas B							2	
							subsector 3	100,0%
vaceado techo A								
								100,0%
vaceado techo B					1			

1	PISO 1
2	PISO 2

Fig. 4.4 - CONTROL DIARIO DE RENDIMIENTOS

PRODUCTIVIDAD DEL ACERO EN COLUMNAS Y PLACAS DE LA PLANIFICACION DE LA SEMANA 3

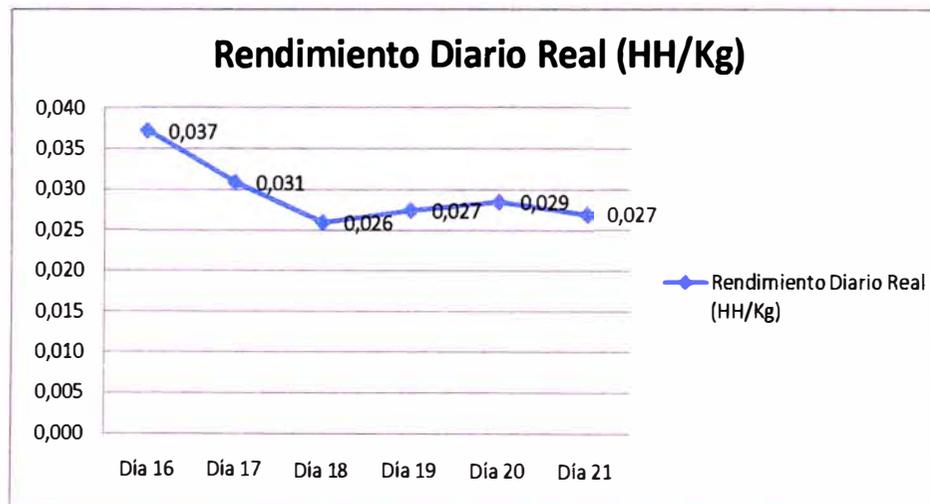
	Día 16	Día 17	Día 18	Día 19	Día 20	Día 21
HH DIARIO	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5
Avance Diario	686,00	826,00	979,00	928,00	893,50	946,00
HH Acumulado	25,50	51,00	76,50	102,00	127,50	153,00
Avance Acumulado	686	1512	2491	3419	4313	5259
Rendimiento Diario (HH/Kg)	0,037	0,031	0,026	0,027	0,029	0,027
Rendimiento Promedio (HH/Kg)	0,037	0,034	0,031	0,030	0,030	0,029
Diferencia entre rend. Real y presupuestado	-0,008	-0,001	0,003	0,002	0,001	0,002
HH ganadas / Perdida a la fecha	-5	-1	3	2	1	2
HH ganadas/ Perdidas a fin de semana	-5	-7	-3	-1	-1	2

DATOS DEL PRESUPUESTO

Rendimiento	0,02941	HH / KG
Metrado Total	62424,0	KG

	Día 16	Día 17	Día 18	Día 19	Día 20	Día 21
Rendimiento Diario Real (HH/Kg)	0,037	0,031	0,026	0,027	0,029	0,027

INFORME GRAFICO DE LA PRODUCTIVIDAD



PRODUCTIVIDAD DEL ACERO EN COLUMNAS Y PLACAS DE LA PLANIFICACION DE LA SEMANA 6

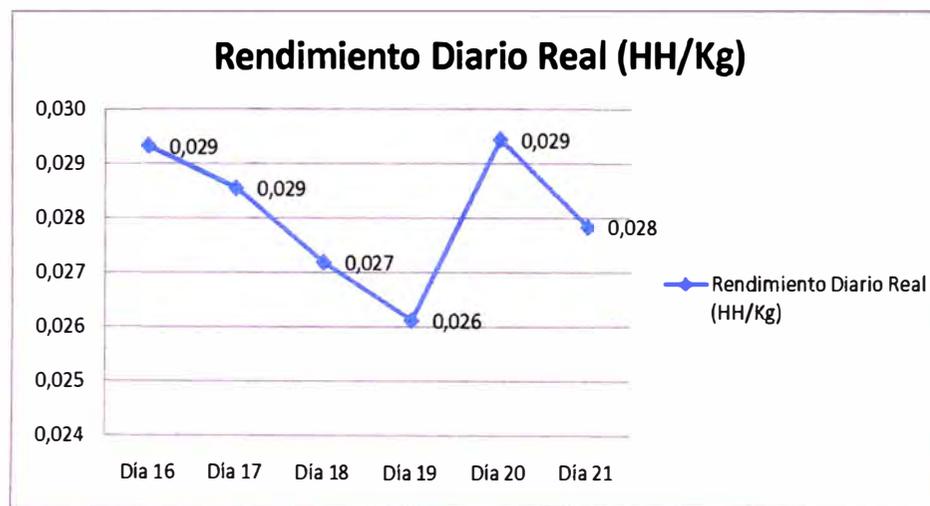
	Día 16	Día 17	Día 18	Día 19	Día 20	Día 21
HH DIARIO	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5
Avance Diario	869,50	893,00	938,00	976,00	866,00	916,00
HH Acumulado	25,50	51,00	76,50	102,00	127,50	153,00
Avance Acumulado	870	1763	2701	3677	4543	5459
Rendimiento Diario (HH/Kg)	0,029	0,029	0,027	0,026	0,029	0,028
Rendimiento Promedio (HH/Kg)	0,029	0,029	0,028	0,028	0,028	0,028
Diferencia entre rend. Real y presupuestado	0,000	0,001	0,002	0,003	0,000	0,002
HH ganadas / Perdida a la fecha	0	1	2	3	0	1
HH ganadas/ Perdidas a fin de semana	0	1	3	6	6	8

DATOS DEL PRESUPUESTO

Rendimiento	0,02941	HH / KG
Metrado Total	62424,0	KG

	Día 16	Día 17	Día 18	Día 19	Día 20	Día 21
Rendimiento Diario Real (HH/Kg)	0,029	0,029	0,027	0,026	0,029	0,028

INFORME GRAFICO DE LA PRODUCTIVIDAD



4.5 Medición del Nivel general de Actividades

La Norma Peruana clasifica a las edificaciones según los materiales usados y el sistema de estructuración sismorresistente predominante en cada dirección. En nuestro caso las edificaciones analizadas están dentro del sistema estructural aporticado.

Es el sistema estructural basado en columnas y vigas de concreto armado. La función estructural es cumplida casi en su totalidad por las columnas de dichos pórticos.

Las secciones de las columnas son mayores que las columnas de confinamiento, por lo tanto se emplea tanto encofrado de madera como de acero (puede ser de aluminio). El concreto puede ser hecho en obra como premezclado.

Una ventaja importante de este sistema es que finalizado el desencofrado de los elementos estructurales, se puede levantar muros de separación o tabiques.

Área de investigación:

El campo de acción de nuestra investigación es el distrito de Miraflores, ubicado en la provincia y departamento de Lima, Perú.

Objeto de Estudio:

Se realizó el estudio en una obra de construcción de Vivienda Multifamiliar que está en la etapa de casco estructural, es decir, durante la construcción de los elementos estructurales de la edificación.

Enfoque del Estudio:

Dentro de los tres recursos empleados en la construcción (mano de obra, equipos - herramientas y materiales), el presente estudio se centrará en analizar la productividad de la mano de obra.

Tolerancia del Estudio:

Se espera obtener resultados estadísticamente válidos y representativos, con un error menor al 5%.

4.5.1 Muestra Analizada

Se realizó mediciones en una obra perteneciente al distrito de Miraflores a nivel de Lima Metropolitana (Ver Mediciones en Anexos), en la cual se calificó el trabajo de los obreros del sector construcción en trabajo productivo (TP), trabajo contributivo (TC) y trabajo no contributivo (TNC).

4.5.2 Definición de la Herramienta

Nivel general de actividad de obra (NGO)

Es un indicador que representa el nivel de productividad del personal de la obra en general. Éste indicador especifica la ocupación del tiempo de los trabajadores de toda la obra en promedio, clasificando el tipo de trabajo en productivo (TP), contributorio (TC) y no contributorio (TNC).

4.5.3 Criterios y procedimientos de la toma de datos

4.5.3.1 Del Tipo de trabajo

Se decidió dividir el trabajo en tres tipos:

A. Trabajo Productivo (TP):

Es el trabajo que aporta de forma directa a la producción.

Dentro de las actividades clasificadas como productivas (P) consideramos, según la partida a la que pertenecen, las siguientes:

Concreto: Vaciado, vibradora o vibración manual, acomodo de la mezcla con lampa y dar acabado a la superficie (caso de losas).

Acero : Colocación y acomodo de barras de acero, atortolado de mallas y refuerzos, armado de elementos estructurales fuera de sitio (para transportar y colocar columnas o vigas ya armadas).

Encofrado: Colocado de paneles de madera o metálicos, puntales y demás elementos; reforzamiento del encofrado con grapas, alambre o clavos, desencofrado.

Albañilería: Colocación mortero en junta vertical y/u horizontal, colocación de ladrillos y mechas de acero.

Tarrajeo: Pañeteado, paleteado, regleado de superficie, dar acabado a la superficie (con frotacho, esponja y otros).

Además las actividades de habilitación de materiales también fueron consideradas dentro de este rubro, entre las cuales tenemos:

Concreto: Preparación del concreto en obra.

Acero : Cortar y doblar las varillas para darles la forma adecuada de refuerzo, bastones o estribos.

Encofrado: Cortar madera para la preparación de paneles para el encofrado, preparación de paneles.

Albañilería: Preparación de mezcla seca de cemento y arena, preparación de mortero, cortar y humedecer ladrillos.

Tarrajeo: Preparación de mezcla seca de cemento y arena, preparación de mortero.

B. Trabajo Contributorio (TC):

Se define como el trabajo de apoyo que debe ser realizado para que pueda ejecutarse el trabajo productivo. Actividad necesaria, pero que no aporta valor.

De modo explicativo, dentro de las actividades contributorias consideramos el transporte de material y/o herramientas (T), la limpieza (L), dar o recibir instrucciones (I), cualquier tipo de medición (M),.

Dentro de las actividades clasificadas como otros contributorios (X) tenemos, según la partida a la que pertenecen, los siguientes:

Concreto: Abastecimiento de los componentes a otros recipientes, sostener los recipientes.

Acero : Sostener las barras para que otro trabajador las atortole, marcar con tiza las barras y encofrados, armado de andamios.

Encofrado: Sostener el encofrado (paneles, puntales, etc.), para que otro trabajador lo asegure, armado de andamios.

Albañilería: Remover mortero sobrante, abastecimiento de mezcla a otro recipiente para el transporte, armado de andamios.

Tarrajeo: Humedecer la pared, colocar y extraer los puntos de referencia, armado de andamios.

C. Trabajo no contributorio (TNC):

Trabajo que no genera valor y no contribuye a otra actividad; por lo tanto, se considera como actividad de pérdida.

Como el trabajo no contributorio se considera los viajes sin llevar nada en las manos (V), haciendo nada –tiempo ocioso (N), las esperas del personal (E), ir a los servicios higiénicos (B), y otros no contributorios (Y).

Se realizaron 4 mediciones, que consta de cuatro juegos de datos; y cada juego, de 400 evaluaciones del trabajo. Cada juego de datos se tomó en momentos distintos a lo largo del tiempo que duraba la evaluación de la obra.

4.5.4 Presentación y Análisis de Resultados

Realizamos la siguiente Clasificación de los tipos de trabajos:

Trabajo Productivo		TP
	Actividades Productivas	P
	Habilitación del material	H
Trabajo Contributorio		TC
	Transporte en general	T
	Limpieza	L
	Instrucciones	I
	Mediciones	M
	Otros	X
Trabajo No Contributorio		TNC
	Viajes	V
	Haciendo nada	N
	Esperas	E
	Servicios Higiénicos	B
	Otros	Y

Fig. 4.5 Clasificación de los tipos de trabajos

4.5.5 Medición del Nivel General de Actividad

(Las mediciones del Nivel General de Actividad de la obra La Aurora – Miraflores I, se encuentran dentro de los Anexos).

Fig. 4.6 Medición del Nivel General de Actividad

DIA	TP	TC	TNC	TOTAL
1	126	176	98	400
15	110	181	109	400
29	130	169	101	400
43	121	174	105	400
Promedio	121,75	175	103,25	400

DIA	TP	TC	TNC	TOTAL
1	31,50%	44,00%	24,50%	100,00%
15	27,50%	45,25%	27,25%	100,00%
29	32,50%	42,25%	25,25%	100,00%
43	30,25%	43,50%	26,25%	100,00%
Promedio	30,44%	43,75%	25,81%	100,00%

4.5.6 Nivel de Productividad Promedio.

En la siguiente Tabla se muestra el porcentaje por actividad promedio, de las cuatro mediciones efectuadas en la obra.

Fig. 4.7 Nivel de Productividad Promedio.

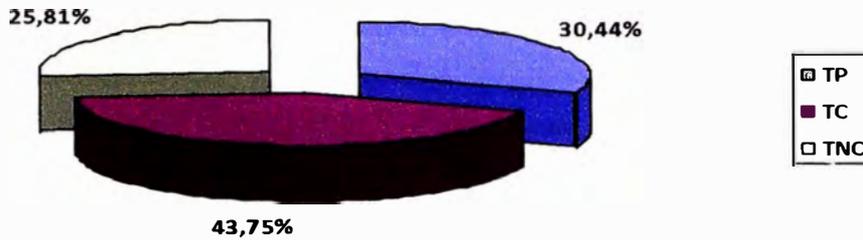
DIA	P	H	T	L	I	M	X	V	N	E	B	Y	TOTAL
1	93	33	77	18	23	25	33	46	13	33	1	5	400
15	78	32	86	21	34	18	22	60	17	20	4	8	400
29	98	32	74	21	26	22	26	49	17	26	2	7	400
43	91	30	71	25	29	21	28	47	17	30	4	7	400
P	90	31,8	77	21,3	28	21,5	27,3	50,5	16	27,3	2,75	6,75	400

PORCENTAJE (%)													
DIA	P	H	T	L	I	M	X	V	N	E	B	Y	TOTAL
1	23,3	8,3	19,3	4,5	5,8	6,3	8,3	11,5	3,3	8,3	0,3	1,3	100
15	19,5	8,0	21,5	5,3	8,5	4,5	5,5	15,0	4,3	5,0	1,0	2,0	100
29	24,5	8,0	18,5	5,3	6,5	5,5	6,5	12,3	4,3	6,5	0,5	1,8	100
43	22,8	7,5	17,8	6,3	7,3	5,3	7,0	11,8	4,3	7,5	1,0	1,8	100
P	22,5	7,9	19,3	5,3	7,0	5,4	6,8	12,6	4,0	6,8	0,7	1,7	100

Se observa que el nivel promedio de productividad de la mano de obra, resulta ser de 30.44%, donde la mayor cantidad del porcentaje es dedicado al trabajo o actividades contributorias (43.75%).

En el siguiente cuadro mostramos la distribución del tipo de Trabajo:

Fig. 4.8 Distribución tipo de Trabajo

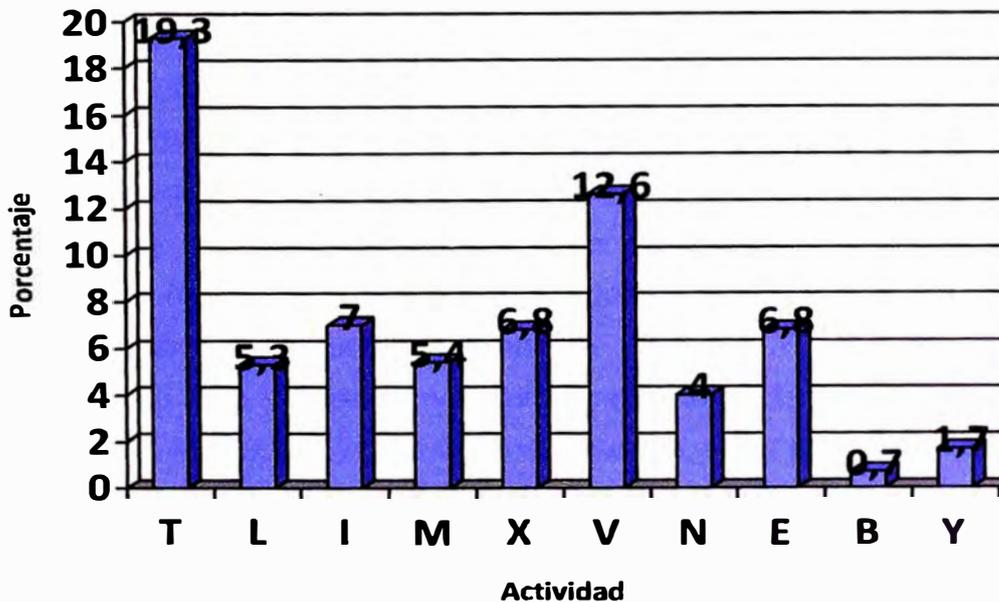


Esto

Implica que de cada 10 horas laborales, los trabajadores sólo realizan 3.0 horas de trabajos productivos.

A continuación se observa el diagrama mostrando las actividades no productivas (Trabajos Contributivos y Trabajos No Contributivos).

Fig. 4.9 Diagrama trabajos no productivos



Se puede apreciar la mayor incidencia de porcentaje se encuentra en las actividades de transporte (T) con un 19.30% y viajes (V) con 12.60%.

4.6 Medición de cuadrillas puntuales (Evaluación de la productividad de las cuadrillas) y modificación o innovación de los procesos constructivos.

4.6.1 Sistema de losas aligeradas con viguetas pretensadas FIRTH

4.6.1.1 Memoria Descriptiva General del Sistema

Con el Sistema de Viguetas Pretensadas "Firth", se busca reducir los costos que se tendrían al construir con una losa aligerada tradicional y además optimizar los tiempos y calidad de la construcción.

La losa es un elemento de gran importancia porque transmite las cargas de gravedad hacia las vigas y asegura que la estructura se desplace uniformemente ante las sollicitaciones sísmicas (diafragma rígido), lo cual es posible gracias a la adherencia mecánica existente entre la vigueta y la losa vaciada in situ, a través de dos características, inclinación de la cabeza de la vigueta y el endentado en toda la superficie de la vigueta (mayor a 6mm según lo especificado por la norma del ACI).

El sistema está constituido por viguetas prefabricadas pretensadas, bovedillas de arcilla y la losa vaciada in situ. El espaciamiento entre viguetas de eje a eje es de 50 ó 60 cm. Las viguetas tienen una forma de "T" invertida, en cuyas alas se apoyan las bovedillas de arcilla, evitándose el fondo de encofrado.

Por encima de las bovedillas se vacía una losa de concreto de 5 cm, en la cual van embebidas las instalaciones eléctricas, sanitarias, malla de temperatura y acero negativo. La losa final, está conformada por viguetas de sección compuesta, que forman un diafragma rígido y cuyos componentes están integrados mediante una adherencia mecánica.

Las alturas de losa y espaciamentos entre viguetas que se brinda son las siguientes: $h=17$ a $e=50$, $h=17$ a $e=60$, $h=20$ a $e=50$, $h=20$ a $e=60$, $h=25$ a $e=50$, $h=25$ a $e=60$, $h=30$ a $e=50$ cm.

❖El Proceso Constructivo se puede ver con más detalle en Anexos

4.6.1.2 Medición de las cuadrillas - (Las mediciones de campo de las cuadrillas, se encuentran dentro de los Anexos).

Tenemos los siguientes procesos:

- Colocación de apuntalamiento y soleras.
- Colocación de viguetas pretensadas FIRTH.

•Colocación de Bovedillas.

Para los efectos de las mediciones del campo analizamos los diferentes tiempos productivos y no productivos para los procesos antes mencionados:

•Colocación de apuntalamiento y soleras.

La cuadrilla está conformada de la siguiente forma: 1 operario + 1 peón

Tiempo Productivo (TP)	Tiempo Contributorio (TC)	Tiempo No Contributorio (TNC)
Apuntalamiento (A)	Selección de Soleras (SS)	Viajes (V)
Colocación Soleras (CS)	Habilitación de Puntales (HP)	Acomodar, mover maderas (MM)
	Aseguramiento de Puntales (AP)	Esperas (E)
		Servicio higiénico (B)
		Otros (Y)

Fig 4.13 Tiempos cuadrilla Colocación de apuntalamiento y soleras

•Colocación de viguetas pretensadas FIRTH.

La cuadrilla está conformada de la siguiente forma: 1 operario + 5 peones

Tiempo Productivo (TP)	Tiempo Contributorio (TC)	Tiempo No Contributorio (TNC)
Izaje de Viguetas (IV)	Traslado de Viguetas (TV)	Viajes (V)
Colocación de Viguetas (CV)	Picado de Viguetas (PV)	Acomodar, mover maderas (MM)
	Nivelación de soleras Laterales (NSL)	Esperas (E)

Tiempo Productivo (TP)	Tiempo Contributorio (TC)	Tiempo No Contributorio (TNC)
	Colocación Bovedillas (CB)	Servicio higiénico (B)
	Aseguramiento de puntales (AP)	Otros (Y)
	Acarreo Bovedillas (AB)	
	Verificación Espaciamiento (VE)	
	Selección Puntales (SP)	
	Estribado Vigas (EV)	

Fig 4.14 Tiempos cuadrilla Colocación de viguetas pretensadas FIRTH

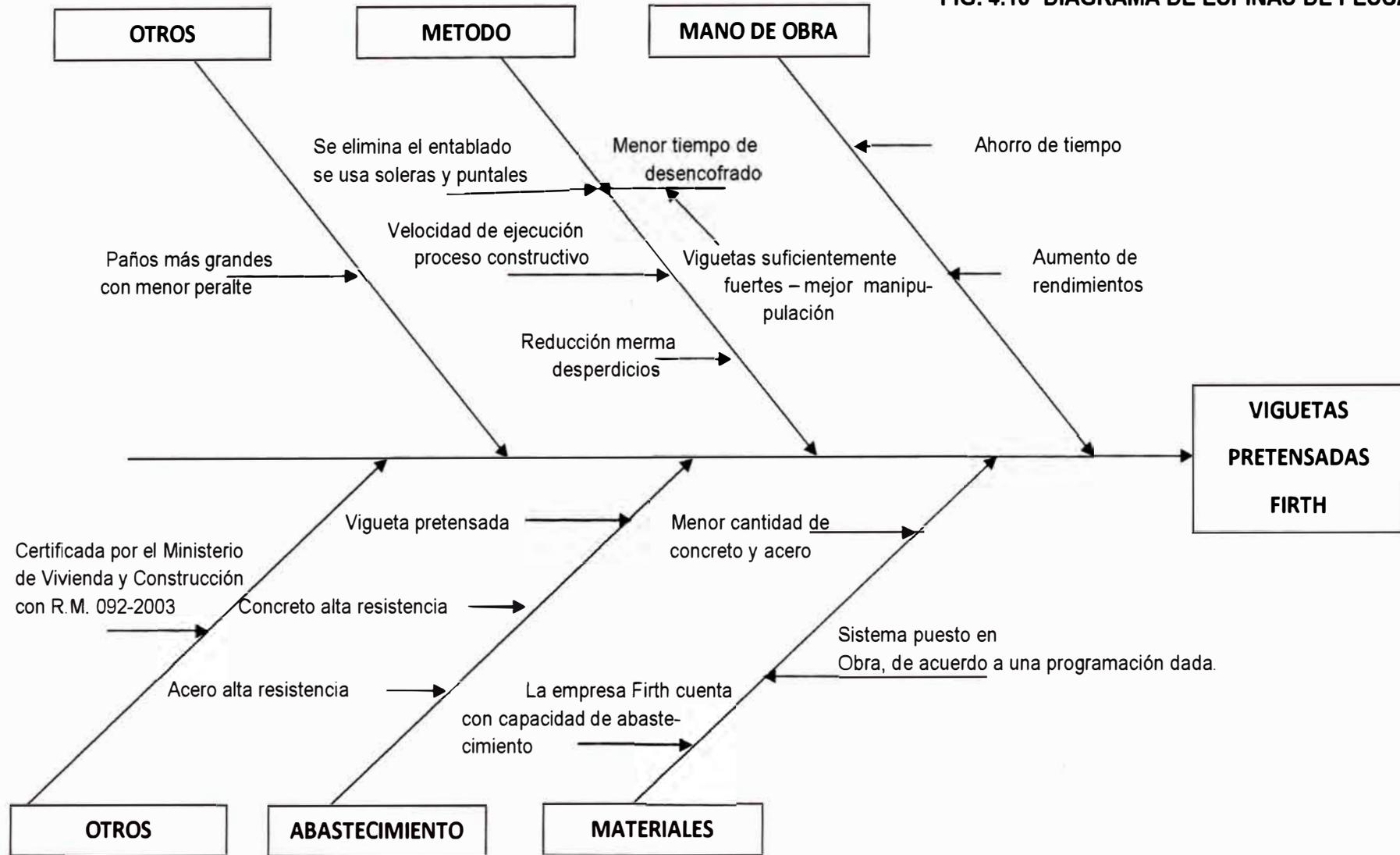
•Colocación de Bovedillas.

La cuadrilla está conformada de la siguiente forma: 4 peones

Tiempo Productivo (TP)	Tiempo Contributorio (TC)	Tiempo No Contributorio (TNC)
Colocación Bovedillas (CB)	Acarreo Bovedillas (AB)	Viajes (V)
	Rotura Bovedillas (RB)	Acomodar, mover maderas (MM)
	Aseguramiento de Puntales (AP)	Esperas (E)
	Nivelación Fondo Losa (NFL)	Servicio higiénico (B)
	Alineamiento de Viguetas (AL)	Otros (Y)

Fig 4.15 Tiempos cuadrilla Colocación de Bovedillas

FIG. 4.15` DIAGRAMA DE ESPINAS DE PESCADO



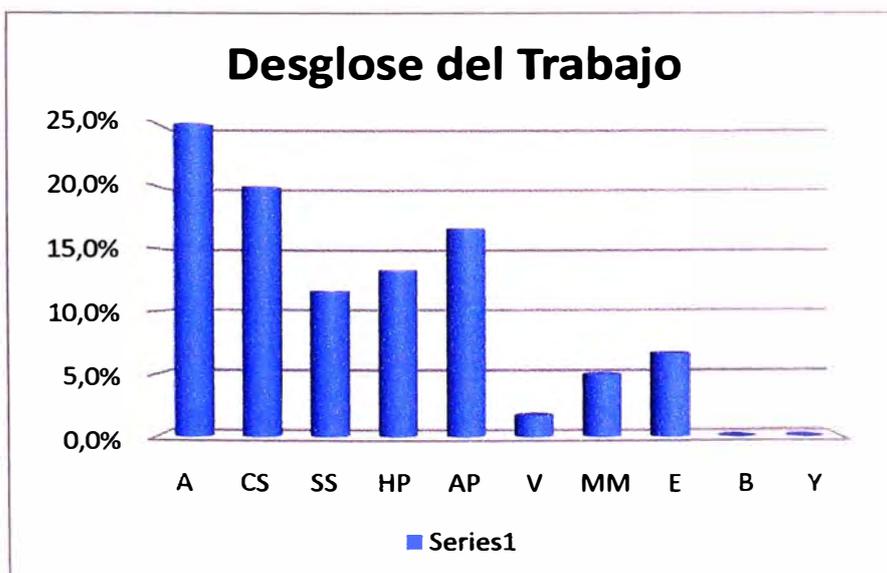
COLOCACION DE SOLERAS

Fig. 4,16 RESUMEN DE LA DISTRIBUCIÓN DEL TRABAJO

T. Productivo	T. Contributorio	T. No Contributoria
TP	TC	TNC
45,0%	41,7%	13,3%



Apuntalamiento	Colocación Soleras	Selección Soleras	Habilitación Puntales	Aseguramiento Puntales	Viajes	Mover maderas	Esperas	Servicios Higiénicos	Otros
A	CS	SS	HP	AP	V	MM	E	B	Y
25,0%	20,0%	11,7%	13,3%	16,7%	1,7%	5,0%	6,7%	0,0%	0,0%



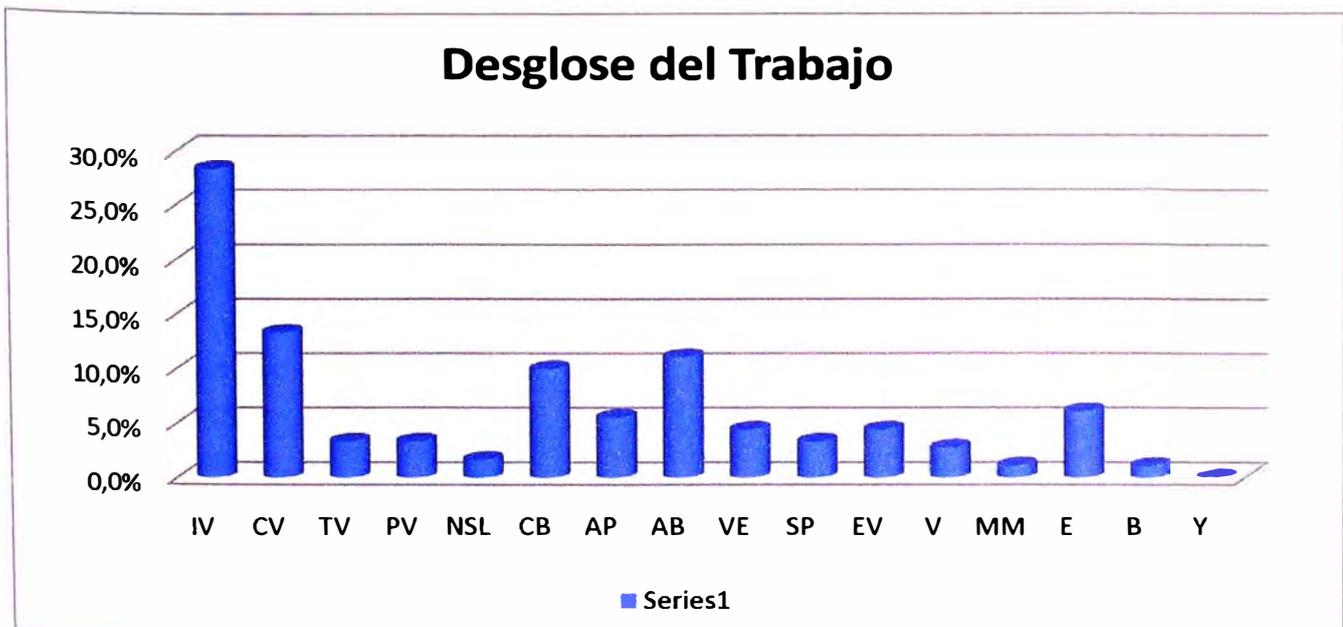
COLOCACION DE VIGUETAS

Fig. 4,17 RESUMEN DE LA DISTRIBUCIÓN DEL TRABAJO

T. Productivo	T. Contributorio	T. No Contributorio
TP	TC	TNC
41,7%	47,2%	11,1%



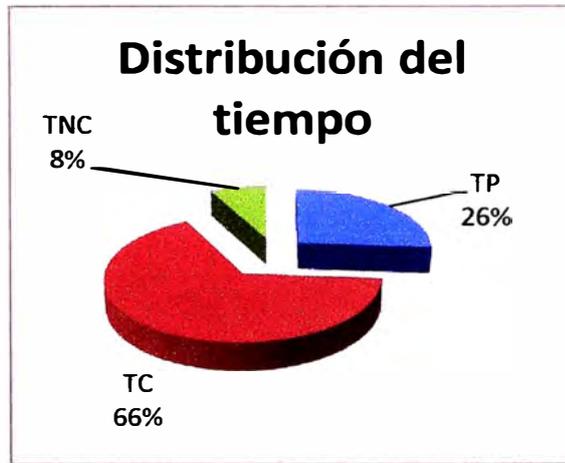
Izaje de viguetas	Colocación Viguetas	Traslado de Viguetas	Picado de viguetas	Nivelación Soleras	Colocación Bovedillas	Asegurar Puntales	Acarreo Bovedillas	Verificación Espaciamiento	Selección Puntales	Estribo Vigas	Viajes	Mover maderas	Esperas	Servicios Higiénicos	Otros
IV	CV	TV	PV	NSL	CB	AP	AB	VE	SP	EV	V	MM	E	B	Y
28,3%	13,3%	3,3%	3,3%	1,7%	10,0%	5,6%	11,1%	4,4%	3,3%	4,4%	2,8%	1,1%	6,1%	1,1%	0,0%



COLOCACION DE BOVEDILLAS

Fig. 4,18 RESUMEN DE LA DISTRIBUCIÓN DEL TRABAJO

T. Productivo	T. Contributorio	T. No Contributorio
TP	TC	TNC
26,3%	66,3%	7,5%



Colocación Bovedillas	Acarreo Bovedillas	Rotura Bovedillas	Aseguramiento Puntales	Nivelación Fondo Losa	Alineamiento Viguetas	Viajes	Mover maderas	Esperas	Servicios Higiénicos	Otros
CB	AB	RB	AP	NFL	AL	V	MM	E	B	Y
26,3%	35,0%	11,3%	6,3%	5,0%	8,8%	2,5%	0,0%	5,0%	0,0%	0,0%

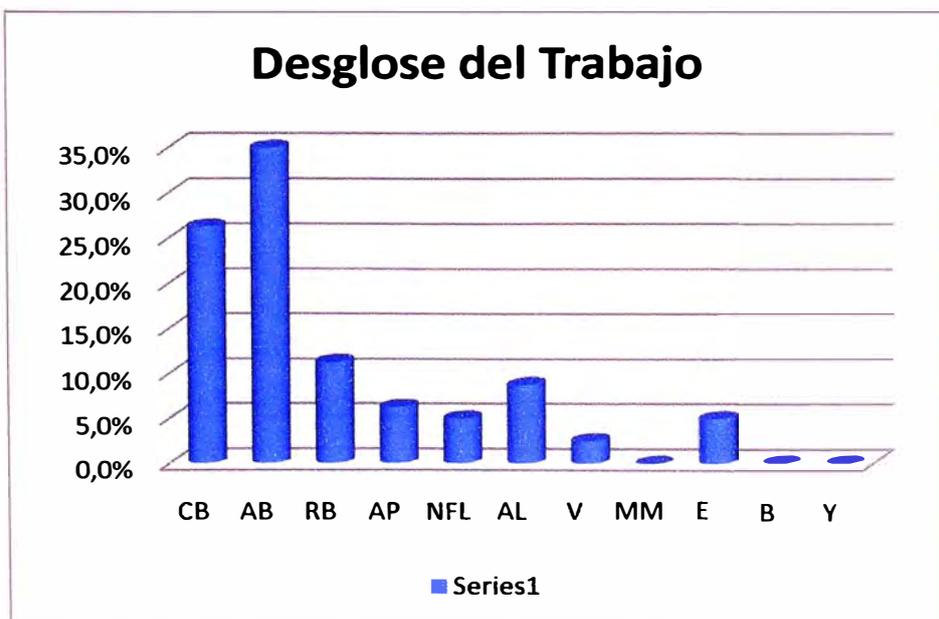


Fig 4,19 RENDIMIENTO REAL

Colocación de Apuntalamiento y soleras	
Tiempo (Horas)	8,00
Mano de Obra (Hombre)	2,00
Productividad o Avance Diario (8.0 Horas)	70,00
Productividad (m2/HH)	4,38
Rendimiento (HH/m2)	0,23
Velocidad (m2/Horas)	8,75

Colocación de Viguetas	
Tiempo (Horas)	8,00
Mano de Obra (Hombre)	6,00
Productividad o Avance Diario (8.0 Horas)	140,00
Productividad (m2/HH)	2,92
Rendimiento (HH/m2)	0,34
Velocidad (m2/Horas)	17,50

Colocación de Bovedillas	
Tiempo (Horas)	8,00
Mano de Obra (Hombre)	4,00
Productividad o Avance Diario (8.0 Horas)	640,00
Productividad (m2/HH)	20,00
Rendimiento (HH/m2)	0,05
Velocidad (m2/Horas)	80,00

Fig. 4.20 PRECIO DE INSUMOS

DESCRIPCION	UND.	PRECIO S/.
ACERO CORRUGADO PROMEDIO	KG.	2,24
CLAVOS PARA MADERA	KG.	3,46
ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	KG	3,40
ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	KG	3,40
CONCRETO PRE-MEZCLADO 210 Kg/cm ²	M3	204,00
LADRILLO DE TECHO 15X30X30	MLL	1763,50 **
MADERA TORNILLO	P2	3,63
TRIPLAY 19MM	P2	83,00
REGLA DE MADERA	PZA	2,80 *
ARENA FINA	M ³	16,30
CEMENTO PORTLAND TIPO I	BLS	13,56
Servicio de Bomba	m ³	24,00
PETROLEO	GL	9,50 *
ENCOFRADO METALICO	M ²	0,42 *
CAPATAZ	HH	15,650
OPERARIO	HH	13,620
OFICIAL	HH	12,060
PEON	HH	10,890
OPERADOR DE EQUIPO	HH	13,620
OPERADOR DE GRUA	HH	14,250 *
OPERADOR DE RADIO	HH	12,060
OPERADOR EQUIPO LIVIANO	HH	12,060
WINCHE ELECTRICO	HM	15,780 *
GRUA + GENERADOR		82,875 *
CIZALLA	HM	4,85 *
COMPACTADOR TIPO PLANCHA	HM	5,81 *
VIBRADOR DE CONCRETO	HM	6,50 *

Fuente: Revista Costos

* Estos precios son referenciales

** Incluye Transporte para Miraflores

Precios Actualizados a Noviembre 2009

Fig. 4.21 ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS CON VIGUETAS FIRTH
Losa h=0.20m @ 0.50m. Izafe Manual

IZAJE DE VIGUETAS (AL 2DO PISO)						
RENDIMIENTO DIARIO 180,00 M2						
INSUMO		UND.	CANT.	P.U. S/.	PARCIAL S/.	TOTAL S/.
MANO DE OBRA	Cuad.					
CAPATAZ	0,10	HH	0,0044	15,650	0,070	
PEON	6,00	HH	0,2667	10,890	2,904	2,97
EQUIPO Y HERRAMIENTAS						
HERRAMIENTA MANUAL		%MO	3,0000	2,974	0,089	0,09
TOTAL S/.						3,06

IZAJE DE VIGUETAS (AL 3ER PISO)						
RENDIMIENTO DIARIO 130,00 M2						
INSUMO		UND.	CANT.	P.U. S/.	PARCIAL S/.	TOTAL S/.
MANO DE OBRA	Cuad.					
CAPATAZ	0,10	HH	0,0062	15,650	0,096	
PEON	6,00	HH	0,3692	10,890	4,021	4,12
EQUIPO Y HERRAMIENTAS						
HERRAMIENTA MANUAL		%MO	3,0000	4,117	0,124	0,12
TOTAL S/.						4,24

APUNTALAMIENTO Y DESENC.DE LOSA ALIGERADA VIGUETAS FIRTH C/LADRILLO - MADERA						
RENDIMIENTO DIARIO 70,00 M2						
INSUMO		UND.	CANT.	P.U. S/.	PARCIAL S/.	TOTAL S/.
MATERIALES						
ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8		KG	0,0100	3,400	0,034	
CLAVOS PARA MADERA		KG	0,0250	3,460	0,087	
MADERA TORNILLO		P2	1,0000	3,630	3,630	3,75
MANO DE OBRA	Cuad.					
CAPATAZ	0,10	HH	0,0114	15,650	0,179	
OPERARIO	1,00	HH	0,1143	13,620	1,557	
PEON	1,00	HH	0,1143	10,890	1,245	2,98
EQUIPO Y HERRAMIENTAS						
HERRAMIENTA MANUAL		%MO	5,0000	2,980	0,149	0,15
TOTAL S/.						6,88

COLOCACION DE VIGUETA PRETENSADA FIRTH - MANUAL						
RENDIMIENTO DIARIO 140,00 M2						
INSUMO		UND.	CANT.	P.U. S/.	PARCIAL S/.	TOTAL S/.
MANO DE OBRA	Cuad.					
CAPATAZ	0,10	HH	0,0057	15,650	0,089	
OPERARIO	1,00	HH	0,0571	13,620	0,778	
PEON	5,00	HH	0,2857	10,890	3,111	3,98
EQUIPO Y HERRAMIENTAS						
HERRAMIENTA MANUAL		%MO	3,0000	3,979	0,119	0,12
TOTAL S/.						4,10

COLOCACION DE UNA BOVEDILLA DE ARCILLA PARA TECHO ESPACIADO @0.50m - MANUAL						
RENDIMIENTO DIARIO 640,00 UND.						
INSUMO		UND.	CANT.	P.U. S/.	PARCIAL S/.	TOTAL S/.
MANO DE OBRA						
CAPATAZ	Cuad.					
CAPATAZ	0,10	HH	0,0013	15,650	0,020	
PEON	4,00	HH	0,0500	10,890	0,545	0,56
EQUIPO Y HERRAMIENTAS						
HERRAMIENTA MANUAL (Inc. Amoladora)		%MO	7,0000	0,564	0,039	0,04
TOTAL S/.						0,60

ACERO GRADO 60 EN LOSA ALIGERADA						
RENDIMIENTO DIARIO 200,00 KG						
INSUMO		UND.	CANT.	P.U. S/.	PARCIAL S/.	TOTAL S/.
MATERIALES						
ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16		KG	0,0200	3,400	0,068	
ACERO CORRUGADO PROMEDIO		KG	1,0700	2,240	2,397	2,46
MANO DE OBRA						
CAPATAZ	Cuad.					
CAPATAZ	0,10	HH	0,0040	15,650	0,063	
OPERARIO	1,00	HH	0,0400	13,620	0,545	
OFICIAL	1,00	HH	0,0400	12,060	0,482	1,09
EQUIPO Y HERRAMIENTAS						
CIZALLA	0,33	HH	0,0143	4,850	0,069	
HERRAMIENTA MANUAL		%MO	5,0000	1,090	0,054	0,12
TOTAL S/.						3,68

COLOCACION DE CONCRETO PREMEZCLADO EN LOSA ALIGERADA						
RENDIMIENTO DIARIO 46,00 M3						
INSUMO		UND.	CANT.	P.U. S/.	PARCIAL S/.	TOTAL S/.
MATERIALES						
REGLA DE MADERA		P2	0,0250	2,800	0,070	0,07
MANO DE OBRA						
CAPATAZ	Cuad.					
CAPATAZ	0,20	HH	0,0348	15,650	0,544	
OPERARIO	2,00	HH	0,3478	13,620	4,737	
OFICIAL	1,00	HH	0,1739	12,060	2,097	
PEON	4,00	HH	0,6957	10,890	7,576	
OPERADOR DE EQUIPO	2,00	HH	0,3478	13,620	4,737	19,69
EQUIPO Y HERRAMIENTAS						
VIBRADOR DE CONCRETO	1,00	HM	0,1739	6,500	1,130	
HERRAMIENTA MANUAL		%MO	5,0000	19,692	0,985	2,12
TOTAL S/.						21,88

CIELORASO C//MEZCLA 1:5, E=1.5 CM.						
RENDIMIENTO DIARIO 26,00 M2						
INSUMO		UND.	CANT.	P.U. S/.	PARCIAL S/.	TOTAL S/.
MATERIALES						
CLAVOS PARA MADERA		KG	0,0040	3,460	0,014	
ARENA FINA		M3	0,0165	16,300	0,269	
CEMENTO PORTLAND TIPO I		BLS	0,1160	13,560	1,573	
AGUA		M3	0,0042	9,000	0,038	
MADERA TORNILLO		P2	0,5890	3,630	2,138	
REGLA DE MADERA		PZA	0,0270	2,800	0,076	4,11
MANO DE OBRA						
CAPATAZ	Cuad.					
CAPATAZ	0,10	HH	0,0308	15,650	0,482	
OPERARIO	2,00	HH	0,6154	13,620	8,382	
PEON	1,00	HH	0,3077	10,890	3,351	12,21
EQUIPO Y HERRAMIENTAS						
HERRAMIENTA MANUAL		%MO	5,0000	12,214	0,611	0,61
TOTAL S/.						16,93

Fig. 4.22 ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS CON ALIGERADO CONVENCIONAL

Losa h=0.20m

ENCOFRADO Y DEENCOFRADO EN ALIGERADO - MADERA						
RENDIMIENTO DIARIO		20 M2				
INSUMO		UND.	CANT.	P.U. S/.	PARCIAL S/.	TOTAL S/.
MATERIALES						
ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8		KG	0,1000	3,400	0,340	
CLAVOS PARA MADERA		KG	0,1100	3,460	0,381	
MADERA TORNILLO		P2	3,5300	3,630	12,814	13,53
MANO DE OBRA						
	Cuad.					
CAPATAZ	0,10	HH	0,0400	15,650	0,626	
OPERARIO	1,00	HH	0,4000	13,620	5,448	
OFICIAL	1,00	HH	0,4000	12,060	4,824	10,90
EQUIPO Y HERRAMIENTAS						
HERRAMIENTA MANUAL		%MO	5,0000	10,898	0,545	0,54
					TOTAL S/.	24,98

COLOCACION DE UN LADRILLO DE TECHO 15 x 30 x 30						
RENDIMIENTO DIARIO		1400 UND.				
INSUMO		UND.	CANT.	P.U. S/.	PARCIAL S/.	TOTAL S/.
MATERIALES						
LADRILLO DE TECHO 15x30x30		MLL	0,0011	1763,500	1,852	1,85
MANO DE OBRA						
	Cuad.					
CAPATAZ	0,10	HH	0,0006	15,650	0,009	
OFICIAL	1,00	HH	0,0057	12,060	0,069	
OPERARIO	1,00		0,0057	13,620	0,078	
PEON	9,00	HH	0,0514	10,890	0,560	0,72
EQUIPO Y HERRAMIENTAS						
HERRAMIENTA MANUAL		%MO	3,0000	0,716	0,021	0,02
					TOTAL S/.	2,59

CIELORASO C//MEZCLA 1:5, E=2.0 cm.						
RENDIMIENTO DIARIO		20 M2				
INSUMO		UND.	CANT.	P.U. S/.	PARCIAL S/.	TOTAL S/.
MATERIALES						
CLAVOS PARA MADERA		KG	0,0040	3,460	0,014	
ARENA FINA		M3	0,0165	16,300	0,269	
CEMENTO PORTLAND TIPO I		BLS	0,1160	13,560	1,573	
AGUA		M3	0,0042	9,000	0,038	
MADERA TORNILLO		P2	0,5890	3,630	2,138	
REGLA DE MADERA		PZA	0,0270	2,800	0,076	4,11
MANO DE OBRA						
	Cuad.					
CAPATAZ	0,10	HH	0,0400	15,650	0,626	
OPERARIO	2,00	HH	0,8000	13,620	10,896	
PEON	1,00	HH	0,4000	10,890	4,356	15,88
EQUIPO Y HERRAMIENTAS						
HERRAMIENTA MANUAL		%MO	5,0000	15,878	0,794	0,79
					TOTAL S/.	20,78

COSTO ESTIMADO DE LOSA ALIGERADA CON VIGUETAS PRETENSADAS Y BOVEDILLAS DE ARCILLA
 Losa h=0.20m

Losa h=0.20m @ 0.50m. Manual

Estos precios no incluyen el IGV

Se considera precios actualizados hasta

11/11/2009

Para el análisis de costos se considera :

- Concreto Premezclado.
- Apuntalamiento de madera.
- Encofrado y desencofrado incluyendo colocación de viguetas, bovedillas e izaje manual hasta 3er piso.

Este presupuesto NO INCLUYE el ahorro por :

Movilización y desmovilización de material

Ahorro por tiempo de desencofrado

Ahorro de gastos generales por un 50% en ahorro de tiempo

Concreto Premezclado	f'c=210 Kg/cm2	M3	204,000
Servicio de Bomba		M3	30,000
Sistema Viguetas y Bovedillas de arcilla Losa de 20 cm @ 50 cm.		M2	S/. 45,82 * (Sin IGV)

* Costo por m² de la cotización con viguetas Firth sin I.G.V.

PRETENSADO

Losa de 20 cm @ 50 cm.	Unidad	Cantidad (por M2)	Costo Unit.	Sub Total
Concreto f'c = 210 kg/cm2	M3	0,070	260,56	18,24
Encofrado y Desenc., coloc. de viguetas y bovedillas de arcilla (Inc. Izaje Manual hasta 3er Piso)	M2	1,00	19,60	19,60
Fierro habilitado y colocado	Kg	2,00	3,68	7,36
Sistema viguetas y arcilla	M2	1,00	45,82	45,82
Acabado de cielo raso -Tarrajeo	M2	1,00	16,93	16,93
Total en Soles				S/. 107,95

LOSA CONVENCIONAL H = 20 @ 40cm

Descripción	Unid.	Cant.	P.U.	Parcial
Concreto f'c=210 Kg/cm2 Pre- mezclado	m3	0,0900	260,56	23,45
Fierro habilitado y colocado	Kg	6,00	3,68	22,07
Encofrado y desencofrado normal	m2	1,00	24,98	24,98
Colocación de ladrillo hueco de 30x30x15 cm.	und.	8,75	2,59	22,65
Acabado de cielo raso -Tarrajeo	m2	1,00	20,78	20,78
Total en Soles				S/. 113,93

Porcentaje de ahorro	5,25%
-----------------------------	--------------

COSTO ESTIMADO DE LOSA ALIGERADA CON VIGUETAS PRETENSADAS Y BOVEDILLAS DE ARCILLA
Losa h=0.17m

Losa h=0.17m @ 0.50m. Manual

Estos precios no incluyen el IGV

Se considera precios actualizados hasta

11/11/2009

Para el análisis de costos se considera :

- Concreto Premezclado.
- Apuntalamiento de madera.
- Encofrado y desencofrado incluyendo colocación de viguetas, bovedillas e izaje manual hasta 3er piso.

Este presupuesto NO INCLUYE el ahorro por :

Movilización y desmovilización de material

Ahorro por tiempo de desencofrado

Ahorro de gastos generales por un 50% en ahorro de tiempo

Concreto Premezclado	f'c=210 Kg/cm²	M3	0,000
Servicio de Bomba		M3	30,000
Sistema Viguetas y Bovedillas de arcilla Losa de 17 @ 50 cm.		M2	S/. 41,60 * (Sin IGV)

* Costo por m² de la cotización con viguetas Firth sin I.G.V.

PRETENSADO

Losa de 17 cm @ 50 cm.	Unidad	Cantidad (por M2)	Costo Unit.	Sub Total
Concreto f'c = 210 kg/cm2	M3	0,058	260,56	15,11
Encofrado y Desenc., coloc. de viguetas y bovedillas de arcilla (Inc. Izaje Manual hasta 3er Piso)	M2	1,00	19,60	19,60
Fierro habilitado y colocado	Kg	2,00	3,68	7,36
Sistema viguetas y arcilla	M2	1,00	41,60	41,60
Acabado de cielo raso -Tarrajeo	M2	1,00	16,93	16,93
			Total en Soles	S/. 100,60

LOSA CONVENCIONAL H = 17 @ 40cm

Descripción	Unid.	Cant.	P.U.	Parcial
Concreto f'c=210 Kg/cm2 Pre- mezclado	m3	0,0800	260,56	20,84
Fierro habilitado y colocado	Kg	6,00	3,68	22,07
Encofrado y desencofrado normal	m2	1,00	24,98	24,98
Colocación de ladrillo hueco de 30x30x15 cm.	und.	8,75	2,59	22,65
Acabado de cielo raso -Tarrajeo	m2	1,00	20,78	20,78
			Total en Soles	S/. 111,32

Porcentaje de ahorro	9,63%
-----------------------------	--------------

Nota:

La empresa proveedora de las viguetas elaboró un plano de la distribución y tipo de viguetas a emplearse en el proyecto, el que tiene que ser aprobado a su vez por el Ingeniero proyectista estructural.

Cabe mencionar que la empresa Firth Industries Perú S.A. hace las charlas necesarias de capacitación del proceso constructivo al personal profesional y obrero de la constructora, con la repartición de los manuales correspondientes, tenemos que tomar en cuenta las constantes visitas del personal supervisor de Firth Industries Perú S.A. para resolver las diferentes inquietudes de obra, como el cumplimiento o variación de la programación efectuada.

Factores que pueden ocasionar fallas en el proceso constructivo:

- Desconocimiento del proceso constructivo del sistema.
- No respetar el espaciamiento entre soleras y puntales recomendado.
- Soleras de madera no resistentes, menor sección de la recomendada o madera en mal estado.
- No asegurar los puntales con las cuñas necesarias, para evitar que se muevan en el proceso constructivo.
- La superficie donde se apoyan los puntales debe ser plana y rígida, para evitar se produzcan asentamientos.
- No tener en cuenta el plano de diseño, donde se muestran las ubicaciones de cada vigueta.
- Cortar totalmente las viguetas donde pasan las tuberías sanitarias, más bien se deben rediseñar éstas en lo posible para que pasen en paralelo a la dirección de las viguetas.
- Mala apilación de las viguetas, generando fisuras en éstas.
- No manipular las viguetas en forma de T invertida.
- Colocar bovedillas sin antes haber apuntalado.
- No colocar las bovedillas como elementos distanciadores de las viguetas.

4.6.2 Otras alternativas o Innovaciones de viguetas prefabricadas:

- A. Losa Aligerada T-Concreto (Ver con más detalle en Anexos).
- B. Sistema de Losas Aligeradas Alitec (Ver con más detalle en Anexos).

4.6.3 Otras alternativas o Innovaciones de encofrados:

Dentro de las alternativas para sustituir el encofrado de madera, tenemos los sistemas de encofrados metálicos y mixtos, que en la actualidad se ofrecen al mercado en general.

Podemos mencionar que los que cuentan con mayor aplicación son:

- EFCO
- UNISPAN
- ACROW
- ULMA

En nuestra obra La Aurora-Miraflores II, se contrató los servicios de alquiler de encofrados metálicos de la empresa UNISPAN PERU.

Unispan brinda además el soporte técnico necesario para el desarrollo de los proyectos, desde la etapa de estudio hasta la culminación de la construcción, con el cual asegura el éxito de los mismos.

Unispan Perú es una empresa que se establece en el año 1997 con el propósito de atender las necesidades crecientes del sector construcción y cuya actividad es el servicio de ingeniería de encofrados y andamios para la construcción y mantenimiento industrial.

Unispan es una empresa con presencia internacional con filiales en México, Colombia, Chile, Republica Dominicana, Panamá.

La empresa proveedora de los encofrados elaboró un plano de la distribución y tipo de encofrados a emplearse en el proyecto, y una programación del uso del mismo.

Se propuso en primera instancia, usar los encofrados metálicos tanto para los elementos verticales como para los horizontales (Ver cotización global en Anexos).

Después de hacer un estudio de la programación inicial de la edificación del casco estructural, para ser más específicos de los muros de concreto armado del semisótano, se tomó la decisión de no tomar el servicio de alquiler de los elementos verticales, esto por los siguientes motivos:

- 1.No se podía armar una programación lineal rítmica o de trenes de trabajo, para encofrar y llenar estos muros, esto por la dificultad del terreno y trabajos de seguridad en general, como son las calzaduras. Lo que haría que incurramos en pérdidas por día de alquiler.

2. Se contaba con una cantidad considerable de paneles de encofrado de madera y respectivos puntales de las obras anteriores.

Es por estas razones que alquilamos el encofrado de los elementos estructurales horizontales que se describen a continuación (Ver cotización desglosada en Anexos):

4.6.3.1 Memoria Descriptiva General del Sistema

A. Sistema de Soporte para Losas aligeradas con Viguetas Prefabricadas

El sistema permite apuntalar losas aligeradas prefabricadas, mediante soleras metálicas (canales) distribuidas en forma transversal a las viguetas, manteniendo una distancia variable de entre 1.50 a 2.00 m., según las especificaciones del fabricante del sistema.

Los puntales se encuentran arriostrados entre sí formando una estructura de soporte estable, lo cual permite colocar las viguetas con la seguridad necesaria.

La separación de los puntales es de 2.50 X 2.00 m, es decir se emplea un puntal por cada 5.00 m², lo que permite lograr una alta productividad.

Las gatas regulables permiten nivelar la losa, aún en terrenos irregulares.

Para soportar losas de hasta 4.10 m. sólo se requiere un nivel de alzaprimado.

Todas las piezas se conectan entre sí por medio de acoples rápidos y seguros, que vienen incorporados a los distintos elementos; para fijarlos o soltarlos basta un golpe con martillo.

Este sistema está compuesto por cinco elementos básicos: gata base, puntal, travesaño, gata "J", canales metálicos transversales a las viguetas.

Se adaptan a cualquier altura y extensión requerida en la obra.

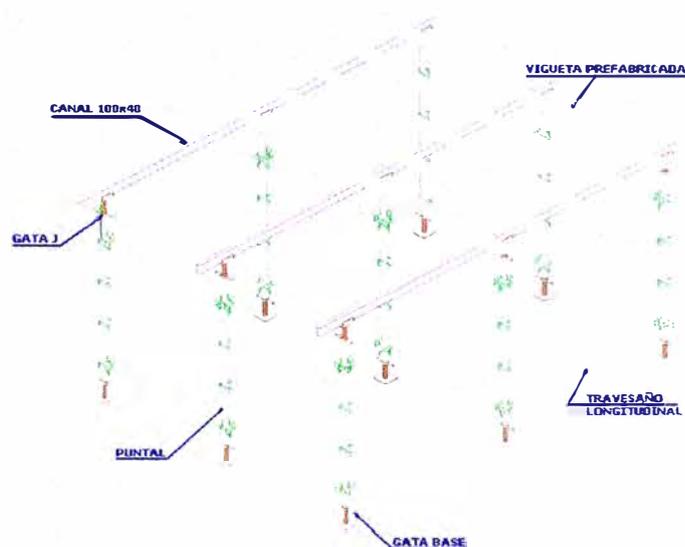


Fig. 4,23 Soporte para Losas aligeradas con Viguetas Prefabricadas

B. Vigas..

•Fondo de Viga

Los paneles vienen disponibles en diversas dimensiones, las cuales permiten cubrir las superficies requeridas.

Los elementos de acoplamiento mantienen la ubicación de los paneles de fondo sobre los trazos, impidiendo su desplazamiento durante el vaciado, gracias a esto se consigue una excelente precisión en la obra.

El sistema provee de seguridad al personal, pues los paneles se mantienen estables al contar con dos puntos de apoyo.

Los esquineros exteriores mantienen el alineamiento de los paneles.

Para optimizar el uso de los encofrados para fondos de viga, se recomienda recuperar los paneles a los cuatro días del vaciado, manteniendo apuntalados los tercios de la viga.

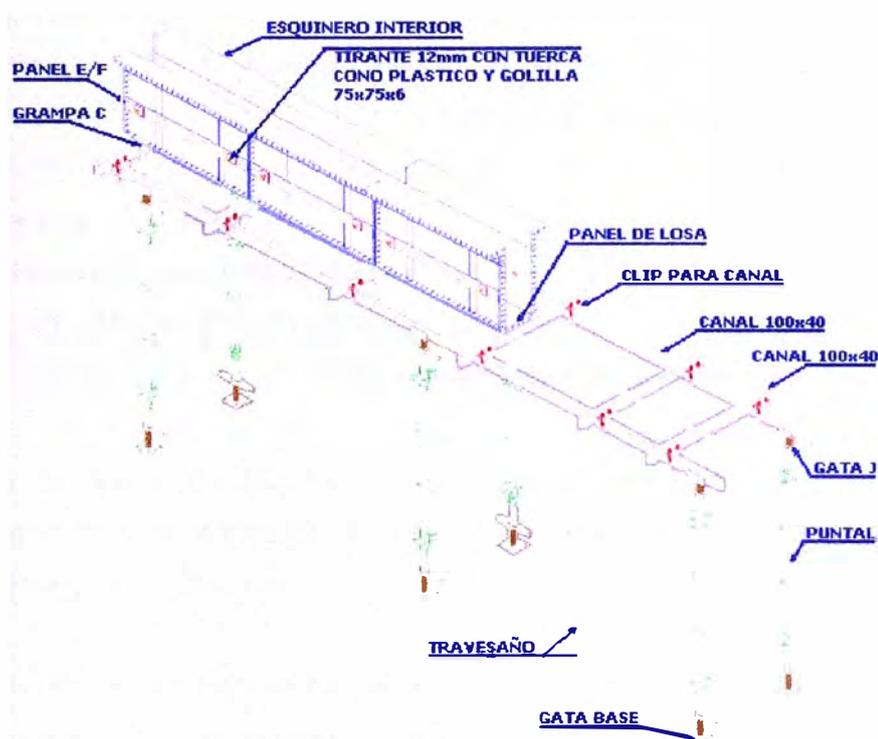


Fig. 4,24 Encofrado metálico en Vigas

•Costado de Vigas

Los paneles vienen disponibles en una amplia gama de dimensiones, lo que permite cubrir en forma efectiva el área correspondiente a los laterales de viga.

Los tirantes separadores son 100% recuperables (pernos del encofrado) y se ofrecen en alquiler. No es necesario emplear herramientas especiales para su recuperación. La extracción es muy segura, pues no se aplican cargas sobre las estructuras vaciadas.

Los costados de viga se nivelan utilizando los aplomadores.

Los únicos elementos consumibles son los conos y botones plásticos.

Los costados de viga pueden ser recuperados al día siguiente del vaciado.

Los esquineros interiores solucionan el encuentro viga-losa alcanzando un excelente acabado.

Soporte de Viga

El soporte Uni-Stage permite distancias variables entre puntales para aprovechar al máximo la capacidad de carga de los mismos (4ton). La separación se establece de acuerdo a las condiciones de carga de las vigas con lo cual se consigue una mayor economía.

Todas las piezas se conectan entre sí por medio de acoples rápidos y seguros, que vienen incorporados a los distintos elementos. Para fijarlos o soltarlos basta un golpe con martillo. No existen elementos sueltos que se puedan perder.

El soporte es completamente estable, lo cual provee de seguridad a encofradores y fierros.

El sistema de acoplamiento entre puntales y travesaños elimina la necesidad de emplear arriostramientos diagonales hasta los 6,00m de altura.

Solo se requiere de un nivel de alzaprimado para alcanzar una altura de hasta 4,20m.

Dispone de gatas de regulación en la parte inferior y superior, que permiten compensar los desniveles del terreno. Asimismo proveen una extensión adicional a los puntales de 1000mm.

C. Encofrado de Frisos de losa

El sistema para frisos de losa permite un alineamiento correcto entre los muros y los rebases de losa, eliminando la necesidad de colocar bruñas o de tarrajear.

Los paneles se fijan a los muros mediante los soportes de friso, que se adosan utilizando tirantes recuperables.

Los paneles de friso además sirven como apoyo del encofrado de los muros exteriores.

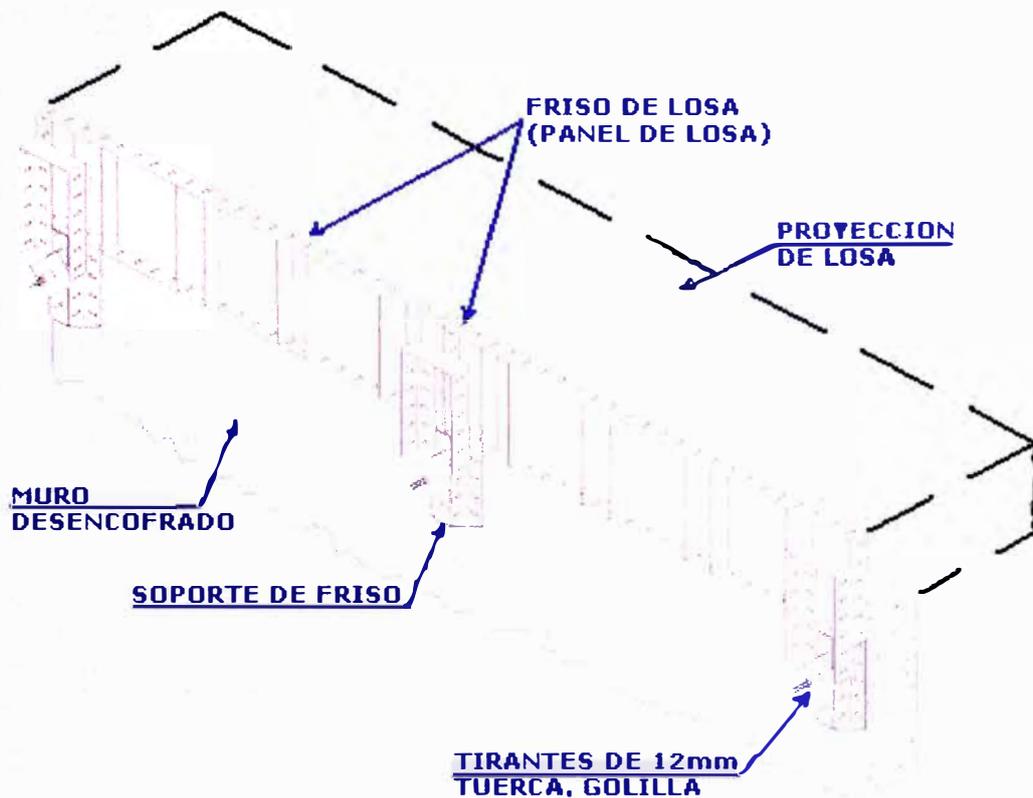


Fig. 4,25 Encofrado metálico en Frisos

4.6.3.2 Medición de las cuadrillas - (Las mediciones de campo de las cuadrillas, se encuentran dentro de los Anexos).

Estudiaremos el siguiente proceso:

•**Sistema de Soporte para Losas aligeradas con Viguetas Prefabricadas**

Para los efectos de las mediciones del campo analizamos los diferentes tiempos productivos y no productivos para el proceso antes mencionado:

La cuadrilla está conformada de la siguiente forma: 1 operario + 1 peón

Tiempo Productivo (TP)	Tiempo Contributorio (TC)	Tiempo No Contributorio (TNC)
Apuntalamiento Arriostramiento (A)	Limpieza del Encofrado (LE)	Viajes (V)
Alineamiento del Encofrado(AE)	Traslado del Encofrado(TE)	Acomodar, mover Encofrado (ME)
Regular Gatas (RG)	Lectura de Planos (LP)	Esperas (E)
Conectores (C)	Instrucciones (I)	Servicio higiénico (B)
Soleras Metálicas (SM)	Mediciones (M)	Otros (Y)

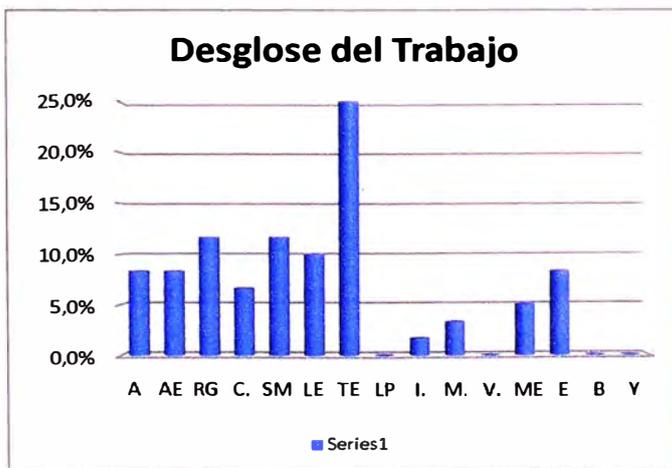
•Fig. 4.26 Trabajos en Sistema de Soporte para Losas aligeradas con Viguetas Prefabricadas

Fig. 4.27 RESUMEN DE LA DISTRIBUCIÓN DEL TRABAJO SISTEMA DE SOPORTE PARA LOSAS ALIGERADAS CON VIGUETAS PREFABRICADAS

T. Productivo	T. Contributorio	T. No Contributorio
TP	TC	TNC
46,7%	40,0%	13,3%



Apuntalamiento	Alineamiento del Encofr.	Regular gatas	Conectores	Soleras Metálicas	Limpieza	Traslado del Encofrado	Lectura Planos	Instrucciones	Mediciones	Viajes	Mover Encofrados	Esperas	Servicios Higiénicos	Otros
A	AE	RG	C.	SM	LE	TE	LP	I.	M.	V.	ME	E	B	Y
8,3%	8,3%	11,7%	6,7%	11,7%	10,0%	25,0%	0,0%	1,7%	3,3%	0,0%	5,0%	8,3%	0,0%	0,0%



RENDIMIENTO REAL

SOPORTE PARA LOSAS ALIGERADAS	
Tiempo (Horas)	8,00
Mano de Obra (Hombre)	2,00
Productividad o Avance Diario	36,00
Productividad (m2/HH)	2,25
Rendimiento (HH/m2)	0,44
Velocidad (m2/Horas)	4,50

4.6.4 Tabiquería

4.6.4.1 Asentado de ladrillos kk sogá 18 huecos

•Proceso constructivo

Los muros de ladrillo serán asentados en aparejos de sogá según indican los planos.

Antes de proceder al asentado, los ladrillos deben ser sumergidos en agua para que queden bien humedecidos y no absorban el agua del mortero. No se debe permitir agua vertida sobre el ladrillo puesto en la hilada en el momento de su asentada. El mortero es preparado solo con la cantidad adecuada para el uso de una hora.

Antes del asentado masivo del ladrillo, se debe emplantillar cuidadosamente la primera hilada en forma de obtener la completa horizontalidad de su cara superior, comprobar su alineamiento con respecto a los ejes de construcción, la perpendicularidad de los encuentros de muros y establecer una separación uniforme entre bloques. Se procede luego a colocar los bloques sobre una capa completa de mortero.

Una vez puesto el ladrillo plano sobre su sitio, se presionará ligeramente para que el mortero tienda a llenar la junta horizontal y garantice el contacto con toda la cara plana inferior del ladrillo. Puede golpearse ligeramente en su centro pero no colocarle encima ningún peso. Se llena con mortero el resto de la junta vertical que no haya sido cubierta y se distribuye una capa de mortero por hilera de ladrillo, alternando las juntas verticales para lograr un buen amarre. El espesor de las Juntas debe ser uniforme y constante.

Medición de las cuadrillas - (Las mediciones de campo de las cuadrillas, se encuentran dentro de los Anexos).

Estudiaremos el siguiente proceso:

Asentado de ladrillos kk sogá 18 huecos

Para los efectos de las mediciones del campo analizamos los diferentes tiempos productivos y no productivos para el proceso antes mencionado:

La cuadrilla está conformada de la siguiente forma: 3 operario albañiles + 1 peón
Hay que tener en cuenta que la mezcla de arena gruesa y cemento, ya estaba preparada y embolsada en bolsas de cemento.

Las Herramientas usadas son:

Batea, lata, escantillón, badilejo, cordel, wincha, picota, plomada y caballete.

Tiempo de medición = 1 hora

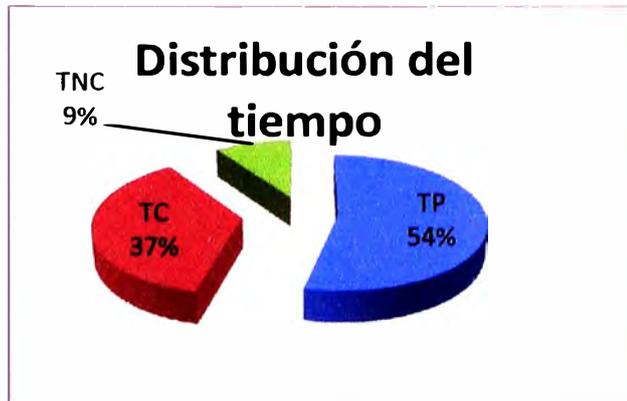
Tiempo toma de datos por cuadrilla = 1 minuto

Tiempo Productivo (TP)	Tiempo Contributorio (TC)	Tiempo No Contributorio (TNC)
Colocación Ladrillos (CL)	Traslado Material (TM)	Viajes (V)
Colocación Mezcla (CM)	Cortar Ladrillo (CL)	Acomodar, mover Ladrillos (ML)
Tapar Junta (TP)	Aplomar Nivelar (AN)	Esperas (E)
Batir Mezcla (BM)	Instrucciones (I)	Servicio higiénico (B)
	Mediciones (M)	Limpiar (L)

Fig 4.28 Clasificación de los Trabajos para el asentado de ladrillos

Fig. 4.29 RESUMEN DE LA DISTRIBUCIÓN DEL TRABAJO ASENTADO DE LADRILLO

T. Productivo	T. Contributorio	T. No Contributorio
TP	TC	TNC
53,8%	36,7%	9,6%



Colocación Ladrillos	Colocación Mezcla	Tapar Junta	Batir Mezcla	Traslado Material	Cortar Ladrillo	Aplomar Nivelar	Instrucciones	Mediciones	Viajes	Acomodar Mover Lad	Esperas	Servicios Higiénicos	Limpiar
CL	CM	TP	BM	TM	CL	AN	I.	M.	V.	ML	E.	B	L.
17,5%	12,5%	10,4%	13,3%	17,5%	4,6%	9,2%	1,7%	3,8%	2,1%	4,2%	2,1%	0,0%	1,3%

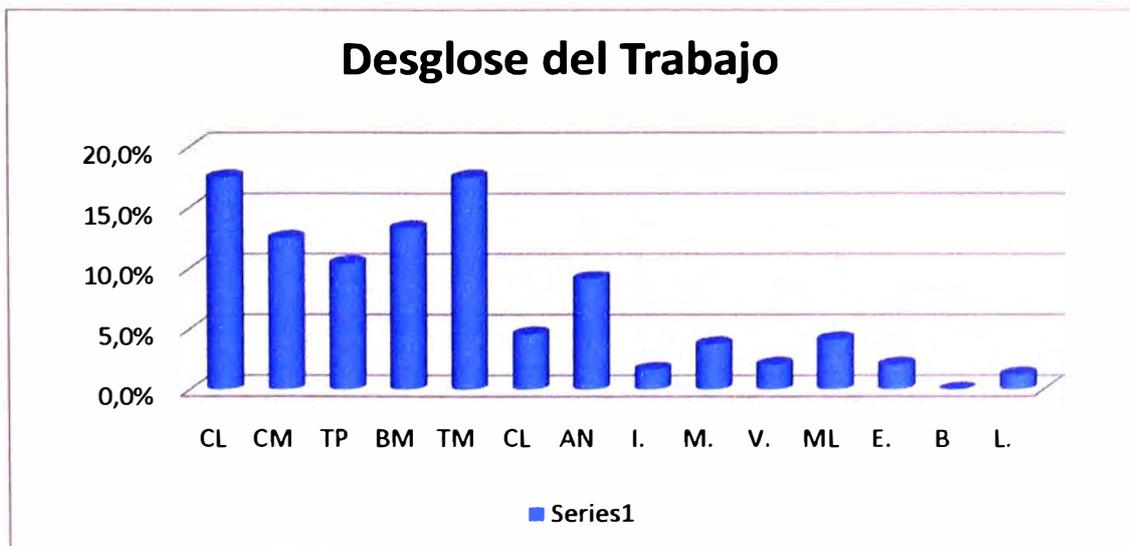


Fig 4.30 RENDIMIENTO REAL

ASENTADO DE LADRILLO	
Tiempo (Horas)	8,00
Mano de Obra (Hombre)	4,00
Productividad o Avance Diario (8.0 Horas)	31,80
Productividad (m2/HH)	0,99
Rendimiento (HH/m2)	1,01
Velocidad (m2/Horas)	3,98

ANALISIS UNITARIO

MURO DE LADRILLO KK DE ARCILLA DE SOGA						
RENDIMIENTO DIARIO		31,80 M2				
INSUMO		UND.	CANT.	P.U. S/.	PARCIAL S/.	TOTAL S/.
MATERIALES						
CLAVOS 3"		KG	0,0220	3,460	0,076	
ARENA GRUESA		M3	0,0310	25,000	0,775	
CEMENTO PORTLAND TIPO I		BLS	0,2180	13,550	2,954	
LADRILLO KK 18 HUECOS		PZA	39,0000	0,562	21,918	
ANDAMIO MADERA		P2	0,5890	3,630	2,138	
REGLA DE MADERA		PZA	0,0270	2,800	0,076	27,94
MANO DE OBRA						
	Cuad.					
CAPATAZ	0,10	HH	0,0252	15,650	0,394	
OPERARIO	3,00	HH	0,7547	13,620	10,279	
PEON	1,00	HH	0,2516	10,890	2,740	13,41
EQUIPO Y HERRAMIENTAS						
HERRAMIENTA MANUAL		%MO	3,0000	13,413	0,402	0,40
TOTAL S/.						41,75

❖ Observaciones

En Obras de edificaciones pasadas, la cuadrilla para el asentado de ladrillo k.k. 18 huecos estaba conformada por 2 operarios + 1 peón.

Se tomó la decisión de modificar esta cuadrilla por 3 operarios + 1 peón, (actividad que se ha medido), exigiendo un avance mínimo promedio por operario (rendimiento individual igual a obras anteriormente construidas). Se observó que no solo llegaron a la meta planteada, sino se mejoró el rendimiento personal de los operarios a través de incentivos.

La estrategia fue decirles que logren un rendimiento a nivel de cuadrilla de 4 operarios y este extra de metraje, sería una bonificación directa a sus bolsillos. Este valor por m² de incentivo se calculó en proporción al ingreso neto líquido de un operario. De esta forma tanto el empleador como el empleado salen beneficiados; es decir los obreros van a contar con una bonificación líquida además de su sueldo semanal a través de la planilla, (cuentan con todos sus derechos laborales), y el empleador se ahorra los % afectos que cuentan los sueldos de planilla al no incorporar otro operario al trabajo, y tendrá a su vez una menor cantidad de personal con una mayor productividad en obra.

Cabe resaltar que esta cuadrilla se organizó de tal manera, que el ayudante (peón), entraba unos 20 minutos antes a la obra, con la finalidad de avanzar con los Trabajos contributorios como son: Transportes, bateas con mezcla seca, mojar los ladrillos, etc.

4.6.4.2 Otras alternativas o Innovaciones :Asentado de ladrillos kk sogá 18 huecos

El primer paso de mejora, es el de perfeccionar el sistema constructivo que uno cuenta, a través de herramientas que faciliten la mejora de productividad del mismo, es por eso que mencionaré las siguientes herramientas:

❖ El ingeniero Pablo y el arquitecto Jorge Orihuela Astupinaro, de la Empresa Motiva S.A. consultora en productividad, diseñaron una herramienta para mejorar la técnica tradicional usada en el asentado de muros, denominada Escaniplo (Escantillón, Alineador, Nivel y Plomada).

❖ El Escaniplo

El levantamiento de un muro de ladrillo debe cumplir 4 requisitos básicos.

1. Que los espesores del mortero estén debidamente calibrados.
2. Que el muro quede aplomado con la vertical.
3. Que las hiladas queden niveladas con el plano horizontal.
4. Que las caras de los ladrillos pueden alineadas.

Para ello los operarios realizan 4 pasos:

- a. Asientan dos ladrillos de referencia uno en cada extremo, los cuales deben de tener el mismo espesor de mortero y deben estar aplomados, nivelados y alineados. Al terminar esta operación tiemplan un cordel que servirá de guía para la colocación de los demás ladrillos de la hilada.
- b. Colocan el mortero horizontal.
- c. Colocan los ladrillos.
- d. Colocan el mortero vertical.

El primer paso es obviamente el que demora más, ya que de éste depende de calidad geométrica del muro y por ende requiere de la destreza y experiencia del albañil.

La nueva herramienta consiste en un par de peines cuyos dientes tienen una separación igual a la altura del ladrillo más la junta de mortero. Antes de iniciar la construcción del muro éstos se colocan uno a cada extremo y con unos tornillos reguladores se nivelan y aploman; luego en unas ranuras se colocan y tiemplan el cordel guía.

A partir de ese momento lo que queda es colocar la mezcla y los ladrillos. Para continuar con las demás hiladas lo que hay que hacer es trasladar el cordel de ranura en ranura. De esta manera se duplica la productividad, ya que se sencillamente se elimina el primer paso, que es el que consume la mitad del tiempo de operario.

Estudio de nuevos rendimientos mínimos

El rendimiento se explica de la siguiente manera: Una cuadrilla típica de 1 operario y $\frac{1}{2}$ peón asentando muros de soga, rinde normalmente entre 300 y 350 ladrillos/día. Con el uso del escaniplo y las herramientas complementarias se puede llegar a obtener mejores rendimientos: un rendimiento de 600 ladrillos/día con una cuadrilla de 1 oficial y 0.3 peón, lo que hace que el costo de mano de obra por m² baje a la mitad. (Ing. Pablo Orihuela), cabe resaltar que existen estudios y tesis que demuestran esta mejora de rendimiento y productividad (Ing. María del Rosario Ambrosio Tello — Tesis UNI 2004)

❖ Las Herramientas complementarias.

Adicionalmente, los inventores del escaniplo (Adjunto fotos en Anexos) han desarrollado dos herramientas: el portabatea móvil (Adjunto fotos en Anexos) y el carrito ladrillero (Adjunto fotos en Anexos), que permiten que el trabajador rinda más sin hacer mayor esfuerzo, al disponer de una estación de trabajo ergonómicamente más cómoda.

Durante la ejecución del trabajo el albañil y su ayudante realizan muchos movimientos que le producen torsiones en la columna, flexiones extremas en el tronco y el general posturas inadecuadas que les generan fatiga. Una buena disposición para tener todo al alcance de la mano promoverá obviamente un mejor rendimiento.

El portabatea móvil, es muy práctico, optimiza el traslado del mortero al lugar adecuado y regula la altura de la batea de acuerdo a la altura del muro.

el "carrito ladrillero", por su parte, carga hasta 150 ladrillos convirtiéndolos en una pila rodante al alcance de las manos.

❖ Otras alternativas o innovaciones.

Existen otras alternativas para tabiquería o muros no portantes, entre éstas tenemos:

Placas P-7 y Placas P-10 ladrillera "LA CASA" para muros no portantes, Drywall, etc.

CONCLUSIONES

1. Para optimizar y aplicar procesos innovadores en la construcción de edificaciones multifamiliares, debemos aplicar una estrategia desde el comienzo del proyecto, que nos permita desde la etapa de diseño visualizar, analizar y decidir mejores alternativas en los procesos constructivos que ejecutemos, los cuales evaluaremos, modificaremos o innovaremos si es necesario.

2. Incorporar personal con experiencia y conocimiento de construcción en las etapas preliminares de un proyecto, mejora notablemente la productividad de una Obra.

3. El cumplimiento de una planificación general de una obra en el Perú es muy baja, ya que al plantear toda la obra, en un horizonte bastante amplio, programando un gran número de partidas, se incurre en errores, desviándonos a menudo del planteamiento original.

4. A través de la planificación semanal o de corto plazo se logró una alta productividad y eficiencia en la ejecución del trabajo, debido al mejor control sobre menores cantidades de operaciones.

5. Las empresas constructoras serán más productivas si realizan las mediciones de productividad correspondientes, ya que solo se podrá mejorar lo que se ha medido, y se estudia la forma de cómo obtener las mejoras en el desempeño de los trabajadores.

6. En la construcción existen los Tiempos No Productivos (Contributorios y No Contributorios), el objetivo es saber y cuantificar cuáles son estos y disminuirlos al máximo obteniendo mejores resultados o costos.

7. El Tiempo Productivo promedio de nuestra obra fue del 30.44%, concluyendo que de cada 10 horas laborales, los trabajadores sólo realizan 3.0 horas de trabajos productivos.

8. Las mediciones (muestras) sin embargo, pueden variar, esto debido a que el personal se sienta observado, influenciándolo de esta manera en su trabajo.

9. Se reemplazó el sistema convencional de losa aligerada tradicional con el sistema de Viguetas Prefabricadas Firth, obteniendo un ahorro de 5.25% por m² de losa, en el costo directo.

10. Se reemplazó el sistema de encofrado de madera, por el de encofrado metálico, obteniendo un elevado trabajo productivo de 46.67%, debido a la facilidad y rapidez de armado y desarmado del mismo.

11. Se observó en la cuadrilla de asentado de ladrillo que el operario se encarga de hacer el Trabajo Productivo y un porcentaje del Trabajo Contributorio, mientras que el peón se encarga de hacer solo el Trabajo Contributorio.

RECOMENDACIONES

1. Para lograr la mejora efectiva en general, se recomienda un trabajo colaborador y participativo de los diversos actores del proyecto (profesionales, contratistas, maestro, etc.) . Mantener un orden en la obra, con la finalidad de no dificultar el transporte de los materiales y el desplazamiento de los trabajadores.
2. Para una mayor exactitud deben tomarse muestras en distintos días y horas.
3. En el caso del asentado de ladrillo , se recomienda que el peón ingrese más temprano, y tenga todos los materiales puestos para la inmediata disposición de los operarios.
4. El Corte y almacenado de ladrillos lo debe realizar el peón, después de las dos primeras hiladas asentadas por el operario, con la finalidad de disminuir el Tiempo Contributorio de este.
5. Implementar medidas de seguridad en general, y no tener de esta manera accidentes que perjudiquen la Productividad de la obra.
6. Escuchar y estudiar las propuestas de nuevos métodos innovadores, comparándolos con el que actualmente contamos, ya que la mejora continua nos lleva a mejorar los procesos y aumentar la productividad.
7. Establecer una política de incentivos al personal , por las tareas ejecutadas, y mantener una capacitación permanente al personal Obrero.
8. El primer paso para la mejora, es el de perfeccionar el sistema constructivo que uno cuenta, a través de herramientas que faciliten la mejora de productividad del mismo.
9. En la actualidad podemos encontrar diferentes sistemas constructivos o innovaciones como son: viguetas prefabricadas, mallas electrosoldadas, fierro habilitado, encofrado metálico, tipos de tabiquería, etc; permitiendo simplificar el proceso de construcción, aumentando de esta manera la productividad y reduciendo los tiempos de ejecución y los costos finales de cada obra, lo que beneficia al constructor y al propietario de la misma.

BIBLIOGRAFÍA

- **Accostupa Huaman Raul Alberto.** "Productividad e Innovación Tecnológica en la Construcción", Tesis UNI FIC, 2005
- **Alarcón Luis Fernando.** "Mejorando la productividad de Proyectos con Planificaciones más confiables". Investigación Revista BIT, Junio 2002, Chile.
- **Ambrosio Tello María del Rosario,** Lean Construction, Tesis UNI FIC 2004
- **Ballard, G. and Howell, G.** "Shielding Production: An Essential Step in Production Control." Technical Report 97-1, Construction Engineering and Management Program, Department of Civil and Environmental Engineering, University of California. (1997)
- **Ballard Glenn.** "The Last Planner." Northern California Construction Institute, Monterey, California. Abril 22-24, 1994.
- **GHIO V.** Guía para la innovación tecnológica en la construcción. Ediciones Universidad Católica de Chile (1997)
- **GHIO V.** Productividad en Obras de construcción. Ediciones Pontificia Universidad Católica del Perú (2001)
- **Koskela, L.** "Application of the New Production Philosophy to Construction". *Technical Report No. 72*, Stanford, CIFE, Stanford University (1992)
- **ORIHUELA P., ORIHUELA J.** Constructabilidad en pequeños proyectos inmobiliarios. <http://www.pucp.edu.pe/secc/civil/pdf/orihuela.pdf> (2004)
- **Serpell, A & Alarcón, L.F.** *Planificación y Control de Proyectos*, Ediciones Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile, 264 páginas (2000)
- **Serpell, A Alfredo.** *Administración de Operaciones de Construcción*, Ediciones Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile, (2002).

ANEXOS

MEDICIONES

Obra: LA AURORA- MIRAFLORES 1
 DIA 18

Nivel General de Actividad 1

OBR.	TP			TC						TNC					
	TP	TC	TNC	P	H	T	L	I	M	X	V	N	E	B	Y
1	1	0	0	1											
2	1	0	0		1										
3	1	0	0	1											
4	0	1	0			1									
5	1	0	0		1										
6	1	0	0	1											
7	0	1	0				1								
8	1	0	0	1											
9	1	0	0	1											
10	0	1	0			1									
11	1	0	0		1										
12	1	0	0	1											
13	0	1	0			1									
14	1	0	0		1										
15	1	0	0		1										
16	1	0	0	1											
17	0	1	0			1									
18	0	1	0				1								
19	0	1	0					1							
20	1	0	0	1											
21	1	0	0		1										
22	0	1	0			1									
23	0	1	0			1									
24	1	0	0	1											
25	0	1	0						1						
26	1	0	0		1										
27	0	1	0				1								
28	1	0	0	1											
29	1	0	0	1											
30	0	1	0			1									
31	1	0	0		1										
32	0	0	1								1				
33	1	0	0		1										
34	1	0	0	1											
35	0	1	0					1							
36	1	0	0	1											
37	0	1	0						1						
38	0	1	0			1									
39	1	0	0	1											
40	1	0	0		1										
41	1	0	0	1											
42	0	0	1								1				
43	0	1	0				1								
44	0	0	1								1				
45	0	1	0			1									
46	1	0	0	1											
47	1	0	0	1											
48	1	0	0	1											
49	0	0	1								1				
50	0	1	0			1									
51	0	1	0			1									
52	0	1	0							1					
53	1	0	0	1											
54	0	1	0						1						

OBR.	TP	TC	TNC	TP		TC					TNC					
				P	H	T	L	I	M	X	V	N	E	B	Y	
55	0	1	0							1						
56	1	0	0	1												
57	0	1	0					1								
58	0	1	0					1								
59	1	0	0		1											
60	0	1	0								1					
61	1	0	0	1												
62	1	0	0	1												
63	0	0	1											1		
64	0	1	0			1										
65	0	0	1										1			
66	0	0	1									1				
67	0	0	1									1				
68	0	1	0							1						
69	1	0	0	1												
70	1	0	0	1												
71	1	0	0	1												
72	0	0	1											1		
73	0	1	0					1								
74	0	1	0					1								
75	0	1	0								1					
76	1	0	0	1												
77	0	1	0			1										
78	1	0	0	1												
79	1	0	0		1											
80	1	0	0		1											
81	0	1	0			1										
82	0	0	1											1		
83	1	0	0	1												
84	0	0	1									1				
85	0	0	1									1				
86	0	1	0					1								
87	1	0	0	1												
88	0	1	0							1						
89	1	0	0	1												
90	0	1	0								1					
91	1	0	0		1											
92	1	0	0	1												
93	0	0	1													1
94	0	0	1									1				
95	0	0	1										1			
96	0	0	1									1				
97	1	0	0	1												
98	1	0	0	1												
99	1	0	0	1												
100	0	1	0			1										
101	1	0	0		1											
102	0	0	1									1				
103	0	1	0			1										
104	0	1	0								1					
105	1	0	0	1												
106	0	1	0							1						
107	1	0	0	1												
108	0	1	0								1					
109	0	1	0				1									
110	1	0	0	1												
111	1	0	0	1												
112	0	0	1											1		

OBR.				TP		TC					TNC				
	TP	TC	TNC	P	H	T	L	I	M	X	V	N	E	B	Y
113	0	0	1								1				
114	0	0	1								1				
115	0	0	1									1			
116	0	1	0					1							
117	0	0	1								1				
118	1	0	0	1											
119	0	0	1										1		
120	1	0	0		1										
121	0	0	1									1			
122	1	0	0		1										
123	1	0	0	1											
124	0	0	1								1				
125	0	1	0			1									
126	0	1	0			1									
127	1	0	0	1											
128	1	0	0	1											
129	1	0	0	1											
130	0	1	0						1						
131	0	1	0				1								
132	0	0	1								1				
133	0	0	1								1				
134	0	0	1										1		
135	1	0	0	1											
136	0	1	0							1					
137	0	1	0							1					
138	0	0	1								1				
139	1	0	0	1											
140	0	0	1										1		
141	1	0	0		1										
142	1	0	0		1										
143	1	0	0	1											
144	0	0	1										1		
145	0	0	1									1			
146	0	1	0			1									
147	0	1	0			1									
148	0	0	1									1			
149	1	0	0	1											
150	0	1	0						1						
151	0	1	0						1						
152	1	0	0		1										
153	0	0	1								1				
154	0	0	1								1				
155	0	0	1										1		
156	0	0	1										1		
157	0	1	0							1					
158	1	0	0	1											
159	1	0	0	1											
160	1	0	0	1											
161	0	1	0				1								
162	0	0	1											1	
163	0	1	0						1						
164	1	0	0		1										
165	0	1	0			1									
166	0	1	0						1						
167	0	1	0					1							
168	1	0	0	1											
169	0	0	1												1
170	0	0	1										1		

OBR.	TP	TC	TNC	TP		TC					TNC					
				P	H	T	L	I	M	X	V	N	E	B	Y	
171	0	1	0							1						
172	0	1	0								1					
173	0	1	0			1										
174	1	0	0	1												
175	0	1	0			1										
176	1	0	0		1											
177	1	0	0		1											
178	0	0	1										1			
179	1	0	0	1												
180	0	0	1									1				
181	0	1	0								1					
182	0	1	0			1										
183	0	0	1										1			
184	0	1	0								1					
185	1	0	0	1												
186	0	1	0							1						
187	0	1	0			1										
188	0	1	0				1									
189	1	0	0	1												
190	1	0	0	1												
191	1	0	0	1												
192	0	0	1											1		
193	1	0	0		1											
194	0	0	1											1		
195	0	1	0			1										
196	1	0	0	1												
197	1	0	0	1												
198	1	0	0	1												
199	0	0	1									1				
200	1	0	0	1												
201	0	0	1											1		
202	0	1	0								1					
203	0	0	1									1				
204	0	1	0			1										
205	0	1	0						1							
206	1	0	0		1											
207	0	0	1											1		
208	1	0	0	1												
209	0	0	1												1	
210	1	0	0	1												
211	0	0	1											1		
212	0	1	0			1										
213	0	1	0						1							
214	0	1	0				1									
215	0	1	0			1										
216	0	1	0							1						
217	0	1	0							1						
218	0	0	1											1		
219	1	0	0	1												
220	1	0	0		1											
221	0	1	0			1										
222	0	1	0			1										
223	0	0	1											1		
224	0	0	1										1			
225	0	1	0								1					
226	0	1	0								1					
227	0	1	0			1										
228	0	0	1											1		

OBR.	TP	TC	TNC	TP		TC					TNC					
				P	H	T	L	I	M	X	V	N	E	B	Y	
345	0	1	0					1								
346	0	1	0				1									
347	0	1	0			1										
348	0	0	1									1				
349	0	1	0			1										
350	0	0	1										1			
351	0	0	1								1					
352	0	1	0			1										
353	0	0	1										1			
354	1	0	0	1												
355	0	1	0							1						
356	0	1	0					1								
357	0	1	0							1						
358	0	1	0			1										
359	0	0	1									1				
360	0	1	0			1										
361	0	1	0						1							
362	0	1	0						1							
363	0	1	0					1								
364	1	0	0	1												
365	0	0	1									1				
366	0	1	0			1										
367	0	0	1									1				
368	1	0	0		1											
369	1	0	0	1												
370	0	1	0					1								
371	0	1	0			1										
372	0	0	1									1				
373	1	0	0	1												
374	0	1	0							1						
375	0	1	0							1						
376	0	0	1									1				
377	1	0	0	1												
378	0	0	1									1				
379	0	0	1									1				
380	0	1	0			1										
381	1	0	0	1												
382	0	0	1										1			
383	0	1	0			1										
384	0	1	0			1										
385	0	1	0			1										
386	0	0	1										1			
387	0	0	1									1				
388	1	0	0	1												
389	0	0	1									1				
390	0	1	0							1						
391	0	1	0			1										
392	0	0	1									1				
393	0	1	0							1						
394	0	1	0							1						
395	0	1	0				1									
396	0	1	0				1									
397	0	1	0					1								
398	0	1	0			1										
399	0	1	0			1										
400	0	0	1									1				

% 126 176 98 93 33 77 18 23 25 33 46 13 33 1 5
31,50 44,00 24,50 23,25 8,25 19,25 4,50 5,75 6,25 8,25 11,50 3,25 8,25 0,25 1,25

OBR.				TP		TC					TNC				
	TP	TC	TNC	P	H	T	L	I	M	X	V	N	E	B	Y
55	0	0	1												
56	0	0	1								1	1			
57	1	0	0		1										
58	0	0	1										1		
59	0	0	1									1			
60	1	0	0	1											
61	0	1	0			1									
62	1	0	0	1											
63	0	1	0			1									
64	0	0	1								1				
65	0	0	1								1				
66	0	1	0			1									
67	0	1	0							1					
68	0	1	0						1						
69	0	0	1												1
70	0	1	0							1					
71	0	1	0				1								
72	1	0	0	1											
73	0	1	0			1									
74	1	0	0		1										
75	0	1	0			1									
76	0	0	1								1				
77	0	1	0					1							
78	0	0	1								1				
79	0	1	0			1									
80	1	0	0	1											
81	0	1	0			1									
82	0	0	1								1				
83	0	0	1								1				
84	1	0	0		1										
85	0	0	1									1			
86	0	1	0						1						
87	0	1	0				1								
88	0	1	0			1									
89	1	0	0	1											
90	1	0	0	1											
91	1	0	0	1											
92	0	1	0			1									
93	0	1	0					1							
94	1	0	0		1										
95	0	0	1								1				
96	0	0	1								1				
97	1	0	0		1										
98	1	0	0		1										
99	0	1	0			1									
100	0	1	0				1								
101	1	0	0	1											
102	0	0	1								1				
103	0	1	0					1							
104	0	1	0			1									
105	0	0	1								1				
106	0	1	0			1									
107	0	1	0							1					
108	0	1	0							1					
109	0	1	0				1								
110	1	0	0		1										
111	0	1	0						1						
112	0	1	0					1							

OBR.	TP	TC	TNC	TP		TC					TNC					
				P	H	T	L	I	M	X	V	N	E	B	Y	
113	0	1	0				1									
114	1	0	0		1											
115	1	0	0	1												
116	0	1	0				1									
117	1	0	0	1												
118	1	0	0	1												
119	0	1	0			1										
120	0	1	0					1								
121	0	1	0				1									
122	0	0	1									1				
123	1	0	0		1											
124	0	0	1										1			
125	0	1	0			1										
126	0	1	0					1								
127	0	0	1									1				
128	1	0	0	1												
129	1	0	0	1												
130	1	0	0	1												
131	0	1	0			1										
132	0	1	0			1										
133	1	0	0		1											
134	0	1	0							1						
135	0	0	1									1				
136	0	1	0			1										
137	0	0	1										1			
138	1	0	0	1												
139	0	0	1									1				
140	1	0	0	1												
141	0	0	1									1				
142	0	1	0			1										
143	0	1	0					1								
144	0	1	0			1										
145	0	0	1										1			
146	1	0	0	1												
147	1	0	0	1												
148	0	0	1									1				
149	0	0	1									1				
150	1	0	0		1											
151	0	1	0			1										
152	0	0	1									1				
153	0	1	0					1								
154	0	1	0					1								
155	0	0	1										1			
156	0	1	0			1										
157	0	0	1											1		
158	0	1	0								1					
159	0	1	0			1										
160	0	0	1										1			
161	1	0	0		1											
162	0	1	0				1									
163	0	0	1									1				
164	0	1	0				1									
165	0	1	0					1								
166	0	1	0						1							
167	0	1	0							1						
168	1	0	0	1												
169	0	0	1											1		
170	0	0	1										1			

OBR.	TP	TC	TNC	TP		TC					TNC					
				P	H	T	L	I	M	X	V	N	E	B	Y	
345	0	1	0							1						
346	0	1	0			1										
347	1	0	0	1												
348	0	0	1											1		
349	0	0	1										1			
350	0	1	0			1										
351	0	0	1									1				
352	0	1	0			1										
353	1	0	0		1											
354	0	1	0								1					
355	0	1	0			1										
356	0	0	1													1
357	0	0	1									1				
358	0	1	0					1								
359	0	1	0			1										
360	1	0	0	1												
361	1	0	0	1												
362	1	0	0	1												
363	0	1	0							1						
364	0	1	0			1										
365	0	0	1									1				
366	0	0	1									1				
367	1	0	0		1											
368	0	0	1												1	
369	1	0	0	1												
370	0	0	1											1		
371	1	0	0	1												
372	0	1	0				1									
373	0	0	1											1		
374	0	1	0			1										
375	0	1	0			1										
376	1	0	0	1												
377	1	0	0	1												
378	0	1	0			1										
379	0	1	0			1										
380	0	1	0					1								
381	0	1	0								1					
382	1	0	0	1												
383	0	1	0							1						
384	1	0	0	1												
385	0	1	0								1					
386	0	1	0			1										
387	0	0	1									1				
388	1	0	0		1											
389	0	1	0							1						
390	1	0	0	1												
391	0	1	0						1							
392	0	1	0						1							
393	0	1	0			1										
394	0	1	0			1										
395	0	1	0				1									
396	1	0	0	1												
397	1	0	0	1												
398	0	1	0								1					
399	1	0	0	1												
400	1	0	0	1												

% 110 181 109 78 32 86 21 34 18 22 60 17 20 4 8
27,50 45,25 27,25 19,50 8,00 21,50 5,25 8,50 4,50 5,50 15,00 4,25 5,00 1,00 2,00

OBR.				TP		TC					TNC				
	TP	TC	TNC	P	H	T	L	I	M	X	V	N	E	B	Y
345	0	1	0							1					
346	1	0	0	1											
347	0	0	1								1				
348	1	0	0		1										
349	0	1	0				1								
350	0	0	1												1
351	0	0	1									1			
352	1	0	0	1											
353	0	1	0					1							
354	0	0	1										1		
355	0	0	1								1				
356	1	0	0	1											
357	1	0	0	1											
358	0	0	1								1				
359	0	0	1										1		
360	0	1	0			1									
361	0	1	0							1					
362	0	0	1										1		
363	1	0	0	1											
364	1	0	0	1											
365	0	0	1								1				
366	1	0	0	1											
367	0	0	1										1		
368	0	0	1										1		
369	0	1	0			1									
370	0	0	1								1				
371	0	0	1								1				
372	0	1	0					1							
373	0	0	1										1		
374	0	1	0			1									
375	0	0	1												1
376	0	1	0				1								
377	1	0	0	1											
378	1	0	0	1											
379	0	0	1												1
380	0	1	0						1						
381	0	0	1										1		
382	0	0	1									1			
383	0	0	1												1
384	0	1	0					1							
385	0	0	1										1		
386	1	0	0	1											
387	1	0	0	1											
388	0	0	1								1				
389	1	0	0	1											
390	0	0	1								1				
391	0	1	0							1					
392	0	1	0					1							
393	0	0	1								1				
394	1	0	0		1										
395	1	0	0	1											
396	1	0	0	1											
397	0	1	0				1								
398	0	1	0					1							
399	1	0	0	1											
400	1	0	0	1											

% 130 169 101 98 32 74 21 26 22 26 49 17 26 2 7
32,50 42,25 25,25 24,50 8,00 18,50 5,25 6,50 5,50 6,50 12,25 4,25 6,50 0,50 1,75

OBR.	TP	TC	TNC	TP		TC					TNC					
				P	H	T	L	I	M	X	V	N	E	B	Y	
113	0	1	0			1										
114	0	0	1										1			
115	1	0	0		1											
116	0	1	0						1							
117	0	1	0					1								
118	0	1	0			1										
119	0	1	0								1					
120	0	1	0					1								
121	1	0	0	1												
122	0	1	0				1									
123	0	0	1													1
124	0	0	1									1				
125	0	0	1									1				
126	0	1	0				1									
127	0	0	1											1		
128	1	0	0		1											
129	1	0	0	1												
130	1	0	0	1												
131	0	0	1											1		
132	1	0	0	1												
133	0	0	1											1		
134	0	1	0			1										
135	0	1	0			1										
136	0	0	1													1
137	0	0	1									1				
138	0	1	0					1								
139	0	0	1									1				
140	0	0	1											1		
141	1	0	0	1												
142	0	0	1											1		
143	1	0	0		1											
144	0	0	1													1
145	0	1	0						1							
146	1	0	0	1												
147	0	0	1												1	
148	1	0	0	1												
149	0	1	0			1										
150	0	0	1										1			
151	0	0	1									1		1		
152	1	0	0	1												
153	0	0	1									1				
154	0	1	0					1								
155	0	0	1											1		
156	0	1	0								1					
157	0	1	0								1					
158	0	0	1											1		
159	0	1	0					1								
160	1	0	0	1												
161	1	0	0	1												
162	1	0	0		1											
163	0	0	1											1		
164	0	1	0			1										
165	0	1	0						1							
166	0	0	1									1				
167	0	0	1									1				
168	0	1	0				1									
169	0	0	1											1		
170	0	0	1											1		

OBR.				TP		TC					TNC				
	TP	TC	TNC	P	H	T	L	I	M	X	V	N	E	B	Y
345	1	0	0		1										
346	1	0	0	1											
347	0	1	0			1									
348	1	0	0	1											
349	0	1	0					1							
350	0	1	0			1									
351	0	1	0							1					
352	0	1	0				1								
353	0	0	1											1	
354	1	0	0	1											
355	0	0	1									1			
356	0	1	0			1									
357	0	1	0			1									
358	0	0	1									1			
359	1	0	0	1											
360	0	0	1								1				
361	1	0	0	1											
362	0	1	0					1							
363	0	0	1										1		
364	0	1	0			1									
365	0	1	0			1									
366	0	0	1								1				
367	0	1	0			1									
368	1	0	0	1											
369	0	1	0						1						
370	0	1	0							1					
371	0	1	0				1								
372	0	0	1								1				
373	0	1	0			1									
374	0	1	0			1									
375	1	0	0		1										
376	0	1	0							1					
377	0	1	0							1					
378	0	1	0				1								
379	0	1	0					1							
380	0	1	0				1								
381	1	0	0	1											
382	0	1	0			1									
383	1	0	0	1											
384	0	0	1								1				
385	0	1	0					1							
386	0	1	0			1									
387	0	1	0			1									
388	1	0	0	1											
389	1	0	0	1											
390	1	0	0	1											
391	0	0	1								1				
392	0	1	0						1						
393	0	1	0					1							
394	0	1	0			1									
395	0	1	0			1									
396	0	1	0						1						
397	1	0	0	1											
398	0	1	0					1							
399	0	1	0			1									
400	1	0	0		1										

% 121 174 105 91 30 71 25 29 21 28 47 17 30 4 7
30,25 43,50 26,25 22,75 7,50 17,75 6,25 7,25 5,25 7,00 11,75 4,25 7,50 1,00 1,75

COLOCACION DE SOLERAS

Cuadrilla: 1 op + 1 pe
 Nivel: Semisótano
 Tiempo: 60 minutos (1 medición por minuto)

	OBR.	T			TP		TC			TNC				
		TP	TC	TNC	A	CS	SS	HP	AP	V	MM	E	B	Y
1	Op	0	1	0			1							
	Pe	0	1	0			1							
2	Op	0	1	0			1							
	Pe	0	1	0			1							
3	Op	0	1	0			1							
	Pe	0	1	0			1							
4	Op	0	1	0			1							
	Pe	0	1	0				1						
5	Op	0	1	0				1						
	Pe	0	1	0				1						
6	Op	0	1	0				1						
	Pe	0	0	1							1			
7	Op	0	1	0				1						
	Pe	0	1	0				1						
8	Op	0	1	0				1						
	Pe	0	1	0				1						
9	Op	1	0	0		1								
	Pe	1	0	0		1								
10	Op	1	0	0		1								
	Pe	1	0	0		1								
11	Op	1	0	0		1								
	Pe	1	0	0		1								
12	Op	1	0	0		1								
	Pe	1	0	0		1								
13	Op	1	0	0		1								
	Pe	1	0	0		1								
14	Op	1	0	0		1								
	Pe	1	0	0		1								
15	Op	0	0	1								1		
	Pe	0	0	1						1				
16	Op	1	0	0	1									
	Pe	1	0	0	1									
17	Op	1	0	0	1									
	Pe	1	0	0	1									
18	Op	0	0	1							1			
	Pe	0	0	1							1			
19	Op	1	0	0	1									
	Pe	1	0	0	1									
20	Op	1	0	0	1									
	Pe	1	0	0	1									
21	Op	1	0	0	1									
	Pe	1	0	0	1									
22	Op	0	0	1								1		
	Pe	1	0	0	1									
23	Op	1	0	0	1									
	Pe	1	0	0	1									
24	Op	0	1	0					1					
	Pe	0	1	0					1					
25	Op	1	0	0	1									
	Pe	0	1	0					1					
26	Op	0	1	0					1					
	Pe	0	1	0					1					
27	Op	0	1	0					1					
	Pe	0	1	0					1					
28	Op	0	0	1								1		

	OBR.	TP	TC	TNC	A	CS	SS	HP	AP	V	MM	E	B	Y
28	Pe	0	0	1							1			
29	Op	0	1	0					1					
	Pe	0	1	0					1					
30	Op	1	0	0	1									
	Pe	0	1	0					1					
		27	25	8	15	12	7	8	10	1	3	4	0	0
	%	45,00	41,67	13,33	25,00	20,00	11,67	13,33	16,67	1,67	5,00	6,67	0,00	0,00

	OBR.	TP	TC	TNC	IV	CV	TV	PV	NSL	CB	AP	AB	VE	SP	EV	V	MM	E	B	Y
13	Pe 5	1	0	0	1															
	Op 1	1	0	0		1														
	Pe 1	1	0	0		1														
	Pe 2	1	0	0	1															
	Pe 3	1	0	0	1															
	Pe 4	0	0	1													1			
14	Op 1	1	0	0		1										1				
	Pe 1	1	0	0		1														
	Pe 2	1	0	0	1															
	Pe 3	1	0	0	1															
	Pe 4	1	0	0	1															
	Pe 5	1	0	0	1															
15	Op 1	1	0	0		1														
	Pe 1	1	0	0		1														
	Pe 2	1	0	0	1															
	Pe 3	1	0	0	1															
	Pe 4	1	0	0	1															
	Pe 5	1	0	0	1															
16	Op 1	1	0	0		1														
	Pe 1	1	0	0		1														
	Pe 2	1	0	0	1															
	Pe 3	1	0	0	1															
	Pe 4	1	0	0	1															
	Pe 5	0	0	1															1	
17	Op 1	1	0	0		1														
	Pe 1	1	0	0		1														
	Pe 2	1	0	0	1															
	Pe 3	1	0	0	1															
	Pe 4	1	0	0	1															
	Pe 5	0	0	1															1	
18	Op 1	1	0	0		1														
	Pe 1	1	0	0		1														
	Pe 2	1	0	0	1															
	Pe 3	1	0	0	1															
	Pe 4	1	0	0	1															
	Pe 5	0	0	1													1			
19	Op 1	0	1	0						1										
	Pe 1	0	1	0								1								
	Pe 2	0	1	0								1								
	Pe 3	0	1	0								1								
	Pe 4	0	1	0								1								
	Pe 5	0	1	0							1									
20	Op 1	0	1	0						1										
	Pe 1	0	1	0						1										
	Pe 2	0	1	0								1								
	Pe 3	0	1	0								1								
	Pe 4	0	1	0								1								
	Pe 5	0	1	0								1								
21	Op 1	0	1	0						1										
	Pe 1	0	1	0						1										
	Pe 2	0	1	0								1								
	Pe 3	0	1	0								1								
	Pe 4	0	1	0								1			1					
	Pe 5	0	1	0								1								
22	Op 1	0	1	0						1										
	Pe 1	0	1	0						1										
	Pe 2	0	1	0								1								
	Pe 3	0	1	0								1								
	Pe 4	0	1	0								1			1					
	Pe 5	0	1	0								1								
23	Op 1	0	1	0						1										
	Pe 1	0	1	0						1										
	Pe 2	0	0	1								1							1	
	Pe 3	0	1	0								1								
	Pe 4	0	1	0								1			1					
	Pe 5	0	1	0								1								
24	Op 1	0	1	0						1										
	Pe 1	0	1	0						1										
	Pe 2	0	0	1								1							1	
	Pe 3	0	1	0								1								
	Pe 4	0	1	0								1			1					
	Pe 5	0	1	0								1								
25	Op 1	0	1	0						1										
	Pe 1	0	1	0						1										
	Pe 2	0	1	0						1										
	Pe 3	0	1	0								1								
	Pe 4	0	1	0								1			1					
	Pe 5	0	1	0								1								
26	Op 1	0	1	0									1							
	Pe 1	0	1	0							1									
	Pe 2	0	1	0							1									
	Pe 3	0	0	1															1	
	Pe 4	0	1	0											1					
	Pe 5	0	1	0								1								
27	Op 1	0	1	0									1							
	Pe 1	0	1	0									1							
	Pe 2	0	1	0											1					
	Pe 3	0	1	0											1					

	OBR.	TP	TC	TNC	IV	CV	TV	PV	NSL	CB	AP	AB	VE	SP	EV	V	MM	E	B	Y
	Pe 4	0	1	0							1									
	Pe 5	0	1	0							1									
	Op 1	0	1	0									1							
	Pe 1	0	1	0										1						
	Pe 2	0	1	0											1					
28	Pe 3	0	0	1														1		
	Pe 4	0	1	0							1									
	Pe 5	0	0	1														1		
	Op 1	0	1	0									1							
	Pe 1	0	1	0										1						
29	Pe 2	0	1	0											1					
	Pe 3	0	1	0											1					
	Pe 4	0	1	0											1					
	Pe 5	0	1	0							1									
	Op 1	0	1	0							1									
30	Pe 1	0	1	0									1							
	Pe 2	0	1	0							1									
	Pe 3	0	1	0											1					
	Pe 4	0	0	1												1				
	Pe 5	0	1	0											1					
		75	85	20	51	24	6	6	3	18	10	20	8	6	8	5	2	11	2	0
%	41,67	47,22	11,11	28,33	13,33	3,33	3,33	1,67	10,00	5,56	11,11	4,44	3,33	4,44	2,78	1,11	6,11	1,11	0,00	

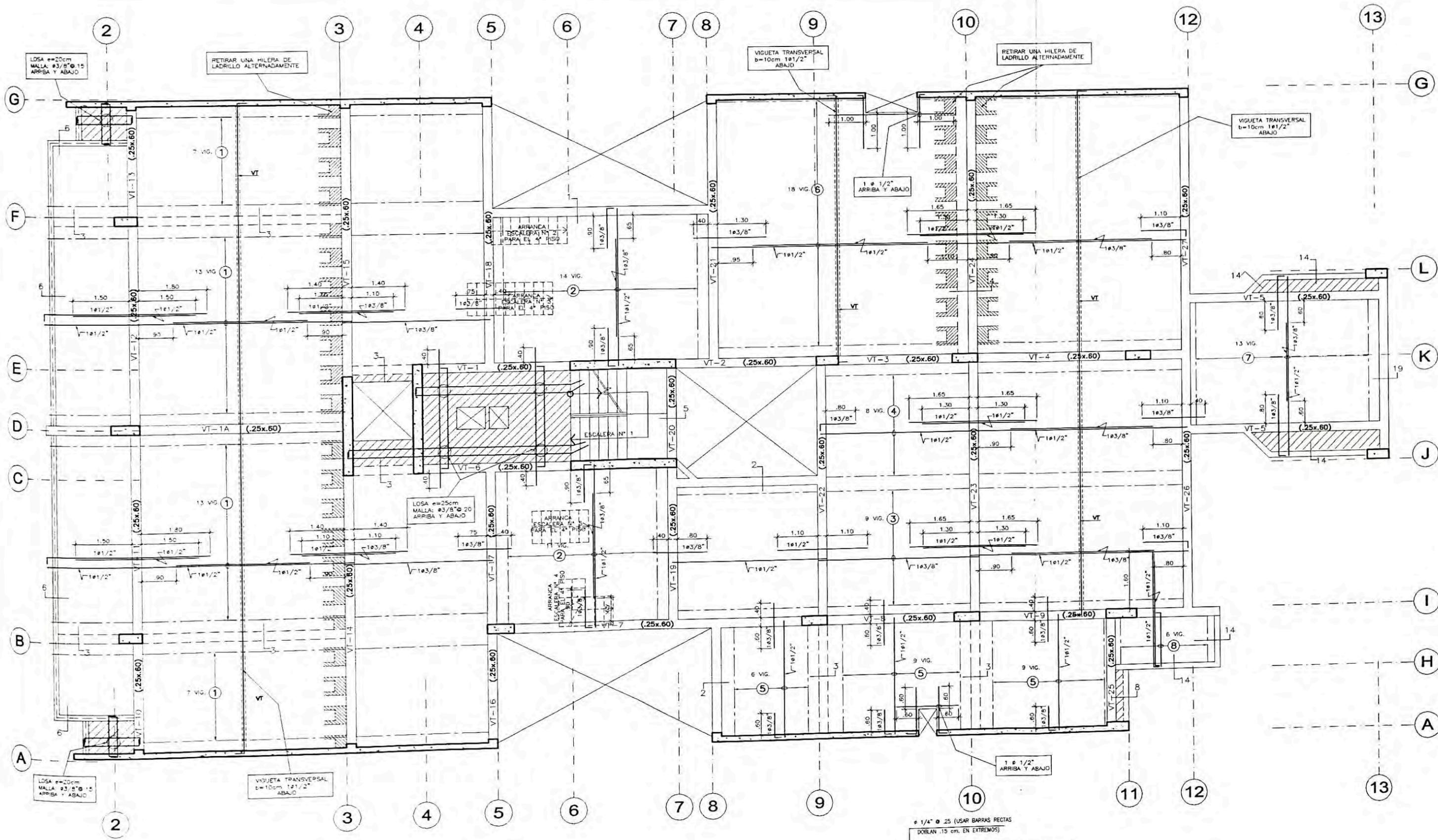
	OBR.	TP	TC	TNC	CB	AB	RB	AP	NFL	AL	V	MM	E	B	Y
15	Pe 1	0	1	0		1									
	Pe 2	1	0	0	1										
	Pe 3	1	0	0	1										
	Pe 4	1	0	0	1										
16	Pe 1	0	0	1							1				
	Pe 2	0	0	1									1		
	Pe 3	1	0	0	1										
	Pe 4	1	0	0	1										
17	Pe 1	1	0	0	1										
	Pe 2	1	0	0	1										
	Pe 3	0	1	0				1							
	Pe 4	0	1	0					1						
18	Pe 1	1	0	0	1										
	Pe 2	1	0	0	1										
	Pe 3	0	1	0				1							
	Pe 4	0	1	0					1						
19	Pe 1	1	0	0	1										
	Pe 2	1	0	0	1										
	Pe 3	0	1	0				1							
	Pe 4	0	1	0					1						
20	Pe 1	1	0	0	1										
	Pe 2	0	0	1							1				
	Pe 3	0	1	0				1							
	Pe 4	0	1	0					1						
		21	6	21	28	9	5	4	7	2	0	4	0	0	
%	26,25	66,25	7,50	26,25	35,00	11,25	6,25	5,00	8,75	2,50	0,00	5,00	0,00	0,00	

	OBR.	TP	TC	TNC	A	AE	RG	C.	SM	LE	TE	LP	I.	M.	V.	ME	E	B	Y
28	Op	1	0	0					1										
	Pe	1	0	0					1										
29	Op	0	0	1													1		
	Pe	1	0	0					1										
30	Op	1	0	0		1													
	Pe	1	0	0		1													
		28	24	8	5	5	7	4	7	6	15	0	1	2	0	3	5	0	0
	%	46,67	40,00	13,33	8,33	8,33	11,67	6,67	11,67	10,00	25,00	0,00	1,67	3,33	0,00	5,00	8,33	0,00	0,00

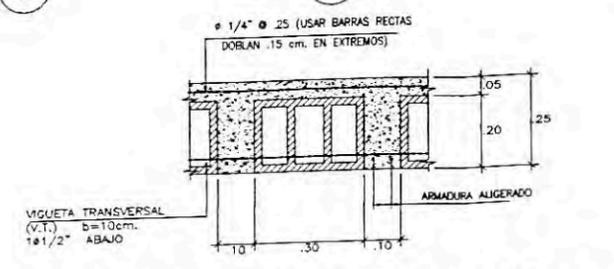
	OBR.	TP	TC	TNC	CL	CM	TP	BM	TM	CL	AN	I.	M.	V.	ML	E.	B	L.
	Op3	1	0	0	1													
	Pe 1	0	1	0					1									
32	Op1	1	0	0			1											
	Op2	1	0	0				1										
	Op3	1	0	0			1											
	Pe 1	0	1	0					1									
33	Op1	0	1	0									1					
	Op2	0	1	0							1							
	Op3	0	1	0							1							
	Pe 1	0	1	0					1									
34	Op1	1	0	0		1												
	Op2	1	0	0		1												
	Op3	1	0	0		1												
	Pe 1	0	1	0					1									
35	Op1	1	0	0	1													
	Op2	1	0	0	1													
	Op3	1	0	0	1													
	Pe 1	0	1	0						1								
36	Op1	1	0	0	1													
	Op2	1	0	0	1													
	Op3	1	0	0	1													
	Pe 1	0	1	0						1								
37	Op1	1	0	0			1											
	Op2	1	0	0			1											
	Op3	1	0	0			1											
	Pe 1	0	1	0					1									
38	Op1	1	0	0				1										
	Op2	1	0	0			1											
	Op3	1	0	0			1											
	Pe 1	0	1	0					1									
39	Op1	1	0	0		1												
	Op2	1	0	0		1												
	Op3	1	0	0		1												
	Pe 1	0	0	1											1			

	OBR.	TP	TC	TNC	CL	CM	TP	BM	TM	CL	AN	I.	M.	V.	ML	E.	B	L.
57	Op1	1	0	0			1											
	Op2	1	0	0			1											
	Op3	1	0	0			1											
	Pe 1	0	1	0					1									
58	Op1	0	1	0							1							
	Op2	0	1	0							1							
	Op3	0	1	0								1						
	Pe 1	0	0	1														1
59	Op1	1	0	0		1												
	Op2	1	0	0		1												
	Op3	0	0	1												1		
	Pe 1	0	0	1											1			
60	Op1	1	0	0		1												
	Op2	1	0	0		1												
	Op3	0	0	1												1		
	Pe 1	1	0	0	1													
		129	88	23	42	30	25	32	42	11	22	4	9	5	10	5	0	3
%		53,75	36,67	9,58	17,50	12,50	10,42	13,33	17,50	4,58	9,17	1,67	3,75	2,08	4,17	2,08	0,00	1,25

PLANOS



ENCOFRADO TECHO TIPICO - SISTEMA CONVENCIONAL
 ALIGERADO e=25 cm. (S/C=200Kg/m²)+150Kg/m² DE TABIQUERIA
 ESC 1/100



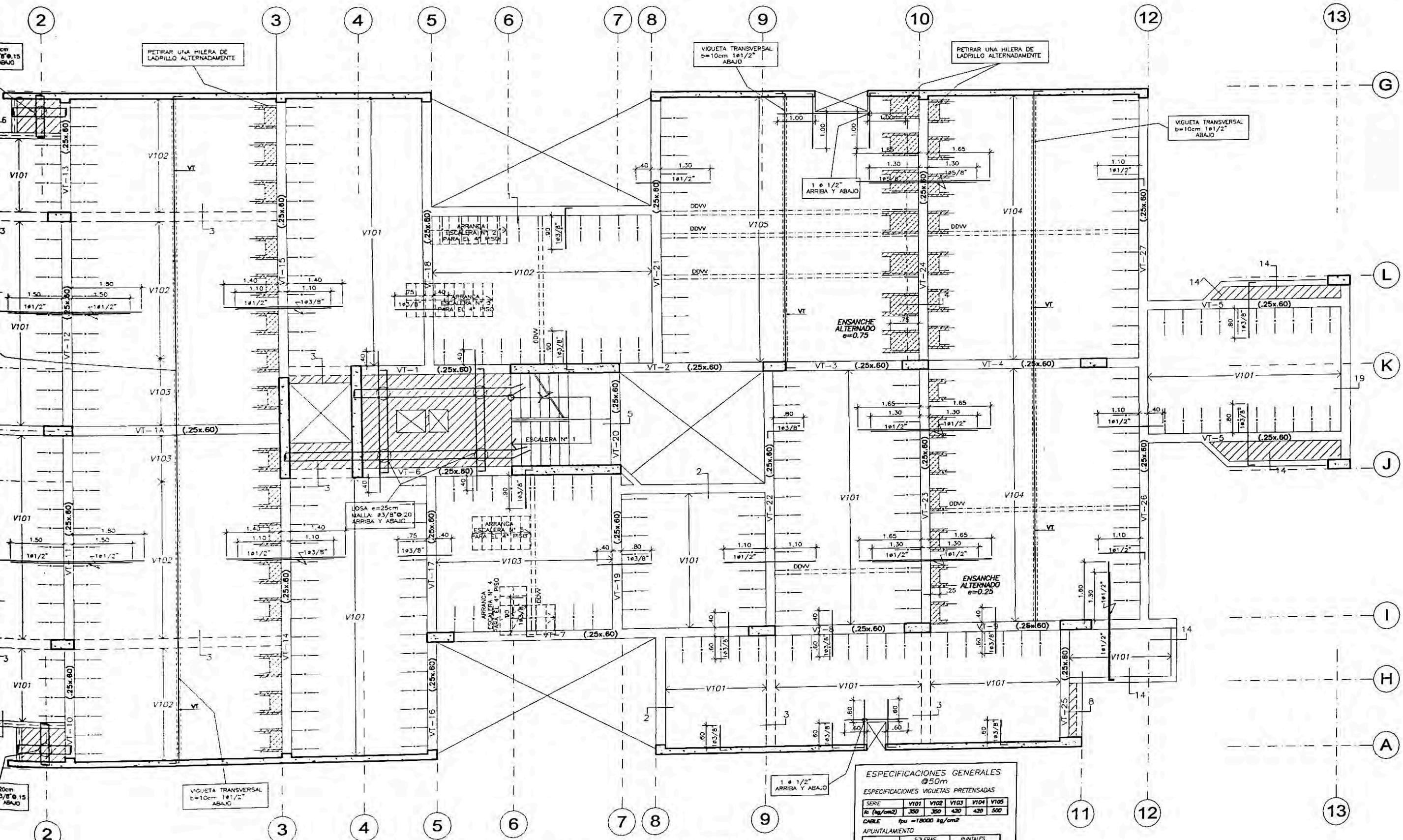
DETALLE TIPICO ALIGERADO e=25 cm
 ESCALA: 1/10

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 INFORME DE COMPETENCIA PROFESIONAL**

**EDIFICIO MULTIFAMILIAR
 "LA AURORA MIRAFLORES I"**

PROYECTISTA:	ING. OSCAR CASAS DAVILA	REVISOR:	OCD
PROYECTISTA:	ING. OSCAR CASAS DAVILA	REVISOR:	LRSC
FECHA:	JUL 2009	FECHA:	
ESCALA:	1/100	ESCALA:	

E-01



ENCOFRADO TECHO TÍPICO - SISTEMA VIGUETAS FIRTH

ALIGERADO CON VIGUETAS FIRTH $h=0.25 \times 0.50$ cm.
 (S/C=200Kg/m²)+150Kg/m² DE TABIQUERIA
 ESC:1/100

ESTE PLANO SE LEERÁ
 CONJUNTAMENTE CON LOS
 PLANOS DEL PROYECTO ORIGINAL

ESPECIFICACIONES GENERALES
 Ø50m

ESPECIFICACIONES VIGUETAS PRETENSADAS

SERIE	V101	V102	V103	V104	V105
fc (kg/cm ²)	350	350	420	420	500

CABLE $f_{pu} = 18000$ kg/cm²

APUNTALAMIENTO

	SOLERAS	PANTALES
Ø 50	2.00 m	1.50 m

Nivel de soleras debe tapar con el fondo de las viguetas.

ACERO
 ACERO NEGATIVO Ø50 cm
 CONCRETO IN SITU
 Stamp de diseño : 38"

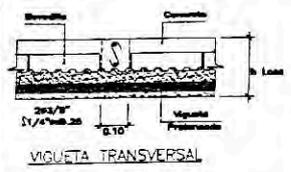
ACABADO
 Terrazzo Cemento Col. AF 1: 1/2 : 5

RECLUBIEMENTOS

LOSA 2.0 cm.
 VIGAS 4.0 cm.
 CANGCHOS ESTANDAR PARA 1 1/2" 12 cm
 PARA 1 1/2" 15 cm

VOLUMEN

DE BOVEDILLAS $h=12050$ 0.012 m³ / UN
 DE BOVEDILLAS $h=15050$ 0.014 m³ / UN
 DE BOVEDILLAS $h=20050$ 0.018 m³ / UN
 DE BOVEDILLAS $h=25050$ 0.024 m³ / UN
 DE VIGUETAS 0.0072 m³ / UN

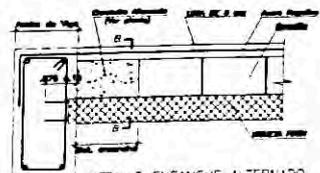
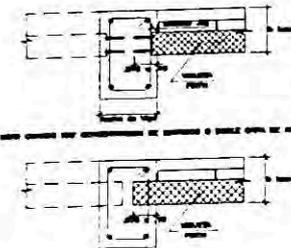
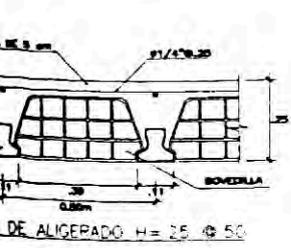


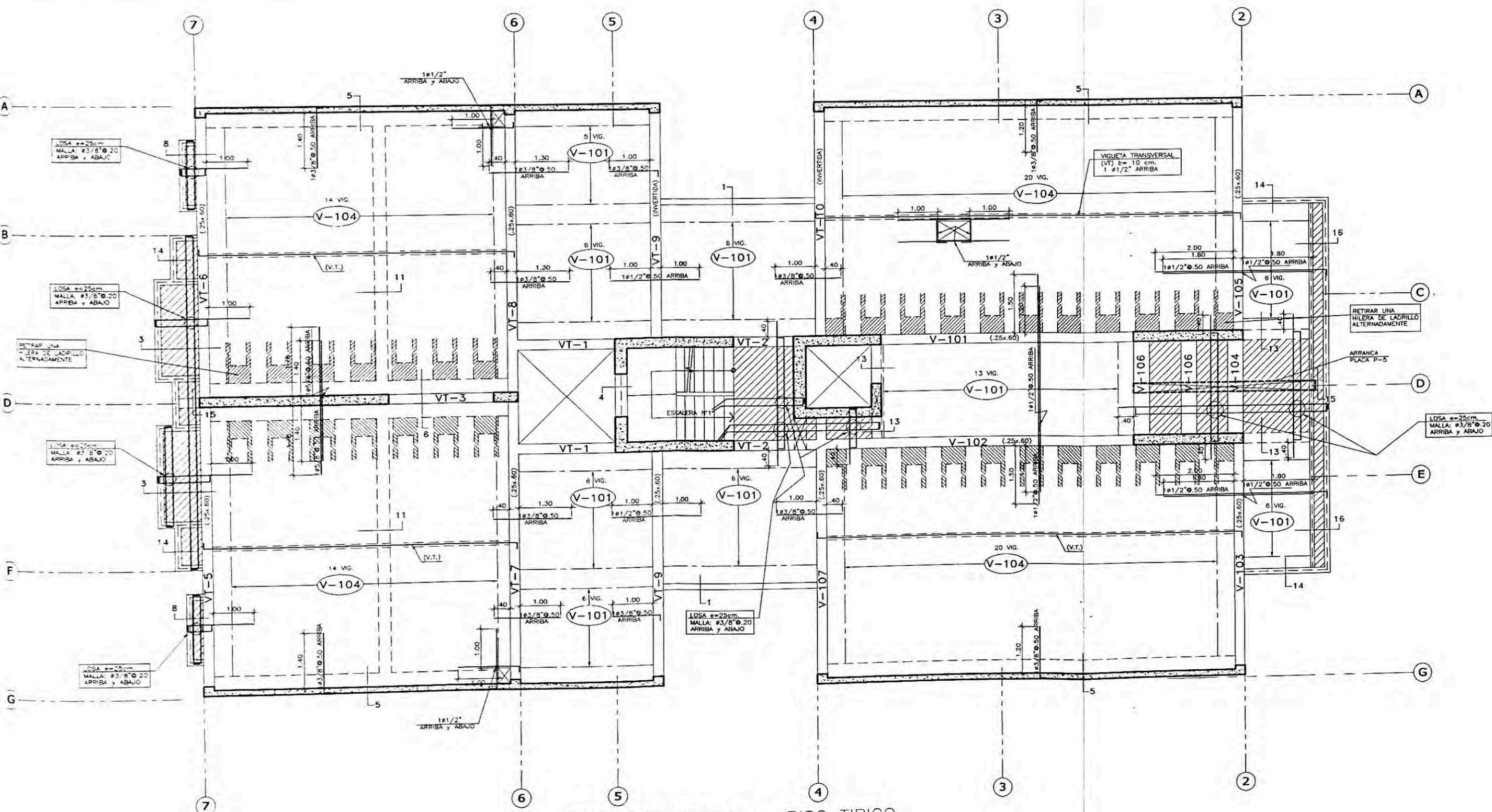
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 INFORME DE COMPETENCIA PROFESIONAL

EDIFICIO MULTIFAMILIAR "LA AURORA MIRAFLORES I"

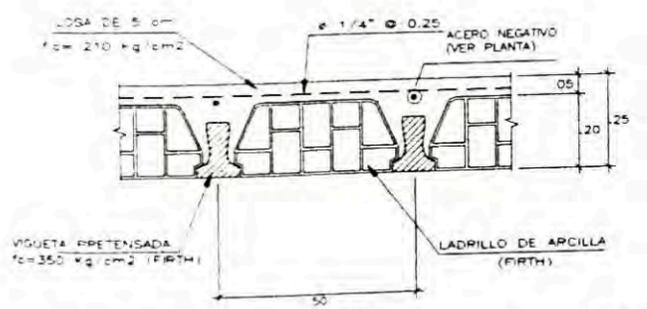
PROYECTISTA	LEOPOLDO R. SCERPELLA CARRANZA	REVISOR	O.C.D.
PROYECTISTA	ING. OSCAR CASAS DAVILA	REVISOR	L.R.S.C.
FECHA	JUL 2009	FECHA	JUL 2009
PROYECTO	ENCOFRADO TECHO - SISTEMA VIGUETAS FIRTH	ESCALA	1/100

E-02



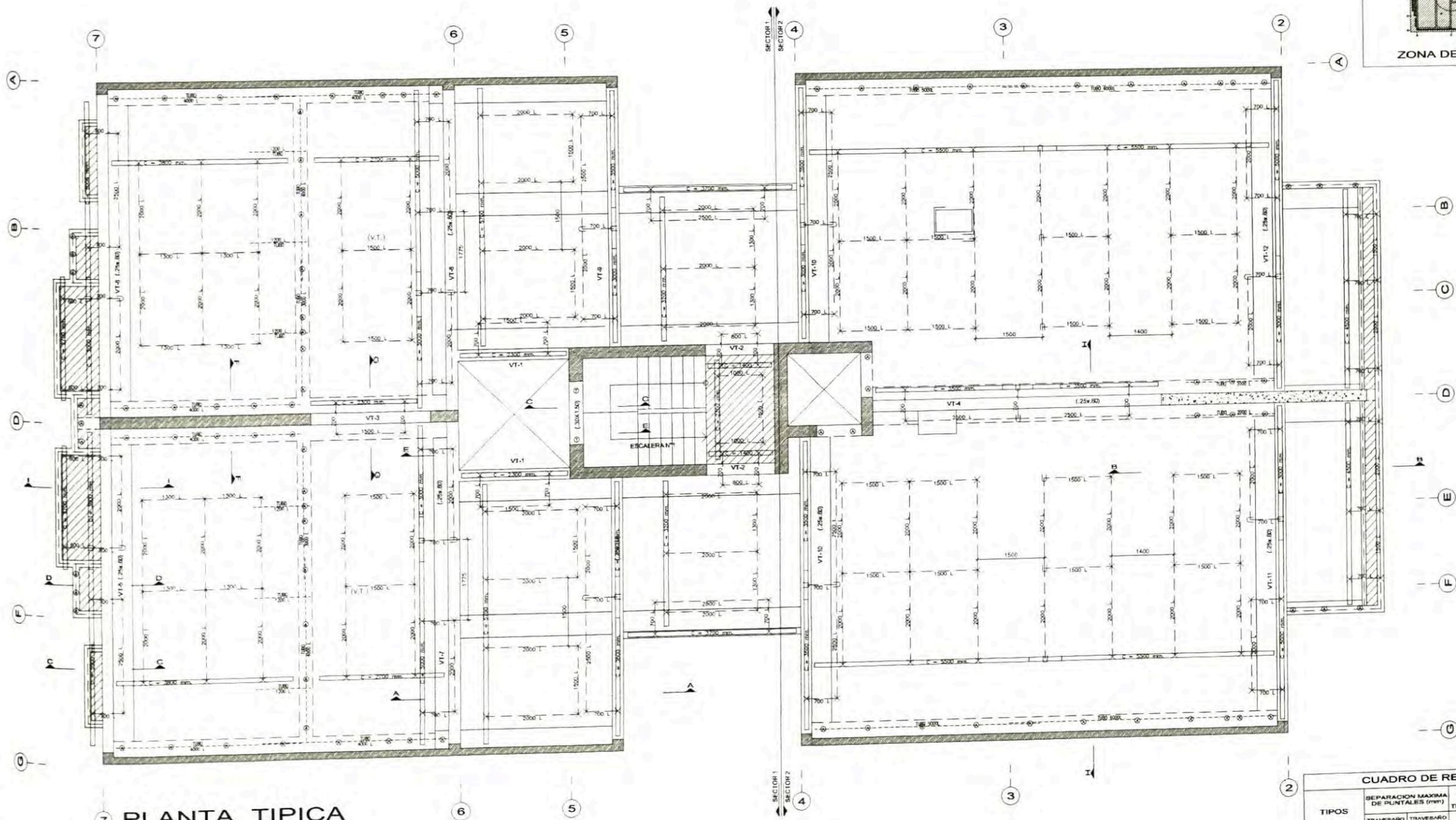


ENCOFRADO TECHO - PISO TIPICO
 ALIGERADO e=25cm. S/C=200Kg/m² + 150Kg/m² DE TABIQUERIA
 ESCALA: 1:100



DETALLE TIPICO DE ALIGERADO e=25cm.
 ESCALA: 1:10

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL INFORME DE COMPETENCIA PROFESIONAL		
OBJ: EDIFICIO MULTIFAMILIAR "LA AURORA MIRAFLORES II"		
PROFESOR: LEOPOLDO R. SCERPILLA CARRANZA	PROFESOR: O.C.D.	LABORA: E-01
ALUMNO: ING. OSCAR CASAS DAVILA	PROFESOR: L.R.S.C.	
FECHA: ENCOFRADO TECHO - PISO TIPICO	FECHA: JUL 2009	
	ESCALA: 1/100	



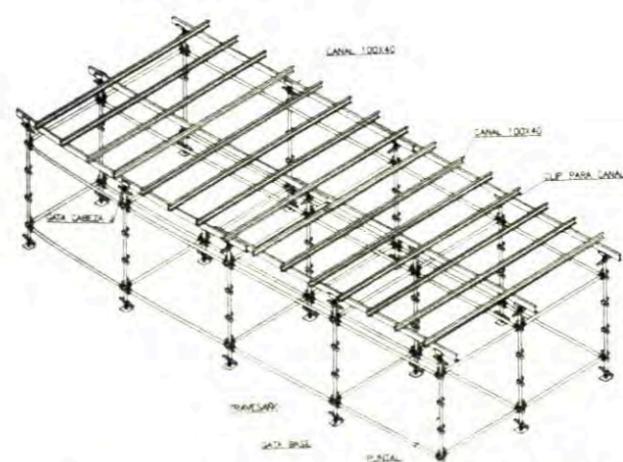
SIMBOLOGIA DE SOPORTE DE LOSA Y VIGAS	
X	GATA CABEZA "J"
U	GATA CABEZA "U"
■	GATA DOBLE CABEZA
⊙	CABEZA PARA VIGA
⊕	ALZAPRIMA CABEZA DE VIGA
⊖	SOPORTE ESPECIAL PARA LOSA
—	TRAVESARO LIN
—	TUBO DE ANDARJO
—	SOPORTE VOLADIZO
—	VIGA LIN
—	CANAL 100x40 (SOPORTE DE VIGA)
—	CANAL 100x40 (SOPORTE DE PANELES)
—	VIGA EXTENSIBLE
X	SOPORTE PARA GATA
X	TRIPPOCK
■	CABALLETE
■	SOPORTE DE ESQUINERO

SIMBOLOGIA DE ENCOFRADO DE LOSA Y VIGAS	
—	PANEL DE LOSA Y FONDO DE VIGA
—	PANEL E/F (LATERAL DE VIGA)
—	PANEL DE LOSA (FRISO)
—	ESQUINERO INTERIOR
—	VIGA LIN
—	ESQUINERO INTERIOR (ENCOFRADO DE VIGAS)
—	ESQUINERO EXTERIOR
—	CANAL 100x40 (SOPORTE DE LOSA)
⊙	CABEZA PARA VIGA
■	SOPORTE DE FRISO
—	SOLUCION MADERA

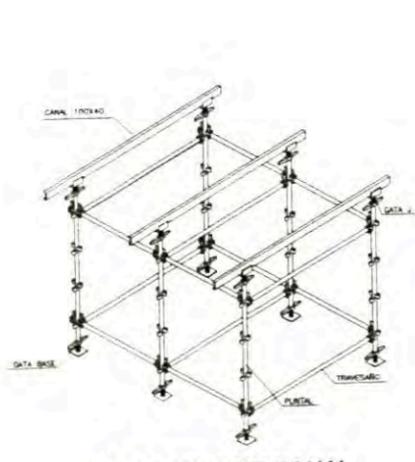
CONTACTOS UNISPAN PERU S.A.			
ADMINISTRADOR DEL PROYECTO	ING. VICTOR BARRAL	NUMERO	8371460
JEFE DE OPERACIONES	ING. CARLOS GONZALEZ	NUMERO	8373162
SUPERVISOR DE OBRA	ING. MARCELO BARRAL	NUMERO	8176880
	ING. WENDEL GARCIA	NUMERO	1878880

CUADRO DE RESUMEN DE SOPORTES DE VIGAS - LOSA								
TIPOS	SEPARACION MAXIMA DE PUNTALES (mm)		SEPARACION MAXIMA DE CANALES TRANSVERSALES	VOLADO DEL CANAL LONGITUDINAL (mm)	CAPACIDAD DE LAS GATAS		SEPARACION MAXIMA ENTRE TRAVESAROS (mm)	TIPO DE PANEL DE FONDO
	LONG. MAX.	TRANSV. MAX.			LONG.	COMPRESION (kg/cm²)		
250x800 CENT	2500	700	120	110	45	3.00	2500	PANEL LOSA
250x800 EXC.	2500	700	120	110	45	3.00	2500	PANEL LOSA
LOSA H=250	1500	2000	120	70	45	3.00	2500	PANEL LOSA

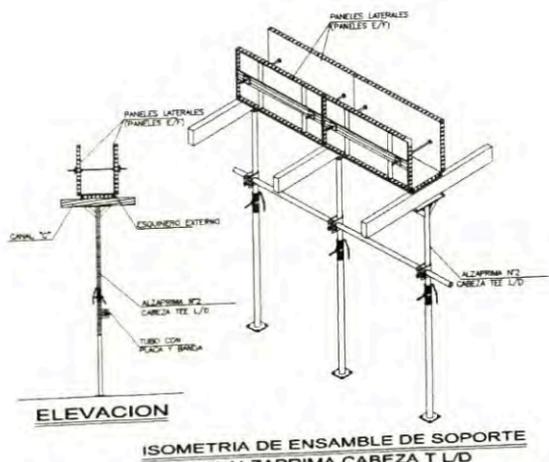
- NOTAS GENERALES**
- 1.- TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN EN MILIMETROS.
 - 2.- DEBERA RESPETARSE LA MODULACION PRESENTADA EN ESTOS PLANOS, EN CASO CONTRARIO NO SE ACEPTARA EL RETORNO DEL MATERIAL SIN FACTURACION ADECUADA NI USOS.
 - 3.- LAS SOLUCIONES EN MADERA SERAN SIEMPRE A CARGO DEL CONTRATISTA.
 - 4.- SE DEBERA LIMPIAR Y LUBRICAR LOS SOPORTES ANTES DE SU USO.
 - 5.- EL CONTRATISTA DEBERA VERIFICAR PREVIAMENTE LAS DIMENSIONES INDICADAS EN ESTE PLANO.
 - 6.- EN CASO DE EXISTIR DUDA PONERSE EN CONTACTO CON UNISPAN PERU S.A.
 - 7.- EL MATERIAL DEBERA SER DEPOSITADO EN OPTIMAS CONDICIONES DE USO, EN CASO DE DETECTARSE DAÑOS, ESTOS SE FACTURARAN SEGUN SE INDICA EN EL CONTRATO.



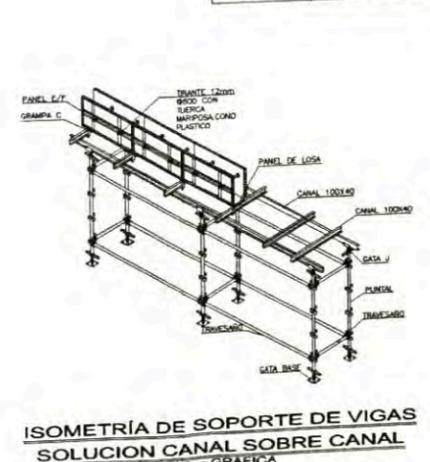
ISOMETRIA DE SOPORTE DE LOSAS MACIZAS SOLUCION CANAL SOBRE CANAL



ISOMETRIA DE CANAL REFERENCIAL ESCALA = 1 : 25



ISOMETRIA DE ENSAMBLE DE SOPORTE CON ALZAPRIMA CABEZA T L/D REFERENCIAL



ISOMETRIA DE SOPORTE DE VIGAS SOLUCION CANAL SOBRE CANAL ESCALA = GRAFICA

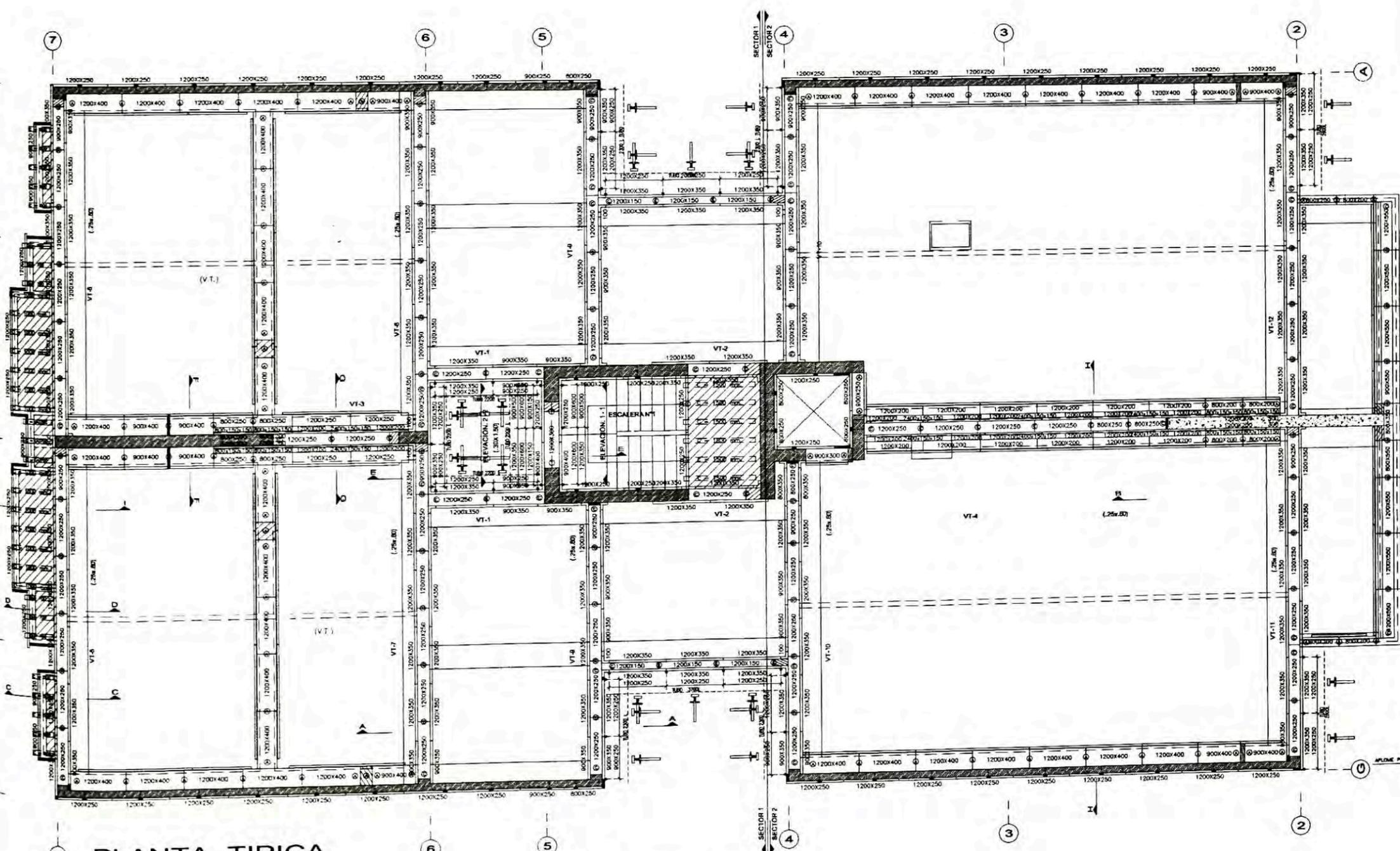
UNISPAN

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
INFORME DE COMPETENCIA PROFESIONAL

OBRA: EDIFICIO MULTIFAMILIAR "LA AURORA MIRAFLORES II"

PROYECTO: LEOPOLDO R. SCERPPELLA CARRANZA	REVISOR: O. C. D.	LUBRO:
ELABORADO: ING. OSCAR CASAS DAVILA	ELABORADO: L.R.S.C.	
FECHA: 11/07/2009	FECHA: JUL 2009	
ESCALA: 1/100	ESCALA: 1/100	

E-02

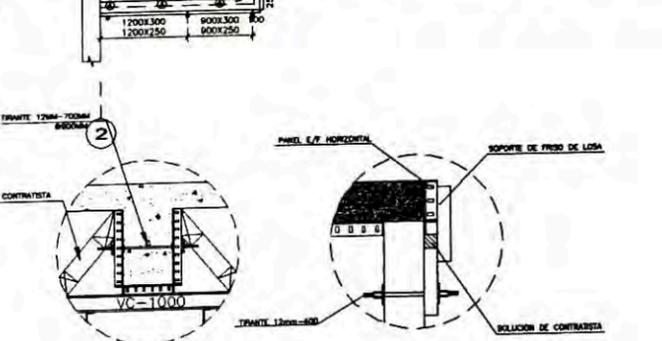


SIMBOLOGIA DE SOPORTE DE LOSA Y VIGAS

X	GATA CABEZA "F"
U	GATA CABEZA "V"
■	GATA DOBLE CABEZA
⊙	CABEZA PARA VIGA
⊕	ALZAPRIMA CABEZA DE VIGA
⊖	SOPORTE ESPECIAL PARA LOSA
—	TRAVESAÑO UNO
—	TUBO DE ANDAMIO
—	SOPORTE VOLADIZO
—	VIGA LINA
—	CANAL 100X40 (SOPORTE DE VIGA)
—	CANAL 100X40 (SOPORTE DE PANELES)
—	VIGA EXTENDIBLE
X	SOPORTE PARA GATA
X	TRIPODE
—	CABALLETE
—	SOPORTE DE ESQUINERO

SIMBOLOGIA DE ENCOFRADO DE LOSA Y VIGAS

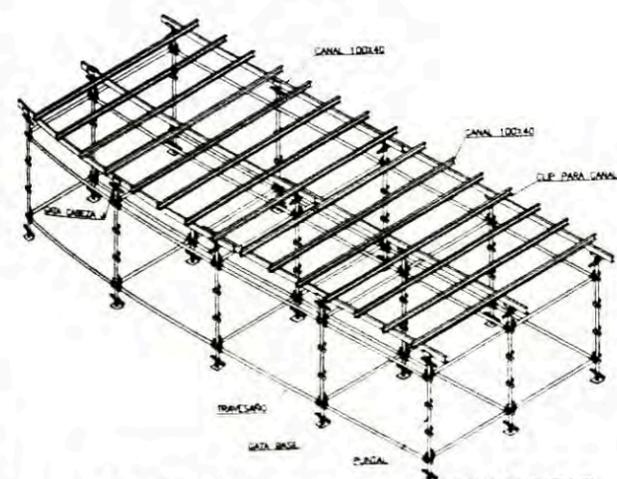
—	PANEL DE LOSA Y FONDO DE VIGA
—	PANEL E/T (LATERAL DE VIGA)
—	PANEL DE LOSA (FRISO)
—	ESQUINERO INTERIOR
—	VIGA LINA
—	ESQUINERO INTERIOR (ESQUINERO DE VIGAS)
—	ESQUINERO EXTERIOR
—	CANAL 100X40 (SOPORTE DE LOSA)
—	CABEZA PARA VIGA
—	SOPORTE DE FRISO
—	SOLUCION MADERA



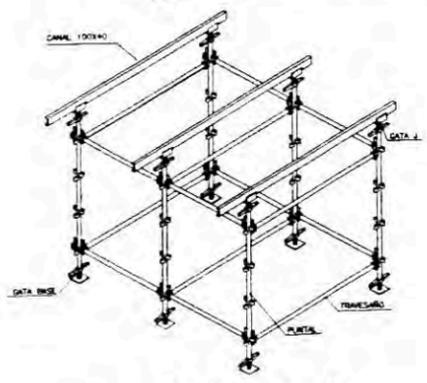
PLANTA TIPICA
ESCALA : 1/100

CONTACTOS UNISPAN PERU S.A.

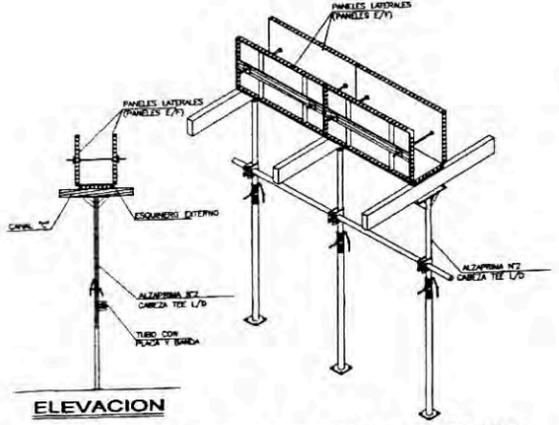
ADMINISTRADOR DEL PROYECTO	ING. VICTOR BARRAL	NUMERO 817940
JEFE DE OPERACIONES	ING. CAROL DA SILVA	NUMERO 817940
ELABORADOR DE OBRAS	ING. MARCELO DE SANTIAGO	NUMERO 817940
	ING. WENDEL GARCIA	NUMERO 100000



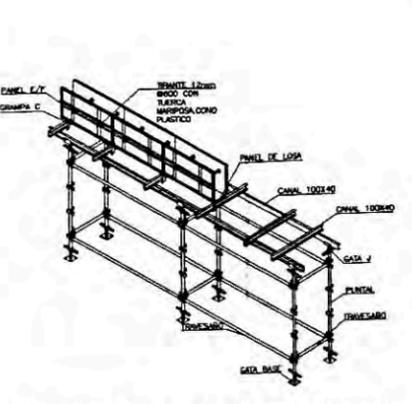
ISOMETRIA DE SOPORTE DE LOSAS MACIZAS
SOLUCION CANAL SOBRE CANAL
ESCALA = GRAFICA



ISOMETRIA DE CANAL
ESCALA = 1:25 REFERENCIAL



ELEVACION
ISOMETRIA DE ENSAMBLE DE SOPORTE
CON ALZAPRIMA CABEZA T L/D
REFERENCIAL



ISOMETRIA DE SOPORTE DE VIGAS
SOLUCION CANAL SOBRE CANAL
ESCALA = GRAFICA

- NOTAS GENERALES**
- 1.- TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN EN MILIMETROS.
 - 2.- DEBERA RESPETARSE LA MODALIDAD PRESENTADA EN ESTOS PLANOS, EN CASO CONTRARIO NO SE ACEPTARA EL RETORNO DEL MATERIAL SIN FACTURACION (ALGUNANDO NO USOS).
 - 3.- LAS SOLUCIONES EN MADERA SE DEBEN ENTREGAR A CARGO DEL CONTRATISTA.
 - 4.- SE DEBERA LIMPIAR Y LIBERAR LOS PANELES PREVIO VACIADO.
 - 5.- EL CONTRATISTA DEBERA VERIFICAR PREVIAMENTE LAS DIMENSIONES INDICADAS EN ESTE PLANO, EN CASO DE EXISTIR DUDA PONERSE EN CONTACTO CON UNISPAN PERU S.A.
 - 6.- EL MATERIAL DEBERA SER DEVUELTO EN OPTIMAS CONDICIONES DE USO, EN CASO DE DETECTARSE DAÑOS, ESTOS SE FACTURARAN SEGUN SE INDICA EN EL CONTRATO.

UNISPAN

PARASE EL 603 220
CORREDO DE LA LINDERA - DALLAO 3
TEL: 542 3348
FAX: 432 5141
E-MAIL: Proyeccion@unispanguya.com

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
INFORME DE COMPETENCIA PROFESIONAL

EDIFICIO MULTIFAMILIAR "LA AURORA MIRAFLORES II"

PROYECTO	LEOPOLDO R. SCERPELLA CARRANZA	REVISADO	O.C.D.
ASISTENTE	ING. OSCAR CASAS DAVILA	REVISADO	L.R.S.C.
FECHA	JUL. 2009	FECHA	JUL. 2009
ESCALA	1/100	ESCALA	1/100

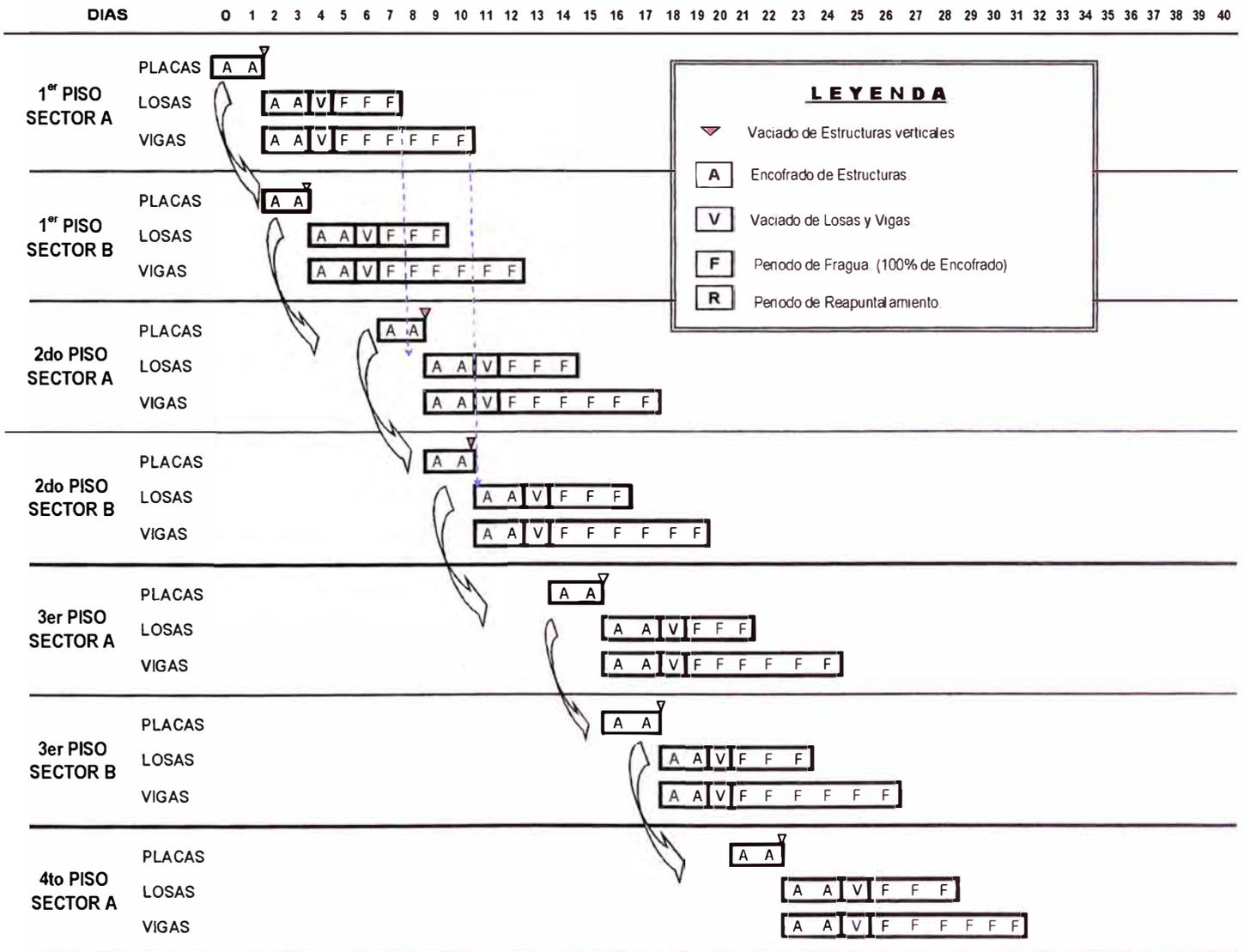
ENCOFRADO METALICO DE LOSAS Y VIGAS

E-03

**ENCOFRADOS
METALICOS
UNISPAN**

CRONOGRAMA TENTATIVO DE EJECUCIÓN DE OBRAS

EDIFICIO CASTILLA 6 NIVELES **REUTILIZACIÓN SISTEMÁTICA DE ENCOFRADOS**



Continúa con los siguientes sectores...

DETALLE DE REUTILIZACIÓN DEL ENCOFRADO.

1. Las estructuras verticales tienen un ciclo de reutilización diario.
2. Al día siguiente del llenado, se procede con el desencofrado de laterales de viga, aplomadores y frisos de losa. Se requiere el equivalente a 1.2 sectores en laterales y aplome de vigas y frisos de losa.
3. Al cuarto día del llenado se realiza el desencofrado de las losas. Se requiere el equivalente a 02 Sectores de encofrado y soporte de losas para mantener el ritmo de avance.
4. A los 07 días del vaciado, se desencofran los fondos y soportes de vigas. Se requiere el equivalente a 03 Sectores de fondo y soporte de vigas.

CLIENTE: INVERSIONES MORAVIA SAC
 RUC: 20501583813
 DIRECCION: CALLE MONTE ROSA 271 CHACARILLA
 TELEFONO: 990-671979
 OBRA: EDIFICIO CASTILLA IV
 CONTACTO: ING. FELIX VELASQUEZ



RESUMEN DE COTIZACION N° 09-338-01

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	AREA TOTAL POR NIVEL	AREA x ALQUILAR (m2)	TIEMPO ESTIMADO ALQ.(MES)	CANTIDAD DE NIVELES % PISO	ALQUILER \$/.-m2/mes	ALQ. MENSUAL ESTIMADO \$/.	ALQ. TOTAL ESTIMADO \$/.
PISO TIPICO									
A. ENCOFRADO ELEMENTOS VERTICALES									
1A	ENCOFRADO MURO A DOS CARAS h=2.50m	m2	351	175.5	1.5	50%	\$/ 25.2	\$/ 4.423	\$/ 6.634
1B	ENCOFRADO DE COLUMNAS h=2.50m	m2	10	5	1.5	50%	\$/ 34.3	\$/ 171	\$/ 257
B. ENCOFRADO ELEMENTOS HORIZONTALES									
2A	ENCOFRADO LATERAL DE VIGAS 1 2 SECTORES (0.60 NIVEL)	m2	85	51	1.5	60%	\$/ 30.6	\$/ 1,561	\$/ 2,341
2B	ENCOFRADO FONDO DE VIGAS 3 SECTORES (1.5 NIVELES)	m2	26	39	1.5	150%	\$/ 28.3	\$/ 1,103	\$/ 1,654
2C	SOPORTE DE VIGAS C/ALZAPRIMADO 3 SECTORES (1.5 NIVELES) ALTURA SIMPLE	ml	42	63	1.5	150%	\$/ 24.5	\$/ 1,542	\$/ 2,313
2D	SOPORTE DE VIGAS C/PUNTAL INDIVIDUAL 3 SECTORES (1.5 NIVELES) ALTURA SIMPLE	ml	100	150	1.5	150%	\$/ 10.8	\$/ 1,620	\$/ 2,430
2E	APLOME DE VIGA 1 SECTORES(0.5 NIVEL)	ml	42	21	1.5	50%	\$/ 7.2	\$/ 151	\$/ 227
2F	SOPORTE DE LOSA MACIZA - PANELES TRIPLAY 2 SECTORES (1 NIVEL) - ALTURA SIMPLE	ml	13	13	1.5	100%	\$/ 17.3	\$/ 225	\$/ 337
2G	SOPORTE DE LOSA VIGUETAS PREFABRICADAS 2 SECTORES (1 NIVEL) - ALTURA SIMPLE	ml	305	305	1.5	100%	\$/ 9.4	\$/ 2,855	\$/ 4,282
TOTAL ALQUILER MENSUAL ESTIMADO			(Precios no incluyen IGV)				\$/ 13,650		
							+IGV		
TOTAL ALQUILER ESTIMADO			(Precios no incluyen IGV)				\$/ 20,475		
							+IGV		

PISO TIPICO

La cantidad de equipo recomendada esta en base a una programacion de 2 sectores para los vaciados de losa. Considerando 3 dias para encofrado y vaciado de cada sector en pisos tipicos (1 nivel semanal vaciado). El tiempo de ejecucion es de 6 semanas, incluyendo una semana para desmovilizar equipos.
 El desencofrado considerado para fondo y soporte de vigas es de 7 dias dejando reapuntamientos a los tercios centrales de viga, laterales de viga es posible desencofrarlo al siguiente dia de vaciado. Con relacion a verticales su reutilizacion es al dia siguiente y para el desencofrado de losa sera al cuarto dia de vaciado.

CONDICIONES GENERALES.

- ~ Los valores de alquiler se han considerado en moneda nacional (\$/)
- ~ Suscripcion de Contrato de Arrendamiento según evaluación del cliente, además de una letra de cambio previa evaluación por el monto del valor de reposición del equipo.
- ~ Cotización sujeta a los términos y condiciones indicadas en el Contrato de Arrendamiento
- ~ La facturación de alquiler se realiza por pieza día para facilitar la administración y control de los equipos durante el desarrollo de la obra
- ~ Pago por adelantado de 01 mes del alquiler estimado.
El metrado del equipo requeudo para cada estructura y el periodo de alquiler se han estimado tentativamente según la información brindada por el cliente, las cantidades finales de equipo requerido en obra y el periodo final de alquiler estarán en función del cronograma de ejecución, del proceso constructivo desarrollado en obra, etc.
- ~ La propuesta corresponde sólo al alquiler de encofrado, los conceptos adicionales que requiere la partida del encofrado van por cuenta y costo del cliente (Flete de ida y vuelta, limpieza y reparación, reposición del equipo perdido, mano de obra, movilización y desmovilización, remates de madera, desmoldante, elementos de instalación y fijación, administración y control, etc)
- ~ El Costo de limpieza (opcional) es de \$/ 4.40 x m² (superficie de contacto) + IGV (No incluye accesorios)
- ~ El despacho estará sujeto a la disponibilidad del equipo en nuestros almacenes. La disponibilidad de los equipos deberá ser confirmada antes de colocar la orden de servicio.
- ~ La presente propuesta no incluye flete a obra ni viceversa
- ~ La presente cotización tiene un plazo de vigencia de 30 dias calendario.
- ~ Las Facturas de alquiler corresponden a valoraciones de periodos quincenales de permanencia del equipo en obra (Fecha de corte 5 y 20 de cada mes)
- ~ Considerar para consumibles plasticos \$/ 0.23+IGV x m2 construido(elementos verticales).

ATENTAMENTE,

Ing. Hector Brush L.
 Administrador de Proyectos
 Nextel: 99-837*1455

CLIENTE: INVERSIONES MORAVIA SAC
RUC: 20501583813
DIRECCION: CALLE MONTE ROSA 271 CHACARILLA
TELEFONO: 990-671979
OBRA : EDIFICIO CASTILLA IV
CONTACTO : ING. FELIX VELASQUEZ



RESUMEN DE COTIZACION N° 09-338-02

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	AREA TOTAL POR NIVEL	AREA x ALQUILER (m2)	TIEMPO ESTIMADO ALQ.(MES)	CANTIDAD DE NIVELES %PISO	ALQUILER S/.-m2/mes	ALQ. MENSUAL ESTIMADO S/.	ALQ. TOTAL ESTIMADO S/.
PISO TIPICO									
A. ENCOFRADO ELEMENTOS HORIZONTALES									
1A	ENCOFRADO LATERAL DE VIGAS 1.2 SECTORES (0.60 NIVEL)	m2	70	42	1.5	60%	S/ 28 0	S/ 1.176	S/ 1.764
1B	ENCOFRADO FONDO DE VIGAS 3 SECTORES (1.5 NIVELES)	m2	50	75	1.5	150%	S/ 27 0	S/ 2.025	S/ 3.038
1C	SOPORTE DE VIGAS C/ALZAPRIMADO 3 SECTORES (1.5 NIVELES) ALTURA SIMPLE	m1	142	213	1.5	150%	S/ 20 0	S/ 4.260	S/ 6.390
1D	APLOME DE VIGA 1 SECTORES(0.5 NIVEL)	m1	42	21	1.5	50%	S/ 6 0	S/ 126	S/ 189
1E	SOPORTE DE LOSA MACIZA - PANELES TRIPLAY 2 SECTORES (1 NIVEL) - ALTURA SIMPLE	m1	13	13	1.5	100%	S/ 14 5	S/ 189	S/ 283
1F	SOPORTE DE LOSA VIGUETAS PREFABRICADAS 2 SECTORES (1 NIVEL) - ALTURA SIMPLE	m1	305	305	1.5	100%	S/ 8 3	S/ 2.532	S/ 3.797
1G	ADICIONAL SOPORTE DE LOSA SEMISOTANO VIGUETAS PREFABRICADAS 2 SECTORES (1 NIVEL) - ALTURA SIMPLE - B. R.	m1	200	200	0.5	100%	S/ 5.0	S/ 1.000	S/ 500
TOTAL ALQUILER MENSUAL ESTIMADO			(Precios no incluyen IGV)				S/ 11,307		
							+IGV		
TOTAL ALQUILER ESTIMADO			(Precios no incluyen IGV)				S/ 15,461		
							+IGV		

PISO TIPICO

La cantidad de equipo recomendada esta en base a una programacion de 2 sectores para los vaciados de losa. Considerando 3 días para encofrado y vaciado de cada sector en pisos tipicos (1 nivel semanal vaciado). El tiempo de ejecucion es de 6 semanas, incluyendo una semana para desmovilizar equipos.
 El desencofrado considerado para fondo y soporte de vigas es de 7 días dejando reapuntamientos a los tercios centrales de viga, laterales de viga es posible desencofrarlo al siguiente día de vaciado. Con relacion a verticales su reutilizacion es al día siguiente y para el desencofrado de losa será al cuarto día de vaciado.

CONDICIONES GENERALES.

- ~ Los valores de alquiler se han considerado en moneda nacional (S/.)
- ~ Suscripción de Contrato de Arrendamiento según evaluación del cliente, además de una letra de cambio previa evaluación por el monto del valor de reposición del equipo
- ~ Cotización sujeta a los términos y condiciones indicadas en el Contrato de Arrendamiento
- ~ La facturación de alquiler se realiza por pieza día para facilitar la administración y control de los equipos durante el desarrollo de la obra
- ~ Pago por adelantado de 01 mes del alquiler estimado.
- ~ El metrado del equipo requerido para cada estructura y el periodo de alquiler se han estimado tentativamente según la información brindada por el cliente, las cantidades finales de equipo requerido en obra y el periodo final de alquiler estarán en función del cronograma de ejecución, del proceso constructivo desarrollado en obra, etc.
- ~ La propuesta corresponde sólo al alquiler de encofrado, los conceptos adicionales que requiere la partida del encofrado van por cuenta y costo del cliente
- ~ (Flete de ida y vuelta, limpieza y reparación, reposición del equipo perdido, mano de obra, movilización y desmovilización, remates de madera, desmoldante, elementos de instalación y fijación, administración y control, etc)
- ~ El Costo de limpieza (opcional) es de S/ 4.40 x m² (superficie de contacto) + IGV (No incluye accesorios).
- ~ El despacho estará sujeto a la disponibilidad del equipo en nuestros almacenes. La disponibilidad de los equipos deberá ser confirmada antes de colocar la orden de servicio.
- ~ La presente propuesta no incluye flete a obra ni viceversa.
- ~ La presente cotización tiene un plazo de vigencia de 30 días calendario.
- ~ Las Facturas de alquiler corresponden a valoraciones de periodos quincenales de permanencia del equipo en obra (Fecha de corte 5 y 20 de cada mes)
- ~ Considerar para consumibles plasticos S/ 0.23+IGV x m2 construido(elementos verticales).

ATENTAMENTE,

Ing. Hector Brush L.
 Administrador de Proyectos
 Nextel: 99-837*1455

CONTRATO DE ARRENDAMIENTO DE EQUIPOS
Contrato No. A/.../08

Conste por el presente documento el Contrato de Arrendamiento de Equipos de Construcción señalados en la Guía de Remisión, que suscriben de una parte **Uni-Span Perú S.A.**, con RUC N° 20377735146, con domicilio fiscal en la **Pasaje el Sol 220 Callao**, debidamente acreditada por su representante legal Sr. **Samuel Gherson Husid**, identificado con **DNI 09339149**, a quien para estos efectos se le denominará **EL ARRENDADOR**; y de la otra parte _____ con RUC N° _____, señalando domicilio en _____, debidamente acreditada por su representante legal, Sr. _____, identificado con **DNI _____**, a quien en lo sucesivo se le denominará **EL ARRENDATARIO**, en los términos y condiciones siguientes:

I) **EL ARRENDADOR** y **EL ARRENDATARIO** celebran el presente contrato de arrendamiento, declarando que la Cotización, las Guías de Remisión, Orden y Nota de Devolución de los referidos equipos, son parte integrante de este contrato de arrendamiento.

II) **EL ARRENDADOR** arrienda los equipos para ser usados en la obra denominada " _____ " ubicado en _____

III) **EL ARRENDATARIO** declara que al suscribir la Guía de Remisión recibe los bienes arrendados en buen estado de conservación y funcionamiento, obligándose a devolverlos en las mismas condiciones con el desgaste de uso normal.

IV) Las partes acuerdan que para la validez de cualquier modificación o ampliación del presente contrato o de sus partes integrantes, se tomará en consideración lo siguiente:

- a) La última fecha del documento pertinente; y
- b) Que esté suscrita por representantes competentes de ambas partes.

V) La forma de pago del arrendamiento es quincenal, cancelable sobre facturación.

VI) El plazo de duración del presente contrato es de _____ (...) meses

1. GENERALIDADES

1.1. Las obligaciones que genere este Contrato no podrán ser transferidas a otra(s) persona(s) o entidades distintas de **EL ARRENDATARIO**.

1.2. **EL ARRENDATARIO** se convierte en depositario del equipo, hasta su total devolución.

1.3. Los Presupuestos no aceptados dentro del mes desde su emisión deberán ser actualizados.

2. ARRENDAMIENTO

2.1. El arrendamiento del equipo tiene como renta mínima **acumulada** la suma de US\$ 500.00, si el monto **acumulado** es inferior a esta cantidad, se facturará el monto mínimo mensual.

2.2. El arrendamiento se cobrará por pieza día, desde el día siguiente del despacho del equipo hasta un día antes de su devolución en el depósito de **EL ARRENDADOR**. El arrendamiento incluye domingos y feriados, inclusive haciéndose extensiva a cualquier tipo de paralización que irrogue el no uso de los equipos, siendo de responsabilidad y riesgo de **EL ARRENDATARIO** el tiempo o periodo de su inutilización, encontrándose aún por dicha eventualidad en la obligación de cumplir con la prestación a su cargo (pago de arriendos). Los equipos no devueltos devengarán renta hasta su devolución efectiva.

3. DESPACHO

3.1. El transporte se realizará por **EL ARRENDATARIO** desde el depósito de **EL ARRENDADOR** a la obra y viceversa. Para estos efectos **EL ARRENDADOR** señala que su depósito está situado en la Av. El Sol 220 Callao, lugar donde se despachará y se recibirá en devolución los equipos arrendados.

El transporte no está incluido en el arriendo de equipos

En este caso, la suscripción del contrato, de los documentos que lo integran y el recojo del equipo arrendado, hacen que **EL ARRENDATARIO** asuma la responsabilidad total de los mismos.

3.2. El despacho está sujeto a la disponibilidad de los equipos de **EL ARRENDADOR** y se sustenta con la Guía de Remisión que deberá ser firmada por representantes autorizados de ambas partes, entendiéndose para estos efectos que la persona autorizada por **EL ARRENDATARIO** es aquella que presenta los documentos sustentatorios, la suscripción de la Guía de Remisión certifica la conformidad de la entrega del equipo arrendado. La copia debe conservarse por ser base para el control de **EL ARRENDATARIO** y de su facturación, sin necesidad de más trámite.

4. FACTURACIÓN

4.1. **EL ARRENDADOR** emitirá quincenalmente las facturas por arrendamiento dentro de los cinco primeros días de la quincena siguiente, de acuerdo a la **Cotización No _____**, Guías de Remisión, Orden y Nota de Devolución extendidas por el Departamento Administrativo y Depósito de **EL ARRENDADOR**. **EL ARRENDATARIO** se obliga a pagar dentro de los diez días siguientes a la fecha de recibida la factura.

4.2. Sólo se aceptarán observaciones a la (s) factura(s) de **EL ARRENDADOR** dentro de los 5 días siguientes de recibida.

4.3. La presentación de observación no suspende la obligación de pago, debiendo éste realizarse dentro de los 10 días calendarios de la fecha de presentación de la(s) factura(s).

4.4. Cualquier ajuste será efectuado con Nota de Crédito o Factura adicional.

4.5. Las partes establecen que si **EL ARRENDATARIO** no cumple con efectuar oportunamente el pago de la renta quincenal a favor de **EL ARRENDADOR**, el importe adeudado devengará conjuntamente, adicionalmente y simultáneamente intereses compensatorios sobre el monto adeudado aplicando la tasa TAMEX, así como, intereses moratorios iguales al 20% de la tasa TAMEX vigente, más gastos y comisiones, sin necesidad que **EL ARRENDATARIO** sea constituido previamente en mora.

5. EQUIPO

5.1. El equipo arrendado no podrá ser trasladado por **EL ARRENDATARIO** a otra obra ni transferido a terceros.

5.2. El equipo arrendado no podrá usarse en combinación con otros equipos aunque sean de la misma especie, si no pertenecen a los suministrados por **EL ARRENDADOR**.

5.3. **EL ARRENDADOR** queda autorizado a retirar sus equipos de la obra y suspender el servicio por los siguientes motivos:

- a) Falta de pago oportuno;
- b) Uso indebido, según certificación de los ingenieros del Departamento Técnico de **EL ARRENDADOR**;
- c) Que se encuentre en abandono;
- d) Haber excedido el tiempo de alquiler estipulado, sin renovación oportuna; y
- e) Incumplimiento del presente contrato o de sus partes integrantes

5.4. No se acepta como causal de pérdida de equipo, el hecho de que permanezca desarmado en la obra.

5.5. **EL ARRENDATARIO** asume la responsabilidad por robos, hurtos, caso fortuito, desastres naturales, fuerza mayor y por el uso indebido del equipo arrendado desde el recojo de los almacenes de **EL ARRENDADOR**. En todo caso **EL ARRENDATARIO** debe obrar con las máximas seguridades para prevenir cualquier contingencia

● queda expresamente convenido que **EL ARRENDADOR** no se responsabiliza por daños o perjuicios que sufra la obra, el equipo y o terceras personas, cualquiera que sea el origen de ellos

5.6 A solicitud de **EL ARRENDADOR, EL ARRENDATARIO** se compromete a permitirle visitar, en cualquier tiempo y circunstancia, el lugar donde se encuentran los equipos arrendados.

6. DEVOLUCIÓN

6.1. Los avisos de devolución sólo se recibirán en días laborables, de lunes a viernes, de 8:00 am a 4:00 pm, los sábados de 8:00 am a 11:30 pm, y deberán cursarse con una anticipación de 48 horas como mínimo.

6.2 **EL ARRENDADOR** recibirá los equipos que devuelva **EL ARRENDATARIO** levantando una Nota de Devolución en la cual se indicará el estado en que son recibidos, pudiendo clasificarse en:

- a) Para reparación
- b) Irreparable.
- c) Para limpieza; considerándose esta a un costo de S/. 4.40+ IGV por m2 de superficie, la cual deberá ser cancelada por **EL ARRENDATARIO**.

En el caso que **EL ARRENDATARIO** estime que el estado de los equipos clasificados en la Nota de Devolución se encuentran en diferente estado al señalado en ella (excepción de la limpieza), podrá optar por retirar el equipo para subsanar las observaciones formuladas, en este caso la renta del equipo seguirá corriendo; también podrá adquirirlos pagando el valor total de dichos equipos y disponer libremente de ellos.

6.3 La Nota de Devolución deberá ser suscrita por el almacenero de **EL ARRENDADOR** y por la persona comisionada por **EL ARRENDATARIO** para este acto, entendiéndose que la representación de este último ha sido delegada por su representante con el solo hecho de poseer el equipo arrendado para su devolución.

6.4 El costo de reparación del equipo averiado recuperable será facturado a **EL ARRENDATARIO**. El equipo faltante será facturado a precio de reposición (valor de venta cotizado). Los costos que asumirá **EL ARRENDATARIO** por concepto de reparación, limpieza, daño irreparable o pérdida se indican en el Anexo I.

7. OTROS

7.1 Si la obra que ejecuta **EL ARRENDATARIO** se encuentra localizada en provincia o en cualquier lugar alejado que involucre gastos por concepto de viáticos (transporte, alojamiento, alimentación), éstos serán por cuenta de **EL ARRENDATARIO**. Los honorarios profesionales de la Supervisión de Obra serán de cuenta exclusiva de **EL ARRENDADOR**.

7.2. Los pedidos adicionales se sujetarán a las mismas condiciones del presente contrato.

7.3. **EL ARRENDATARIO** reconoce que los términos y condiciones del presente contrato y de sus partes integrantes sobreesen a cualquier otro convenio anterior, verbal o escrito, por lo que éste y sus accesorios constituyen el último acuerdo formal entre ambas partes.

7.4. En cumplimiento del presente contrato, interviene el **Sr.** _____, identificado con **DNI** _____, señalando domicilio en _____, como fiador(es) solidario(s) sin beneficio de excusión.

7.5. **EL ARRENDATARIO** acepta la **Letra de Cambio No.** _____ por **US\$** _____ (_____ y 00/100 dólares americanos), en cumplimiento de sus obligaciones contraídas en el presente contrato.

7.6 **EL ARRENDATARIO** entregará a **EL ARRENDADOR** en calidad de Fondo de Garantía la suma de S/..... (..... y 00/100 Nuevos Soles), autorizándolo a hacer uso del mismo ante el incumplimiento de pago de cualesquiera de los servicios prestados por **EL ARRENDADOR**. En estos casos, el Fondo de Garantía será aplicado conforme a la siguiente prelación:

- 1) Reposición de equipo por pérdida
- 2) Limpieza y reparación de equipos
- 3) Venta de consumibles u otros servicios prestados
- 4) Alquileres pendientes.

7.7 En caso no haya incumplimiento de pago de los servicios de parte de **EL ARRENDATARIO** o que tras aplicar el Fondo de Garantía resulte un remanente; **EL ARRENDADOR** devolverá la suma que corresponda a **EL ARRENDATARIO**, para lo cual girará un cheque a su nombre dentro de los 07 días posteriores a la conclusión del contrato.

Las partes fijan como domicilios los señalados en el introito del presente contrato, y acuerdan someterse a la jurisdicción de los jueces de Lima, comprometiéndose **EL ARRENDATARIO** a comunicar notarialmente cualquier variación de su domicilio.

Las partes y fiador(es) suscriben este contrato, en señal de conformidad, a los _____ días del mes de _____ de 2008.

EL ARRENDADOR
p. **UNISPAN PERU S. A.**
SAMUEL GHERSON HUSID
DNI 09339149

EL ARRENDATARIO
p. **XXXXXXXXXX**
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
DNI XXXXXXXX

FIADOR
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
DNI XXXXXXXX

ANEXO No. 01

Las partes convienen en el siguiente anexo al Contrato de Arrendamiento :

1. LIMPIEZA DE EQUIPOS			
DESCRIPCIÓN	CLASIFICACION	UND	PRECIO
PANELES	SUCIO (concreto u oxido en la superficie)	M2	S/. 4.40
PANEL DE AJUSTE	SUCIO	M2	S/. 4.40
PANELES - EQUIPO DUO	SUCIO	M2	S/. 5.99
ESQUINEROS INTERIORES	SUCIO	M2	S/. 4.40
PUNTALES	SUCIO	ML	S/. 1.07
TRAVESAÑOS	SUCIO	ML	S/. 0.73
TUBOS DE ANDAMIO	SUCIO	ML	S/. 0.83
ESQUINEROS EXTERNOS	SUCIO	ML	S/. 0.73
CANALES	SUCIO	ML	S/. 0.90
GRAMPA B	SUCIO	UNIDAD	S/. 0.67
GRAMPA C	SUCIO	UNIDAD	S/. 0.67
TIRANTES	SUCIO	UNIDAD	S/. 0.67
TUERCAS M	SUCIO	UNIDAD	S/. 0.67
GOLLILLAS	SUCIO	UNIDAD	S/. 0.67
PERNOS	SUCIO	UNIDAD	S/. 0.67
ANCLAJES	SUCIO	UNIDAD	S/. 0.67
JUEGO CUÑAS	SUCIO	UNIDAD	S/. 0.67
PLACA Y BANDA	SUCIO	UNIDAD	S/. 0.67
COPLA GIRATORIA	SUCIO	UNIDAD	S/. 0.67
CONECTORES	SUCIO	UNIDAD	S/. 0.67
ALZAPRIMA PUSH PULL	SUCIO	UNIDAD	S/. 4.96
ALZAPRIMA HEMBRA	SUCIO	UNIDAD	S/. 2.40
ALZAPRIMA EXTENSION (5000)	SUCIO	UNIDAD	S/. 5.39
APLOMADOR ESPECIAL	SUCIO	UNIDAD	S/. 2.70
CABEZA PARA VIGA	SUCIO	UNIDAD	S/. 0.73
CHUTES ENCOFRADO	SUCIO	M2	S/. 7.93
ESCALERA METALICA	SUCIO	UNIDAD	S/. 15.12
ENCOFRADO CIRCULAR	SUCIO	M2	S/. 50.35
MENSULA MURO	SUCIO	UNIDAD	S/. 5.83
MENSULA PARA PANEL	SUCIO	UNIDAD	S/. 0.83
PLACA BASE, GATAS	SUCIO	UNIDAD	S/. 0.73
SOPORTE FRISO	SUCIO	UNIDAD	S/. 1.07
SOPORTE MENSULA	SUCIO	UNIDAD	S/. 0.77
TABLON METALICO	SUCIO	UNIDAD	S/. 1.93
VIGA KWIKSTRIP	SUCIO	ML	S/. 2.40
VIGA DOBLE CANAL	SUCIO	ML	S/. 4.63
VIGA SOLDIER	SUCIO	ML	S/. 4.66
VIGA UNI H20	SUCIO	ML	S/. 4.33

2. REPARACION DE EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CLASIFICACION	UND	PRECIO
ALZAPRIMA EXTENSION	DOBLADO	UND	S/. 1.20
	CABEZA ROTA	UND	S/. 29.17
ALZAPRIMA PUSH PULL	DOBLADA	UND	S/. 1.20
	SIN PERNO	UND	S/. 13.19
	CABEZA ROTA	UND	S/. 29.17
	SIN PATAS	UND	S/. 37.76
	SIN COLLAR	UND	S/. 20.78
	FALTA PALANCA	UND	S/. 19.18
	FALTA BRAZO	UND	S/. 19.18
	INCOMPLETO (sistema de regulación)	UND	S/. 79.92
APLOMADOR ESPECIAL	INCOMPLETO (ZAPATO)	UND	S/. 54.35
	TUBO DOBLADO	UND	S/. 2.40
	FALTA PERNO	UND	S/. 9.19
BANDA	DOBLADA	UND	S/. 1.20
CABALLETE	ABOLLADO	UND	S/. 2.40
CABEZA PARA VIGA	DOBLADO	UND	S/. 2.40
CANALES	DOBLADO	UND	S/. 4.00
CHUTES DE VACEADO	DOBLADO	M2	S/. 8.79
CLIP CONEXIÓN	INCOMPLETO	UND	S/. 14.59
	DOBLADO	UND	S/. 10.79
CONECTOR	DOBLADO	UND	S/. 1.20
COPLA GIRATORIA	INCOMPLETA	UND	S/. 23.98
ENCOFRADO CIRCULAR	SIN BRAZO	UND	S/. 81.92
ESQUINEROS EXTERNOS	DOBLADO	M2	S/. 8.79
GATAS	BASE DOBLADA	UND	S/. 3.20
	DOBLADO	UND	S/. 3.20
	CABEZA ROTA J	UND	S/. 38.36
	CABEZA ROTA U	UND	S/. 41.56
	CABEZA DOBLE C	UND	S/. 46.35
	SIN PLACA	UND	S/. 11.99
	BASE DESOLDADA	UND	S/. 22.38
	FALTA MARIPOSA	UND	S/. 15.98
GOLILLA	DOBLADA	UND	S/. 1.20
GRAMPA	DOBLADA	UND	S/. 1.20
	INCOMPLETA	UND	S/. 7.19
MENSULA MURO / ACCESO	CAMBIO TUBO 2"	UND	S/. 37.96
	DESOLDADO	UND	S/. 7.99
	DOBLADA	UND	S/. 10.39
	SIN PERNO	UND	S/. 14.39
MENSULA PANEL	SIN PERNO	UND	S/. 8.79
	DOBLADA	UND	S/. 4.00
PLACA BASE	ABOLLADA	UND	S/. 1.20
PANELES / ESQUINEROS INTERNOS	DOBLADOS	M2	S/. 10.39
	ABOLLADOS	M2	S/. 10.39
	DESOLDADOS	M2	S/. 10.39
	AGUJEROS c/u	UND	S/. 4.80
	CAMBIO DE FLANCHE ML	UND	S/. 46.35
	AGUJERO AGRANDADO	UND	S/. 4.00

PANELES / EQUIPO DUO	AGUJEROS /RAYADURAS	UND	S/. 6.66
PERFILES METALICOS / EQUIPO DUO	REPOSICION (PIEZA COMPLETA	UND	S/. 83.25
PLACA Y BANDA	INCOMPLETA SIN PERNO	UND	S/. 7.99
	DOBLADA	UND	S/. 2.40
PUNTALES	DOBLADOS ML	UND	S/. 2.00
	SIN OREJAS	UND	S/. 14.39
SOPORTE FRISO	DOBLADO	UND	S/. 4.80
SOPORTE VOLADIZO	CABEZA ROTA	UND	S/. 21.98
	DOBLADO	UND	S/. 4.80
TABLON METALICO	DOBLADO	M2	S/. 5.99
	ABOLLADO	M2	S/. 5.99
	OREJA ROTA	UND	S/. 12.79
TIRANTES	DOBLADO	UND	S/. 1.20
TRAVESAÑOS	DOBLADO ML	ML	S/. 2.40
	CABEZA ROTA	UND	S/. 16.78
TUBOS	DOBLADOS ML	ML	S/. 2.40
TUERCA TIRANTE	CHANCADA	UND	S/. 4.80
VIGA DOBLE CANAL	DOBLADA ML	TON	S/. 15.98
VIGA UNI	DOBLADA ML	ML	S/. 15.98
	INCOMPLETA	UND	S/. 27.97
	AGUJERO 16MM	UND	S/. 4.80
VIGA SOLDIER	DOBLADA	ML	S/. 15.98
	SIN BRAZO	UND	S/. 57.94
	SOLDADURA EMPALMADA	UND	S/. 4.80
VIGA UNI H20	CORTE : SE COBRARA REPOSICION S/DIMENSION ORIGINAL	ML	S/. 54.35
	REFUERZOS METALICOS INCOMPL.	P/LA	S/. 9.99
	AGUJEROS CON TALADRO	DO P/AG UJ	S/. 8.99
	RAJADURA DE VIGA POR COLOCAC DE CLAVOS/ BORDES ASTILLADOS O QUEBRADOS	ML	S/. 9.99
	REMOCION DE CLAVOS DE VIDA	P/VI GA	S/. 13.32

3. FACTURACION POR EQUIPOS NO DEVUELTOS Y/O EQUIPOS DEVUELTOS EN ESTADO IRREPARABLES O INSERVIBLES

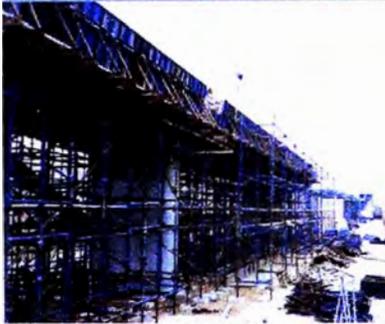
100 % del valor de venta cotizado.

En este caso las partes acuerdan la compra-venta del equipo y se facturará como tal.

Equipo Dúo : - La reposición del Panel Fenólico (inservible por daños tales como golpes, rayaduras, quiebres, desgaste) S/. 109.80 m2

Nota : Los valores indicados no incluyen el Impuesto General a las Ventas

SISTEMA DE SOPORTE UNI-STAGE



Tren Eléctrico /
CONSORCIO T y T S.A. - 3H S.A.

El sistema de soporte Uni-span se adapta a cualquier altura y extensión, requiriendo en la obra. Está compuesto por siete elementos básicos: gata base, punta, travesaño, gata "I" o "U", tubo de anclaje, copia giratoria y conectores. Todas las piezas se conectan entre sí por medio de copias rápidas y seguras, que vienen incorporadas a los distintos elementos. Para fijarlos o soltarlos basta un golpe con martillo. No existen elementos sueltos que se puedan perder. A diferencia de los sistemas de mallas, que exigen una separación rígida entre puntas, el soporte Uni-span permite distancias variables, para aprovechar el máximo la capacidad de carga de cada punta (4 toneladas). El diseño se desarrolla de acuerdo a las condiciones de carga particulares de cada proyecto. Las gatas base permiten corregir los desniveles del terreno, girando la manija de graduación. Los tubos de anclaje y copias giratorias se disponen diagonalmente para absorber las cargas laterales.



Plaza Lince Sur / GRAÑA Y MONTERO S.A



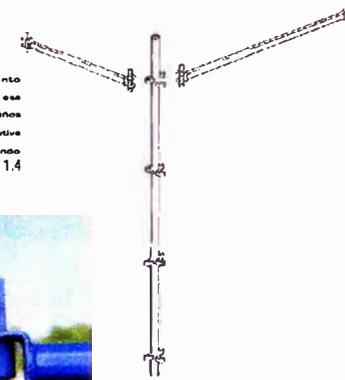
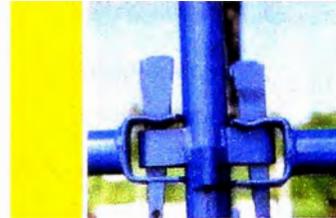
Tendas Ripley Miraflores /
GRAÑA & MONTERO S.A.

Uni-Span

ELEMENTOS DEL SISTEMA

TRAVESAÑOS UNI

Elementos de arriostramiento horizontal. Se usan como en esa posición, ubicando dos travesaños por punta. Poseen una curva oculta para unir a punta (evitando posibles extraños). Se usan 1,4 unidades por m² de encastrado.



Tubo de anclaje 48 mm x 2,65 mm	
LARGO (mm)	PESO
2.500	7,9 kg
2.000	6,5 kg
1.500	5,1 kg
1.300	4,4 kg
1.000	3,5 kg
900	3,2 kg
800	2,9 kg
700	2,7 kg

PUNTALES UNI

Elemento vertical que conjuntamente con los travesaños conforma el soporte de la losa. Cada unidad soporta una carga de hasta 4.000 kg y pueden disponerse a tubos de 2,5 mt. Para alturas superiores a los 3 mt. se usan dos o más puntales mediante un conector. Se usan 0,31 unidades por m².

Tubo de anclaje 48 mm x 3,30 mm HV	
LARGO (mm)	PESO
3.000	14,7 kg
2.500	12,3 kg
2.000	9,8 kg
1.500	7,4 kg
1.000	4,9 kg
500	2,4 kg

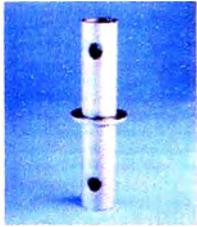
GATA BASE

Elemento interior regulable, donde descansa el punta Uni. Puede ser reemplazado por una placa base cuando las condiciones del terreno lo permitan. Se usan 0,31 unidades por m².

38 mm x 4 mm x 4 mm x 4 mm	
PESO 3,78 kg	



Uni-Span

CONECTOR	GATA UNI CABEZA 'J'	GATA UNI CABEZA 'U'
<p>38 mm de diámetro x 2 mm de espesor PESO 0,39 kg</p>  <p>Conector L.D.: Elemento para unir dos puntales en forma vertical.</p>	<p>38 mm de diámetro x 4 mm Tubo 600 PESO 6,9 kg</p>  <p>Gata Cabeza 'J': Sirve para soportar un canal de 100 mm x 50 mm en forma horizontal.</p>	<p>38 mm de diámetro x 4 mm Tubo 600 PESO 7,01 kg</p>  <p>Gata Cabeza 'U': Se usa para soportar dos canales de 100 mm x 50 mm que se traslapan en forma horizontal.</p>
COPLA GIRATORIA 50 X 50	PLACA Y BANDA	PLACA BASE

PESO 1,4 kg



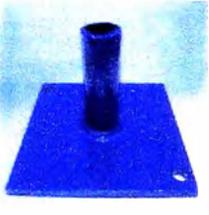
Coppa Giratoria: Elemento para unir dos tubos en ángulo.

PESO 2,9 kg



Placa y Banda: Elemento para unir dos tubos en forma perpendicular.

PESO 0,94 kg



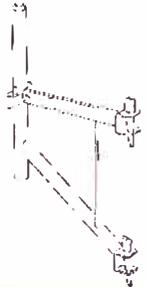
Placa Base: Se emplea por el apoyo de un puntal Uni. No tiene regulación, por lo que su empleo, generalmente, es sobre superficies niveladas.

Uni-Span



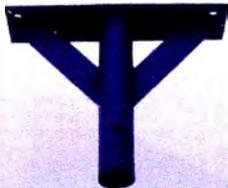
SOPORTE VOLADIZO

El Soporte voladizo sirve para extender el encofrado de losa en aquellas zonas donde no se posee un apoyo inferior. Permite soportar una viga Uni o canal. Una unidad pesa 9,8 kg.



SOPORTE DE FRISO

Para obtener una correcta alineación entre los muros exteriores y los frisos de losa se emplean los soportes de friso, cuya función es mantener el panel de rebalse en el mismo plano de los muros, evitando imperceptible la junta de vaciado. El soporte se fija al muro empleando un set de bridas, contornesa y galletas.



CABEZA PARA VIGA

A la ser insertada en la parte superior de los puntales Uni, permite soportar losas y vigas de diversas alturas. Posee una pieza de 400x100mm sobre la cual se puede elevar soles de mesa.



TUBO DE ANDAMIO 48,42 diámetro x 3,35 mm TUBO 3,75 kg/m

Tubo de andamio: Se coupe en reemplazo de un travesaño y como diagonales en soportes de altura.

SOPORTE DE ESQUINERO

El soporte de esquinero es de uso múltiple; se emplea en el armado del encofrado de losas para soportar diferentes piezas contra el muro, tales como esquineros internos, paneles laterales o de rebalse de losa, canales laminados de 100 mm x 50 mm y otros. Se fija al muro mediante un frente de 12 mm, aprovechando la perforación oblicua por el encofrado de muro. Una unidad pesa 4 kgs.




Uni-Span

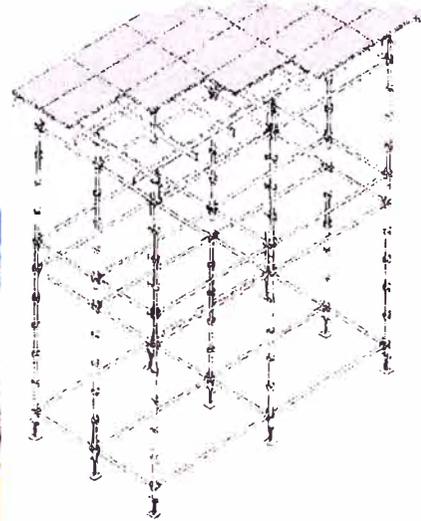
APLICACIONES DEL SISTEMA DE SOPORTE

SOPORTE PARA LOSAS

El sistema es capaz de soportar losas de más de un metro de espesor. Existen distintas alternativas para el soporte del encofrado. En la parte superior puede colocarse canales de 100 x 50 apoyados en gatas "J", vigas doble canal o vigas Uni-soldier apoyadas en gatas "U" o vigas Uni apoyadas en gatas doble cabeza para el Desarrollo Rápido.



Planta Cementos Selva /
CONSELVA S.A.C.

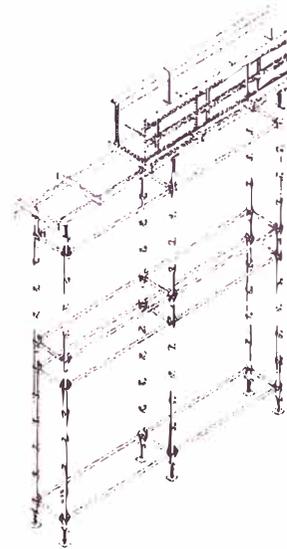


Tiendas Ritey Chorrillos / HV SA CONTRATISTAS

Uni-Span

SOPORTE PARA VIGAS

El soporte para vigas se diseña de acuerdo a las dimensiones de las mismas. Para alturas simples pueden emplearse las mismas cabezas de viga. Para mayores alturas se emplean torres, en cuya parte superior se pueden colocar caballetes de 800mm y canales de 100 x 50 longitudinales o gatas "J" con canales longitudinales y transversales de 100 x 50.



Plaza Vea Bellavista /
HV SA CONTRATISTAS



Facultad de Derecho UNSMP / BUILDING S.A.C.



Plaza Lima Sur /
GRARA Y MONTERO S.A



Centro Atarazo Cuzco
H.V. SA CONTRATISTAS

Uni-Span

**VIGUETAS
PREFABRICADAS
FIRTH**

Proceso Constructivo Viguetas Prefabricadas Firth

1. Apilación

Colocar las viguetas en forma de T invertida y sobre una superficie plana.

Primer listón a 30 cm de los extremos.

Las viguetas V-103, V-104 y V-105 no deben ser almacenadas en obra por más de una semana.

Espaciamiento entre listones	No de hileras de viguetas
1.50 m	9
2.00 m	7

Fig. 4.10 Espaciamiento entre listones para apilar viguetas

Colocar listones alineados.

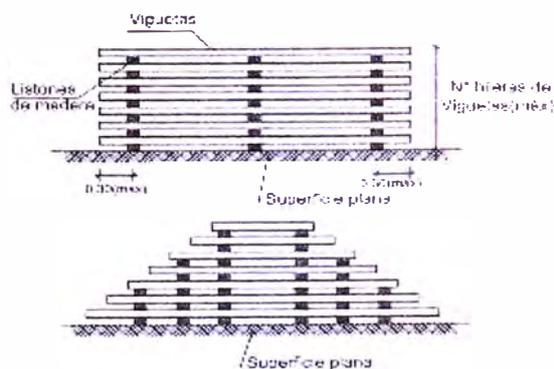
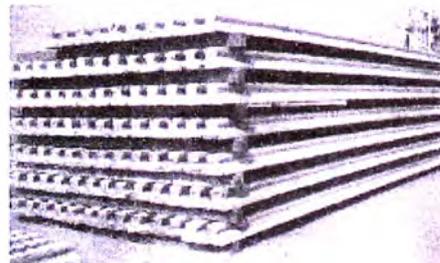


FIG. 1



2. Izaje

El izaje puede ser:



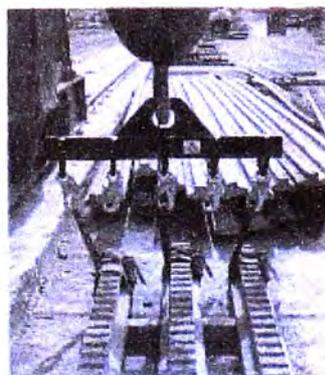
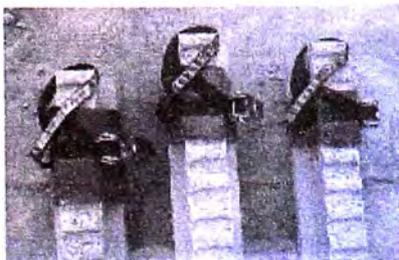
MANUAL (Las viguetas deben ser manipuladas en forma de T invertida)



CON POLEA

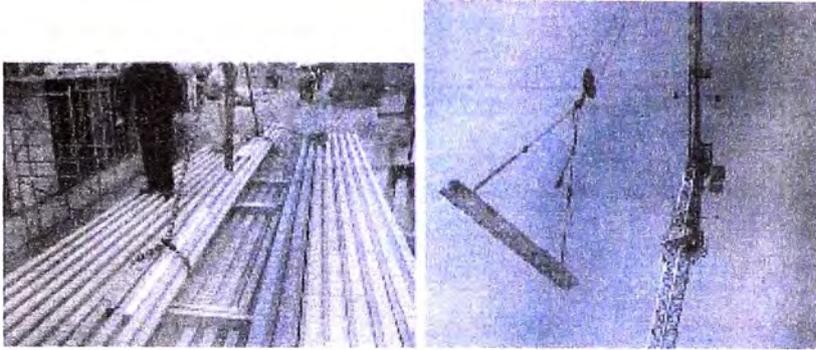


Con winche



Con winche

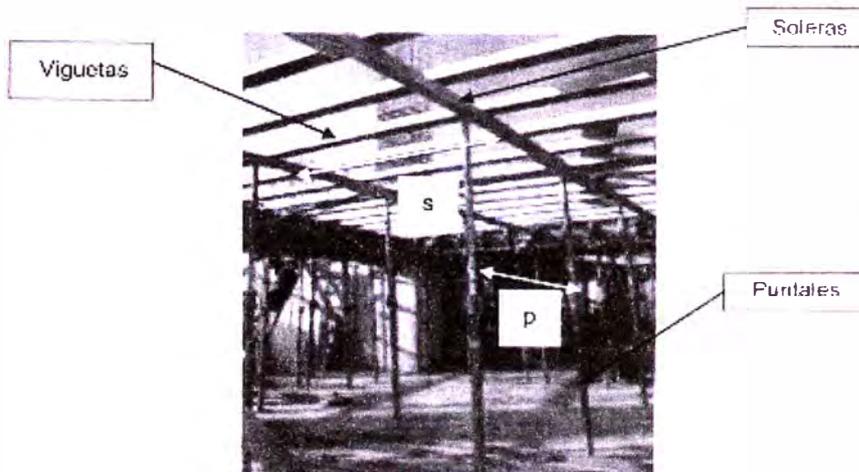
(Herramienta de izaje)



CON PLUMA

Dejar hasta 2m de volado de donde coger las viguetas

3. Apuntalamiento



Donde:

"s" distanciamiento entre soleras

"p" distanciamiento entre puntales

Las viguetas no necesitan fondo de encofrado, solo necesitan de soleras y

puntales que varían según el espaciamiento entre viguetas:

Altura de losa	Espaciamiento	Soleras 3" X 4"	Puntales (3" X 4")
Hasta 20 cm	a 50 cm	2.00 m *	1.50 m *
De 25 a 30 cm	a 50 cm	1.80 m *	1.50 m *
Todas	a 60 cm	1.50 m *	1.50 m *

* Distancias máximas considerando soleras y puntales 3" X 4".

CONDICIONES:

* Los puntales se apoyarán sobre una superficie rígida, y se colocarán cuñas que garanticen que éstos no se muevan durante el proceso constructivo.

* Soleras y puntales de "3" x "4"

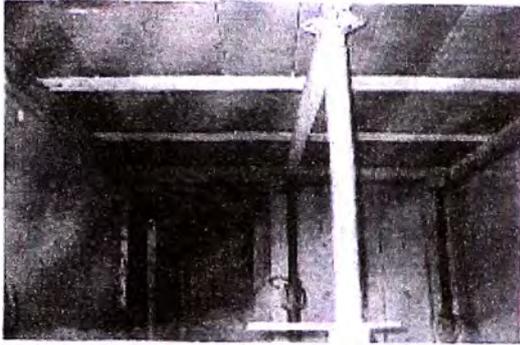
* Madera en buen estado y de sección continua.

IMPORTANTE:

* Se considera una Sobrecarga de trabajo de 300 Kg / m² . En caso se coloque carga adicional sobre el techo (parihuelas con bovedillas) se buscará una zona adecuada donde cargar la losa (zona maciza o con puntales a 1.00m) .

RECOMENDACIONES:

Los puntales de los techos inclinados, abovedados y rampas, así como alturas mayores a 2.80m, deberán arriostrarse horizontalmente con cruces para absorber esfuerzos horizontales.



- * Las soleras deben de tocar fondo de vigueta.
- * Se debe asegurar bien los puntales para evitar problemas de asentamiento que afecten el buen estado de la vigueta y por ende de la losa.

Nota:

- * SI EN OBRA EXISTEN OTRAS CONDICIONES, SE DEBERA ACERCAR LAS SOLERAS Y PUNTALES.
- * VERIFICAR CONTRAFLECHAS NO EXCEDAN ENTRE 3 Y 5 mm POR METRO LINEAL DE VIGUETA
- * EN CASO DE UTILIZAR CASETONES DE POLIESTIRENO: SE DEBERA ENTABLAR LOS EMPALMES Y CAMINAR SOBRE TABLAS.
- * CUANDO LAS VIGUETAS SE APOYAN EN PLACAS DE CONCRETO: SE RECOMIENDA COLOCAR SOLERAS PEGADAS A LAS PLACAS PARA EVITAR QUE LA LOSA QUEDE CON UNA SUPERFICIE IRREGULAR PROVOCADA POR EL VACIADO IRREGULAR DE LA PLACA.
- * SOLERAS DE LOS EXTREMOS EN PLACAS DE 10 cm PUEDEN SACARSE A LOS 03 DIAS, MANTENIENDO EL RESTO DE LAS SOLERAS Y PUNTALES.
- * AL COMENZAR Y TERMINAR CON BOVEDILLAS, COLOCAR TABLAS PARA APOYAR LAS BOVEDILLAS DE LOS BORDES (AL LADO DE LAS VIGAS).
- * LUCES MAYORES A 6.50 ml, DEJAR CONTRAFLECHAS DE 3mm X ml.

4. Colocación de Viguetas y Bovedillas

NUNCA COLOCAR LAS BOVEDILLAS SIN ANTES HABER APUNTALADO.

Las viguetas ingresarán entre 7.5cm y 10 cm en las vigas.

Colocar las bovedillas como elementos distanciadores de las viguetas.

Se recomienda comenzar con las bovedillas y continuar luego con las viguetas y así sucesivamente.

Luego de apuntalar y nivelar el techo se procede a colocar las bovedillas restantes.

NOTA:

* SE DEBE EVITAR CORTAR LAS BOVEDILLAS SOBRE LAS VIGUETAS PARA NO ENSUCIARLAS.

* EN CASO DE TRABAJAR CON POLIESTIRENO : ES NECESARIO CAMINAR SOBRE TABLAS DE MADERA PARA PROCEDER A ARMAR LA LOSA.

5. Colocación del acero negativo, acero de temperatura e instalaciones eléctricas

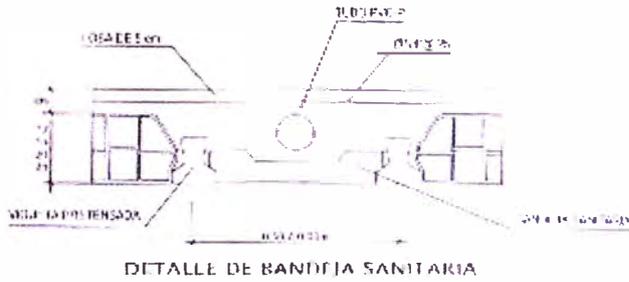
El acero negativo va espaciado cada 50 o 60 cm Podría distribuirse también a menor distanciamiento en la losa según indicaciones del proyectista.

Colocar acero de temperatura en dos sentidos en último techo (azotea) y en luces mayores o iguales a 5.00m.

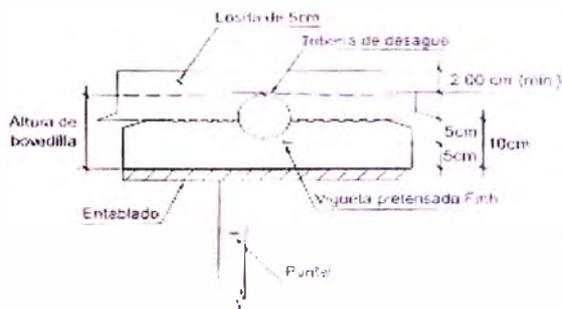
6. Colocación de las instalaciones sanitarias

Se recomienda que las tuberías de desagüe vayan paralelas a la dirección de las viguetas (entre bovedillas).

Asimismo se sugiere que en la zona de baños donde van las montantes, por lo general muy cercanas a los bordes, se empiece con bovedilla.



En caso de que la tubería tenga que atravesar la vigueta, ésta se podrá picar hasta 5 cm (Máx.) tal como se ve en la figura.



Siempre y cuando: se entable dicha zona.

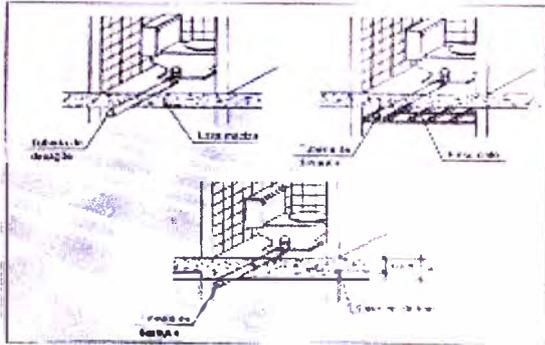
* Se mantenga un recubrimiento de 2.0 cm en la losa, caso contrario se recomienda usar losa maciza, falso techo o crear un desnivel en la losa (tipo bandeja) tal como se ve en la siguiente figura.

* Si la tubería va dentro de los 30 cm de la zona de conexión vigueta-viga:

Se ensanche con concreto esa Zona.

* Sólo se pueden picar 02 ó 03 viguetas dependiendo de la longitud del paño.

NOTA: NO SE PICAN LAS VIGUETAS EN LA ZONA DEL TERCIO CENTRAL DE LA LOSA.



7. Vaciado de Concreto

-Regar la losa: Con un chorro de agua para garantizar la unión vigueta-losa.

Además que las bovedillas tienen mayor área que las tradicionales y absorben mayor cantidad de agua.

-Mantener siempre húmedas las bovedillas: A menudo se mojan las bovedillas y viguetas sólo al comenzar el vaciado y se descuidan los últimos tramos.

-Slump: Deberá ser de 3 1/2" para asegurar un concreto denso, pero a la vez debe cuidarse de rocear agua en cuanto se pierda la película superficial de agua de la losa (proceso de exudación). Si la losa no se rocea con agua para mantenerla húmeda, no se podrá controlar la formación de fisuras.

-Reglear: En forma paralela a las viguetas .

-Vibrado: y regleado evitando el sobre vibrado que puede generar segregación en la mezcla. En sistemas aporticados las vigas tienen mucha congestión de fierro y si no se llenan con concreto superplastificante y/o no se realiza un buen vibrado, se inducen fisuras sistemáticas en las vigas por efecto de contracción, que no son fallas estructurales pero que pueden ser controladas: con un óptimo vibrado, mojando todos los elementos que estarán en contacto con el concreto a vaciar ó ensanchando 10 cm con concreto en las zonas adyacentes a las vigas.

-Juntas: Vigas y losa deben ser vaciadas al mismo tiempo . Vaciar vigas hasta el nivel inferior de la losa crean una junta innecesaria y perjudicial para el esfuerzo rasante.

Si se desea vaciar en distintas etapas, se recomienda dejar juntas en el tercio central de las vigas.

NOTA: EN CASO DE UTILIZAR CASETONES DE POLIESTIRENO CAMINAR Y LLEVAR CARRETILLAS SOBRE TABLONES.

8. Curado de Concreto

-Rocear agua en cuanto se pierda la película superficial de agua de la losa (proceso de exudación).

- El curado de la losa (por lo menos 4 días) es sumamente importante en la formación de fisuras. El tiempo en que se debe iniciar el curado dependerá de las condiciones climáticas.

- Si durante el vaciado el clima está soleado y/o hay presencia de viento, las bovedillas y la losa in situ secarán más rápido y las contracciones por temperatura serán en mayor cantidad. Se recomienda mantener una persona pendiente de curar la losa.

9. Desapuntalamiento

La resistencia mínima que debe tener un concreto para desencofrar con seguridad es de 140 Kg/cm², pero deberá mantenerse reapuntalado de acuerdo al cuadro siguiente:

Fig. 4.12 N° de días mínimos que se deja la losa encofrada (varía de acuerdo al desarrollo de la obra).

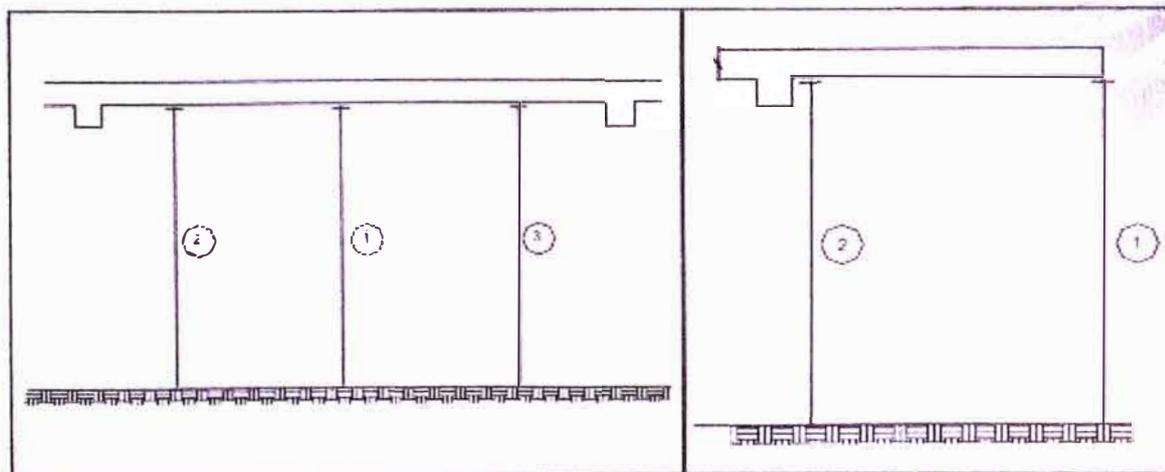
	Vigueta 11 X 10	Vigueta 11 X 10
Luces de los paños	Entrepiso	Azotea
0.00 – 3.00 m	5 días	4 días
3.00 – 4.50 m	5días + 7días*	4 días

4.50 – 5.50 m	7días + 7días*	5 días
5.50 – 7.00 m	15días + 7días*	6 días
7.00 – 8.40 m	15días + 7días*	7 días

IMPORTANTE:

- ESTO NO INCLUYE EL DESAPUNTAMIENTO DE LAS VIGAS.
- DEJAR 02 JUEGOS DE APUNTALAMIENTO PARA QUE RESISTAN LA LOSA SIGUIENTE (LA TERCERA LOSA).

Orden para empezar a desencofrar, orden por donde se comienza a desapuntalar.



Se comienza a desapuntalar por la solera central (1).

Se comienza a desapuntalar desde el volado mismo (1).

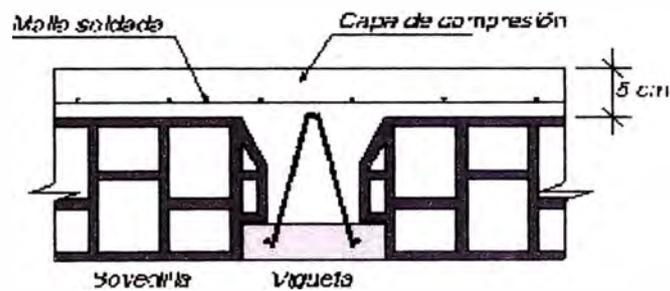
10. Acabados

- * Los techos pueden ser tarrajados, escarchados o dejarlos expuestos en zonas de sótanos.
- * Se recomienda adicionar cal para mejorar la adhesión y la trabajabilidad de la mezcla en una proporción cemento: cal: A.F 1:1/2:5
- * Se recomienda mojar el techo al día siguiente de haber tarrajado, sobre todo en el último techo.

Otras alternativas o Innovaciones de viguetas prefabricadas:

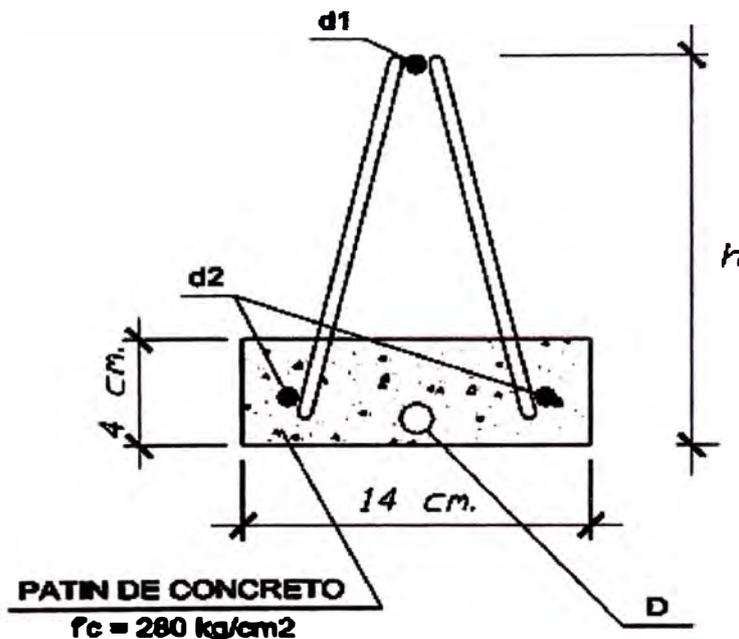
A. Losa Aligerada T-Concreto

El sistema está compuesto por viguetas prefabricadas en planta, con altos estándares de calidad industrial, bovedillas de arcilla y elementos complementarios llamados bandejas estructurales, eléctricas y sanitarias, que le permiten al constructor realizar sus instalaciones de agua y luz, sin tener que picar, romper o emplear técnicas no adecuadas que solo gastan tiempo y pueden producir accidentes.



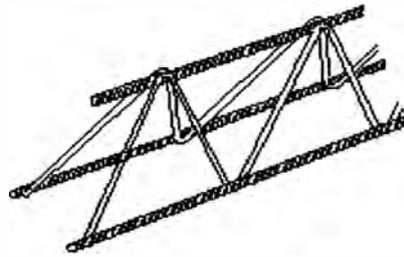
La Vigueta

Es el componente principal del sistema prefabricado de losas aligeradas T-Concreto, ya que es el elemento estructural responsable de la resistencia de la losa.



La Vigüeta de Acero de Alta Resistencia

Es el componente principal de las vigüetas prefabricadas, la armadura está hecha de varillas de acero corrugado, 2 inferiores y 1 superior unidos por otro hilo trefilado en frío. Este acero tiene una resistencia a la rotura de 5,600 kg/cm² y un límite de fluencia de 5,000 kg/cm². Los 4 hilos de acero pasan por una máquina totalmente automatizada que les aplica una soldadura eléctrica especial que termina por unirlos en la configuración que se muestra en el detalle.



Peralte (cm)	d1 (mm)	d22 (mm)	H (mm)	Tolerancia (mm)
17, 20, 25	5 – 7	7	100	+/- 5%
171	5 – 7	7	120	+/- 5%
201	5 – 7	7	150	+/- 5%
251	5 – 7	7	200	+/- 5%
301	5 – 7	7	250	+/- 5%

En el cuadro superior se muestran las configuraciones posibles de la armadura, las mismas que brindan diferentes niveles de servicio

D – fierro de refuerzo: Acero adicional según cálculo estructural. 1 Todas estas medidas del tralicho aportan al área de acero negativo requerido según cálculo estructural. 2 Las Vigüetas T-Concreto aportan TODO el fierro positivo que demanda la losa, según especificación del calculista.

El Patín de Concreto

Sus funciones principales son: i) contener y mantener todo el acero positivo requerido en buenas condiciones y en la posición adecuada hasta su ensamble en la obra, ii) servir de soporte para la bovedilla con lo cual se elimina el uso del encofrado de contacto.

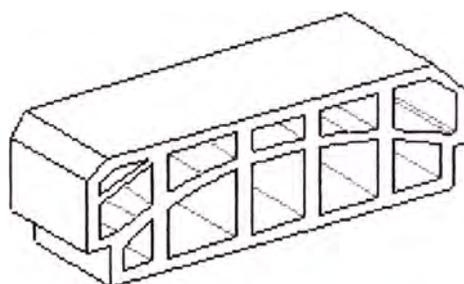
La alta resistencia del concreto en el patín (280 Kg/cm²), y el que se encuentre curado con al menos 7 días de anticipación permite desencofrar en menos tiempo y con ello un avance más rápido de la obra.

La Bovedilla

Es el elemento aligerante de la losa y puede ser de varios materiales, los mismos que difieren en las prestaciones que brindan a la construcción. Tienen una forma especial que permiten, al apoyarse sobre el patín de concreto, eliminar totalmente la necesidad del encofrado de contacto:

Bovedilla de Arcilla

Es el único material que se encuentra normado según la NTP Itintec Nro. 331.017 (materia prima) y la NTP Nro. 331.040:2006 (techos y entrepisos).



BOVEDILLA

Bovedilla de Poliestireno

Reduce significativamente el peso de la losa, lo que permite a su vez reducir el requerimiento de fierro en los elementos verticales.

El trabajo en obra con este elemento requiere, sobretodo inicialmente una fuerte supervisión para que se cumplan las normas de seguridad mínimas que indican que los elementos de albañilería en general no deben usarse como zona de tránsito.



Bovedilla de Concreto

Es de los elementos más usados en Latinoamérica por su mayor disponibilidad. Su peso es entre 25% y 40% más alto que una bovedilla de arcilla.

B. Sistema de Losas Aligeradas Alitec

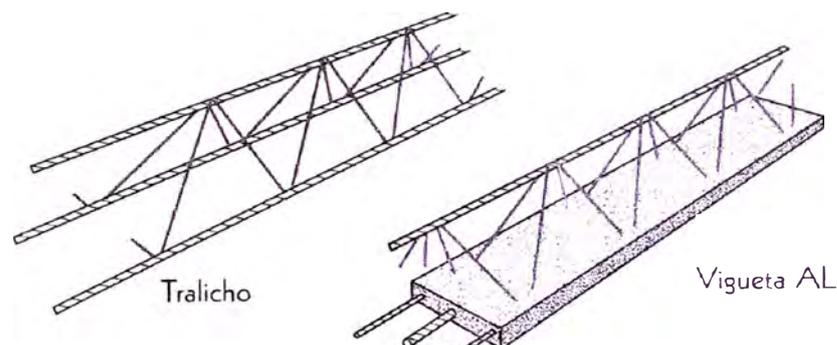
Generalidades

El sistema de losas aligeradas ALITEC está conformado por viguetas parcialmente fabricadas en planta armadas en una dirección, por bloques de arcilla, monolitizadas todas ellas mediante un armado adicional (fierro negativo) y vaciado en sitio.

Son diseñados según requerimiento de proyecto en los diferentes espesores de losa y en longitudes hasta 6.50 mts.

Viguetas Alitec

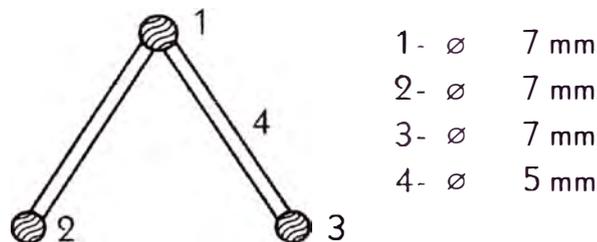
Son fabricadas en planta bajo estricto control de calidad con maquinaria europea de alto rendimiento (2000 mt² de techo por día). Las viguetas ALITEC constan de los siguientes elementos.:



Tralicho: Se denomina tralicho a la estructura de acero de alto límite de fluencia (5000 kg/cm²), compuesto por 2 fierros inferiores y uno superior unidos entre sí por un reticulado continuo en zig-zag electrosoldado, para impedir el balanceo lateral superior e inferior, dichos fierros han sido trefilados tratados en frío y controlados desde el origen.

Este tralicho está compuesto de los siguientes diámetros salvo que el diseño requiera de diámetro diferentes:

Adicional se le incorpora el fierro inferior que requiere según diseño y posteriormente en obras se le incorpora la armadura superior requerida según planos.

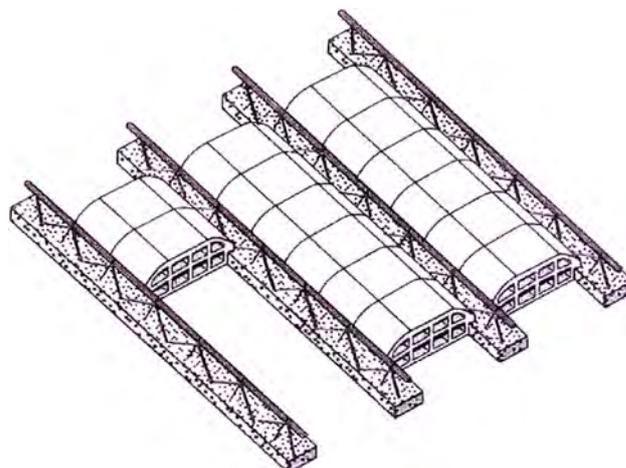


Esta vigueta con tralicho constituye por sí misma una estructura rígida con momento de inercia propio, que contribuye el aumento de la rigidez que tendría la losa si los fierros superiores e inferiores no estuviesen unidos.

Los fierros ocupan la posición exacta de cálculo, lo cual no siempre es factible en losas convencionales.

Los reticulados continuos en zig-zag unen perfectamente el concreto preparado en obra en el de la parte inferior de la vigueta, lográndose una armadura apta para absorber los esfuerzos de adherencia.

Vista General del Sistema ALITEC (vigueta prefabricadas y ladrillo).



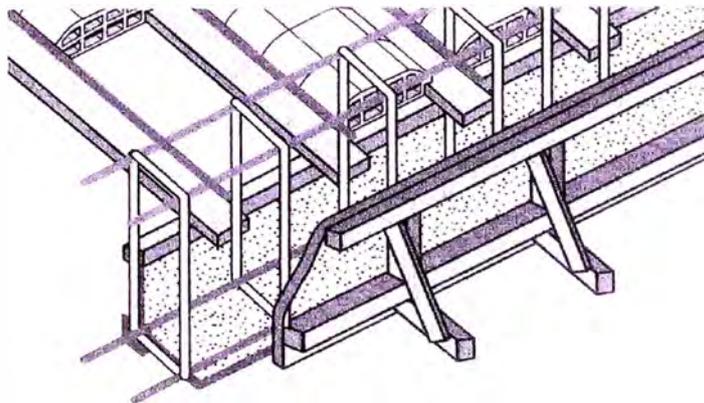
Concreto: De resistencia mínima $f_c=280$ kg/cm² salvo requerimientos especiales es de 4 cm de espesor y vibrado a través de mesa vibradora.

Bloques: Son de arcilla, pesan alrededor de 7.0 kg. para espesor de losa $h=20$ cm y presentan en ambos lados de la parte inferior sendas hendiduras que le permiten descansar sobre la vigueta sin requerir encofrado, formando así una unidad monolítica que evita considerablemente la pérdida de concreto durante el vaciado.

La losa aligerada ALITEC puede ser calculada como simplemente apoyada o como losa continua colocándose en este caso el refuerzo negativo superior según planos. El cálculo para la losa aligerada ALITEC es similar al de las viguetas convencionales.

Apoyo de las viguetas

Prefabricadas en vigas



PANEL
FOTOGRAFICO



FOTO N° 01 DESCARGUE DE VIGUETAS PREFABRICADAS A LA OBRA POR EL PERSONAL DE FIRTH.



FOTO N° 02 APILADO DE VIGUETAS PREFABRICADAS.

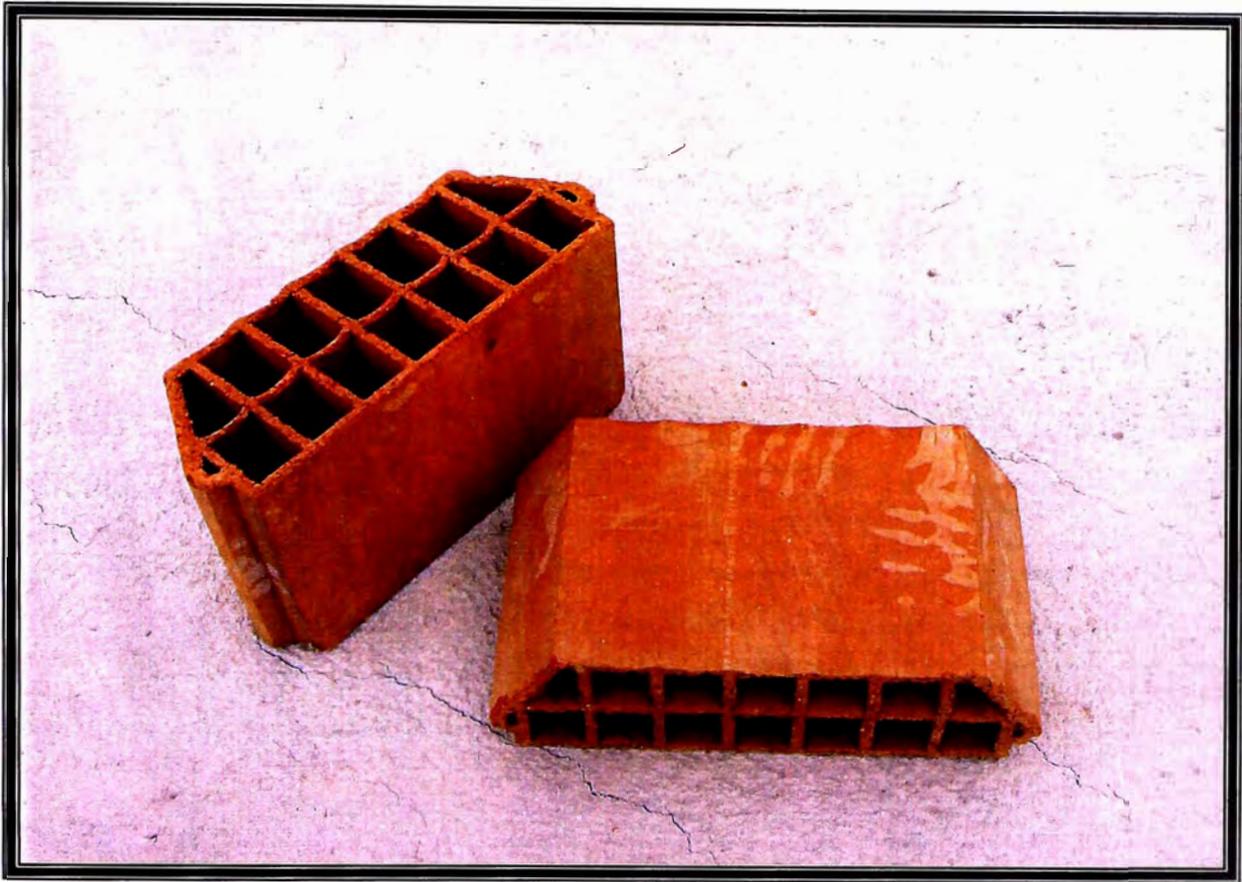


FOTO N° 03 BOVEDILLAS.



FOTO N° 04 ENCOFRADO DE LOSA ALIGERADA EMPLEANDO PUNTALES Y SOLERAS DE MADERA.



FOTO N° 05 TRANSPORTE DE VIGUETAS PREFABRICADAS FIRTH.



FOTO N° 06 MANUAL DE VIGUETAS PREFABRICADAS FIRTH.



FOTO N° 07 TRANSPORTE DE VIGUETAS PREFABRICADAS FIRTH EN LA LOSA ALIGERADA.



FOTO N° 08 COLOCACIÓN DE VIGUETAS.



FOTO N° 09 OBSERVAMOS QUE LAS BOVEDILLAS FUNCIONAN COMO ELEMENTOS DISTANCIADORES.



FOTO N° 10 TRANSPORTE MANUAL DE BOVEDILLA.



FOTO N° 11 COLOCACIÓN DE BOVEDILLAS.

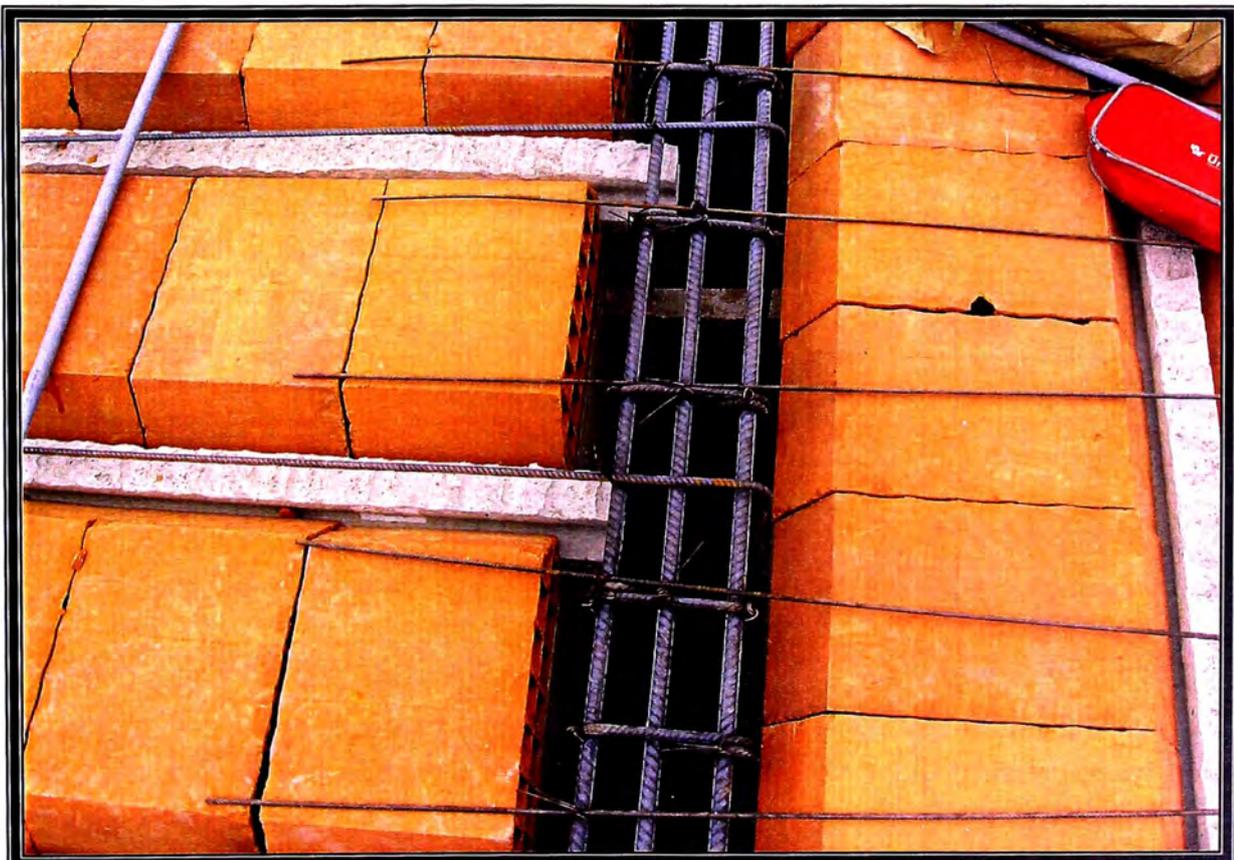


FOTO N° 12 LAS VIGUETAS INGRESARÁN ENTRE 7,5 Y 10 CM EN LAS VIGAS. SE OBSERVA EL ACERO NEGATIVO Y DE TEMPERATURA RESPECTIVAMENTE.



FOTO N° 13 ALIGERADO LISTO PARA SU VACIADO.

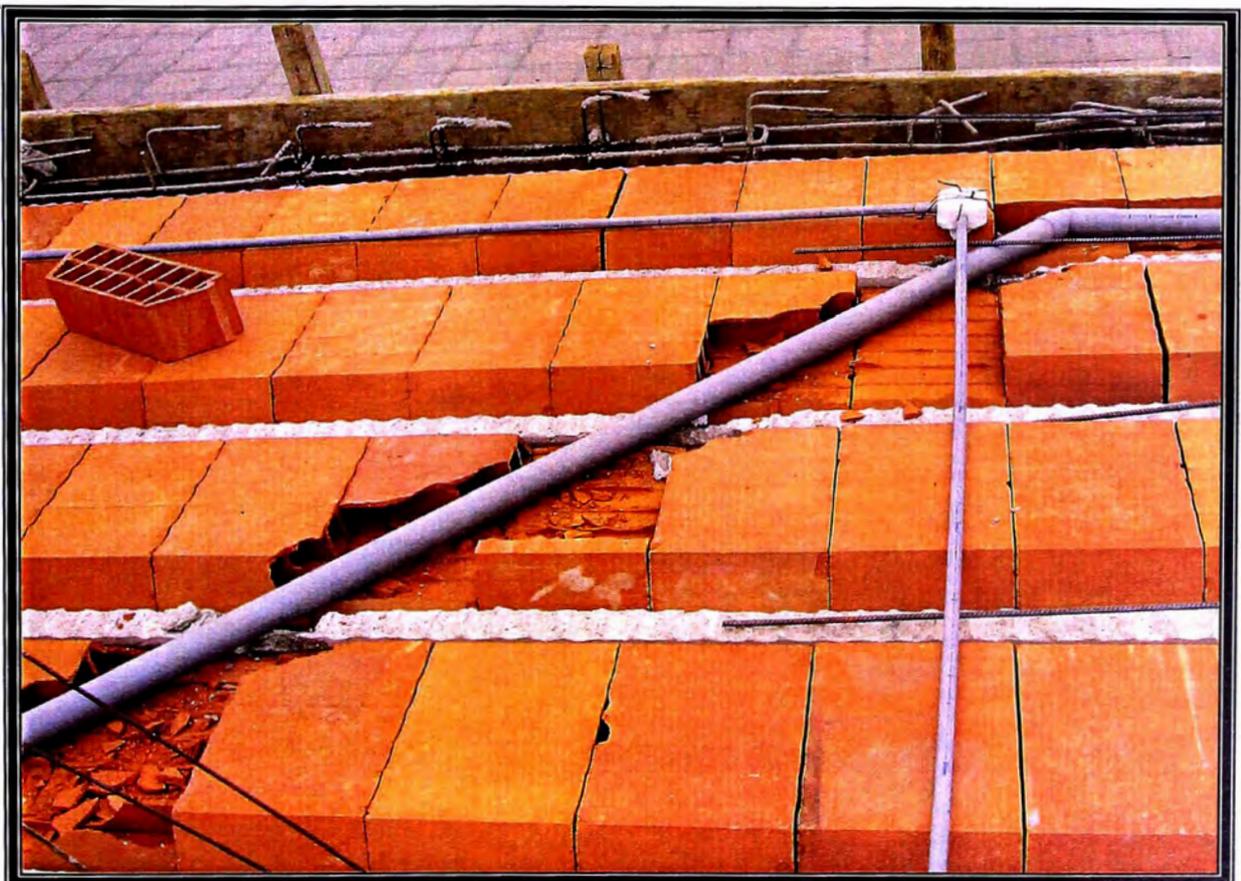


FOTO N° 14 EN CASO QUE LAS TUBERÍAS TENGAN QUE ATRAVESAR LAS VIGUETAS ÉSTAS PODRÁN SER PICADAS HASTA UN MÁXIMO DE 5CM.

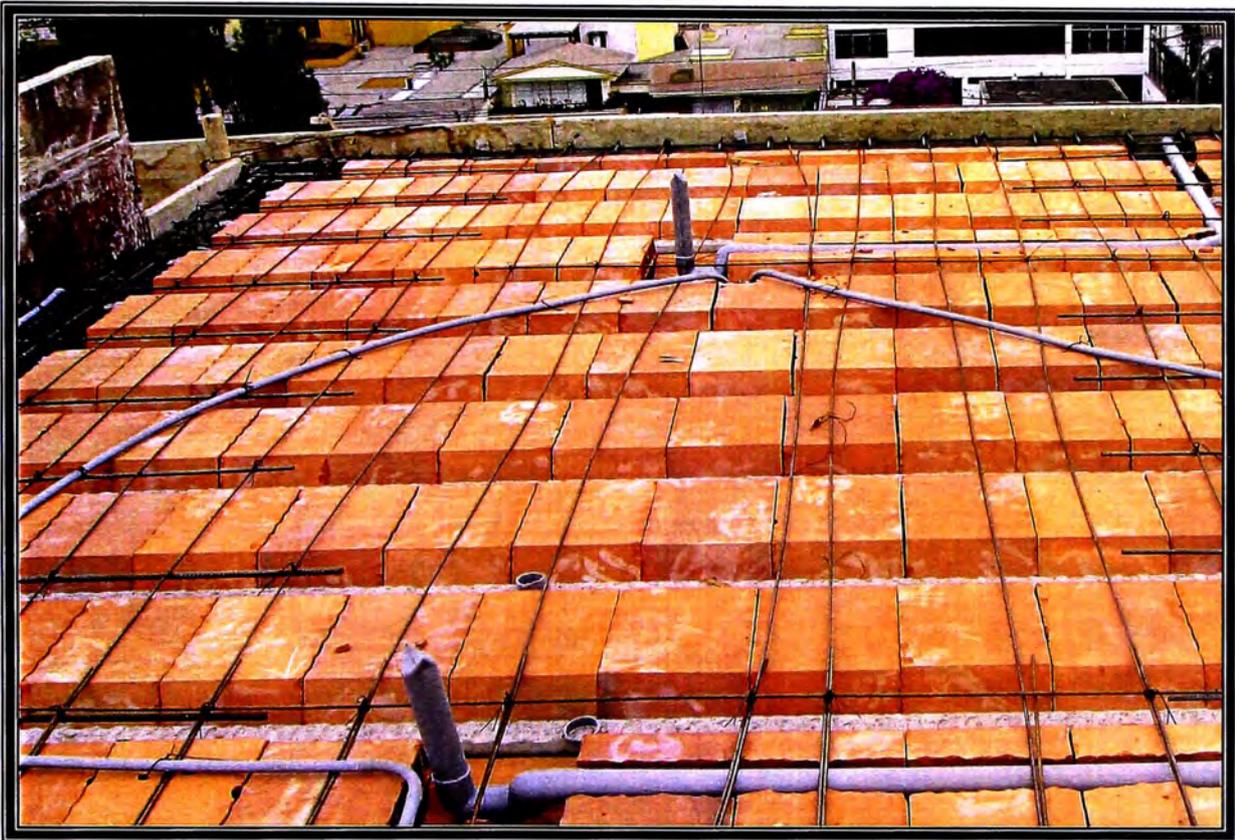


FOTO N° 15 ALIGERADO DE LA ZONA DE AZOTEA LISTO PARA SER LLENADO.



FOTO N° 16 REMATE DE LA PARTE ELÉCTRICA Y FIERRO DE TEMPERATURA, SE OBSERVA AL INGENIERO RESIDENTE SUPERVISANDO EL PROCESO CONSTRUCTIVO.



FOTO N° 17 VACIADO DEL CONCRETO DEL TECHO, SE OBSERVA EL REGLEADO PARA MANTENER EL NIVEL DEL MISMO.



FOTO N° 18 USO DE CONCRETO PREMEZCLADO FIRTH PARA EL VACIADO DE LA LOSA, SE APRECIA LA VISTA FRONTAL DEL EDIFICIO (ENCOFRADO DE MADERA).



FOTO N° 19 SISTEMA DE SOPORTE UNISPAN PARA LOSA ALIGERADA USANDO VIGUETAS PREFABRICADAS.



FOTO N° 20 PUNTALES METÁLICOS ARRIOSTRADOS ENTRE SÍ.



FOTO N° 21 SOLERAS METÁLICAS (CANALES) TRANSVERSALES A LAS VIGUETAS.



FOTO N° 22 COLOCACIÓN DE VIGUETAS FIRTH SOBRE SOLERAS METÁLICAS.



FOTO N° 23 DETALLE DE CANAL QUE ES SOPORTADO POR UN PUNTAL METÁLICO.



FOTO N° 24 DETALLE DE GATA Y BASE DE PUNTAL.



FOTO N° 25 FONDO DE VIGA METÁLICA UNISPAN.

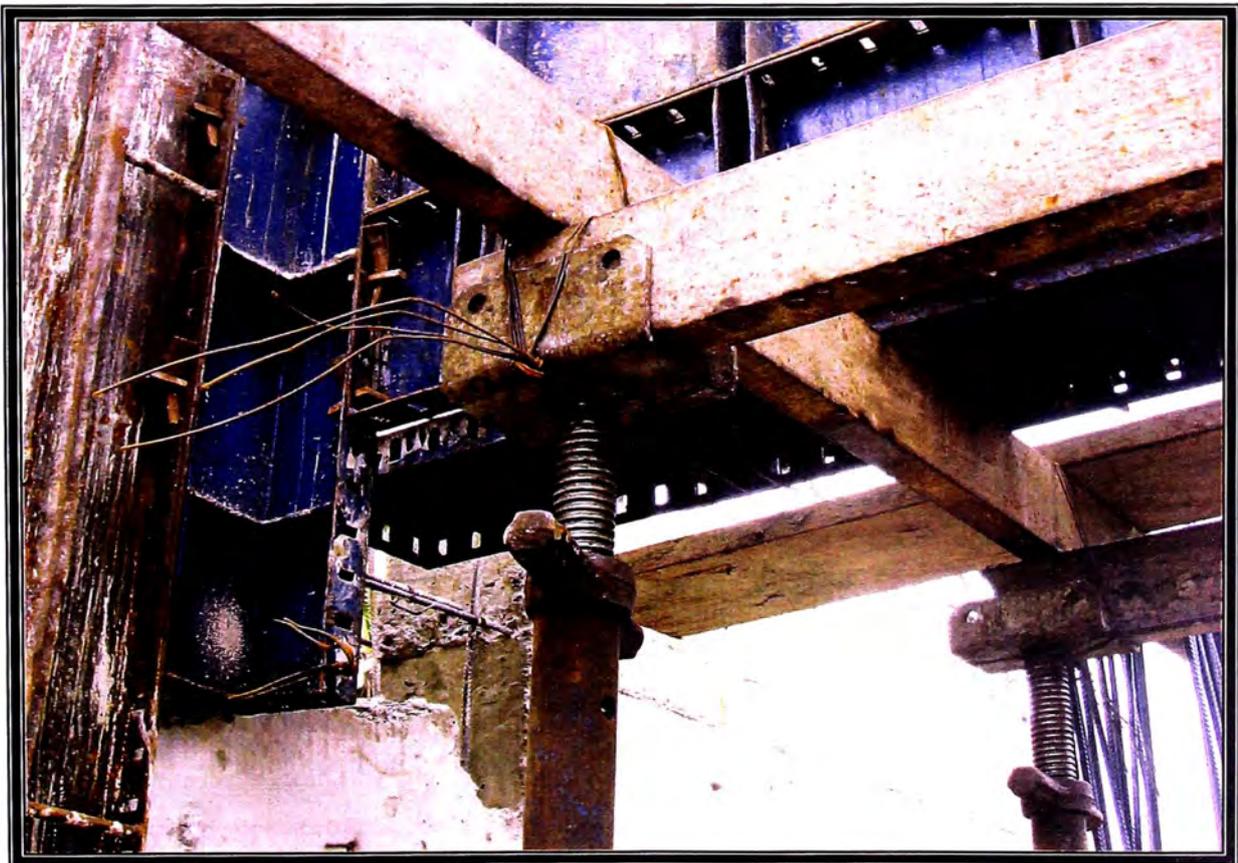


FOTO N° 26 DETALLE DE SOPORTE DEL PUNTAL.



FOTO N° 27 DETALLE DEL FONDO DE VIGA UNISPAN.

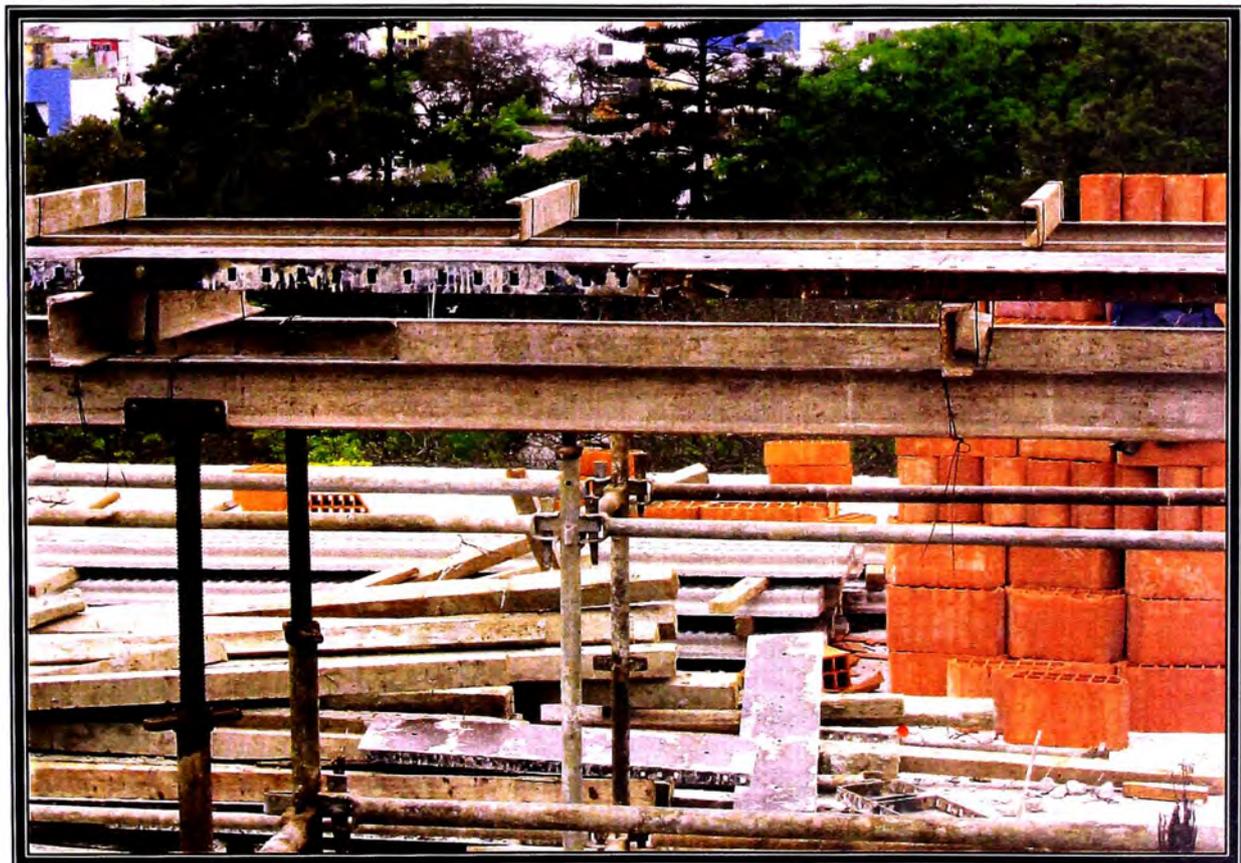


FOTO N° 28 DETALLE DEL FONDO Y COSTADO DE VIGA UNISPAN.

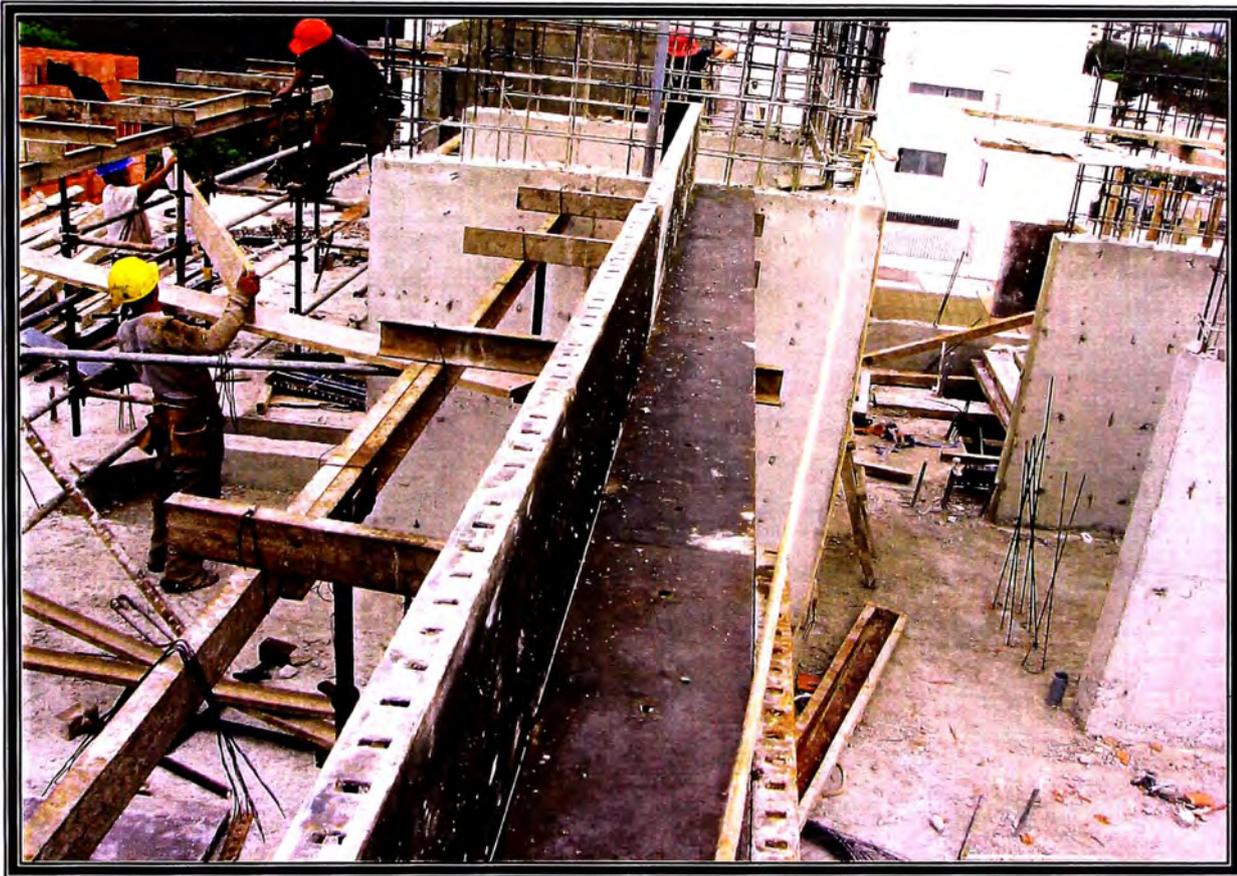


FOTO N° 29 DETALLE DEL ENCOFRADO METALICO EN VIGAS.



FOTO N° 30 COLOCACIÓN DE CANALES METÁLICOS.



FOTO N° 31 LOSA CON VIGUETAS PREFABRICADAS Y ENCOFRADO METÁLICO UNISPAN.



FOTO N° 32 LOSA CON VIGUETAS PREFABRICADAS Y ENCOFRADO METÁLICO UNISPAN.



FOTO N° 33 VISTA FRONTAL DEL EDIFICIO AL USARSE ENCOFRADO METÁLICO.



FOTO N° 34 TRANSPORTE DE LADRILLO KK 18 HUECOS, AMONTONADOS EN BUGGIE.



FOTO N° 35 TRANSPORTE DE MEZCLA SECA.



FOTO N° 36 OPERARIO COLOCANDO MORTERO EN PARED DE SOGA.



FOTO N° 37 OPERARIO COLOCANDO LADRILLOS EN PARED DE SOGA.



FOTO N° 38 OPERARIO COLOCANDO CORDEL PARA EL ALINEAMIENTO DE LOS LADRILLOS, ACCION QUE SE REPITE EN CADA HILADA.

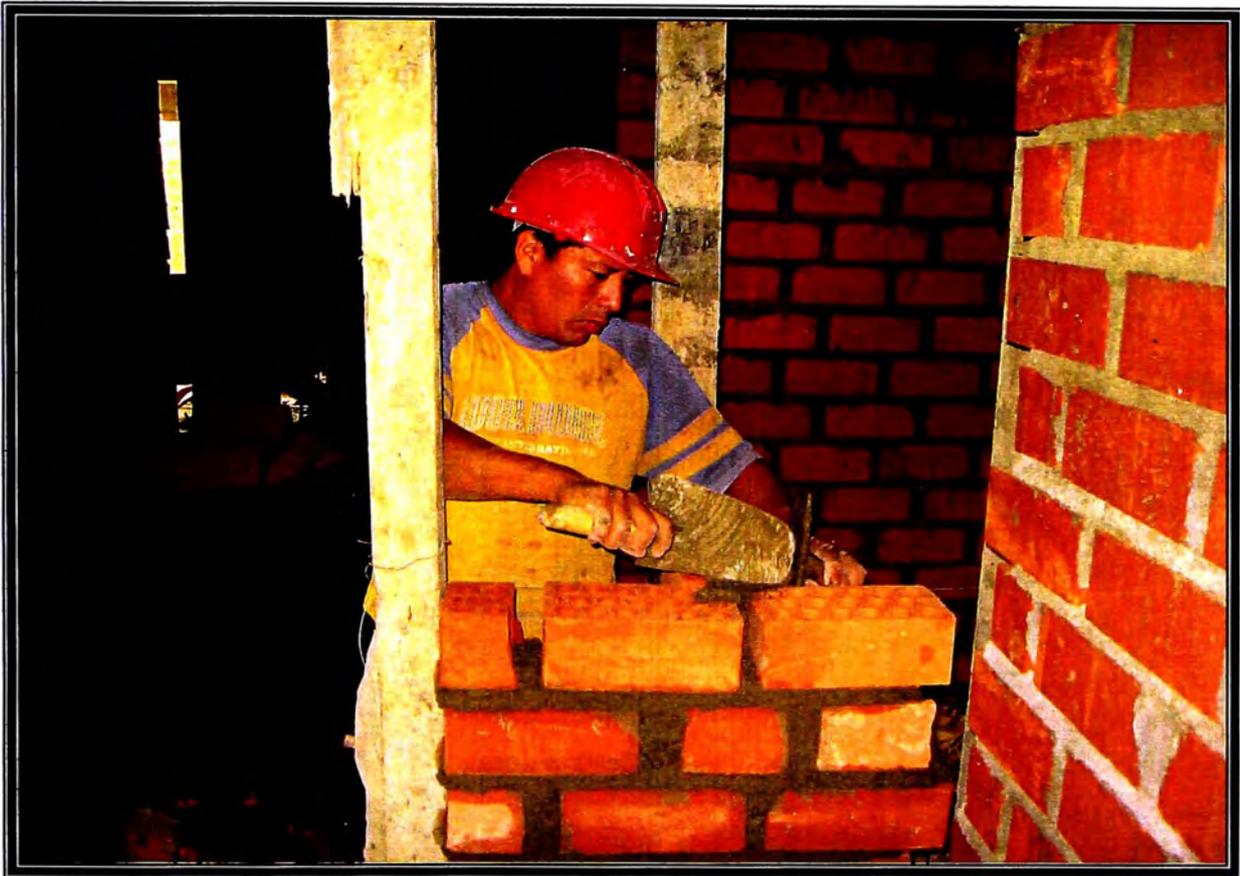


FOTO N° 39 OPERARIO TAPANDO JUNTA VERTICAL.



FOTO N° 40 OPERARIO BATIENDO MEZCLA EN UNA BATEA, SE OBSERVA LA DISTANCIA ENTRE LA BATEA Y EL NIVEL DE ASENTADO.



FOTO N° 41 INGENIERO RESIDENTE VERIFICANDO LA CORRECTA COLOCACION DE LOS LADRILLOS.



FOTO N° 42 CARRITOS LADRILLEROS, QUE SIMPLIFICAN EL TRASLADO DE LADRILLO.



FOTO N° 43 ESCANIPLO, HERRAMIENTA QUE SIMPLIFICA LAS OPERACIONES DE ASENTADO DE LADRILLOS.



FOTO N° 44 PORTABATEA MÓVIL.



FOTO N° 45 ASENTADO DE LADRILLOS HACIENDO USO DEL ESCANIPIO.



FOTO N° 46 ASENTADO DE LADRILLOS HACIENDO USO DEL ESCANIPIO, CARRITO LADRILLERO Y PORTABATEA MÓVIL, HERRAMIENTAS QUE CONTRIBUYEN A UNA MAYOR PRODUCTIVIDAD.